

ESTUDIOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES COMPLEJO DE PÁRAMOS LOS NEVADOS

Convenio de Cooperación No. 13-13-014-228CE Instituto Humboldt – Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA

Objeto: Aunar esfuerzos científicos, técnicos y administrativos con el fin de identificar, compilar, actualizar y analizar los estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la identificación de los complejos de páramos: “Las Hermosas”, “Los Nevados” y “Nevado del Huila – Moras”, los cuales deben cumplir con los criterios y requisitos definidos en los términos de referencia “Para la elaboración de estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la identificación y delimitación de complejos de páramo a escala 1:25.000”, emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Así como la identificación de los humedales en la jurisdicción de la Corporación que contribuyan a la conservación y uso sostenible de su biodiversidad y servicios ecosistémicos.



Convenio interadministrativo 13-014 (FA 005 de 2013) Instituto de Investigación de Recursos
Biológicos Alexander von Humboldt - Fondo Adaptación

Subdirección de Servicios Científicos y Proyectos Especiales
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Bogotá, D.C., 2016



ENTORNO REGIONAL DEL COMPLEJO DE PÁRAMOS “LOS NEVADOS”

ESTUDIOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS,
SOCIALES Y AMBIENTALES A ESCALA
1:25.000

Subdirección de Planeación Ambiental y
Gestión Tecnológica.2016

**ENTORNO REGIONAL DEL COMPLEJO DE PÁRAMOS
“LOS NEVADOS”
EN JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA –
CORTOLIMA**

CONVENIO 13-13-014-228 CE CORTOLIMA - INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT

Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA
Compilación Documento

Enero 2016

TABLA DE CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN	29
2. PÁRAMOS DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA	30
2.1 Complejo Las Hermosas	30
2.2 Complejo Nevado del Huila-Moras	30
2.3 Complejo Chilí-Barragán	30
2.4 Complejo Los Nevados	31
3. ANTECEDENTES.....	34
4. FIGURAS E INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL	36
4.1 Áreas Protegidas del Entorno Regional.....	36
4.1.1 Parque Nacional Natural Los Nevados	36
4.2 Estrategias Complementarias de Conservación, Instrumentos de Planificación	39
4.2.1 Reserva Forestal Central (Ley 2ª de 1959).....	39
4.2.2 Reservas Naturales de la Sociedad Civil.....	41
4.2.3 Reservas Forestales Protectoras Regionales - RFPR.....	42
4.2.4 Reserva Forestal Protectora Nacional	44
4.2.5 Parque Natural Regional Coello - Propuesta.....	44
4.3 Plan de Manejo de Páramos	45
4.4 Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS).....	50
4.5 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves - AICAS	54
4.6 Determinantes Ambientales. Ley 388 de 1997	56
5. ENTORNO REGIONAL COMPLEJO DE PÁRAMOS LOS NEVADOS.....	58
5.1 Objetivos	58
5.2 Justificación y Alcance.....	58
5.3 Caracterización Biofísica	61
5.3.1 Clima	61
5.3.2 Geología	87
5.3.3 Geomorfología	100
5.3.4 Amenazas Geológicas e Hidrológicas.....	109
5.3.5 Suelos	111
5.3.6 Hidrografía e Hidrología	152

5.3.7 Cobertura de la Tierra	165
6. SERVICIOS ECOSISTEMICOS	175
7. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS Y SOCIECONÓMICOS	180
7.1 Asentamientos Nucleados y Dispersos	180
7.2 Jurisdicción Político Administrativa	181
7.3 Relaciones de Territorialidad Existentes en los Municipios que Integran el Área del Páramo	182
7.4 Densidad Poblacional Urbana y Rural - Edad	183
8. PROBLEMÁTICA SOCIAL	188
8.1 Necesidades Básicas Insatisfechas	188
8.2 El Conflicto Armado y el Desplazamiento Forzado	189
8.3 Vivienda	190
8.4 Salud.....	191
8.5 Educación.....	194
8.6 Servicios Públicos	197
8.6.1 Acueducto.....	197
8.6.2 Alcantarillado	198
8.6.3 Energía Eléctrica	198
8.6.4 Empleo	198
8.6.5 Vías	199
9. DINÁMICA ECONÓMICA DE LOS MUNICIPIOS	200
9.1 Actividades Productivas.....	200
9.1.1 Principales Actividades Productivas	200
9.1.2 Actividades Complementarias.....	200
9.1.3 Actividades Económicas de Subsistencia.....	201
10. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EMPLEADOS	201
10.1 Volúmenes de Producción y Flujos de Mercado (municipios del área del páramo)	204
11. CARACTERIZACIÓN CULTURAL	208
11.1 Etnias y Grupos Humanos, Niveles de Arraigo, Identidad y Sentido de Pertenencia Respecto al Ecosistema.....	208
11.2 Tradiciones Organizativas y Religiosas	209
12. IDENTIFICACIÓN HISTÓRICA Y CULTURAL	210

12.1 Relación Población y Sistemas de Producción.....	210
12.2 Tecnologías Tradicionales v/s Tecnificadas.....	211
12.3 Impacto en la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos	212
13. ANÁLISIS DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	213
14. MANEJO GOBERNANZA Y USO DE PÁRAMOS.....	223
15. ANÁLISIS DE REDES SOCIALES E INSTITUCIONALES	228
15.1 Análisis de la configuración actual de la institucionalidad ambiental a diferentes escalas en torno a la gestión del páramo	236
16. PRESENTACIÓN.....	247
17. DEFINICIÓN DEL ENTORNO LOCAL	247
18. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA.....	251
18.1 Pendiente del Terreno.....	251
18.2 Geomorfología	253
18.3 Geología	260
18.4 Suelos	267
18.5 Hidrografía e Hidrología	276
18.5.1 Río Coello	276
18.5.2 Río Totare.....	318
18.5.3 Río Gualí	358
18.5.4 Río Lagunilla.....	398
18.6 Humedales y Turberas.....	402
18.7 Cobertura de la Tierra - Corine Land Cover	404
19. CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA	407
19.1 Área de Estudio	407
19.2 Metodología	407
19.2.1 Trabajo de Campo	407
19.2.2 Métodos de Muestreo - Fauna	410
19.2.3 Métodos de Muestreo - Flora	434
19.3 Resultados	443
19.3.1 Especies Potenciales.....	443
19.3.2 Transecto Anzoátegui (AN)	444
- Artrópodos Epigeos	458

- Artrópodos Epigeos	463
19.3.3 Transecto Murillo (MU).....	481
19.3.4 Transecto Herveo (HE)	529
19.3.5 Transecto Ibagué (IB).....	554
19.3.6 Transecto Santa Isabel (SI)	576
20. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS Y SOCIECONÓMICOS	599
20.1 Asentamientos Nucleados y Dispersos	599
20.2 Jurisdicción Político Administrativa y Relaciones de Territorialidad Existentes en los Municipios que Integran el Área del Páramo	599
20.3 Densidad Poblacional Rural	602
21. PROBLEMÁTICA SOCIAL	604
21.1 Vivienda	605
21.2 Salud.....	607
21.3 Educación.....	608
21.4 Servicios Públicos	609
21.4.1 Acueducto.....	609
21.4.2 Alcantarillado	610
21.4.3 Energía	611
21.4.4 Empleo	611
22. DINÁMICA ECONÓMICA	611
22.1 Actividades Productivas.....	612
22.1.1 Principales Actividades Productivas	612
22.1.2 Actividades Complementarias.....	612
22.2 Volúmenes de Producción y Flujos de Mercado.....	613
23. CARACTERIZACIÓN CULTURAL	614
23.1 Niveles de Arraigo, Identidad y Sentido de Pertenencia Respecto al Ecosistema	615
24. IDENTIFICACIÓN HISTÓRICA Y CULTURAL	615
24.1 Relación Población y Sistemas de Producción.....	616
24.1.1 Tecnologías Tradicionales v/s Tecnificadas.....	616
24.1.2 Impacto en la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos	617
25. ANÁLISIS SECTORIAL.....	618

25.1 Análisis y localización de las actividades productivas y extractivas desarrolladas dentro del páramo.....	618
26. ANÁLISIS DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	619
26.1 Provisión y Regulación Hídrica	620
26.2 Oferta Hídrica.....	622
26.3 Índice del uso del agua (IUA)	627
26.4 Turismo	628
27. USO DEL SUELO	629
27.1 Tenencia de la Tierra.....	629
27.2 Manejo, Gobernanza y uso de páramos.....	648
BIBLIOGRAFÍA.....	650

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Municipios con territorio dentro del complejo de páramos Los Nevados.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 2. Área (ha) por municipios del complejo de páramos Los Nevados en el departamento del Tolima.</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 3. Distribución espacial, por departamento, del PNN Los Nevados.</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 4. Zonas climáticas del PNN Los Nevados.</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 5. Ecosistemas presentes en el PNN Los Nevados.</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 6. Reservas Naturales de la Sociedad Civil ubicadas en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 7. Reservas Forestales Protectoras Regionales, presentes en el Entorno Regional complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 8. Reservas Forestales Protectoras Regionales, con áreas dentro de ecosistemas de páramos.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 9. Zonificación ambiental de las áreas de páramo del departamento.</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 10. Áreas de zonificación de páramos por municipio del departamento del Tolima.</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 11. Categorías de zonificación del PNN Los Nevados en las zonas de páramo del departamento del Tolima.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 12. Subzonas hidrográficas (cuencas) presentes en el Entorno Regional complejo de páramos Los Nevados.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 13. Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas presentes en el Entorno Regional complejo de Los Nevados.</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 14. Municipios que conforman el Entorno Regional del complejo de páramo Los Nevados.</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 15. Coordenadas geográficas en las cuales se enmarca el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados (Coordenadas Geográficas Datum: D_Magna; Coordenadas Planas Datum: Magna-Bogotá).</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 16. Red de estaciones climatológicas Entorno Regional.</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 17. Distribución en área y porcentaje de la precipitación (mm) en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 18. Rangos de temperatura y su distribución por área (ha) y porcentaje para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 19. Pisos térmicos (Clasificación Caldas) para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 20. Tipo de clima para el Entorno Regional, según clasificación por Factor Lang.</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 21. Clases de clima para el Entorno Regional, según clasificación Caldas - Lang.</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 22. Porcentaje de pérdida glaciaria anual para los volcanes nevados, presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 23. Indicador cambio de superficie glaciaria para los volcanes nevados presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados (1850 - 2007).....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 24. Estratigrafía Entorno Regional complejo de páramos Los Nevados (Escala 1:250.000).</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 25. Unidades hidrogeológicas Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>99</i>

<i>Tabla 26. Amenazas geológicas e hidrológicas del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.</i>	112
<i>Tabla 27. Área y porcentaje de unidades de suelos, respecto al Entorno Regional.</i>	113
<i>Tabla 28. Humedales presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.</i>	165
<i>Tabla 29. Coberturas (CLC) para el año 2002 del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.</i>	168
<i>Tabla 30. Coberturas (CLC) para el año 2007 del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.</i>	171
<i>Tabla 31. Cambios en coberturas años 2002 y 2007, para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.</i>	174
<i>Tabla 32. Cuencas abastecedoras de los alcantarillados urbanos de los municipios que conforman el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.</i>	177
<i>Tabla 33. Número de usuarios y volumen de caudal concesionado por cuenca hidrográfica en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.</i>	179
<i>Tabla 34. Municipios del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados con Planes de Uso Eficiente y Ahorro de Agua aprobados por la Corporación.</i>	179
<i>Tabla 35. División político administrativa.</i>	182
<i>Tabla 36. Municipios distribuidos por cuencas.</i>	183
<i>Tabla 37. Proyecciones poblacionales.</i>	185
<i>Tabla 38. Distribución poblacional hombre - mujer, municipio de Ibagué.</i>	186
<i>Tabla 39. Infraestructura de salud en municipios del Tolima.</i>	193
<i>Tabla 40. Instituciones educativas ubicadas en municipios del Tolima.</i>	196
<i>Tabla 41. Cuencas del Complejo de páramos Los Nevados, Jurisdicción CORTOLIMA.</i>	214
<i>Tabla 42. Recorrido en kilómetros de las cuencas por municipio.</i>	215
<i>Tabla 43. Fuentes abastecedoras de acueductos urbanos.</i>	217
<i>Tabla 44. Índice de uso del agua.</i>	218
<i>Tabla 45. Concesión de cuencas hídricas del departamento del Tolima.</i>	218
<i>Tabla 46. Cuerpos de aguas en la jurisdicción de CORTOLIMA que cuentan con objetivos de calidad aprobados.</i>	219
<i>Tabla 47. Reglamentación de corrientes en el área de influencia del complejo de páramos los Nevados.</i>	220
<i>Tabla 48. Tasa retributiva liquidada y pagada por municipio.</i>	221
<i>Tabla 49. Agua para riego.</i>	222
<i>Tabla 50. Zonificación PNN Los Nevados.</i>	225
<i>Tabla 51. Actores importantes PNN Nevados.</i>	229
<i>Tabla 52. Actores importantes de alta prioridad.</i>	230
<i>Tabla 53. Actores de apoyo PNN Los Nevados.</i>	231
<i>Tabla 54. Actores cuencas mayores.</i>	233
<i>Tabla 55. Problemas cuenca Gualí.</i>	235
<i>Tabla 56. Competencias funcionales.</i>	237
<i>Tabla 57. Políticas y estrategias ambientales.</i>	238
<i>Tabla 58. Zonas de Influencia de CORTOLIMA.</i>	241
<i>Tabla 59. Áreas protegidas actuales.</i>	243

<i>Tabla 60. Áreas priorizadas para conservación del parque.....</i>	<i>243</i>
<i>Tabla 61. DOFA PNN Los Nevados.</i>	<i>244</i>
<i>Tabla 62. Principales normas del sector Ambiental y de Desarrollo Territorial.</i>	<i>245</i>
<i>Tabla 63. Municipios y veredas que conforman el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados, en jurisdicción del departamento del Tolima.</i>	<i>248</i>
<i>Tabla 64. Coordenadas geográficas en las cuales se enmarca el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados (Coordenadas Geográficas Datum: D_Magna; Coordenadas Planas Datum: Magna-Bogotá).</i>	<i>251</i>
<i>Tabla 65. Distribución de los rangos de pendiente en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>253</i>
<i>Tabla 66. Unidades geomorfológicas del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>255</i>
<i>Tabla 67. Unidades Geológicas identificadas para el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados (Escala 1:250.000).</i>	<i>261</i>
<i>Tabla 68. Área y porcentaje de unidades de suelos, respecto al Entorno Local.</i>	<i>267</i>
<i>Tabla 69. Cuencas, subcuencas y microcuencas que drenan la cuenca mayor del río Coello. ..</i>	<i>278</i>
<i>Tabla 70. Fuentes abastecedoras de acueductos municipales (caudal concesionado y población suscrita y potencial), Entorno Local complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>282</i>
<i>Tabla 71. Áreas por rangos de cotas de la cuenca mayor del río Coello.....</i>	<i>282</i>
<i>Tabla 72. Área total de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.</i>	<i>283</i>
<i>Tabla 73. Perímetro de los cauces de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.</i>	<i>283</i>
<i>Tabla 74. Longitud de los cauces de la cuenca mayor río Coello y sus cuencas.</i>	<i>284</i>
<i>Tabla 75. Pendiente media de los cauces de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.</i>	<i>285</i>
<i>Tabla 76. Rangos de pendientes y áreas, de la cuenca mayor del río Coello.....</i>	<i>285</i>
<i>Tabla 77. Factor de Horton de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.</i>	<i>286</i>
<i>Tabla 78. Factor de Razón Circular de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.....</i>	<i>287</i>
<i>Tabla 79. Coeficiente de compacidad de Gravelius de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.</i>	<i>288</i>
<i>Tabla 80. Índice de alargamiento de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.....</i>	<i>288</i>
<i>Tabla 81. Tiempos de concentración de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.....</i>	<i>289</i>
<i>Tabla 82. Oferta hídrica - Cuenca mayor río Coello.</i>	<i>291</i>
<i>Tabla 83. Oferta municipal cuenca mayor río Coello.....</i>	<i>296</i>
<i>Tabla 84. Producción y rendimiento hídrico de la cuenca mayor del río Coello.....</i>	<i>297</i>
<i>Tabla 85. Demanda Hídrica, consumo humano y consumo ganado bovino.</i>	<i>303</i>
<i>Tabla 86. Demanda hídrica por actividad agrícola.....</i>	<i>309</i>
<i>Tabla 87. Coeficiente de cultivo K.</i>	<i>317</i>
<i>Tabla 88. Índice de Escasez de cuenca del río Coello.....</i>	<i>319</i>
<i>Tabla 89. Cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.</i>	<i>327</i>
<i>Tabla 90. Caudales de los municipios asentados sobre la cuenca del río Totare.</i>	<i>329</i>
<i>Tabla 91. Áreas por rangos de cotas en la cuenca mayor del río Totare.</i>	<i>330</i>
<i>Tabla 92. Área de la cuenca mayor del río Totare y de sus subcuencas.</i>	<i>331</i>
<i>Tabla 93. Perímetro de la cuenca mayor del río Totare y de sus subcuencas.....</i>	<i>332</i>
<i>Tabla 94. Longitud de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.</i>	<i>333</i>

<i>Tabla 95. Pendiente media de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.</i>	334
<i>Tabla 96. Rangos de pendientes de la Cuenca Mayor del río Totare.</i>	335
<i>Tabla 97. Factor de Horton de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.</i>	336
<i>Tabla 98. Razón circular de Miller de la subcuencas que conforman la Cuenca Mayor del Río Totare.</i>	337
<i>Tabla 99. Coeficiente de compacidad de Gravelius de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.</i>	338
<i>Tabla 100. Índice de alargamiento de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.</i>	339
<i>Tabla 101. Tiempos de concentración de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.</i>	340
<i>Tabla 102. Densidad de drenaje Río Totare.</i>	341
<i>Tabla 103. Oferta hídrica total superficial cuenca mayor río Totare.</i>	343
<i>Tabla 104. Aportes hídricos municipales a la cuenca mayor del río Totare.</i>	346
<i>Tabla 105. Producción y rendimiento hídrico de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.</i>	347
<i>Tabla 106. Índice de escasez de la cuenca mayor del río Totare.</i>	352
<i>Tabla 107. Acueductos que se abastecen de la cuenca mayor del río Totare.</i>	356
<i>Tabla 108. Cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman el río Gualí.</i>	359
<i>Tabla 109. Áreas de cuencas y subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí, por rangos altitudinales.</i>	361
<i>Tabla 110. Área de cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.</i>	362
<i>Tabla 111. Perímetro de cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman el río Gualí.</i>	364
<i>Tabla 112. Longitud de las cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.</i>	367
<i>Tabla 113. Pendiente media de cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.</i>	369
<i>Tabla 114. Rangos de pendientes.</i>	371
<i>Tabla 115. Valores del Factor de Forma de Horton para cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.</i>	372
<i>Tabla 116. Razón Circular de Miller para las cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.</i>	374
<i>Tabla 117. Factor de elongación de Schum para las cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.</i>	376
<i>Tabla 118. Coeficiente de Compacidad de Gravelius para las cuencas, microcuencas y subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.</i>	378
<i>Tabla 119. Índice de Alargamiento para las cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.</i>	380
<i>Tabla 120. Tiempo de concentración de las cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.</i>	382
<i>Tabla 121. Rangos de clasificación del Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH).</i>	385

<i>Tabla 122. Valores del Índice de Retención Hídrica (IRH) para las subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.</i>	<i>385</i>
<i>Tabla 123. Rangos y categorías del índice del uso del agua (IUA).</i>	<i>387</i>
<i>Tabla 124. Características hidroclimáticas y valores de caudales ambientales, para las subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.</i>	<i>388</i>
<i>Tabla 125. Demanda actual.</i>	<i>389</i>
<i>Tabla 126. Oferta Hídrica superficial estimada para las subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí, para año hidrológico seco.</i>	<i>390</i>
<i>Tabla 127. Oferta hídrica superficial estimada para las subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí, para año hidrológico normal.</i>	<i>391</i>
<i>Tabla 128. Índice de Uso del Agua (IUA) para la subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí, en condiciones hidrológicas de año seco.</i>	<i>392</i>
<i>Tabla 129. Índice de Uso del Agua (IUA) para las subcuencas que conforman la cuenca del Río Gualí, en condiciones de año hidrológico normal o medio.</i>	<i>393</i>
<i>Tabla 130. Matriz de relación para categorizar el índice de vulnerabilidad hídrica.</i>	<i>394</i>
<i>Tabla 131. Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH) para las subcuencas del río Gualí, en condiciones de año hidrológico seco.</i>	<i>395</i>
<i>Tabla 132. Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH) para las subcuencas del río Gualí, en condiciones de año hidrológico normal. Estimado con Q_{25}.</i>	<i>396</i>
<i>Tabla 133. Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH) para las subcuencas del río Gualí, en condiciones de año hidrológico normal. Estimado con $Q_{97,5}$.</i>	<i>396</i>
<i>Tabla 134. Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH) para las subcuencas del río Gualí, en condiciones de año hidrológico normal. Estimado con Q_{IRH}.</i>	<i>397</i>
<i>Tabla 135. Caudal concesionado para usuarios jurídicos (acueductos).</i>	<i>399</i>
<i>Tabla 136. Balance de oferta y demanda para los usuarios jurídicos (acueductos), estimación realizada para la condición de año hidrológico seco.</i>	<i>400</i>
<i>Tabla 137. Características cuenca río Lagunilla.</i>	<i>401</i>
<i>Tabla 138. Características cuenca río Recio.</i>	<i>401</i>
<i>Tabla 139. Humedales presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados. .</i>	<i>402</i>
<i>Tabla 140. Coberturas según Corine Land Cover, para el año 2007, presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>406</i>
<i>Tabla 141. Transectos, estaciones de muestreo y grupos estudiados por localidad en el complejo de páramos Los Nevados, en el departamento del Tolima.</i>	<i>408</i>
<i>Tabla 142. Coordenadas de las estaciones de muestreo de la avifauna en el complejo de páramos Los Nevados en el departamento del Tolima. Para redes de niebla, se indica el grupo como G1 o G2, así como punto inicial y final por grupo.</i>	<i>411</i>
<i>Tabla 143. Coordenadas de las estaciones de muestreo para la fauna de pequeños mamíferos en el Complejo de Páramos Los Nevados el departamento del Tolima. Se indica tanto punto inicial como final para cada transecto de trampas (Sherman y pitfall), y cada grupo de redes. Además, para las redes de niebla también se indica el grupo como G1 o G2.</i>	<i>417</i>
<i>Tabla 144. Coordenadas de las estaciones de muestreo para anfibios en el complejo de páramos Los Nevados en el departamento del Tolima. Se indica punto inicial y final para cada unidad de muestreo, aplica para ambos métodos: transecto de banda fija y caminatas aleatorias.</i>	<i>422</i>

<i>Tabla 145. Coordenadas de los transectos de trampas pitfall en las estaciones de muestreo de artrópodos epígeos en el complejo de páramos Los Nevados en el departamento del Tolima. Se indica punto inicial y final para cada transecto de trampas, T1 y T2 (excepto para el T2 de MU2, sólo se registró punto inicial del transecto).</i>	426
<i>Tabla 146. Coordenadas de las parcelas de trabajo para cada estación de muestreo de plantas en el complejo de páramos Los Nevados en el departamento del Tolima. Se indica punto inicial para cada unidad de muestreo.</i>	435
<i>Tabla 147. Listado sistemático de las especies de aves registradas en el transecto altitudinal de Anzoátegui con sus respectivas abundancias por estación. Para las especies que aplica se indica si son endémicas (E) o Casi endémicas (CE). El gremio trófico se denota como (Ins) insectívoro. (Fru) frugívoro. (Carr) carroñero. (Car) carnívoro. (Gra) granívoro. Inv (Invertebrados) y (Nec) nectarívoro. En la Columna Categoría, para aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza se detalla su estado de conservación como (CR) Riesgo crítico, (EN) En peligro, (VU) Vulnerable, (NT) Casi Amenazada, o (LC) Preocupación menor. Apendices CITES (I, II ó III). Las especies registradas en una sola estación son señaladas con asterisco (*).</i>	445
<i>Tabla 148. Riqueza, abundancia y número de especies exclusivas de aves por estación en el transecto altitudinal de Anzoátegui.</i>	447
<i>Tabla 149. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para la comunidad de aves en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.</i>	448
<i>Tabla 150. Resultados de la prueba t para comparar el índice de equidad obtenido para cada estación del transecto altitudinal de Anzoátegui. Bajo la diagonal se muestran los p-valor y sobre la diagonal se presentan los estadísticos estimados; se resaltan en negrita los p-valor significativos.</i>	448
<i>Tabla 151. Índices de abundancia relativa (IAR) y categoría de abundancia para las especies de aves encontradas en el transecto altitudinal en Anzoátegui (AN). Los valores de IAR son presentados en porcentaje; índices calculados para cada estación de muestreo y para el transecto altitudinal, y organizados en orden descendente (de mayor a menor).</i>	450
<i>Tabla 152. Listado sistemático de las especies de pequeños mamíferos registradas en el transecto altitudinal de Anzoátegui, con sus respectivas abundancias por estación. En la columna Categoría, se establece el gremio trófico se denota como (Ins) insectívoro. (Nec) nectarívoro. (Omn) omnívoro y (Her) Herbívoro. Para aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza se detalla su estado de conservación como (CR) Riesgo crítico, (EN) En peligro, (VU) Vulnerable, (NT) Casi Amenazada, o (LC) Preocupación menor. Apendices CITES (I, II ó III). Las especies registradas en una sola estación son señaladas con asterisco (*).</i>	452
<i>Tabla 153. Riqueza, abundancia y número de especies exclusivas de pequeños mamíferos por estación en el transecto altitudinal de Anzoátegui.</i>	452
<i>Tabla 154. Eficiencia de muestreo de pequeños mamíferos en las estaciones y el transecto altitudinal de Anzoátegui.</i>	453
<i>Tabla 155. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de pequeños mamíferos en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.</i>	453
<i>Tabla 156. Índices de abundancia relativa (IAR) y categoría de abundancia para las especies de pequeños mamíferos encontrados en el transecto altitudinal en Anzoátegui (AN). Los valores de IAR son presentados en porcentaje; índices calculados para cada estación de muestreo y para el transecto altitudinal, y organizados en orden descendente (de mayor a menor).</i>	454

<i>Tabla 157. Listado sistemático de especies de anfibios registradas en el transecto altitudinal de Anzoátegui con sus respectivas abundancias por estación. En la columna Categoría se documenta si la especie es (E) Endémica y para aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza se detalla su estado de conservación como (CR) Riesgo crítico, (EN) En peligro, (VU) Vulnerable, (NT) Casi Amenazada, o (LC) Preocupación menor. Las especies registradas en una sola estación se señalan con asterisco (*) y su abundancia se resalta en negrita.</i>	<i>456</i>
<i>Tabla 158. Riqueza, abundancia y número de especies exclusivas de anfibios por estación de muestreo en el transecto altitudinal en Anzoátegui.</i>	<i>456</i>
<i>Tabla 159. Resultados de la prueba t para comparar el índice de equidad obtenido para cada estación en el transecto altitudinal de Anzoátegui. Bajo la diagonal se muestran los p-valor y sobre la diagonal se presentan los estadísticos estimados, resaltando en negrita los p-valor significativos.</i>	<i>457</i>
<i>Tabla 160. Índices de abundancia relativa (IAR) y categoría de abundancia para las especies de anfibios encontradas en el transecto altitudinal en Anzoátegui (AN). Los valores de IAR son presentados en porcentaje; índices calculados para cada estación de muestreo y para el transecto altitudinal, y organizados en orden descendente (de mayor a menor).</i>	<i>457</i>
<i>Tabla 161. Listado de morfoespecies de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.</i>	<i>458</i>
<i>Tabla 162. Riqueza, abundancia, riqueza relativa, morfoespecies únicas y abundancia relativa de coleópteros epigeos en cada estación del transecto altitudinal de Anzoátegui.</i>	<i>459</i>
<i>Tabla 163. Eficiencia de muestreo de coleópteros epigeos en las estaciones y el transecto altitudinal de Anzoátegui.</i>	<i>460</i>
<i>Tabla 164. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de coleópteros en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.</i>	<i>460</i>
<i>Tabla 165. Resultados de la prueba t para comparar los índices de equidad obtenidos por estación en el transecto altitudinal de Anzoátegui. Bajo la diagonal se muestran los p-valor y sobre la diagonal se presentan los estadísticos estimados, resaltando en negrita los p-valor significativos.</i>	<i>461</i>
<i>Tabla 166. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de cada morfoespecie de coleópteros en las estaciones del transecto altitudinal en Anzoátegui (AN).</i>	<i>461</i>
<i>Tabla 167. Listado de morfoespecies de arañas epigeas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.</i>	<i>463</i>
<i>Tabla 168. Riqueza, abundancia, riqueza relativa, morfoespecies únicas y abundancia relativa de arañas epigeas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.</i>	<i>464</i>
<i>Tabla 169. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de arañas en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.</i>	<i>464</i>
<i>Tabla 170. Resultados de la prueba t para comparar el índice de equidad obtenido para cada estación de muestreo de arañas en el transecto altitudinal de Anzoátegui. Bajo la diagonal se muestran los p-valor y sobre la diagonal se presentan los estadísticos estimados, resaltando en negrita los p-valor significativos.</i>	<i>465</i>
<i>Tabla 171. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de arañas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal en Anzoátegui.</i>	<i>466</i>

<i>Tabla 172. Listado sistemático de las plantas registradas en el transecto altitudinal de Anzoátegui, con sus respectivas abundancias por estación y transecto. Se señalan con asterisco las especies exclusivas y su abundancia se resalta en negrita.</i>	<i>467</i>
<i>Tabla 173. Riqueza, diversidad, abundancia, especies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa para cada estación altitudinal de Anzoátegui, Tolima.</i>	<i>470</i>
<i>Tabla 174. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima.....</i>	<i>470</i>
<i>Tabla 175. Listado sistemático de las aves registradas en el transecto altitudinal de Murillo con sus respectivas abundancias por estación. Para las especies que aplica se indica si son Endémicas de Colombia (E) o Casi endémicas (CE). Para aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza se detalla su estado de conservación como (CR) Riesgo crítico, (EN) En peligro, (VU) Vulnerable, (NT) Casi Amenazada, o (LC) Preocupación menor. Apendices CITES (I, II ó III). El gremio trófico se denota como (Ins) insectívoro. (Fru) frugívoro. (Carr) carroñero. (Car) carnívoro. (Gra) granívoro. Inv (Invertebrados) y (Nec) nectarívoro. Se señalan con asterisco las especies exclusivas y su abundancia se resalta en negrita.</i>	<i>482</i>
<i>Tabla 176. Riqueza, abundancia y número de especies exclusivas de aves por estación en el transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>488</i>
<i>Tabla 177. Resultados de la prueba de Mann-Whitney para los datos de abundancia de aves por estación en el transecto altitudinal de Murillo. Bajo la diagonal los p-valor; se resaltan en negrita los significativos.</i>	<i>488</i>
<i>Tabla 178. Eficiencia de muestreo de aves en las estaciones y el transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>489</i>
<i>Tabla 179. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de aves en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en Murillo.</i>	<i>489</i>
<i>Tabla 180. Resultados de la prueba t para comparar el índice de equidad obtenido para cada estación de muestreo en el transecto altitudinal de Murillo. Bajo la diagonal se muestran los p-valor y sobre la diagonal se presentan los estadísticos estimados; se resaltan en negrita los p-valor significativos.....</i>	<i>490</i>
<i>Tabla 181. Índices de abundancia relativa (IAR) y categoría de abundancia para las especies de aves registradas en el transecto altitudinal en Murillo (MU). Los valores de IAR son presentados en porcentaje; índices calculados para cada estación de muestreo y para el transecto altitudinal, y organizados en orden descendente (de mayor a menor valor).....</i>	<i>491</i>
<i>Tabla 182. Listado sistemático de pequeños mamíferos registrados en el transecto altitudinal de Murillo, con las respectivas abundancias por estación. Para aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza, se detalla su estatus de conservación como (EN) En peligro. (VU) Vulnerable o (NT) Casi Amenazada. El gremio trófico se denota como (Ins) insectívoro, (Nec) nectarívoro, (Omn) omnívoro y (Her) Herbívoro. Las especies registradas en una sola estación se señalan con asterisco (*).</i>	<i>494</i>
<i>Tabla 183. Riqueza, abundancia y número de especies de pequeños mamíferos exclusivos por estación en el transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>494</i>
<i>Tabla 184. Eficiencia del muestreo de pequeños mamíferos en las estaciones y el transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>495</i>

<i>Tabla 185. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para la comunidad de pequeños mamíferos en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>495</i>
<i>Tabla 186. Índices de abundancia relativa (IAR) y categoría de abundancia para las especies de mamíferos pequeños encontrados en el transecto altitudinal en Murillo (MU). Los valores de IAR son presentados en porcentaje; índices calculados para cada estación de muestreo y para el transecto altitudinal, y organizados en orden descendente (de mayor a menor).</i>	<i>496</i>
<i>Tabla 187. Listado sistemático de especies de anfibios registradas en el transecto altitudinal de Murillo, con sus respectivas abundancias por estación. En la columna Categoría se documenta si la especie es (E) Endémica y para aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza se detalla su estado de conservación como (CR) Riesgo crítico, (EN) En peligro, (VU) Vulnerable, (NT) Casi Amenazada o (LC) Preocupación menor. Las especies registradas en una sola estación se señalan con asterisco (*) y su abundancia se resalta en negrita.</i>	<i>497</i>
<i>Tabla 188. Riqueza, abundancia y número de especies exclusivas de anfibios por estación de muestreo en el transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>498</i>
<i>Tabla 189. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de anfibios en las estaciones y el transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>498</i>
<i>Tabla 190. Índices de abundancia relativa (IAR) y categoría de abundancia para las especies de anfibios encontradas en el transecto altitudinal en Murillo (MU). Los valores de IAR son presentados en porcentaje; índices calculados para cada estación de muestreo y para el transecto altitudinal, y organizados en orden descendente (de mayor a menor).</i>	<i>499</i>
<i>Tabla 191. Listado de morfoespecies de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>500</i>
<i>Tabla 192. Riqueza, abundancia, morfoespecies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa de coleópteros epigeos en cada estación del transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>501</i>
<i>Tabla 193. Eficiencia del muestreo de coleópteros en las estaciones y el transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>502</i>
<i>Tabla 194. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de coleópteros en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>502</i>
<i>Tabla 195. Resultados de la prueba t para comparar los índices de equidad obtenidos en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo. Bajo la diagonal se muestran los p-valor y sobre la diagonal se presentan los estadísticos estimados, resaltando en negrita los p-valor significativos.</i>	<i>503</i>
<i>Tabla 196. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de coleópteros colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>504</i>
<i>Tabla 197. Listado de morfoespecies de arañas epigeas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>506</i>
<i>Tabla 198. Riqueza, abundancia, morfoespecies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa de arañas epigeas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>508</i>
<i>Tabla 199. Eficiencia de muestreo de coleópteros epigeos en las estaciones y el transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>508</i>
<i>Tabla 200. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de arañas epigeas en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>509</i>
<i>Tabla 201. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de arañas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.</i>	<i>509</i>

<i>Tabla 202. Listado sistemático de las plantas registradas en el transecto altitudinal de Murillo, con sus respectivas abundancias por estación y transecto. Se señalan con asterisco las especies exclusivas y su abundancia se resalta en negrita.</i>	512
<i>Tabla 203. Riqueza, diversidad, abundancia, especies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa para cada estación altitudinal de Murillo.</i>	516
<i>Tabla 204. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal.</i>	516
<i>Tabla 205. Listado de morfoespecies de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.</i>	529
<i>Tabla 206. Riqueza, abundancia, riqueza relativa, morfoespecies únicas y abundancia relativa de coleópteros epigeos en las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.</i>	529
<i>Tabla 207. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de coleópteros epigeos en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal de Herveo.</i>	530
<i>Tabla 208. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecie de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.</i>	531
<i>Tabla 209. Morfoespecies de arañas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.</i>	533
<i>Tabla 210. Riqueza, abundancia, riqueza relativa, morfoespecies únicas y abundancia relativa de arañas epigeas en las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.</i>	538
<i>Tabla 211. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de arañas epigeas en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal de Herveo.</i>	538
<i>Tabla 212. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de arañas colectadas en la estaciones del transecto altitudinal de Herveo.</i>	539
<i>Tabla 213. Listado sistemático de las plantas registradas en el transecto altitudinal de Herveo, con sus respectivas abundancias por estación y transecto. Se señalan con asterisco las especies exclusivas y su abundancia se resalta en negrita.</i>	541
<i>Tabla 214. Riqueza, diversidad, abundancia, especies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa de las especies para cada estación altitudinal de Herveo - Tolima.</i>	541
<i>Tabla 215. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal de Herveo.</i>	542
<i>Tabla 216. Listado de morfoespecies de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.</i>	554
<i>Tabla 217. Riqueza, abundancia, morfoespecies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa de coleópteros epigeos en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.</i>	555
<i>Tabla 218. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para la comunidad de coleópteros en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.</i>	556
<i>Tabla 219. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de coleópteros colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.</i>	557
<i>Tabla 220. Listado de morfoespecies de arañas epigeas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.</i>	558
<i>Tabla 221. Riqueza, abundancia y número de morfoespecies de arañas epigeas exclusivas por estación de muestreo en el transecto altitudinal de Ibagué.</i>	560
<i>Tabla 222. Diversidad de orden $Q = 0,1$ y 2 e índice de equidad para la comunidad de arañas epigeas en las estaciones de muestreo del transecto de Ibagué.</i>	560

<i>Tabla 223. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de arañas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.....</i>	<i>561</i>
<i>Tabla 224. Listado sistemático de las plantas registradas en el transecto altitudinal de Ibagué, con sus respectivas abundancias por estación y transecto. Se señalan con asterisco las especies exclusivas y su abundancia se resalta en negrita.....</i>	<i>563</i>
<i>Tabla 225. Riqueza, diversidad, abundancia, especies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa para cada estación altitudinal de Ibagué.</i>	<i>566</i>
<i>Tabla 226. Listado de morfoespecies de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.</i>	<i>577</i>
<i>Tabla 227. Riqueza, abundancia, morfoespecies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa de coleópteros epigeos en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.</i>	<i>578</i>
<i>Tabla 228. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de coleópteros epigeos en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.</i>	<i>578</i>
<i>Tabla 229. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de coleópteros colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.</i>	<i>579</i>
<i>Tabla 230. Listado de morfoespecies de arañas epigeas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.</i>	<i>581</i>
<i>Tabla 231. Riqueza, abundancia, morfoespecies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa de arañas epigeas en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.....</i>	<i>581</i>
<i>Tabla 232. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para la comunidad de arañas en las estaciones de muestreo en el transecto altitudinal de Santa Isabel.</i>	<i>582</i>
<i>Tabla 233. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de arañas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.....</i>	<i>583</i>
<i>Tabla 234. Listado sistemático de las plantas registradas en el transecto altitudinal de Santa Isabel, con sus respectivas abundancias por estación y transecto. Se señalan con asterisco las especies exclusivas y su abundancia se resalta en negrita.</i>	<i>584</i>
<i>Tabla 235. Riqueza, diversidad, abundancia, especies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa para cada estación altitudinal de Santa Isabel -Tolima.</i>	<i>588</i>
<i>Tabla 236. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal.</i>	<i>588</i>
<i>Tabla 237. Municipios del entorno local y número de veredas.</i>	<i>600</i>
<i>Tabla 238. Distribución de veredas por municipios y área.....</i>	<i>600</i>
<i>Tabla 239. Número de viviendas por veredas del entorno local.</i>	<i>606</i>
<i>Tabla 240. Centros educativos del Entorno Local, complejo de páramos Los Nevados.....</i>	<i>609</i>
<i>Tabla 241. Solicitudes mineras en el Entorno Local.</i>	<i>619</i>
<i>Tabla 242. Características de las cuencas hidrográficas en jurisdicción de CORTOLIMA y que se encuentran en las zona del complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>621</i>
<i>Tabla 243. Oferta Hídrica superficial para las cuencas hidrográficas de la zona de influencia del complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>622</i>
<i>Tabla 244. Oferta hídrica en el complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>623</i>
<i>Tabla 245. Fuentes abastecedoras de acueductos urbanos en la zona de influencia del complejo de páramos Los Nevados.</i>	<i>626</i>
<i>Tabla 246. Concesiones de agua en litros para diferentes usos.</i>	<i>626</i>

<i>Tabla 247. Distribución predial según división veredal para el PNN Los Nevados en el departamento del Tolima.....</i>	<i>630</i>
<i>Tabla 248. Distribución porcentual del tamaño de los predios de los municipios Herveo y Casabianca.</i>	<i>631</i>
<i>Tabla 249. Distribución rural por rango de superficie, municipios Anzoátegui, Ibagué y Santa Isabel, pertenecientes a la cuenca mayor del río Totare.....</i>	<i>631</i>
<i>Tabla 250. Distribución espacial por municipio del departamento del Tolima del PNN Los Nevados.....</i>	<i>632</i>
<i>Tabla 251. Parques Nacionales Naturales en las veredas de los municipios de Murillo y Casabianca de la cuenca mayor del río Lagunilla.....</i>	<i>634</i>
<i>Tabla 252. Veredas que poseen áreas para la conservación como reserva forestal, subárea bosques municipales de los municipios de Casabianca, Murillo y Villahermosa, dentro de la cuenca mayor del río Lagunilla.....</i>	<i>635</i>
<i>Tabla 253. Veredas que poseen áreas de protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, subárea de abastecimiento hídrico urbano y de centros poblados de los municipios de Casabianca, Murillo y Villahermosa, cuenca mayor río Lagunilla.</i>	<i>636</i>
<i>Tabla 254. Veredas que poseen áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, subárea abastecimiento hídrico rural, de los municipios de Casabianca Murillo y Villahermosa, cuenca mayor del río Lagunilla.</i>	<i>636</i>
<i>Tabla 255. Parques Nacionales Naturales en los Municipios y Veredas de la cuenca mayor del río Recio.....</i>	<i>637</i>
<i>Tabla 256. Municipios y veredas que se encuentran dentro del área de páramos, cuenca mayor río Recio.....</i>	<i>638</i>
<i>Tabla 257. Veredas que se encuentran dentro de la categoría de tierras para la protección, regulación y abastecimiento hídrico urbano y de centros poblados, municipio Santa Isabel, Cuenca mayor Río Recio.....</i>	<i>639</i>
<i>Tabla 258. Veredas que se encuentran dentro de la categoría de tierras para la protección, regulación y abastecimiento hídrico rural, municipio de Santa Isabel, cuenca mayor río Recio.</i>	<i>639</i>
<i>Tabla 259. Veredas que se encuentran dentro de la categoría de alto rendimiento hídrico superficial, municipios de Murillo y Santa Isabel, cuenca mayor río Recio.</i>	<i>640</i>
<i>Tabla 260. Parques Nacionales Naturales en las veredas de los municipios Anzoátegui y Santa Isabel de la cuenca mayor del río Totare.</i>	<i>640</i>
<i>Tabla 261. Veredas que poseen áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, de los municipios de Anzoátegui e Ibagué, subárea abastecimiento hídrico urbano y de centro poblados en la cuenca mayor del río Totare.....</i>	<i>641</i>
<i>Tabla 262. Veredas que poseen áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, subárea abastecimiento hídrico rural, de los municipios Anzoátegui, Ibagué y Santa Isabel, cuenca mayor río Totare.2.....</i>	<i>642</i>
<i>Tabla 263. Veredas que poseen áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, subárea abastecimiento hídrico urbano y centros poblados de los municipios de Ibagué y Cajamarca, cuenca mayor río Coello.</i>	<i>643</i>

Tabla 264. Veredas que poseen áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, subárea abastecimiento hídrico rural, de los municipios de Ibagué y Cajamarca, cuenca mayor del río Coello.	644
Tabla 265. Veredas que poseen áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, subárea de rendimiento hídrico, de los municipios de Ibagué y Cajamarca, cuenca mayor río Coello.	645
Tabla 266. Asociaciones o juntas administradoras de acueducto de los municipios de Anzoátegui, Ibagué, y Santa Isabel, presentes en la cuenca hidrográfica mayor del río Totare.	645
Tabla 267. Deficiencias y potencialidades de las instituciones entorno al manejo ambiental del páramo.	646
Tabla 268. Oportunidades y limitaciones de la gestión ambiental en el PNN Los Nevados.	648

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del complejo de páramo Los Nevados en el departamento del Tolima.	33
Figura 2. Mapa complejo de páramos Los Nevados y límites áreas protegidas del orden nacional. .	37
Figura 3. Ubicación Reserva Forestal Central (Ley 2ª de 1959).	40
Figura 4. Ubicación Reservas Forestales Protectoras.	42
Figura 5. POMCAS del Entorno regional del complejo de páramos Los Nevados.	54
Figura 6. POMCAS del Entorno Regional del complejo de páramo Los Nevados.	55
Figura 7. Mapa Entorno Regional complejo de páramos Los Nevados.	59
Figura 8. Red de estaciones climatológicas del IDEAM y otras estaciones ubicadas en el Entorno Regional.	62
Figura 9. Distribución de la precipitación en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.	70
Figura 10. Distribución espacial de la temperatura para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.	72
Figura 11. Distribución espacial de los tipos de clima, según clasificación Lang, para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.	79
Figura 12. Distribución espacial de los tipos de clima, según clasificación Caldas-Lang, para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	80
Figura 13. Unidades Geológicas presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.	95
Figura 14. Fallas geológicas presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.	98
Figura 15. Geomorfología Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.	109
Figura 16. Suelos Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.	114
Figura 17. Zonas hidrográficas del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.	153
Figura 18. Subzonas hidrográficas que conforman el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.	154
Figura 19. Subzona hidrográfica río Gualí.	155
Figura 20. Índice de retención hídrica para la cuenca del río Gualí.	159
Figura 21. Subzona hidrográfica río Coello.	161

Figura 22. Subzona hidrográfica río Totare.	163
Figura 23. Humedales presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.	166
Figura 24. Cobertura de la tierra (CLC), año 2002, para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.	167
Figura 25. Cobertura de la Tierra (CLC), año 2007, para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.	170
Figura 26. Comparativo de coberturas CLC años 2002 y 2007 para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	173
Figura 27. Cuencas mayores del departamento del Tolima.	184
Figura 28. Delimitación Entorno Local complejo de páramos Los Nevados, en el departamento del Tolima.	250
Figura 29. Pendiente de terreno del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.	252
Figura 30. Mapa unidades geomorfológicas del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.	255
Figura 31. Fallas geológicas del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.	260
Figura 32. Unidades Geológicas del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.	261
Figura 33. Unidades cartográficas de suelo presentes en el Entorno Local del complejo de páramo Los Nevados.	268
Figura 34. Red hídrica Entorno Local complejo de páramos Los Nevados.	276
Figura 35. Cuenca del río Coello, Entorno Local complejo de páramos Los Nevados.	277
Figura 36. Cuenca del río Totare, Entorno Local complejo de páramos Los Nevados.	326
Figura 37. Cuenca río Gualí.	359
Figura 38. Humedales ubicados en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.	403
Figura 39. Turberas ubicadas en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.	404
Figura 40. Coberturas de la tierra para el año 2007, para el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.	405
Figura 41. Localización de los transectos en el departamento de Tolima; complejo de páramos Los Nevados.	409
Figura 42. Disposición de las estaciones de muestreo a lo largo del transecto altitudinal (ejemplo para cinco estaciones).	410
Figura 43. Disposición de los puntos de conteo para muestreos de aves, en las estaciones a lo largo de un transecto altitudinal.	410
Figura 44. Ubicación de los puntos de conteo y las redes de niebla para aves en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en las veredas El Vergel y La Cascada - Anzoátegui (AN), Tolima.	414
Figura 45. Ubicación de los puntos de conteo y las redes de niebla para aves en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda La Cascada - Murillo (MU), Tolima.	415
Figura 46. Disposición de las trampas utilizadas para el muestreo de pequeños mamíferos no voladores. A. Sherman, B. Pitfall.	416
Figura 47. Ubicación de las trampas (Sherman y pitfall) y las redes de niebla para pequeños mamíferos en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en las veredas El Vergel y La Cascada - Anzoátegui, Tolima.	419

Figura 48. Ubicación de las trampas (Sherman y pitfall) y las redes de niebla para pequeños mamíferos en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda La Cabaña -Murillo (MU), Tolima.	420
Figura 49. Ubicación de los transeptos de banda fija para anfibios en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en las veredas El Vergel y La Cascada - Anzoátegui (AN), Tolima.	424
Figura 50. Ubicación de las caminatas aleatorias para anfibios en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda La Cabaña - Murillo (MU), Tolima.....	425
Figura 51. Ubicación de los dos transeptos de trampas pitfall para artrópodos epigeos en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en las veredas El Vergel y La Cascada - Anzoátegui (AN), Tolima.....	429
Figura 52. Ubicación de los dos transeptos de trampas pitfall para artrópodos epigeos en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda La Cabaña -Murillo (MU), Tolima.	430
Figura 53. Ubicación de los dos transeptos de trampas pitfall para artrópodos epigeos en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda Totarito - Santa Isabel (SI), Tolima.....	431
Figura 54. Ubicación de los dos transeptos de trampas pitfall para artrópodos epigeos en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda Letras - Herveo (HE), Tolima.....	432
Figura 55. Ubicación de los dos transeptos de trampas pitfall para artrópodos epigeos en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda La Primavera, Finca La Primavera - Ibagué (IB), Tolima.....	433
Figura 56. Ubicación de las parcelas para flora en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en las veredas El Vergel y La Cascada - Anzoátegui (AN), Tolima.....	437
Figura 57. Ubicación de las parcelas para flora en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda La Cabaña - Murillo (MU), Tolima.	438
Figura 58. Ubicación de las parcelas para flora en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda Totarito - Santa Isabel (SI), Tolima.	439
Figura 59. Ubicación de las parcelas para flora en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda Letras - Herveo (HE), Tolima.....	440
Figura 60. Ubicación de las parcelas para flora en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda La Primavera, Finca La Primavera - Ibagué (IB), Tolima.	441

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Porcentaje del complejo de páramos Los Nevados por corporación autónoma regional. .	32
Grafica 2. Humedad relativa media, SZH río Gualí. Estación Aeropuerto Mariquita.	72
Grafica 3. Humedad relativa media para la SZH del río Gualí. Estación Villahermosa.	73
Grafica 4. Brillo solar medio mensual para la SZH del río Gualí (años 1992 - 2011). Estación La Esperanza.	74
Grafica 5. Brillo solar medio mensual para la SZH del río Gualí (años 1992 - 2011). Estación Villahermosa.	74
Grafica 6. Evaporación potencial promedio multianual (años 1987 - 2002), para la SZH del río Coello.	76
Grafica 7. Evaporación potencial promedio multianual (años 1992 - 2011), para la SZH del río Gualí. Estación La Esperanza.	76
Grafica 8. Evaporación potencial promedio multianual (años 1992 - 2011), para la SZH del río Gualí. Estación Villahermosa.	77
Grafica 9. Evolución de los glaciares actuales en Colombia, desde la segunda mitad del Siglo XX.	82
Grafica 10. Leyenda Geología.	95
Grafica 11. Porcentaje de la población distribuida en centro poblado y rural disperso.	181
Grafica 12. Porcentaje de territorio del complejo Los Nevados.	181
Grafica 13. Población entorno regional.	183
Grafica 14. Población distribuida por hombre - mujer en los municipios del Entorno Regional 2013.	186
Grafica 15. Pirámide poblacional en el Entorno Regional 2005.	187
Grafica 16. Pertenencia étnica municipios del Entorno Regional.	187
Grafica 17. Municipios con NBI en el Entorno Regional 2013.	188
Grafica 18. Desplazamiento forzado, municipios Entorno Regional.	189
Grafica 19. Tipo de vivienda Entorno Regional.	190
Grafica 20. Número de viviendas en los municipios del Entorno Regional 2005.	190
Grafica 21. Población distribuida por el régimen subsidiado y contributivo en el 2013.	192
Grafica 22. Población sisbenizada por sexo.	192
Grafica 23. Matrículas por nivel educativo 2010 - 2014.	195
Grafica 24. Cobertura en servicios públicos Entorno Regional.	197
Grafica 25. Categorías de abundancia para las especies de aves registradas en el transecto altitudinal de Anzoátegui.	449
Grafica 26. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las estaciones de muestreo de aves en el transecto altitudinal de Anzoátegui (Algoritmo UPGMA).	449
Grafica 27. Porcentaje de especies de pequeños mamíferos por categorías de abundancia en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.	454
Grafica 28. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las estaciones de muestreo de pequeños mamíferos en el transecto altitudinal de Anzoátegui (Algoritmo UPGMA).	455
Grafica 29. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de anfibios en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui (Algoritmo UPGMA).	458

Grafica 30. Porcentaje de morfoespecies de coleópteros por categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Anzoátegui.	461
Grafica 31. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de coleópteros epigeos de las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.	463
Grafica 32. Porcentaje de morfoespecies de arañas epigeas en cada categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Anzoátegui.	465
Grafica 33. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de arañas epigeas en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.	466
Grafica 34. Dendrograma de similitud de Jaccard para la flora de las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima.	471
Grafica 35. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación AN5 del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima. 13. <i>Brunelia</i> sp.; 15. <i>Cavendishia bracteata</i> ; 16. <i>Chusquea scandens</i> ; 20. <i>Cyathea</i> sp.; 34. <i>Hedyosmum racemosum</i> ; 43. <i>Miconia chlorocarpa</i> ; 44. <i>Miconia jahnii</i> ; 46. <i>Miconia tinifolia</i> ; 57. <i>Schefflera</i> sp.; y 60. <i>Weinmannia mariquitae</i>	472
Grafica 36. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación AN5 del transecto altitudinal de Anzoátegui. Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	473
Grafica 37. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación AN4 del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima. 3. <i>Anthurium oxybelium</i> ; 11. <i>Bomarea linifolia</i> ; 15. <i>Cavendishia bracteata</i> ; 20. <i>Cyathea</i> sp.; 22. <i>Elaphoglossum engelii</i> ; 34. <i>Hedyosmum racemosum</i> ; 44. <i>Miconia jahnii</i> ; 54. <i>Plutarchia monantha</i> ; 55. <i>Rhynchospora caucana</i> ; y 60. <i>Weinmannia mariquitae</i>	474
Grafica 38. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación AN4 del transecto altitudinal de Anzoátegui. Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	475
Grafica 39. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación AN3 del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima. 14. <i>Calamagrostis effusa</i> ; 26. <i>Espeletia hartwegiana</i> ; 30. <i>Gaultheria foliolosa</i> ; 38. <i>Hypericum laricifolium</i> ; 39. <i>Jamesonia bogotensis</i> ; 42. <i>Lycopodium clavatum</i> ; y 55. <i>Rhynchospora caucana</i>	476
Grafica 40. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación AN3 del transecto altitudinal de Anzoátegui. Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	476
Grafica 41. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación AN2 del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima. 12. <i>Brachyotum strigosum</i> ; 26. <i>Espeletia hartwegiana</i> ; 38. <i>Hypericum laricifolium</i> ; 39. <i>Jamesonia bogotensis</i> ; 42. <i>Lycopodium clavatum</i> ; 52. <i>Pernettya prostrata</i> ; y 55. <i>Rhynchospora caucana</i>	477
Grafica 42. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación AN2 del transecto altitudinal de Anzoátegui. Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	478
Grafica 43. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación AN1 del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima. 26. <i>Espeletia hartwegiana</i> ; 38. <i>Hypericum laricifolium</i> ; 39. <i>Jamesonia bogotensis</i> ; 42. <i>Lycopodium clavatum</i> ; 51. <i>Peperomia verticillata</i> ; y 55. <i>Rhynchospora caucana</i>	478
Grafica 44. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación AN1 del transecto altitudinal de Anzoátegui. Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	479
Grafica 45. Categorías de abundancia para las especies de aves registradas en el transecto altitudinal de Murillo.	490
Grafica 46. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de aves en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo (Algoritmo UPGMA).	493

Grafica 47. Categorías de abundancia para las especies de pequeños mamíferos registradas en el transecto altitudinal en Murillo.	496
Grafica 48. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las estaciones de muestreo de pequeños mamíferos en el transecto altitudinal de Murillo (Algoritmo UPGMA).....	497
Grafica 49. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las cuatro estaciones de muestreo de anfibios en el transecto altitudinal de Murillo (Algoritmo UPGMA).....	499
Grafica 50. Porcentaje de morfoespecies de coleópteros en cada categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Murillo.	503
Grafica 51. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de coleópteros en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.	505
Grafica 52. Porcentaje de morfoespecies de arañas epigeas por categoría de abundancia para el transecto altitudinal de Murillo.	509
Grafica 53. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de arañas en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.....	511
Grafica 54. Dendrograma de similitud de Jaccard para la flora de las estaciones del transecto altitudinal de Murillo, Tolima.	517
Grafica 55. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación MU6 del transecto altitudinal de Murillo, Tolima. 3. <i>Ageratina tinifolia</i> ; 5. <i>Begonia urticae</i> ; 24. <i>Drimys granadensis</i> ; 34. <i>Gaiadendron punctatum</i> ; 46. <i>Macleania rupestris</i> ; 47. <i>Miconia bracteolata</i> ; 59. <i>Peperomia verticillata</i> ; 63. <i>Plutarchia monantha</i> ; 78. <i>Vallea stipularis</i> ; y 79. <i>Weinmannia mariquitae</i>	518
Grafica 56. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación MU6 del transecto altitudinal de Murillo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	519
Grafica 57. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación MU5 del transecto altitudinal de Murillo, Tolima. 8. <i>Bomarea hirsuta</i> ; 21. <i>Diplostephium tolimense</i> ; 34. <i>Gaiadendron punctatum</i> ; 36. <i>Gaultheria erecta</i> ; 44. <i>Lachemilla orbiculata</i> ; 48. <i>Miconia salicifolia</i> ; 53. <i>Oreopanax discolor</i> ; 68. <i>Saracha quitensis</i> ; 75. <i>Tibouchina grossa</i> ; y 78. <i>Vallea stipularis</i>	520
Grafica 58. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación MU5 del transecto altitudinal de Murillo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	521
Grafica 59. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación MU4 del transecto altitudinal de Murillo, Tolima. 8. <i>Bomarea hirsuta</i> ; 10. <i>Brachyotum lindenii</i> ; 15. <i>Chusquea scandens</i> ; 33. <i>Fuchsia petiolaris</i> ; 43. <i>Lachemilla nivalis</i> ; 44. <i>Lachemilla orbiculata</i> ; 48. <i>Miconia salicifolia</i> ; 53. <i>Oreopanax discolor</i> ; 55. <i>Oxalis integra</i> ; y 75. <i>Tibouchina grossa</i>	522
Grafica 60. Gráfica 62. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación MU4 del transecto altitudinal de Murillo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI). ...	523
Grafica 61. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación MU3 del transecto altitudinal de Murillo, Tolima. 6. <i>Berberis quindiuensis</i> ; 12. <i>Calamagrostis effusa</i> ; 17. <i>Cortaderia nitida</i> ; 30. <i>Eryngium humile</i> ; 32. <i>Espeletia hartwegiana</i> ; 39. <i>Gynoxys lehmannii</i> ; 40. <i>Hesperomeles ferruginea</i> ; 42. <i>Hypericum laricifolium</i> ; 66. <i>Rubus compactus</i> ; y 77. <i>Vaccinium floribundum</i>	524
Grafica 62. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación MU3 del transecto altitudinal de Murillo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	524
Grafica 63. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación MU2 del transecto altitudinal de Murillo, Tolima. 4. <i>Baccharis tricuneata</i> ; 7. <i>Blechnum loxense</i> ; 12. <i>Calamagrostis effusa</i> ; 17. <i>Cortaderia nitida</i> ; 32. <i>Espeletia hartwegiana</i> ; 41. <i>Hypericum lanciolides</i> ; 42. <i>Hypericum laricifolium</i> ; 44. <i>Lachemilla orbiculata</i> ; 60. <i>Pernettya prostrata</i> ; y 77. <i>Vaccinium floribundum</i> . ..	525

Grafica 64. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación MU2 del transecto altitudinal de Murillo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	526
Grafica 65. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación MU1 del transecto altitudinal de Murillo, Tolima. 12. Calamagrostis effusa; 17. Cortaderia nitida; 32. Espeletia hartwegiana; 41. Hypericum lancioides; 44. Lachemilla orbiculata; 45. Lycopodium clavatum; y 60. Pernettya prostrata.....	526
Grafica 66. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación MU1 del transecto altitudinal de Murillo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	527
Grafica 67. Porcentaje de morfoespecies de coleópteros por categoría de abundancia para el transecto altitudinal de Herveo.	531
Grafica 68. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.....	533
Grafica 69. Porcentaje de morfoespecies de arañas epigeas por categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Herveo.	538
Grafica 70. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de arañas entre las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.	540
Grafica 71. Dendrograma de similitud de Jaccard para la flora de las estaciones del transecto altitudinal de Herveo, Tolima.....	543
Grafica 72. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación HE5 del transecto altitudinal de Herveo, Tolima. 9. Blechnum cordatum; 26. Disterigma codonanthum; 28. Elaphoglossum sp.2; 58. Miconia bracteolata; 61. Miconia sp.3; 65. Oreopanax discolor; 75. Rubus compactus; 84. Tibouchina grossa; y 88. Weinmannia tomentosa.	544
Grafica 73. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación HE5 del transecto altitudinal de Herveo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).....	545
Grafica 74. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación HE4 del transecto altitudinal de Herveo, Tolima. 3. Aequatorium tatamanum; 20. Cortaderia nitida; 26. Disterigma codonanthum; 28. Elaphoglossum sp.2; 34. Escallonia myrtilloides; 37. Fuchsia petiolaris; 43. Greigia sp.; 66. Oxalis integra; y 75. Rubus compactus.	546
Grafica 75. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación HE4 del transecto altitudinal de Herveo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).....	547
Grafica 76. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación HE3 del transecto altitudinal de Herveo, Tolima. 3. Aequatorium tatamanum; 5. Ageratina tinifolia; 26. Disterigma codonanthum; 34. Escallonia myrtilloides; 37. Fuchsia petiolaris; 38. Gaiadendron punctatum; 65. Oreopanax discolor; y 75. Rubus compactus.	548
Grafica 77. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación HE3 del transecto altitudinal de Herveo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).....	549
Grafica 78. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación HE2 del transecto altitudinal de Herveo, Tolima. 3. Aequatorium tatamanum; 17. Cardamine flexuosa; 37. Fuchsia petiolaris; 38. Gaiadendron punctatum; 39. Galium hypocarpium; 52. Lachemilla orbiculata; 66. Oxalis integra; y 75. Rubus compactus.....	550
Grafica 79. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación HE2 del transecto altitudinal de Herveo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).....	551
Grafica 80. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación HE1 del transecto altitudinal de Herveo, Tolima. 16. Calamagrostis effusa; 20. Cortaderia nitida; 33. Eryngium	

humile; 35. <i>Espeletia hartwegiana</i> ; 46. <i>Hieracium avilae</i> ; 50. <i>Hypericum laricifolium</i> ; 66. <i>Oxalis integra</i> ; y 70. <i>Pernettya prostrata</i>	552
Grafica 81. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación HE1 del transecto altitudinal de Herveo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).....	553
Grafica 82. Porcentaje de morfoespecies de coleópteros epigeos por categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Ibagué.....	556
Grafica 83. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de coleópteros epigeos en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.	558
Grafica 84. Porcentaje de morfoespecies de arañas epigeas por categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Ibagué.	561
Grafica 85. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de arañas epigeas en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.	562
Grafica 86. Dendrograma de similitud de Jaccard para la flora de las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué, Tolima.	567
Grafica 87. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación IB5 del transecto altitudinal de Ibagué, Tolima. 5. <i>Baccharis tricuneata</i> ; 15. <i>Colignonia ovalifolia</i> ; 38. <i>Histiopteris incisa</i> ; 49. <i>Miconia tinifolia</i> ; 53. <i>Oreopanax discolor</i> ; 55. <i>Oxalis integra</i> ; 57. <i>Pilea sp.</i> ; 63. <i>Rhynchosphora caucana</i> ; 71. <i>Verbesina sp.</i> ; y 72. <i>Weinmannia mariquitae</i>	568
Grafica 88. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación IB5 del transecto altitudinal de Ibagué (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).....	569
Grafica 89. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación IB4 del transecto altitudinal de Ibagué, Tolima. 22. <i>Elaphoglossum engelii</i> ; 49. <i>Miconia tinifolia</i> ; 53. <i>Oreopanax discolor</i> ; 54. <i>Oreopanax incisus</i> ; 57. <i>Pilea sp.</i> ; 58. <i>Plutarchia monantha</i> ; 63. <i>Rhynchosphora caucana</i> ; y 72. <i>Weinmannia mariquitae</i>	570
Grafica 90. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación IB4 del transecto altitudinal de Ibagué (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).....	571
Grafica 91. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación IB3 del transecto altitudinal de Ibagué, Tolima. 4. <i>Baccharis latifolia</i> ; 12. <i>Castilleja fissifolia</i> ; 16. <i>Cortaderia nitida</i> ; 17. <i>Diplostephium alveolatum</i> ; 32. <i>Greigia sp.</i> ; 40. <i>Hypericum laricifolium</i> ; 60. <i>Polylepis sericea</i> ; 63. <i>Rhynchosphora caucana</i> ; 69. <i>Tibouchina grossa</i> ; y 72. <i>Weinmannia mariquitae</i>	572
Grafica 92. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación IB3 del transecto altitudinal de Ibagué (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).....	573
Grafica 93. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación IB2 del transecto altitudinal de Ibagué, Tolima. 10. <i>Calamagrostis effusa</i> ; 11. <i>Carex bonplandii</i> ; 14. <i>Chusquea scandens</i> ; 24. <i>Eryngium humile</i> ; 26. <i>Espeletia hartwegiana</i> ; 30. <i>Gaultheria sp.</i> ; 40. <i>Hypericum laricifolium</i> ; 41. <i>Jamesonia goudotii</i> ; 55. <i>Oxalis integra</i> ; y 73. <i>Xyris subulata</i>	573
Grafica 94. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación IB2 del transecto altitudinal de Ibagué (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).....	574
Grafica 95. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación IB1 del transecto altitudinal de Ibagué, Tolima. 10. <i>Calamagrostis effusa</i> ; 11. <i>Carex bonplandii</i> ; 26. <i>Espeletia hartwegiana</i> ; 30. <i>Gaultheria sp.</i> ; 36. <i>Hesperomeles sp.</i> ; 40. <i>Hypericum laricifolium</i> ; 41. <i>Jamesonia goudotii</i> ; 45. <i>Lycopodium clavatum</i> ; 55. <i>Oxalis integra</i> ; y 73. <i>Xyris subulata</i>	575
Grafica 96. Porcentaje de morfoespecies de coleópteros por categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Santa Isabel.	579

Grafica 97. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de coleópteros epigeos en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.	580
Grafica 98. Porcentaje de morfoespecies de arañas epigeas por categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Santa Isabel.	582
Grafica 99. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de arañas epigeas en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.	583
Grafica 100. Dendrograma de similitud de Jaccard para la flora de las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel, Tolima.	589
Grafica 101. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación SI5 del transecto altitudinal de Santa Isabel, Tolima. 6. <i>Baccharis caldasiana</i> ; 19. <i>Bucquetia glutinosa</i> ; 27. <i>Chusquea scandens</i> ; 47. <i>Hedyosmum racemosum</i> ; 52. <i>Histiopteris incisa</i> ; 63. <i>Miconia bracteolata</i> ; 66. <i>Miconia tinifolia</i> ; 68. <i>Munnozia</i> sp.; 91. <i>Vallea stipularis</i> ; y 92. <i>Viburnum undulatum</i>	590
Grafica 102. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación SI5 del transecto altitudinal de Santa Isabel (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	591
Grafica 103. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación SI4 del transecto altitudinal de Santa Isabel, Tolima. 13. <i>Begonia urticae</i> ; 29. <i>Cyrtochilum auropurpureum</i> ; 31. <i>Diplostephium alveolatum</i> ; 47. <i>Hedyosmum racemosum</i> ; 48. <i>Hesperomeles ferruginea</i> ; 52. <i>Histiopteris incisa</i> ; 66. <i>Miconia tinifolia</i> ; 71. <i>Oreopanax glabrifolius</i> ; 84. <i>Rhynchospora caucana</i> y 91. <i>Vallea stipularis</i>	592
Grafica 104. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación SI4 del transecto altitudinal de Santa Isabel (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	593
Grafica 105. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación SI3 del transecto altitudinal de Santa Isabel, Tolima. 1. <i>Acaena elongata</i> ; 5. <i>Baccharis buxifolia</i> ; 21. <i>Calamagrostis effusa</i> ; 39. <i>Escallonia myrtilloides</i> ; 51. <i>Hieracium avilae</i> ; 56. <i>Hypericum lancioides</i> ; 60. <i>Lachemilla orbiculata</i> ; 79. <i>Pernettya prostrata</i> ; 85. <i>Rubus compactus</i> ; y 86. <i>Rumex acetosella</i>	594
Grafica 106. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación SI3 del transecto altitudinal de Santa Isabel (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	595
Grafica 107. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación SI2 del transecto altitudinal de Santa Isabel, Tolima. 2. <i>Achyrocline satureioides</i> ; 8. <i>Baccharis prunifolia</i> ; 21. <i>Calamagrostis effusa</i> ; 31. <i>Diplostephium alveolatum</i> ; 39. <i>Escallonia myrtilloides</i> ; 51. <i>Hieracium avilae</i> ; 52. <i>Histiopteris incisa</i> ; 56. <i>Hypericum lancioides</i> ; 79. <i>Pernettya prostrata</i> y 86. <i>Rumex acetosella</i>	595
Grafica 108. Análisis asométrico de las especies registradas en la estación SI2 del transecto altitudinal de Santa Isabel (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	596
Grafica 109. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación SI1 del transecto altitudinal de Santa Isabel, Tolima.	597
Grafica 110. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación SI1 del transecto altitudinal de Santa Isabel (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).	597
Grafica 111. Densidad poblacional "resto" municipios entorno local Nevados, 2005.	602
Grafica 112. Proyecciones poblacionales municipios del Entorno Local, 2005 - 2015.	603
Grafica 113. Número de habitantes corregimientos del Entorno Local, municipio de Ibagué 2013.	603
Grafica 114. Número de habitantes veredas Entorno Local, municipio de Herveo 2012.	604
Grafica 115. Necesidades Básicas Insatisfechas 2013.	605

Grafica 116. Área cosechada y producción de papa en los municipios del Entorno Local.....	614

1. PRESENTACIÓN

El páramo se identifica con el predominio de vegetación abierta tropalpina, que se extiende por encima del límite superior de los bosques andinos ecuatoriales de Venezuela, Colombia y Ecuador, con extensiones en Centroamérica, específicamente en Panamá y Costa Rica, y algunas derivaciones ubicadas en el norte de Perú, llamadas jalcas, consideradas como regiones paramunas (Cleef, 2013, en Cortés-Duque y Sarmiento, 2013).

La caracterización de estos ecosistemas, responde a lineamientos nacionales, para lo cual las autoridades ambientales lideradas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), han definido los lineamientos técnicos para la realización de los estudios técnicos, sociales, económicos y ambientales, con base en los cuales esta cartera adoptará la delimitación de los complejos de páramos de Colombia a escala 1:25.000 (MADS, 2012).

La Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA firmó el convenio No. 501 de 2012 suscrito con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA, con el fin de aunar esfuerzos técnicos, económicos y financieros para la redelimitación a escala 1:25.000 de los páramos del Norte y Centro del departamento del Tolima, dando cumplimiento a las directrices emitidas por el MADS.

Igualmente, para dar apoyo y orientación técnica, para el desarrollo de los estudios de delimitación de los páramos en el departamento del Tolima, se suscribió el convenio de cooperación No. 13-13-014-228CE entre la Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA y el Instituto Alexander Von Humboldt, cuyo objeto es aunar esfuerzos técnicos y administrativos con el fin de identificar, compilar, actualizar y analizar los estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales como insumo técnico para la identificación de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras y Los Nevados, los cuales deben cumplir con los criterios y requisitos definidos en los términos de referencia emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

2. PÁRAMOS DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

Los páramos del departamento del Tolima representan el 27.68% de los páramos de Colombia, ocupando una extensión de 315.605 hectáreas (ha), superficie que representa el 13% del área departamental, se encuentran localizados en las zonas altas de la vertiente Oriental de la cordillera Central, distribuidos longitudinalmente de norte a sur, en los municipios de Herveo, Casabianca, Villahermosa, Murillo, Santa Isabel, Anzoátegui, Ibagué, Cajamarca, Roncesvalles, Rovira, San Antonio, Chaparral, Rioblanco y Planadas.

En el departamento del Tolima se encuentran los complejos Los Nevados, Chilí-Barragán, Las Hermosas y Nevado del Huila-Moras (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

2.1 Complejo Las Hermosas

Ubicado en los municipios de Chaparral, Planadas (una pequeña área de 46 ha) y Rioblanco en el Tolima y Buga, Palmira, Florida, Pradera, Tuluá, El Cerrito, Ginebra y Sevilla, en el departamento del Valle del Cauca. A este complejo pertenecen los páramos de Betulia, Chinche, Iraca, La Estrella, Las Domínguez, Las Hermosas, Miraflores, Santa Lucía, Tinajas, Rocío, Diamante, La Leonera, Las Nieves y Peñas Blancas, así como el alto de Pan de Azúcar y las inspecciones de Bolo Azul y Tenerife. Tiene más de 300 lagunas y pertenece a la cuenca Magdalena-Cauca. Allí se ubica el Parque Nacional Natural Las Hermosas. Tiene una superficie total de 208.011 ha (Sarmiento *et al.* 2013).

2.2 Complejo Nevado del Huila-Moras

Se ubica entre los departamento de Tolima, Cauca y Huila, en los municipios de Planadas, Corinto, Rioblanco y Jambado. Allí se encuentran los resguardos indígenas Nasa-Paéz de Tacueyó, Toribio, San Francisco, San José, Wila, Toez, Vintocó y Belalcázar, por lo tanto la mayoría de población del área de influencia del complejo está constituida por grupos indígenas y campesinos. En él se encuentra el Parque Nacional Natural Nevado del Huila. Tiene una superficie total de 150.538 ha (Sarmiento *et al.* 2013).

2.3 Complejo Chilí-Barragán

Este complejo ubicado entre los 3.400 y los 4.040 msnm, localizado principalmente en el departamento del Tolima, con áreas en los departamentos del Quindío y Valle del Cauca, tiene un área total de 80.708 ha (Sarmiento, *et al.*, 2013). Según Morales y colaboradores (2007) allí se encuentran 16 unidades de ecosistemas naturales, lo cual demuestra una gran variabilidad ambiental en su mayoría en buen estado de conservación. En términos geomorfológicos, el complejo Chilí-Barragán, se encuentra establecido sobre paisajes derivados de fenómenos geológicos de origen glaciar. Desde el punto de vista climático, este complejo es un claro ejemplo de los páramos, ya que presenta variaciones de temperatura entre el día y la noche, a través de un gradiente térmico que puede ir desde los 6°C hasta los 24°C. La precipitación es relativamente variable, aunque tiende a disminuir a medida que la altitud aumenta.

De acuerdo con la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC (2005), citado por Morales y colaboradores (2007), el complejo Chilí-Barragán, posee una variedad de lagunas y humedales, de variable extensión, los cuales son el resultado de la geomorfología presente en la zona y que garantizan un balance hídrico tendiente a la sobreoferta.

2.4 Complejo Los Nevados

Comprende 17 municipios (Tabla 1) de cuatro (4) departamentos Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima, tiene una superficie total de 146.027 ha (Sarmiento *et al.* 2013), donde nacen diferentes cuerpos de agua provenientes del deshielo, lagunas de origen glaciar, manantiales, aguas subterráneas y otros como cráteres volcánicos que forman cauces y drenan hacia el área hidrográfica de las cuencas del Magdalena y el Cauca. Se encuentra en un rango altitudinal entre los 3.550 y los 5.280 msnm. Para este complejo, se han identificado algunas localidades, como los páramos de Quindío, Peñas Blancas, Aguacatal, Santa Isabel, del Ruiz y Herveo (Rangel-Ch, 2000 en Morales *et al.*, 2007).

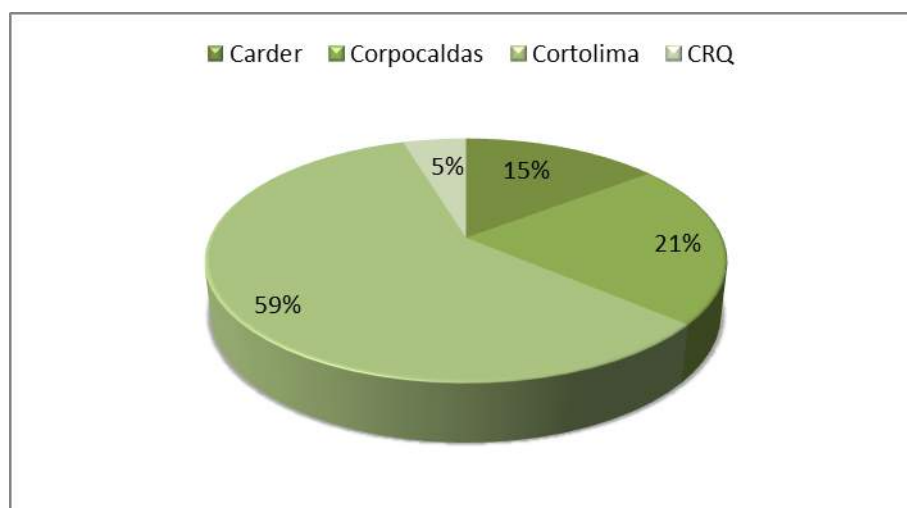
El complejo se encuentra en territorio de las corporaciones autónomas regionales de Risaralda, Caldas, Tolima, y Quindío (Gráfica 1). Más de la mitad de su extensión (52%) se encuentra dentro del Parque Nacional Natural (PNN) Los Nevados.

Tabla 1. Municipios con territorio dentro del complejo de páramos Los Nevados.

Departamento	Municipio	Área municipal (ha)	Área del complejo de páramos en el municipio (ha)	Porcentaje del complejo de páramo por municipio
Caldas	Manizales	57180	3530	6,173487233
	Aránzazu	15120	208	1,375661376
	Marulanda	37857	6319	16,6917611
	Neira	3505600	3224	0,091967138
	Salamina	40354	805	1,994845616
	Villamaría	46100	17481	37,9197397
Total Caldas		3702211	31567	0,852652645
Quindío	Salento	37767	6824	18,0686843
Total Quindío		37767	6824	18,0686843
Risaralda	Pereira	60552,3	7945	13,12088888
	Santa Rosa de Cabal	48600	13414	27,60082305
Total Risaralda		109152,3	21359	19,5680714
Tolima	Ibagué	149800	15868	10,59279039
	Anzoátegui	54100	20469	37,83548983
	Cajamarca	51620,8	3477	6,735656944
	Casabianca	58300	4743	8,135506003
	Herveo	32228,4	7658	23,76165121
	Murillo	41629	17822	42,8115016
	Santa Isabel	41500	11842	28,53493976
	Villahermosa	26470	4398	16,61503589
Total Tolima		429970,8	86278	20,06601379
Total		4279101,1	146027	100

Fuente: Elaboración propia, insumos IAvH (2012)

Grafica 1. Porcentaje del complejo de páramos Los Nevados por corporación autónoma regional.



Fuente: Elaboración propia, insumos IAvH (2012).

De acuerdo con Morales y colaboradores (2007), este complejo mantenía en el año 2000 aproximadamente el 80% de ecosistemas naturales, y se identificaban en la zona 32 diferentes, de los cuales el 67% correspondía a los ecosistemas de páramo propiamente desarrollados en geoformas de origen glaciárico y fluviogravitacional.

Se consideran temperaturas medias multianuales que oscilan entre los 2,4 y 3°C en las zonas altas del complejo de acuerdo con las estaciones Brisas (4.110 msnm.) y La Laguna (4.000 msnm), respectivamente. Existe un régimen de lluvias bimodal, con periodos lluviosos entre marzo y mayo, y octubre y diciembre, y períodos secos entre enero y febrero, y junio y septiembre. En especial, en la franja paramuna la precipitación es de 1.500 a 2.000 mm por año, en la vertiente Occidental, y de 1.000 mm por año en la Oriental (UAESPNN, 2005a).

En términos generales, el complejo presenta pliegues, fallas y actividad volcánica a lo largo de los diferentes episodios orogénicos. Entre las fallas se identifican el sistema de Romeral-Aranzazu y las de Palestina. Los diferentes eventos volcánicos que se desarrollaron durante el Terciario y el Cuaternario dejaron como resultado la acumulación de flujos de lava, espesas capas de cenizas volcánicas, lapilli y bombas. Además de las erupciones volcánicas, es evidente la acción de los eventos de glaciación, a través de formas de erosión, valles en U y circos glaciales (UAESPNN, 2005a).

Los suelos corresponden al dominio pedogénico ándico, son ricos en contenido de materia orgánica, ácidos y de fertilidad baja. Según su posición en el relieve, son superficiales en las laderas y moderadamente profundos en las faldas, así como muy superficiales en las depresiones y turberas debido al drenaje pobre (Morales *et al.*, 2007).

En cuanto a los recursos hídricos, este complejo es importante porque en él nacen diferentes cuerpos de agua producto del deshielo: lagunas de origen glaciario, manantiales, aguas subterráneas y otros como cráteres volcánicos que forman cauces y drenan hacia el área hidrográfica de las cuencas del Magdalena y el Cauca (Morales *et al.*, 2007).

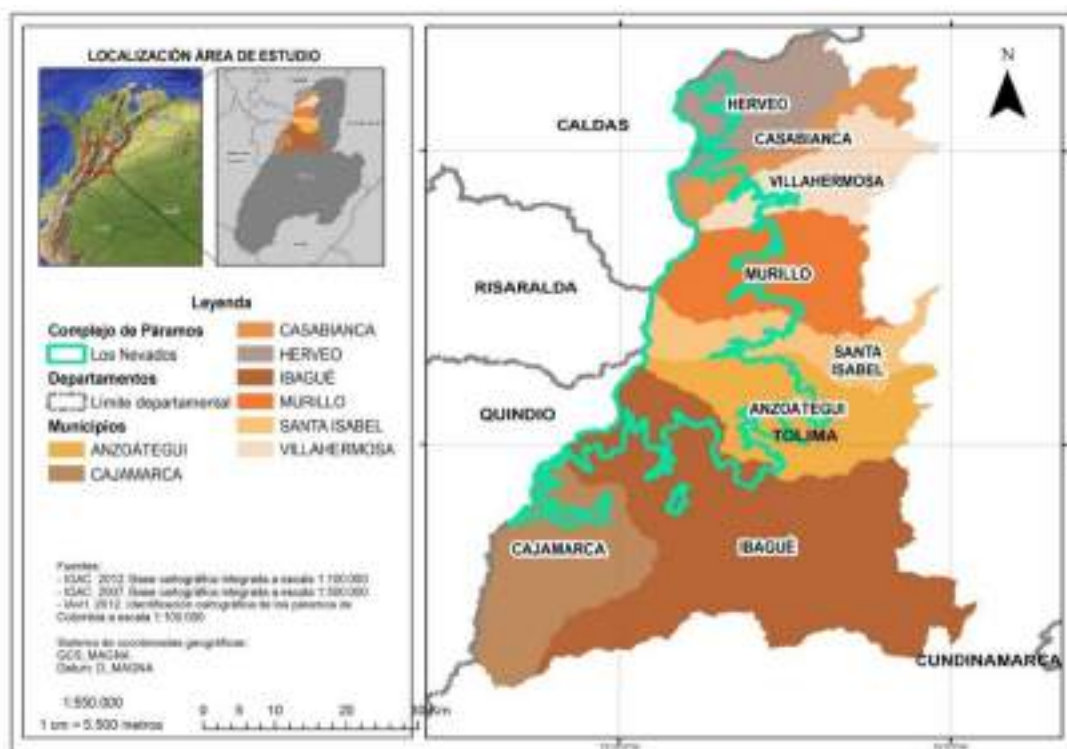
Considerando para este análisis de Entorno Regional, el complejo Los Nevados, en el departamento del Tolima se encuentra en rangos altitudinales entre los 800 y 4.500 msnm con un área total de 146.027 ha (IAvH, 2012), superficie distribuida en 17 municipios, ocho (8) de ellos correspondientes al departamento del Tolima. Específicamente el área correspondiente al departamento del Tolima es de 86.278 ha, lo que corresponde al 20,06% del área total del complejo de páramos (Tabla 2) (Figura 1).

Tabla 2. Área (ha) por municipios del complejo de páramos Los Nevados en el departamento del Tolima.

Departamento	Municipio	Área municipal (ha)	Área del complejo de páramos en el municipio (ha)
Tolima	Ibagué	149800	15868
	Anzoátegui	54100	20469
	Cajamarca	51620,8	3477
	Casabianca	58300	4743
	Herveo	6551	7658
	Murillo	41629	17822
	Santa Isabel	41500	11842
	Villahermosa	26470	4398

Fuente: Elaboración propia, con insumos IAvH (2012) y SIGOT (2015).

Figura 1. Localización del complejo de páramo Los Nevados en el departamento del Tolima.



Fuente: Elaboración propia, con insumos cartográficos relacionados y SIG CORTOLIMA.

3. ANTECEDENTES

A partir de múltiples conceptos que se tienen sobre el páramo, los cuales consideran aspectos biofísicos, sociales, culturales, entre otros, el país se vio en la necesidad de unificar los criterios que definen al páramo como ecosistema, a fin de iniciar los procesos de delimitación obedeciendo a directrices de gestión y de política. Específicamente, la Ley 1450 de 2011 (Adopción del Plan de Desarrollo 2010-2014) contempla la necesidad de fortalecer la protección de la biodiversidad y la gestión del riesgo de la pérdida de la misma junto con los servicios ecosistémicos que ésta provee; el artículo 202 de dicha Ley, establece que los páramos deben ser delimitados a escala 1:25.000 con base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales (Sarmiento *et al.* 2013). Atendiendo a lo anterior, el IAvH realizó la actualización cartográfica de los páramos del país a escala 1:100.000, trabajo que propende por la conservación de la diversidad biológica, la integridad de los ecosistemas y el mantenimiento de las funciones ecológicas.

Considerando lo anterior fue necesario proponer una definición páramo que satisfaga la multiplicidad de visiones y enfoques. Para lograrlo, se contó con la asesoría de expertos, y con la participación de las autoridades ambientales regionales que conocen el territorio y sus problemáticas de primera mano y otras entidades relacionadas con el tema. Como resultado, se establece la siguiente definición:

“Un socioecosistema propio de la alta montaña ecuatorial ubicado predominantemente entre el límite superior del bosque andino y, si se da el caso, con el límite inferior de los glaciares y bordes de nieve, con predominio de clima frío y relieve modelado dominantemente por la acumulación y retiro de las masas glaciares. Como rasgo distintivo, presenta vegetación de pajonales, frailejonales, chuscales, matorrales y formaciones discontinuas de bosque altoandino, con presencia de turberas, humedales, lagos y lagunas, quebradas y ríos, entre otras fuentes hídricas subterráneas o subsuperficiales. Es además un territorio pluriétnico y multicultural, en la medida que se reconoce que los páramos en general han sido habitados, intervenidos y transformados, moldeando los patrones preexistentes. Respecto a la organización de sus ambientes naturales, presenta en el gradiente altitudinal tres franjas generales: el páramo bajo, el páramo alto y el superpáramo. Se incluyen además en esta definición los páramos azonales y aquellos páramos transformados por la actividad humana (páramos antropizados). Los límites altitudinales del páramo varían entre las cordilleras y sus vertientes (exteriores e interiores), debido a factores orográficos, edafológicos y climáticos locales, así como por la trayectoria de las intervenciones humanas” (Sarmiento *et al.* 2013).

De acuerdo con Hofstede (2013), el conocimiento actual sobre temas concernientes al páramo permiten tener un mejor entendimiento sobre su ecología, lo cual permite retroalimentar las discusiones sobre su manejo. Existe una mayor información sobre diversidad, hidrología, dinámicas entre límite páramo-bosque, servicios ecosistémicos y el impacto humano sobre el ecosistema. Sin embargo, se requiere fortalecer la información sobre las interacciones del páramo y otros ecosistemas y su resiliencia. Adicionalmente se requiere de un mayor conocimiento social, económico y cultural entorno al páramo, para poder establecer lo que verdaderamente valoran los pobladores de las altas montañas respecto al ecosistema. Una articulación de los diferentes tipos y niveles de información, permite sustentar mejor las decisiones de manejo, conservación y políticas sobre el ecosistema.

En el Tolima, se han desarrollado varios estudios relacionados con las áreas de páramo presentes en el departamento, entre las instituciones que han liderado estos procesos, está la Corporación

Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA, el Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, la Universidad del Tolima, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA, quienes a través de alianzas estratégicas han generado información de base para el ordenamiento, manejo y conservación de las áreas de páramo.

A través del Contrato de Cooperación No. 422/08, firmado entre CORTOLIMA y CORPOICA, se elaboró la caracterización de los páramos del departamento, a partir de los estudios biofísicos (clima, suelos, hidrología), de biodiversidad faunística y florística, socioeconómicos, evaluación y zonificación ambiental, y se formuló el Plan de Manejo de los Páramos y Humedales del Departamento, de acuerdo a los lineamientos entregados por el MAVDT, en las Resoluciones No. 0157 de 2003 y 0839 de 2003. Con base en lo anterior, mediante Acuerdo No. 016 de septiembre 2 de 2009, el Consejo Directivo de CORTOLIMA, adoptó el Estudio del Estado Actual y el Plan de Manejo de los Páramos del Departamento del Tolima (CORTOLIMA, 2013).

La caracterización de los páramos, se realizó utilizando información secundaria debidamente sistematizada y con base en información primaria, recopilada en encuentros comunitarios y visitas de campo, se obtuvo el diagnóstico y la evaluación de los componentes biofísicos y socioeconómicos. A partir de indicadores, se determinó el estado de los recursos naturales, la estructura socioeconómica y la identificación de interrelaciones ecológicas. La zonificación ambiental, consistió en la delimitación de las unidades naturales homogéneas relacionadas según factores biofísicos, sociales, económicos, culturales y administrativos con fines de planificación y definir el manejo sostenible de los ecosistemas de páramo (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

De acuerdo con el diagnóstico, las zonas de páramo del departamento están siendo apropiadas por sus habitantes, ejerciendo actividades económicas que incrementan procesos de degradación de los ecosistemas, debido al establecimiento de monocultivos como papa y hortalizas, en los cuales se utilizan prácticas inadecuadas en la preparación y alistamiento de suelos, quemas, uso de agroquímicos, entre otros. Así mismo, se hace cada vez más relevante el desarrollo de actividades ganaderas de tipo extensivo y de bajo manejo tecnológico; estas actividades ocasionan compactación, erosión, escorrentía, empobrecimiento de los suelos, pérdida de materia orgánica, contaminación de suelos, aguas y la pérdida abundante de la cobertura vegetal y la biodiversidad de estos ecosistemas.

Las estimaciones indican que los páramos están siendo destruidos en el departamento a una tasa superior al 1.25% anual. A ese ritmo, en menos de 50 años sólo existirán pequeños fragmentos aislados de páramo en los 14 municipios que gozan de estos depósitos de agua en la región. Las talas, las quemas y la llamada desecación de humedales, entre otros factores, están acabando con las especies vegetales así como con los animales nativos que son reemplazados por ganado y especies de beneficio económico para personas de escasos recursos (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

A la fecha, se cuenta con estudios que aportan a la caracterización y diagnóstico de los páramos del departamento, dando cumplimiento a los lineamientos establecidos por el MADS, a través de los *“Términos de referencia para la elaboración de estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la identificación y delimitación de complejos de páramos a escala 1:25.000”*. Estudios que han sido elaborados a partir de convenios de cooperación interinstitucional entre CORTOLIMA, CORPOICA y con el Instituto Alexander von Humboldt como orientador técnico y de acompañamiento al proceso.

4. FIGURAS E INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

4.1 Áreas Protegidas del Entorno Regional

4.1.1 Parque Nacional Natural Los Nevados

El Parque Nacional Natural Los Nevados se encuentra localizado geográficamente en la cordillera Central de Colombia, entre los 4° 36' y 4° 57' de latitud norte y entre los 75° 12' y 75° 30' de longitud oeste, con alturas comprendidas entre 2600 y 5300 msnm. Comprende un área aproximada de 58.300 ha, en jurisdicción de los departamentos de Caldas (municipio de Villamaría), Risaralda (municipios de Santa Rosa de Cabal y Pereira), Quindío (municipio de Salento) y Tolima (municipios de Ibagué, Anzoátegui, Santa Isabel, Murillo, Villahermosa, Casabianca y Herveo) (PNN Los Nevados, 2006) (Tabla 3 y Figura 2).

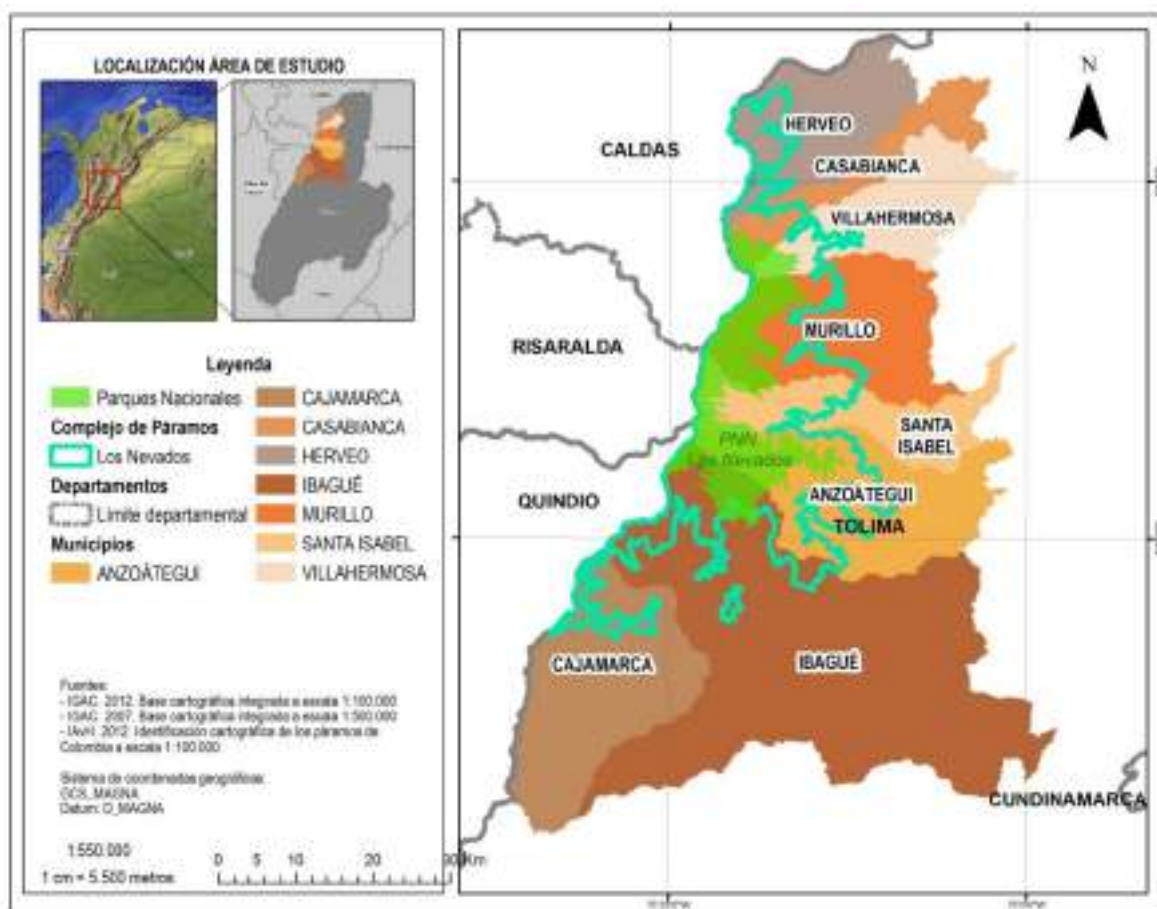
Tabla 3. Distribución espacial, por departamento, del PNN Los Nevados.

Departamento	Municipio	Área (ha)	Porcentaje
Caldas	Villamaría	8074	13,9
Total		8074	13,9
Risaralda	Santa Rosa	11328	19,4
	Pereira	8611	14,8
Total		19939	34,2
Quindío	Salento	1714	2,9
Total		1714	2,9
Tolima	Ibagué	5603	9,6
	Anzoátegui	6378	10,9
	Santa Isabel	4367	7,5
	Murillo	8966	15,4
	Villahermosa	1434	2,5
	Casabianca	1481	2,5
	Herveo	344	0,6
Total		28573	49

Fuente: PNN Los Nevados (2002).

En el área del Parque Nacional Natural Los Nevados, predominan elevaciones superiores a los 3.000 msnm, donde se presenta un clima caracterizado por temperaturas medias y bajas, por ejemplo en la estación Brisas localizada a una altitud de 4.110 msnm, la temperatura media anual es de 2,24°C y en la estación La Laguna ubicada a 4.000 msnm. La temperatura media anual es de 3°C, pocas horas de sol, humedad relativa alta, frecuencia de nieblas, vientos fuertes y lluvias de poca intensidad (PNN Los Nevados, 2006).

Figura 2. Mapa complejo de páramos Los Nevados y límites áreas protegidas del orden nacional.



Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA.

El comportamiento de las lluvias es claramente bimodal con dos (2) períodos marcadamente lluviosos, el primero de marzo-mayo y el segundo de octubre-diciembre y dos (2) períodos secos, el primero de enero-febrero y el segundo de junio-septiembre, siendo el más lluvioso el de octubre a diciembre y el más seco el de enero a febrero. En el rango de alturas entre 2.600 y 3.800 msnm, las precipitaciones están entre 2.000 y 2.500 mm/año en la vertiente Occidental y entre 1.000 y 1.250 mm/año en la Oriental. En la franja de los páramos entre 3.800 y 4.200 msnm, la precipitación es del orden de 1.500 a 2.000 mm/año en la vertiente Occidental y de 1.000 mm/año en la Oriental. Por encima de los 4.200 msnm, la precipitación es inferior a 1.500 mm/año al Occidente y 1.000 mm/año al Oriente (PNN Los Nevados, 2006).

En el PNN Los Nevados, existen las siguientes zonas climáticas, de acuerdo a la clasificación de Caldas-Lang (Schaufelberger, 1962) (Tabla 4).

Tabla 4. Zonas climáticas del PNN Los Nevados.

Zona Climática	Rango Altitudinal	Pp promedio anual (mm/año)	T° promedio anual (°C)
	(msnm)		
Clima Frío Súper Húmedo	2.500 - 3.000	2000	oct-15
Clima Páramo Bajo Húmedo	3.000 - 3.500	1.500 – 1.750	06-oct
Clima Páramo Alto Súper Húmedo	3.500 - 4.000	1.000 – 1.500	04-jul
Clima Páramo Alto Húmedo	4.000 - 4.600	1.200	-4
Clima Nival	A partir de los 4.800	750	-15 a -20

Fuente: Elaboración propia, insumos PNN Los Nevados (2006).

Los ecosistemas presentes en el PNN Los Nevados, son (PNN Los Nevados, 2006) (Tabla 5).

Tabla 5. Ecosistemas presentes en el PNN Los Nevados.

Ecosistemas		Área (ha)
Nival	Nieve	2682
Superpáramo	Roca y Ceniza	2740
	Herbazal	5947
	Turbera	408
	Arbustal abierto	466
Páramo	Pajonal	38070
	Turbera	5
	Arbustal denso	350
Acuático	Laguna	175
Bosque Altoandino	Bosque Altoandino	3790
Bosque Subandino	Bosque Subandino	933
Transformados	Cultivos / Pastizales	2740

Fuente: Elaboración propia, insumos PNN Los Nevados (2006).

Por sus condiciones climáticas, sus coberturas naturales, los niveles de precipitación reportados para la zona y la oferta hídrica, a nivel regional el parque es importante en los siguientes aspectos:

- Garante de la oferta hídrica para el consumo de cerca de 2.000.000 de habitantes de la zona cafetera. Así como para el uso, principalmente de carácter productivo, de las zonas aldoneras y arroceras del departamento del Tolima.
- Regulador hídrico regional, ya que comprende 10 subcuencas y 19 corrientes de diferente tamaño y características. Seis (6) subcuencas drenan en la hoya hidrográfica del Magdalena

(Gualí, Lagunilla, Recio, Totare, Frío y Coello) y las cuatro (4) restantes (Chinchiná, Campoalegre, Otún y Quindío) a la hoya hidrográfica del río Cauca.

- Los suelos cuyo material parental son las cenizas volcánicas, son considerados como el origen de las corrientes fluviales de la región, ya que actúan como regulador del agua (efecto esponja), el cual en épocas de fuertes lluvias se satura con la precipitación para luego en los veranos, por cambio de temperatura y presión, ir liberando paulatinamente el agua que contiene.
- La masa glaciar y las nieves que se acumulan y funden en períodos diurnos, son fuente del sistema hídrico de la región.
- Conector ecosistémico de páramos, bosques andinos y de hábitat de especies como oso de anteojos, danta de páramo, puma y numerosas aves.
- Zona prioritaria dentro de un corredor de gestión para la conservación de la cordillera Central.

4.2 Estrategias Complementarias de Conservación, Instrumentos de Planificación

En cumplimiento al Decreto 2372 de 2010, fueron homologadas 48 de las reservas declaradas en años anteriores, a la categoría de Reservas Forestales Protectoras Regionales, para lo cual fueron nucleadas en 28 áreas que cubren una extensión de 8.765,4 ha. La importancia de estas reservas radica en conservar los últimos fragmentos de bosque que se encuentran en los municipios de Alvarado, Anzoátegui, Ibagué, Murillo, Palocabildo, Prado, Roncesvalles, Rovira, Venadillo y Villahermosa.

4.2.1 Reserva Forestal Central (Ley 2ª de 1959)

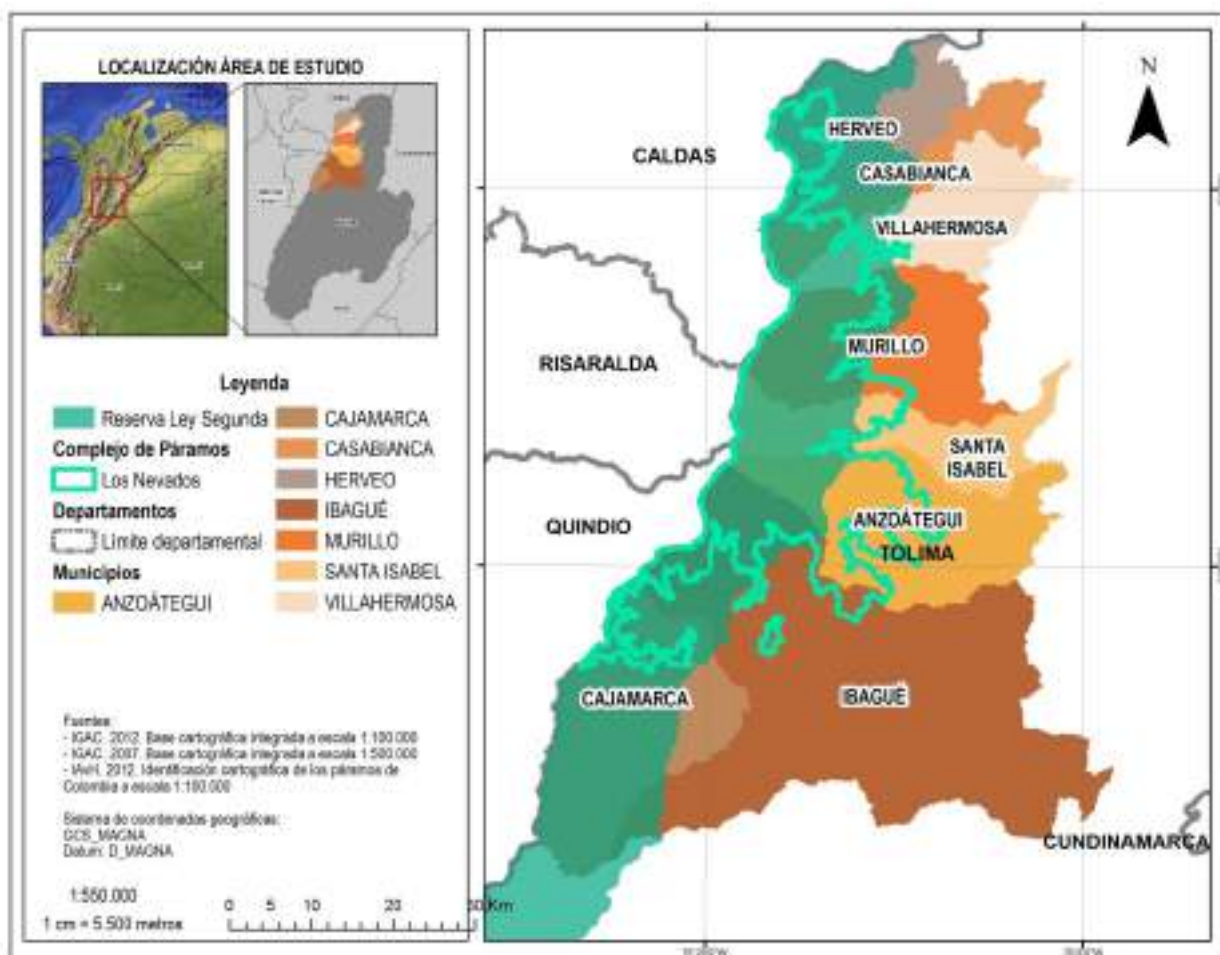
El 58.5% de la Reserva Forestal Central, declarada mediante la Ley 2ª de 1959, atraviesa el departamento por el occidente, cuya extensión cubre 904.000 ha del departamento (CORTOLIMA, 2013). Se encuentran en áreas de la Reserva Forestal Central, el 16,15% del área del complejo Los Nevados (Figura 3).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adoptó la zonificación y ordenamiento de la denominada ‘Reserva Forestal’, que busca garantizar el mantenimiento de los procesos ecológicos, servicios de ecosistemas y zonas de sostenibilidad de recursos naturales. Unas 215.840 ha fueron protegidas y tipificadas como A y B. Para esta elección se tuvieron en cuenta aspectos socioeconómicos y prediales, conflictos de uso del suelo, presiones antrópicas, amenazas naturales y las características bióticas y abióticas del departamento.

La zona Tipo A garantiza el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática. La asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural, y el soporte a la diversidad biológica.

Y las Tipo B se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Figura 3. Ubicación Reserva Forestal Central (Ley 2ª de 1959).



Fuente: Elaboración propia, con insumos cartográficos relacionados y SIG CORTOLIMA.

- Zona A

De conformidad con las políticas, directrices y normatividad vigente, el ordenamiento de esta zona (A), deberá fomentar la investigación científica aplicada prioritariamente a la restauración ecológica y a la generación de información sobre la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos. La zona A corresponde a los sectores, ubicados en el norte, centro y sur de la cordillera Central, que coinciden con las áreas de páramo.

Se distribuye en parte del suelo rural de los municipios de Anzoátegui, Cajamarca, Casabianca, Chaparral, Herveo, Ibagué, Murillo, Rioblanco, Roncesvalles, Rovira, Santa Isabel y Villahermosa. Esta área abarca una extensión aproximada de 176.530,65 ha, correspondientes al 81,79 por ciento del área de la Reserva Forestal Central del departamento.

- Zona B

Las zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, fueron catalogadas como B. Estas se distribuyen en parte del suelo rural de los municipios de Anzoátegui, Cajamarca, Casabianca, Chaparral, Herveo, Ibagué, Murillo,

Rioblanco, Roncesvalles y Santa Isabel. Abarca una extensión aproximada de 39.309,89 ha, correspondientes al 18.21 por ciento del área de la Reserva Forestal Central.

4.2.2 Reservas Naturales de la Sociedad Civil

Las Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) son predios que por decisión autónoma de sus propietarios, fueron convertidas en una reserva natural para la protección de un ecosistema o hábitat natural, bajo parámetros de conservación, restauración y producción sostenible (PNN, 2015).

De acuerdo con el artículo 109 de la Ley 99 de 1993, se define una RNSC como “la parte o el todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales, cuyas actividades productivas se establecerán de acuerdo a reglamentación, con la participación de las organizaciones sin ánimo de lucro de carácter ambiental”.

Dentro del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, se encuentran las siguientes Reservas Naturales de la Sociedad Civil (Tabla 6).

Tabla 6. Reservas Naturales de la Sociedad Civil ubicadas en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Nombre	Municipio	Área (ha)
Alta Cera	Cajamarca	1094,69
La Grecia	Cajamarca	110,66
La Cascada	Cajamarca	42,85
Semillas de Agua	Cajamarca	1117,72
Las Oliveras	Cajamarca	10,4
El Chachafruto	Cajamarca	35
Polidoro Carvajal	Cajamarca	595,29
Bellavista	Ibagué	11,4
Bruselas	Ibagué	56,64
Gaia	Ibagué	5,27
La Lucía	Ibagué	7,23
Orquídeas del Tolima	Ibagué	8,55
La Esperanza	Ibagué	6,84
El Neme	Coello	548
Ranita Dorada	Falán	39,43
Comarca	Alvarado	204,37
Jabirú	Armero (Guayabal)	713,42
La María	Líbano	51
Total		4658,76

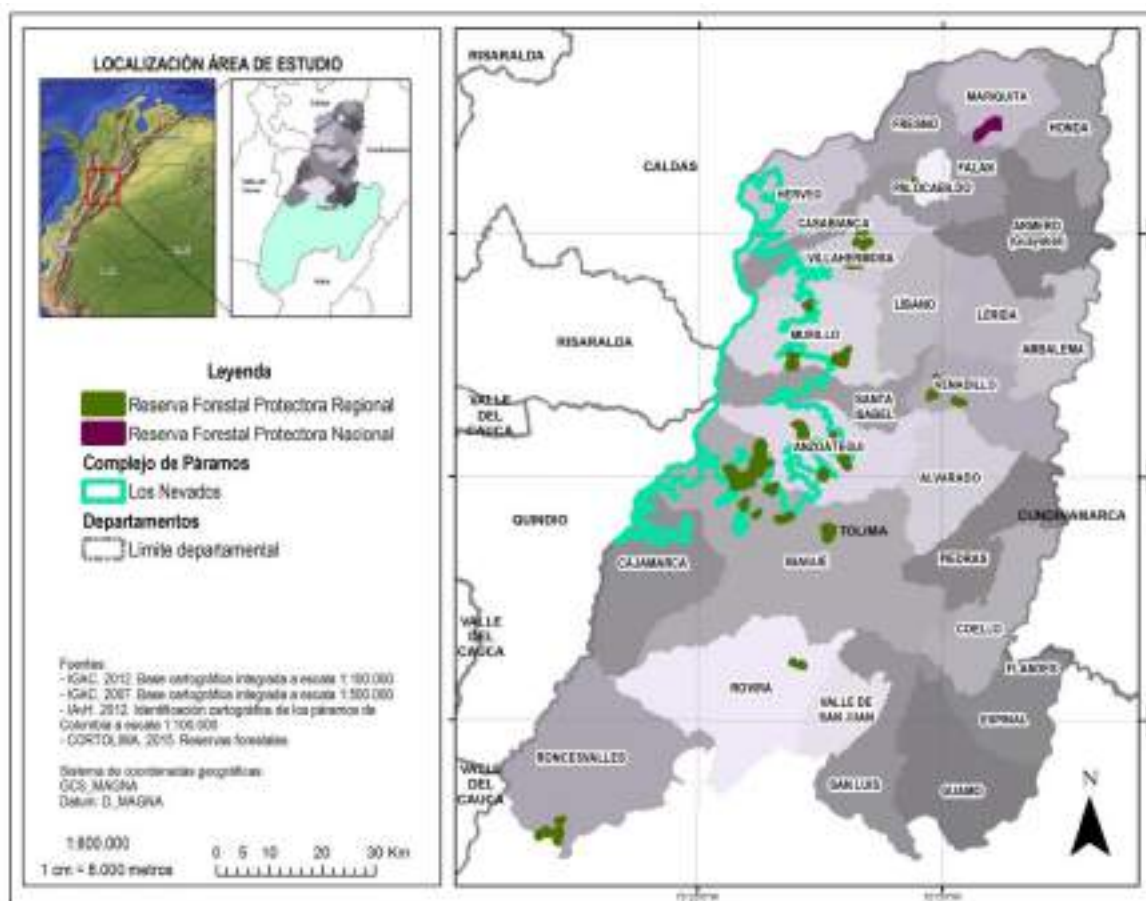
Fuente: Elaboración propia, insumos CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

4.2.3 Reservas Forestales Protectoras Regionales - RFPR

Las Reservas Forestales Protectoras, son espacios geográficos en donde los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido alteradas en cierto grado. Pueden ser públicas o privadas y son destinadas al establecimiento, mantenimiento y utilización sostenible de los bosques o coberturas vegetales (SIAC, 2015).

En el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, se encuentran registradas ante el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP), 54 Reservas Forestales Protectoras Regionales las cuales se encuentran bajo jurisdicción de CORTOLIMA (Tabla 7) (Figura 4).

Figura 4. Ubicación Reservas Forestales Protectoras.



Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA.

En términos generales, la mayoría de áreas protegidas en cualquiera de las categorías establecidas están direccionadas hacia la preservación y protección de las zonas altas donde se localizan los nacimientos de agua, abastecedores de acueductos municipales y veredales. CORTOLIMA con el apoyo de una serie de entidades de orden público y privado, posee Reservas Forestales Protectoras que se encuentran totalmente o en parte dentro del área de páramo en los municipios de Anzoátegui, Murillo e Ibagué (Tabla 8) (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015a).

Tabla 7. Reservas Forestales Protectoras Regionales, presentes en el Entorno Regional complejo de páramos Los Nevados.

Municipio	Nombre	Área (ha)
Anzoátegui	RFPR Corazón	206,26
	RFPR Valle Largo	329,77
	RFPR La Gloria	236,48
	RFPR La Cima I y II	105
	RFPR Altamira	139
	RFPR California	68,71
	RFPR La Palma	34,37
	RFPR Soledad Potosí	103,12
Alvarado	RFPR Vallecita	231,15
Ibagué	RFPR Bellavista	437
	RFPR Alto Combeima	6368,13
	RFPR Dulima, La Estrella, La Cabaña	507,90*
	RFPR El Palmar, La Secreta	1949,97*
	RFPR La Esmeralda	119,62
	RFPR Las Mirlas	241,55
	RFRP Santísima Trinidad, Humedal	1092,19
Murillo	RFPR Cerro Bravo	370,63
	RFPR El Toro	72,43
	RFPR La Pradera	351,84
Palocabildo	RFPR El Contento, Las Palmas	58*
Roncesvalles	RFPR Bremen Lote 16	518,61
	RFPR Rinconada Lote 15	850,2
	RFPR El Trébol	435,46
Rovira	RFPR Buenos Aires, El Porvenir, San Cristobal, Alto de la Montañuela y La Esperanza	124,18*
Venadillo	El Nahir, La Esmeralda, Olla Grande	12*
	Las Damas	65,8
	Puracé, Porvenir, Las Violetas, Porvenir I y II	186,92*
	Uno	100
Villahermosa	El Raizal, Mesalinda, La Gironda, El Silencio	113*
	El Retiro, La Cascada, El Mantel, La Mesa, La Meseta, La Isla, El Durazno	294,53*
	La Copa, La Copita, San José	61*
	La Esperanza	61
Total		15.845,82

*Área total.

Fuente: Elaboración propia, insumos RUNAP (2015) y CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

Tabla 8. Reservas Forestales Protectoras Regionales, con áreas dentro de ecosistemas de páramos.

Municipio	Área Protegida	Área (ha)	Área (ha) Zona Páramo	% Zona de Páramo
Anzoátegui	Valle Largo	329,77	329,77	100
	La Gloria	236,483	236,483	100
	La Cima I y II	105	51,087	48,65
	Altamira	139	41,026	29,52
	La Soledad Potosí	103,13	14,38	13,94
Ibagué	Alto Combeima	6368,13	2894,45	45,45
	Las Mirlas	241,55	145,16	60,1
Murillo	El Toro	72,435	72,435	100
	Cerrobravo	370,63	370,63	100
	La Pradera	351,84	67,32	19,13
Total		8317,968	4222,741	

Fuente: Elaboración propia, insumos CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

4.2.4 Reserva Forestal Protectora Nacional

La Reserva Forestal Protectora de las quebradas San Juan y El Peñón es una de las 52 áreas declaradas como Reservas Forestales Protectoras Nacionales, y fue la primera área de reserva en el país, denominada Bosque Municipal de Mariquita (Figura 4), la cual fue declarada por medio del Decreto No. 1240 de 1960. De forma conjunta con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Corporación formuló el plan de manejo de ésta reserva en el año 2009. Debido a la expedición del Decreto 2372 de 2010, y a los lineamientos que para la formulación de los planes de manejo ha expedido esta cartera, debe hacerse el ajuste para éste instrumento en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (CORTOLIMA, 2013).

4.2.5 Parque Natural Regional Coello - Propuesta

La zona Este de la cuenca del río Coello, constituye la estrella fluvial de mayor importancia para los municipios de Ibagué, Cajamarca, El Espinal y Coello ya que abastece diferentes acueductos urbanos y rurales; adicionalmente, las corrientes que nacen en su sector Oriental drenan hacia la cuenca del río Coello, utilizada para consumo humano y agrícola en esta zona del departamento (CORTOLIMA, 2015).

El Parque Natural Regional Coello estaría ubicado al occidente de los municipios de Ibagué y Cajamarca, sobre la vertiente Oriental de la cordillera Central, a partir de la línea divisoria del Parque Nacional Natural Los Nevados y la divisoria de agua del río Coello, el cual incluye las cuencas de los ríos Combeima, Toche, Tohecito y Bermellón que vierten sus aguas al río Coello (CORTOLIMA, 2015).

En gran parte de ésta área, aún se encuentran bosques en excelente estado de conservación, además de poseer una importante área en ecosistema de páramo que forma parte del corredor de conservación localizado entre los Parques Nacionales Naturales Los Nevados y Las Hermosas (CORTOLIMA, 2015).

4.3 Plan de Manejo de Páramos

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el año 2002 expidió la Resolución No. 769, por la cual se dictan disposiciones para contribuir a la protección, conservación y sostenibilidad de los páramos, además de definir el ámbito de aplicación, también proporciona las medidas de protección, conservación, manejo sostenible y restauración de estos ecosistemas.

En el 2003 el MAVDT expide la Resolución No. 0839 mediante la cual establece los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Estado Actual de Páramos y del Plan de Manejo Ambiental de los Páramos del país.

En aras de dar cumplimiento a la normatividad ambiental Colombiana, en especial la que se había expedido en ecosistemas de páramos en su momento (Resoluciones No. 0769 del 2002 y 0839 del 2003), la Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA mediante Acuerdo No. 016 del 02 de septiembre de 2009 del Consejo Directivo adoptó el estudio de Estado Actual y el Plan de Manejo de los Páramos del departamento, el cual fue formulado en convenio con CORPOICA y la Universidad del Tolima. Dicho ejercicio, se convirtió en una herramienta básica para la Corporación y demás instituciones de orden nacional, departamental y municipal para la toma de decisiones con fines de administración y manejo, en procura de la conservación, protección, recuperación y restauración de los ecosistemas de páramos del Tolima.

De acuerdo al Plan de Manejo, la zonificación ambiental definida para las zonas de páramos del departamento, se establecieron mediante procesos de concertación con las comunidades locales e instituciones ambientales, acogiendo los usos definidos por los Planes de Manejo de los Parques Nacionales Naturales Las Hermosas, Nevado del Huila y Los Nevados, así como los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas.

La síntesis de la zonificación de las zonas de paramo, las categorías de zonificación, la descripción o sub áreas, el área en hectáreas y el porcentaje respecto al área total se muestra en la Tabla 9, en la que se observa que las mayores superficies corresponden a las zonas con actividades económicas y áreas erosionadas con el 13 y el 11% de las zonas de páramo, que corresponden a la categoría de restauración.

De acuerdo a la misma tabla, el área zonificada en la categoría de restauración cubre 76.490,81 ha, la categoría de conservación 77.784,39 ha y la categoría de uso sostenible 12.561,20 ha, cuyos valores expresados en porcentaje equivalen al 24, 25 y 4% respectivamente.

En la Tabla 10, se sintetizan las categorías de zonificación por municipio del departamento del Tolima. Se resaltan aquellos municipios que tienen traslape con los límites del complejo de páramo Los Nevados.

Tabla 9. Zonificación ambiental de las áreas de páramo del departamento.

Unidad para el Manejo Ambiental	Categoría	Áreas	Descripción o Sub-área	Área (ha)	%
Páramos	Restauración	ZRAA Zonas de recuperación por alteración ambiental	Zonas con actividades económicas o sistemas de producción	41572,3	13,17
			Áreas erosionadas o degradadas	34718,38	11
			Áreas de títulos mineros	200,13	0,06
	Conservación	ZC-RH Zonas de conservación para el recurso hídrico	Nacimientos y rondas de río	3769,23	1,19
			Cuerpos de agua	130,93	0,04
			Áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial	3632,09	1,15
		ZC-FL-FA-MB Zonas para la conservación de la flora, fauna y mantenimiento de la biodiversidad	Vegetación de páramo	2842,28	0,9
			Bosque natural	11462,02	3,63
			Áreas escarpadas	912,92	0,29
			Áreas para la preservación	9409,24	2,98
			Áreas para la conservación como reservas	5084,93	1,61
			Áreas para la conservación de la biodiversidad	12353,46	3,91
			Áreas de alta fragilidad ambiental	244,52	0,08
		AAN Áreas de amenaza natural	Amenaza volcánica	551,1	0,17
			Remoción en masa	499,73	0,16
			Flujo de lodos y escombros	83,39	0,03
		AESAs Áreas de especial significancia ambiental	Zona de influencia directa del PNN Los Nevados en el POMCA Totare	11377,94	3,61
Zona amortiguadora del PNN Los Nevados en el POMCA Coello	6704,39		2,12		
Zona de influencia del PNN Los Nevados en el POMCA Amoyá	8726,17		2,76		
Uso Sostenible	ZUMS Zonas de uso y manejo sostenible	Fomento de bienes y servicios ambientales	12558,47	3,98	
		Zonas urbanas	2,73	0	
Total				315605,88	100

Fuente: Elaboración propia, con insumos CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

Tabla 10. Áreas de zonificación de páramos por municipio del departamento del Tolima.

Categoría	Áreas	Descripción o Sub-área	Municipios
Restauración	ZRAA Zonas de recuperación por alteración ambiental	Zonas con actividades económicas o sistemas de producción	Herveo
			Casabianca
			Murillo
			Santa Isabel
			Anzoátegui
			Ibagué
			Roncesvalles
			San Antonio
			Chaparral
			Rioblanco
		Áreas erosionadas o degradadas	Herveo
			Casabianca
			Villahermosa
			Murillo
			Santa Isabel
			Anzoátegui
			Ibagué
			Roncesvalles
			San Antonio
			Chaparral
			Rioblanco
		Áreas de títulos mineros	Murillo
			Santa Isabel
			Anzoátegui
			Cajamarca
Conservación	ZC-RH Zonas de conservación para el recurso hídrico	Nacimientos y rondas de río	Herveo
			Casabianca
			Villahermosa
			Murillo
			Rovira
			Roncesvalles
			Rioblanco
		Complejos de Humedales y Cuerpos de agua	Rovira
			Roncesvalles
			San Antonio
			Rioblanco

Categoría	Áreas	Descripción o Sub-área	Municipios
Conservación	ZC-RH Zonas de conservación para el recurso hídrico	Áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial	Santa Isabel
			Anzoátegui
			Ibagué
			Cajamarca
	ZC-FL-FA-MB Zonas para la conservación de la flora, fauna y mantenimiento de la biodiversidad	Vegetación de páramo	Casabianca
			Villahermosa
			Santa Isabel
			Anzoátegui
			Murillo
			Roncesvalles
			Rioblanco
			Chaparral
			Planadas
		Bosque natural	Herveo
			Casabianca
			Villahermosa
			Murillo
			Roncesvalles
			San Antonio
			Chaparral
			Rioblanco
		Áreas escarpadas	Herveo
			Casabianca
			Villahermosa
			Murillo
		Áreas para la preservación	Roncesvalles
			Rioblanco
			Herveo
			Casabianca
			Villahermosa
			Murillo
			Santa Isabel
			Anzoátegui
			Ibagué
			Rovira
			Roncesvalles
			San Antonio
			Chaparral
			Rioblanco

Categoría	Áreas	Descripción o Sub-área	Municipios
Conservación	ZC-FL-FA-MB Zonas para la conservación de la flora, fauna y mantenimiento de la biodiversidad	Áreas para la conservación como reservas	Santa Isabel
			Anzoátegui
			Ibagué
			Rovira
			Cajamarca
			Chaparral
		Áreas para la conservación de la biodiversidad	Santa Isabel
			Anzoátegui
			Ibagué
	AAN Áreas de amenaza natural	Áreas de alta fragilidad ambiental	Cajamarca
			Ibagué
			Santa Isabel
		Amenaza volcánica	Cajamarca
		Remoción en masa	Ibagué
		Flujo de lodos y escombros	Santa Isabel
Uso Sostenible	ZUMS Zonas de uso y manejo sostenible	Fomento de bienes y servicios ambientales	Santa Isabel
			Anzoátegui
			Ibagué
		Zonas urbanas	Chaparral
			Cajamarca
			Rovira
			Roncesvalles

Fuente: Elaboración propia, con insumos de CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

En las zonas de paramo del departamento del Tolima, se encuentran tres (3) unidades de parques nacionales naturales con influencia directa en los páramos, cubriendo un área de 148.769,48 ha. Para adoptar la zonificación de los mismos, se determinó el área de cada uno de estos parques en las zonas de páramo y sus categorías de zonificación (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009)¹.

Parque Nacional Natural Los Nevados: El PNN Los Nevados, tienen dentro de las zonas de páramo, alrededor de 27.745 ha, las cuales están debidamente zonificadas de acuerdo a la normatividad que compete a las parques nacionales naturales. Esta zonificación agrupa cinco (5)

¹ En el presente documento, se incluye únicamente el PNN Los Nevados, por encontrarse dentro del Entorno Regional objeto de estudio. Los PNN Las Hermosas y Nevado del Huila, serán contemplados en el documento que aborde el Entorno Regional del complejo de páramos Las Hermosas - Nevado del Huila-Moras.

categorías en las zonas de páramo, en las cuales predominan las zonas primitivas intangibles y las de recuperación natural, las cuales ocupan el 65% y el 20% respectivamente.

Las zonas primitivas intangibles se encuentran en la vereda La Palma del municipio de Herveo, vereda Aguas Calientes del municipio de Casabianca, veredas Entrevalles y Betulia del municipio de Villahermosa, veredas La Cabaña, El Oso y Río Azul del municipio de Murillo, vereda Totarito del municipio de Santa Isabel, veredas Hoyo Frío, China Alta y San Francisco del municipio de Anzoátegui y en la zona noroccidental de Ibagué.

Las zonas de recuperación natural se encuentra en una franja que recorre el límite de los municipios de Casabianca y Villahermosa, sobre las veredas de Aguas Calientes y Entrevalles; en el municipio de Murillo en las veredas El Oso y Río Azul, en el municipio de Santa Isabel en la vereda Totarito; en el municipio de Anzoátegui en las veredas La Cascada, Quebrada Negra y San Francisco, y finalmente en la vereda Juntas del municipio de Ibagué.

La distribución en hectáreas y porcentaje de las demás categorías de zonificación del PNN Los Nevados se indican en la Tabla 11.

Tabla 11. Categorías de zonificación del PNN Los Nevados en las zonas de páramo del departamento del Tolima.

Categoría de Zonificación	Área (ha)	Porcentaje
Alta densidad de uso	6,02	0,02
Intangible	2864,85	10,33
Primitivo Intangible	18039,89	65,02
Recreación general exterior	1134,51	4,09
Recuperación natural	5699,98	20,54
Total	27745,25	100

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

4.4 Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS)

De acuerdo con el MADS (2014), se entiende por cuenca u hoyo hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno (1) o varios cauces naturales, que confluyen en un curso mayor, que a su vez puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar. Se constituye como una unidad adecuada para la planificación ambiental del territorio, dado que sus límites fisiográficos se mantienen en el tiempo, además involucra un conjunto de factores y elementos tanto espaciales como sociales que permiten una comprensión integral de la realidad del territorio.

En el marco del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, se encuentran las zonas hidrográficas Alto Magdalena, Medio Magdalena y Cauca, en la Tabla 12, se listan las subzonas hidrográficas pertenecientes a ellas.

Tabla 12. Subzonas hidrográficas (cuencas) presentes en el Entorno Regional complejo de páramos Los Nevados.

Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica (Cuencas)	Área (ha)	Municipios
Alto Magdalena	Río Coello	184257	Anzoátegui
			Cajamarca
			Coello
			Espinal
			Flandes
			Guamo
			Ibagué
			Piedras
			Roncesvalles
			Rovira
			San Luis
			Valle de San Juan
	Río Totare	143700	Alvarado
			Anzoátegui
			Ibagué
			Murillo
			Piedras
			Santa Isabel
	Río Lagunilla y otros directos al Magdalena	275400	Venadillo
			Alvarado
			Ambalema
			Armero (Guayabal)
			Casabianca
			Lérida
			Líbano
			Murillo
			Santa Isabel
			Venadillo
	Río Recio	74750	Villahermosa
			Ambalema
			Lérida
			Líbano
			Murillo
			Santa Isabel
			Venadillo

Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica (Cuencas)	Área (ha)	Municipios
Medio Magdalena	Río Gualí	87600	Casabianca
			Falán
			Fresno
			Herveo
			Honda
			Mariquita
			Murillo
			Palocabildo
			Villahermosa
	Río Guarinó	84400	Fresno
			Herveo
			Honda
			Mariquita
Total		849050	

Fuente: Elaboración propia, insumos IDEAM (2014), SIG IAvH.

- Cuenca río Coello: El río Coello nace en el cono del nevado del Tolima en la cordillera Central con el nombre del río Toche y al llegar al corregimiento del mismo nombre recibe las aguas del río Tohecito que sirve de límite entre los municipios de Ibagué y Cajamarca; el río Toche desciende desde los 3.600 msnm hasta 2.150 msnm recorriendo 9.8 kilómetros (km) aproximadamente con una pendiente media de 18%, donde empieza a ser denominado río Coello y continúa su recorrido descendiendo hasta los 1.400 msnm con una longitud aproximada de 17.9 km y una pendiente media del cauce de 5.4% en límite con Ibagué, recibe las aguas del río Bermellón y sigue su recorrido hasta llegar al río Magdalena (CORTOLIMA, 2014).
- Cuenca río Totare: Nace en la laguna El Encanto, a una altitud de 3.963 msnm y desemboca en la margen izquierda aguas abajo del río Magdalena, a una elevación de 216 msnm. La dirección general del cauce principal es de oeste - este, cuya longitud aproximada es de 93,5 km y una pendiente media de 4.49% (CORTOLIMA, 2015).
- Cuenca río Lagunilla y otros directos al Magdalena: Se ubica al norte del departamento del Tolima entre las cuencas de los ríos Gualí, Sabandija y Recio. Nace a una altura de 4.800 msnm en el nevado del Ruiz, entre los municipios de Villahermosa y Murillo, desemboca en la margen izquierda del río Magdalena a 225 msnm, en la vereda El Danubio del municipio de Ambalema. El cauce principal, alcanza una longitud de 91 km, con una pendiente media de 6,8%. La dirección entre el nacimiento y la desembocadura es oeste - este (CORTOLIMA, 2009).
- Cuenca río Gualí: La cuenca mayor del río Gualí se ubica al norte del departamento del Tolima entre las cuencas de los ríos Guarinó, Lagunilla y Sabandija. Nace a los 4.850 msnm en la vereda Agua Caliente del municipio de Casabianca, en jurisdicción del PNN Los Nevados, sus aguas desembocan en la cuenca grande del Magdalena, sobre los 200

msnm, en el municipio de Honda. La cuenca del río Gualí, se encuentra ubicada al norte del departamento del Tolima (CORTOLIMA, 2014).

- Cuenca río Guarínó: Se ubica en la región oriente del departamento de Caldas y en la región norte del departamento del Tolima, tiene una extensión de 835 km², comprende sistemas geográficos de montaña y valles aluviales desde la zona de nacimiento del río a 3.100 msnm en la vereda El Páramo del municipio de Marulanda y termina en la desembocadura del río Magdalena a 200 msnm entre Honda y La Dorada (CORPOCALDAS, CORTOLIMA y Corporación Aldea Global, 2009).
- Cuenca río Recio: La cuenca del río Recio, se encuentra ubicada al norte del departamento del Tolima, sobre el flanco Oriental de la cordillera Central, nace en las estribaciones del nevado del Ruiz y sus aguas fluyen hacia la gran cuenca del río Magdalena. Tiene una extensión de 74.750 ha. Junto con el río La Yuca, que nace en el nevado de Santa Isabel forman las microcuencas que abastece la hidroeléctrica de La Sierra y el sistema de riego del mismo nombre, que da vida a importantes cultivos en los municipios de Lérída y Ambalema.

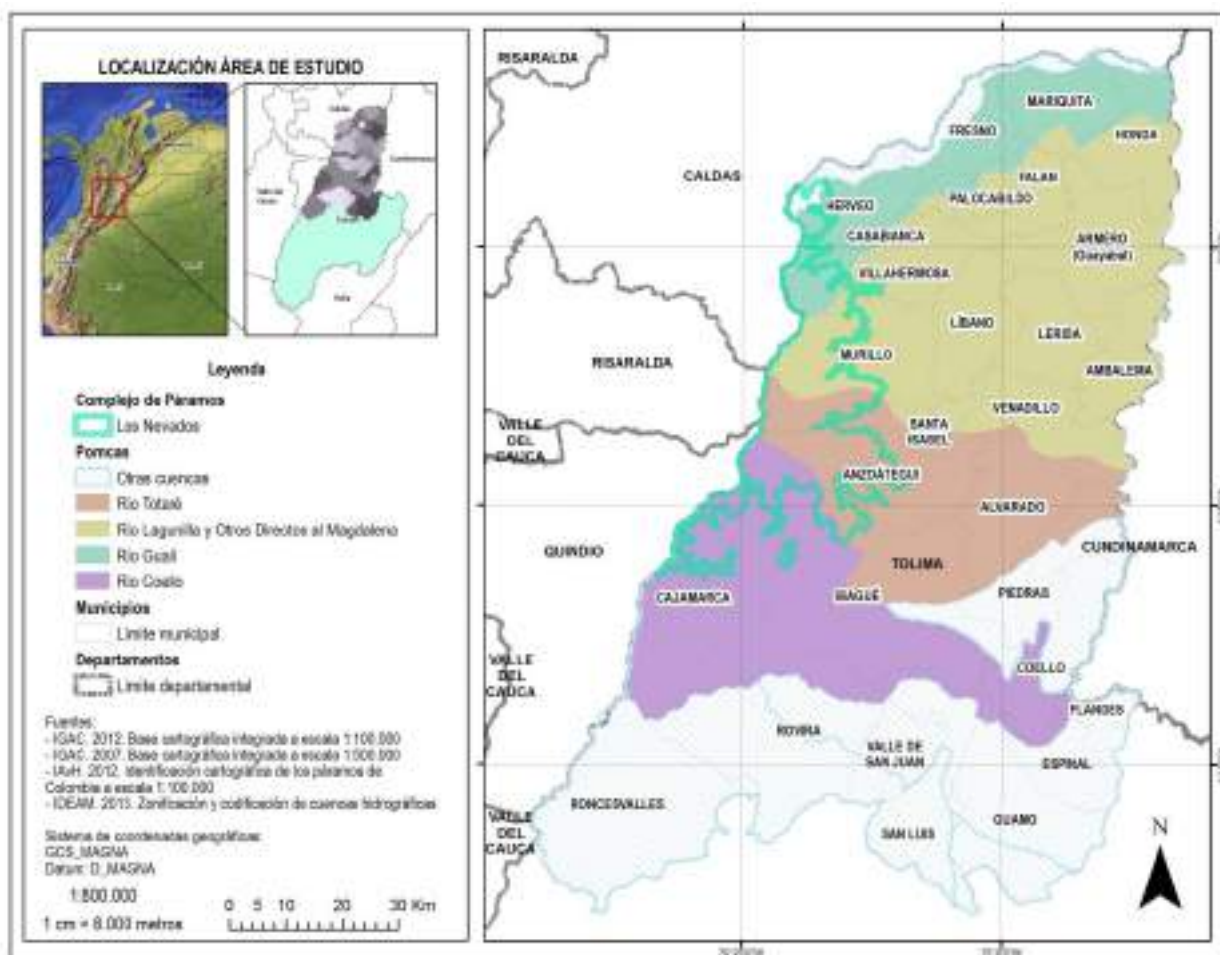
Dentro del complejo Los Nevados la Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA ha ordenado cinco (5) cuencas (Tabla 13 y Figura 5).

Tabla 13. Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas presentes en el Entorno Regional complejo de Los Nevados.

Cuenca	Extensión (ha)	Fase actual	Fecha aprobación	Norma adopción y fecha	Vigencia (años)
Coello	184.257	Adoptado y en ejecución	9 de noviembre de 2006	Acuerdo 032 de 2006	15
Totare	143.700	Adoptado y en ejecución	11 de marzo de 2008	Acuerdo 08 de 2008	15
Lagunilla	82.500	Adoptado y en ejecución	6 de agosto de 2010	Acuerdo 01 de 2010	15
Recio	74.750	Adoptado y en ejecución	6 de agosto de 2010	Acuerdo 01 de 2010	15
Gualí	87.600	Adoptado y en ejecución	12 de diciembre de 2014	Acuerdo 17 del 2014	15

Fuente: CORTOLIMA (2013).

Figura 5. POMCAS del Entorno regional del complejo de páramos Los Nevados².



Fuente: Elaboración propia, con insumos cartográficos relacionados y SIG Cortolima.

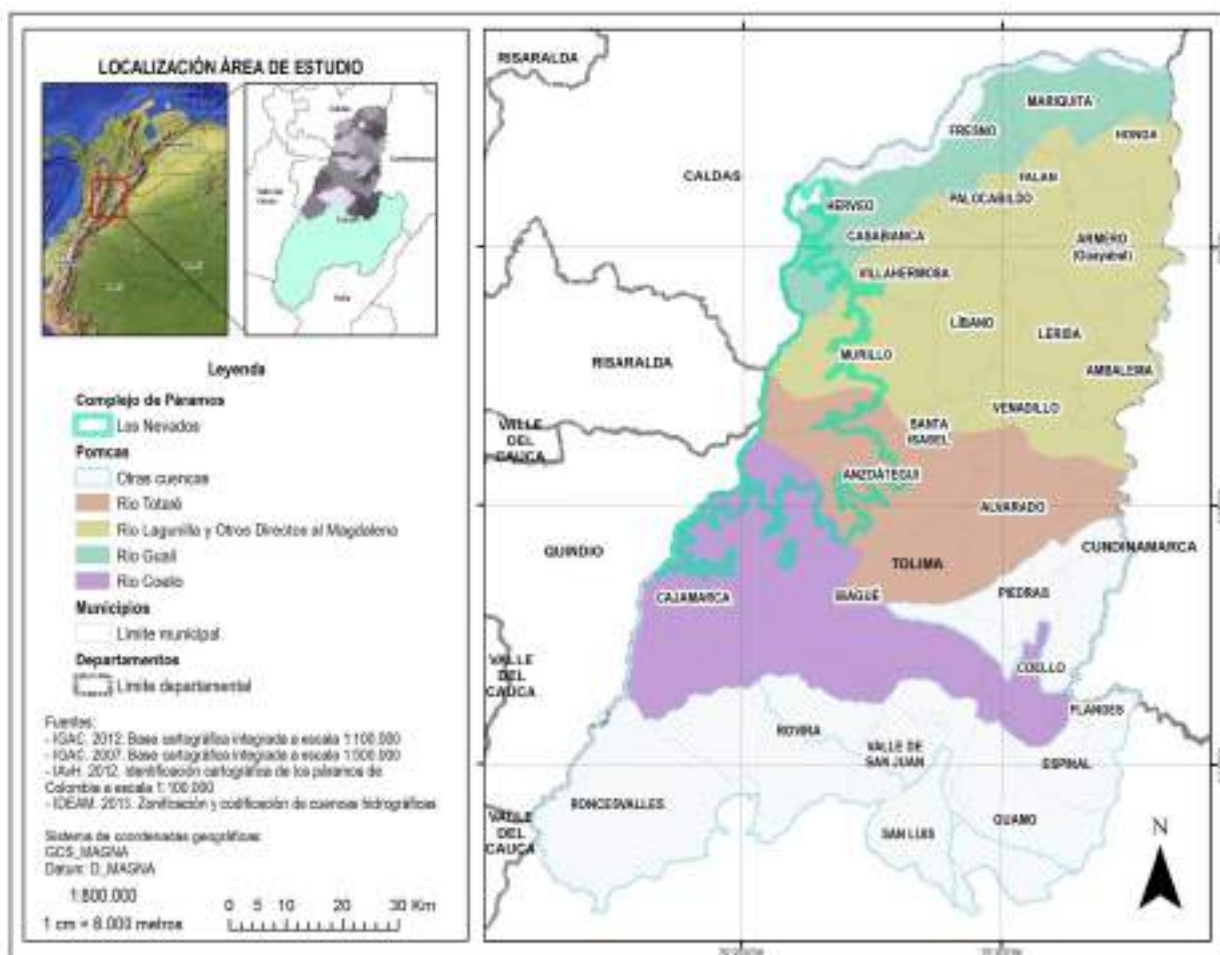
4.5 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves - AICAS

El programa de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS) de Colombia comenzó a mediados de 2001 con el objetivo de crear una red nacional de áreas de conservación en Colombia. El proyecto se enmarca dentro de la iniciativa global liderada por BirdLife Internacional y en la actualidad, el programa AICAS - Colombia lo coordina el Instituto von Humboldt - IAvH, y la Asociación Calidris con el apoyo de la Red Nacional de Observadores de Aves - RNOA.

En el contexto del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, se encuentran declaradas las siguientes AICAS:

² No se cuenta con información cartográfica para la cuenca del río Recio, por lo cual no está representado en el mapa.

Figura 6. POMCAS del Entorno Regional del complejo de páramo Los Nevados³.



Fuente: Elaboración propia, con insumos cartográficos relacionados y SIG CORTOLIMA.

- Cuenca del río Jiménez: El área se localiza en la vertiente Oriental de la cordillera Central, en el municipio de Falán, departamento del Tolima. Limita al norte con los municipios de Fresno y Mariquita, al sur con Armero Guayabal y Mariquita, y al oeste con Palocabildo y Villahermosa. Es un AICA Categoría 1⁴, tiene un área de 5.000 ha, se encuentra ubicada entre los 480 y 2.000 msnm. Fue declarada en el 2008 (BirdLife, 2015).
- Finca Paraguay: La finca Paraguay se encuentra ubicada en la vertiente Oriental de la cordillera Central. Forma parte del municipio de Santa Isabel en el sector norte del departamento del Tolima. El terreno ondulado presenta una inclinación de 50 grados, generalizados en todo el sector. Adicionalmente, la geografía del sector presenta algunos remanentes de agua, probablemente producto de las aguas de ladera. Los diferentes bosques presentan un alto grado de epifitismo. Esta zona presenta una franja de subpáramo bien definida, la cual está compuesta por pequeños sectores de bosque enano en regular estado, los cuales, en algunos sectores, se encuentran interrumpidos por extensas zonas abiertas

³ No se cuenta con información cartográfica para la cuenca del río Recio, por lo cual no está representado en el mapa.

⁴ AICAS Categoría 1. Sitios en donde se presentan números significativos de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente.

destinadas al pastoreo de ganado bovino. Es una AICA Categoría 1, tiene un área de 1.500 ha, se encuentra entre los 3.280 y 3.760 msnm. Fue declarada en el 2008 (BirdLife, 2015).

- Cañón del río Combeima: El cañón del río Combeima forma parte del municipio de Ibagué y está ubicado sobre la vertiente Oriental de la cordillera Central. Como unidad geográfica, limita por el norte con el municipio de Anzoátegui; por el occidente con la cuenca del río Coello; por el oriente con el municipio de Anzoátegui y las cuencas de los ríos La China, Alvarado y Chipalo; y por el sur con las cuencas de los ríos Opía y Coello. Es un AICA Categoría 1, tiene un área de 8.000 ha, se encuentra entre los 1.700 y 2.800 msnm. Fue declarada en el 2008 (BirdLife, 2015b).
- Cuenca del río Toche: La cuenca del río Toche comprenden un área de 261 km², entre los 1.900 y 3.500 msnm, localizada en el flanco Sur del macizo nevados del Tolima - Ruiz, en los municipios de Cajamarca e Ibagué, en el departamento de Tolima. El río Toche inicia en el páramo del nevado de Quindío dentro del Parque Nacional Natural Los Nevados, a más de 4.000 msnm, y desciende hacia el sur para formar una quebrada hacia el pueblo de Toche, continuando hacia el pueblo de Cajamarca. Es un AICA Categoría 1, fue declarada en el 2008 (BirdLife, 2015c).
- Reserva Natural Semillas de Agua: La reserva natural Semillas de Agua se encuentra ubicada en la vertiente Oriental de la cordillera Central de Colombia, en los municipios de Cajamarca, Ibagué, Rovira y Roncesvalles del departamento de Tolima. En este lugar la cordillera Central se abre hacia el oriente formando un pequeño ramal donde se encuentran grandes extensiones de páramo. La zona está cubierta principalmente por páramos y bosques altoandinos. Sin embargo, hay presencia de lagunas, humedales, quebradas y riachuelos. Es un AICA Categoría 1, tiene un área de 3.000 ha, se encuentra entre los 3.100 y 3.800 msnm. Fue declarada en el 2008 (BirdLife, 2015d).
- Lagunas Bombona y Vancouver: Se encuentran localizadas en el municipio de Anzoátegui sobre la vertiente Oriental de la cordillera Central, en el departamento del Tolima, y hacen parte de la zona de amortiguación del PNN Los Nevados. Los bosques de esta región alimentan la cuenca del río Frío, principal fuente para el suministro de agua al municipio de Anzoátegui. El hábitat principal está compuesto por pastizales, y el uso de la tierra es predominantemente agrícola, aunque también existe extracción de madera y leña. Es un AICA Categoría 1, tiene un área de 3.128 ha, se encuentre entre los 3.010 y 4.000 msnm. Fue declarada en el 2008 (BirdLife, 2015e).
- Reserva Comunitaria de Roncesvalles: El área se localiza en la vertiente Occidental de la cordillera Central, en el municipio de Roncesvalles, departamento del Tolima. El hábitat está compuesto por bosques altoandinos, páramos y praderas artificiales. El paisaje está conformado por grandes fragmentos de vegetación nativa, con bosques que alcanzan un dosel de casi 30 metros. Es un AICA Categoría 1, tiene un área de 36.700 ha, se encuentra entre los 1.500 y 3.500 msnm. Fue declarada en el 2008 (BirdLife, 2015f).

4.6 Determinantes Ambientales. Ley 388 de 1997

Las determinantes ambientales para el ordenamiento del territorio establecidas en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997 son elementos que deben ser adoptados por los POT, PBOT y EOT; facilitan a los municipios la adopción de las políticas sobre preservación, conservación, uso y manejo de la naturaleza.

Las determinantes incluyen los ecosistemas de páramo en los suelos de protección rural, en la categoría de Conservación y Protección Ambiental, y en las subcategorías: Áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Áreas de Reserva Forestal, Áreas de Manejo Especial y Áreas de Especial Importancia Ecosistémica.

De acuerdo con las disposiciones legales, conferidas por las Leyes 388 de 1997, 507 de 1998 y 546 de 1999, los municipios que hacen parte del Entorno Regional cuentan con Planes y Esquemas Básicos de Ordenamiento Territorial los cuales están en proceso de actualización. Estos instrumentos permiten que las administraciones municipales planifiquen el territorio y la utilización del suelo (urbano, expansión urbana, rural, suburbano y de protección).

- Municipio Herveo: Cuenta con Esquema de Ordenamiento Territorial adoptado en el año 2005, así como con el Documento Técnico de Soporte. En él se identifica el suelo rural de protección, definido por la Ley 388/95, sin embargo no hay mención específica a las zonas de páramo y a su importancia como ecosistemas estratégicos.
- Municipio de Villahermosa: Cuenta con Esquema de Ordenamiento Territorial adoptado en el año 2003, así como con el Documento Técnico de Soporte. En él se reconoce el potencial ambiental del municipio, considerando su traslape con el PNN Los Nevados, igualmente, se reconoce el potencial del municipio como reservorio hídrico. Identifica los ecosistemas de páramo, bosques y las zonas de nacimientos de agua como **Unidades de Especial Significación Ambiental**. Establece como uso principal de estas unidades la preservación y recuperación de caudales (regulación hídrica y calidad del recurso), conservación de suelos y restauración, conservación y restauración del bosque ribereño.
- Municipio Murillo: Cuenta con Esquema de Ordenamiento Territorial adoptado en el año 2002, así como con el Documento Técnico de Soporte. En él se identifica el suelo rural de protección, definido por la Ley 388/95, sin embargo no hay mención específica a las zonas de páramo y a su importancia como ecosistemas estratégicos. Se describen las **Áreas de Especial Significación Ambiental**, subdivididas en: Zonas de Conservación, Áreas de Preservación Natural y Áreas de Conservación Natural.
- Municipio Anzoátegui: Cuenta con un Esquema de Ordenamiento Territorial adoptado en el 2003, así como con el Documento Técnico de Soporte. En él se identifican las áreas de bosque natural, páramos y nacimientos de agua, como zonas de uso condicionado. Se reconoce el potencial ambiental del municipio, considerando su ubicación en la zona amortiguadora del PNN Los Nevados. Se establecen las **Áreas de Especial Significación Ambiental**, las cuales se clasifican en: Bosques, Ecosistemas Estratégicos, Humedales, Áreas de Equilibrio Ecológico y Microcuencas. Establece como uso principal de estas unidades, la preservación y recuperación de caudales (regulación hídrica y calidad del recurso), conservación de suelos y restauración, conservación y restauración del bosque ribereño.
- Municipio Ibagué: Cuenta con un Plan de Ordenamiento Territorial adoptado en el 2000, así como con el Documento Técnico de Soporte. En él se identifican **Zonas de Especial Significación Ambiental**, correspondientes a las áreas del PNN Los Nevados con zonificación y usos definida por el Sistema de Parques Nacionales Naturales, así mismo se reconocen **Zonas de Conservación**, las cuales corresponden a la Zona Amortiguadora del PNN Los Nevados y a las áreas de microcuencas. Se identifican y regulan las **Zonas de Fragilidad Ecológica** en donde se incluye las áreas de bosque. Aunque si bien los páramos se incluyen dentro de las zonas de influencia de los PNN Los Nevados. Se establece como

uso principal de estas unidades, la preservación y recuperación de caudales (regulación hídrica y calidad del recurso), conservación de suelos y restauración, conservación y restauración del bosque ribereño.

En los demás municipios que conforman el Entorno Regional, se describen e identifican las unidades de especial significación ambiental, sin embargo este reconocimiento no va más allá de lo definido por la Ley 388/95.

5. ENTORNO REGIONAL COMPLEJO DE PÁRAMOS LOS NEVADOS

De acuerdo con el MADS (2012) el Entorno Regional es el espacio geográfico que se encuentra vinculado de manera tangible y significativa al páramo, así mismo, definen este espacio las relaciones de territorialidad de las comunidades, considerando que las funciones de los ecosistemas, especialmente aquellas relacionadas con los servicios de provisión y regulación, trascienden su propia extensión y pueden presentarse en escalas espaciales mayores. Debe identificarse mediante el análisis de las relaciones territoriales y de pertenencia de la población, así como el potencial para el suministro de elementos y procesos biofísicos relacionados con la prestación de servicios ecosistémicos.

5.1 Objetivos

- 1) Definir el Entorno Regional del complejo de páramo Los Nevados.
- 2) Caracterizar el componente ambiental y biofísico mediante el análisis de aspectos climáticos, edafológicos, hidrológicos, hídricos, geológicos, geomorfológicos, análisis de coberturas, entre otros, correspondientes al Entorno Regional y su articulación con los servicios ecosistémicos generados por el complejo.

5.2 Justificación y Alcance

Los páramos de Colombia, de acuerdo con Rivera y colaboradores (2013), presentan diferentes problemáticas socioambientales, entre ellas el interés de uso por parte de los diferentes sectores productivos hacia las zonas de páramo, lo que hace evidente la necesidad de definir límites y entornos precisos, así como lineamientos que permitan tomar decisiones respecto a la posibilidad o no de desarrollar actividades productivas en estos ecosistemas y al mismo tiempo garantizar su integridad ecológica.

Los páramos son considerados ecosistemas estratégicos, es decir, que en una pequeña porción de territorio concentran servicios ecosistémicos que son recibidos por la población en territorios más amplios, algo así como “las fábricas de agua” según el imaginario colectivo (Andrade, 2013).

Considerando los lineamientos dados por el MADS, en donde el Entorno Regional debe identificarse mediante el análisis de las relaciones territoriales y de pertenencia de la población, así como el potencial para el suministro de elementos y procesos biofísicos relacionados con la prestación de servicios ecosistémicos. Se aborda su definición y alcance, a partir de la provisión de los servicios de regulación, en especial del ciclo hidrológico, los cuales funcionan a escala de paisaje, incorporando espacios más allá del páramo mismo (Andrade, 2013).

De acuerdo con lo anterior, el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, se define utilizando como criterios: a) localización del complejo, b) jurisdicción sobre ecosistemas de páramo

Los municipios del departamento del Tolima, que cumplen con dichos criterios y que por lo tanto conforman el Entorno Regional para el complejo objeto de estudio se representan en la Figura 6 y se listan en la Tabla 14.



El Entorno Regional para el complejo de páramos Los Nevados se define como un polígono que se ubica en la vertiente Oriental de la cordillera Central en jurisdicción del departamento del Tolima y se enmarca en las siguientes coordenadas (Tabla 15).

Tabla 14. Municipios que conforman el Entorno Regional del complejo de páramo Los Nevados.

Municipio	Área municipal (ha)	Porcentaje del municipio respecto al total del entorno regional
Ibagué	139242,57	12,81
Anzoátegui	48491,2	4,46
Cajamarca	52369,53	4,82
Casabianca	19012,74	1,75
Herveo	33789,48	3,11
Murillo	43913,28	4,04
Santa Isabel	28538,92	2,63
Villahermosa	29442	2,71
Alvarado	35953,62	3,31
Ambalema	25322,21	2,33
Armero Guayabal	45583,15	4,19
Coello	35886,34	3,3
Espinal	23169,86	2,13
Falán	19652,28	1,81
Flandes	11201,73	1,03
Fresno	23489,09	2,16
Guamo	52084,46	4,79
Honda	32015,21	2,95
Lérida	28715,52	2,64
Líbano	29757,32	2,74
Mariquita	30852,29	2,84
Palocabildo	8021,18	0,74
Piedras	36961,04	3,4
Roncesvalles	79105,02	7,28
Rovira	75469,36	6,94
San Luis	42743,05	3,93
Valle de San Juan	21304,7	1,96
Venadillo	34983,11	3,22
Total	1087070,26	100

Fuente: Elaboración propia. Cálculos a partir de la cartografía.

Tabla 15. Coordenadas geográficas en las cuales se enmarca el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados (Coordenadas Geográficas Datum: D_Magna; Coordenadas Planas Datum: Magna-Bogotá).

Extremo	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas	
	Longitud Oeste	Latitud Norte	Longitud decimal	Latitud decimal
Extremo Norte	74° 49' 42,6'' W	5° 19' 8,1'' N	916872,63 X	1079987,52 Y
Extremo Sur	74° 2' 42,3'' W	3° 55' 35,3'' N	892673, 42 X	926023,63 Y
Extremo Oriental	74° 42' 21'' W	4° 58' 57,7'' N	930205,38 X	10428000 Y
Extremo Occidental	75° 45' 7,1'' W	4° 4' 19,8'' N	813987,7 X	942608,7 Y

Fuente: Elaboración propia. Cálculos a partir de la cartografía.

5.3 Caracterización Biofísica

La caracterización Ambiental y Física para el Entorno Regional, se realizó en una escala 1:100.000 como lo sugieren los términos de referencia establecidos por el MADS (2012) y obedece a un proceso de consolidación de datos biofísicos a partir de información secundaria disponible para el área del Entorno Regional definido y el posterior geoprocésamiento de archivos tipo raster y vectoriales para generar cartografía base y temática, relacionada con clasificación climática, geología, geomorfología, suelos, hidrología e hidrografía, coberturas de la tierra.

5.3.1 Clima

De acuerdo al Atlas Climatológico de Colombia, del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2005), el clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del estado del tiempo, durante un periodo de tiempo y en un lugar o región dada, y controlado por factores forzantes, factores determinantes y por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criósfera, biosfera y antropósfera).

El análisis del clima para el Entorno Regional, se basó en la información disponible a partir de la red de estaciones climatológicas del IDEAM y otras entidades (Instituto Nacional de Energía Eléctrica, Federación Nacional de Cafeteros, Ministerio de Agricultura y Ministerio de Hacienda) (Figura 8) (Tabla 16), considerando los datos sobre temperatura, precipitación y clasificación climática⁵.

⁵ No se cuenta con información disponible de otros parámetros climáticos, para el área del Entorno Regional.

LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

Legenda

- Estaciones Meteorológicas
- Complejo de Páramos
- Los Nevados
- Municipios
- Límite municipal
- Departamentos
- Límite departamental

Fuentes:

- IGAC, 2012. Base cartográfica integrada a escala 1:100.000
- IGAC, 2007. Base cartográfica integrada a escala 1:500.000
- IGAC, 2012. Identificación cartográfica de los páramos de Colombia a escala 1:100.000
- IDEAM, 2015. Estaciones meteorológicas

Sistema de coordenadas geográficas:
GCS_MAGNA
Datum: D_MAGNA

1:800.000
1 cm = 8.000 metros

0 5 10 20 30 Km

The figure consists of two maps. The left map, titled 'LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO', shows the location of the study area within the Andean region of Colombia. It includes a legend with symbols for meteorological stations (purple dots), the paramo complex (green area), Los Nevados (light blue area), municipalities (black outlines), and departments (grey outlines). Below the legend, the sources are listed: IGAC, 2012; IGAC, 2007; IGAC, 2012; and IDEAM, 2015. The right map is a detailed map of the study area, showing the distribution of meteorological stations (purple dots) across various municipalities. The municipalities shown include: RISARALDA, CALDAS, MARQUETÁ, TOSANO, HONDA, TALAMÁ, PALMÁCABO, CASABUENA, VILLAHERRERA, LIBANO, LERIDA, AMBACURA, VENADILLO, SANTA ROSA, ANZÁTEGUI, ALVARADO, CURIMAMARCA, PEDRAS, COELLO, PLANES, ESPINAL, GUAMO, SAN LUIS, SAN JUAN, ROYMA, BACALÉ, TOLIMA, GUARDIO, CALAMARCA, RONCESVALLES, VALLE DEL CAUCA, and VALLE DEL CACÁ. A scale bar at the bottom indicates distances from 0 to 30 km, and a north arrow is located in the bottom right corner.

Tabla 16. Red de estaciones climatológicas Entorno Regional.

62

No.	Código	Nombre	Tipo	Estado	Municipio	Altura (msnm)	Coordenadas
6	21240100	Janiyof	Meteorológica	Activa	Anzoátegui	1700	4° 38' 0'' N
							75° 6' 0'' W
7	21250450	Hacienda Potosí	Meteorológica	Activa	Armero Guayabal	341	5° 3' 11'' N
							74° 52' 56'' W
8	21255090	Armero GJA	Meteorológica	Activa	Armero Guayabal	300	5° 0' 10'' N
							74° 54' 38'' W
9	21257110	Lumbi	Hidrológica	Activa	Armero Guayabal	350	5° 7' 32'' N
							74° 54' 18'' W
10	21257070	Puente San Francisco	Hidrológica	Activa	Armero Guayabal	260	5° 1' 9'' N
							74° 53' 27'' W
11	21210130	Las Delicias	Meteorológica	Activa	Cajamarca	2070	4° 22' 48'' N
							75° 30' 41'' W
12	21210150	La Cascada	Meteorológica	Activa	Cajamarca	3080	4° 17' 5'' N
							75° 32' 31'' W
13	21215100	Cajamarca	Meteorológica	Activa	Cajamarca	1920	4° 26' 29'' N
							75° 25' 29'' W
14	21215130	Hacienda Cucuana	Meteorológica	Activa	Cajamarca	2120	4° 20' 29'' N
							75° 31' 7'' W
15	21217140	Puente Luisa	Hidrológica	Activa	Cajamarca	2100	4° 20' 28'' N
							75° 31' 12'' W
16	21217270	El Chuzo	Hidrológica	Activa	Cajamarca	1800	4° 24' 28'' N
							75° 25' 55'' W
17	21217280	Puente La Bolívar	Hidrológica	Activa	Cajamarca	1735	4° 26' 11'' N
							75° 26' 46'' W
18	21210140	El Plan	Meteorológica	Activa	Cajamarca	2050	4° 21' 5'' N
							75° 30' 45'' W
19	21215190	Cajamarca	Meteorológica	Activa	Cajamarca	2507	4° 26' 9'' N
							75° 30' 8'' W
20	23010090	La Danta	Meteorológica	Activa	Casabianca	1700	5° 6' 0'' N
							75° 6' 0'' W
21	21215080	Chicoral	Meteorológica	Activa	Espinal	475	4° 13' 53'' N
							74° 59' 42'' W
22	21185020	Nataima	Meteorológica	Activa	Espinal	431	4° 11' 15'' N
							74° 57' 34'' W
23	21185090	Nataima Aut	Meteorológica	Activa	Espinal	431	4° 11' 15'' N
							74° 57' 34'' W
24	21250470	Palocabildo	Meteorológica	Activa	Falán	1500	5° 8' 0'' N
							74° 57' 0'' W
25	21185040	Apto Santiago Vila	Meteorológica	Activa	Flandes	286	4° 16' 39'' N
							74° 47' 54'' W

No.	Código	Nombre	Tipo	Estado	Municipio	Altura (msnm)	Coordenadas
26	23010020	El Edén	Meteorológica	Activa	Fresno	1350	5° 9' 18" N
							75° 2' 56" W
27	23010100	Cimarrona	Meteorológica	Activa	Fresno	1400	5° 10' 0" N
							75° 2' 0" W
28	21180160	Suárez	Meteorológica	Activa	Guamo	300	4° 3' 21" N
							74° 50' 31" W
29	21185030	Guamo	Meteorológica	Activa	Guamo	360	4° 0' 32" N
							74° 58' 53" W
30	23020110	El Progreso	Meteorológica	Activa	Herveo	1860	5° 4' 0" N
							75° 12' 0" W
31	23027060	Puente Carretera	Hidrológica	Activa	Honda	168	5° 17' 34" N
							74° 44' 58" W
32	23010080	Idema - Honda	Meteorológica	Activa	Honda	196	5° 12' 13"
							74° 44' 55" W
33	23017020	Bocatoma	Hidrológica	Activa	Honda	250	5° 12' 31" N
							74° 49' 1" W
34	23025020	La Esperanza	Meteorológica	Activa	Honda	222	5° 15' 46" N
							74° 43' 45" W
35	23017090	Puente Variante	Hidrológica	Activa	Honda	295	5° 12' 11" N
							74° 44' 57" W
36	21210020	Las Juntas	Meteorológica	Activa	Ibague	1765	4° 33' 23" N
							75° 19' 18" W
37	21210080	El Secreto	Meteorológica	Activa	Ibague	1490	4° 29' 40" N
							75° 17' 24" W
38	21210110	El Placer	Meteorológica	Activa	Ibague	2170	4° 31' 15" N
							75° 16' 40" W
39	21210160	El Darien	Meteorológica	Activa	Ibague	1920	4° 28' 0" N
							75° 18' 15" W
40	21210170	Hacienda Palogrande	Meteorológica	Activa	Ibague	2200	4° 21' 0" N
							75° 25' 0" W
41	21210180	Toche	Meteorológica	Activa	Ibague	2000	4° 31' 16" N
							75° 25' 7" W
42	21210200	Buenos Aires	Meteorológica	Activa	Ibague	750	4° 20' 4" N
							75° 4' 20" W
43	21210220	El Palmar	Meteorológica	Activa	Ibague	2200	4° 34' 48" N
							75° 19' 32" W

No	Código	Nombre	Tipo	Estado	Municipio	Altura (msnm)	Coordenadas
44	21210230	Cruz Roja	Meteorológica	Activa	Ibagué	1160	4° 26' 4'' N
							75° 13' 8'' W
45	21210240	Interlaken	Meteorológica	Activa	Ibagué	1210	4° 26' 11'' N
							75° 14' 2'' W
46	21215140	Cementos Diamante	Meteorológica	Activa	Ibagué	780	4° 19' 53'' N
							75° 4' 50'' W
47	21217120	Puente Carretera	Hidrológica	Activa	Ibagué	1220	4° 23' 58'' N
							75° 17' 26'' W
48	21217180	Montezuma	Hidrometeorológica	Activa	Ibagué	1450	4° 28' 55'' N
							75° 17' 10'' W
49	21217220	San Vicente del Combeima Aut	Hidrometeorológica	Activa	Ibagué	1750	4° 32' 25'' N
							75° 18' 52'' W
50	21217250	Bocatoma	Hidrológica	Activa	Ibagué	1550	4° 27' 51'' N
							75° 15' 33'' W
51	21217260	Yuldaima	Hidrológica	Activa	Ibagué	1220	4° 26' 10'' N
							75° 14' 21'' W
52	21240030	San Juan de China	Meteorológica	Activa	Ibagué	1980	4° 32' 33'' N
							75° 4' 31'' W
53	21245010	Perales Hato Opia	Meteorológica	Activa	Ibagué	750	4° 25' 23'' N
							75° 5' 15'' W
54	21245040	Apto Perales	Meteorológica	Activa	Ibagué	928	4° 25' 48'' N
							75° 8' 54'' W
55	21210030	Pastales	Meteorológica	Activa	Ibagué	1505	4° 30' 40'' N
							75° 18' 3'' W
56	21210120	La Esmeralda	Meteorológica	Activa	Ibagué	1965	4° 29' 27'' N
							75° 14' 22'' W
57	21220050	El Aceituno	Meteorológica	Activa	Ibagué	680	4° 21' 12'' N
							75° 3' 11'' W
58	21215170	La Martinica	Meteorológica	Activa	Ibagué	1780	4° 24' 7'' N
							75° 13' 45'' W
59	21215160	Cerros Noroccidentales	Meteorológica	Activa	Ibagué	1936	4° 28' 20'' N
							75° 13' 53'' W
60	21215180	Batallón Rooke	Meteorológica	Activa	Ibagué	1200	4° 26' 7'' N
							75° 14' 55'' W

No.	Código	Nombre	Tipo	Estado	Municipio	Altura (msnm)	Coordenadas
61	21210260	El Silencio	Meteorológica	Activa	Ibagué	2500	4° 38' 0'' N
							75° 23' 0'' W
62	21215150	Nevado del Tolima	Meteorológica	Activa	Ibagué	4635	4° 40' 15'' N
							75° 19' 40'' W
63	21217300	Cocora	Hidrológica	Activa	Ibagué	1420	4° 22' 6'' N
							75° 20' 8'' W
64	21215010	La Primavera	Meteorológica	Activa	Ibagué	1300	4° 25' 0'' N
							75° 15' 0'' W
65	21250070	La Sierra	Meteorológica	Activa	Lérida	477	4° 48' 0'' N
							74° 56' 9'' W
67	21257090	La Esmeralda	Hidrológica	Activa	Lérida	252	4° 53' 28'' N
							74° 51' 12'' W
68	21255150	Hacienda García	Meteorológica	Activa	Lérida	350	4° 51' 20'' N
							74° 53' 30'' W
69	21257100	La Nueva	Hidrológica	Activa	Lérida	470	4° 47' 42'' N
							74° 58' 19'' W
70	21250520	Planes	Meteorológica	Activa	Lérida	1200	4° 51' 0'' N
							75° 0' 0'' W
71	21250500	Líbano	Meteorológica	Activa	Líbano	1585	4° 55' 19'' N
							75° 4' 33'' W
72	21250530	La Palma	Meteorológica	Activa	Líbano	1600	4° 57' 0'' N
							75° 5' 0'' W
73	21257120	Puente Gato	Hidrometeorológica	Activa	Líbano	1135	4° 56' 25'' N
							75° 5' 23'' W
74	21250420	El Edén	Meteorológica	Activa	Líbano	1350	4° 58' 0'' N
							75° 0' 0'' W
75	21255130	La Trinidad	Meteorológica	Activa	Líbano	1430	4° 55' 0'' N
							75° 4' 0'' W
76	23017060	Puente Carretera	Hidrológica	Activa	Mariquita	465	5° 13' 50'' N
							74° 53' 25'' W
77	23017080	Cataratas	Hidrológica	Activa	Mariquita	430	5° 14' 40'' N
							74° 53' 9'' W
78	23015040	Apto Mariquita	Meteorológica	Activa	Mariquita	475	5° 12' 35'' N
							74° 53' 11'' W
79	23017040	La Esperanza	Hidrológica	Activa	Mariquita	475	5° 12' 14'' N
							74° 54' 20'' W
80	23025040	Albania	Meteorológica	Activa	Mariquita	500	5° 17' 51'' N
							74° 54' 57'' W
81	23010140	La Mesa	Meteorológica	Activa	Mariquita	1200	5° 11' 0'' N
							74° 53' 0'' W

No.	Código	Nombre	Tipo	Estado	Municipio	Altura (msnm)	Coordenadas
82	23017010	Cabaña	Hidrológica	Activa	Mariquita	1140	5° 15' 0'' N
							74° 59' 0'' W
83	21250050	Alto del Oso	Meteorológica	Activa	Murillo	3150	4° 51' 0'' N
							75° 15' 0'' W
85	21250110	Murillo	Meteorológica	Activa	Murillo	2960	4° 52' 14'' N
							75° 10' 24'' W
86	21250660	Murillo Automática	Meteorológica	Activa	Murillo	2960	4° 52' 14'' N
							75° 10' 24'' W
87	21255170	Murillo Automática	Meteorológica	Activa	Murillo	2960	4° 52' 14'' N
							75° 10' 24'' W
88	21250490	Incensial	Meteorológica	Activa	Murillo	2400	4° 53' 0'' N
							75° 8' 0'' W
89	21220040	Piedras	Meteorológica	Activa	Piedras	350	4° 32' 14'' N
							74° 52' 50'' W
90	21227010	Piedras	Hidrológica	Activa	Piedras	350	4° 32' 14'' N
							74° 52' 50'' W
91	22070010	Roncesvalles	Meteorológica	Activa	Roncesvalles	2468	4° 0' 24'' N
							75° 36' 28'' W
92	22070030	Santa Helena	Meteorológica	Activa	Roncesvalles	2700	4° 7' 29'' N
							75° 29' 58'' W
93	22077030	El Diamante	Hidrológica	Activa	Roncesvalles	1769	4° 1' 22'' N
							75° 34' 16'' W
94	22075050	Paramo de Yerbabuena	Meteorológica	Activa	Roncesvalles	3600	4° 4' 33'' N
							75° 42' 3'' W
95	21217200	El Carmen	Hidrológica	Activa	Rovira	850	4° 17' 52'' N
							75° 12' 16'' W
96	22075030	Riomanso	Meteorológica	Activa	Rovira	2020	4° 12' 6'' N
							75° 17' 4'' W
97	22077050	Pijaito	Hidrológica	Activa	Rovira	800	4° 9' 1'' N
							75° 18' 22'' W
98	21180040	Rovira	Meteorológica	Activa	Rovira	950	4° 14' 33'' N
							75° 14' 33'' W
99	22077060	El Guamal	Hidrológica	Activa	Rovira	650	4° 10' 16'' N
							75° 16' 29'' W
100	21210190	Resaca La	Meteorológica	Activa	San Luis	1250	4° 16' 28'' N
							75° 8' 54'' W
101	21217070	Payandé	Hidrológica	Activa	San Luis	560	4° 18' 4'' N
							75° 5' 26'' W

No.	Código	Nombre	Tipo	Estado	Municipio	Altura (msnm)	Coordenadas
102	21180120	Lorena La	Meteorológica	Activa	San Luis	450	4° 1' 45'' N
							75° 6' 20'' W
103	21255110	Santa Isabel	Meteorológica	Activa	Santa Isabel	2091	4° 42' 6'' N
							75° 7' 55'' W
104	21245140	Santa Isabel	Meteorológica	Activa	Santa Isabel	2250	4° 42' 43'' N
							75° 5' 40'' W
105	21240110	Bodega La	Meteorológica	Activa	Santa Isabel	2750	4° 44' 9'' N
							75° 8' 20'' W
106	21240090	Guadualito	Meteorológica	Activa	Santa Isabel	1620	4° 42' 0'' N
							75° 4' 0'' W
107	21185080	Valle de San Juan	Meteorológica	Activa	Valle de San Juan	1000	4° 13' 1'' N
							75° 6' 16'' W
108	21187020	Pavo Real	Hidrológica	Activa	Valle de San Juan	712	4° 13' 22'' N
							75° 11' 53'' W
109	21180210	Valle de San Juan	Meteorológica	Activa	Valle de San Juan	1000	4° 13' 1'' N
							75° 6' 16'' W
110	21187030	Cucunuba	Hidrológica	Activa	Valle de San Juan	535	4° 13' 56'' N
							75° 7' 35'' W
111	21180130	Orisol	Meteorológica	Activa	Valle de San Juan	1500	4° 10' 0'' N
							75° 7' 0'' W
112	21247050	Bocatoma	Hidrológica	Activa	Venadillo	420	4° 41' 31'' N
							74° 57' 29'' W
113	21250100	Estrella La	Meteorológica	Activa	Venadillo	400	4° 45' 21'' N
							74° 54' 19'' W
114	21250460	Venadillo	Meteorológica	Activa	Venadillo	430	4° 39' 50'' N
							74° 55' 4'' W
115	21250170	Boquerón	Meteorológica	Activa	Villahermosa	3740	4° 54' 14'' N
							75° 15' 10'' W
116	21255120	Villahermosa	Meteorológica	Activa	Villahermosa	2029	5° 1' 36'' N
							75° 7' 2'' W

Fuente: Elaboración propia. Insumos IDEAM (2015).

Para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados el análisis climático se realizó a partir de la información disponible en los documentos de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, de donde se extrajo la información correspondiente a cada una de las variables que conforman el análisis.

En términos generales, la zona del Entorno Regional se ubica al norte del departamento del Tolima área que se encuentra en la región Andina, la cual a su vez es una zona de alta diversidad pluviométrica, en la que las precipitaciones son bimodales y si bien los días con lluvias son

relativamente escasos en el valle Alto del Magdalena, los días con lluvia aumentan en las zonas de las estribaciones de la cordillera Central (CORPOICA y CORTOLIMA, 2015).

a) Precipitación

Se entiende por precipitación, el agua proveniente del vapor de agua de la atmósfera, depositada en la superficie de la tierra de cualquier forma, como son lluvia, granizo, rocío y nieve (CORTOLIMA, 2008).

Para el Entorno Regional se presentan rangos de precipitación comprendidos entre los 1000 mm y 5000 mm anuales, las zonas más altas presentan rangos de precipitación anual entre los 2000 y 2500 mm anuales (Figura 8).

De acuerdo con Thouret y Faivre (1989), en la zona del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, por debajo de los 700 msnm la precipitación media anual oscila entre los 1000 y 1500 mm; entre los 1100 y 2300 msnm, la precipitación media anual se encuentra entre los 2000 y 2300 mm; a altitudes comprendidas entre los 2300 y 3800 msnm, la precipitación media anual varía entre los 2000 y 3000 mm; finalmente entre los 3800 y 4500 msnm, la precipitación media anual se encuentra entre los 2000 y 1500 mm.

La distribución en área y porcentaje de los rangos de precipitación para el entorno regional se indican en la Tabla 17, de la que se deduce que cerca del 48% de la región tiene valores de precipitación comprendidos en el rango de los 1.500 a 2.000 mm anuales de precipitación.

Tabla 17. Distribución en área y porcentaje de la precipitación (mm) en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

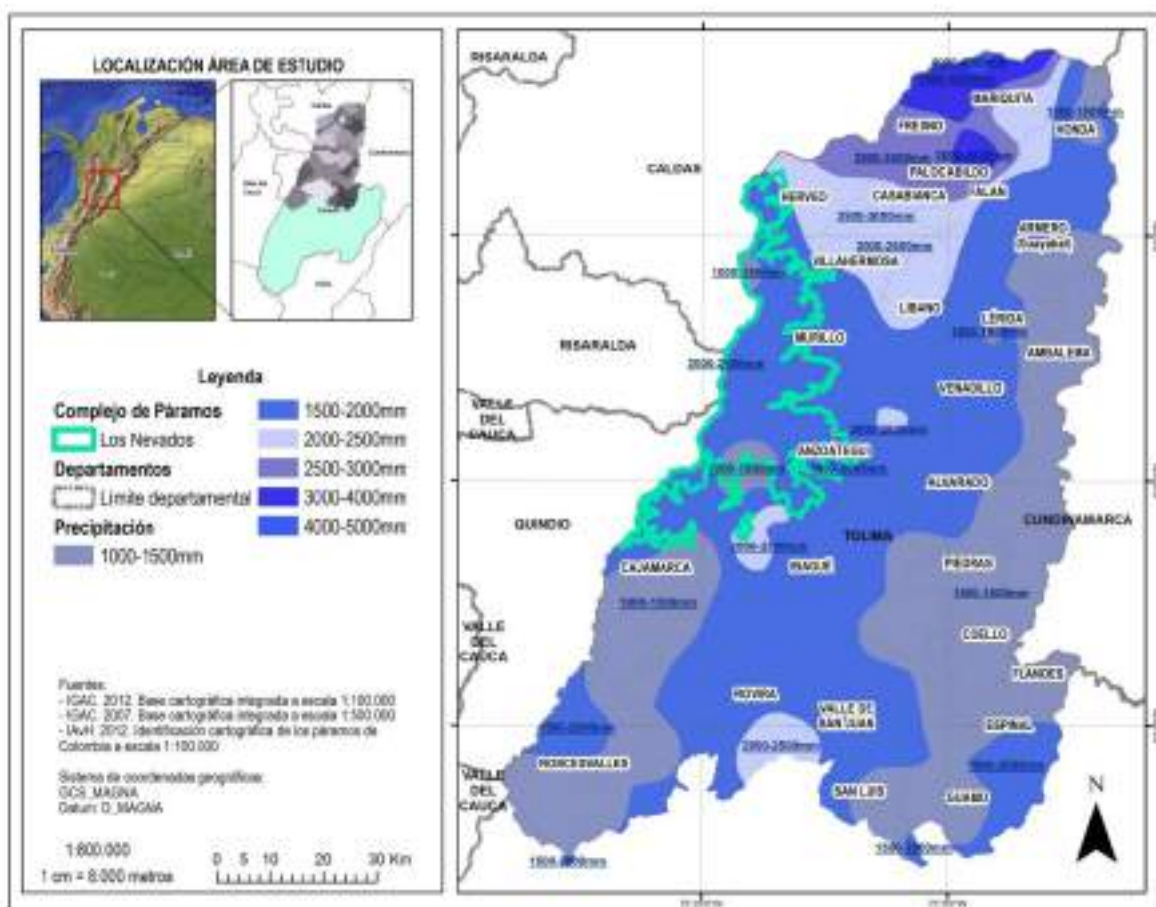
Rango PP	Área (ha)	Porcentaje (%)
1000-1500mm	346730,4	31,8958592
1500-2000mm	526829,683	48,4632597
2000-2500mm	105700,341	9,72341393
2500-3000mm	41432,7767	3,81141663
3000-4000mm	47310,9455	4,35215158
4000-5000mm	19066,1138	1,75389894
Total	1087070,26	100

Fuente: Elaboración propia, cálculos a partir de la cartografía.

b) Temperatura

Según el Atlas Climatológico del IDEAM (2005), en la región Andina, la temperatura media se caracteriza por la presencia de los llamados pisos térmicos causados por la disminución de la temperatura con el aumento de altura sobre el nivel del mar. En la región del Alto Magdalena la temperatura presenta los valores más elevados en los primeros meses de cada semestre.

Figura 9. Distribución de la precipitación en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.



De acuerdo a los rangos de temperatura establecidos para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados con base en los datos de la red de estaciones del IDEAM y otras entidades, se observa que en la zona predomina el clima cálido, representando el 40% del área total objeto de análisis (Tabla 18).

En la Figura 9, se observa una distribución de la temperatura muy relacionada con el gradiente altitudinal, siendo las zonas más bajas del Entorno Regional, aquellas que presentan el clima más cálido, y las zonas más altas aquellas que presentan los climas muy fríos y extremadamente fríos.

De acuerdo con Thouret y Faivre (1989), por debajo de los 700 msnm la temperatura media anual del aire varía entre los 24 y 28°C; entre los 1100 y 2300 msnm la temperatura media anual del aire varía entre los 14 y 20°C; entre los 2300 y 3800 msnm la temperatura media anual del aire varía entre los 6 y 14°C y entre los 3800 y 4500 msnm la temperatura media anual del aire varía entre los 0 y 6°C.

Tabla 18. Rangos de temperatura y su distribución por área (ha) y porcentaje para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Clima	Rango de temperatura	Rango altitudinal	Área (ha)	Porcentaje (%)
Cálido	> 24°C	0 - 800 msnm	437766,57	40,27
Templado	Entre 18°C y 24°C	800 - 1.800 msnm	242623,31	22,32
Frío	Entre 12°C y 18°C	1.800 - 2.800 msnm	187747,75	17,27
Muy Frío	Entre 6°C y 12°C	2.800 - 3.700 msnm	166221,79	15,29
Extremadamente Frío	Entre 1,5°C y 6°C	3.700 - 4.500 msnm	48335,62	4,45
Nival	< 1,5°C	> 4.500 msnm	4375,23	0,4
Total			1087070,26	100

Fuente: Elaboración propia, insumos red estaciones IDEAM. Cálculos a partir de la cartografía.

En la Figura 9, se observa una distribución de la temperatura muy relacionada con el gradiente altitudinal, siendo las zonas más bajas del entorno regional, aquellas que presentan el clima más cálido, y las zonas más altas aquellas que presentan los climas muy fríos y extremadamente fríos.

De acuerdo con Thouret y Faivre (1989), por debajo de los 700 msnm la temperatura media anual del aire varía entre los 24 y 28°C; entre los 1100 y 2300 msnm la temperatura media anual del aire varía entre los 14 y 20°C; entre los 2300 y 3800 msnm la temperatura media anual del aire varía entre los 6 y 14°C y entre los 3800 y 4500 msnm la temperatura media anual del aire varía entre los 0 y 6°C.

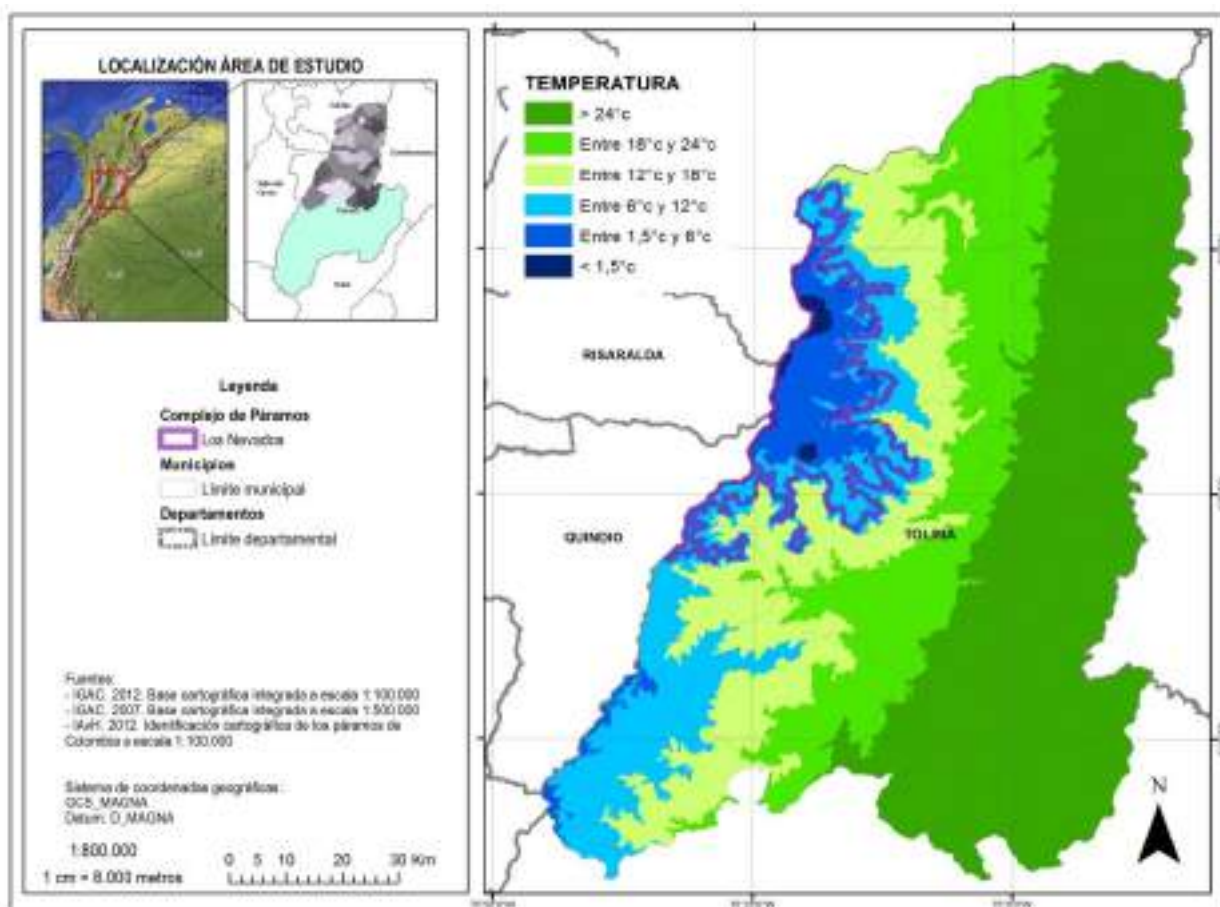
c. Humedad Relativa⁶

Es el vapor de agua que existe en una masa de aire, expresado como un porcentaje de la cantidad total que existiría si el aire estuviese saturado a esta temperatura. Se expresa en unidades enteras que van de cero (0) hasta el 100%. Los valores de humedad relativa dependen necesariamente de la temperatura del momento. En las zonas tropicales continentales, en donde las variaciones de la temperatura durante el día son generalmente grandes, la humedad relativa cambia considerablemente en el curso del día (IDEAM, 2005).

La humedad relativa promedio registrada en la estación “Aeropuerto Mariquita”, es aproximadamente del 77,1%, y sigue el patrón de lluvia de la zona, incrementándose en el mes de febrero, ascendiendo hasta el mes de abril, y descendiendo hasta el mes de agosto, donde se presentan valores del orden del 69%, luego inicia un ascenso hasta el mes de noviembre, donde se presentan los mayores valores (del orden de 84%), por lo que a nivel mensual, los mayores valores de humedad relativa corresponden a los meses de mayores precipitaciones y viceversa, ajustándose a un comportamiento bimodal (CORTOLIMA, 2014) (Gráfica 2).

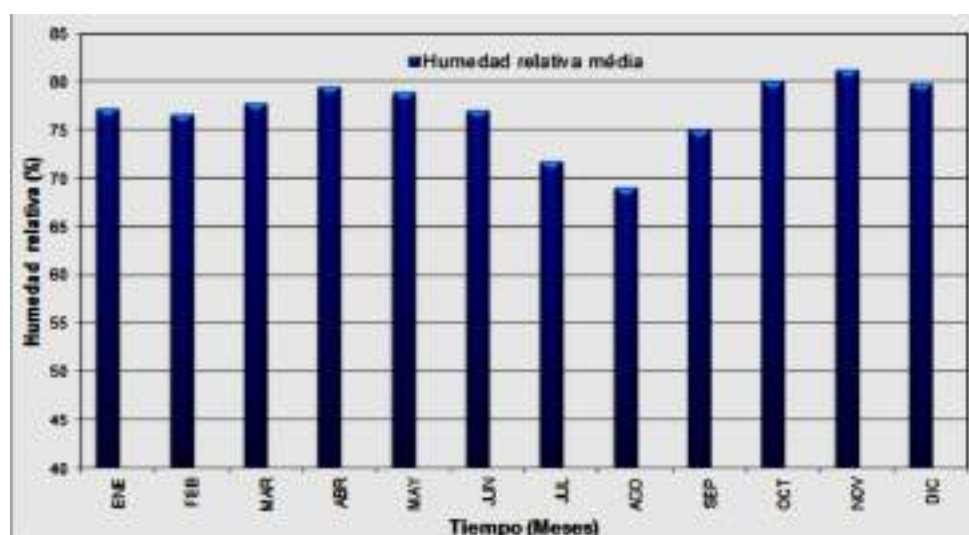
⁶ Se presenta información relacionada con la cuenca del río Gualí. Se cuenta con información para dos (2) estaciones: Aeropuerto Mariquita y Villahermosa.

Figura 10. Distribución espacial de la temperatura para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.



Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA.

Grafica 2. Humedad relativa media, SZH río Gualí. Estación Aeropuerto Mariquita.



Fuente: CORTOLIMA, 2014.

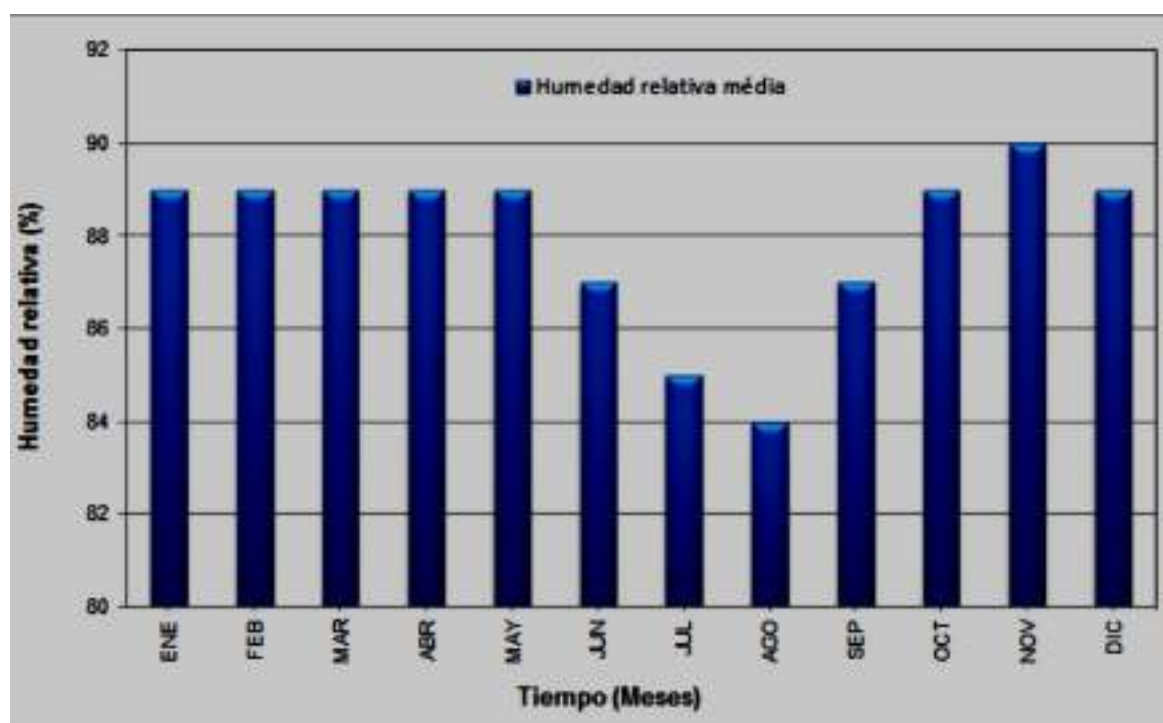
Para la estación Villahermosa, localizada en la parte media alta de la cuenca, se observa una humedad relativa constante del 89% durante los primeros cinco (5) meses del año, descendiendo hasta el mes de agosto, el cual comprende el periodo seco del año llegando al 84% y ascendiendo de nuevo hasta el mes de noviembre llegando al 90% de humedad, también se observan fluctuaciones que coinciden con los periodos de lluvia, pero solo de junio a diciembre (CORTOLIMA, 2014) (Gráfica 3).

d) Brillo Solar⁷

La duración del brillo solar o heliofanía en horas, representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre alguna localidad, entre el alba y el atardecer (IDEAM, 2005).

El comportamiento del brillo solar en la cuenca del río Gualí está relacionado con las variaciones de la precipitación, la temperatura y la evaporación, de acuerdo a lo registrado en la estación de La Esperanza, observándose a lo largo del año dos (2) periodos de valores de insolación altos y dos (2) de bajos, ajustados a un régimen bimodal, correspondiente a las dos (2) temporadas de lluvias y a las dos (2) de estiaje que se presentan en la zona Andina Colombiana.

Gráfica 3. Humedad relativa media para la SZH del río Gualí. Estación Villahermosa.

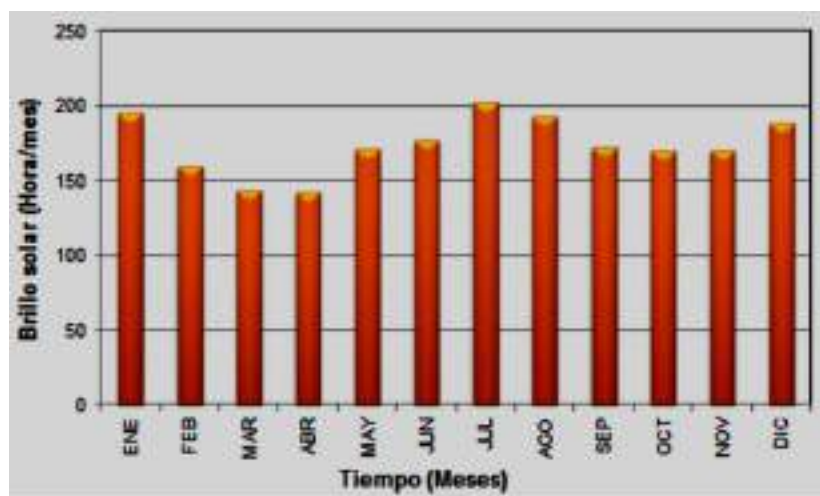


Fuente: CORTOLIMA, 2014.

De acuerdo a los registrados de la estación Climatológica La Esperanza (Gráfica 4) y en concordancia con el comportamiento de la temperatura y la evaporación, el mes de mayor brillo solar se registra en el segundo período seco del año, es decir, al mes de julio, con 203 horas sol/mes, mientras que las menores insolaciones se presentan en abril, con valores de 142.5 horas sol/mes, correspondiente al segundo mes del primer período de lluvias del año, para un promedio anual de 2089.6 horas sol/año, equivalente a 5.7 horas de sol al día.

⁷ Se presenta información para la cuenca del río Gualí, a partir de dos estaciones meteorológicas (La Esperanza y Villahermosa).

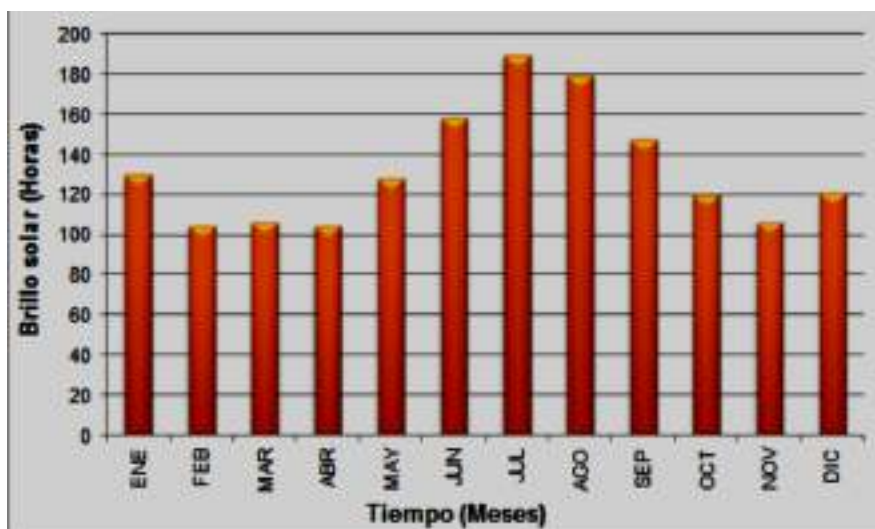
Grafica 4.Brillo solar medio mensual para la SZH del río Gualí (años 1992 - 2011). Estación La Esperanza.



Fuente: CORTOLIMA (2014).

La Gráfica 5, muestra los valores de brillo solar, para la estación Villahermosa, determinándose, que en esta zona de la cuenca, se registran en promedio 105 horas mensuales de brillo solar; los mayores valores de brillo solar (horas/mes), para el periodo 1992-2011, corresponden a los meses de julio y agosto, con 190 y 180 horas/mes, respectivamente, que corresponden a la temporada de verano.

Grafica 5.Brillo solar medio mensual para la SZH del río Gualí (años 1992 – 2011). Estación Villahermosa.



Fuente: CORTOLIMA (2014).

E) Evaporación Potencial

De acuerdo con el IDEAM (2005) la evaporación, se define como la emisión de vapor de agua desde una superficie húmeda a temperatura inferior al punto de ebullición. La transferencia del agua desde la superficie terrestre a la atmósfera se efectúa por tres procesos diferentes:

- Por evaporación del agua líquida.
- Por sublimación del hielo.
- Por transpiración de las plantas.

La evaporación se produce a partir de superficies de agua o de superficies sólidas húmedas, como ocurre con el suelo. La sublimación es la transformación directa en vapor de agua del hielo o de la nieve. Y la transpiración es la emisión de vapor de agua a través de las hojas de las plantas.

Se presenta a continuación información relacionada con datos de evaporación, de las SZH de los ríos Coello, Totare y Gualí. Esta información es tomada de los documentos de los Planes de Ordenación y Manejo de cada una de las cuencas.

- Río Coello

De acuerdo a la información obtenida a partir de las estaciones meteorológicas que se ubican en la cuenca del río Coello, se evidencia que a medida que disminuye el gradiente altitudinal, aumenta la evaporación potencial. Esto puede deberse a que existe una relación directa entre variables como la temperatura, precipitación, brillo solar, etc. En general, las zonas con mayores precipitaciones y mayores temperaturas, pueden presentar mayores niveles de evaporación, situación que se evidencia en la cuenca del río Coello (Gráfica 6).

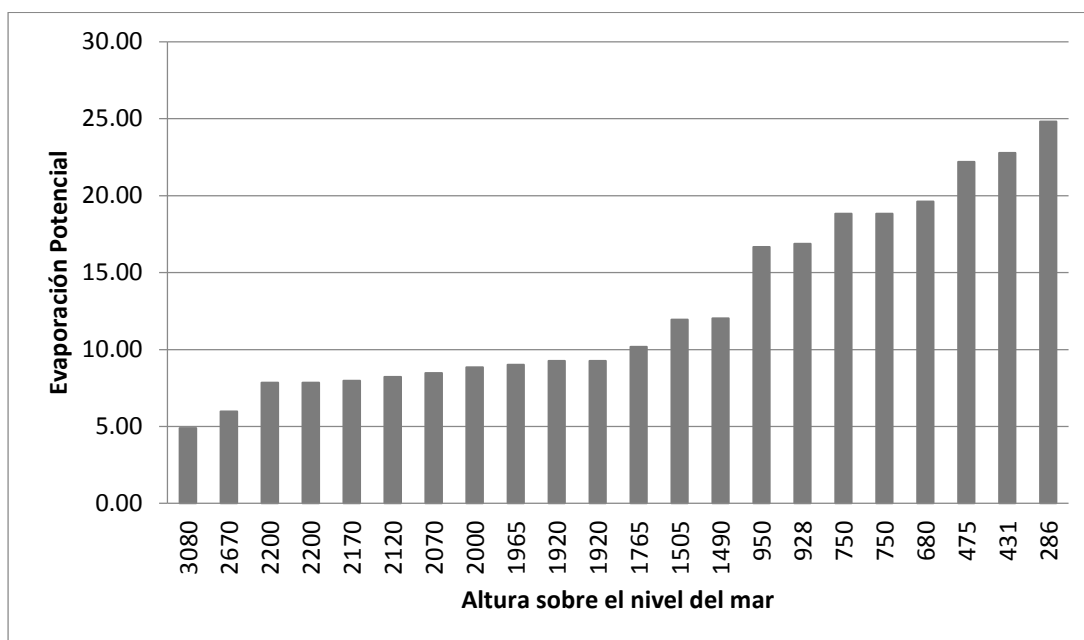
- Río Totare

De acuerdo al POMCA del río Totare, se puede determinar que la mayor evapotranspiración potencial ocurre en la estación Venadillo, donde se evapotranspiran 273.34 mm; siendo el mes de julio en la estación Alvarado el de mayor ocurrencia con 27.35 mm. La menor evapotranspiración ocurre en la estación La Laguna donde se presentan 42.81 mm y en ella, el mes de mayor volumen corresponde a mayo con 4.39 mm.

- Río Gualí

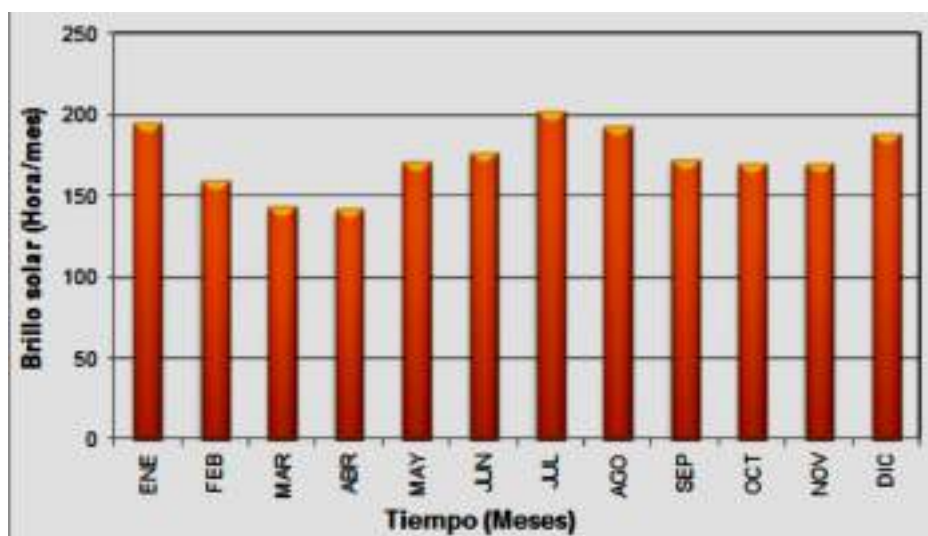
Para el río Gualí, se cuenta con información de dos (2) estaciones (La Esperanza y Villahermosa). El análisis de la evaporación de la estación La Esperanza, muestra valores medios anuales de evaporación potencial de 1677 mm, con un comportamiento de tipo bimodal, ajustado a las variaciones de la precipitación en la zona a lo largo del año, con la ocurrencia de dos (2) períodos de evaporación altos, en concordancia con los dos períodos secos, el primero de mediados de enero a marzo y el segundo de julio a agosto, con máximos durante el mes de agosto (175.5 mm) y dos (2) períodos de valores de evaporación bajos, correspondientes a los meses de lluvia, con valores mínimos durante el mes de abril, como se muestra en la Gráfica 7 (CORTOLIMA, 2014).

Grafica 6. Evaporación potencial promedio multianual (años 1987 - 2002), para la SZH del río Coello.



Fuente: Elaboración propia, insumos POMCA río Coello.

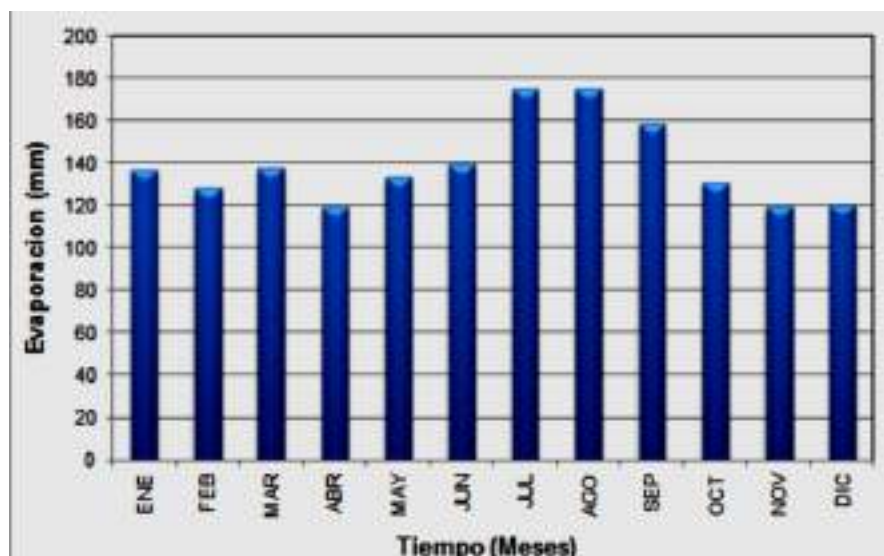
Grafica 7. Evaporación potencial promedio multianual (años 1992 - 2011), para la SZH del río Gualí. Estación La Esperanza.



Fuente: CORTOLIMA (2014).

La Gráfica 8, muestra los valores medios mensuales de evaporación, registrados en la estación Villahermosa, para el periodo 1992-2011, destacándose que los mayores registros de evaporación, se presentan en los meses de julio y agosto, con valores superiores a los 175 mm; durante los meses de abril y diciembre, se presentan valores relativamente bajos evaporación (CORTOLIMA, 2014).

Grafica 8. Evaporación potencial promedio multianual (años 1992 – 2011), para la SZH del río Gualí. Estación Villahermosa.



Fuente: CORTOLIMA (2014).

5.3.1.1 Clasificación Climática

a) Temperatura y Gradiente Altitudinal - Clasificación Climática Caldas

Se identificaron los pisos térmicos en el Entorno Regional de la zona de páramos de acuerdo a la clasificación básica de Caldas, la Tabla 19 muestra la clasificación en área y porcentaje de los pisos térmicos para el Entorno Regional, en ella se puede apreciar la mayor parte de la región se encuentra entre los 0 y 800 msnm correspondiendo al piso térmico Cálido y entre los 800 a 1.800 msnm, correspondiendo al piso térmico Templado, entre ambas categorías ocupan un poco más del 62% de la superficie de la zona.

Tabla 19. Pisos térmicos (Clasificación Caldas) para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Clima	Rango de temperatura	Rango altitudinal	Área (ha)	Porcentaje (%)
Cálido	> 24°C	0 - 800 msnm	437766,57	40,27
Templado	Entre 18°C y 24°C	800 - 1.800 msnm	242623,31	22,32
Frío	Entre 12°C y 18°C	1.800 - 2.800 msnm	187747,75	17,27
Muy Frío	Entre 6°C y 12°C	2.800 - 3.700 msnm	166221,79	15,29
Extremadamente Frío	Entre 1,5°C y 6°C	3.700 - 4.500 msnm	48335,62	4,45
Nival	< 1,5°C	> 4.500 msnm	4375,23	0,4
Total			1087070,26	100

Fuente: Elaboración propia, cálculos a partir de la cartografía.

b) Temperatura y Precipitación (mm) - Clasificación del Clima según Factor Lang

Según la clasificación de Richard Lang establecida en 1915 y la cual se basa en el factor Lang, que consiste en la relación P/T (precipitación en mm y temperatura en grados centígrados), para determinar los tipos de clima en una región. La escala permite determinar los tipos de clima, desde Desértico, hasta Superhúmedo donde el aumento de la relación P/T es afectado bien por grandes cantidades de precipitación pese a altas temperaturas o por el contrario, temperaturas muy bajas acompañadas de precipitaciones escasas.

La Tabla 20 indica los tipos de clima obtenidos, el área y porcentaje de cada uno, para el entorno regional del complejo de páramos Los Nevados según la clasificación climática de Richard Lang. Los valores obtenidos indican un clima predominantemente Semiárido y Semihúmedo ya que se tienen porcentajes de cobertura del 29,98% y 23,59% respectivamente, en relación con el área total del Entorno Regional.

Tabla 20. Tipo de clima para el Entorno Regional, según clasificación por Factor Lang.

Clima	Área (ha)	Porcentaje
Árido	950,59649	0,08744573
Húmedo	292799,273	26,9347147
Semiárido	325972,234	29,9863078
Semihúmedo	256543,286	23,5995128
Superhúmedo	210804,872	19,392019
Total	1087070,26	100

Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA y cálculos a partir de la cartografía.

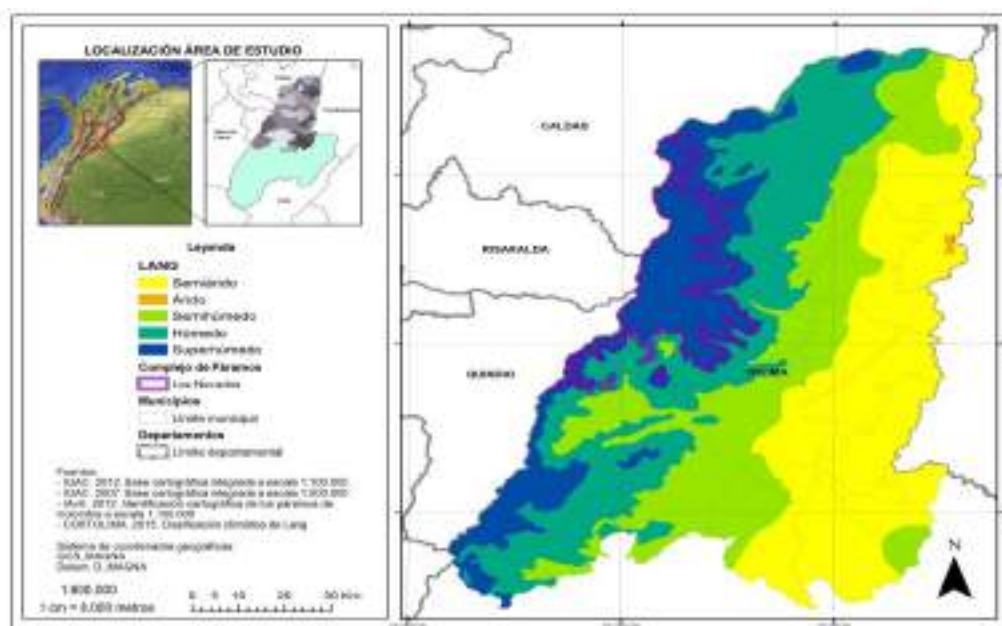
La distribución espacial de los tipos de clima de acuerdo al factor Lang, se presenta en la Figura 10, en la que se evidencia que las zonas Superhúmedas (19,39%) se encuentran hacia el área correspondiente al complejo de páramos Los Nevados, y los demás tipos de clima (Húmedo 26,93%, Semihúmedo 23,59%, Semiárido 29,98% y Árido 0,08%), se distribuyen a lo largo del resto del Entorno Regional.

c) Altura sobre el Nivel del Mar, Temperatura y Precipitación (mm). Sistema de Clasificación del Clima Caldas - Lang

En el año de 1962, Schauffelberguer, unió la clasificación de Richard Lang con la de Caldas, obteniendo 25 clases de climas, que además de la precipitación y temperatura considera la altura de un lugar.

La mayor parte del Entorno Regional (29,92%) se encuentra dentro de la clase de clima Cálido Semiárido, siguiendo en un 12,40% el área ocupada por las zonas que se clasifican dentro del clima Frío Húmedo. Las clases de clima identificados para el Entorno Regional de los complejos de páramos Los Nevados, se indican en la Tabla 21.

Figura 11. Distribución espacial de los tipos de clima, según clasificación Lang, para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.



Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA.

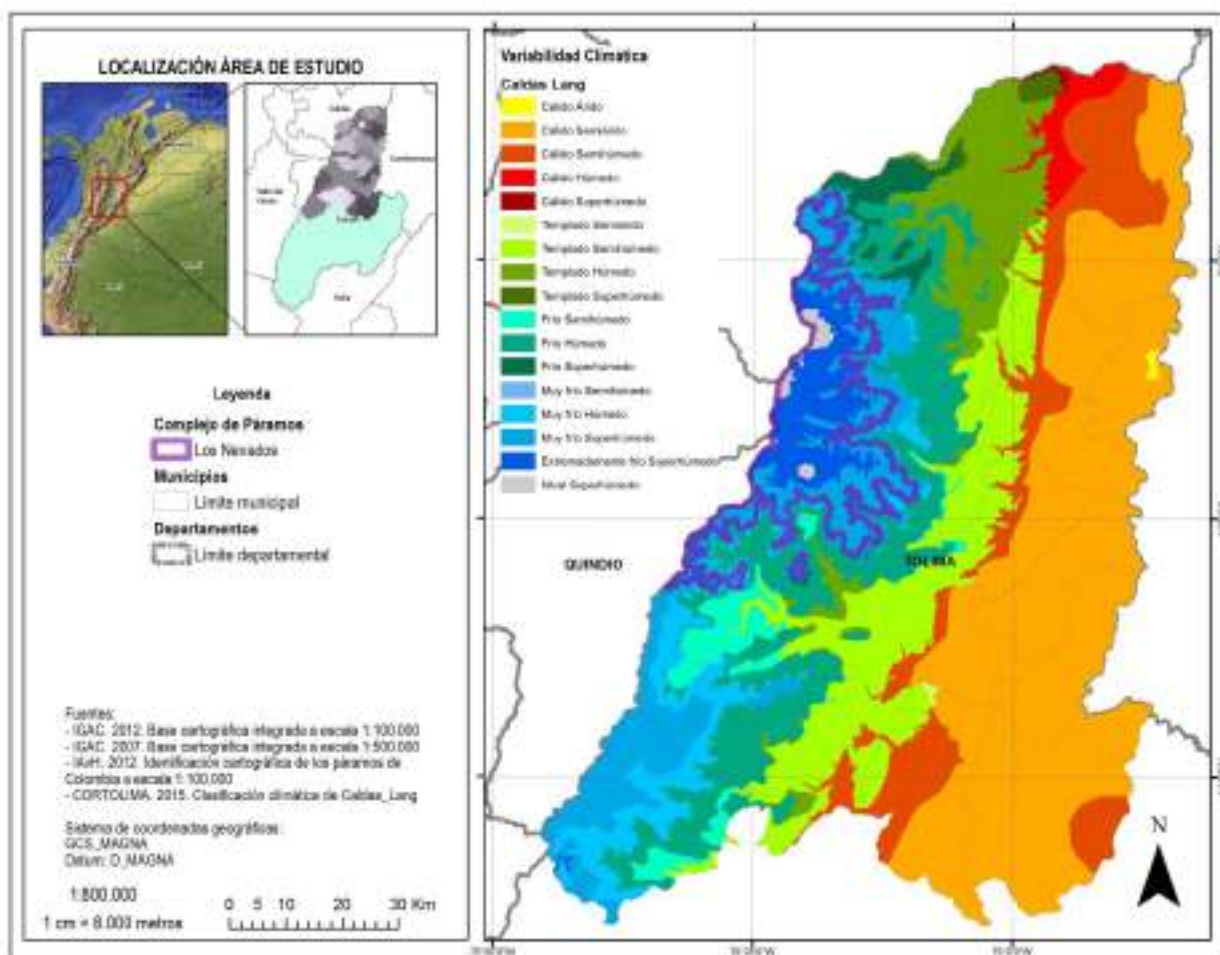
Tabla 21. Clases de clima para el Entorno Regional, según clasificación Caldas - Lang.

Clase clima	Área (ha)	Porcentaje (%)
Cálido Árido	950,6	0,09
Cálido Húmedo	31423,19	2,89
Cálido Semiárido	325268,06	29,92
Cálido Semihúmedo	99003,59	9,11
Cálido Superhúmedo	5448,11	0,5
Extremadamente Frío Superhúmedo	35715,51	3,29
Frío Húmedo	134756,91	12,4
Frío Semihúmedo	27671,08	2,55
Frío Superhúmedo	16173,2	4,62
Muy Frío Húmedo	50205	4,62
Muy Frío Semihúmedo	209,75	0,02
Muy Frío Superhúmedo	125116,05	11,51
Nival Superhúmedo	4426,48	0,41
Templado Húmedo	76414,17	7,03
Templado Semiárido	704,17	0,06
Templado Semihúmedo	129658,87	11,93
Templado Superhúmedo	23925,52	2,2
Total	1087070,26	100

Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA. Cálculos a partir de la cartografía.

La distribución espacial de las clases de clima para el área de estudio, de acuerdo al sistema de clasificación Caldas-Lang, se presenta en la Figura 12, donde se puede observar que en las zonas más altas del complejo de páramo, se encuentran las áreas con el clima bajo la clasificación Extremadamente Frío Superhúmedo, las áreas de páramo propiamente dicho, presentan climas entre Muy frío Superhúmedo y Muy frío Húmedo. Hacia el oriente de la zona de estudio, correspondiendo esta parte a las partes más bajas, los climas que se presentan entran en los grupos de clasificación templados y cálidos, con sus variantes húmedas (considerando que en estas zonas se presentan altos rangos de precipitación).

Figura 12. Distribución espacial de los tipos de clima, según clasificación Caldas-Lang, para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA.

5.3.1.2 Análisis Cambio Climático - Monitoreo Glaciares

a) Contexto

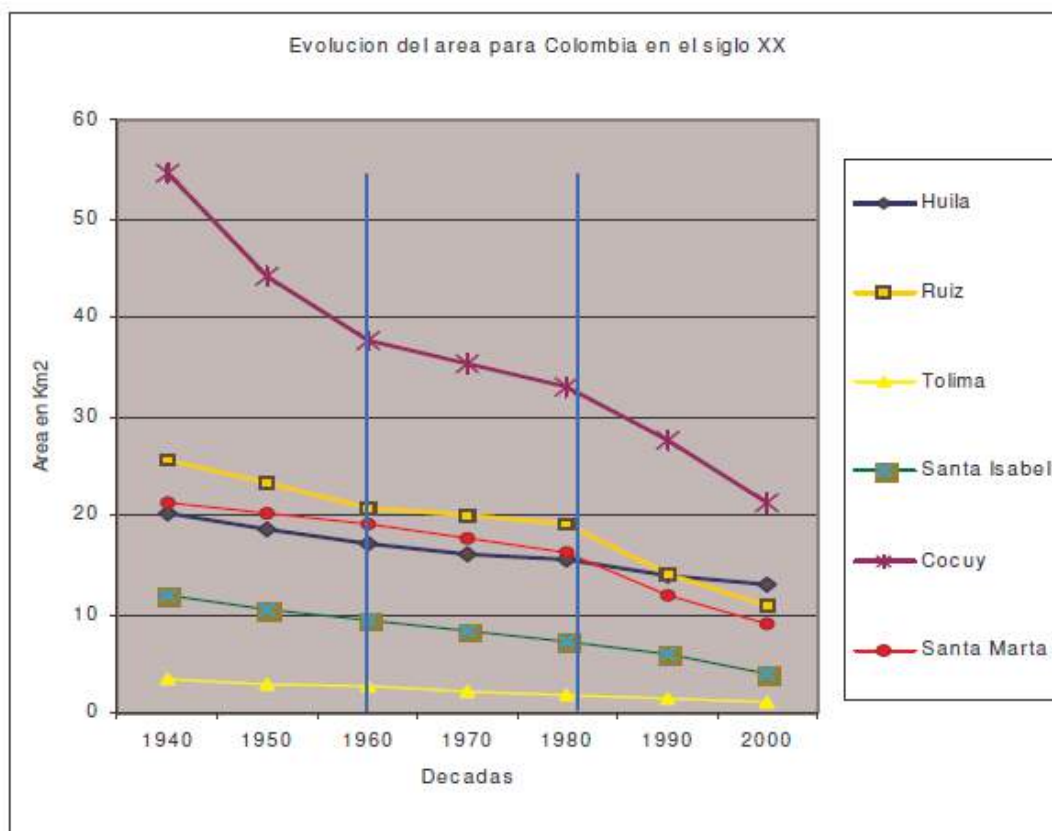
De acuerdo con Ceballos y Tobón (2008), las masas glaciares se han considerado como importantes indicadores de los cambios climáticos ocurridos en el planeta, ya que se encuentra una relación directa entre la dinámica glaciar con dichos eventos.

La reconstrucción de las áreas nevadas del pasado ha sido posible gracias a la información resultado de la interpretación de fotografías aéreas y trabajos de campo realizados por diferentes investigadores, complementada con datos obtenidos a través de crónicas, documentos de la época de la Colonia Española, entrevistas a campesinos y testimonios de montañistas (Ceballos y Tobón, 2008).

La recopilación de dicha información ha permitido conocer la evolución de los actuales nevados del país desde la Pequeña Edad de Hielo (PEH), ocurrida entre los siglos XVII y XIX. Según las estimaciones realizadas por Ceballos y Tobón (2008), para el final de dicho periodo, las zonas nevadas que se conocen, contaban con un área glaciar de 348,9 km², la cual se ha reducido en cerca de un 84% en los últimos 150 años teniendo las mayores pérdidas durante los últimos 20 años.

A partir de mediados del siglo XX, a partir de interpolaciones y análisis detallados ha sido posible conocer mejor el área de las zonas nevadas. Se ha establecido el área para cada uno de los seis nevados que actualmente existen en el país, encontrando tres periodos de pérdida marcados: el primero entre la década del 40 y 50 donde se da a nivel general una rápida pérdida; el segundo entre 1960 y 1980 donde la tasa de pérdida disminuye; y un tercer período desde la década del 80 hasta el presente donde nuevamente se incrementa el proceso de fusión (Gráfica 9).

Gráfica 9. Evolución de los glaciares actuales en Colombia, desde la segunda mitad del Siglo XX.

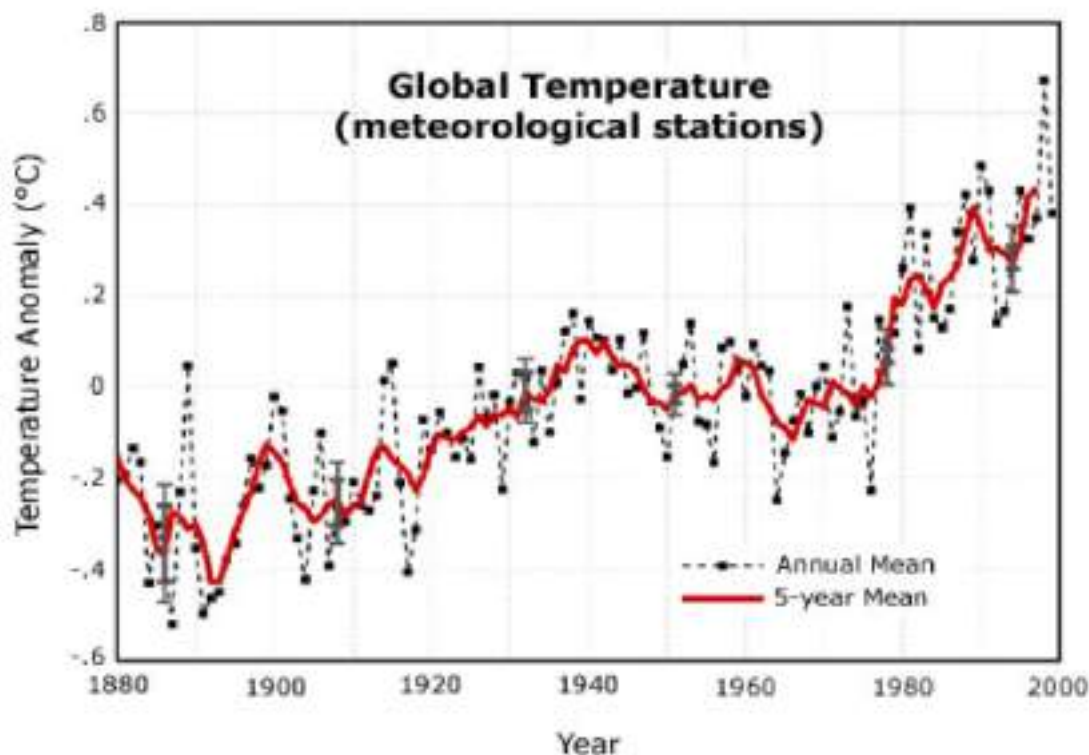


Fuente: Ceballos y Tobón (2008).

Como se puede observar en la gráfica anterior, los tres (3) nevados que se encuentran dentro del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados (nevado del Ruíz, nevado del Tolima y nevado de Santa Isabel), presentan áreas de glaciación por debajo de los 10 km². Siendo de los tres (3), el volcán nevado del Tolima, el que históricamente ha presentado los más bajos niveles de masa glaciación, tanto que al año 2000, presentaba menos de 5 km².

Esta variación se puede relacionar directamente con información climática a nivel global (Gráfica 10) donde se presenta un aumento de temperatura en la década del 40 y un periodo estable en las décadas del 60 y 70 para nuevamente incrementarse fuertemente desde la década del 80 (Amstrong, 2002; citado por Ceballos y Tobón, 2008).

Gráfica 1. Variaciones de la temperatura mundial en el último siglo.



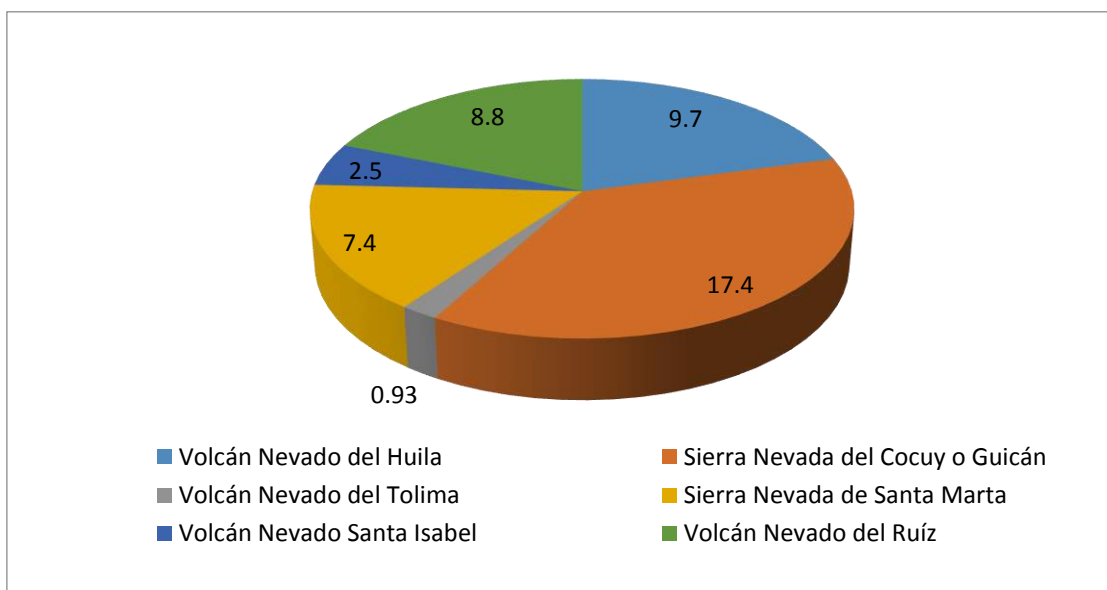
Fuente: Ceballos y Tobón (2008).

b) Glaciares actuales en Colombia

Sobre el territorio colombiano existen actualmente seis (6) nevados o glaciares de montaña. Estos nevados, como comúnmente se suelen llamar en Colombia, ocupan un área actual de 46.8 km², cifra calculada con base en el procedimiento de imágenes Landsat Spot y QuickBir de 2006 y 2007 (Gráfica 11) (Ceballos *et al.*, 2011).

A partir de los cálculos realizados con fotografías aéreas e imágenes de satélite se tiene el cálculo de áreas de la última década, encontrando que el porcentaje que pierden los glaciares colombianos es cada vez más alto pasando de 2,69% de pérdida anual en promedio entre el periodo 1997 - 2003 a 3,5% para el periodo 2003 - 2007. Para los volcanes nevados, presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, los datos de pérdida de masa glaciar para el período comprendido entre 1996 y 2006, se observan en la Tabla 22.

Gráfica 2. Área glaciar actual en Colombia.



Fuente: Adaptada de Ceballos y colaboradores (2011).

Tabla 22. Porcentaje de pérdida glaciaria anual para los volcanes nevados, presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Glaciar	Año	Área Total (Km ²)	Pérdida Total entre periodos (Km ²)	Pérdida Anual (Km ²)	Pérdidas en % anual
Volcán Nevado del Ruiz	1997	11,76			
	2002	10,32	1,4	0,29	2,45
	2007	8,82	1,5	0,3	2,91
Volcán Nevado Santa Isabel	1996	5,3			
	2002	3,3	2	0,33	6,29
	2006	2,6	0,7	0,18	5,38
Volcán Nevado del Tolima	1996	1,2			
	2002	1	0,1	0,024	2,01
	2006	0,9	0,1	0,027	2,6

Fuente: Adaptada de Ceballos y Tobón (2008).

c) Monitoreo de Glaciares en Colombia

El retroceso de los glaciares en Colombia como evidencia del Cambio Climático Global se estudia en seis (6) glaciares: Nevados Ruiz (9,7 km²), Santa Isabel (1,8 km²), Huila (9,7 km²), Tolima (0,74 km²) y dos (2) sierras nevadas, El Cocuy o Gúicán (16,0 km²) y Santa Marta (7,4 km²). Cabe señalar que los glaciares Colombianos, los cuales, presentan áreas, espesor y volumen relativamente pequeños, son muy sensibles a los cambios de precipitación y temperatura, estando fuertemente influenciados por la dinámica climática mundial. Con base en datos de área glaciaria calculadas de las últimas tres décadas, es posible manifestar que para el año 2010, en Colombia, se había reducido el área glaciaria en un 51% con respecto a la de hace 30 años y con una tendencia actual de disminución del 3% por año (IDEAM, 2015a).

El IDEAM, ha implementado el monitoreo de los glaciares en el país, a partir del año 2006, monitoreando parámetros físicos, los cuales se relacionan con: a) Retroceso del frente glaciar, b) Balance de masa, c) Aguas de fusión, d) Cálculo de áreas y e) Parámetros atmosféricos (Ceballos y Tobón, 2008). Estos cinco (5) parámetros, han sido monitoreados año a año en el glaciar Conejeras del volcán nevado Santa Isabel y en el nevado Ritacuba Negro de la Sierra Nevada de Cocuy o Güican. El glaciar Conejeras, está ubicado en el flanco Occidental del volcán nevado de Santa Isabel, correspondiendo al departamento de Caldas, por lo cual no hace parte del entorno regional del complejo de páramos Los Nevados, bajo jurisdicción de CORTOLIMA.

Se cuenta con información del indicador Cambio de Superficie Glaciar, el cual está definido, como la diferencia numérica de cobertura glaciar de una unidad espacial de referencia j , entre dos (2) momentos de tiempo diferentes t_1 y t_2 (IDEAM, 2014).

El cual tiene como finalidad / propósito, obtener información precisa, confiable y actualizada de la cobertura glaciar y su cambio en el tiempo. Esta información permite conocer la intensidad del calentamiento de la baja atmósfera y percibir los impactos en el sistema de alta montaña (IDEAM, 2014).

De acuerdo con el IDEAM (2014), el cálculo de cambio de superficie para un glaciar se define mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta SG1_{t1-t2} = SG1_{t1} - SG1_{t2}$$

Dónde:

$\Delta SG1_{t1-t2}$: Es el cambio de superficie del glaciar 1, entre los momentos de tiempo t_1 y t_2 .

$SG1_{t1}$: Es la superficie del glaciar 1 calculada en el tiempo 1.

$SG1_{t2}$: Es la superficie del glaciar 1 calculada en el tiempo 2.

La superficie glaciar total nacional (SGT) es la sumatoria de las seis (6) superficies glaciares.

El indicador, según IDEAM (2014), se calcula realizando la diferencia aritmética entre los datos de superficie glaciar obtenidos para dos momentos de tiempo diferentes (t_1 y t_2), el cual se interpreta como el cambio de superficie sucedido para el periodo de tiempo t_1 - t_2 .

La periodicidad del indicador depende de la disponibilidad en cantidad y calidad (nubosidad y resolución espacial) de las imágenes de satélite o fotografías aéreas utilizadas para realizar el cálculo. La exactitud del cálculo del cambio de superficie glaciar depende de: 1) Resolución temporal, espacial y espectral de la imagen de satélite; 2) Proceso fotogramétrico aplicado; y 3) Habilidad y experiencia del intérprete (IDEAM, 2014).

Para su interpretación, debe considerarse, que el indicador toma valores negativos, positivos o iguales a cero. Los valores positivos indican una disminución o pérdida de área o cobertura glaciar para el nevado objeto de cálculo o para el área total nacional. Valores nulos o iguales a cero, indican que la superficie cubierta por glaciar no cambió entre el intervalo de tiempo t_1 y t_2 . Y valores negativos indican un aumento en la superficie del glaciar para el nevado objeto de estudio o para el total nacional (IDEAM, 2014).

De acuerdo con la información obtenida a partir de consultas en el IDEAM, para los volcanes nevados presentes en el entorno regional del complejo de páramos Los Nevados, se presentan en la

Tabla 23, los valores del Indicador Cambio de Superficie Glaciar para el período de tiempo entre 1850 y 2007.

Tabla 23. Indicador cambio de superficie glaciar para los volcanes nevados presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados (1850 - 2007).

Año	Volcán - Nevado del Tolima	Volcán - Nevado Santa Isabel	Volcán - Nevado del Ruiz	Total	Periodo de cambio	Cambio de superficie glaciar (km ²) ¹
1850 ^a	8,6	27,8	47,5	83,9		
1939	3,5	12	25,9	41,4	1850-1939	42,5
1946	3,1	10,8	24,2	38,1	1939-1946	3,4
1954	2,8	9,9	22,2	35	1946-1954	3,1
1958	2,7	9,5	21,2	33,5	1954-1958	1,5
1959	2,7	9,4	21	33,1	1958-1959	0,4
1965	2,4	8,8	20,5	31,7	1959-1965	1,4
1975	2,1	7,7	19,6	29,3	1965-1975	2,3
1978	1,9	7,4	19,3	28,6	1975-1978	0,7
1981	1,8	7	19,1	27,9	1978-1981	0,7
1985	1,7	6,6	18,7	27	1981-1985	0,9
1986	1,6	6,5	17	25,1	1985-1986	1,8
1987	1,6	6,4	16,3	24,3	1986-1987	0,9
1989	1,5	6,1	14,8	22,5	1987-1989	1,8
1990	1,5	6	14,1	21,6	1989-1990	0,9
1994	1,3	5,4	12,5	19,2	1990-1994	2,3
1995	1,3	5,3	12,1	18,7	1994-1995	0,6
1997	1,2	5	11,8	17,9	1995-1997	0,7
2001	1,1	3,5	10,6	15,2	1997-2001	2,8
2002	1	3,1	10,3	14,5	2001-2002	0,7
2003	1	3	10	14	2002-2003	0,5
2007	0,9	2,6	10	13,6	2003-2007	0,5
2008	(-)	(-)	(-)	(-)	2007-2008	Sin dato
2009	(-)	(-)	(-)	(-)	2008-2009	Sin dato
2010	0,7	1,8	9,7	12,2	2009-2010	Sin dato
2013	(-)	(-)	(-)	(-)	2010-2013	Sin dato
(-) Dato no disponible						
¹ Señala la diferencia numérica de la superficie glaciar entre dos momentos de tiempo diferentes t ₁ y t ₂ . Valores positivos indican una disminución de área glaciar para el país, iguales a cero señalan que la superficie cubierta por glaciar no cambió en el periodo de tiempo analizado y negativos indican un aumento de área glaciar.						
^a El área glaciar de 1850 se calculó utilizando métodos de reconstrucción de paleoclima (mediante el método de depósitos morrénicos).						

Fuente: Adaptada de IDEAM (2014).

5.3.2 Geología

Según la memoria explicativa del mapa Geológico del departamento del Tolima a escala 1:250.000 (INGEOMINAS, 1999) el departamento del Tolima está ubicado en la zona central de Colombia, extendiéndose entre las cordilleras Central y Oriental y el valle superior del Magdalena, el cual se caracteriza por tres (3) zonas geológicamente diferenciadas; el flanco Oriental y la cima de la cordillera Central de Colombia, conformada por rocas cristalinas, metamórficas e ígneas, cubiertas por depósitos volcánicos, constituyendo el núcleo de esta cordillera. En las estribaciones y parte media se encuentran zonas con afloramientos de unidades sedimentarias, algunas fosilíferas y otras con metamorfismo incipiente, asignadas al Ordovícico y Devónico - Carbonífero. A finales del Paleozoico un evento magmático permitió el emplazamiento de intrusivos sinorogénicos, durante una de las fases de deformación que sufrió la cordillera Central durante su larga historia geológica.

En el Mesozoico y Cenozoico, especialmente durante el Jurásico, tuvo lugar un importante evento magmático, no sólo en el departamento del Tolima, sino en todo el territorio colombiano, que trajo consigo el emplazamiento del Batolito de Ibagué y otros plutones menores. En las estribaciones de la cordillera se acumularon, en el Triásico - Jurásico, las formaciones Luisa (conglomerados y areniscas), Payandé (predominantemente calizas) y Saldaña (lavas y piroclastitas).

El valle del Magdalena está conformado por rocas sedimentarias marinas del Cretácico y continentales del Cenozoico, así como por abundantes depósitos sedimentarios del Cuaternario, especialmente aluviones y abanicos de origen fluviovolcánico. En el límite con la cordillera Central estas unidades sedimentarias recubren las rocas más antiguas. Hacia el sur, en el llamado Arco de Natagaima, están expuestas vulcanitas de la Formación Saldaña y Plutonitas Jurásicas.

En el flanco occidental de la cordillera Oriental son comunes unidades sedimentarias del Cretácico y Cenozoico, así como algunos afloramientos de vulcanitas de la Formación Saldaña y pequeñas exposiciones de rocas intrusivas del Jurásico.

El complejo de páramos Los Nevados se localiza sobre la vertiente Oriental de la cordillera Central, la cual está constituida por rocas ígneas y metamórficas del Proterozoico al Terciario, recubiertas por rocas volcánicas y depósitos volcano-sedimentados del Terciario y Cuaternario. En las estribaciones aparecen rocas sedimentadas del Mesozoico y Cenozoico. Es una región de altas pendientes topográficas con relieve muy quebrado.

Se identificaron para la zona de estudio 37 Unidades Geológicas Cartografiables, a partir de la revisión de información de INGEOMINAS (Escala 1:250.000), los Planes Básicos de Ordenamiento Territorial y las Agendas Ambientales de los Municipios que conforman el entorno regional (Figura 12). A continuación se describen⁸.

Período Precámbrico - Eón Proterozoico

- Neises y Anfibolitas de Tierradentro (P_{enat}): Secuencia de neises cuarzo-feldespáticos y anfibolitas. Las rocas que forman esta unidad son metamórficas, facies anfibolita-granulita. Los afloramientos de esta unidad, se localizan en los municipios de Mariquita, Alvarado, Armero (Guayabal), Lérída, Líbano, Ibagué, Roncesvalles, Rovira, San Luis y Venadillo.

⁸ Se describen las unidades geológicas que se identifican a escala 1:100.000.

Era Paleozóica

- Grupo Cajamarca (q, ev, es): Se ha interpretado como una secuencia metasedimentaria que varía ampliamente, es el resultado de varios episodios metamórficos regionales a los cuales se les superponen efectos térmicos y dinámicos locales. Presenta una foliación regional e inclinación casi vertical. En el sector afloran esquistos verdes y esquistos negros, principalmente, también lo conforman esquistos cuarzo-sericíticos, esquistos cuarzo-moscovíticos, filitas cuarzosas, cuarcitas, esquistos anfibólicos y mármoles; los cuales presentan entre sí contactos gradacionales, haciendo difícil trazar el límite entre estas unidades, por lo que se toma el conjunto como una sola unidad. En el área se encuentran afloramientos importantes en los municipios de Mariquita, Falán, Fresno, Herveo, Ibagué, Palocabildo, Armero (Guayabal), Lérica, Líbano, Murillo, Roncesvalles, Venadillo y Villahermosa.
- Rocas de Santa Teresa (Pzrst): Conjunto de areniscas y conglomerados, con cantos de rocas metamórficas e intercalaciones de arcillolitas, que aflora en los alrededores del caserío de Santa Teresa, al Sur del Líbano. Rocas similares han sido reportadas sobre el río San Romualdo y la quebrada Cay, al Noroeste de Ibagué. Las areniscas son de color gris verdoso, grano fino a medio, de composición lítica. Los conglomerados son polimícticos y menos abundantes que las areniscas. Las arcillolitas están presentes en bancos delgados y su color es gris, verde o negro. La secuencia se encuentra, por el oriente en contacto fallado con rocas proterozoicas (Neises y Anfibolitas de Tierradentro); por el Oeste el contacto es fallado con el complejo Cajamarca. Los batolitos de El Bosque e Ibagué y pórfidos andesíticos intruyen la unidad.
- Formación El Imán (Di): Secuencia sedimentaria fosilífera expuesta en el cerro El Imán, al Sureste de Rovira. La unidad consta de arcillolitas y areniscas, con algunos niveles conglomeráticos; contiene fauna del Devónico medio, aunque no se descarta que exista también del Carbonífero. Con base en lo anterior se da una edad paleozoica media a superior para la Formación El Imán. La secuencia parece estar intruida por rocas graníticas y cubierta discordantemente o en contacto fallado con rocas de la Formación Luisa.
- Stock Granítico del Sur de Rovira: Afloran al Sur de Rovira, en la cuchilla conocida como Alto del Cielo. Se trata de stocks constituidos por granodiorita con variaciones frecuentes a cuarzomonzonita y granito. En los afloramientos, normalmente, la roca se encuentra muy meteorizada con desarrollo de suelos arenosos espesos.

Período Triásico

- Formación Luisa (Trl): Unidad compuesta por capas que incluyen limolitas, areniscas y brechas polimícticas con cantos de rocas ígneas y metamórficas, con intercalaciones de areniscas feldespáticas, lutitas y arcillolitas. Esta unidad aflora en los municipios de Rovira, San Luis y Valle de San Juan.
- Formación Payandé (Trp): Aflora exclusivamente en la cordillera Central. Compuesta casi exclusivamente de calizas grises y negras, con matices azulosos e intercalaciones menores de areniscas, limolitas, arcillolitas y margas. Aflora en los municipios de Rovira, San Luis y Valle de San Juan.

- Formación Saldaña (Jsv - Jsp): Es una secuencia vulcano-sedimentaria que aflora en el departamento del Tolima a manera de bloques discontinuos. La parte aflorante de la unidad está conformada por rocas volcánicas, lavas y tobas de composición intermedia a ligeramente básica (dacítica-andesítica) y con intercalaciones menores de areniscas líticas, limolitas y calizas. En algunos sitios se presentan asociadas a rocas hipoabisales. Los contactos con otras unidades son generalmente de tipo tectónico. Se observa en los municipios de Coello, Rovira, San Luis y Valle de San Juan.

Período Jurásico

- Batolito de Ibagué (JI): Es la unidad geológica de mayor extensión en el área departamental. Sus afloramientos, situados siempre en la cordillera Central, comprenden una franja continua desde un poco al Norte de la población de Armero, hasta el Sur y Suroccidente de Planadas. Se caracteriza por estar constituida por rocas ígneas del tipo tonalitas, granodioritas de grano medio a grueso, de color gris a rosado, formada por plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, hornblenda y biotita. Prácticamente en todas las carreteras y corrientes de agua que cortan el flanco oriental de la cordillera, se encuentran exposiciones del Batolito. Con mucha frecuencia la roca se halla entre mediana y altamente meteorizada, dando un saprolito arcillo-arenoso a areno-arcilloso profundo, este material saprolítico tiene buena permeabilidad y porosidad, que hace que se sature fácilmente en épocas de fuerte precipitación, esto sumado a la característica de presentar una morfología de laderas de alta pendiente, la hace susceptible a fenómenos de remoción en masa como deslizamientos y derrumbes. El Batolito de Ibagué intruye al complejo Icarco y a las formaciones Luisa, Payandé y Saldaña. Se observa en los municipios de Alvarado, Ibagué, Lérída, Piedras, Roncesvalles, Rovira, Valle de San Juan y Venadillo.
- Stock de San Cayetano (Jsc): Cuerpo intrusivo que aflora al Este y Sureste del municipio de Ataco. Se caracteriza por tener un saprolito de color anaranjado. Su composición predominante es cuarzo monzonítica y su textura es fanerítica de grano fino-medio a levemente porfirítica. Mineralógicamente se compone de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y como mineral distintivo, se destaca la presencia de clinopiroxeno. Se puede observar el municipio de Coello.

Período Cretácico

- Stock de Mariquita (Km): cuerpo intrusivo que aflora en el flanco oriental de la cordillera Central de Colombia, al noroccidente del Municipio de Mariquita, en el norte del Departamento del Tolima. Aflora por la carretera que de Mariquita lleva al sitio conocido como Cataratas de Medina y La Victoria; en el puente del río Guarínó existen afloramientos del intrusivo. Intruye rocas metamórficas del Complejo Cajamarca y sobre él reposan sedimentitas del Grupo Honda. Está compuesto por granodiorita biotítica, leucocrática, con facies locales de diorita hornbléndica y cuarzodiorita. Los minerales constituyentes son cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa; los máficos son biotita y muy subordinadamente hornblenda.
- Formación Yaví (K2): Consta, hacia la base, de conglomerados polimícticos, con cantos de tamaño variado en matriz areno arcillosa; los cantos, en su mayoría, son de rocas piroclásticas, cuarzo lechoso, chert negro y rojo. En la parte media se encuentra una alternancia de areniscas y limolitas de variados colores; las areniscas son de grano grueso a medio; las limolitas presentan diversos colores, predominantemente, pardo, gris, verde y violeta. En la parte superior se encuentra una alternancia de areniscas arcósicas, arcillolitas

y limolitas de color variado. Reposa discordantemente sobre la Formación Saldaña e infrayace la Formación Caballos. Los afloramientos, se encuentran en el municipio de Coello.

- Formación Caballos (K2): Yace discordantemente sobre las formaciones Saldaña y Yaví. La unidad está constituida, hacia la base, por un paquete de areniscas conglomeráticas, con cantos de cuarzo, chert y escasos guijos de vulcanitas, en matriz areno-arcillosa, así como niveles delgados de areniscas feldespáticas; en algunas zonas, como en la carretera Prado – Dolores existen restos vegetales, dentro de algunos niveles de lodolitas carbonosas. Hacia la parte media aparece una secuencia de shales y bancos de caliza, con delgadas capas de arenisca; se caracteriza este paquete por presentar concreciones ferruginosas y restos fósiles de bivalvos, amonitas, trigonias y turrítelas. La parte superior de la formación consta de areniscas cuarzosas, ocasionalmente conglomeráticas, con niveles delgados de limolitas con concreciones piritosas, ocasionalmente impregnadas de hidrocarburos. Los afloramientos de esta formación, se encuentran en los municipios de Coello y Valle de San Juan.
- Formación Villeta (K1): Esta unidad está formada por intercalaciones de shales negro (algunos calcáreos), calizas micríticas y esparíticas, algunas de ellas con concreciones calcáreas de hasta 2 m de diámetro y chert negro. Esta formación aflora en los municipios de Piedras y Valle de San Juan.
- Grupo Olini (K1): Se divide en tres (3) unidades, a saber: Lidita Inferior, Nivel de Lutitas y Lidita Superior. La Lidita Inferior está formada por capas de shert negro de 1 a 15 cm de espesor alternada con láminas de shale, láminas fósilíficas son frecuentes dentro de la secuencia. El Nivel de Lutitas está formado por shale negro con concreciones calcáreas. La Lidita Superior muestra una litología similar a la Lidita Inferior, su diferencia, es que en Lidita Superior son más frecuentes las capas fósilíficas. Aflora en el municipio de Valle de San Juan.
- Nivel de Lutitas y Arenas (Kiq) - Formación La Tabla: Sobre la Lidita Superior o Primera Lidita se encuentra un nivel de lutitas y arenas y, finalmente, una secuencia de arenas cuarzosas a conglomeráticas. Estas unidades sólo son fácilmente reconocibles en cartografía a detalle. La unidad inferior consiste de una alternancia de lutitas grises con bancos de arenas, a veces en forma de lentejones; su espesor es muy variable y no siempre se encuentra en todos los sitios en donde aflora la secuencia sedimentaria cretácica.

Era Cenozoica (anteriormente período Terciario)

- Batolito El Bosque (Pgb): Cuerpo intrusivo que aflora en el flanco oriental de la cordillera Central de Colombia, al suroccidente del Municipio del Líbano. Normalmente el intrusivo presenta meteorización profunda, dando un suelo arcilloarenoso de color blanco y aspecto caolinítico. En las carreteras Anzoátegui - Santa Isabel, Santa Isabel - El Bosque - Granates - Murillo, se pueden apreciar afloramientos o productos de la meteorización del batolito. Está compuesto por granodiorita biotítica, de grano grueso a medio, leucocrática. Mineralógicamente consta de cuarzo (15-20%), plagioclasa tipo oligoclasa (35-50%), microclina (8-15%) y biotita (5-8%). La roca más frecuente es fanerítica, de grano grueso y color blanco, ocasionalmente moteada de negro por la biotita.

El Batolito de El Bosque intruye a las rocas metamórficas del complejo Cajamarca y es cubierto por lavas y depósitos piroclásticos del Neógeno - Cuaternario, originados en los volcanes del complejo Ruiz - Tolima.

- Stock de Hatillo (Pgh) y Stock de Santa Isabel (PgSi): Intrusivos de forma elongada, que afloran en el flanco oriental de la Cordillera Central de Colombia, al oriente del Municipio de Fresno; Sobre la carretera Mariquita - Fresno se encuentran algunos afloramientos del intrusivo de El Hatillo, el Stock de Santa Isabel aflora en la vía Santa Isabel - Hacienda Colón - Santa Teresa. Están compuestos, principalmente, por cuarzodiorita biotítica de grano grueso, equigranular, con variaciones locales a diorita y gabro hornbléndico. Estos plutones intruyen rocas metamórficas del Complejo Cajamarca y sobre el Stock del Hatillo reposan, discordantemente, sedimentitas del Grupo Honda.
- Formación Gualanday Inferior (PgGi): Está conformada por conglomerados polimícticos de liditas y chert con tamaño de grano de hasta 20 cm de diámetro, inmersos en una matriz arcillo-arenosa, con intercalaciones menores de areniscas limolitas y arcillolitas. Alfora en los municipios de Piedras, San Luis y Valle de San Juan.
- Formación Gualanday Medio (PgGm): Consta de un conjunto donde predominan arcillolitas de colores rojo, amarillo, azul, gris y gris púrpura, con intercalaciones menores de limolitas, areniscas y lentes de conglomerados. Los mayores afloramientos de esta formación, afloran en los municipios de Piedras, San Luis y Valle de San Juan.
- Formación Gualanday Superior (PgGs): Está conformada principalmente por bancos de conglomerados rojizos, de lodolita silícea y chert, igualmente de cuarzo, rocas ígneas y metamórficas en forma subordinada. Están soportados por una matriz arenosa con fragmentos de la misma naturaleza, en menor proporción se encuentran capas delgadas de arcillolitas y areniscas de tono amarillento y verdoso. Los mejores afloramientos se encuentran en los municipios de Guamo, Piedras, San Luis y Valle de San Juan.
- Formación Guaduas (Tkg): La formación consta de arcillolitas rojas y violáceas, ocasionalmente amarillentas y grises, con delgadas intercalaciones de limolitas. La expansividad de las arcillas, es decir, el que se dilatan cuando están húmedas y se contraigan cuando están secas, hace que esta unidad sea susceptible a reptación, principalmente en zonas inclinadas. La naturaleza de las rocas que conforman la unidad dan lugar a una morfología suave, observándose depresiones que resaltan entre unidades litológicas resistentes. Se encuentran ubicadas estratigráficamente por encima de las rocas del Cretácico Superior y por debajo del Grupo Gualanday, en los valles Medio y Superior del Magdalena y en la cordillera Oriental. Se observan afloramientos en los municipios de Piedras y Valle de San Juan.
- Formación Honda (NgH): Constituida por intercalaciones de arenisca de media compactación, lodolitas y en menor proporción areniscas conglomeráticas y pequeños lentes de conglomerados; también se observan cantos de cuarzo y rocas intrusivas. Estas rocas se presentan en capas subhorizontales conformando una topografía moderadamente ondulada y suavemente inclinada, se encuentran afloramientos en los municipios de Honda, Mariquita, Fresno, Alvarado, Ambalema, Armero (Guayabal), Coello, Guamo, Lérica, Piedras, Rovira, San Luis, Valle de San Juan y Venadillo.
- Formación Mesa: El miembro inferior consta de bancos de gravas arenosas formadas por cantos de rocas volcánicas dacíticas y andesíticas (65%), cantos de rocas metamórficas, plutónicas, cuarzo y chert (35%), con algunos bancos de arenas tobáceas y arcillas caoliníticas blancas. El Miembro Bernal está constituido por bancos de gravas y gravas arenosas con predominio de cantos de rocas efusivas (70%) y gravas con cantos de pumitas

que, en muchas ocasiones, son el constituyente único. El miembro superior o Lumbí, consiste en bancos de arenas tobáceas, con lentejones a manera de rellenos de canal de pómez, y algunos bancos de arcillas blancas, caoliníticas. El contacto inferior es discordante con el Grupo Honda; se marca por la aparición de gravas y gravas arenosas, en donde el porcentaje de cantos de rocas efusivas se mantiene por encima del 65%. De la Formación Mesa se extraen gravas y arenas para uso en construcción; algunos niveles arcillosos son bentoníticos y como tal han tenido alguna aplicación. La Formación Mesa se extiende desde los alrededores de las poblaciones de Honda y Mariquita hasta la carretera Armero - Cambao, formando los cerros entre las estribaciones de la Cordillera Central y el río Magdalena.

- Rocas Hipoabisales (Ngpa): Serie de cuerpos subvolcánicos que afloran en la Cordillera Central, por lo general son de forma redondeada a elíptica y de distribución irregular, intruyen unidades desde el Precámbrico hasta el Jurásico. Las rocas que los constituyen son afaníticas y profiríticas, de composición dacítica-andesítica, microdiorítica y tonalítica. La mineralogía más frecuente es el cuarzo, plagioclasa tipo andesina, hornblenda y ocasionalmente biotita, también son frecuentes las mineralizaciones de piritita diseminada. Se presentan afloramientos en los municipios de Roncesvalles y Rovira. Algunas de las intrusiones presentan mineralizaciones de cobre (Cu).
- Formación Casabianca (NgQc): Se aplica este nombre para designar una secuencia de sedimentos volcanogénicos derivados del eje volcánico Ruiz - Cerro Bravo y depositados sobre los flancos este y oeste de la Cordillera Central. En el Departamento del Tolima la formación cubrió buena parte del sector norte, en los municipios de Casabianca, Falán, Fresno, Herveo y Villahermosa; los efectos erosivos, posteriores a su depositación, han dejado sólo una cubierta en las partes altas de las cuchillas. Normalmente se presenta profundamente meteorizada, desarrollando suelos arcillosos de coloración rojiza, en donde no existe diferencia entre los cantos y la matriz.

La mayor parte de la secuencia está conformada por gravas, pobremente sorteadas, clasto y matriz soportadas, con cantos angulares a subangulares, predominantemente de composición andesítica, en menor proporción de basaltos andesíticos y dacitas y, en menos del 5%, de rocas plutónicas y metamórficas. En algunos sectores se encuentran intercalados niveles de ceniza y lapilli, bien a pobremente sorteados. El espesor es muy variable y depende del sitio de observación, sobrepasando normalmente 50 m de potencia.

- Depósitos Volcánicos (NgQp): Se agrupan bajo esta denominación depósitos provenientes de la actividad de los volcanes del Complejo o Macizo Ruiz – Tolima expuestos sobre la Cordillera Central, entre el río Bermellón - Coello, al sur, y el límite con el Departamento de Caldas, al norte. Este vulcanismo, en concepto de numerosos investigadores es calco-alcalino, de composición andesítica, asociado a un margen continental activo.
- Lavas (NgQl): Las espesas coladas de lava provenientes del vulcanismo del Macizo Ruiz - Tolima forman extensas mesetas o altillanuras, generalmente por encima de 3.000 a 3.500 msnm. Se encuentran afloramientos sobre la carretera Murillo - Nevado del Ruiz y en toda el área del PNN Los Nevados. Las lavas cubren las rocas metamórficas del Complejo Cajamarca y las rocas intrusivas del Batolito de El Bosque. Los flujos lávicos son de composición andesítica, con pocas excepciones basálticas y, con relativa frecuencia, con domos dacíticos como los de cerro España y los nevados Santa Isabel y Cisne.

- Depósitos Piroclásticos (NgOp): Extensas zonas alrededor del PNN Los Nevados, en el departamento del Tolima, están cubiertas por depósitos piroclásticos, de flujo y caída. Estos depósitos están constituidos por flujos piroclásticos de diverso origen y capas de ceniza y lapilli frecuentemente pumítico, con bombas; estas acumulaciones volcánicas están intercaladas con lahares y depósitos lagunares, glaciales y fluviales. Se pueden observar en la cuenca de los ríos Bermellón - Coello cerca de Cajamarca; en la cuenca del río Combeima al occidente de Juntas, en el valle del río Aguacatal entre Delgaditas y Herveo y, en general, en toda la parte occidental del departamento del Tolima, dentro de la zona de influencia del Macizo Volcánico Ruiz-Tolima. La composición de estos materiales es andesítica - dacítica.
- Abanicos del Espinal (NgQace) y del Guamo (NgQacg): Pueden considerarse como un solo depósito debido a que sus diferencias litológicas y estratigráficas no son muy notorias. Está expuesto por las carreteras Payandé - San Luis - El Guamo, Gualanday - Chicoral - Coello y contra el río Magdalena entre La Chamba y un poco al norte de la cabecera municipal de Coello. Predominan los depósitos constituidos por materiales volcánicos retrabajados, principalmente arenas y gravas con abundante material pumítico, aunque no se descarta que existan flujos piroclásticos distales intercalados.

El origen de este abanico está claramente relacionado con actividad eruptiva del Cerro Machín y es más joven que el Abanico de Ibagué debido a que en diversos sitios, como en los alrededores de Payandé y cerca de Chicoral, se observa el primero descansando sobre el segundo; uno de estos sitios está localizado 100 m adelante del puente sobre el río Coello, en la vía Ibagué - Chicoral. En varios sitios de los municipios de Coello, Espinal, Guamo y San Luis se aprovechan estos depósitos para obtener gravas y, especialmente arenas.

- Abanicos de Lérida (NgQacl) – Venadillo (NgQacv): Está conformado, en la parte inferior, por arenas tobáceas con fragmentos de rocas efusivas (90%), plutónicas y metamórficas; la parte media consta de intercalaciones de arenas tobáceas, con niveles formados casi exclusivamente por fragmentos redondeados a subredondeados de pumita; la parte superior está representada por gravas gruesas, pobre a altamente cementadas, con cantos de rocas efusivas, predominantemente, intrusivas y metamórficas, a menudo de más de 1 m de diámetro. Los mejores afloramientos se encuentran en la vía Venadillo - La Sierra, especialmente en el cruce del río Recio. Su origen está relacionado con actividad volcánica antigua en el Nevado del Ruiz y quizás en el nevado de Santa Isabel. Dentro del depósito se intercalan lahares y lahares secundarios, posiblemente con flujos piroclásticos distales y material aluvial y aluvio-torrencial.
- Abanico de Ibagué (NgQaci): Es uno de los depósitos cuaternarios más extensos del Departamento del Tolima: su origen se relaciona con múltiples episodios de actividad volcánica y aluvio-torrencial en la cordillera Central, especialmente en la zona del Nevado del Tolima. Los materiales que lo conforman descendieron por el río Combeima. El depósito está expuesto sobre las carreteras Ibagué - Rovira, en el cruce del río Combeima, Ibagué - Payandé, cerca al río Coello, Ibagué - Alvarado en el paso del río Alvarado y en la carretera entre el Alto de Gualanday y el caserío de Gualanday.

Está constituido por intercalaciones de depósitos de lahares, aluviales, glaciares, aluviotorrenciales y flujos piroclásticos con pequeñas zonas con depósitos de cenizas volcánicas de caída. La fracción gruesa está representada por cantos de rocas volcánicas, intrusivas y metamórficas, predominando casi siempre las primeras en proporciones muy

variables. Se trata casi siempre de gravas clasto y matriz soportada, con diferente grado de cementación y compactación.

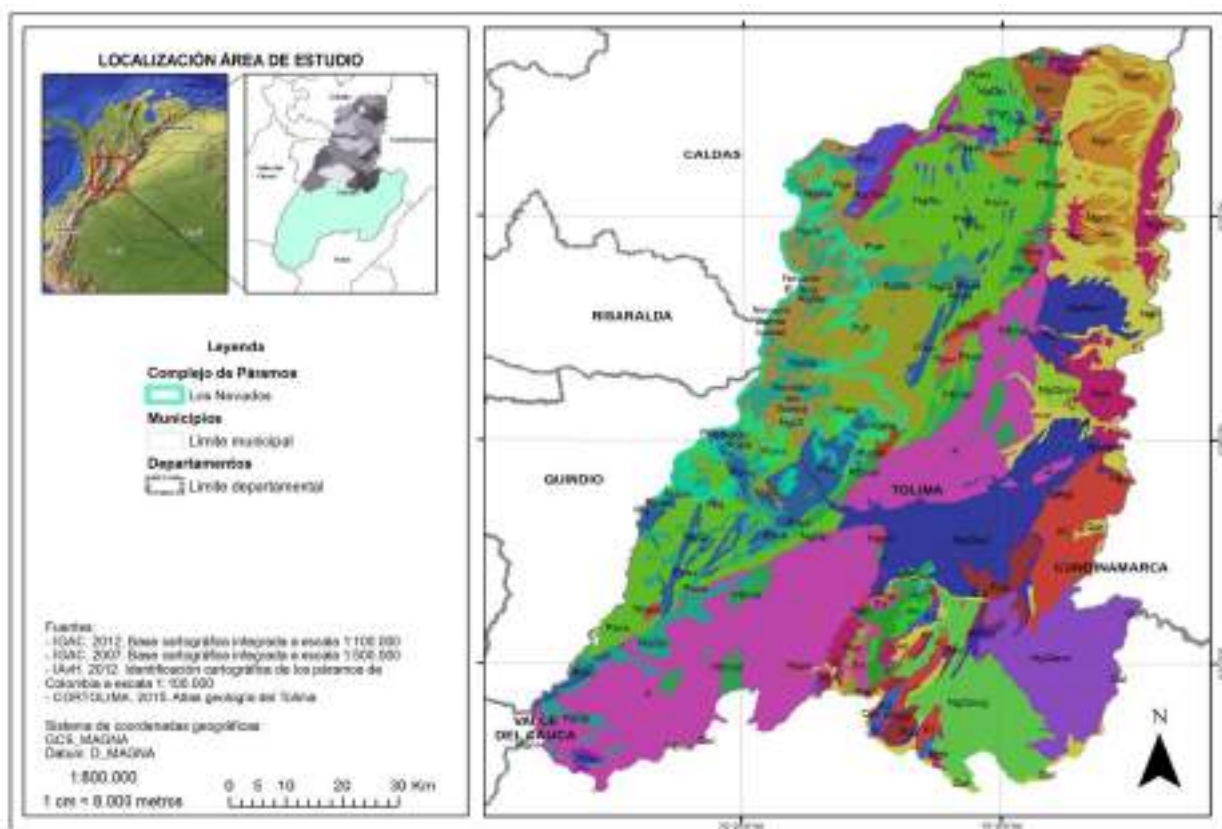
Período Cuaternario

- Depósitos Coluviales (Qcl): Los depósitos coluviales son el producto de la desintegración e inestabilidad de laderas, taludes y escarpes, presentan una pendiente moderada, son de expresión geomorfológica pobre y su patrón de drenaje no está desarrollado. Están compuestos por materiales clásticos gruesos de tipo heterométrico. Se presentan en los municipios de Fresno, Alvarado, Líbano, Murillo, Piedras y San Luis.
- Depósitos Coluviales Recientes (Qar): Se localizan a lo largo del curso de los principales ríos y quebradas formando terrazas producto del transporte y acumulación de las partes altas de la cordillera. Los depósitos están conformados por clastos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas que han sido re TRABAJADOS gracias a la dinámica fluvial y se encuentran embebidos en una matriz areno arcillosa, cubriendo discordantemente las rocas subyacentes. Se presentan en los municipios de Fresno, Alvarado, Líbano, Murillo, Piedras y San Luis.
- Abanicos (Qac): Ubicados entre el piedemonte de la cordillera Central y el río Magdalena, en el departamento del Tolima, se presentan abanicos o conos de deyección de grandes dimensiones. De norte a sur los más destacados son los de Lérída - Venadillo, Ibagué, El Espinal - Guamo y Chaparral. Su morfología es plana y están suavemente inclinados hacia el valle del Magdalena.
- Depósitos de Terrazas (Qt): Los depósitos están conformados por cantos de rocas ígneas sedimentarias y metamórficas de diferente tamaño y composición en matriz areno-arcillosa. Afloran en los municipios de Honda, Ambalema, Armero Guayabal, Guamo, Lérída y San Luis.
- Depósitos de Aluviones (Qal): Corresponden a los depósitos recientes y actuales asociados a los lechos activos de los principales ríos de la región. La morfología de estos depósitos contrasta con las rocas adyacentes por su relieve plano, textura lisa y bajo grado de disección. Están formados por acumulaciones de limos, arenas y gravas. Se presentan afloramientos en los municipios de Honda, Fresno, Alvarado, Armero Guayabal, Coello, Guamo, Lérída, Líbano, Murillo, Piedras, Rovira, San Luis, Valle de San Juan y Venadillo.

La unidad litológica más representativa en el Entorno Regional del complejo Los Nevados corresponde al Batolito de Ibagué, este cuerpo está constituido por rocas ígneas del tipo tonalitas, granodioritas de grano medio a grueso con horblenda y biotita en proporciones variables. En varios sitios del departamento, se explota la roca meteorizada para obtener arena de peña o arena de lava, algunas veces el material residual es utilizado para la elaboración de ladrillo común, cuando el intrusivo se presenta fracturado, se utiliza como material para vías.

Sobre el flanco Oriental de la cordillera Central aflora el complejo Cajamarca, de esquistos verdes y negros, productos de metamorfismo regional de medio a bajo grado. La secuencia litológica original debió estar conformada por sedimentos ricos en materia orgánica, arenas cuarzosas, flujos lávicos y depósitos de tobas, conformando una acumulación vulcano-sedimentaria marina (Tabla 24).

Figura 13. Unidades Geológicas presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados⁹.



Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA.

Grafica 10 Leyenda Geología.

DI	NgQacg	Kiq	Ngm
Ji	NgQacl	Km	Ngpa
Jp	NgQacv	Nevado El Ruiz	PEnat
Jsv	NgQc	Nevado Santa Isabel	PEnd
K1	NgQl	Nevado del Tolima	Pgb
K2	NgQp	NgQace	Pgg
KPgg	Ngh	Pzq	Trl
Pgh	Pzes	Pzrst	Trp
Pgsi	Pzev	Qal	
Pz(?)in	Pzg		

⁹ Las unidades geológicas cartografiadas corresponden a aquellas establecidas por INGEOMINAS (2001). Escala 1:250.000.

Tabla 24. Estratigrafía Entorno Regional complejo de páramos Los Nevados (Escala 1:250.000).

Eón	Era	Período	Nombre	Área (ha)	Porcentaje (%)
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Depósitos de Aluviones y Terrazas (Qal)	80355,86	7,39
			Abanico de Venadillo (NgQacv)	7243,51	0,67
			Abanico de Lérída (NgQacl)	82280,78	7,57
			Abanico del Guamo (NgQacg)	49026,31	4,51
			Abanico del Espinal (NgQace)	55213,66	5,08
			Depósitos Volcánicos, Depósitos Piroclásticos (NgQp)	66092,13	6,08
			Lavas (NgQl)	46749,56	4,3
			Formación Casabianca (NgQc)	4527,64	0,42
			Rocas / Cuerpos Hipoabisales (Ngpa)	4298,29	0,4
			Formación Honda (NgH)	43970,14	4,04
			Formación Guaduas (Kpgg)	8003,59	0,74
			Formación Gualanday (PgG)	16599,48	1,53
			Stock de Santa Isabel (Pgsi)	4078,83	0,38
			Stock de Hatillo (Pgh)	7136,1	0,66
			Batolito El Bosque (Pgb)	54125,34	4,98
			Nivel de Lutitas y Arenas (Kiq)	1345,62	0,12
			Grupo Onili, Formación Villeta (K1)	36754,58	3,38
			Formación Yaví – Formación Caballos (K2)	5941,41	0,55
			Stock de Mariquita (Km)	8237,93	0,76
		Jurásico - Triásico	Stock de San Cayetano (Jsc)	4532,38	0,42
			Batolito de Ibagué (JI)	191356,9	17,6
			Formación Saldaña (Jsp – Jsv))	4532,38	0,42
			Formación Payandé (Trp)	8064,44	0,74
			Formación Luisa (Trl)	6013,33	0,55
	Paleozoico		Stock Granítico del Sur de Rovira (Pzg)	3417,27	0,31
			Formación El Imán (Di)	1366,4	0,13
			Rocas de Santa Teresa (Pzrst)	6319,89	0,58
			Formación Cajamarca (Pzes – Pzev)	191041,61	0

Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA. Cálculos a partir de la cartografía.1

5.3.2.1 Geología Estructural

Las fallas geológicas cartografiadas en el departamento *del Tolima se pueden asociar a tres (3) grupos o sistemas principales: Norte - Sur (N - S a N 30 ° E), Este - Oeste (N 60 ° E a - W) y Noroeste (N 30 ° W a N 60 ° W). El primer sistema es importante en los bordes de las cordilleras y fueron, muy posiblemente, las responsables del levantamiento de ellas durante la Orogenia Andina, en el Paleógeno y Neógeno (CORTOLIMA y CORPOICA 2015) (Figura 13)*

Se presentan varias fallas menores que parecen controlar los drenajes de los ríos Lagunilla, Azufrado, Gualí, Guarinó y dislocan parcialmente la falla de la Palestina, las más importantes tienen dirección NE; la falla Santa Rosa forma el cauce alto del río Gualí y la falla Gualí conduce el trazo de este río en la parte media. También existen fallas con dirección EW como las de El Raizal, Villa Hermosa, Herveo y Fresno que afectan las anteriores y finalmente otras de menor importancia que siguen dirección NNW como las del río Azufrado, quebrada Agua de Dios, Falán y quebrada Barreto (CORTOLIMA, 2014).

- Falla de Honda

Es una falla con dirección NNE que atraviesa el borde oriental de la ciudad de Honda y toma la margen derecha del río Magdalena en la parte norte y en la parte sur del municipio se aleja hacia el costado occidental del Magdalena en distancias que varían entre 3 y 5 km para proseguir su trazo hacia el sur, poniendo en contacto el grupo sedimentario de Honda con la Formación Mesa, el bloque Occidental se hunde con respecto al Oriental.

- Falla de Mulatos

Es una falla con dirección norte - sur situada en el piedemonte oriental de la cordillera Central, pone en contacto rocas sedimentarias del Terciario con rocas metamórficas de Paleozoico e ígneas del Cretácico, atraviesa el sector occidental de la población de Mariquita y se manifiesta en el cambio de rumbo de varios de los drenajes como es el caso del río Gualí que cambia su rumbo y sigue dirección norte siguiendo el trazo de esta falla hasta la desembocadura del río Medina.

- Falla Palestina

Esta falla tiene dirección NNE, es de edad Terciaria media, está localizada en la parte media alta de la cordillera Central, el bloque occidental se desplaza hacia el norte en distancias mayores de 27.7 km y en el cañón de río Gualí presenta dos (2) trazos paralelos con distanciamiento de 300 m, sector donde afloran los neises intrusivos (Pinp) y las anfíbolitas de Padua (Pap).

- Bloque Triangular del Gualí

Un aspecto notorio es la geometría triangular del área donde se encuentran el abanico de Mariquita, el cual se presenta confinado en forma de cono invertido. Aparentemente este bloque se hundió respecto a las unidades rocosas vecinas y permitió entonces la deposición de materiales aluviales transportados por el río Gualí y otras corrientes como las de Medina y río Sucio hacia el sector norte.

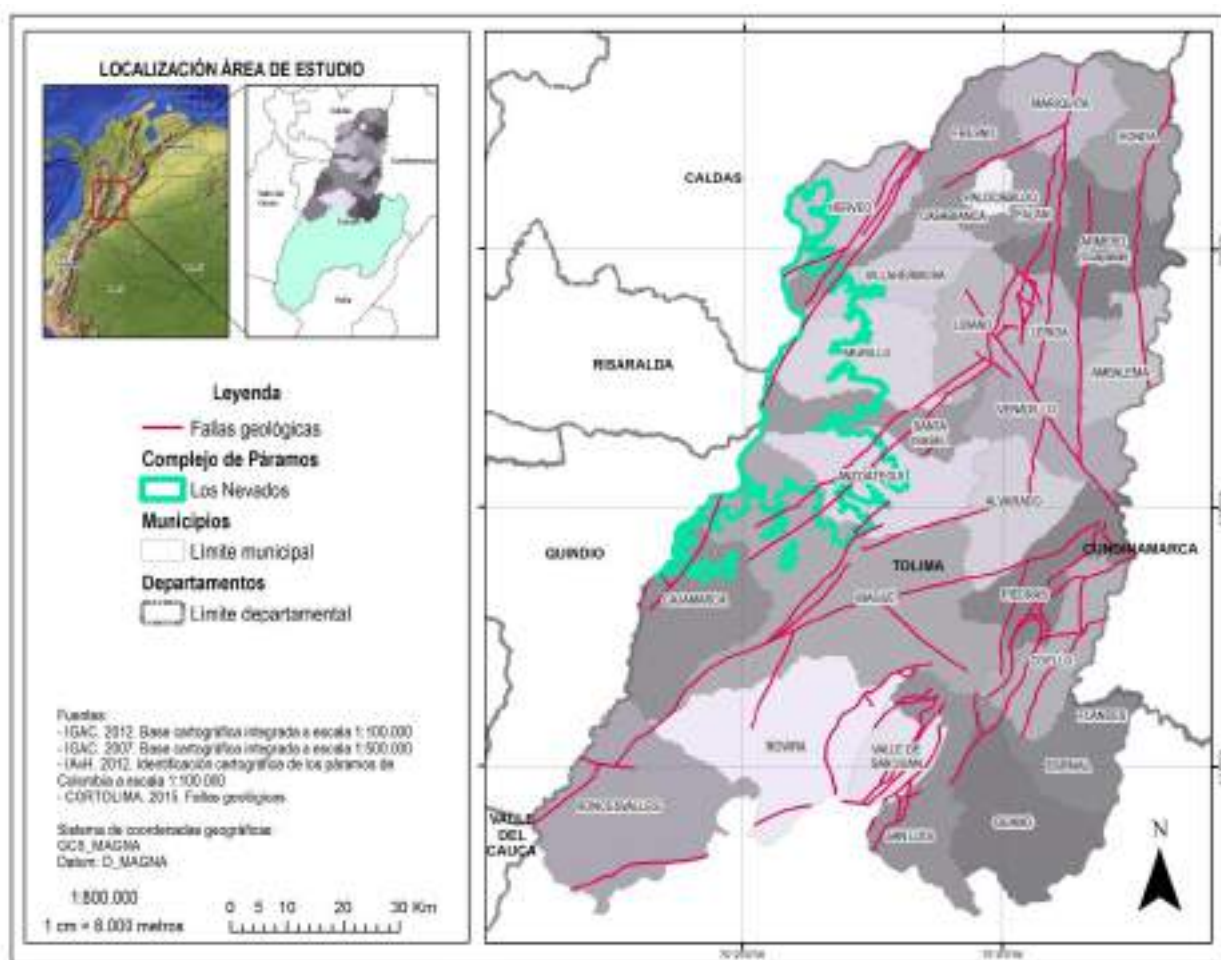
- Falla los Palacios

Falla normal de dirección N45°W, cayendo el bloque Suroeste, que controla de manera rectilínea la parte baja de la quebrada La Ceiba. Morfológicamente la falla se define por un borde montañoso escarpado, relativamente rectilíneo, integrado por las cuchillas Rano y Mesa de Los Palacios.

- Falla de Calunga

Falla de dirección aproximada N60°E, probablemente inversa y ligero componente dextral, definida morfológicamente por un borde montañoso escarpado y rectilíneo de la cuchilla Lumbí, de la formación Mesa, y el alineamiento de la quebrada Calunga. En un sector adyacente al sitio del peaje entre Honda y Mariquita, a lo largo de su traza hay estratos horizontales aparentemente cabalgando estratos inclinados.

Figura 14. Fallas geológicas presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.



Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA.

5.3.2.2 Hidrogeología¹⁰

Las aguas subterráneas constituyen importantes reservorios de agua dulce con una menor susceptibilidad a procesos de contaminación y degradación en comparación con las fuentes

¹⁰ Información disponible a escala departamental.

superficiales. El almacenamiento y flujo del agua en el subsuelo están determinados por las condiciones geológicas del suelo y subsuelo, además de las características físicas, químicas, hidrológicas y climáticas que intervienen en la dinámica de recarga, tránsito y descarga de los sistemas acuíferos (IDEAM, 2015).

El valle del río Magdalena, en el área del departamento del Tolima, presenta condiciones geológicas e hidrológicas favorables para poseer un buen potencial de aguas subterráneas. Es un área de permeabilidad alta a moderada y porosidad primaria, debido a la litología de las unidades geológicas que lo conforman. Con estas características hay posibilidad de que existan excelentes acuíferos, de extensión regional, con agua de calidad química generalmente buena.

Las unidades almacenadoras y de mayor factibilidad para el aprovechamiento de agua subterránea en el valle tolimense, corresponden a rocas sedimentarias de la formación Mesa y el grupo Honda y los depósitos cuaternarios de los abanicos de Ibagué, Espinal, Guamo y Lérída y las terrazas y aluviones de los ríos Magdalena, Saldaña y Ortega, entre otros.

De acuerdo al ENA 2014, se identificaron para el país 16 provincias hidrogeológicas distribuidas en cinco (5) áreas hidrográficas, en las cuales se identificaron 61 sistemas de acuíferos de carácter local y regional. El área del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, se ubica dentro de las provincias hidrogeológicas Valle Medio del Magdalena (PM1) y Valle Alto del Magdalena (PM2) identificando para el área de estudio dos (2) sistemas de acuíferos por cada una de las provincias hidrogeológicas (SAM 1.1 y SAM 1.2) y (SAM 2.1 y SAM 2.2) (Tabla 25).

Tabla 25. Unidades hidrogeológicas Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Provincia hidrogeológica	Código	Sistema acuífero	Unidades hidrogeológicas	Tipos de acuíferos	Área superficial (km ²)
PM1 Valle Medio del Magdalena	SAM 1.1	Valle medio del Magdalena	Acuífero Terrazas del río Magdalena, Acuífero depósito aluvial del Río Magdalena, Acuífero Mesa (NgQp), Acuífero Real (Ngc), Acuífero La Luna y Acuífero Tablazo y Rosablanca	Libres, semiconfinados a confinados y cársticos	14.913
	SAM 1.2	Mariquita - Dorada - Salgar	Acuífero de depósitos aluviales y terrazas del río Magdalena, Acuífero del Cono aluvial de Lérída y del sistema volcánico, Acuífero del grupo Honda (Formaciones Mesay San Antonio), Acuífero San Juan de Rioseco y Acuífero	Libre a combinado	5.714

			Hoyón		
Provincia hidrogeológica	Código	Sistema acuífero	Unidades hidrogeológicas	Tipos de acuíferos	Área superficial (km2)
PM2 Valle alto del Magdalena	SAM 1.2	Ibagué	Acuífero Abanico de Ibagué y acuífero Gualanday	Libres a semiconfinado	976
	SAM 2.2	Purificación-Saldaña	Acuífero deposito aluvial Valle del río Magdalena (Qal2), Acuífero del Guamo Espinal (NgQp5), Acuífero Honda (Ngc2) y Acuífero Caballos (Kit 1)	Libres, semiconfinados a confinados	3.788

Fuente: Elaboración propia, insumos ENA 2014 (IDEAM, 2015).

5.3.3 Geomorfología

La configuración actual del terreno, es el resultado de varios procesos a través del tiempo, que se han venido dando desde el levantamiento de la cordillera Central, como son los procesos de plutonismo, así como de sedimentación antes y después de la orogenia andina.

El levantamiento de la cordillera Central produce un fuerte fallamiento, con grandes quiebres y relieve abrupto, sometiendo la zona a grandes procesos erosivos (procesos denudativos). La depositación de material suaviza la topografía existente, así como los procesos de agradación dados por los actuales drenajes, conformando zonas planas de valles y terrazas. El clima es una variable importante en la determinación de la geomorfología, pues contribuye a la meteorización y degradación de los materiales rocosos, permitiendo así la generación de suelos (Figura 14).

De acuerdo con el IDEAM (2010), a continuación se listan los Sistemas Morfogénicos que se encuentran en la zona del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados:

a) Montaña Alta (MA)

Se considera desde una altitud de 2.700 msnm e incluye, de abajo a arriba, el modelado periglacial heredado que coincide aproximadamente con el piso bioclimático altoandino actual, el modelado glaciar heredado de la última glaciación (coincide, en general, con el páramo bajo y el páramo

propriadamente dicho), el piso periglaciario actual (equivale espacialmente al superpáramo) y el piso glaciario o de los nevados actuales.

- Sistema Morfogénico Glaciario (MAG)

Se define el sistema morfogénico glaciario como la formación superficial de hielo mezclado parcialmente con detritos rocosos heterométricos, formando un conjunto en movimiento y ubicado en los espacios culminantes de las montañas arriba de los 4.800 msnm, además de las geoformas resultantes de su dinámica. Climáticamente este sistema corresponde con el piso glaciario (en sentido bioclimático), definido en su límite inferior por la isoterma media anual de los 0°C, aunque el borde inferior de los glaciares está ligeramente más arriba, lo que explica su desequilibrio térmico. De acuerdo con Ceballos y colaboradores 2011, la información más reciente sobre áreas glaciares para el año 2007, es Ruiz 8.8 km², Santa Isabel 2.6 km², Tolima 0.93 km².

- Glaciares sobre Estructuras Volcánicas Activas (MAG1)

La mayoría de los nevados desaparecidos en el siglo XX (Chiles, Cumbal, Azufral, Sotará, Puracé, Pan de Azúcar, El Quindío y El Cisne) estaban sobre estructuras volcánicas activas; actividad que se manifiesta principalmente por fumarolas, solfataras, fisuras con emisión de gas caliente y algunas explosiones como en los casos de los volcanes Azufral y Puracé. De otra parte, la altitud de los nevados desaparecidos era inferior a 5.000 msnm, hecho que los ubicaba en condiciones precarias para la acumulación de nieve. La altitud de los cuatro nevados actuales es superior a 5.000 msnm, aunque no suficiente, bajo las condiciones climáticas actuales, para mantener un balance positivo entre la acumulación y la ablación.

Los nevados actuales localizados en la parte central de la cordillera Central son Huila, Tolima, Santa Isabel y Ruiz. Estos nevados siempre han sido afectados por la actividad de los volcanes sobre los cuales se encuentran: fumarolas en el Tolima y Santa Isabel, explosiones en el Ruiz y en el Huila y emisión de gases en fisuras en todos ellos. La actividad volcánica ha acelerado la fusión de los nevados, como una variable más junto con el calentamiento global.

La coincidencia de masas glaciares sobre estructuras volcánicas ha generado eventos catastróficos. Las explosiones volcánicas funden el hielo y generan flujos de tipo lahar con efectos como: fusión violenta con disminución de la reserva hídrica, generación de flujos volcano-glaciares que afectan los cauces y bermas y desbordes sobre los conos de piedemonte. Estos efectos se han registrado en buena parte del Cuaternario y con hechos durante el período histórico, como la catástrofe de Armero (Tolima) y Chinchiná (Caldas) en 1985, relacionado con una explosión del volcán del Ruiz.

Otro hecho que facilita la fusión es la concentración de materiales piroclásticos mezclados con el hielo, como arena, ceniza, lapilli y fragmentos más gruesos. Estos materiales, una vez expuestos a la radiación solar concentran más la energía y aceleran la fusión. Igualmente, la actividad explosiva y sísmica genera avalanchas y aceleran la fusión. En la medida en que el proceso de ablación (fusión) de los glaciares avanza, disminuye la amenaza frente a eventuales explosiones volcánicas por la menor disponibilidad de hielo para generar flujos torrenciales.

- Sistema Morfogénico Periglaciario (MAP)

El sistema glaciario y periglaciario de nuestras montañas, en cualquier momento de su evolución, han constituido en conjunto el desierto de la montaña alta; desierto en el sentido bioclimático en que las bajas temperaturas inhiben el desarrollo de la vegetación. Específicamente, el sistema periglaciario se define por la ocurrencia de un conjunto de procesos ligados a las acciones crionivales, cambios

térmicos día/noche, hielo/deshielo de corta duración y a la acción del viento por ausencia casi generalizada de vegetación. Estos espacios están alrededor de los glaciares. Bioclimáticamente corresponde con el superpáramo. La ubicación está entre el límite inferior de los glaciares (cuando estos existen) y los 4.100 ± 100 msnm. En términos climáticos, el espacio periglacial se localiza entre las isotermas del aire de 0°C y 4.5°C . Sin embargo, pertenecen también al sistema periglacial los espacios desprovistos de hielo en las cimas de los nevados, espacios en los que por pendiente fuerte no hay hielo. Este es un caso frecuente y aumenta en la medida en que la fusión superficial y los desprendimientos o avalanchas despojan de hielo las partes altas de los nevados.

A medida que los glaciares retroceden, el área periglacial aumenta hacia arriba, puesto que la pérdida de cobertura de hielo expone los materiales del sustrato y de las formaciones superficiales a otros procesos. En el extremo altitudinal inferior y por el aumento de la temperatura, ocurre un proceso de fitocolonización con especies pioneras herbáceas del páramo. El sistema periglacial crece en su límite superior siempre y cuando haya glaciares en retroceso y, simultáneamente, pierde espacio en su extremo inferior ya que por el ascenso térmico el páramo sube colonizando el superpáramo. En los casos en que ya no hay glaciares pero existe un piso periglacial, este avanza hacia arriba hasta desaparecer por falta de espacio en el sentido altitudinal mientras que el páramo crece hacia arriba ocupando los espacios del superpáramo o piso periglacial.

Las formaciones superficiales más representativas en los espacios periglaciares son:

- ✓ Depósitos de gelifractos al pie de las cornisas.
- ✓ Materiales detríticos heterométricos abandonados en el pasado reciente por los glaciares (morrenas de varios tipos), especialmente las correspondientes a la Pequeña Edad Glacial.
- ✓ Sedimentos coluvioaluviales en las pequeñas depresiones de las lagunas proglaciares.
- ✓ Cobertura generalizada muy delgada (inferior a 20 cm) de materiales finos resultantes de la desagregación mecánica de las rocas por cambios térmicos y deflación.

Los procesos más notorios son:

- ✓ Nevadas cuya fusión genera escurrimiento superficial difuso y concentrado.
- ✓ Congelación nocturna del agua en los materiales finos y fusión en las horas de la mañana. Esto genera reptación con la aparición de agujas de hielo llamadas “pipkrakes” y de su desplazamiento por fusión se forman los “suelos estriados”.
- ✓ Gelifracción y descamación.
- ✓ Colmatación de las pequeñas lagunas proglaciares.
- ✓ Deflación: afecta los materiales más finos puesto que por la ausencia de vegetación el viento actúa libremente.

Como consecuencia de los procesos señalados ocurre una selección del material gravilloso y blocoso que la competencia del viento o del escurrimiento superficial no logra movilizar. Estos materiales forman una delgada capa en superficie (algunos centímetros) que posteriormente con los procesos de fitocolonización y formación de suelos se estabilizará, marcando el cambio de unas nuevas condiciones bioclimáticas. Por lo anterior, las áreas periglaciares son inestables y sedimentógenas.

- Modelado Glaciar Heredado (MAh)

Esta unidad es la definida por la mayor extensión del hielo durante la última glaciación y anterior a 10.000 años con un máximo de cobertura o fase pleniglacial entre hace 35.000 y 25.000 años a.p. y

cuyos glaciares descendieron hasta altitudes de $3.000\pm 100\text{m}$. Para separar el sistema periglacial actual del modelado glaciar heredado se considera un límite superior a los $3.800\pm 100\text{ m}$ de altitud.

La diferenciación de este sistema se basa en varias razones:

- ✓ El relieve fue suavizado por el paso de los glaciares con generación de pendientes suaves.
- ✓ El proceso de colonización vegetal y formación de suelos durante el Holoceno ha sido efectivo y generalizado en el área (excepto en afloramientos rocosos subverticales).
- ✓ Los procesos morfogénicos en condiciones naturales son lentos y no representan amenazas de degradación ambiental, excepto por los inducidos por la actividad antrópica.
- ✓ Bioclimáticamente corresponde con el páramo propiamente dicho, páramo bajo y parcialmente (en la parte inferior) con el piso altoandino. Se ubica entre las isotermas medias anuales de 11 a 4.5°C .

Estas particularidades definen el sistema de acuerdo a las siguientes características, entendidas básicamente con las formaciones superficiales:

- ✓ Los depósitos más representativos son detritos heterométricos de deposición glaciar y organizados en morrenas de fondo, laterales y frontales en los valles glaciares.
- ✓ Presencia de abundantes lagunas, turberas y pantanos en depresiones de sobreexcavación glaciar.
- ✓ Suelos (negros) de baja mineralización con abundante materia orgánica y en varios niveles, reconocidos como suelos fósiles, separados por capas de gravilla.
- ✓ En condiciones naturales, cobertura vegetal baja pero densa de excelente protección mecánica para las formaciones superficiales.
- ✓ Abundantes materiales piroclásticos, especialmente en las cordilleras Central y Occidental.

Del modelado se destacan los depósitos morrénicos y las formas depresionales talladas por la sobreexcavación glaciar resultantes en valles amplios de vertientes y fondos cóncavos. Un elemento ambiental y paisajístico destacable en este sistema son las lagunas, cuerpos de agua que constituyen una reserva hídrica.

El sistema del modelado glaciar heredado corresponde aproximadamente con los pisos bioclimáticos del páramo y páramo bajo. Históricamente, estos espacios han sido el frente de expansión altitudinal de la frontera agrícola con cultivos de papa y ganadería extensiva.

Una de las consecuencias de la destrucción de la flora nativa y el uso de los suelos ha sido principalmente la aceleración del escurrimiento superficial del agua con truncamiento parcial de los suelos y transporte de sedimentos finos hacia las lagunas y quebradas. Las lagunas que, en general, son poco profundas se colmatan fácilmente para convertirse en pantanos (turberas) que luego son drenados artificialmente para convertirlos en tierras de cultivo. En la mayoría de las lagunas se observan bordes de coluvionamiento, donde los sedimentos se van acumulando y luego la vegetación de pantano los invade. Esto es uno de los impactos que inciden en la disminución de las reservas hídricas en los páramos.

Otro de los elementos de valoración ambiental de este sistema es la presencia de varios suelos superpuestos y separados por capas de gravilla y capas de ceniza volcánica, son los suelos enterrados y los suelos fósiles. Estos suelos orgánicos con horizonte “A” espeso absorben una buena cantidad de agua y por lo tanto se constituyen en elemento de regulación hídrica.

La dinámica morfogénica en este sistema se considera como discreta, es decir, existe un conjunto de procesos funcionales aunque leves, representados por:

- ✓ Sufosión o tunelización: infiltración del agua favorecida por las formaciones superficiales detríticas. El agua circula por una red interna, evacúa algunos materiales finos y los efectos superficiales apreciables son depresiones suaves longitudinales marcadas por un color verde más intenso de los pastizales o pajonales.
- ✓ Disección moderada por corrientes de agua de órdenes inferiores (1, 2, 3, ocasionalmente 4), procesos que no desestabilizan apreciablemente las bermas.
- ✓ En los fondos de los valles glaciares, la concentración de la humedad favorece la solifluxión con formación de lentes pequeños (<3 m de semicircunferencia).
- ✓ El borde bajo del modelado glaciar presenta una ruptura de pendiente con condiciones de inestabilidad real. La dinámica está ligada a las condiciones de la unidad inmediatamente inferior.

Las amenazas de degradación en el modelado glaciar heredado se relacionan con la intervención humana:

- ✓ La protección mecánica de las formaciones superficiales, ejercida por la vegetación, se pierde por quema y pastoreo facilitando la acción del escurrimiento superficial difuso y concentrado.
- ✓ Con las quemas, no sólo arde la vegetación sino que también los suelos turbosos se queman y pueden hacerlo durante semanas.
- ✓ Las actividades agropecuarias, en general, generan un proceso de coluvionamiento que colmata las lagunas con la consecuente disminución de la capacidad de amortiguación por las reservas hídricas. Los campesinos terminan drenando los pantanos y lagunas para cultivos con los que se aumenta la disección.
- ✓ La destrucción de los bosques achaparrados instalados sobre las morrenas laterales, genera derrumbes que semejan arañazos. Este efecto desestabiliza las laderas medias de los valles glaciares.

Geomorfológicamente, el modelado glaciar es estable pero sensible a las perturbaciones de la cobertura vegetal. Por la recuperación lenta de la vegetación luego de cualquier perturbación, la degradación por el agua de escorrentía es más fácil. En general, las acciones antrópicas aceleran notablemente el arrastre de materiales por escurrimiento difuso y concentrado y se convierte el área en sedimentógena, además de disminuir su capacidad de reserva hídrica.

b) Montaña Media (MM)

La macrounidad considerada como la montaña media incluye espacios ubicados altitudinalmente abajo de los 2700±100 m. Bioclimáticamente en la montaña media tienen su mayor expresión los pisos Andino y Subandino, aunque en algunos casos en su borde inferior alcanza el piso Ecuatorial. Los sistemas morfogénicos de esta macrounidad son aquellos sin influencia directa de los eventos glaciares y glaciales (aunque sí indirecta) del pasado o del presente, descritos para la alta montaña. Su límite inferior va hasta los escarpes fundamentales que separan las cordilleras de las depresiones interandinas y periféricas.

La característica esencial de la montaña media es su modelado de disección profunda en el que la red de drenaje ha tallado profundos cañones, razón por la que las vertientes han estado en retroceso desde el comienzo de la orogenia. La disección y el retroceso de las vertientes implica un aumento

de las pendientes y una dinámica hidrogravitatoria dominante y representada por movimientos en masa de todo tipo, que van desde los desplomes en seco hasta los flujos torrenciales.

Los altiplanos, son una de las principales geoformas de la unidad de la Montaña Media, se constituyen como espacios de un potencial ambiental y paisajístico muy atractivo para los asentamientos humanos y sus actividades. Otras grandes formas destacables son las divisorias cordilleranas, las vertientes medias, los escarpes tectónicos en retroceso, las divisorias de agua entre cuencas hidrográficas mayores, los cañones, los valles aluviales controlados y no controlados tectónicamente, entre las unidades más relevantes.

- Los Conos Fluvioglaciares (MMf)

Abajo del modelado glaciar, son abundantes los depósitos de material detrítico anguloso a subanguloso en matriz areno-limosa, material que luego de ser liberado por la fusión glaciar fue tomado y transportado por el agua de fusión. Los depósitos forman conos de deyección. En las cuencas altas, conectadas con el modelado glaciar heredado, abundan pequeños conos fluviglaciares, ubicados perpendicular o transversalmente a los ríos grandes. En estos casos es común el asentamiento de cabeceras municipales o caseríos menores de las tierras frías.

La alta pedregosidad de estos conos facilita los procesos de tunelización por escurrimiento concentrado subsuperficial, excepto cuando están cubiertos por gruesas capas de ceniza volcánica como ocurre en la cordillera Central. En general, los conos se encuentran hoy en posición de conoterraza, como resultado de la disección profunda efectuada por los ríos a los cuales se asocia el cono.

- Las Vertientes Medias (MMv)

Al interior de la montaña media, se definió el espacio de las vertientes medias en relación con las cuencas hidrográficas mayores. La connotación media de estos espacios se relaciona con su ubicación intermedia entre las divisorias cordilleranas y los grandes cañones, es decir en altitudes aproximadas entre 2600 y 1000±200 m; lo que corresponde, en general, con los pisos bioclimáticos Andino y Subandino.

Los criterios que permiten definir esta unidad, compuesta a su vez por sistemas morfogénicos menores, son:

- ✓ Abundancia de relictos de superficies de aplanamiento, talladas antes del levantamiento principal de los Andes, especialmente en las cordilleras Occidental y Central y en los bordes de los sistemas montañosos periféricos del Caribe y La Guajira.
- ✓ La concentración de la red de drenaje en órdenes mayores, el control estructural (parcial) de muchas corrientes y junto con el potencial hidrogravitatorio, hacen que la formación de cañones sea sobresaliente en las vertientes medias.
- ✓ Es el área de mayor concentración de resurgencias (nacimientos) de agua. Situación que se explica por la presencia de uno o dos cinturones de máxima precipitación (frentes de condensación).
- ✓ Por las razones bioclimáticas anotadas, se da la mayor concentración de corrientes de agua de los órdenes intermedios: 3, 4, 5. Esto no excluye órdenes inferiores.
- ✓ Lo anterior implica una capacidad de disección por parte de las quebradas y ríos con competencia para la canalización y arrastre de materiales y también de desequilibrio de las formaciones superficiales en los bordes de los interfluvios donde ocurren movimientos en masa principalmente del tipo derrumbe.

- ✓ Las vertientes medias se identifican como áreas que captan agua y que aportan sedimentos a las corrientes hacia los espacios inferiores altitudinalmente. El resultado de esta dinámica semeja la forma de grandes anfiteatros o coronas de retroceso (formas semicirculares, aunque alargadas en el extremo superior, de las cuencas hidrográficas).
- ✓ Los procesos morfogénicos ligados al escurrimiento hídrico y a factores hidrogravitatorios se encuentran representados en su mayoría, así como la reptación generalizada.

- Relictos de superficies de aplanamiento con cobertura volcano-detrítica (MMv1v)

Este sistema se encuentra en ambos flancos de la cordillera Central y restringida al área de influencia volcánica directa. La cobertura está compuesta por flujos volcano-detríticos, lahares, flujos pumíticos e ignimbritas. La cobertura volcánica, al igual que los niveles de las superficies en que se depositaron, se encuentra en el presente en posición residual (relictos).

- ✓ Modelado

De las superficies del Terciario Inferior se conservan unos topes (divisorias) plano-convexos o modelado en “medias naranjas” y actualmente evolucionan hacia cóncavos por deslizamientos rotacionales donde actúa la disección leve por los drenajes elementales de orden 1, 2 y 3.

- ✓ Formaciones Superficiales

El sustrato dominante son rocas metamórficas y graníticas de las que se derivan alteritas arcillosas predominantemente de tipo caolinita o arenas de desagregación para el caso del granito. En general, el espesor de las alteritas no sobrepasa los 8 m. Para el caso de la cordillera Central, las alteritas pueden estar cubiertas con una capa volcano-detrítica procedente del volcanismo inicial del eje de la cordillera (Mioceno-Plioceno). Estos depósitos se encuentran hoy alterados y aparecen residuales en las divisorias de agua. Siguiendo la secuencia (vertical), en las cordilleras Central y Occidental se encuentra una cobertura de ceniza volcánica de unos 5 m, a partir de la cual se desarrollaron varios niveles de suelos enterrados y el suelo actual.

- ✓ Procesos

Los procesos dominantes tienden a convertir las formas convexas en cóncavas y otros a disminuir el ancho de la divisoria.

- La disección en las divisorias mismas se relaciona con los cauces elementales de orden 1, 2 y 3. Si la disección se acelera, la forma pasa hacia una concavidad por deslizamientos rotacionales de pequeña magnitud. En general la cobertura vegetal original no existe y los procesos menores son el escurrimiento superficial y la reptación. El material coluvial se acumula en los vallecitos de coluvionamiento.

- Siguiendo un perfil transversal, la tendencia de las divisorias es hacia el adelgazamiento. Es decir, si el río principal es profundo, las vertientes retroceden buscando un perfil cóncavo (disección y movimientos en masa). Así, las divisorias plano-convexas tienden a estrecharse para convertirse en cuchillas (divisorias agudas o cuchillas de disección).

De este sistema se consideran como inestables sus bordes, los que dan paso a las formas cóncavas por movimientos en masa. Las coberturas de materiales volcano-detríticos y piroclásticos del área volcánica de la cordillera Central, referidas para la unidad anterior, tuvieron un efecto de protección mecánica en las divisorias, por lo tanto el retroceso de las vertientes ha sido menor. Así, la mayoría

de estas divisorias son de tope amplio con formas plano-convexas y muy pocas han evolucionado a cuchillas.

- Vertientes Onduladas de la Cordillera Central (MMv7)

El sustrato está compuesto por flujos volcano-detríticos cubiertos por gruesas capas de ceniza volcánica. El conjunto presenta alteración profunda, lo que implica buena capacidad de retención de la humedad. De otra parte, estos hechos facilitan, en condiciones de pendientes medias a fuertes, los movimientos en masa de tipo solifluxión profunda y deslizamientos.

El clima húmedo y la buena capacidad de las formaciones superficiales para retener el agua se evidencia en la abundancia de las fuentes de agua y una red de drenaje densa.

La disección, tanto de las formaciones superficiales como del sustrato es efectiva, con formación de valles en “V” en los que el socavamiento y la inestabilidad de las bermas por derrumbes son procesos notorios. Los flujos torrenciales son comunes en la red de drenaje. Sin embargo, los interfluvios son ondulados con solifluxión y algunos deslizamientos. El modelado más relevante son las asociaciones de lomeríos y colinas.

c) La Red de Drenaje (MMr)

Los drenajes de las vertientes medias tienen un potencial hidrogravitatorio alto, relacionado con las pendientes fuertes, frentes de condensación y algunos controles tectónicos que, en conjunto, generan un modelado de disección profunda y que, por retroacción, aumenta la inestabilidad de las vertientes.

Una de las características fundamentales de las montañas andinas es el modelado de disección profunda, expresado en la abundancia de cañones que descienden de las cordilleras de manera aproximadamente perpendicular u oblicua a las depresiones interandinas o periféricas, donde se alojan los grandes colectores hídricos o ríos mayores.

d) Cañones (MMr1)

Se enfatiza especialmente en esta característica de los Andes colombianos, con una red de drenaje mayor que por el alto potencial hidrogravitatorio, la disponibilidad de agua y el frecuente control tectónico de las corrientes, han modelado profundos cañones.

En los cañones, por las mismas condiciones físico-ambientales en su dinámica se generan año tras año amenazas para la población allí asentada, relacionadas con movimientos en masa de varios tipos y flujos torrenciales que afectan las obras de infraestructura como viviendas, carreteras, puentes y la vida misma de las personas.

Generalizando, la dinámica específica de un cañón se explica por las siguientes razones:

- ✓ Disección fuerte con profundización del cauce (socavamiento y arrastre de materiales).
- ✓ El cañón se constituye en el nivel de base local, en relación con el resto de la red de drenaje afluente.
- ✓ Dominancia de los movimientos en masa (derrumbes, deslizamientos, desplomes).
- ✓ Torrencialidad generalizada.
- ✓ Los cañones son oblicuos o aproximadamente perpendiculares a las depresiones tectónicas. La salida de un cañón hacia la depresión se hace por una garganta tallada en el frente de la

montaña baja y a partir de la cual se forman los grandes conos de deyección aluviotorrencial.

- ✓ Los cañones están, por lo menos parcialmente, controlados por líneas de falla lo que facilita la mayor disección y mayor velocidad del agua por los sectores rectilíneos del cauce y menor resistencia por fracturación.
- ✓ Son el eje de transferencia de los flujos torrenciales (fluviales, fluvio-glaciares, volcanoglaciares) que son luego depositados en los conos de piedemonte, cuando el material excede la capacidad del cauce.
- ✓ La mayor capacidad de disección por el río principal de un cañón, en relación con sus afluentes, hace que estos puedan quedar en posición colgante, razón por la que las cascadas son comunes en la red hidrográfica afluente.
- ✓ El cañón termina en la garganta de las estribaciones cordilleranas en su salida hacia el piedemonte.
- ✓ Las vegas y terrazas son formas menores y discontinuas (localizadas) en los cañones y son frecuentemente inundables por eventos torrenciales.
- ✓ Los represamientos, aunque ocasionales, ocurren en los cañones, especialmente en los más pequeños con cauces en “V” más estrechos.

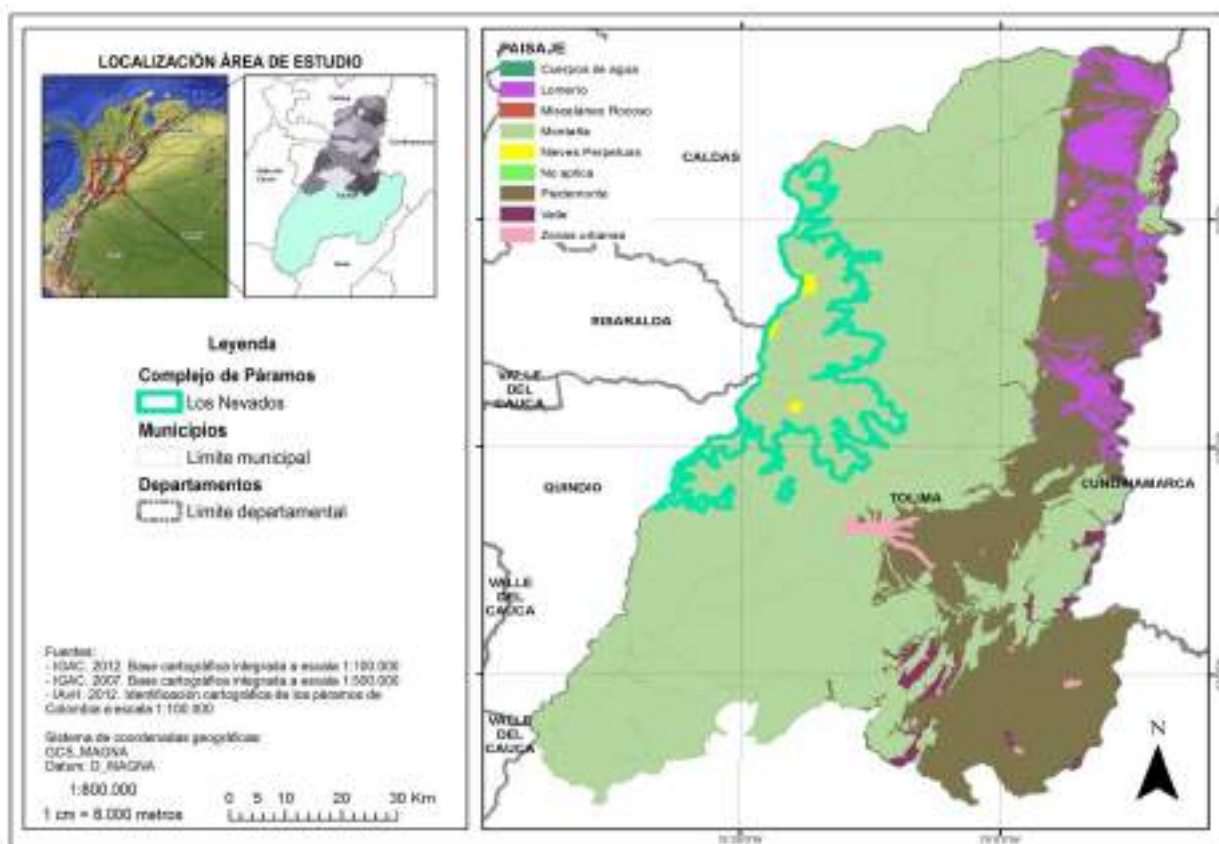
e) Valles Controlados por Plegamiento y Fallas Menores (MMr2)

En este caso, se incluyen los valles controlados por pliegues y fallas menores, en cuyos fondos se depositan sedimentos aluviales y coluvio-aluviales. Los aportes aluviales hechos por la corriente principal generan pendientes suaves hacia el centro del valle, mientras que los bordes muestran pendientes cóncavas relacionadas con los aportes laterales (coluviales). Se trata de relieves atenuados por las formaciones superficiales.

La dirección general NE y N-NE del plegamiento y de algunos sistemas de fallas controla parte de la red de drenaje en las vertientes medias. El control estructural de la red de drenaje, en estos casos, atenúa el potencial hidrogravitatorio; la energía de las corrientes es menor por la pendiente suave de los pliegues y los aportes (longitudinales y transversales) de material aluvial y coluvial son, en muchos casos, superiores a la competencia de las corrientes para evacuarlos. Así, los fondos de los valles suavizan la pendiente por los depósitos aluviales (vegas, terrazas, conos).

Sin embargo, la pendiente de los cursos de agua es suficiente para impedir la divagación con formación de meandros y la disección, aunque leve, es efectiva y llega a formar taludes, ya sea en las terrazas o en los conos. Esto significa que existe cierta capacidad de arranque de materiales y transporte de los mismos. Los procesos dominantes son el aluvionamiento (aporte longitudinal) y el coluvionamiento (aporte lateral), con una disección, que aunque de poca profundidad, genera terrazas.

Figura 15. Geomorfología Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados¹¹.



Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA.

De acuerdo a la Figura 14, se puede deducir que en la mayoría del territorio del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados predominan las geoformas montañosas, seguido del piedemonte.

5.3.4 Amenazas Geológicas e Hidrológicas

Dentro de este término se incluyen los procesos conocidos como erosión, caídas, volteos, deslizamientos, reptación, flujos de escombros o avalanchas, así como la inundación por desbordamiento de ríos. La ubicación de numerosas cabeceras municipales del departamento del Tolima en zona montañosa, de pendientes fuertes, regímenes climáticos severos, complejidad litológica y estructural y uso inadecuado de la tierra, hace que sean propensos a movimientos en masa (INGEOMINAS, 2001)

Para la zona del entorno regional, se han identificado las siguientes amenazas¹²:

- Amenaza Volcánica

En la cordillera Central se destacan los volcanes nevados del Ruiz, Santa Isabel, Quindío, Huila y Tolima y los volcanes Cerro Bravo y Machín; algunos de ellos tienen evidencias de actividad actual y otros están, aparentemente, extintos. Las investigaciones adelantadas por INGEOMINAS, en

¹¹ Por detalle de escala e información disponible, se tienen en cuenta las unidades de paisaje generales.

¹² Fuente: INGEOMINAS (2001).

asocio con otras entidades nacionales e internacionales han permitido tener la primera aproximación a la evaluación de la amenaza volcánica en el departamento del Tolima.

Los nevados del Ruiz y Tolima, con actividad fumarólica y nieves perpetuas, constituyen focos de amenaza volcánica; han sido estudiados y evaluados en los últimos años, con el objeto de presentar a la comunidad mapas de amenaza. Las áreas más afectadas, en caso de una erupción, serían las zonas cercanas a estos volcanes y las poblaciones y moradores localizados en los ríos Toche, Combeima-Coello, San Romualdo, Totare, La China, Recio, Lagunilla, Azufrado y Gualí, por donde descenderían flujos de lodo.

El volcán Machín es considerado como un volcán tipo anillo piroclástico activo, dacítico, altamente explosivo y peligroso; los productos de este volcán rellenan todo el valle del río Coello hacia el piedemonte de Gualanday - El Espinal, a más de 50 km del foco. Las zonas próximas a la estructura volcánica y el valle del río Coello se consideran como zonas que posiblemente serían afectadas en caso de erupción.

El volcán Cerro Bravo, ubicado en el norte del complejo Ruiz - Tolima es eminentemente explosivo y sus productos piroclásticos han cubierto la zona próxima al edificio volcánico y descendieron, como flujos piroclásticos y lahares secundarios, por los ríos Aguacatal - Gualí y Guarinó. La llanura pumítica situada en el piedemonte de la cordillera, entre Armero - Guayabal y el río Guarinó, es producto de su actividad holocénica. Estas mismas zonas pueden resultar afectadas por actividad futura.

- Amenaza por remoción en masa

Dentro de este término se incluyen los procesos conocidos como erosión, caídas, volteos, deslizamientos, reptación, flujos de escombros o avalanchas. La ubicación de numerosas cabeceras municipales del departamento del Tolima en zona montañosa, de pendientes fuertes, regímenes climáticos severos, complejidad litológica y estructural y uso inadecuado de la tierra, hace que sean propensos a movimientos en masa. Los municipios pertenecientes al entorno regional del complejo de páramos Los Nevados, que con más frecuencia sufren este tipo de problemas son: Anzoátegui, Cajamarca, Casabianca, Fresno, Herveo, Líbano, Murillo, Palocabildo, Santa Isabel, Villahermosa, Coello, Flandes, y Honda, ubicados en el valle de río Magdalena; presentan inestabilidad por erosión y socavación lateral ocasionada por corrientes de agua.

- Terremotos

Algunas poblaciones del Tolima han sido afectadas en el pasado por terremotos con epicentro en lugares del departamento habiéndose registrado daños importantes en los municipios de Honda, Mariquita, Ambalema, Armero, Lérída, Fresno y Herveo, ubicados en la zona del entorno regional del complejo de páramos Los Nevados. En particular la ciudad de Honda quedó arruinada y perecieron más de 200 personas en 1805, debido a un fuerte temblor con epicentro 25 km al oriente de la cabecera municipal.

El departamento del Tolima, se localiza en un área afectada por fallas que originaron el levantamiento de las cordilleras Central y Oriental; algunas de ellas presentan evidencias de actividad en el Cuaternario, por lo tanto, son potencialmente peligrosas para la generación de sismos; entre éstas se encuentran las fallas de Palestina e Ibagué; esta última atraviesa la capital del departamento donde habitan más de 300.000 personas; otras fallas como las de Honda, Mulatos, Ataco, Machín y Cucuana atraviesan zonas pobladas, lo que les confiere cierto grado de peligrosidad, pero no se tiene un buen conocimiento sobre su actividad.

En la Tabla 26, se presenta un cuadro resumen con las amenazas geológicas e hidrológicas para los municipios del Entorno Regional objeto de estudio.

5.3.5 Suelos

Considerando el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras departamento del Tolima (IGAC, 2005), se identificaron 118 unidades cartográficas, de suelos correspondientes a 51 grupos, los cuales están asociados geomorfológicamente, en su mayoría, a paisajes de montaña, piedemontes y valles en presentes en el área del entorno regional (Figura 15) (Tabla 27).

5.3.5.1 Descripción de Unidades Cartográficas de Suelos¹³

1) Unidad NP: Consociación No Suelo (Nieve Perpetua)

Comprende las áreas de los nevados del Ruiz, Santa Isabel, Tolima y Cisne (dentro del entorno regional) y Huila los cuales además de ofrecer una gran belleza escénica y de constituirse en un gran atractivo turístico, son de gran utilidad ecológica por ser los principales reservorios de agua en donde nacen numerosos ríos y quebradas del departamento.

2) Unidad MAA: Consociación No Suelo (Afloramientos Rocosos)

Esta unidad comprende las áreas que se ubican alrededor de los grandes conos volcánicos, por debajo de la nieve perpetua; son áreas que se cubren de nieve durante las épocas más frías del año y gradualmente se descongelan con el avance del verano, para dejar al descubierto grandes afloramientos de roca y extensos depósitos de arena.

Los materiales litológicos presentes en la unidad están constituidos por rocas volcánicas piroclásticas, consolidadas e intermedias porfiríticas. El relieve es fuertemente quebrado a escarpado con pendientes fuertes y largas. Las condiciones climáticas y litológicas no han permitido la formación de suelos, dominan los afloramientos rocosos; sólo hacia el límite inferior de la unidad se encuentran como inclusiones suelos muy incipientes desarrollados sobre materiales consolidados y sobre las arenas volcánicas correspondientes a los Typic Cryorthents.

¹³ Información tomada de CORTOLIMA y CORPOICA (2009) e IGAC (2004). Se describen las unidades de las cuales se encontró información.

Tabla 26. Amenazas geológicas e hidrológicas del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Municipio	Amenazas Geológicas				Amenazas Hidrológicas
	Erosión	Remoción en Masa	Volcánica	Actividad Sísmica	
Ambalema	Socavación**		Lahares	ASI	Inundación*
Anzoátegui	Cárcavas	Reptación* Deslizamiento*	Caída de piroclastos*	ASI	
Cajamarca	Socavación*	Desprendimiento*	Flujo Piroclástico	ASI	
	Cárcavas*		Caída de piroclastos*		
Casabianca		Deslizamiento	Caída de piroclastos	ASI	
		Reptación			
Coello	Socavación*	Desprendimiento	Lahares	ASI	Inundación*
Falán		Reptación Desprendimiento	Caída de piroclastos	ASI	
Flandes	Socavación**	Desprendimiento*		ASI	Inundación*
	Cárcavas				
Fresno		Deslizamiento	Caída de piroclastos	ASI	
Armero Guayabal	Cárcavas				
			Lahares	ASI	
			Caída de piroclastos		
Herveo	Cárcavas	Deslizamiento	Caída de piroclastos	ASI	
		Reptación			
Honda	Socavación**	Desprendimiento*	Lahares**	ASI	Inundación**
	Cárcavas		Caída de piroclastos		
Líbano	Socavación	Desprendimiento	Caída de piroclastos	ASI	Avenida torrencial
		Deslizamiento			
Mariquita	Socavación	Deslizamiento	Lahares	ASI	Avenida torrencial
		Desprendimiento	Caída de piroclastos		
Santa Isabel	Cárcavas	Retación	Caída de piroclastos	ASI	
		Deslizamiento			
Villahermosa		Deslizamiento	Caída de piroclastos	ASI	
		Desprendimiento			

*Susceptibilidad moderada **Susceptibilidad alta
ASI: Amenaza Sísmica Intermedia

Sin asterisco, Susceptibilidad baja

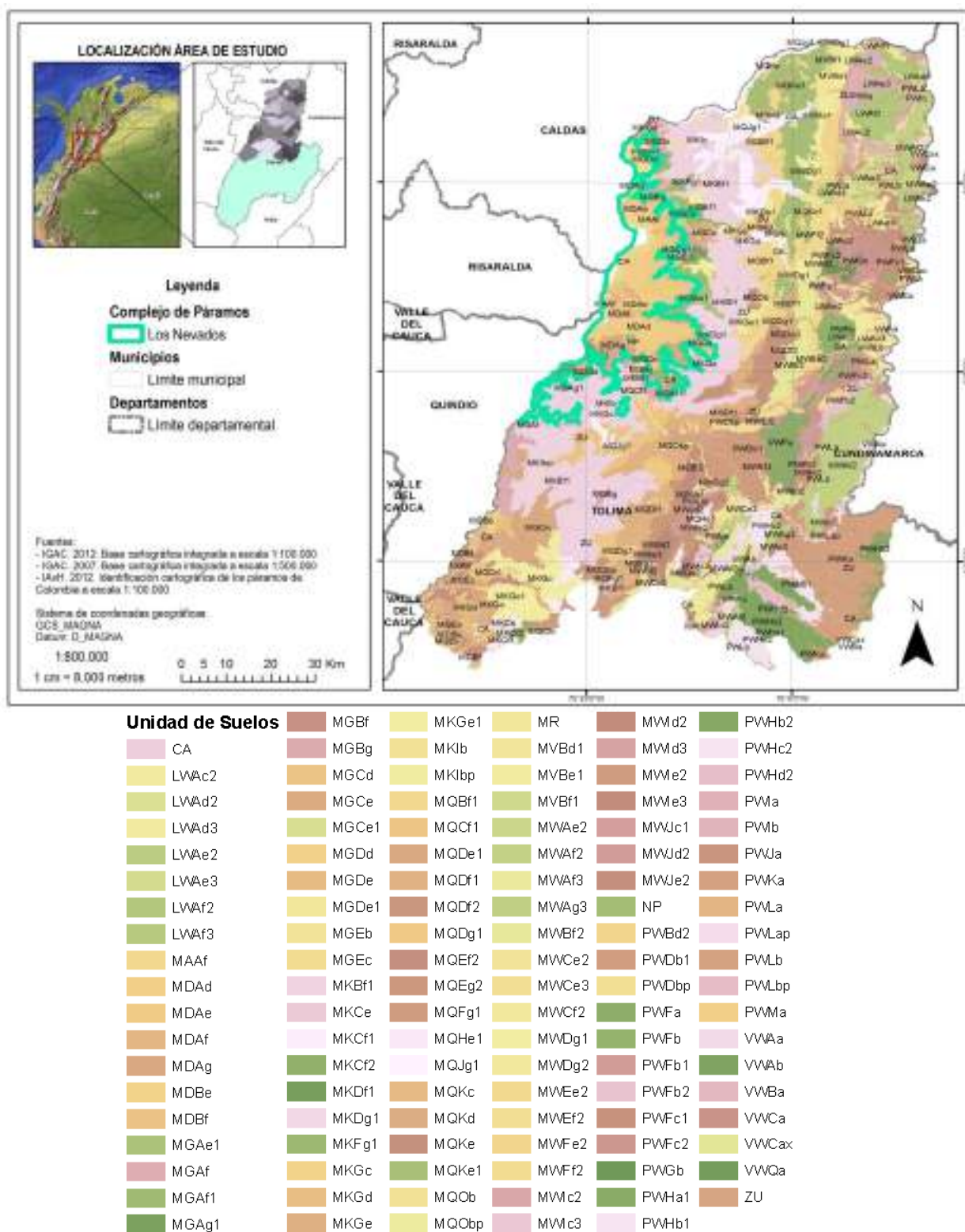
Fuente: Elaboración propia, insumos INGEOMINAS (2001).

Tabla 27. Área y porcentaje de unidades de suelos, respecto al Entorno Regional.

Unidad Cartográfica	Área (ha)	Porcentaje	Unidad Cartográfica	Área (ha)	Porcentaje (%)
CA	6236,4	0,57	MVB	11324,57	1,04
LWA	56094,2	5,16	MWA	62623,43	5,76
MAA	7897,67	0,73	MWB	18303,11	1,68
MDA	42908,3	3,95	MWC	4327,98	0,4
MDB	11862,81	1,09	MWD	9679,34	0,89
MGA	39702,11	3,65	MWE	12393,16	1,14
MGB	25270,77	2,32	MWF	11137,04	1,02
MGC	39561,82	3,64	MWI	17381,26	1,6
MGD	6912,11	0,64	MWJ	3360,03	0,31
MGE	3242,51	0,3	NP	1444,77	0,13
MKB	142320,7	13,09	PWB	959,55	0,09
MKC	9184,33	0,08	PWD	22814,52	2,1
MKD	7501,81	0,69	PWF	58386,32	5,37
MKF	3212,93	0,3	PWG	4105,04	0,38
MKG	45405,53	4,18	PWH	49373,42	4,54
MKI	2419,35	0,22	PWI	15708,79	1,45
MQB	30519,05	2,81	PWJ	16227,79	1,49
MQC	15507,02	1,43	PWK	48263,58	4,44
MQD	62305,96	5,73	PWL	26222,56	2,41
MQE	16458,41	1,51	PWM	4476,06	0,41
MQF	9325,27	0,86	VWA	13085,5	1,2
MQH	3790,39	0,35	VWB	957,58	0,09
MQJ	30790,17	2,83	VWC	4270,69	0,39
MQK	38482,67	3,54	VWQ	1172,01	0,11
MQO	2866,47	0,26	ZU	8335,77	0,77
MR	957,64	0,09	-	-	-
Total	1087070,26	100	-	-	-

Fuente: Elaboración propia, cálculos a partir de la cartografía.

Figura 16. Suelos Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.



Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA.

La vegetación es escasa y se observa un incremento gradual a medida que se descende en altitud, desde frailejones aislados hasta pajonales, musgos y algunos arbustos cerca a los 4200 msnm.

3) Unidad MDA: Grupo Indiferenciado Thaptic Haplocryands y Lithic Cryorthents y Typic Cryaquents.

Esta unidad cartográfica se localiza al noroccidente del departamento, en las zonas de mayor altitud y próximas a los nevados. Presenta un relieve que varía de ondulado a fuertemente escarpado y pendientes también muy variables desde 12% hasta mayores de 75%. Existen frecuentes depresiones de origen glaciar, algunas con acumulaciones de material orgánico sin descomponer y otras con volúmenes de agua formando una serie de lagunas muy importantes.

La vegetación natural está constituida por frailejones, gramíneas, musgos, líquenes y arbustos, la cual tiene la propiedad de comportarse como una enorme esponja, capaz de retener grandes volúmenes de agua lluvia y de controlar su flujo a través de las cuencas hidrográficas. Esta unidad es muy importante por ser el principal reservorio, regulador de aguas; se hace necesario conservar su vegetación natural y evitar los cultivos y la explotación ganadera.

Integran esta unidad los suelos clasificados como Thaptic Haplocryands que ocupan un 50% del área, los Lithic Cryorthents un 30% y los Typic Cryaquents un 20%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Thaptic Haplocryands

Los suelos de este taxón se localizan en las pendientes más suaves y se desarrollan sobre depósitos volcánicos, que dan origen a una alternancia de horizontes húmíferos de colores oscuros y claros muy contrastados. Son suelos profundos, bien drenados, de texturas medias a gruesas, y muy ricos en materia orgánica. Algunas capas enterradas (Ab) corresponden a horizontes húmíferos.

Químicamente, son suelos ácidos, de capacidad catiónica de cambio mediana a baja, saturación total de bases baja y contenido de fósforo disponible para las plantas de medio a alto. Su fertilidad es baja. El uso es restringido, debido a las bajas temperaturas y fuertes vientos; se deben conservar con la vegetación natural.

- Suelos Lithic Cryorthents

Se localizan en las zonas más pendientes y escarpadas; han evolucionado a partir de depósitos delgados de arenas y cenizas volcánicas y descansan sobre rocas ígneas, especialmente andesitas. La morfología del perfil es de tipo A/C. El horizonte A, tiene un espesor de 22 cm, color pardo muy oscuro a negro, textura franca a franco arenosa y estructura moderadamente desarrollada. Debajo de este horizonte, se encuentran capas delgadas de arenas volcánicas que descansan sobre materiales rocosos.

Químicamente son suelos muy ácidos, de capacidad catiónica de cambio media a alta, saturación total de bases muy baja, saturación de calcio y magnesio muy baja, disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja y fertilidad muy baja. El uso es restringido debido a las bajas temperaturas y vientos fuertes.

- Suelos Typic Cryaquents

Se localizan en las áreas depresionales en donde hay acumulaciones de materiales orgánicos y condiciones de mal drenaje. Los perfiles de suelos tienen una morfología tipo A/C, son muy superficiales, pobremente drenados, con un horizonte humífero que descansa sobre arenas volcánicas. Estos suelos son muy ácidos con capacidad catiónica de cambio alta, saturación total de bases media y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. Su fertilidad es baja; limitados en su uso, por las bajas temperaturas y los fuertes vientos.

4) Unidad MDB: Asociación Lithic Cryorthents-Afloramientos Rocosos

Esta unidad cartográfica se localiza en el paisaje de montaña, en el tipo de relieve de filas y vigas, El relieve es quebrado a escarpado, con pendientes rectas y largas de 25 a 75%. Los materiales geológicos dominantes son los piroclastos, las andesitas y las rocas metamórficas (esquistos). La vegetación natural está conformada por musgos, líquenes, frailejones, de gran importancia en la conservación y protección de los nacimientos de agua.

La asociación está compuesta por los suelos Lithic Cryorthents en un 60% y por afloramientos rocosos en un 40%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Lithic Cryorthents

Se localizan en las montañas de pendientes pronunciadas; son suelos poco evolucionados, que se han originado directamente de material piroclástico. Son muy superficiales, limitados en su profundidad efectiva por presencia de la roca dura. Morfológicamente el perfil presenta una secuencia de horizontes de tipo A/R. El horizonte A es de menos de 16cm de espesor, de color negro, textura franco arenosa; estructura migajosa, consistencia friable, ligeramente pegajosa y no plástica; subyacente se encuentra la roca dura.

Químicamente son suelos de altos contenidos de materia orgánica, reacción fuertemente ácida, alta capacidad catiónica de cambio, pobres en bases de cambio, bajos en fósforo aprovechable y de fertilidad muy baja. Las pendientes pronunciadas, las bajas temperaturas o la escasa profundidad efectiva constituyen los principales limitantes de uso.

5) Unidad MGA: Consociación Typic Melanudands - Typic Hapludans

Ocupan la posición de filas y vigas de montaña, con relieve fuertemente quebrado a escarpado y pendientes largas y empinadas. Los suelos han evolucionado a partir de cenizas volcánicas, las cuales descansan sobre rocas andesita y cuarzodiorita. Presentan erosión ligera a moderada, solifluxión plástica tipo pata de vaca, escurrimiento difuso y deslizamientos localizados. La vegetación natural ha sido destruida en su mayor parte para el establecimiento de ganadería y cultivos de papa en algunos sitios.

Esta unidad consta de un suelo principal clasificado como Typic Melanudands que representa el 70% y de un suelo similar clasificado como Typic Hapludands con inclusiones de Lithic Troorthents 30%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Melanudands

Estos suelos se han originado a partir de cenizas volcánicas, las cuales mezcladas con la materia orgánica, originan un horizonte superficial espeso, de color negro (epipedón melánico). A partir de los 35 cm de profundidad existe un horizonte B estructural de color pardo grisáceo oscuro, textura franca y tixotrópica que descansa sobre un C de color pardo oliva.

Químicamente son suelos de reacción ácida, de baja a muy baja saturación de bases, de capacidad catiónica de cambio alta, de contenido de fósforo bajo y de fertilidad moderada. Son suelos limitados en su uso por las bajas temperaturas y los fuertes vientos.

- Suelos Typic Hapludands

Estos suelos, al igual que los anteriores, han evolucionado de cenizas volcánicas; presentan un horizonte superficial de color oscuro, rico en materia orgánica, de textura franca y estructura lodosa media. El horizonte B es de color pardo amarillento y de textura franca con alto contenido de materia orgánica que permite considerarlo transicional con el horizonte A. Son muy ácidos, de saturación de bases muy baja, de capacidad de intercambio catiónica muy alta, de disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja y de fertilidad baja a media. Están limitados en su uso agrícola por bajas temperaturas y fuertes vientos.

6) Unidad MGB: Grupo Indiferenciado Lithic Troorthents, Lithic Hapludands Y Lithic Tropofolists.

Esta unidad cartográfica se localiza en el paisaje de montaña tiene un relieve escarpado a muy escarpado, con pendientes rectas y largas de 50 a 75% y mayores; en algunos sectores muy localizados se presenta erosión hídrica ligera. Los materiales geológicos dominantes son tonalitas y andesitas con recubrimiento de cenizas volcánicas. Esta área corresponde a la zona de vida de bosque pluvial montano; la vegetación natural es arbórea intervenida y herbácea en algunos sectores.

La unidad cartográfica corresponde a un grupo indiferenciado compuesto por tres suelos principales: Lithic Troorthents (60%), Lithic Hapludands (20%) y un Lithic Tropofolists (20%).

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Lithic Troorthents

Estos suelos se localizan en las laderas más escarpadas de montaña. Son poco evolucionados, originados de rocas ígneas (tonalita), muy superficiales, limitados por la roca dura. Morfológicamente el perfil presenta una secuencia de horizontes de tipo AR. El horizonte A tiene poco espesor (5 cm), color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, con alto contenido de materia orgánica, estructura migajosa, consistencia muy friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica.

Químicamente son de reacción fuertemente ácida, de altos contenidos de materia orgánica, alta capacidad catiónica de cambio, altos contenidos de bases totales, y de fertilidad muy baja. Las pendientes tan pronunciadas y la susceptibilidad a la erosión constituyen los principales limitantes de uso.

- Suelos Lithic Hapludands

Estos suelos alternan con el suelo Lithic Troorthents en las laderas de montaña, en las zonas menos pendientes. Son suelos poco evolucionados originados de cenizas volcánicas depositadas sobre rocas tonalitas. El horizonte superficial presenta 30 cm. de espesor, color negro, textura franco arenosa y consistencia friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. Este horizonte descansa directamente sobre la roca ígnea.

La susceptibilidad a la erosión, la profundidad superficial y las fuertes pendientes, constituyen los principales limitantes para su uso. Químicamente son suelos de reacción fuertemente ácida, de altos contenidos de materia orgánica, bajos en bases y fósforo, con problemas de aluminio y de fertilidad muy baja.

- Suelos Lithic Tropofolists

Estos suelos se localizan generalmente en los resaltos de ladera de las filas y vigas. Son suelos muy poco evolucionados, originados de materiales orgánicos, superficiales, bien drenados y limitados por roca coherente y dura. Tienen una capa orgánica de 49 cm, de color negro, sin estructura, en estado incipiente de descomposición. El horizonte A es de 10 -15 cm. de espesor, de color pardo a pardo oscuro que descansa directamente sobre la roca. Estos suelos tienen reacción muy ácida, capacidades catiónica de cambio muy alta; saturación de bases y bases totales muy bajas, carbón orgánico muy alto y fósforo disponible para las plantas bajo. Su fertilidad es muy baja.

7) Unidad MGC: Consociación Typic Hapludands

Se encuentra en clima muy frío húmedo, en las partes altas de los municipios de Herveo, Villahermosa, Murillo, Cajamarca, Roncesvalles y Chaparral principalmente. Corresponde al tipo de relieve de lomas, caracterizado por domos redondeados y alargados, con pendientes cortas, de 7 - 12 - 25%. El material parental está constituido por cenizas volcánicas, depositadas sobre andesitas.

La vegetación natural ha sido destruida y reemplazada inicialmente por cultivos de papa y luego por potreros para explotación ganadera extensiva. Los suelos de esta consociación están representados por los Typic Hapludands en un 90% e inclusiones de Humic Udivitrands en un 10%

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Hapludands

Se ubican tanto en las cimas como en las laderas de las lomas, se han originado a partir de cenizas volcánicas y se caracterizan por su morfología tipo ABC. Son profundos, de colores negros debidos a las acumulaciones de materia orgánica, de texturas medianas a moderadamente gruesas, bien estructurados y bien drenados.

Químicamente muestran reacción muy ácida, saturación total de bases baja y muy baja, capacidad catiónica de cambio alta, contenidos de fósforo altos en los horizontes superficiales y fertilidad moderada.

8) Unidad MGD: Asociación Humic Udivitrands - Typic Troorthents

Esta unidad cartográfica corresponde al tipo de relieve de lomas, caracterizadas por domos alargados y pendientes moderadas. Se ubican principalmente en las partes altas de los municipios de

Herveo y Casabianca. El relieve es fuertemente ondulado / quebrado, con pendientes dominantes de 12-25-50% y presenta erosión ligera causada por escurrimiento difuso y con frecuentes deslizamientos. El material parental consiste de piroclastos (lapilli) y flujos de lava andesítica, provenientes de los volcanes de Cerro Bravo y el Ruiz.

La vegetación natural ha sido casi totalmente destruida para utilizar las tierras en ganadería y agricultura, uso que ha causado erosión en algunos sectores. La asociación está conformada por los suelos Humic Udivitrands en un 60% y los Typic Troporthents en un 40%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Humic Udivitrands

Ocupan preferentemente las zonas de relieve ondulado con pendientes suaves. Se desarrollan a partir de arenas volcánicas que frecuentemente sepultan otros suelos de color negro. Se caracterizan por ser superficiales, limitados por arena y gravilla; bien drenados, de textura predominantemente gruesa y estructura poco desarrollada.

Son suelos pobres en materia orgánica, ácidos a ligeramente ácidos, con capacidad catiónica de cambio baja, saturación total de bases baja a media y bajos en fósforo asimilable. La fertilidad es moderada.

- Suelos Typic Troporthents

Ocupan principalmente las zonas de relieve más escarpado dentro de la unidad. El material parental está constituido por flujos volcánicos de arenas, gravillas y piedra pómez. Los suelos son muy superficiales, bien a excesivamente drenados. Presentan horizontes espesos de color pardo oscuro en superficie y gris a pardo oliva en profundidad. La textura es gruesa y la estructura poco desarrollada.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos, pobres a regulares en materia orgánica, de capacidad de intercambio catiónico baja a muy baja, saturación total de bases media contenido de fósforo asimilable por las plantas alto y de fertilidad baja.

9) Unidad MGE: Consociación Typic Hapludands

Esta unidad cartográfica pertenece al paisaje de montaña y al tipo de relieve de vallecitos. El relieve es ligeramente inclinado de pendientes suaves, se encuentra en altitudes > 3.200 msnm aprox. El clima es muy frío y muy húmedo, corresponde a la zona de vida del bosque pluvial premontano (bp-PM). Los suelos son profundos, desarrollados a partir de aglomerados mezclados con cenizas volcánicas. En algunas áreas presenta pedregosidad en la superficie y dentro del perfil. Estos suelos están dedicados a la ganadería extensiva. La unidad cartográfica es una consociación, conformada por el suelo Typic Hapludands en un 70% e inclusiones de No Suelo o sea áreas de afloramientos rocosos.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Hapludands

Son suelos profundos y bien drenados, se han originado a partir de cenizas volcánicas, están localizados en los vallecitos glaciares del paisaje de montaña, en relieves ligeramente inclinados. En

general, estos suelos presentan un horizonte superficial húmico de 26 a 50 cm de espesor, de color gris muy oscuro o pardo muy oscuro, de texturas franco arenosas con buena estructura, de consistencia friable, ligeramente plástica y ligeramente pegajosa, subyacente se encuentra un horizonte de transición AB, de color pardo amarillento oscuro, con manchas pardo rojizas oscuras, de textura franco arenosa y estructura blocosa. Después se encuentra un horizonte B cámbico de 40 cm. de espesor; color pardo amarillento, de textura franco arenosa y estructura blocosa débilmente desarrollada. En profundidad se encuentra un horizonte C de color abigarrado gris, rojo y amarillo, de textura franco arenosa y sin estructura.

Químicamente son suelos ácidos, altos en materia orgánica y en capacidad de intercambio catiónico; bajos en bases y fósforo asimilable para las plantas y de fertilidad moderada.

10) Unidad MKB: Consociación Alic Hapludands

Esta es la unidad más extensa dentro del clima frío húmedo y muy húmedo; se distribuye principalmente en los municipios de Herveo, Murillo, Santa Isabel, Anzoátegui, Cajamarca, Ibagué y Rovira en altitudes de 2000 a 3000 msnm, con precipitaciones de 2.500 a 2.800 mm y temperaturas de 12 a 18°C. Esta unidad corresponde al tipo de relieve de filas y vigas, caracterizado por presentar crestas longitudinales inclinadas, con flancos abruptos de relieve fuertemente quebrado a escarpado y pendientes largas, mayores de 50%. Existe erosión ligera ocasionada principalmente por sobrepastoreo, se observan fenómenos de reptación, escurrimiento difuso y deslizamientos.

El material parental está constituido por cenizas volcánicas y en algunos sectores escarpados por rocas metamórficas (esquistos). La vegetación natural ha sido destruida en su mayor parte y las tierras dedicadas a la ganadería extensiva y a la agricultura de subsistencia.

Conforman esta consociación un suelo principal, Alic Hapludands 70% y las inclusiones de Hydric Hapludands 30%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Alic Hapludands

Se han desarrollado a partir de depósitos espesos de cenizas y arenas volcánicas. Los suelos se caracterizan por ser muy profundos y bien drenados; tienen texturas franco arcillosas y franco arcillo arenosas y arenosas francas. La estructura es blocosa y moderadamente desarrollada, presenta abundante pedregosidad. Son suelos ricos en materia orgánica y tienen un horizonte A de 48 cm de espesor, de color negro a pardo oscuro que descansa sobre un horizonte B de color pardo amarillento oscuro.

Químicamente, son suelos ligeramente ácidos, de capacidad de intercambio catiónica alta, saturación de bases baja y fósforo disponible para las plantas muy bajo. La fertilidad es moderada.

- Suelos Hydric Hapludans

Estos suelos se han desarrollado a partir de depósitos de ceniza volcánica. Presentan un horizonte A de 53 cm de espesor, de colores negro y pardo grisáceo muy oscuro, que descansa sobre un horizonte B de color pardo amarillento. La mezcla de materiales amorfos minerales y orgánicos tanto en el horizonte A como en los demás horizontes del perfil edáfico, le proveen a estos suelos buenas condiciones de estructura, porosidad y aireación.

En general estos suelos son muy profundos, bien drenados, de baja densidad aparente, ácidos; con capacidad catiónica de cambio alta, saturación total de bases media a baja, saturación de potasio baja y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. Su fertilidad es moderada.

11) Unidad MKC: Asociación Alic Hapludands, Typic Dystropepts y Typic Troorthents

Los suelos se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas depositadas sobre tonalitas; tienen un relieve fuertemente ondulado / quebrado y pendientes largas con gradientes de hasta el 75%. Las tierras están dedicadas a ganadería extensiva con pastos naturales y muy poco mejorados junto con algunos sectores con vegetación arbórea.

Las áreas que han sido deforestadas presentan erosión ligera en algunos casos moderada, con evidencias de algunos procesos de reptación. La unidad es una asociación integrada por los subgrupos Alic Hapludands en un 35%, Typic Dystropepts en un 35% y Typic Troorthents en un 30%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Alic Hapludands

Se ubican en las zonas de menos pendientes del tipo de relieve filas y vigas, son suelos profundos, originados de cenizas volcánicas. El perfil modal presenta una secuencia de horizontes A/B/C. El horizonte A se caracteriza por tener color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca a franco arenosa; estructura en bloques subangulares medios, moderadamente desarrollados y un espesor de 30 cm; descansa sobre un horizonte de alteración Bw de 30 cm de espesor, color pardo amarillo y estructura blocosa. El horizonte C es de color amarillento pardusco, de textura francoarenosa y presenta estructura de roca.

Los resultados de análisis químico muestran que son suelos muy ácidos, con alta capacidad catiónica de cambio, muy pobres en bases de cambio y en fosforo disponible para las plantas, presentan alto contenido de aluminio intercambiable y fertilidad moderada.

- Suelos Typic Dystropepts

La profundidad efectiva es moderada, limitada por gravilla, cascajo y piedra. Son suelos bien drenados, derivados de cuarzdioritas y con evidencias de erosión hídrica de grado ligero. El horizonte A es de 25 cm de espesor, color gris muy oscuro; textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares moderados y consistencia muy friable. El horizonte B es de color pardo a pardo oscuro, textura franco arenosa y buena estructura. El horizonte C es de color amarillo y amarillo pálido, textura franco con gravilla, cascajo y piedra.

Las características químicas son las siguientes, reacción fuertemente acida, capacidad catiónica de cambio y bases baja, materia orgánica media, fosforo disponible bajo y fertilidad moderada. Los limitantes para fines agropecuarios son la susceptibilidad a la erosión y las fuertes pendientes.

- Suelos Typic Troorthents

Estos suelos son excesivamente drenados, muy superficiales, limitados en su profundidad por abundante gravilla, cascajo y piedra; tienen pendientes muy fuertes de 50 a 75%. El perfil representativo tiene un horizonte A superficial muy delgado, de color gris muy oscuro, de textura

arenosa franca gravillosa y estructura granular gruesa. Este horizonte descansa sobre un horizonte C de color pardo amarillento y textura arenosa franca gravillosa, son ligeramente ácidos, tienen capacidad catiónica de cambio media a baja, bases totales y saturación de bases altas, carbón orgánico bajo a medio y contenido de fósforo asimilable para las plantas bajo y muy baja fertilidad. Unidad MKD: Consociación Typic Trophents

Esta unidad cartográfica se localiza en paisaje de montaña, en tipo de relieve de filas y vigas; tiene relieve escarpado y pendientes mayores de 50%. Los suelos de esta unidad se presentan en zonas frías muy húmedas, entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m., en la zona de vida del bosque muy húmedo montano bajo. Los materiales geológicos dominantes son rocas tonalitas. Las tierras están dedicadas a la ganadería extensiva y algunas tienen cobertura de vegetación natural, especialmente en las áreas de pendientes muy pronunciadas, lo cual constituye el mayor limitante para el uso y manejo. En general son tierras que se deben dedicar en un alto porcentaje a la conservación de la naturaleza. La unidad es una consociación integrada por un suelo principal clasificado como Typic Trophents en un 90% e inclusiones de Typic Dystropepts.

Características de los componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Trophents

Estos suelos ocupan casi toda el área de la unidad. Son poco evolucionados, originados directamente de la tonalita, bien drenados, de profundidad efectiva superficial, limitada por la roca coherente. El horizonte A es de 20 cm de espesor, de color pardo oscuro, de textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares finos y medios, moderadamente desarrollados. A los 20 cm de profundidad se encuentra el horizonte C de color pardo muy pálido y textura arenosa franca.

Los análisis químicos muestran suelos pobres en materia orgánica, ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio baja o media, saturación total de bases media a alta, saturaciones bajas de calcio y magnesio y saturación muy alta de potasio. La fertilidad es baja. Sus mayores limitantes de uso son las pendientes fuertes y la susceptibilidad a la erosión.

12) Unidad MKF: Consociación Lithic Trophents

Esta unidad está asociada al tipo de relieve denominado cañones y taludes y se localizan principalmente en las cuencas de los ríos Gualí, Lagunilla y Recio; los cuales están fuertemente encajonados. Los materiales parentales son esquistos, a veces mezclados con cenizas volcánicas.

La unidad presenta un relieve muy escarpado con pendientes mayores de 75%. La vegetación natural aún se conserva debido a la inaccesibilidad, por las fuertes pendientes. El uso está restringido a la conservación de la vida silvestre.

Esta unidad cartográfica es una consociación integrada por un suelo principal: Lithic Trophents, en un 80% e inclusiones de Lithic Hapludands localizado en las zonas menos inclinadas de la unidad.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Lithic Trophents

Se caracterizan por ser muy superficiales y bien drenados; presentan un horizonte A muy delgado, generalmente menor de 10 cm de espesor que descansa sobre esquistos. Tienen textura franca,

gravillosa, color en húmedo pardo amarillento oscuro y estructura en bloques subangulares, muy débiles.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos, con capacidad catiónica de cambio baja, saturación total de bases media y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. La fertilidad es muy baja.

13) Unidad MKG: Consociación Typic Hapludands

Esta unidad corresponde al tipo de relieve de lomas, caracterizado por elevaciones de terreno de poca altura y de configuración alargada. Se localiza en los municipios de Santa Isabel, Líbano, Villahermosa, Casabianca, Roncesvalles y San Antonio principalmente. El relieve es fuertemente ondulado / quebrado y las pendientes de 7-12-25 y 50%. Los suelos se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas que descansan sobre andesitas.

Actualmente se encuentran dedicados a la ganadería; se presenta erosión ligera en algunas áreas, causada por fenómenos de reptación (pata de vaca). Es una consociación integrada por un suelo principal clasificado como Typic Hapludands que ocupa el 90% del área y 10% inclusión de Lithic Trophents.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Typic Hapludands

Estos suelos se han originado de depósitos espesos de cenizas volcánicas. Muestran un horizonte A, de espesor mayor de 50 cm, de colores negro y pardo grisáceo muy oscuro, que descansa sobre un horizonte B de color pardo amarillento. Son de buenas condiciones físicas: estructura, consistencia, porosidad y buena retención de agua. Son suelos muy profundos, bien drenados, ricos en materia orgánica y de baja densidad aparente.

Químicamente son ácidos a muy ácidos, de capacidad catiónica de cambio muy alta, de baja saturación de bases y de disponibilidad de fósforo muy baja. La fertilidad es moderada.

14) Unidad MKI: Consociación Fluventic Humitropepts

Esta unidad se ubica en relieves de abanicos hidro-volcánicos. Es de relieve ligeramente inclinado, con pendientes de 3 a 7%, se encuentra en altitudes entre los 2.000 y 3.000 msnm, en zonas de clima frío húmedo. Los suelos son moderadamente profundos desarrollados a partir de sedimentos heterométricos de matriz fina.

La unidad se encuentra dedicada a la ganadería extensiva, el mal manejo de los potreros y la tala del bosque han influido en el deterioro de los suelos. La unidad es una consociación integrada por un suelo principal: Fluventic Humitropepts (55%) y por un suelo similar: Andic Humitropepts (45%).

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Fluventic Humitropepts

Estos suelos por lo general se ubican en la parte apical y media de los abanicos, son poco evolucionados, de relieve ligeramente inclinado, bien drenados, moderadamente profundos y se desarrollan principalmente sobre sedimentos heterométricos. Químicamente presentan reacción

ligeramente ácida, capacidad catiónica de cambio, contenidos de bases totales y fertilidad moderados. El uso principal es la ganadería semi-intensiva. Los abundantes fragmentos de roca que se encuentran sobre la superficie constituyen una limitante de uso.

- Suelos Andic Humitropepts

Se ubican principalmente en la parte lateral y terminal de los abanicos, son bien drenados, moderadamente profundos, con abundante gravilla y piedras dentro del perfil. Son suelos ácidos, de alta capacidad de intercambio catiónico, bases y saturación total bajas. Presentan un alto contenido de carbón orgánico y fósforo disponible para las plantas. Su fertilidad es moderada. El uso generalmente es para ganadería y pequeños cultivos. El uso de este suelo está limitado por la presencia de rocas en la superficie.

15) Unidad MQB: Consociación Typic Hapludands

Esta unidad se localiza en el tipo de relieve de filas y vigas, en los municipios de Líbano, Murillo, Villahermosa y Casabianca. El relieve es escarpado con pendientes de 50-75%. Los suelos son profundos, se han desarrollados de cenizas volcánicas que se depositaron sobre esquistos cloríticos; presentan erosión hídrica de tipo laminar, en grado ligero.

La vegetación natural está casi destruida en su totalidad; en un bajo porcentaje se encuentran especies arbóreas de aguacatillo, nogal, cedro y balso. El uso más frecuente es el cultivo de café y algunos frutales. Las fuertes pendientes y la erosión son los mayores limitantes del uso de estos suelos.

La unidad es una consociación integrada por un suelo principal Typic Hapludands en un 80% e inclusiones de Typic Dystropepts, en un 20%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Hapludands

Estos suelos cubren el 80% de la unidad. El material parental está constituido por cenizas volcánicas; son bien drenados, profundos y están afectados por erosión ligera. El perfil modal presenta una secuencia de horizontes A/B/C. El horizonte A tiene las siguientes características: espesor de 25 cm, color negro, textura franca, estructura en bloques subangulares medios, moderadamente desarrollada y consistencia friable. Continúa un horizonte transicional AB de 40 cm de espesor, el horizonte B (cámbico) es de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa y estructura en bloques subangulares medios, débilmente desarrollados; subyacente se presenta el horizonte C de color pardo oscuro, de textura franco arcillosa, sin estructura y con propiedades tixotrópicas.

Estos suelos son ligeramente ácidos, tienen capacidad catiónica de cambio alta, materia orgánica alta, saturación de bases media y fósforo aprovechable bajo. Su fertilidad es moderada. La susceptibilidad a la erosión y las pendientes fuertes constituyen los mayores limitantes del uso.

16) Unidad MQC: Asociación Typic Humitropepts – Typic Troorthents

Localizada en el tipo de relieve de filas y vigas, en los municipios de Ibagué y Cajamarca. Ocupa áreas de relieve fuertemente quebrado y escarpado con pendientes 50-75%. Los suelos están afectados de erosión ligera. El material parental está constituido por rocas metamórficas

frecuentemente mezcladas con cenizas volcánicas.

No obstante las fuertes pendientes y la alta susceptibilidad a la erosión, se realizan actividades agrícolas especialmente cultivos de café, plátano, caña de azúcar, arracacha, tomate de árbol, frijol y arveja, en explotaciones familiares de pancoger.

La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Humitropepts en un 40%, Typic Trophorthents en un 40% e inclusiones de Typic Eutropepts en un 20%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Humitropepts

Ocupan las áreas de poca pendiente (resaltos de ladera y faldas) dentro de la unidad. Estos suelos han evolucionado a partir de esquistos, con influencia localizada de cenizas volcánicas. Se caracterizan por ser profundos, bien drenados, ricos en materia orgánica, de texturas medias a moderadamente finas, estructura blocosa moderadamente desarrollada y de colores pardo oscuros sobre pardo amarillentos en los horizontes inferiores.

Químicamente son suelos ácidos a ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio media a baja, de saturación total de bases media y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. Su fertilidad es moderada.

- Suelos Typic Trophorthents

Estos suelos se encuentran en los sectores más escarpados de la unidad, se han derivado de esquistos y presentan un horizonte A poco profundo de color oscuro que descansa sobre un C espeso y de color amarillento. En general son suelos superficiales, bien drenados, de texturas franca y franco arenosa con importantes contenidos de gravilla, cascajo y piedra en todo el perfil.

Químicamente son suelos ácidos a ligeramente ácidos, con capacidad catiónica de cambio mediana, saturación total de bases muy alta y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. Su fertilidad es moderada.

- Suelos Typic Eutropepts

Ocupan las partes bajas (faldas) de las laderas de las filas y vigas, se han derivado de esquistos y presentan un perfil A/B/C, con colores pardo oscuros sobre rojizos y texturas franco arenosas con presencia de gravilla.

Son ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio media; alta saturación de bases, fósforo disponible bajo y fertilidad media.

17) Unidad MQD: Asociación Typic Eutropepts - Typic Trophorthents - Entic Hapludolls

Esta unidad se encuentra ubicada en el batolito de Ibagué, conformado por tonalitas y granodioritas y se localiza geográficamente en sectores de los municipios de Ibagué, Rovira, Roncesvalles, Ortega, Chaparral, Rioblanco, y Planadas; en el tipo de relieve de filas y vigas.

Es de relieve quebrado a escarpado con pendientes 25-50-75% y mayores. Presenta erosión hídrica ligera, con frecuentes deslizamientos. La vegetación natural ha sido destruida casi completamente

para establecer cultivos de café, yuca, frutales y potreros para ganadería extensiva.

La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Eutropepts en un 40%, Typic Troprothents en un 30% y Entic Hapudolls en un 30%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Eutropepts

Son suelos profundos, bien drenados, desarrollados de cuarzodioritas y se ubican generalmente en las partes bajas (faldas) de las filas y vigas. Morfológicamente el perfil presenta un horizonte A de 17 cm. de espesor, que se caracteriza por tener color en húmedo pardo a pardo oscuro, textura franco arcillosa, estructura subangular en bloques gruesos, débilmente desarrollados, consistencia friable, pegajosa, y no plástica. El horizonte B tiene 23 cm de espesor, color pardo amarillento, textura franca y estructura en bloques subangulares medios y gruesos, débilmente desarrollados. Subyacente se presenta el horizonte C de color pardo amarillento, textura franca y sin estructura.

Químicamente son suelos de reacción ácida, capacidad catiónica de cambio media, materia orgánica media, de alto contenido de bases y bajo en fósforo. Su fertilidad es moderada. La pendiente pronunciada y la susceptibilidad a la erosión constituyen los principales limitantes del uso.

- Suelos Typic Troprothents

Son suelos moderadamente profundos, limitados por la roca, se han desarrollado de rocas cuarzodioritas. El drenaje natural es excesivo, presentan erosión hídrica ligera y gravilla, cascajo y piedra dentro del perfil. El perfil modal presenta una secuencia de horizontes A/C, donde el horizonte A se caracteriza por ser de color pardo grisáceo oscuro a pardo grisáceo, textura arenosa franca gravillosa, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados. Continúa un horizonte transicional AC con características muy similares al A. El horizonte C se caracteriza por tener color blanco, minerales de color gris muy oscuro y textura arenosa con gravilla.

Químicamente estos suelos, son ácidos, con baja a media capacidad de intercambio, alta saturación de calcio, regular saturación de magnesio, potasio y sodio; son pobres en fósforo disponible para las plantas y de fertilidad baja.

Debido a su alta susceptibilidad a la erosión y al mal uso y manejo a que están sometidos, los suelos están sufriendo un proceso de degradación severo.

- Suelos Entic Hapudolls

Se localizan en las partes baja y media del tipo de relieve de filas y vigas y tienen relieve escarpado. Son suelos bien drenados, superficiales, limitados por fragmentos de rocas cuarzodioritas. Morfológicamente el perfil es de tipo A/C. El horizonte superficial A es de 20 cm de espesor, color gris muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques medios moderados, consistencia friable y no pegajosa, ni plástica; subyacente se encuentra un horizonte transicional AC con características similares a las del A, debajo del AC se encuentran la roca blanda y fragmentada (horizonte C).

Químicamente son suelos ligeramente ácidos a neutros, con capacidad catiónica de cambio media, carbón orgánico bajo a medio, bases y saturación de bases, media y bajo a medio contenido de

fósforo aprovechable para las plantas. Su fertilidad es moderada. El uso actual es el café y cultivos de pancoger; sus mayores limitantes son la pendiente y la susceptibilidad a la erosión.

Unidad MQE: Asociación Typic Troorthents – Typic Dystropepts

Esta unidad cartográfica pertenece al tipo de relieve denominado filas y vigas; se caracteriza por su relieve escarpado y pendientes mayores de 50%. La cobertura dominante es de pastos naturales y rastros, sin uso, debido a las fuertes pendientes.

La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Troorthents en un 60% y Typic Dystropepts en un 40%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Troorthents

Estos suelos, se han formado sobre granodioritas y se localizan en las laderas más escarpadas. El horizonte A tiene un espesor de 18 cm, color pardo grisáceo oscuro, estructura moderadamente desarrollada, texturas medias a finas y descansa sobre un horizonte C que conserva muchas características del material de origen.

Desde el punto de vista químico, son suelos ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases alta, con materiales de carbonato de calcio y bajo contenido de fósforo asimilable para las plantas. Su fertilidad es moderada.

- Suelos Typic Dystropepts

Se localizan en las zonas de menor pendiente dentro de la unidad; el material parental está constituido por granodioritas. Son suelos profundos y bien drenados. El perfil representativo tiene un horizonte A de 30 cm de espesor, de color pardo oscuro, de textura arcillosa y estructura moderadamente desarrollada; sigue luego un horizonte B de color rojo amarillento, textura arcillosa y estructura blocosa moderada; el horizonte C es de color rojizo, textura arcillosa y sin estructura.

Son suelos ácidos, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases baja y fósforo asimilable para las plantas bajo. Su fertilidad es moderada.

18) Unidad MQF: Asociación Typic Troorthents – Typic Dystropepts

Esta unidad se ubica en los municipios de San Antonio, Chaparral, Ortega y Rovira; corresponde al tipo de relieve de filas y vigas. Se caracteriza por un relieve muy quebrado a escarpado, de pendientes largas y escarpadas; presenta erosión ligera a moderada y fenómenos de solifluxión y desprendimientos.

Los materiales geológicos están constituidos por rocas metamórficas (esquistos). Actualmente se utiliza en cultivos de café y de pancoger; pero la mayor parte del área se encuentra en rastrojo. El bosque ha sido destruido, pero quedan algunos vestigios de higuero, guano, naranjo, roble y guayabo. Los mayores limitantes del uso son las fuertes pendientes y la susceptibilidad a la erosión.

Esta unidad es una asociación integrada por los suelos Andic Dystropepts en un 55%, Hydric Hapludands en un 40% y por afloramientos rocosos.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Andic Dystropepts

Estos suelos se localizan generalmente en las laderas de mayor pendiente, sobre rocas cuarzodioritas, que constituyen el material parental. Son suelos poco evolucionados, de relieve quebrado con pendientes 50-75%, son excesivamente drenados y con erosión hídrica laminar, ligera. Morfológicamente el perfil presenta una secuencia de horizontes A/B/C. El horizonte A tiene un espesor de 28 cm, color negro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques finos y medios. El horizonte B se caracteriza por presentar 17 cm de espesor, color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa y estructura en bloques subangulares medios moderados. Subyacente se presenta el horizonte C de color pardo fuerte; textura arcillo arenosa, sin estructura, y a partir de los 77 cm se presenta la roca cuarzodiorita meteorizada.

Son suelos ácidos, de capacidad catiónica de cambio alta, saturación de bases muy baja, contenidos de carbón orgánico altos y de fósforo aprovechable para las plantas, bajo. Su fertilidad es baja.

- Suelos Hydric Hapludands

Se ubican en las partes menos pendientes de la unidad y se caracterizan por ser bien drenados, profundos y evolucionados a partir de cenizas volcánicas. Morfológicamente el perfil modal presenta un horizonte A de unos 21 cm de espesor, color negro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares finos y medios, moderadamente desarrollados; un horizonte transicional de 24 cm, color pardo oscuro y textura franco arcillo arenosa. El horizonte B de 80 cm o más, tiene color pardo amarillento, textura franco arcillo arenosa, estructura en prismas medios, débil, que rompen en bloques subangulares gruesos se subdivide en Bw1, Bw2 y Bw3 por variaciones de color o estructura.

Químicamente, estos suelos se caracterizan por tener reacción muy ácida, capacidad catiónica de cambio alta, saturación de bases y bases totales, medias, carbón orgánico muy alto y contenido de fósforo disponible para las plantas bajo. Su fertilidad es baja. Los principales limitantes del uso son las pendientes fuertes y la susceptibilidad a la erosión.

19) Unidad MQH: Asociación Typic Dystropepts – Typic Troorthents

Comprende, esta unidad, el tipo de relieve de filas y vigas en su mayor parte. El relieve es ligeramente quebrado a escarpado, con pendientes 12-25-50-75% y erosión hídrica ligera a moderada. El material parental consiste en areniscas y arcillolitas de la formación Saldaña.

El uso predominante comprende cultivos transitorios de subsistencia y está limitado por las fuertes pendientes y la erosión. La unidad es una asociación y está compuesta por los suelos Typic Dystropepts en un 60% y Typic Troorthents en un 40%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Dystropepts

Se localizan en las laderas más pendientes de las filas y vigas; son suelos moderadamente profundos, excesivamente drenados, limitados por la roca ígnea (esquistos). Morfológicamente el perfil presenta un horizonte A con las siguientes características: espesor 16 cm, color negro, textura franco arenosa con gravilla; estructura granular fina y media, débilmente desarrollada; subyacente

se presenta una secuencia de horizontes C, de colores litocrómicos pardo amarillento, gris y gris oscuro.

Químicamente son suelos ácidos a ligeramente ácidos, saturación de bases alta, carbón orgánico bajo y contenidos bajos de fósforo disponible para las plantas. Su fertilidad es baja.

- Suelos Typic Troorthents

Se presentan en las áreas menos pendientes (faldas y resaltos de ladera) en las filas y vigas. Morfológicamente, el horizonte A tiene un espesor de 17 cm, color gris muy oscuro, textura franco arenosa con gravilla, estructura en bloques subangulares finos y medios, moderadamente desarrollados y consistencia muy friable. El horizonte B cámbico, es de color gris muy oscuro, textura franco arcillo arenosa con gravilla, estructura en bloques subangulares finos y moderadamente desarrollados. Subyacente está el horizonte C de color, en húmedo, pardo amarillento, textura franco arcillo arenosa con gravilla y sin estructura.

Químicamente son suelos de reacción ácida, capacidad catiónica media, bases totales y saturación de bases altas, contenido de carbón orgánico alto y bajo en fósforo disponible para las plantas. Su fertilidad es baja a moderada.

20) Unidad MQJ: Consociación Typic Troorthents

Esta unidad corresponde al tipo de relieve denominado cañones y taludes, ubicado a lo largo de los ríos Guarinó, Gualí, Azufrado Recio, Toche y Bermellón, entre otros. El relieve es muy escarpado, las pendientes son mayores de 75% y se observa erosión ligera y fenómenos de deslizamientos y desprendimientos de rocas. Los materiales parentales son esquistos y arenas volcánicas.

Debido a la inaccesibilidad de la zona por las fuertes pendientes, aún se conserva la vegetación de bosque, aunque muy intervenido; se deben proteger estas zonas para evitar el aumento de la erosión y los posibles represamientos por deslizamiento de los ríos en épocas de invierno.

La unidad es una consociación integrada por un suelo principal, del subgrupo Typic Troorthents en un 80% e inclusiones de Typic Humitropepts en un 15% y un 5% de afloramientos rocosos.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Troorthents

Estos suelos se encuentran en los sectores de relieve muy escarpado y de pendientes empinadas; son muy superficiales, bien drenados y poco evolucionados. Presentan una secuencia de horizontes A/C en donde el A tiene textura franca gravillosa; estructura granular fina y moderada; el horizonte C es de color pardo amarillento, de textura franco arcillosa gravillosa y sin estructura.

Su uso es restringido debido a las fuertes pendientes, se debe conservar la vegetación natural. Químicamente son suelos ácidos a ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio mediana, saturación total de bases alta y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. Su fertilidad es baja.

- Suelos Typic Humitropepts

Se ubican en las zonas de relieve más suave. Los suelos se han desarrollado a partir de esquistos y se caracterizan por un horizonte A de 37 cm, de color pardo grisáceo muy oscuro y textura franco arcillosa; el horizonte B es pardo amarillento, de textura arcillosa y el C se inicia a partir de 100 cm de profundidad, es de color pardo oscuro y de textura arcillosa.

Químicamente son suelos ácidos, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases alta, de baja disponibilidad de fósforo y fertilidad baja.

21) Unidad MQK: Consociación Typic Hapludands

El tipo de relieve al cual corresponde esta unidad es el de lomas, caracterizadas por su poca altura, con domos redondeados y alargados. El relieve es fuertemente ondulado / quebrado, las pendientes varían de 7-12-25-50% y se observa erosión ligera en algunos sectores con pendientes fuertes.

El material parental está constituido por cenizas volcánicas que han sido depositadas sobre flujos de lodo volcánico (lahares) y sobre andesitas. La vegetación natural ha sido destruida en su mayor parte y los suelos dedicados principalmente al cultivo de café, con o sin sombrío y a la ganadería extensiva. La unidad se encuentra en los municipios de Líbano, Fresno y al norte del departamento.

La unidad es una consociación constituida por un suelo principal del subgrupo Typic Hapludands (80%) e inclusiones de Typic Dystropepts (20%).

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Hapludands

Estos suelos han evolucionado a partir de cenizas volcánicas y presentan un perfil modal con un horizonte A de 28 cm de espesor, color pardo muy oscuro, textura (al tacto) franca, estructura blocosa moderada y porosidad alta. El horizonte B es muy espeso, profundiza hasta más de 150 cm, tiene colores pardo amarillentos, textura franca, estructura blocosa y porosidad alta.

Químicamente se caracterizan por ser ácidos, de capacidad catiónica de cambio muy alta, saturación total de bases baja a muy baja y contenidos muy bajos de fósforo disponible para las plantas. Su fertilidad es moderada.

- Suelos Typic Dystropepts

Se localizan en sitios donde se ha perdido la ceniza volcánica. Los suelos se han originado de esquistos. El perfil modal muestra un horizonte A de unos 30 cm de espesor, color pardo oscuro, textura arcillosa y estructura blocosa moderadamente desarrollada. El horizonte B es espeso, se prolonga hasta 120 cm de profundidad, presenta colores rojizos y textura arcillo-limosa. El horizonte C es de color rojo, de textura arcillosa y conserva en gran parte la estructura de la roca.

22) Unidad MQO: Grupo indiferenciado Typic Tropofluents - Aeric Tropaquepts

Se ubican en valles estrechos con relieve ligeramente inclinado y pendientes 3-7% son áreas susceptibles a inundaciones en invierno. El material parental está constituido por sedimentos coluvio-aluviales heterométricos. La vegetación natural ha sido eliminada y reemplazada por cultivos, especialmente café, caña panelera, plátano, frutales y explotación ganadera de tipo extensivo.

La unidad es un grupo indiferenciado integrado por los suelos Typic Tropofluvents en un 50% y Aeríc Tropaquepts en un 40%.

Características de los componentes taxonómicos

- Suelos Typic Tropofluvents

Estos suelos se han originado a partir de materiales coluvio-aluviales heterométricos. Son moderadamente profundos, moderadamente bien drenados, de texturas medias a gruesas y bajo contenido de materia orgánica. Morfológicamente, el horizonte A presenta color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, sin estructura; el C tiene color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo arenosa y también sin estructura.

Químicamente, son suelos ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio alta, saturación total de bases media a alta, de disponibilidad de fósforo para las plantas baja y de fertilidad media.

- Suelos Aeríc Tropaquepts

El material parental está constituido por sedimentos coluvio-aluviales predominantemente finos. Los suelos son imperfectamente drenados, moderadamente profundos, limitados por oscilación del nivel freático y por la presencia de zurales en la superficie. Morfológicamente, tienen un horizonte A menor de 18 cm, de color oscuro con manchas grises, textura arcillosa y estructura blocosa subangular, moderada. El horizonte B muy espeso, de color pardo fuerte a rojo amarillento con manchas grises, textura arcillosa y estructura blocosa moderadamente desarrollada.

Químicamente son suelos fuertemente ácidos, de capacidad catiónica de cambio media a alta, de saturación total de bases media y contenido de fósforo disponible para las plantas bajo. La fertilidad es media.

23) Unidad MVB: Asociación Typic Dystropepts – Typic Troporrhents – Typic Hapludands

Esta unidad corresponde al tipo de relieve de lomas; se localiza en los municipios de Armero-Guayabal, Falán y Mariquita. El relieve es quebrado a fuertemente quebrado y las pendientes varían de 12-25-50-75%. Los materiales litológicos están constituidos por tonalitas y esquistos, recubiertos parcialmente por cenizas volcánicas.

La vegetación natural ha sido destruida y los suelos están dedicados a la ganadería extensiva y a la agricultura; especialmente con cultivos de caña panelera y maíz. El mal uso de estas tierras ha ocasionado erosión ligera y moderada por escurrimiento difuso. Se presentan afloramientos rocosos en algunos sectores.

La unidad cartográfica es una asociación compuesta por los suelos principales: Typic Dystropepts en un 40%, Typic Troporrhents en un 30%, Typic Hapludands en un 20% y por inclusiones de Typic Eutropepts en un 10%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Dystropepts

Se localizan en las faldas de las lomas, con pendientes suaves. Se han desarrollado de arcillas rojas, provenientes de la alteración de las tonalitas. Son bien drenados, moderadamente profundos, con

estructura blocosa, moderadamente desarrollada y colores pardo grisáceo muy oscuro, en superficie y rojo amarillentos en profundidad.

Químicamente, son suelos ligeramente ácidos, regulares en materia orgánica, con capacidad catiónica de cambio media a baja, saturación total de bases alta a muy alta y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. Su fertilidad es baja.

24) Unidad MQO: Grupo indiferenciado Typic Tropofluvents – Aeric Tropaquepts

Se ubican en valles estrechos con relieve ligeramente inclinado y pendientes 3-7% son áreas susceptibles a inundaciones en invierno. El material parental está constituido por sedimentos coluvio-aluviales heterométricos. La vegetación natural ha sido eliminada y reemplazada por cultivos, especialmente café, caña panelera, plátano, frutales y explotación ganadera de tipo extensivo.

La unidad es un grupo indiferenciado integrado por los suelos Typic Tropofluvents en un 50% y Aeric Tropaquepts en un 40%.

Características de los componentes taxonómicos

- Suelos Typic Tropofluvents

Estos suelos se han originado a partir de materiales coluvio-aluviales heterométricos. Son moderadamente profundos, moderadamente bien drenados, de texturas medias a gruesas y bajo contenido de materia orgánica. Morfológicamente, el horizonte A presenta color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, sin estructura; el C tiene color pardo amarillento oscuro, textura franco arcilloso arenoso y también sin estructura.

Químicamente, son suelos ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio alta, saturación total de bases media a alta, de disponibilidad de fósforo para las plantas baja y de fertilidad media.

- Suelos Aeric Tropaquepts

El material parental está constituido por sedimentos coluvio-aluviales predominantemente finos. Los suelos son imperfectamente drenados, moderadamente profundos, limitados por oscilación del nivel freático y por la presencia de zúrculos en la superficie. Morfológicamente, tienen un horizonte A menor de 18 cm, de color oscuro con manchas grises, textura arcillosa y estructura blocosa subangular, moderada. El horizonte B muy espeso, de color pardo fuerte a rojo amarillento con manchas grises, textura arcillosa y estructura blocosa moderadamente desarrollada.

Químicamente son suelos fuertemente ácidos, de capacidad catiónica de cambio media a alta, de saturación total de bases media y contenido de fósforo disponible para las plantas bajo. La fertilidad es media.

25) Unidad MVB: Asociación Typic Dystropepts – Typic Troporthents – Typic Hapludands

Esta unidad corresponde al tipo de relieve de lomas; se localiza en los municipios de Armero Guayabal, Falán y Mariquita. El relieve es quebrado a fuertemente quebrado y las pendientes varían de 12-25-50-75%. Los materiales litológicos están constituidos por tonalitas y esquistos, recubiertos parcialmente por cenizas volcánicas.

La vegetación natural ha sido destruida y los suelos están dedicados a la ganadería extensiva y a la agricultura; especialmente con cultivos de caña panelera y maíz. El mal uso de estas tierras ha ocasionado erosión ligera y moderada por escurrimiento difuso. Se presentan afloramientos rocosos en algunos sectores.

La unidad cartográfica es una asociación compuesta por los suelos principales: Typic Dystropepts en un 40%, Typic Troorthents en un 30%, Typic Hapludands en un 20% y por inclusiones de Typic Eutropepts en un 10%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Dystropepts

Se localizan en las faldas de las lomas, con pendientes suaves. Se han desarrollado de arcillas rojas, provenientes de la alteración de las tonalitas. Son bien drenados, moderadamente profundos, con estructura blocosa, moderadamente desarrollada y colores pardo grisáceo muy oscuro, en superficie y rojo amarillentos en profundidad.

Químicamente, son suelos ligeramente ácidos, regulares en materia orgánica, con capacidad catiónica de cambio media a baja, saturación total de bases alta a muy alta y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. Su fertilidad es baja.

- Suelos Typic Troorthents

Estos suelos se ubican en las cimas de las lomas y cumbres escarpadas, se originan de tonalitas; son suelos poco evolucionados, bien drenados, superficiales, de texturas finas a moderadamente finas, sin estructura y con una secuencia de horizontes AC, en el perfil pedológico.

Es frecuente encontrar en la superficie y dentro del suelo capas de cascajo y piedra que limitan la profundidad efectiva. Químicamente son ligeramente ácidos, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases baja a media, saturaciones de calcio, magnesio y potasio bajas y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. Su fertilidad es baja.

- Suelos Typic Hapludands

Están ubicados en las faldas de las lomas con pendientes suaves y hacia el límite con el clima medio húmedo en donde se conservan depósitos de cenizas volcánicas. Presentan un horizonte A de 20 cm de espesor, de color pardo muy oscuro y textura franco arcillosa; el horizonte B es espeso, de color pardo amarillento y textura franca.

En general son suelos profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas y estructura en bloques subangulares débil a moderadamente desarrollados. Químicamente, son suelos ligeramente ácidos, pobres a regulares en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio y saturación total de bases media a alta, saturación de potasio baja y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. Su fertilidad es moderada.

- Suelos Typic Eutropepts

Se ubican al pie de las lomas en donde existen acumulaciones de derrubios y coluviones. Los suelos en general son bien drenados, moderadamente profundos, con un horizonte A de 13 cm de espesor, de color gris oscuro y textura arcillo arenosa; el horizonte B de unos 15 cm de espesor, es de color

gris oliva y textura franco arcillo arenosa, descansa sobre el horizonte C de color pardo amarillento claro y textura franco arcillo arenosa.

Químicamente estos suelos son ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta, disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja y de fertilidad moderada.

26) Unidad MWA: Asociación Lithic Ustorthents - Typic Ustorthents

Comprende el tipo de relieve de espinazo, caracterizado por su relieve muy inclinado y escarpado. Los suelos se han desarrollado sobre materiales sedimentarios de areniscas y arcillolitas, están afectados de erosión hídrica laminar en grado moderado a severo. La vegetación de bosque está casi totalmente destruida. Debido a la sequía, las pendientes fuertes y a la erosión, un alto porcentaje del área permanece cubierta de rastrojos y de gramas naturales.

La unidad es una asociación integrada por los suelos Lithic Ustorthents en un 50% y Typic Ustorthents en un 30%, con inclusiones de afloramientos rocosos (no suelo), en un 20%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Lithic Ustorthents

Estos suelos se localizan en las áreas de mayor pendiente, son poco evolucionados, excesivamente drenados y superficiales, limitados por la roca de arenisca dura y coherente que se encuentra a menos de 50 cm. Morfológicamente el perfil presenta un horizonte A de 20 cm, de color pardo a pardo pálido, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques angulares medios, moderados.

Químicamente presentan reacción neutra, capacidad catiónica de cambio media, bases totales altas, materia orgánica baja, fósforo disponible para las plantas bajo y fertilidad muy baja. La pendiente pronunciada, la susceptibilidad a la erosión y la superficialidad de los suelos, se constituyen en los principales limitantes de uso.

- Suelos Typic Ustorthents

Estos suelos se ubican en las zonas con menor pendiente, son bien drenados, derivados de areniscas y de poco desarrollo pedogenético; son moderadamente profundos, limitados por abundante cantidad de gravilla, cascajo y piedra. Morfológicamente el perfil presenta una secuencia de horizontes de tipo A/C; el horizonte A tiene 30 cm de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa con 40% de gravilla y estructura en bloques angulares medios, moderadamente desarrollados. El horizonte C se caracteriza por tener color pardo a pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa con incrementos de gravilla en profundidad.

Químicamente presentan reacción medianamente ácida, capacidad catiónica de cambio baja a media, bases totales bajas, materia orgánica baja, fósforo disponible para las plantas bajo y alto porcentaje de saturación de aluminio. Su fertilidad es baja. Las pendientes pronunciadas y la susceptibilidad a la erosión constituyen los principales limitantes de uso.

27) Unidad MWB: Complejo Typic Ustorthents - Typic Ustrophepts

La unidad se ubica entre los 400-1000 msnm en relieve quebrado a fuertemente quebrado, con pendientes 25-50-75%. Los materiales geológicos son tonalita y granodioritas del batolito de

Ibagué. La vegetación natural ha sido destruida completamente y las tierras están utilizadas con ganadería extensiva. El mal uso de los suelos ha provocado una erosión laminar moderada asociada con frecuentes deslizamientos. Los limitantes principales del uso son la erosión, la pendiente y la profundidad efectiva de los suelos.

La unidad está integrada por los suelos Typic Ustorthents en un 50%; Typic Ustropepts en un 40% y un 10% de afloramientos rocosos.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Ustorthents

Estos suelos se localizan en áreas de mayor pendiente en el tipo de relieve de filas y vigas; son bien a excesivamente drenados y superficiales, limitados en su profundidad por la cuarzdiorita material del cual se han originado. Morfológicamente, el horizonte superficial A presenta un espesor de 11 cm, de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares finos débilmente desarrollados. Subyacente se desarrolla un horizonte transicional AC con la mayoría de características del A. El C es el material parental de colores abigarrados, textura arenosa y sin estructura.

Desde el punto de vista químico tienen reacción ácida, capacidad catiónica de cambio media, bases totales medias, saturación de bases alta, carbón orgánico bajo, contenido de fósforo asimilable para las plantas muy bajo y la fertilidad baja. Son suelos utilizados en ganadería extensiva, limitados en su uso por la erosión, las pendientes fuertes y la poca profundidad efectiva.

- Suelos Typic Ustropepts

Estos suelos se ubican en las áreas menos pendientes de la unidad, en relieve quebrado y con pendientes 25-50%; son excesivamente drenados, superficiales y se han derivado de tonalitas. Presentan secuencia de horizontes A/B/C. El A tiene un espesor de 16 cm, color gris muy oscuro, textura franco arcillo arenosa con poca gravilla y estructura blocosa. El horizonte B tiene 16 cm de espesor, color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa y es bien estructurado. El horizonte C profundiza hasta los 64 cm donde se encuentra la roca.

Químicamente son suelos neutros, con capacidad catiónica de cambio, materia orgánica, fósforo y fertilidad bajos. Su uso es la ganadería extensiva y los limitantes de uso son la pendiente, la erosión y la profundidad efectiva superficial.

28) Unidad MWC: Asociación Ustic Dystropepts – Lithic Ustorthents

Corresponde al tipo de relieve denominado filas y vigas. La unidad se ha desarrollado sobre rocas sedimentarias arcillolitas y areniscas con intrusiones de granodiorita. El relieve es fuertemente quebrado a escarpado y las pendientes varían de 25-50-75%. Presenta erosión moderada a severa causada por escurrimiento difuso y concentrado, el cual ha formado surcos y cárcavas; hay abundante piedra superficial.

La vegetación natural ha sido destruida casi en su totalidad y las tierras están prácticamente inutilizadas debido a la falta de humedad, a las fuertes pendientes y a la poca profundidad efectiva de los suelos. Integran esta asociación los suelos Ustic Dystropepts en un 55%, Lithic Ustorthents en un 30% y afloramientos rocosos en un 15%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Ustic Dystropepts

Estos suelos se ubican en las faldas de pendiente más suave, en donde dominan las arcillolitas; son superficiales, limitados por la roca, excesivamente drenados, afectados por erosión moderada a severa. La morfología del perfil es de tipo ABC, presentando texturas arcillosas, colores pardos amarillentos con manchas pardas fuertes; estructura de bloques medios, fuerte en el horizonte superficial y estructura de roca en los inferiores.

Químicamente, son suelos son fuertemente ácidos, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases alta en el horizonte superficial y baja en los horizontes subsuperficiales, la disponibilidad de fósforo para las plantas es muy baja y su fertilidad es baja.

- Suelos Lithic Ustorthents

Se localizan en las partes más escarpadas, donde están asociados o alternan con los afloramientos rocosos (no suelo), que abundan en la unidad. Estos suelos se han derivado de tonalitas, las cuales se encuentran en diferentes estados de meteorización. Presentan un horizonte A inferior a 10 cm de espesor, de color pardo grisáceo, textura franco arenosa gravilosa y estructura en bloques subangulares finos y débilmente desarrollados el cual descansa directamente sobre la roca.

Químicamente son fuertemente ácidos, regulares en materia orgánica; de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases baja, contenido de fósforo asimilable para las plantas muy bajo y fertilidad baja.

29) Unidad MWD: Asociación Afloramientos Rocosos - Typic Ustorthents

Corresponde al tipo de relieve de cañones y taludes ubicados a lo largo de los ríos Gualí, Sabandija, Lagunilla, Recio y Combeima. El relieve es muy escarpado con pendientes mayores de 75% y erosión ligera, con algunos desprendimientos de rocas.

El material parental está constituido por esquistos, principalmente los cuales afloran en un 60% y por arenas volcánicas que originan suelos poco diferenciados, muy superficiales y excesivamente drenados. En algunos sectores esta unidad se prolonga hacia el paisaje de piedemonte. Estas tierras deben mantenerse exclusivamente bajo cobertura vegetal protectora, para regular los caudales de los ríos y evitar los procesos erosivos.

Integran esta unidad afloramientos rocosos en un 60% y suelos Typic Ustorthents en un 40%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Ustorthents

Se ubican en las áreas menos escarpadas de la unidad y se caracterizan por mostrar un horizonte A de 18 cm de espesor, color gris oliva, textura arenosa franca y estructura poco desarrollada; descansa directamente sobre un horizonte C, de color pardo grisáceo, textura franco arenosa y sin estructura.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio baja, saturación

total de bases alta, contenido de materia orgánica bajo y contenido de fósforo disponible para las plantas alto. La fertilidad es baja.

30) Unidad MWE: Complejo Typic Ustropepts – Typic Ustorthents

Esta unidad cartográfica está constituida por el tipo de relieve de lomas en clima cálido seco, corresponde a la formación vegetal de bosque húmedo premontano transición a seco tropical y se ubica en las estribaciones de la cordillera Central, principalmente en los municipios de Alvarado, Anzoátegui, Venadillo, Armero Guayabal y Lérica; a altitudes entre 450 y 1000 msnm. Presenta un relieve muy disectado, quebrado a fuertemente quebrado, con pendientes que varían de 12-25-50% y erosión moderada en gran parte de la unidad, debido al mal manejo de los suelos y a las fuertes pendientes.

Los materiales litológicos están constituidos por rocas ígneas tonalita y granodiorita muy meteorizadas, las cuales afloran en muchos sectores. La vegetación natural ha sido destruida casi en su totalidad y la actividad agrícola está muy restringida, debido a las fuertes pendientes, a la poca profundidad efectiva de algunos suelos y a la baja disponibilidad de agua.

Esta unidad está integrada por los suelos Typic Ustropepts en un 60% y Typic Ustorthents en un 40%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Ustropepts

Estos suelos se ubican en las faldas de las lomas, se han originado a partir de tonalitas y granodioritas y se caracterizan por ser moderadamente profundos y bien drenados. El horizonte A tiene estructura blocosa moderadamente desarrollada, texturas medias a finas y colores pardo oscuros; el horizonte B es pardo, de textura arcillo arenosa y descansan sobre un C de colores variados y texturas franco arcillo arenosas.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos a casi neutros, pobres en materia orgánica, capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio y magnesio muy altas, saturación de potasio baja a media y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. La fertilidad es baja.

- Suelos Typic Ustorthents

Se ubican en las cimas y zonas escarpadas de la unidad, los materiales parentales son tonalitas alteradas, las cuales se desintegran fácilmente en partículas de tamaño arena y grava. Los suelos se caracterizan por ser bien drenados y muy superficiales. El horizonte A tiene 24 cm de espesor, es de color pardo amarillento, de texturas gruesas a moderadamente gruesas y descansa sobre el horizonte C o sea el material parental.

Químicamente, los suelos son casi neutros a ligeramente alcalinos, pobres en materia orgánica; de capacidad catiónica de cambio baja a media, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio y magnesio muy altas, saturación de potasio baja y disponibilidad de fósforo para las plantas media. La fertilidad es media.

31) Unidad MWF: Asociación Typic Ustorthents – Lithic Ustorthents

Esta unidad corresponde al tipo de relieve denominado lomas, se ubica en las estribaciones de la cordillera Central principalmente en los municipios de Líbano, Lérída, Falán y Mariquita. El relieve es quebrado, las pendientes dominantes 12-25-50% y el material parental consiste de anfíbolitas y neises del Precámbrico principalmente y esquistos poco alterados.

La vegetación natural ha desaparecido como consecuencia de la tala de los bosques. Estas tierras han sido dedicadas a la explotación ganadera extensiva y a cultivos de subsistencia. El mal uso de estos suelos ha ocasionado erosión moderada por escurrimiento difuso y desprendimientos localizados.

La unidad está integrada por los suelos Typic Ustorthents en un 50%, Lithic Ustorthents en un 40% y afloramientos rocosos en un 10%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Ustorthents

Estos suelos se caracterizan por ser poco evolucionados, bien drenados, superficiales, limitados por esquistos. El perfil muestra un horizonte A poco profundo (00-08 cm), de textura franco arcillosa gravilosa y colores pardos; descansa sobre un horizonte C franco arcilloso, de color rojo amarillento con manchas grises y estructura de roca en más de un 50%.

Son suelos ácidos, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases es alta, saturación de potasio media y disponibilidad de fósforo muy baja. La fertilidad es moderada.

- Suelos Lithic Ustorthents

Estos suelos han evolucionado a partir de esquistos, son muy superficiales, bien drenados, de texturas medias a moderadamente gruesas y colores pardos oscuros, sobre pardos amarillentos.

Químicamente, son suelos casi neutros, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio y magnesio muy altas, saturación de potasio baja, disponibilidad de fósforo para las plantas media a baja y de fertilidad baja.

32) Unidad MWI: Asociación Typic Ustropepts - Lithic Ustorthents

Esta unidad se localiza en un relieve ondulado / quebrado, en pendientes de 25-50% y erosión moderada a severa. El material parental consiste en arcillolitas, areniscas, conglomerados e inclusiones de calizas del complejo Payandé. Los suelos de esta unidad son muy superficiales y moderadamente profundos, bien a excesivamente drenados. La vegetación ha sido destruida en un 90%; el uso de estas tierras es muy restringido por la susceptibilidad a la erosión y las pendientes fuertes.

La unidad está integrada por los suelos Typic Ustropepts en un 60%, y Lithic Ustorthents 30%; hay un 10% de afloramientos rocosos (no suelo).

Características de los componentes taxonómicos

- Suelos Typic Ustropepts

Estos suelos se ubican en las partes más bajas y con menor pendiente del tipo de relieve de colinas; se han desarrollado de areniscas, son moderadamente profundos, bien drenados y con problemas de erosión moderada. Morfológicamente presentan un horizonte A de 13 cm de espesor, color pardo a pardo oscuro, textura franco arcillosa y estructura blocosa; subyacente continúa el horizonte B cámbico de 34 cm de espesor, color rojo amarillento y rojo claro, textura franco arcillosa y bien estructurado. El C tiene colores abigarrados rojo y rojo claro, textura franco arcillosa, y sin estructura.

Químicamente son suelos ácidos, con capacidad catiónica de cambio media, bases totales altas, materia orgánica baja, saturación de bases alta, muy bajos en fósforo asimilable para las plantas y la fertilidad es moderada. El principal uso es la ganadería muy extensiva. Las pendientes pronunciadas y la erosión moderada a severa, constituyen los principales limitantes del uso.

- Suelos Lithic Ustorthents

Alternan con el suelo anterior en las áreas de mayor pendiente y en las partes altas; se han derivado de areniscas, son poco evolucionados, bien drenados y superficiales. Morfológicamente horizonte superficial presenta un espesor de 20 cm, color pardo a pardo oscuro, textura franco arcillosa y estructura granular; subyacente al horizonte A está la roca dura (areniscas). La alta susceptibilidad a la erosión y las pendientes pronunciadas restringen su uso.

33) Unidad MWJ: Asociación Entic Haplustolls – Ustic Dystropepts

Corresponde al tipo de relieve denominado colinas que se caracterizan por su relieve fuertemente ondulado / quebrado, con pendientes cortas dominantes de 7-12-25-50%; se encuentra en las estribaciones de la cordillera Central, en los municipios de Ibagué y Rovira a altitudes entre 450 y 1000 msnm.

Los materiales litológicos están formados por conglomerados y areniscas, los cuales dan origen a suelos poco profundos y bien drenados. La vegetación natural ya no existe y las tierras están dedicadas a la ganadería extensiva, la cual ha originado problemas de erosión ligera a moderada por fenómenos de escurrimiento y reptación.

Los suelos que integran esta unidad son Entic Haplustolls en un 50% y Ustic Dystropepts en un 50%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Entic Haplustolls

Estos suelos han evolucionado a partir de sedimentos heterométricos, los cuales en ocasiones limitan la profundidad efectiva. El perfil representativo muestra un horizonte superior de color negro, textura franca, estructura blocosa subangular poco desarrollada. Los horizontes subsuperficiales son de textura franco arcillosa, sin estructura y con abundante gravilla, cascajo y piedra.

Químicamente son suelos neutros, de capacidad catiónica de cambio media a alta; saturación total de bases alta, al igual que las saturaciones de calcio, magnesio y potasio; la disponibilidad de fósforo para las plantas es muy baja y la fertilidad es baja.

- Suelos Ustic Dystropepts

Se han originado a partir de materiales heterométricos y heterogéneos; son bien drenados y moderadamente profundos. El perfil representativo tiene un horizonte superficial A de 15 cm de espesor, de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa gravillosa y estructura en bloques moderadamente desarrollados. Los horizontes intermedios: B y BC transicional, se caracterizan por tener colores pardos fuertes y pardos pálidos, texturas franco arcillosa a arcillosa y estructura blocosa moderada y poco desarrollada.

Químicamente, son suelos ácidos, con contenido regular de materia orgánica, capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases media y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. La fertilidad es media.

34) Unidad LWA: Asociación Lithic Ustorthents – Typic Ustorthents

Esta unidad se encuentra en clima cálido seco, al norte del departamento y cubre parte de los municipios de Honda, Armero-Guayabal, Ambalema y Piedras, entre otros. Los suelos se han desarrollado a partir de areniscas, tobas y arcillas. El relieve varía de ondulado a escarpado y las pendientes desde 7% hasta 75%.

Es una zona poco apta para la actividad agrícola ya que está muy limitada por las bajas precipitaciones, alta evapotranspiración, poca profundidad efectiva de los suelos, fuertes pendientes y erosión moderada y severa; gran parte del área se utiliza para ganadería extensiva. La tala de los bosques, las quemadas y el uso inadecuado de los suelos, ha ocasionado un avance progresivo de la erosión y el afloramiento de la roca en muchos sectores.

Esta unidad es una asociación integrada por los suelos Lithic Ustorthents en un 40%, Typic Ustorthents en un 35% y afloramientos rocosos en un 15%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Lithic Ustorthents

El material parental de estos suelos está constituido por areniscas duras. En general son bien a excesivamente drenados, poco evolucionados, muy superficiales, limitados en su profundidad efectiva por la roca. El color del horizonte A es gris oscuro, la textura franco arenosa con gravilla y la estructura blocosa poco desarrollada.

Químicamente son suelos casi neutros, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio y magnesio muy altas, de potasio muy baja; la disponibilidad de fósforo para las plantas es muy baja y la fertilidad moderada.

- Suelos Typic Ustorthents

Estos suelos han evolucionado a partir de areniscas conglomeráticas. Son bien a excesivamente drenados, superficiales, de textura franco arcillosa gravillosa en los horizontes superiores y franco arenosa en los inferiores; la estructura es poco desarrollada y los colores gris oscuro en superficie y oliva a pardo oliva en profundidad.

Desde el punto de vista químico son suelos ligeramente ácidos, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio,

magnesio y potasio muy altas y disponibilidad de fósforo para las plantas alta en la superficie y baja en profundidad. La fertilidad es moderada. Unidad PWB: Asociación Typic Ustropepts – Lithic Ustorthents.

Esta unidad corresponde al tipo de relieve de colinas, e incluyen los vallecitos que se forman entre éstas. El relieve es ligeramente inclinado y ondulado, con pendientes inferiores al 25%, se presenta erosión ligera a moderada.

Los materiales de esta unidad son predominantemente arcillolitas rojas y grises que alternan con areniscas tobáceas y a veces con conglomerados de matriz arcillosa. La vegetación natural ha sido sustituida por pastos para explotación de ganadería extensiva.

La unidad es una asociación integrada por los subgrupos Typic Ustropepts en un 50%, Lithic Ustorthents, en un 35% e inclusiones de Typic Ustorthents en un 15%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Ustropepts

Estos suelos se localizan en las áreas planas y depresionales de la unidad. Se derivan de arcillolitas rojas y grises, tienen un horizonte A de 18 cm de espesor, color pardo oscuro, textura arcillosa y estructura blocosa moderada. El horizonte B es de color pardo grisáceo oscuro con manchas rojizas, textura arcillosa y estructura poco desarrollada; descansa sobre un horizonte C de colores variados: rojos, grises y amarillos y de textura franco arcillosa.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos, neutros, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio alta, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio y magnesio muy altas y disponibilidad de fósforo para las plantas baja. La fertilidad es media.

- Suelos Lithic Ustorthents

Se ubican en las áreas más disectadas y erosionadas de la unidad, donde afloran las areniscas tobáceas. Los suelos son superficiales, bien drenados, de textura franco arenosa, color pardo grisáceo oscuro y estructura débil.

Químicamente, son suelos de reacción ligeramente ácida a neutra, contenido de materia orgánica muy bajo, capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta y disponibilidad de fósforo para las plantas medio a alto. La fertilidad es baja a moderada.

35) Unidad PWD: Consociación Typic Haplustalfs

Esta unidad corresponde al abanico antiguo de Ibagué. El ápice se encuentra en clima medio húmedo; el resto del abanico se encuentra en clima cálido seco, a altitudes entre 600 y 1000 msnm, temperaturas entre 20 y 25°C y precipitaciones promedias anuales entre 1000 y 1500 mm. La ciudad de Ibagué ocupa la parte apical del abanico.

El relieve es ligeramente inclinado, con algunas disecciones a lo largo del abanico y pendientes de 3-7%; se aprecia erosión ligera tipo laminar y frecuente pedregosidad superficial en algunos sectores. Los suelos han evolucionado a partir de lodo y aglomerados de origen volcánico y de aluviones; se caracterizan por ser bien drenados, moderadamente profundos y presentan texturas variables. La vegetación natural ha sido sustituida por pastos y cultivos de arroz, sorgo y algodón

La unidad es una consociación constituida por un suelo principal, del subgrupo Typic Haplustalfs en un 80% y por inclusiones de Typic Ustorthents (perfil PT-30) en un 15% y Fluventic Ustropepts (perfil PA-7) en un 5%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Haplustalfs

El material parental lo constituyen flujos de lodo volcánico, los cuales han originado suelos con un perfil modal que muestra un horizonte A de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa y estructura en bloques débilmente desarrollados. El segundo horizonte es un (Bt) argílico, de color pardo oscuro, textura franco arcillosa, estructura en prismas gruesos que presentan recubrimientos verticales y horizontales de arcilla de color negro; descansa sobre un C de color gris oliva con manchas negras, textura franco arcillo arenosa y sin estructura.

Químicamente, son suelos ácidos a neutros, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases alta, saturaciones de calcio y magnesio altas, de potasio baja; disponibilidad de fósforo para las plantas y fertilidad medianas.

36) Unidad PWF: Asociación Typic Ustorthents – Lithic Ustorthents –Fluventic Ustropepts

Corresponde a los abanicos recientes de Alvarado y Venadillo, de clima cálido seco, localizados a altitudes entre 300 a 600 msnm. La precipitación promedia anual es inferior a 1200 mm y la temperatura superior a 24°C.

El material parental está constituido por flujos de lodos provenientes de los volcanes de Tolima y Santa Isabel y por aluviones heterométricos. El relieve es ligeramente inclinado y ondulado con pendientes de 1-3-7-12%; se observa una disección profunda labrada por los caños que descienden de la cordillera. Los suelos están afectados por erosión ligera y moderada.

Actualmente están utilizados en ganadería extensiva y en cultivos de arroz, sorgo y maíz; pero la baja disponibilidad de agua, la poca profundidad de los suelos y la presencia, en muchos sitios, de abundante piedra y cascajo, limitan la actividad agrícola.

Esta unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Ustorthents en un 50%, Lithic Ustorthents en un 30% y Fluventic Ustropepts en un 20%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Ustorthents

Estos suelos se han desarrollado a partir de materiales aluviales recientes que cubren depósitos de origen volcánico. Tienen un horizonte A de 22 cm de espesor, de textura moderadamente gruesa, color pardo oscuro con manchas rojo amarillentas y estructura blocosa poco desarrollada. Descansa sobre un horizonte C profundo, colores pardo amarillento y pardo oliva y textura franco arenosa. Todo el perfil presenta abundante gravilla y piedra redondeada, principalmente en los horizontes superiores.

Químicamente, son suelos ligeramente ácidos, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio baja a media, saturaciones de calcio y magnesio muy altas, saturación de potasio media, disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja y fertilidad baja.

- Suelos Lithic Ustorthents

Se originan de areniscas tobáceas muy compactas, las cuales se encuentran generalmente después de los 35 cm de profundidad. Los suelos muestran una secuencia de horizontes A/C/R y texturas moderadamente gruesas, de colores pardos oscuros en la superficie y gris oliva en profundidad.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases alta a muy alta, saturaciones de calcio y magnesio altas, saturación de potasio media y disponibilidad de fósforo para las plantas alta. La fertilidad es baja a moderada.

- Suelos Fluventic Ustropepts

Se han formado a partir de sedimentos coluvio-aluviales recientes, y tienen frecuentemente horizontes humíferos enterrados. Son de texturas francas, franco arenosas y arcillosas, de colores pardos grisáceos oscuros y estructura blocosa gruesa poco desarrollada.

Químicamente son ligeramente ácidos, a excepción del horizonte enterrado, son pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media a alta; saturación total de bases muy alta, disponibilidad de fósforo para las plantas alta y fertilidad moderada.

37) Unidad PWG: Asociación Typic Ustropepts - Vertic Haplustafs

La unidad está ubicada en los abanicos recientes de piedemonte, en los municipios de Lérída, Venadillo y Ambalema; a altitudes de 250 y 600 msnm. Corresponde a la zona de vida del bosque seco tropical.

Estos suelos se han originado de flujos de lodo volcánico, aglomerados y aluviones heterométricos, en relieve ligeramente inclinado y pendientes 3-7%. Estas tierras se explotan intensamente en agricultura, especialmente con cultivos de arroz bajo riego. Cuando hay exceso de riego se puede producir erosión por escurrimiento concentrado.

La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Ustropepts en un 60% y Vertic Haplustafs en un 40%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Ustropepts

Estos suelos se ubican en la parte media del abanico en el paisaje de piedemonte. Son suelos bien drenados, moderadamente profundos, limitados por compactación de arcillas y se han derivado de lodos volcánicos y aluviones recientes. El horizonte A es de 25 cm de espesor, de color gris oscuro, textura franco arcillosa, con gravilla, cascajo y piedra; estructura en bloques angulares medios y finos moderadamente desarrollados. El B, con un espesor de 28 cm, tiene color pardo oscuro a pardo oliva claro, tiene textura franco arcillo arenosa, con gravilla en un 20% y estructura en bloques angulares medios moderadamente desarrollados. El horizonte C es de color pardo amarillento, textura franco arcillo arenosa y sin estructura.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos, bajos en materia orgánica, de moderada capacidad catiónica de cambio, altos en cationes de cambio, medios en fósforo asimilable para las plantas y de fertilidad moderada.

- Suelos Vertic Haplustalfs

Estos suelos se ubican en las áreas menos pendientes, en relieve ligeramente plano del abanico; son suelos moderadamente bien drenados y profundos. El perfil es de tipo A/B/C, con un horizonte A de 30 cm de espesor, textura franco arcillo arenosa gravilosa, estructura en bloques subangulares medios y finos, débilmente desarrollada. El horizonte B de 50 cm, es de colores pardo a pardo oscuro, textura arcillosa con gravilla y estructura prismática muy gruesa, débilmente desarrollada. El horizonte C es de color gris oscuro, textura franco arcillo arenosa gravilosa y sin estructura.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos a alcalinos, de capacidad catiónica de cambio media a alta, de saturación total de bases muy alta, saturación de potasio media y disponibilidad de fósforo para las plantas alta a media. La fertilidad es moderada.

38) Unidad PWH: Asociación Typic Ustorthents - Lithic Ustorthents - Typic Nastrustalfs

Esta unidad, se extiende sobre altitudes comprendidas entre 300 a 700 msnm y corresponde a la zona de vida del bosque seco tropical. El relieve es plano a fuertemente ondulado con pendientes inferiores a 25%. Los suelos están afectados por erosión ligera a moderada y por fenómenos de escurrimiento difuso y concentrado, que originan surcos y cárcavas. La vegetación natural ha sido destruida y las tierras utilizadas en ganadería extensiva y en cultivos cuando disponen de riego.

Esta unidad cartográfica es una asociación integrada por los suelos Typic Ustorthents en un 40%, Lithic Ustorthents en un 30% y Typic Nastrustalfs en un 20%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Ustorthents

Se ubican en el ápice del abanico. Estos suelos son poco desarrollados, con un perfil A/C, de textura franco arenosa con gravilla, color pardo a pardo oscuro en los primeros 80 cm, y gris oliva en profundidad, la estructura es blocosa y débilmente desarrollada.

Químicamente son suelos ligeramente alcalinos con abundantes carbonatos; pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio baja, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio, magnesio y potasio muy altas y disponibilidad de fósforo para las plantas, baja. La fertilidad es baja.

- Suelos Lithic Ustorthents

Estos suelos están ubicados en las zonas más pendientes del cuerpo del abanico. Son bien drenados poco evolucionados, superficiales, limitados por tobas volcánicas endurecidas. La textura es franco arenosa en el primer horizonte y arenosa gravilosa en profundidad, el color es gris oscuro en la superficie y gris claro en los horizontes inferiores.

Químicamente, son suelos ligeramente ácidos a neutros, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio muy baja, saturación total de bases media, saturaciones de calcio, magnesio y potasio y disponibilidad de fósforo para las plantas medianas. La fertilidad es baja.

- Suelos Typic Natrustalfs

Se localizan en los sectores más planos, presentan abundantes manchas o calvas, debidas a la presencia de sales; son muy superficiales, limitados por un horizonte endurecido (argílico); son suelos moderadamente bien drenados, de texturas finas a medias y color pardo grisáceo en superficie y gris oscuro en profundidad.

Muestran una morfología tipo A/Btn/C: el horizonte superficial A es muy delgado; el Btn es muy duro, tiene estructura blocosa gruesa y descansa sobre un C gris claro, de textura franco arenosa.

Químicamente estos suelos son ácidos en los horizontes superiores y alcalinos en profundidad, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases media y contenido de fósforo asimilable para las plantas bajo. La fertilidad es baja.

39) Unidad PWI: Asociación Entic Haplustolls - Typic Ustropepts - Vertic Ustropepts

Esta unidad corresponde al tipo de relieve de abanico-terracea subactual que se localiza en los valles de los ríos Sabandija, Quebrada Seca y otros; en los municipios de Armero-Guayabal, Mariquita, Honda y Ambalema. Los suelos se han desarrollado a partir de flujos de lodo y aglomerados.

El relieve es plano y ligeramente inclinado con pendientes inferiores a 7%. En algunos sectores se presentan disecciones profundas. La vegetación natural ha sido destruida para dedicar las tierras a la ganadería semiintensiva y a cultivos de sorgo, maíz y algodón.

Esta unidad es una asociación integrada por los subgrupos Entic Haplustolls en un 40%, Typic Ustropepts en un 40% y Vertic Ustropepts en un 20%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Entic Haplustolls

Estos suelos se han derivado de sedimentos tobáceos y andesíticos. El perfil modal muestra un horizonte A de color oscuro, textura franca a franco arenosa, estructura blocosa angular y subangular, moderada y un horizonte C de color pardo amarillento, de textura franco arenoso a arenoso y sin desarrollo estructural.

Son suelos casi neutros, de capacidad catiónica de cambio baja a media, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio, magnesio y potasio muy altas y disponibilidad de fósforo para las plantas, baja. La fertilidad es alta.

- Suelos Typic Ustropepts

El material parental de estos suelos está constituido por materiales tobáceos y andesíticos, que originan suelos bien drenados y moderadamente profundos, limitados por capas de cascajo, gravilla y piedra. El horizonte A es de color pardo grisáceo oscuro, textura franca y estructura poco desarrollada; el horizonte B es de color pardo grisáceo, textura franca, estructura en bloques angulares y subangulares débiles. Se presentan acumulaciones de carbonatos en forma de manchas blancas.

Químicamente, son suelos de reacción neutra a alcalina, de capacidad catiónica de cambio media, saturaciones de bases de calcio y de magnesio muy altas, saturación de potasio alta, disponibilidad de fósforo para las plantas muy alta y fertilidad alta.

- Suelos Vertic Ustropepts

Estos suelos se encuentran en las zonas depresionales y de coluvios. Los suelos son moderadamente bien drenados y moderadamente profundos. El horizonte A es de color gris muy oscuro a pardo muy oscuro, de textura franco arcillosa y estructura poco desarrollada. El horizonte B es de color gris muy oscuro, de textura franco limosa y estructura blocosa angular, débilmente desarrollada. Generalmente se presentan horizontes humíferos enterrados a diferentes profundidades.

Químicamente, son suelos ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio y saturaciones de calcio y magnesio muy altas, de saturación de potasio media, disponibilidad de fósforo para las plantas muy alta y fertilidad alta.

40) Unidad PWJ: Complejo Typic Tropaquepts - Typic Ustropepts

Se encuentra dentro del tipo de relieve de abanico-terrazza subactual localizada en los municipios de Armero Guayabal, Ambalema, Lérída y Venadillo; en altitudes entre 200 y 400 msnm; pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales heterométricos de origen hidrovolcánico. El relieve es ligeramente plano, con pendientes inferiores a 3%. La vegetación natural ha sido destruida y las tierras utilizadas en ganadería extensiva y en cultivos comerciales de sorgo, ajonjolí y algodón.

La unidad es un complejo integrado por los suelos Typic Tropaquepts en un 45%, Typic Ustropepts en un 40%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Tropaquepts

Estos suelos se ubican en las partes bajas depresionales de la unidad y están limitados en su profundidad efectiva por las fluctuaciones del nivel freático que originan fenómenos de reducción en los horizontes superiores del perfil edáfico.

El material parental está constituido por aluviones finos provenientes de rocas volcánicas y metamórficas que han dado origen a suelos con un horizonte A de espesor menor de 20 cm, de color gris oscuro con manchas pardo rojizo, textura franco arenoso y estructura en bloques poco desarrollados. El horizonte B es de color gris oscuro con moteos rojo amarillentos, textura franco arenosa gravillosa y estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados.

Químicamente, son suelos ácidos, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturaciones de calcio y magnesio muy altas, saturación de potasio media a alta y disponibilidad de fósforo para las plantas alta. La fertilidad es moderada.

- Suelos Typic Ustropepts

Suelos formados sobre aluviones subactuales, bien drenados, moderadamente profundos, limitados por capas de gravilla, cascajo y piedra. Presentan un horizonte A de 20 cm de espesor, de color negro o gris muy oscuro, textura franco arenosa y sin estructura; un horizonte B de color pardo oscuro a pardo grisáceo, textura franco arcillo arenosa con abundante gravilla y estructura en bloques subangulares gruesos, moderadamente desarrollados.

Químicamente, son suelos ligeramente ácidos, pobres en materia orgánica; de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases alta, saturación de calcio, magnesio y potasio baja y fósforo asimilable para las plantas medio. La fertilidad es moderada.

41) Unidad PWK: Asociación Fluventic Ustropepts - Typic Ustropepts - Typic Haplustolls

La unidad está localizada en el tipo de relieve de abanico reciente, en la parte baja aledaña al río Magdalena, en los municipios de Espinal, Flandes, Guamo y Purificación principalmente. El relieve es plano a ligeramente plano con pendientes inferiores a 7% y el clima es cálido seco y corresponde a la zona de vida de bosque seco tropical.

El material parental está constituido por sedimentos aluviales recientes que cubren depósitos de toba. La vegetación natural ha sido destruida y las tierras utilizadas en cultivos comerciales principalmente de arroz, sorgo, ajonjolí y maíz.

La unidad es una asociación compuesta por los suelos clasificados como Fluventic Ustropepts en un 40%, Typic Ustropepts en un 30%, Typic Haplustolls en un 20% y por inclusiones de Typic Ustorthents

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Fluventic Ustropepts

Son moderadamente profundos, bien drenados. Tienen un horizonte A de textura franca a franco arcillosa, color pardo grisáceo oscuro y estructura en bloques subangulares moderados; el horizonte B es de color pardo con manchas pardo amarillentas oscuras, textura franco arcillosa y estructura en bloques subangulares gruesos y moderados.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos a neutros, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta y disponibilidad de fósforo para las plantas baja en la superficie y muy alta en los horizontes inferiores. La fertilidad es moderada.

- Suelos Typic Ustropepts

Son profundos y bien drenados. Presentan un horizonte A de 35 cm de espesor, de color pardo a pardo oscuro, textura franca y estructura en bloques subangulares medios, moderada; el horizonte B presenta varios subhorizontes, de color pardo amarillento, textura franca y franco limosa y estructura blocosa moderadamente desarrollada; el horizonte C es de color pardo grisáceo y textura franco limosa y se encuentra a 100 cm de profundidad.

Químicamente, son suelos neutros a ligeramente alcalinos, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta y disponibilidad de fósforo para las plantas baja. La fertilidad es moderada.

- Suelos Typic Haplustolls

Estos suelos se han desarrollados a partir de aluviones procedentes de tobas volcánicas. Son profundos, bien drenados, con un horizonte A de espesor variable, de color gris muy oscuro a negro, de textura franco arcilloso y estructura en bloques subangulares y angulares débiles; el horizonte subsiguiente es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa y estructura poco desarrollada.

Químicamente, son suelos de reacción ligeramente ácida, de bajo contenido de materia orgánica, de baja capacidad catiónica de cambio, de alta saturación de bases, de alta saturación de calcio, magnesio y potasio y baja disponibilidad de fósforo para las plantas. La fertilidad es moderada.

42) Unidad PWL: Grupo indiferenciado Typic Ustifluvents, Vertic Haplustalfs y Typic Ustipsamments

Esta unidad cartográfica corresponde al tipo de relieve de vallecitos en clima cálido seco y se localiza a lo largo de valles estrechos que atraviesan el paisaje de piedemonte. Se encuentran a altitudes inferiores a 400 msnm, los suelos se han derivado de sedimentos coluvio aluviales heterométricos.

El relieve es plano a ligeramente plano con algunas disecciones profundas, las pendientes son inferiores a 7%. Los suelos están actualmente dedicados a la ganadería semi intensiva con pastos mejorados y a cultivos de sorgo, maíz y algodón.

La unidad es un grupo indiferenciado integrado por los suelos Typic Ustifluvents en un 50%, Vertic Haplustalfs en un 30% y Typic Ustipsamments en un 20%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Ustifluvents

Son suelos desarrollados de aluviones recientes, moderadamente bien drenados, de texturas medias a moderadamente gruesas, moderadamente profundos, limitados por capas de gravilla y arena. Tienen un horizonte A de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa y estructura blocosa débilmente desarrollada; el horizonte C es de color pardo oliva claro, textura franco arcillo arenosa y sin estructura. Con frecuencia se observan manchas blancas de carbonatos y capas delgadas de gravilla y cascajo.

Químicamente son suelos de reacción neutra, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media a alta, saturación de bases muy alta, saturaciones de calcio, magnesio y potasio muy altas y disponibilidad de fósforo para las plantas alta. La fertilidad es moderada.

- Suelos Vertic Haplustalfs

El material parental está constituido por aluviones finos, que han originado suelos moderadamente profundos y moderadamente bien drenados. El horizonte A tiene 20 cm de espesor, color pardo grisáceo oscuro, textura franca y estructura bien desarrollada; el B es muy espeso, de color pardo grisáceo muy oscuro a pardo amarillento, textura franco arcillosa a arcillosa y estructura en prismas gruesos fuertemente desarrollados.

Químicamente son suelos de reacción neutra, pobres a regulares en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media a alta, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio y magnesio muy altas, saturación de potasio alta y disponibilidad de fósforo para las plantas alta a media. La fertilidad es moderada.

- Suelos Typic Ustipsamments

Son suelos muy incipientes, originados de aluviones arenosos con abundante gravilla, cascajo y piedra; son bien drenados y superficiales. Químicamente son suelos ligeramente ácidos, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio baja, saturación total de bases muy alta, saturación de calcio alta, de magnesio media, de potasio alta y disponibilidad de fósforo para las plantas muy alta en el primer horizonte y baja a muy baja en los horizontes inferiores. La fertilidad es moderada.

43) Unidad PWM: Consociación “Sulfic” Ustifluvents

Esta unidad corresponde al área recubierta por los materiales de arenas, gravas y cantos heterométricos depositados caóticamente en forma de colada de lodo en 1985, sobre la población de Armero, en capas de algunos centímetros hasta de varios metros de espesor.

El relieve es ligeramente plano con pendientes de 1-3%. Sobre la superficie se observan rocas hasta de 3m de diámetro. La vegetación ha sido destruida y se está recuperando progresivamente. Igualmente se están ensayando cultivos de arroz y pastos.

La unidad es una consociación constituida por un suelo principal del subgrupo Sulfic Ustifluvents y por inclusiones de no suelo o afloramientos del material parental.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Sulfic Ustifluvents

Es un suelo muy incipiente, el perfil presenta un horizonte A de 5 cm de espesor de color oliva con manchas pardo amarillentas, textura franco arenosa gravillosa, sin estructura; que descansa sobre materiales hidrovolcánicos recientemente depositados, de texturas franco arenosas gravillosas, de colores grises y pardo fuertes. Debajo de este horizonte se encuentra el horizonte C constituido por los materiales de los lodos depositados en 1985.

Químicamente, estos materiales son muy ácidos, de capacidad catiónica de cambio baja, saturación total de bases alta; cantidades anormalmente altas de azufre y aluminio, disponibilidad de fósforo alta y fertilidad baja. La reacción es extremadamente ácida con valores de pH de 3.6.

44) Unidad VWA: Consociación Typic Ustrophepts

Esta unidad se localiza a lo largo del río Magdalena, en clima cálido seco; los suelos han evolucionado a partir de aluviones recientes, finos y medios. La vegetación natural ha sido destruida, y reemplazada por pastos para ganadería extensiva y semintensiva. También se cultiva algodón, ajonjolí, sorgo y arroz con riego. El principal limitante para el uso es el clima seco, muy deficiente en agua para los cultivos.

La unidad es una consociación constituida por un suelo principal del subgrupo Typic Ustrophepts y por un suelo similar del subgrupo Fluventic Ustrophepts.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Ustropepts

Los suelos de este taxón se desarrollan sobre aluviones recientes, en las terrazas del río Magdalena y de algunos afluentes; se caracterizan por ser poco evolucionados, bien drenados y profundos a moderadamente profundos. El perfil modal tiene una secuencia de horizontes tipo A/B/C. El horizonte A tiene 30 cm de espesor, es de color pardo grisáceo oscuro, de textura franco arenosa y estructura blocosa moderadamente desarrollada. El horizonte B es de 50 cm, de color pardo grisáceo, textura franco arenosa y estructura blocosa débilmente desarrollada. El horizonte C es de color pardo fuerte, textura franco arenosa y sin estructura.

Químicamente, son suelos ligeramente ácidos, con contenidos bajos de materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta y de bajo contenido de fósforo disponible para las plantas. La fertilidad es moderada.

- Suelos Fluventic Ustropepts

Estos suelos se han formado a partir de aluviones recientes; son bien drenados, de texturas finas a medias, moderadamente profundos, limitados por arenas y gravillas. El perfil tiene un horizonte A de 27 cm, de color pardo grisáceo oscuro, textura franco arenosa con un 10% de gravilla, cascajo y piedra; estructura en bloques angulares medios a finos, débilmente desarrollados. Subyacente se encuentra el horizonte Bw (cámbico) de 21 cm. de espesor, color pardo, textura franco limosa y estructura blocosa débilmente desarrollada. El horizonte C profundiza hasta 120 cm, es de color pardo amarillento y sin estructura; tiene más del 30% de gravilla.

Químicamente, son suelos de reacción neutra, con capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases alta y disponibilidad de fósforo para las plantas baja. La fertilidad es moderada.

45) Unidad VWB: Asociación Vertic Ustropepts - Sodic Haplusterts - Fluventic Ustropepts

Geomorfológicamente esta asociación corresponde al paisaje de valle y al tipo de relieve de terrazas, planas a ligeramente planas; el material parental está constituido por aluviones finos y medianos. La vegetación natural ha sido talada en su totalidad. Los suelos están actualmente dedicados a la ganadería y a cultivos comerciales tecnificados de arroz, sorgo y algodón. Los principales limitantes para su uso son el clima, por deficiencia de agua para los cultivos y la salinidad en algunos sectores de la unidad.

La unidad es una asociación integrada por los suelos Vertic Ustropepts en un 40%, Sodic Haplusterts en un 40% y Fluventic Ustropepts en un 20%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Vertic Ustropepts

Estos suelos se han desarrollado a partir de aluviones recientes de texturas finas y medianas, son de relieve plano y ligeramente ondulado, con pendientes 1-3-7%, corresponde al tipo de relieve de terraza. Son suelos moderadamente bien drenados, moderadamente profundos y limitados por arcillas compactas. Morfológicamente el perfil presenta una secuencia de horizontes A/B/C. El horizonte A es de 15 cm de espesor, de color gris oscuro, textura arcillosa y sin estructura; subyacente se encuentra un horizonte transicional AB; el horizonte B (cámbico) es de color gris

muy oscuro, de textura arcillosa y estructura en prismas; presenta grietas de 4 cm. de ancho. El horizonte transicional BC tiene 10 cm de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillosa y estructura blocosa. El horizonte C es de color gris, de textura arcillosa y sin estructura.

Son suelos moderadamente fértiles, de reacción ligeramente ácida, capacidad catiónica de cambio y saturación de bases altas, carbón orgánico medio y fósforo disponible para las plantas altas.

- Suelos Sodíc Haplusterts

Suelos desarrollados a partir de arcillas, se localizan en las áreas de las terrazas. El drenaje natural es moderado, la profundidad efectiva es muy superficial, limitada por altos niveles de sodio. Morfológicamente, el horizonte A es de 15 cm de espesor, de color gris oscuro, textura arcillosa, la estructura original ha sido destruida por el excesivo uso de maquinaria. El horizonte B (cámbico), tiene 85 cm de espesor, color gris oscuro, textura arcillosa y estructura en bloques subangulares medios, moderadamente desarrollados y presenta concreciones calcáreas. El horizonte C profundiza hasta 130 cm, es de color pardo amarillento oscuro, de textura arcillosa y sin estructura.

Químicamente, estos suelos son de reacción neutra a ligeramente alcalina, con bajo contenido de materia orgánica, capacidad catiónica de cambio alta, saturación de bases alta, sodicidad después de los 15 cm y fertilidad moderada. Los mayores limitantes de uso son la deficiencia de agua para los cultivos y los horizontes sódicos en la parte superior del perfil de suelo.

- Suelos Fluventic Ustropepts

Estos suelos se han originado de aluviones recientes finos y medios; son bien drenados, profundos, susceptibles a inundaciones. Morfológicamente presenta un horizonte A de 15 cm de espesor, de color pardo oscuro, textura franco arcillosa, con estructura en bloques subangulares medios, moderadamente desarrollados. El horizonte B (cámbico), de 35 cm de espesor, tiene color pardo muy oscuro, textura franco arcillosa y estructura blocosa moderadamente desarrollada. El horizonte C, de 70 cm de espesor presenta color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa y sin estructura.

Químicamente se caracterizan por tener reacción ligeramente ácida, capacidad catiónica de cambio alta, saturación de bases alta, bases totales altas, contenido de carbón orgánico medio, y alto el de fósforo disponible para las plantas alto. La fertilidad es moderada. La deficiencia de agua para los cultivos es el principal limitante para el uso.

46) Unidad VWC: Grupo indiferenciado Typic Ustropepts – Fluventic Ustropepts

Esta unidad está ubicada en las vegas de los ríos Magdalena y Saldaña. El relieve es plano y con pendientes inferiores al 3%. El material parental consiste en aluviones de texturas finas y medias depositados por los ríos en sus frecuentes desbordamientos.

La vegetación natural ha sido destruida en su mayor parte y actualmente estas tierras están dedicadas a la ganadería extensiva y a cultivos de sorgo, algodón y cacao. Los limitantes de uso son las inundaciones ocasionales, la deficiencia de agua en verano para los cultivos y la poca profundidad efectiva de los suelos.

Esta unidad es un grupo indiferenciado, integrado por los suelos Typic Ustropepts y Fluventic Ustropepts en un 50% cada uno.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Ustropepts

Son suelos desarrollados a partir de aluviones recientes, en posición de vegas de los ríos. El drenaje y la profundidad efectiva son moderados; la profundidad está limitada por las fluctuaciones del nivel freático. El perfil tiene un horizonte A de 15 cm de espesor, de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura arcillosa, sin estructura, de consistencia firme, ligeramente plástica y ligeramente pegajosa. Subyacente está el horizonte B (cámbico), de 45 cm de espesor, de color pardo oscuro, textura arcillosa y de estructura blocosa, moderadamente desarrollada. El horizonte C es de color pardo amarillento a gris muy oscuro, de textura arcillo limosa y en ocasiones arenosa franca, sin estructura.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio alta, bases totales, saturación total, contenido de carbón orgánico y fósforo disponible para las plantas, altos. La fertilidad es moderada. Actualmente estas tierras están dedicadas a la ganadería extensiva. Los principales limitantes del uso son las inundaciones ocasionales.

- Suelos Fluventic Ustropepts

Los suelos de este taxón están localizados en las vegas del río Magdalena, han evolucionado a partir de aluviones recientes. Son profundos y moderadamente bien drenados. El horizonte A tiene 16 cm de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, medios, débilmente desarrollados; el horizonte B tiene 52 cm de espesor, color pardo oscuro a pardo grisáceo muy oscuro, textura franca a franco arcillosa, estructura blocosa moderadamente desarrollada; el horizonte C profundiza hasta los 140 cm, es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillosa y sin estructura.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida a neutra, capacidad catiónica de cambio alta a media, con contenido de bases totales alto, carbón orgánico medio y contenido de fósforo aprovechable para las plantas alto. Su fertilidad es moderada.

Actualmente estos suelos están dedicados a cultivos de plátano y cacao. El mayor limitante del uso es la susceptibilidad a las inundaciones.

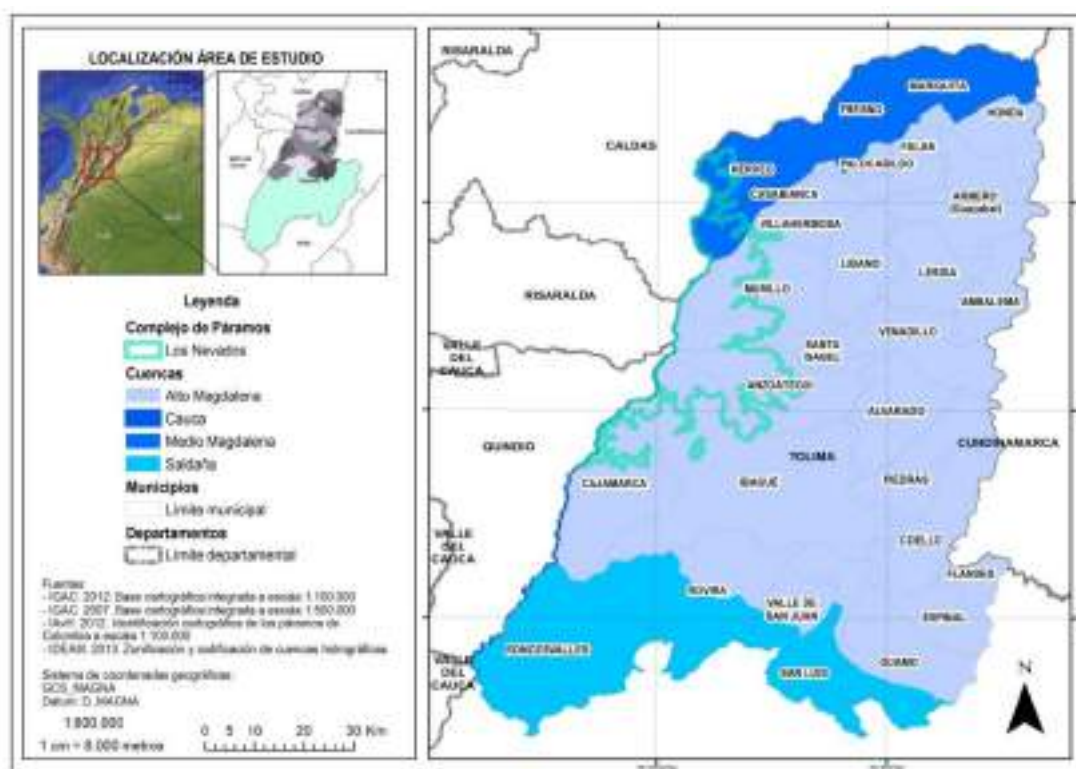
5.3.6 Hidrografía e Hidrología

La red hidrográfica del departamento del Tolima tiene como eje único al río Magdalena que atraviesa el departamento de sur a norte. Los afluentes más importantes, por la margen occidental, son el río Saldaña y sus tributarios Meche, Atá, Siquila, Hereje, Cambrín, Anamichú, Mendarco, Amoyá, Tetuán, Ortega, Luisa y Cucuana, y los que vierten directamente al Magdalena como Coello-Combeima, Totare, Recio, Lagunilla-Azufrado, Gualí y Guarinó. Por el oriente el drenaje principal proviene de los ríos Cabrera, Prado-Cunday y Sumapaz.

El Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, cuenta con una alta riqueza hídrica, hace parte de las zonas hidrográficas de los ríos Alto Magdalena, Medio Magdalena y Saldaña (Figura 17), conforman la zona hidrográfica, las subzonas hidrográficas: Río Coello, río Totare, río Lagunilla y otros directos al Magdalena, río Recio¹⁴, río Gualí y río Guarinó (Figura 18) (IDEAM, 2013).

¹⁴ No se cuenta con cartografía de la subzona hidrográfica del río Recio.

Figura 17. Zonas hidrográficas del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.



Fuente: Elaboración propia, con insumos cartográficos relacionados y SIG CORTOLIMA.

A continuación se describen (en términos de área, afluentes, oferta hídrica, rendimiento hídrico e índice de escasez) las cuencas de los ríos Gualí, Coello y Totare¹⁵.

a) Cuenca río Gualí

La cuenca mayor del río Gualí se ubica al norte del departamento del Tolima entre las cuencas de los ríos Guarinó, Lagunilla y Sabandija. Nace a los 4.850 msnm en la vereda Agua Caliente del municipio de Casabianca, en jurisdicción del PNN Los Nevados, sus aguas desembocan en la cuenca grande del Magdalena, sobre los 200 msnm, en el municipio de Honda (CORTOLIMA, 2014) (Figura 19).

- Balance Hídrico

La oferta hídrica media, obtenida para la cuenca hidrográfica del río Gualí, por este método, es de 42,8 m³/s, destacándose que los mayores aportes hídricos se encuentran en las subcuencas (NSS) del Alto Gualí (7.3 m³/s), río Medina (6.4 m³/s), río Sucio (5.7 m³/s) y río Aguacatal (4.8 m³/s); especialmente en las veredas Malabar Bajo y Cerro Gordo (municipio de Mariquita).

- Rendimiento Hídrico

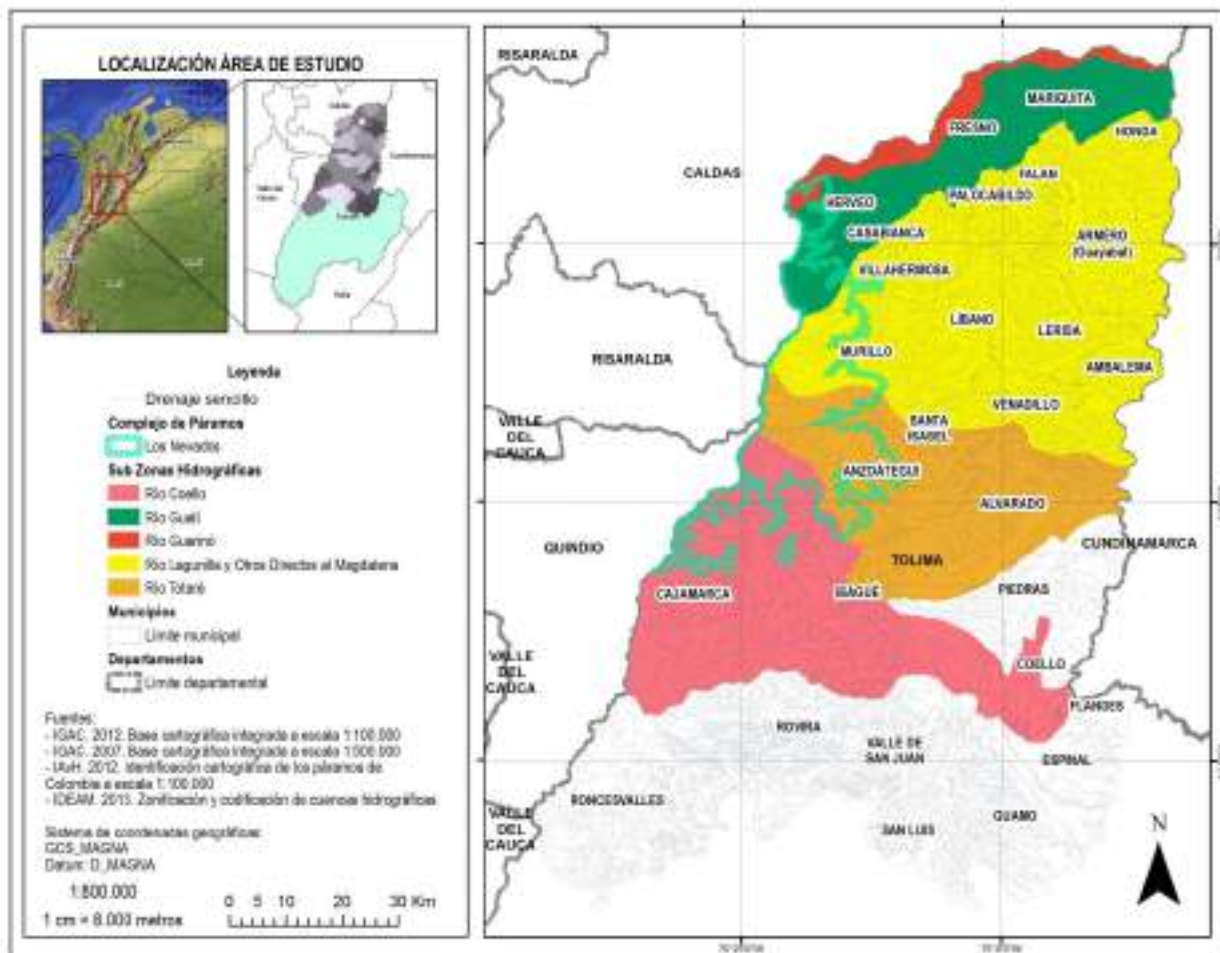
El rendimiento hídrico de las cuencas montañosas, se define como la fracción de la precipitación que abandona las mismas en forma líquida, no sólo depende del clima y de la configuración topográfica y geológica de las cuencas, sino también de la vegetación que las ocupa (Zhang *et al.*

¹⁵ De las demás Subzonas Hidrográficas únicamente se cuenta con información básica descriptiva.

2001; Brown *et al.* 2005; Huxman *et al.* 2005; Jackson *et al.* 2009; Noretto *et al.* 2012 en CORTOLIMA, 2014).

En promedio la cuenca hidrográfica del río Gualí, presenta un rendimiento hídrico del 67.75 l/s*km², además, se resalta, que los mayores rendimientos hídricos por subcuenca, lo presentan el río Medina (69.97 l/s*km²), la quebrada Chimine (66.18 l/s*km²), el Medio Gualí (64.70 l/s*km²) y la quebrada Morales (63.53 l/s*km²) (CORTOLIMA, 2014).

Figura 18. Subzonas hidrográficas que conforman el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.



Fuente: Elaboración propia, con insumos cartográficos relacionados y SIG CORTOLIMA.

Figura 19. Subzona hidrográfica río Gualí.



Fuente: Elaboración propia, con insumos cartográficos relacionados y SIG CORTOLIMA.

A continuación se describen con más precisión, la distribución espacial de los rendimientos hídricos, en cada una de las subcuencas (NSS) que conforman la cuenca del río Gualí¹⁶:

- Subcuenca (NSS) Quebrada Agua de Dios

Este NSS presenta un área de 1527.53 ha, un caudal medio de 0.9 m³/s y un rendimiento hídrico medio 59.4 l/s*km²; es importante resaltar, que los mayores rendimientos hídricos se presentan al norte de este NSS, específicamente en las veredas La Yumba y El Porvenir, en áreas cercanas al centro poblado de San Jerónimo, en el municipio de Casabianca; los menores rendimientos hídricos se ubican al sur de esta subcuenca, con mayor predominio en las veredas Recreo y Hoyo Caliente, del municipio de Casabianca. En general, los valores del rendimiento hídrico oscilan entre con un 61.07 y 57.67 l/s*km².

¹⁶ Información tomada de CORTOLIMA (2014)

- Quebrada Campeón

Los mayores rendimientos hídricos en esta subcuencas (NSS), se ubican alrededor de la vereda Alegrías, del municipio de Fresno, este valor alcanza los 64.40 l/s*km^2 ; los menores rendimientos hídricos se ubican al suroccidente de esta subcuenca, específicamente en las veredas Campeón Medio y Campeón Bajo del municipio de Fresno, con valores que pueden alcanzar los 62.16 l/s*km^2 .

Este nivel subsiguiente (subcuenca hidrográfica), presenta una área 1372.47 ha y una oferta hídrica media de $0.9 \text{ m}^3/\text{s}$ y un rendimiento hídrico medio de 62.8 l/s*km^2 .

- Quebrada Chimine

Esta subcuenca posee una área de 3681.91 ha y una oferta hídrica media de $2.4 \text{ m}^3/\text{s}$ y un rendimiento hídrico medio de 66.2 l/s*km^2 ; es importante resaltar que los mayores rendimientos hídricos (78.91 l/s*km^2) se ubican al oriente de esta subcuenca, especialmente en la vereda Malabar Bajo, del municipio de Mariquita. Los menores rendimientos hídricos, se ubican al suroccidente de esta cuenca hidrográfica, específicamente en áreas de la vereda Llano de la Virgen del municipio de Mariquita, con un valor de 40.19 l/s*km^2 .

- Quebrada El Guarumo

La quebrada El Guarumo presenta un área de 1574.1 ha , una oferta hídrica media de $0.9 \text{ m}^3/\text{s}$ y un rendimiento hídrico medio de 60.2 l/s*km^2 ; los mayores valores del rendimiento hídrico se ubican al noreste de esta subcuenca, especialmente en áreas de las veredas La Aguada, Caucasia y La Porfía, del municipio de Fresno, alcanzando valores de 71.43 l/s*km^2 ; los menores rendimientos se presentan en cercanía a las veredas La Leonera, La Picota y el corregimiento de Padua del municipio de Herveo, alcanzando valores de 57.24 l/s*km^2 .

- Quebrada Morales

Los mayores rendimientos hídricos se presentan al noreste de esta subcuenca hidrográfica, específicamente en la vereda Morales del municipio de Mariquita, alcanzando valores de 71.43 l/s*km^2 ; este NSS (Subcuenca), posee un área de 852.39 ha , una oferta hídrica media de $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ y un rendimiento hídrico medio de 63.5 l/s*km^2 . Los menores rendimientos hídricos alcanzan valores de 57.24 l/s*km^2 y se ubican en la parte baja de la vereda Morales del municipio de Mariquita.

- Quebrada Nicua

Este NSS presenta un área de 1291.24 ha , una oferta hídrica media de $0.8 \text{ m}^3/\text{s}$ y un rendimiento hídrico medio de 61.2 l/s*km^2 ; es importante resaltar, que los mayores valores de rendimiento hídrico de esta subcuenca, se presentan en la vereda Mireya, del municipio de Fresno, con valores que alcanzan los 62.70 l/s*km^2 . Los menores valores de rendimiento hídrico, se presentan en las veredas Aguas Calientes en el municipio de Fresno y Fátima en el municipio Mariquita, áreas ubicadas al occidente de la subcuenca, con un valor de 58.61 l/s*km^2 .

- Quebrada Oromazo

Esta subcuenca hidrográfica presenta un área de 520.88 ha , una oferta hídrica media de $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ y un rendimiento hídrico medio de 59.1 l/s*km^2 ; los mayores rendimiento hídricos se distribuyen a lo largo de la vereda El Triunfo, ubicada al sur occidente del municipio de

Palocabildo, con valores de 61.10 l/s*km^2 , así mismo, los menores valores de rendimiento hídrico se ubican en las veredas El Reposo y Los Pinos del municipio de Palocabildo, identificándose valores de 56.34 l/s*km^2 .

- Quebrada Padilla

Los mayores rendimientos para esta subcuenca hidrográfica, se ubican en la vereda El Caucho, del municipio de Mariquita, con valores de 59.48 l/s*km^2 ; así mismo, los menores rendimientos hídricos, se presentan al sur de la misma vereda (El Caucho) de Mariquita, alcanzando valores de 31.53 l/s*km^2 . Esta subcuenca, presenta un área de 4362.69 ha , un caudal medio de $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$ y un rendimiento hídrico medio de 46.9 l/s*km^2 .

- Quebrada San José

Este NSS, presenta un área de 1064.20 ha , una oferta hídrica media de $0.6 \text{ m}^3/\text{s}$ y un rendimiento hídrico medio de 59.6 l/s*km^2 ; la áreas con mayores valores de rendimiento hídrico se distribuyen al noreste de esta subcuencas, específicamente sobre las veredas San José, El Olimpo, (Palocabildo) y La María (Casabianca), donde se presentan valores de 61.74 l/s*km^2 .

Los menores valores de rendimiento hídrico, se presentan en las veredas Las Delicias, Abejas, Muleros (Palocabildo) y Armenia (Casabianca), con valores cercanos a los 57.85 l/s*km^2 .

- Quebrada San Rafael

Esta subcuenca hidrográfica presente una oferta hídrica media de $0.50 \text{ m}^3/\text{s}$, un área de 825.76 ha y un rendimiento hídrico medio de 62.4 l/s*km^2 . Los mayores rendimientos hídricos se ubican en la vereda San Antonio, al noreste de la subcuenca, en el municipio de Fresno, donde se presentan valores de 63.38 l/s*km^2 ; así mismo, los menores valores de rendimiento hídrico, se presentan en las veredas Brisas de Gualí y Playas de Gualí, del municipio de Fresno, con valores de 61.1 l/s*km^2 .

- Río Aguacatal

Los mayores rendimientos hídricos en esta subcuenca hidrográfica, se distribuyen a lo largo de las veredas Picota, La Leonera y Gualí, ubicadas en el municipio de Herveo, donde se presentan valores de 58.50 l/s*km^2 . Los menores rendimiento hídricos, se distribuyen en sectores de las veredas Letras, El Angulo, ubicada en el municipio de Herveo, donde se presentan valores de 34.58 l/s*km^2 . Este NSS, presenta un área de 9772.01 ha , una disponibilidad hídrica media de $4.8 \text{ m}^3/\text{s}$ y un rendimiento hídrico medio de 48.6 l/s*km^2 .

- Alto Gualí

La subcuenca del Alto Gualí, presenta una área de $16044.9 \text{ hectáreas}$, una oferta hídrica media de $7.3 \text{ m}^3/\text{s}$ y un rendimiento hídrico medio de 45.7 l/s*km^2 . Las áreas con mayores rendimientos hídricos, se ubican en las veredas Campeón Medio, Campeón Bajo, El Bosque, El Nogal, Alto Grande, Playas de Gualí, Torre Doce, Brisas de Gualí, Holdown y La Picota, en el municipio de Fresno, así como en la vereda San José, ubicada en el municipio de Palocabildo, las veredas La María, Yumba, El Lembo, La Graciela y Zulia en el municipio de Casabianca; en esta áreas los rendimientos hídricos alcanzan valores de 62.38 l/s*km^2 . Los menores rendimiento hídricos, se distribuyen a lo largo de las veredas La Palma (Herveo) y Agua Caliente (Casabianca), donde alcanza valores de 32.88 l/s*km^2 .

- Medio Gualí

Los mayores rendimientos de esta subcuenca hidrográfica, se localizan especialmente en las veredas La Sierra, Bajo Gualí, en el municipio de Fresno, así como en las veredas Alto Gualí, Bajo Gualí, El Triunfo y San José del municipio de Palocabildo, donde alcanza valores de 62.70 l/s*km²; los menores rendimientos, se distribuyen en las veredas Insula, Hoyo Negro y La Rica en el municipio de Falán, donde se alcanzan valores de 54.72 l/s*km². La subcuenca del Medio Gualí, posee un área de 3985.57 ha, una oferta hídrica media de 2.4 m³/s y un rendimiento hídrico promedio de 59.2 l/s*km².

- Bajo Gualí

Esta subcuenca posee un área de 5315.25 ha, un rendimiento hídrico medio de 49 l/s*km² y una oferta hídrica promedio de 2.6 m³/s; es importante resaltar que las áreas de mayores rendimientos hídricos se localizan en las veredas Malabar Bajo, San Antonio, Orita, El Porvenir y Las Lomas, ubicadas en el municipio de Mariquita, donde alcanzan valores de 77.78 l/s*km². Los menores rendimientos hídricos se ubican en la desembocadura del río Gualí en al río Magdalena, con valores de 11.92 78 l/s*km².

- Río Cajones

Los mayores rendimientos hídricos de esta subcuenca hidrográfica, se distribuyen en áreas de las veredas La Esperanza, La Unión, Salado, Tesorillo, Arenillo (municipio de Herveo), donde presentan valores de 55.82 l/s*km²; los menores rendimientos, se localizan en las veredas Letras, El Angulo E y La Palma, localizadas en el municipio de Herveo, donde se alcanzan 34.19 l/s*km². Esta subcuenca hidrográfica presenta un rendimiento hídrico promedio de 43.3 l/s*km², un área aproximada de 8455.12 ha y una oferta hídrica media de 3.7 m³/s.

- Río Medina

La subcuenca del río Medina posee un área de 9133.99 ha, una oferta hídrica media de 6.4 m³/s y un rendimiento hídrico promedio de 70 l/s*km², cifras que categoriza como una de las áreas de mayor eficiencia en cuanto a la producción de agua se refiere. Los mayores rendimientos hídricos, se localizan en las veredas Malabar Bajo, Medina, Alto Rico, Orita y Cerro Gordo, ubicadas en el municipio de Mariquita, donde se alcanzan valores de 77.54 /s*km. Los menores rendimientos hídricos se presentan en áreas de las veredas La Florida, Alegrías, Dos Quebradas, El Mulato, Cerro Azul y Alto del Águila, localizadas en el municipio de Fresno, con valores de 62.67 l/s*km².

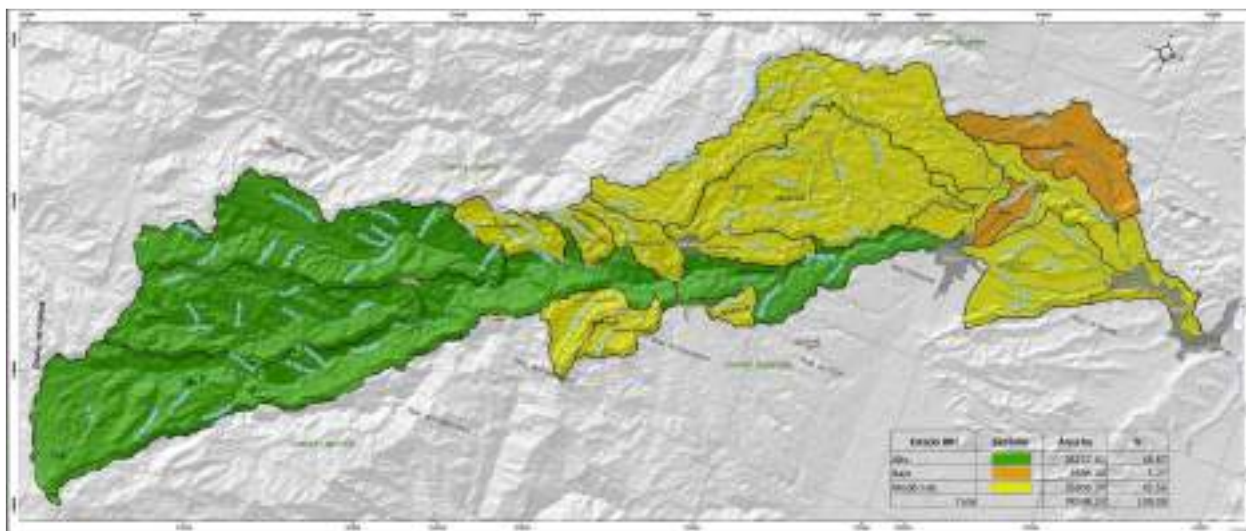
- Río Sucio

El río sucio posee una área de 8818.28 ha, una oferta hídrica media de 5.7 m³/s y un rendimiento hídrico promedio de 64.7 l/s*km², que categoriza esta subcuenca, como la segunda área en importancia estratégica, en cuando a producción hídrica se refiere. Las áreas de mayores rendimientos hídricos, se localizan al noroccidente de esta subcuenca, específicamente en las veredas San Vicente, La Mesa, Pueblo Nuevo, Mal Paso, El Hatillo, Porvenir y Camelias, ubicadas en el municipio de Mariquita, donde se presentan valores de 71.39 l/s*km²; así mismo, las áreas de menores rendimientos hídricos, se presentan al sur de esta subcuenca, especialmente en las veredas El Cairo y Fátima, del municipio de Mariquita, donde se alcanzan valores de 58.71 l/s*km².

- Índice de Retención

El IRH es el producto de la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio y el correspondiente al área total bajo la curva de duración de caudales diarios. Para la cuenca del río Gualí, se identificó un índice de retención alto, en las subcuencas de los ríos Aguacatal, Cajones y Alto Gualí, que se ubican en la parte alta de la cuenca del río Gualí. (Figura 20).

Figura 20 Índice de retención hídrica para la cuenca del río Gualí.



Fuente: CORTOLIMA, 2014.

Las áreas con IRH moderado, se presentan en la parte alta y media de la cuenca, específicamente en las subcuencas de las quebradas El Guarumo, San Rafael, Campeón, Agua de Dios, San José, Oromazo, Nicua, Padilla y los ríos Medina, Sucio y Bajo Gualí.

Las áreas de bajo IRH, se localizan en la parte baja de la cuenca hidrográfica del río Gualí y se distribuyen en las subcuencas de las quebradas Chimine y Padilla.

- Índice del Uso del Agua

Para el IDEAM, 2010, el Índice de Uso del Agua (IUA), es la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo determinado (Anual, mensual) y en una unidad espacial de análisis (área, zona, subzona, entre otras), en relación con la oferta hídrica disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales. El IUA, establece la relación porcentual de la demanda de agua en relación a la oferta disponible.

De acuerdo con el IDEAM (2010), “La categorización de condición de presión de la demanda sobre la oferta hídrica disponible se define a partir de cinco rangos: muy alta, alta, media, baja y muy baja. Se tomó como referente el concepto de Naciones Unidas, utilizado en indicadores del ENA 1998, en el que se considera que cuando la relación de la demanda sobre la oferta, en condiciones hidrológicas de año medio, sobrepasa el 20%, deben iniciarse programas de ordenamiento y de conservación de cuencas, a fin de hacer sostenible el recurso hídrico, evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua y prevenir futuras crisis”.

Para los caudales ambientales para las subcuencas que conforma la cuenca hidrográfica del río Gualí, se resalta que el caudal ambiental Q97.5, es en promedio el 38% del caudal medio del balance de largo plazo, con un rango de variación entre el 21%-71%; el caudal ambiental Q25, es en promedio el 18% del caudal medio de largo plazo, con un rango entre 10%-33%; el caudal ambiental estimado a partir del índice de regulación hídrica QIRH, constituye en promedio, el 56% del caudal medio de largo plazo, con rango de variación entre 37%-90%.

b) Río Coello¹⁷

El río Coello nace en el cono del nevado del Tolima en la cordillera Central con el nombre del río Toche y al llegar al corregimiento del mismo nombre recibe las aguas del río Tohecito que sirve de límite entre los municipios de Ibagué y Cajamarca; el río Toche desciende desde los 3.600 msnm hasta 2.150 msnm recorriendo 9.8 km aproximadamente con una pendiente media de 18%, donde empieza a ser denominado río Coello y continua su recorrido descendiendo hasta los 1.400 msnm con una longitud aproximada de 17.9 Km y una pendiente media del cauce de 5.4% en límite con Ibagué, recibe las aguas del río Bermellón y sigue su recorrido hasta llegar al río Magdalena (Figura 21).

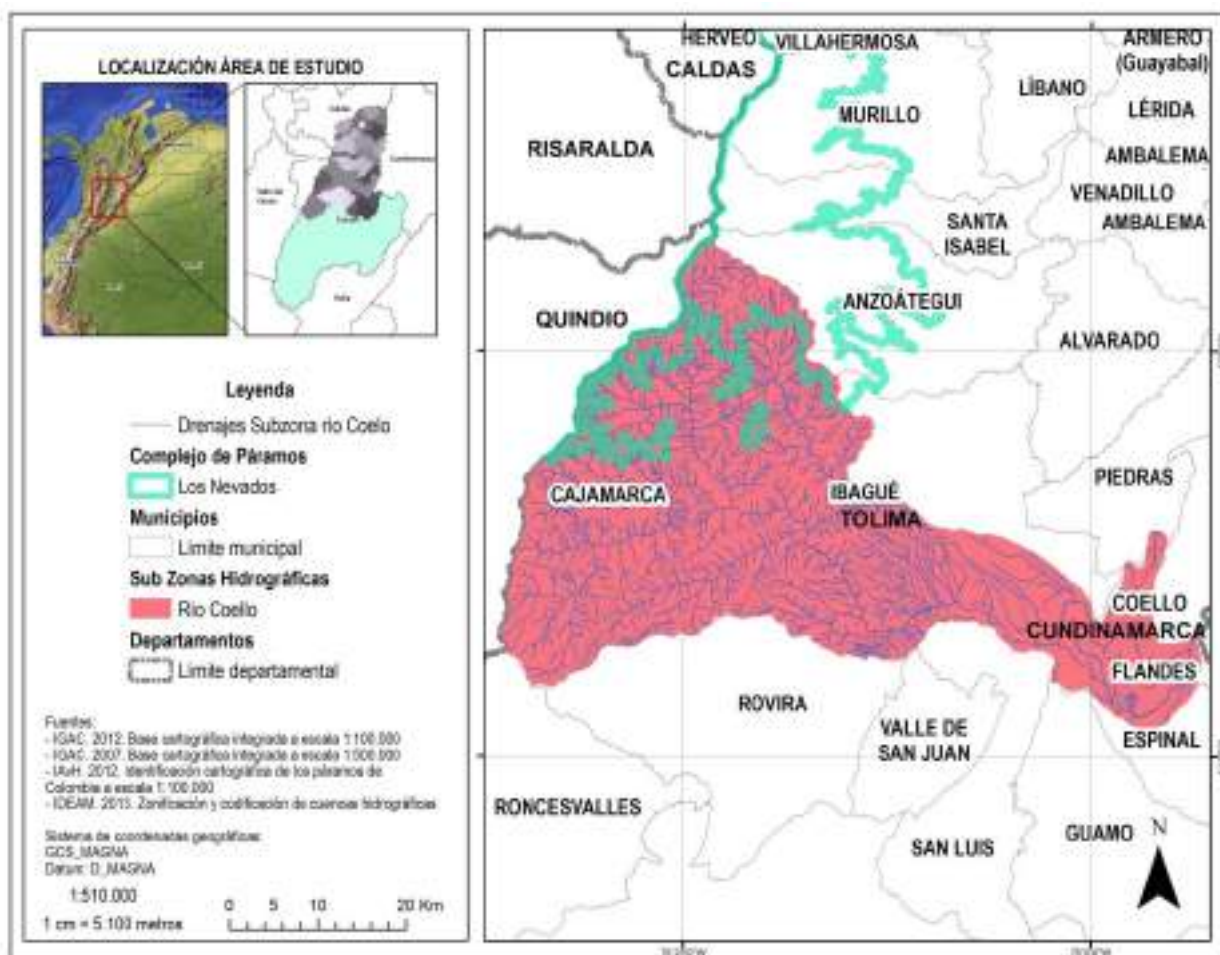
La cuenca mayor del río Coello desde su nacimiento hasta su desembocadura, posee una longitud de 124,760 km. en la cual sus aguas corren en sentido occidente - oriente, drenando una extensión de 184.257,1 ha correspondientes al 7.8% aproximados del área total del departamento del Tolima. Dentro de la cuenca mayor del río Coello se encuentra la cuenca del río Combeima una de las más importantes de esta región. La cuenca mayor del río Coello hace parte de la red hidrográfica que nace en el territorio del PNN Los Nevados, la cual drena la hoya hidrográfica o gran cuenca del río Magdalena.

- Rendimiento Hídrico

La cuenca mayor del río Coello posee un rendimiento de 0.16 litros /seg/ha. A nivel de cuencas integrantes, las unidades hidrológicas con más alta relación de producción son: río Cocora y ríos Bermellón y Combeima, (con rendimientos de 0.26 y 0.22 litros/seg/ha, considerados como de valor medio. El río Toche presenta un rendimiento de 0.21 litros/seg/ha, considerado como medio y el río Gallego presentan la más baja relación de producción, con 0.14 litros/seg/ha, por lo que se considera de bajo rendimiento.

¹⁷ Información tomada del POMCA río Coello.

Figura 21. Subzona hidrográfica río Coello.



Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA.

En la cuenca del río Toche, el sector Toche Tres y la subcuenca quebrada San Juan presentan rendimientos de 0.56 y 0.49 litros/seg/ha considerados de rango alto. A nivel de microcuencas, las quebradas San Pedro, Hojas Anchas y Santa Marta conformantes de la quebrada San Juan, presentan rendimientos de 0.51 litros/seg/ha considerados igualmente de rango alto.

En el sector Dos de la cuenca del río Bermellón con una extensión de 2201.3745 ha, al igual que en el sector Dos de la subcuenca del río Anaime con un área de 5888.9280 ha y son influenciadas por las estaciones Cajamarca, Las Delicias y Palo Grande, se presentan relaciones de 0.51 y 0.40 litros/seg./ha, respectivamente, que se consideran de rendimiento alto.

La microcuenca de la quebrada Espartillal con una relación de 0.74, se constituye en la de más alto rendimiento de la cuenca del río Bermellón y de la cuenca mayor del río Coello. Con excepción de las microcuencas de las quebradas Espejo, Potosí, Las Marías, Cucuana, El Águila, San Antonio y El Tigre, que poseen un rendimiento bajo, las demás registran rendimientos medios.

En la cuenca del río Combeima, a nivel de sectores de la misma y subcuencas, el sector Uno del río Combeima comprendido entre las localidades de El Rancho y Juntas con una extensión de 2040,1109 ha influenciadas por las estaciones El Rancho y El Palmar presenta un rendimiento de

0,59 litros/seg./ha, los sectores Tres y Cinco comprendidos entre las localidades de Las Juntas y Pastales, influenciadas por las estaciones del mismo nombre con extensiones de 131.3715 y 1667.7626 ha, presentan rendimientos de 0.57 y 0.61 litros/seg./ha considerados como de alto y muy alto rendimiento.

Se destacan las microcuencas de las quebrada Bellavista y Termal con relaciones de 0.42 y 0.46 litros/seg./ha, consideradas de alto rendimiento. En la cuenca del río Cocora, se destaca el sector Uno ubicado en la parte alta de la misma con una extensión de 7214.5421 hectáreas influenciadas por las estaciones La Cascada, Hacienda Cucuana y Hacienda Palo Grande cuya relación es de 0.40 litros/seg./ha, y se constituye en la unidad de producción con más alto rendimiento.

c) Río Totare¹⁸

La cuenca hidrográfica mayor del río Totare se encuentra ubicada al norte del departamento del Tolima, sobre el flanco Oriental de la cordillera Central, sus aguas fluyen a la gran cuenca del río Magdalena, de la cual hace parte como tributario directo. Esta cuenca presenta una variación altitudinal que va desde los 213 hasta los 5.200 msnm, lo que genera dentro de su territorio una gran variedad de climas; igualmente presenta una gran variación de paisajes representados en unidades fisiográficas y de suelos que van desde paisajes de lomerío hasta paisajes de montaña. Por lo anotado anteriormente dentro de la cuenca también se presentan variadas características culturales, sociales y productivas.

La cuenca hidrográfica del río Totare presenta una extensión de 142.874,53 ha correspondientes al 6,06% del área total del departamento, está conformada por los municipios de Alvarado, Anzoátegui, Ibagué, Piedras, Santa Isabel y Venadillo. El río Totare nace en la laguna El Encanto, con una altitud de 3.963 msnm y desemboca en la margen izquierda aguas abajo del río Magdalena, con una elevación de 216 msnm. La dirección general del cauce principal es de oeste este, cuya longitud aproximada es de 93,5 km y una pendiente media de 4.49 % (Figura 22).

- Oferta Hídrica

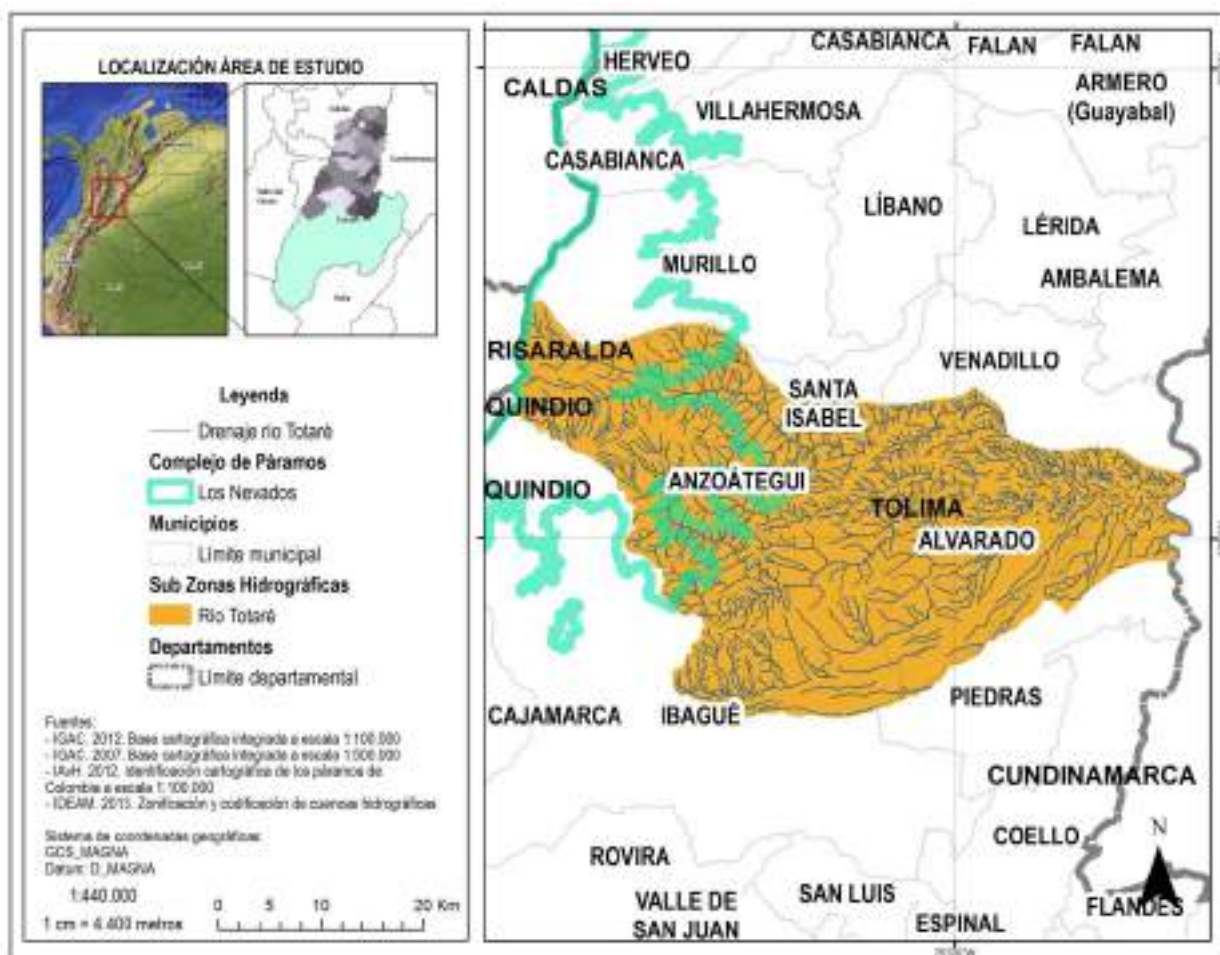
De conformidad con los resultados obtenidos de la aplicación del Modelo de Simulación Hidrológica Caudal, la cuenca del río Totare posee una oferta hídrica total de 19.43684 m³/seg, que corresponde al valor de su caudal medio. Las mayores cuencas aportantes son las de los ríos La China y Totare, con ofertas hídricas totales de 10.56848 y 7.738729 m³/seg respectivamente, destacándose en la primer cuenca, su cuenca principal, que aporta 9.08735 m³/seg. El mayor aporte hídrico territorial corresponde al municipio de Anzoátegui con 8.77605 m³/seg.

- Rendimiento Hídrico

La cuenca del río Totare posee un rendimiento de 0.14 litros/seg-hectárea, que se considera bajo. A nivel de cuencas integrantes, la unidad hidrológica con más alta relación de producción es el río La China con rendimiento de 0.20 litros/seg/ha, que se estima de categoría media. Los ríos Chipalo y Alvarado poseen rendimientos de 0.07 y 0.05 litros/seg./ha, considerados como muy bajos.

¹⁸ Información tomada del POMCA río Totare.

Figura 22. Subzona hidrográfica río Totare.



Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA.

En la cuenca del río Totare, a nivel de subcuencas, la quebrada La Negra influenciada por la estación La Bodega presenta un rendimiento de 1.04 litros/seg./ha considerado como muy alto y a nivel de microcuencas la quebrada El Istmo ubicada dentro del área de influencia de la estación La Ermita presenta un rendimiento de 1.17 litros/seg./ha, constituyéndose en el mayor índice de la cuenca del río Totare. En la cuenca del río La China, la subcuenca de río Frío influenciada por las estaciones de La Ermita y Anzoátegui y con un índice de 0.37 litros/seg./ha y la quebrada La Palmera a nivel de microcuencas con un índice de 0.39 litros/seg./ha considerados como de valor medio se constituyen en las de mayor rendimiento.

- **Demanda Hídrica**

La cuenca mayor del río Totare tiene una demanda para consumo humano en el sector urbano de 3.246 millones de m³/año y 3.460 millones de m³/año para consumo humano en el sector rural.

El total de la demanda para consumo bovino en la cuenca mayor del río Totare se estimó en 6.693 millones de m³/año.

Demanda Agrícola

Para el cultivo de café, que no se considera un cultivo de riego, se establecieron necesidades de agua para el beneficio del grano, considerándose un consumo de 5 litros/kg. de café baba/año, utilizando 3 enjuagues y estimándose una producción promedio de 0.8 toneladas/hectárea.

El cultivo del arroz se constituye en una de las principales actividades agrícolas y económicas de la cuenca mayor del río Totare. Dada la cantidad del área sembrada en dicho cultivo, se constituye además en la actividad con mayores necesidades de consumo. Se registra la demanda calculada en 1057.80 millones de m³/año para dicho cultivo.

La demanda calculada para el cultivo de hortalizas se establece en 0.34 millones de m³/año. Para frutales, registra una demanda calculada de 0.23 millones de m³/año.

- Índice de Escasez

La cuenca mayor del río Totare posee un índice de escasez de 2.24, que se considera de categoría alto e indica una demanda muy alta de agua respecto a la oferta. Lo anterior obedece a la sobredemanda de las cuencas de los ríos Alvarado y Chipalo, en los cuales se encuentran incluidas áreas irrigadas con aguas del río Combeima.

- Fuentes Abastecedoras de Acueductos

En la cuenca hidrográfica mayor del río Totare se encuentran operando una serie de acueductos (de cascos urbanos, centros poblados y veredales) que benefician directa e indirectamente un gran número de familias; en esta cuenca hidrográfica se destacan los acueductos de los cascos urbanos de Alvarado, Anzoátegui, y Santa Isabel que abastecen alrededor de 2.088 familias. Hay que señalar que alrededor de 39.853 familias del municipio de Ibagué que están asentadas sobre la cuenca Totare, se abastecen del acueducto urbano que se surte del río Combeima y la quebrada Cay, fuente hídrica que drena finalmente al río Coello. En Ibagué existen ocho (8) acueductos comunitarios que abastecen 6.443 familias.

El río Chipalo, nace en la parte occidental del municipio de Ibagué a 2.400 msnm recorre una longitud de 66 kilómetros y desemboca en el río Totare a una altura de 350 msnm. Posee una pendiente de 2,9% y un caudal promedio de 2,09 m³/s. El río Chipalo recibe aguas de 17 quebradas. Aunque la mayor parte del agua del río se destina al riego agrícola, también se utiliza, junto con el agua de sus afluentes, para surtir algunos acueductos periféricos o comunitarios.

El río Alvarado es otra fuente importante de agua para la ciudad de Ibagué y el municipio de Alvarado. De sus afluentes se abastece de agua un sector especial de la ciudad (barrio El Salado) y el municipio de Alvarado; es importante resaltar que gran parte del agua de río se destina al riego agrícola.

5.3.6.1 Humedales

De acuerdo a la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) la degradación y desaparición de humedales es más rápida que la experimentada por otros ecosistemas, lo cual se explica principalmente por la acción de generadores indirectos de cambio como el crecimiento de la población y el creciente desarrollo económico, cuya manifestación se hace visible a través de impulsores directos de degradación y pérdida como los cambios en el uso del suelo, la extracción de

agua, la eutrofización y contaminación, la sobreexplotación, y la introducción de especies exóticas invasoras (Vilardy *et al.*, 2014).

Colombia es un país que presenta una amplia diversidad de tipos de humedales debido a su heterogénea topografía y a su condición tropical que marca condiciones climáticas particulares. De acuerdo con Vilardy y colaboradores (2014), en los ecosistemas de páramo, se encuentran como humedales las **lagunas de alta montaña**, definidas como cuerpos de agua permanentes que se presentan por encima de los 2.500 msnm, las cuales se alimentan de agua de origen glaciar, féátrico y de precipitación. Igualmente, se encuentran las **turberas**, las cuales son definidas como áreas pantanosas ricas en material vegetal más o menos descompuesto que las hace grandes reservorios de carbono, se encuentran estrechamente asociadas a las lagunas de páramo, con presencia permanente o transitoria de agua, según la época del año.

Para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, de acuerdo con CORTOLIMA y CORPOICA (2009), se localizan humedales en los municipios Villahermosa (4 humedales), Murillo (53 humedales), Santa Isabel (30 humedales), Anzoátegui (27 humedales), Ibagué (6 humedales), Rovira (1 humedal) y Roncesvalles (37 humedales), representados por lagunas de alta montaña y turberas (Tabla 28) (Figura 23).

Tabla 28. Humedales presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Municipio	No. de Humedales	No. de Hectáreas
Villahermosa	4	4,04
Murillo	53	76,98
Santa Isabel	30	16,74
Anzoátegui	27	52,08
Ibagué	6	1,12
Rovira	1	3,91
Roncesvalles	37	95,89
Total	158	246,85

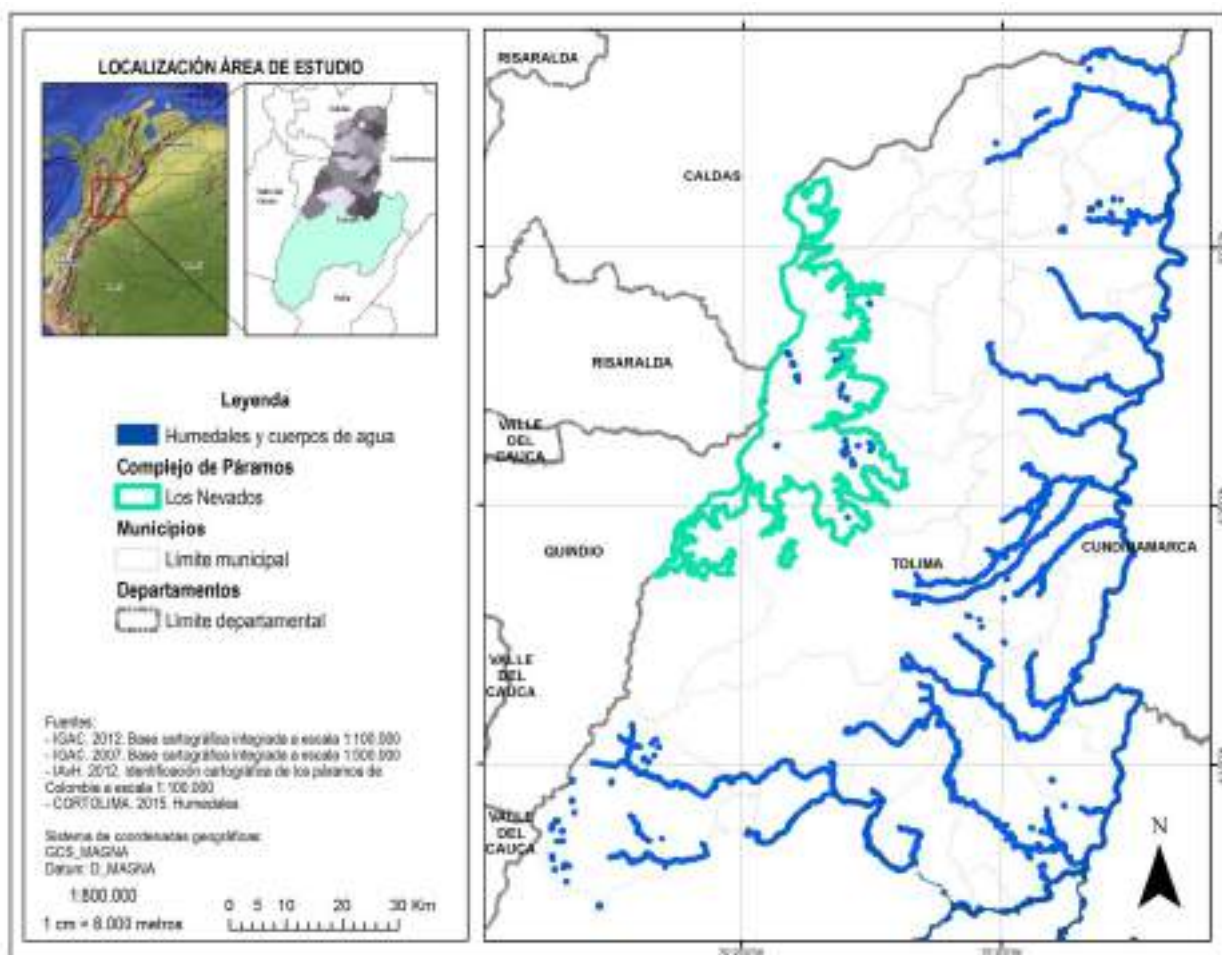
Fuente: Elaboración propia, insumos CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

5.3.7 Cobertura de la Tierra

La descripción de la cobertura y uso de la tierra del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, se elaboró con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000, por parte del IDEAM (2010). Se identificaron 48 tipos e coberturas diferentes, teniendo en cuenta seis (6) niveles de clasificación según la leyenda CLC, pero utilizando como base de análisis la clasificación de cobertura hasta el nivel dos (2) y tres (3).

De acuerdo a la cartografía de coberturas del IDEAM a escala 1:100.000 suministrada por el IAvH para los diferentes periodos de tiempo (2002 y 2007) se describen a continuación las coberturas para cada uno de los años, en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Figura 23. Humedales presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

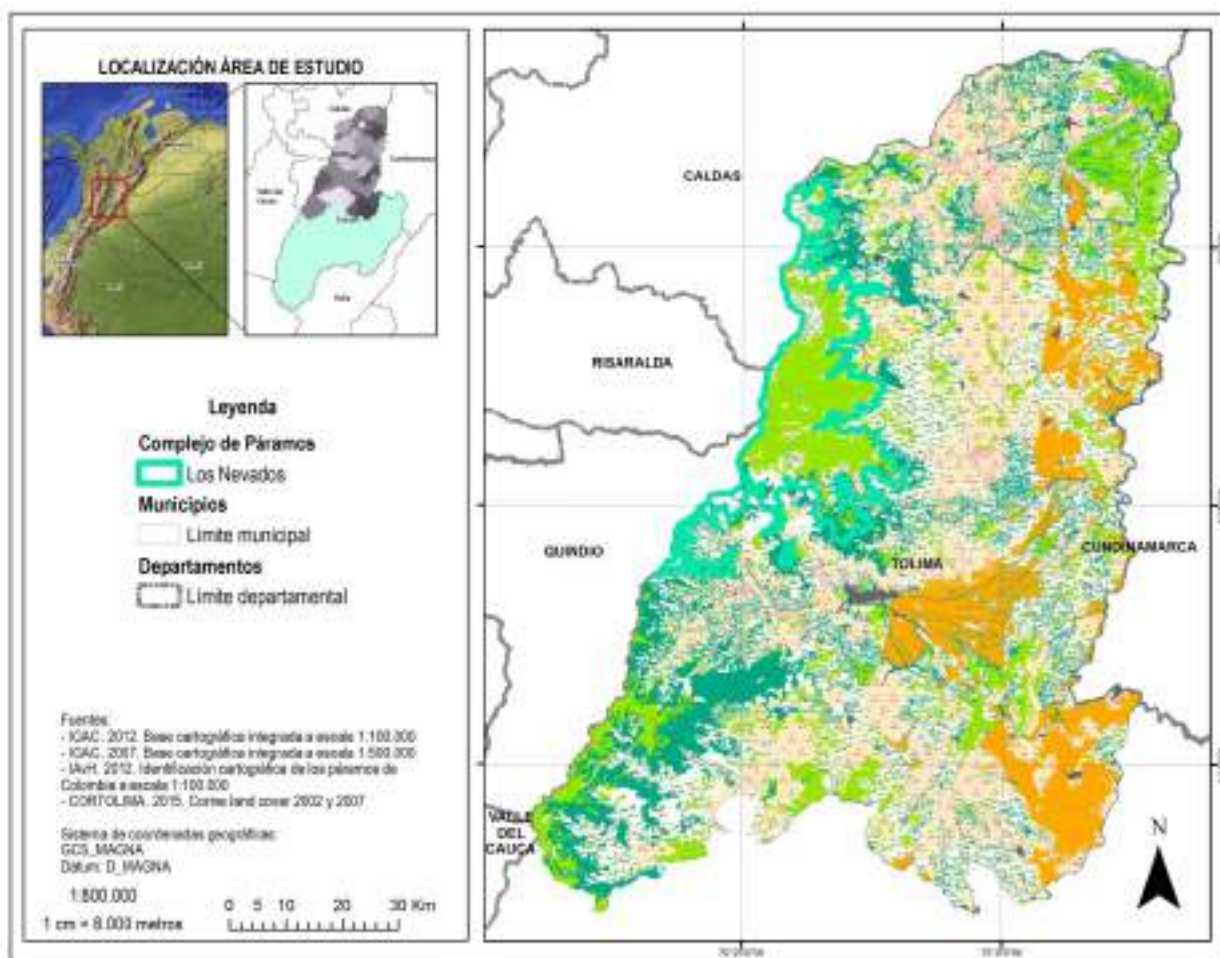


Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA.

a) Cobertura de la Tierra (CLC), Año 2002

Para el año 2002 en la zona de estudio, se evidencian coberturas clasificadas dentro de los grupos del nivel tres (3) y cuatro (4) (Metodología Corine Land Cover) agrupadas en el nivel uno (1), como territorios artificializados, territorios agrícolas, siendo estos los que presentaron una mayor cobertura, bosques y áreas seminaturales y cuerpos de agua (Figura 24).

Figura 24. Cobertura de la tierra (CLC), año 2002, para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.



CLC 2002

TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS

- Zonas Urbanas
- Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación
- Zonas de extracción minera o escombrera

TERRITORIOS AGRÍCOLAS

- Cultivos transitorios
- Cultivos permanentes
- Pastos
- Áreas agrícolas heterogéneas

BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES

- Bosques
- Áreas con vegetación herbácea o arbustiva
- Áreas abiertas, sin o con poca vegetación

SUPERFICIES DE AGUA

- Ríos
- Lagos, lagunas y ciénagas naturales

Fuente: Elaboración propia, insumos SIG IAvH y CORTOLIMA.

La cobertura que dentro del Entorno Regional del complejo de Los Nevados, presentaba la mayor área para el año 2002, eran los pastos limpios con un total de 236708,70 ha lo que corresponde al 21,77% del área total. Las demás coberturas no alcanzan cada una un porcentaje mayor al 10% respecto al Entorno Regional (Tabla 29). Lo que indica, una fuerte transformación del territorio, traducida en una alta diversidad de usos, algunos de ellos no acordes con el entorno biofísico. Considerando que la mayoría de los suelos presentes de la zona son suelos de baja fertilidad y presentes en zonas de montaña, con restricciones por fuertes pendientes, escorrentía y procesos erosivos.

Las coberturas naturales asociadas a los ecosistemas de montaña, bosques y herbazales densos, ocupan de manera agrupada un poco más del 15% respecto al Entorno Regional, lo que demuestra que para la fecha, este tipo de coberturas se habían mantenido tal vez a través de las figuras de protección y conservación, quedando limitadas a las partes altas de la zona. Observando la Figura 24, se puede inferir que estas coberturas, se encuentran aisladas. Es primordial, garantizar su conservación y buscar estrategias de conectividad, para garantizar su funcionalidad, sobre todo considerando su importante rol como fuente de recurso hídrico.

Tabla 29. Coberturas (CLC) para el año 2002 del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Código	Cobertura	Área (ha)	Porcentaje (%)
99	Sin determinar	25730,58	2,37
111	Tejido Urbano Continuo	6208,85	0,57
112	Tejido Urbano Discontinuo	1037,94	0,1
121	Zonas Industriales o Comerciales	1170,77	0,11
122	Red vial, Ferroviaria y terrenos asociados	1043,87	0,1
124	Aeropuertos	1174,55	0,11
125	Obras Hidráulicas	1067,79	0,1
131	Zonas de extracción minera	1149,3	0,11
132	Zonas de disposición de residuos	1067,8	0,1
141	Zonas verdes urbanas	1100,43	0,1
142	Instalaciones recreativas	1355,85	0,12
211	Otros cultivos transitorios	9217,64	0,85
231	Pastos limpios	236708,7	21,77
232	Pastos arbolados	1499,46	0,14
233	Pastos enmalezados	41240,77	3,79
241	Mosaico de cultivos	10642,69	0,98
242	Mosaico de pastos y cultivos	92129,04	8,47
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	52036,43	4,79
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	100767,49	9,27
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	22159,86	2,04
314	Bosque de galería y ripario	70252,92	6,46

Código	Cobertura	Área (ha)	Porcentaje (%)
315	Plantación forestal	3178,24	0,29
323	Vegetación secundaria o en transición	51266,87	4,72
331	Zonas arenosas naturales	2341,75	0,22
332	Afloramientos rocosos	4967,18	0,46
333	Tierras desnudas y degradadas	2923,83	0,27
335	Zonas glaciares y nivales	1878,13	0,17
411	Zonas pantanosas	1089,75	0,1
334	Zonas quemadas	1423,89	0,13
412	Turberas	1226,71	0,11
511	Ríos (50 m)	7345,86	0,68
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	1105,15	0,1
514	Cuerpos de agua artificiales	1092,53	0,1
2121	Cereales	97986,4	9,01
2131	Oleaginosas y Leguminosas	1118,22	0,1
2151	Tubérculos	1564,37	0,14
2211	Otros cultivos permanentes herbáceos	1327,27	0,12
2222	Café	10334,65	0,95
2231	Otros cultivos permanentes arbóreos	3025,53	0,28
3131	Bosque fragmentado	6710,06	0,62
3221	Arbustal denso	25866	2,38
3222	Arbustal abierto	6403,43	0,59
22121	Caña	2448,14	0,23
31111	Bosque denso alto de tierra firme	98524,59	9,06
32111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	70368,95	6,47
32122	Herbazal abierto rocoso	2790,05	0,26
Total		1087070,26	100

Fuente: Elaboración propia, insumos SIG IAvH. Cálculos a partir de la cartografía.

De acuerdo al IDEAM (2010), la cobertura de pastos comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en

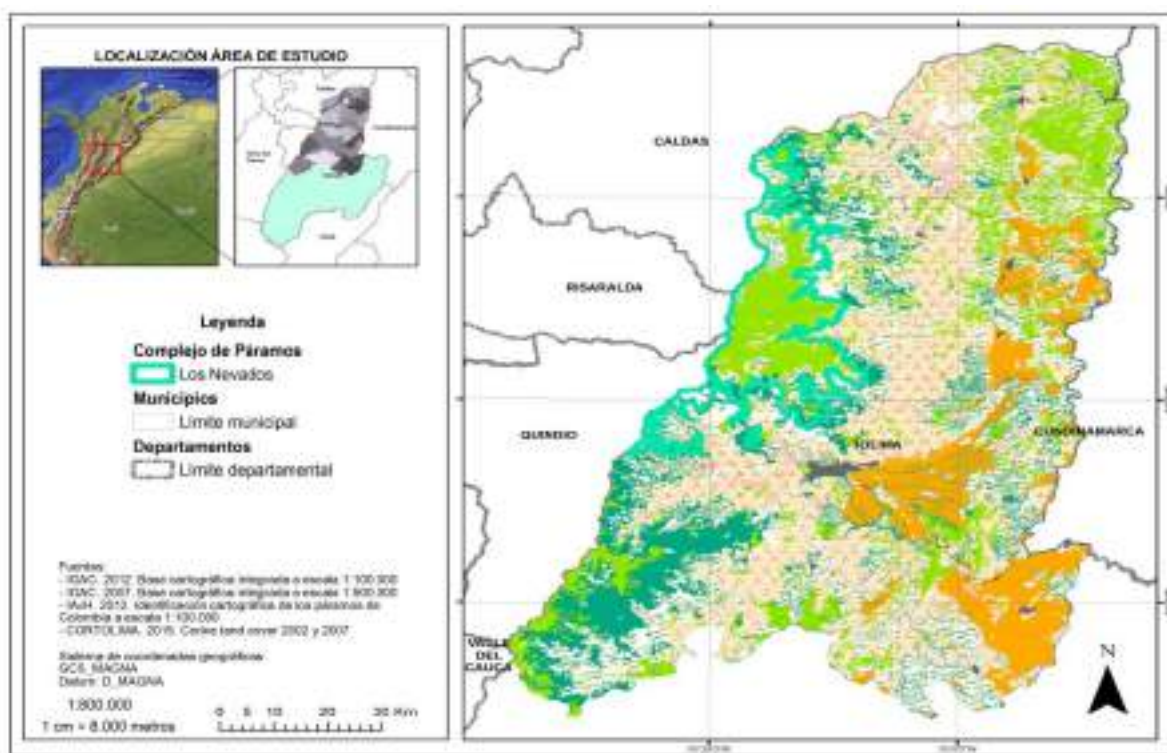
depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace.

Las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor al 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas (IDEAM, 2010).

b) Cobertura de la Tierra (CLC), año 2007

Para el año 2007 en la zona de estudio, se evidencian coberturas clasificadas dentro de los grupos del nivel 3 y 4 (Metodología Corine Land Cover) agrupadas en el nivel Uno (1), como territorios artificializados, territorios agrícolas (siendo estos los que ocuparon la mayor área del Entorno Regional), bosques y áreas seminaturales y cuerpos de agua (Figura 25).

Figura 25. Cobertura de la Tierra (CLC), año 2007, para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.



CLC 2007

TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS

- Zonas Urbanas
- Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación
- Zonas de extracción minera o escombrera

TERRITORIOS AGRÍCOLAS

- Cultivos transitorios
- Cultivos permanentes
- Pastos
- Áreas agrícolas heterogéneas

BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES

- Bosques
- Áreas con vegetación herbácea o arbustiva
- Áreas abiertas, sin o con poca vegetación

SUPERFICIES DE AGUA

- Ríos
- Lagos, lagunas y ciénagas naturales

Fuente: Elaboración propia, insumos SIG IAvH y CORTOLIMA.

La cobertura que dentro del Entorno Regional del complejo de Los Nevados, presentaba la mayor área para el año 2007, fueron los pastos limpios con un total de 21097,15 ha lo que corresponde al 19,41% de su área total. La cobertura de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales ocupó para el año 2007, un área de 131335,59 ha, correspondientes al 12,08% del Entorno Regional. Para este año, se evidencia, una fuerte transformación del territorio, traducida en una alta diversidad de usos, algunos de ellos no acordes con el entorno biofísico. Considerando que la mayoría de los suelos presentes de la zona son suelos de baja fertilidad y presentes en zonas de montaña, con restricciones por fuertes pendientes, escorrentía y procesos erosivos (Tabla 30).

Tabla 30. Coberturas (CLC) para el año 2007 del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Código	Cobertura	Área	Porcentaje
124	Aeropuertos	136,61	0,01
332	Afloramientos rocosos	3683,36	0,34
3222	Arbustal abierto	22257,48	2,05
3221	Arbustal denso	54701,34	5,03
31211	Bosque abierto alto de tierra firme	3299,07	0,3
31221	Bosque abierto bajo de tierra firme	392,7	0,04
314	Bosque de galería y ripario	39010,01	3,59
31111	Bosque denso alto de tierra firme	85312,38	7,85
31121	Bosque denso bajo de tierra firme	1978,23	0,18
3132	Bosque fragmentado	10776,26	0,99
2222	Café	6609,77	0,61
22121	Caña	40,91	0
2121	Cereales	118662,87	10,92
32122	Herbazal abierto rocoso	3294,35	0,3
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	23571,36	2,17
32111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	48544,09	4,47
142	Instalaciones recreativas	661,71	0,06
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	121,81	0,01
241	Mosaico de cultivos	5166,61	0,48
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	22118,59	2,03
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	131335,59	12,08
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	94500,81	8,69
242	Mosaico de pastos y cultivos	83890,08	7,72

Código	Cobertura	Área	Porcentaje
2131	Oleaginosas y Leguminosas	80,28	0,01
2231	Otros cultivos permanentes arbóreos	63,74	0,01
2211	Otros cultivos permanentes herbáceos	252,15	0,02
211	Otros cultivos transitorios	8616,5	0,79
232	Pastos arbolados	820,29	0,08
233	Pastos enmalezados	31494,26	2,9
231	Pastos limpios	210976,15	19,41
315	Plantación forestal	972,11	0,09
511	Ríos (50 m)	15354,77	1,41
99	Sin determinar	15538,96	1,43
111	Tejido Urbano Continuo	4876,84	0,45
112	Tejido Urbano Discontinuo	802,41	0,07
333	Tierras desnudas y degradadas	4315,09	0,4
2151	Tubérculos	79,68	0,01
412	Turberas	189,66	0,02
413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	39,34	0
323	Vegetación secundaria o en transición	30895,18	2,84
331	Zonas arenosas naturales	130,3	0,01
131	Zonas de extracción minera	111,37	0,01
335	Zonas glaciares y nivales	768,2	0,07
121	Zonas Industriales o comerciales	447,55	0,04
411	Zonas pantanosas	51,31	0
334	Zonas quemadas	121,01	0,01
141	Zonas verdes urbanas	7,11	0
Total		1087070,26	100

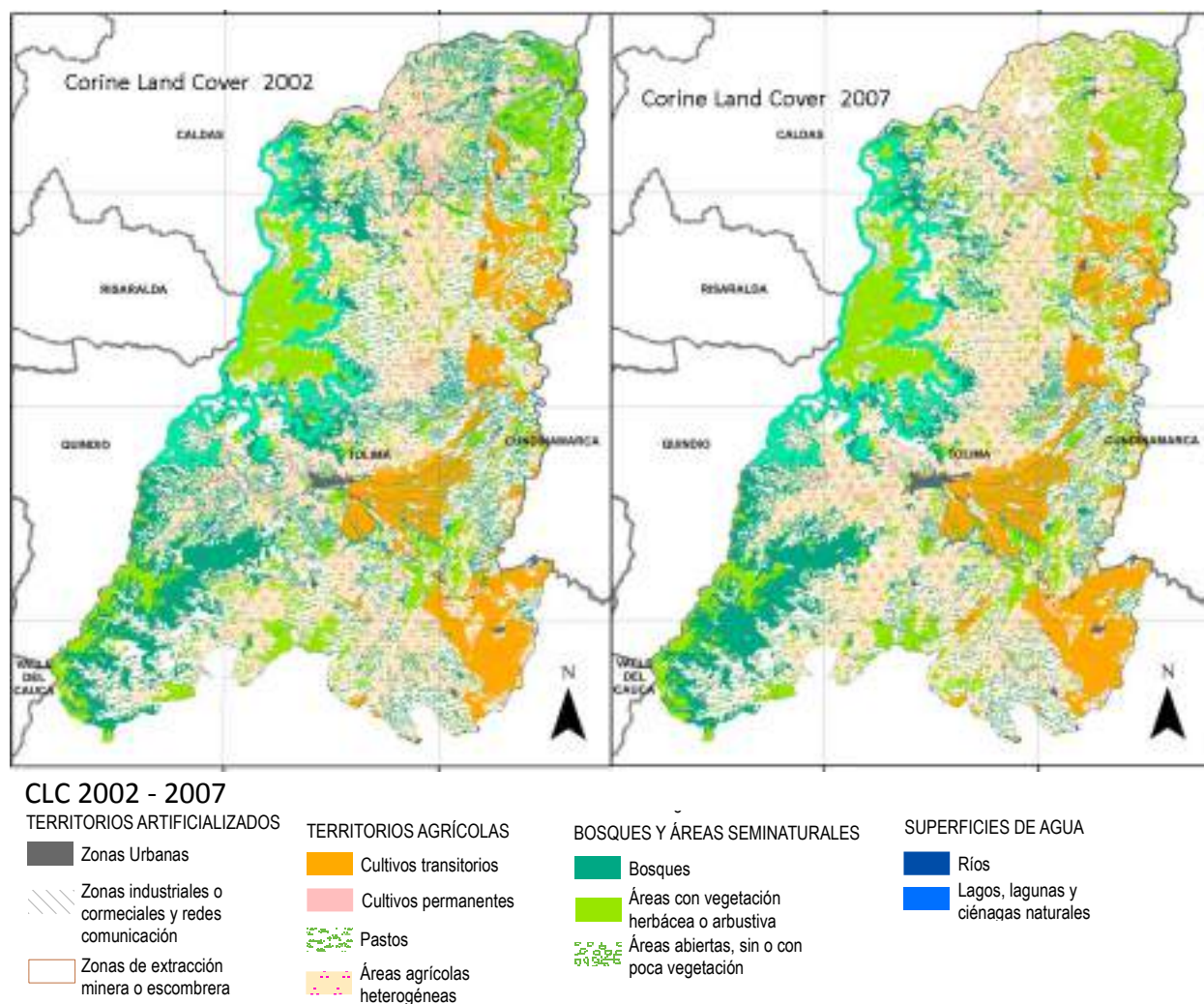
5.3.7.1 Análisis Multitemporal de Coberturas

Con base en información del IDEAM (2010) y la cartografía de coberturas Corine Land Cover para el área de estudio, que fue entregada por el IAvH, para los años 2002 y 2007, se realiza a continuación un análisis multitemporal en donde se describen los cambios de cobertura para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

En la Figura 26, se presenta un comparativo de las coberturas presentes en los años 2002 y 2007, aunque si bien, por resolución y tamaño de la imagen no se pueden observar mayores cambios, si se puede inferir que el territorio presenta un alto grado de transformación, destinando las tierras al uso agrícola y pecuario. Únicamente, se mantienen coberturas naturales de bosques densos altos de

tierra firme y los herbazales densos a las zonas destinadas para conservación y protección, correspondiendo a la ubicación del complejo de páramos Los Nevados y sus áreas aledañas.

Figura 26. Comparativo de coberturas CLC años 2002 y 2007 para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Elaboración propia, insumos SIG CORTOLIMA, SIG IAvH.

Para realizar una mejor interpretación de los cambios para cada año, a continuación se presenta la Tabla 31 en la cual se relacionan los cambios para cada una de las coberturas en términos de área, indicando si se presentaron cambios ya sea un aumento, una disminución o si la cobertura se mantuvo estable.

Tabla 31. Cambios en coberturas años 2002 y 2007, para el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Código	Cobertura	Área (ha) por Año		Cambio en Área
		2002	2007	
99	Sin determinar	25730,58	15538,96	-10191,62
111	Tejido Urbano Continuo	6208,85	4876,84	-1332,02
112	Tejido Urbano Discontinuo	1037,94	802,41	-235,53
121	Zonas Industriales o Comerciales	1170,77	447,55	-723,22
122	Red vial, Ferroviaria y terrenos asociados	1043,87		1043,87
124	Aeropuertos	1174,55	136,61	-1037,94
125	Obras Hidráulicas	1067,79		1067,79
131	Zonas de extracción minera	1149,3	111,37	-1037,94
132	Zonas de disposición de residuos	1067,8		1067,8
141	Zonas verdes urbanas	1100,43	7,11	-1093,32
142	Instalaciones recreativas	1355,85	661,71	-694,14
211	Otros cultivos transitorios	9217,64	8616,5	-601,15
231	Pastos limpios	236708,7	210976,15	-25732,55
232	Pastos arbolados	1499,46	820,29	-679,17
233	Pastos enmalezados	41240,77	31494,26	-9746,5
241	Mosaico de cultivos	10642,69	5166,61	-5476,08
242	Mosaico de pastos y cultivos	92129,04	83890,08	-8238,96
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	52036,43	131335,59	79299,16
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	100767,49	94500,81	-6266,68
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	22159,86	22118,59	-41,27
314	Bosque de galería y ripario	70252,92	39010,01	-31242,91
315	Plantación forestal	3178,24	972,11	-2206,13
323	Vegetación secundaria o en transición	51266,87	30895,18	-20371,68
331	Zonas arenosas naturales	2341,75	130,3	-2211,45
332	Afloramientos rocosos	4967,18	3683,36	-1283,82
333	Tierras desnudas y degradadas	2923,83	4315,09	1391,27
335	Zonas glaciares y nivales	1878,13	768,2	-1109,93
411	Zonas pantanosas	1089,75	51,31	-1038,44
334	Zonas quemadas	1423,89	121,01	-1302,88
412	Turberas	1226,71	189,66	-1037,05
511	Ríos (50 m)	7345,86	15354,77	8008,92
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	1105,15	121,81	-983,34
514	Cuerpos de agua artificiales	1092,53		1092,53
2121	Cereales	97986,4	118662,87	20676,47

Código	Cobertura	Área (ha) por Año		Cambio en Área
		2002	2007	
2131	Oleaginosas y Leguminosas	1118,22	80,28	-1037,94
2151	Tubérculos	1564,37	79,68	-1484,69
2211	Otros cultivos permanentes herbáceos	1327,27	252,15	-1075,11
2222	Café	10334,65	6609,77	-3724,88
2231	Otros cultivos permanentes arbóreos	3025,53	63,74	-2961,79
3131	Bosque fragmentado	6710,06	10776,26	4066,2
3221	Arbustal denso	25866	54701,34	28835,34
3222	Arbustal abierto	6403,43	22257,48	15854,05
22121	Caña	2448,14	40,91	-2407,23
31111	Bosque denso alto de tierra firme	98524,59	85312,38	-13212,21
32111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	70368,95	48544,09	-21824,86
32122	Herbazal abierto rocoso	2790,05	3294,35	504,3
31211	Bosque abierto alto de tierra firme		3299,07	3299,07
31221	Bosque abierto bajo de tierra firme		392,7	392,7
31121	Bosque denso bajo de tierra firme		1978,23	1978,23
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos		23571,36	23571,36
413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua		39,34	39,34
Total		1087070,26	1087070,26	

Fuente: Elaboración propia, insumos IDEAM (2010a). Cálculos a partir de la cartografía.

En amarillo, coberturas que se mantuvieron.

En rojo, coberturas que disminuyeron.

En verde, coberturas que aumentaron.

En blanco, coberturas que solo tienen interpretación para un año.

A partir de la tabla anterior, se puede observar que la mayoría de las coberturas presentaron una tendencia a la disminución entre los años 2002 y 2007. Son cambios que no se pueden explicar sin tener un mayor conocimiento en terreno de los factores que pueden estar ocasionando esta situación. Estos cambios pueden ser producto más de interpretación, detalle de las imágenes trabajadas, entre otros. Ya que son cambios de vario miles de hectáreas.

Las únicas coberturas que presentan un aumento, en el año 2007 respecto al 2002, son los Mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, los cultivos destinados a cereales, el bosque fragmentado, y los arbustales densos y abiertos.

6. SERVICIOS ECOSISTEMICOS

Los páramos son ecosistemas estratégicos, debido a su gran poder de captación y regulación de agua. En ellos nace gran parte de las fuentes de agua dulce que conforman la compleja red hidrográfica del país. Prestan servicios ecosistémicos importantes para las comunidades rurales y urbanas. Entre los servicios más sobresaliente, se encuentra su papel en la producción y regulación hídrica (PGN, 2008) y el almacenamiento de carbón (Hofstede *et al.*, 2003).

La disponibilidad de agua en los páramos depende de la capacidad de los ecosistemas de captarla y mantenerla, así como del adecuado uso del ecosistema y de la forma e intensidad de uso que se dé al recurso hídrico. La captación de agua es considerada como un servicio ecosistémico del cual se beneficia toda la sociedad, posibilitando el desarrollo de actividades productivas. En este sentido, se entiende que el deterioro de los ecosistemas involucrados en las cuencas hidrográficas, como los páramos, afecta directamente la oferta hídrica y por lo tanto la calidad de vida poblacional (PGN, 2008).

Tanto la capacidad de almacenamiento de agua, como el almacenamiento de carbono, en los páramos están ligadas estrechamente al suelo (Hofstede *et al.*, 2003). El suelo más común en los páramos es de origen volcánico (Andosoles) cuyo significado es “Tierra Negra”. Dicho color, es producto del alto contenido de materia orgánica, que por las bajas temperaturas no se descompone rápidamente. Además el aluminio de la ceniza volcánica y la materia orgánica se combinan para formar vesículas resistentes a la descomposición por la edafofauna. Estos complejos se llenan de agua la cual es retenida por un período de tiempo relativamente largo y liberada lenta y constantemente.

Los ecosistemas de alta montaña, especialmente los páramos, son grandes reservorios naturales de agua dulce. Las características particulares de nubosidad y niebla, suelos y vegetación, así como la presencia de humedales (lagunas y turberas) y en algunos casos glaciares, contribuyen a que los páramos funcionen como “fábricas de agua”. La estrecha interacción entre el clima, la vegetación y el suelo ha permitido que los páramos provean agua dulce continuamente, contribuyan a la recarga de acuíferos y actúen como reguladores de escorrentía superficial. Todas estas características hacen del páramo un ecosistema estratégico, de gran importancia hídrica, ecológica y socioeconómica (Ruíz *et al.*, 2009).

De acuerdo al diagnóstico presentado del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, se observa que los suelos sobre los cuales están formados estos ecosistemas, son en su mayoría suelos de muy baja fertilidad, sumado además que las geoformas predominantes en la zona, son montañas con pendientes pronunciadas y formaciones geológicas tendientes a procesos erosivos y de remoción en masa, condiciones no aptas para el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias. La compleja red hídrica es un reflejo del papel que cumple este complejo de páramos como regulador hídrico de la región, es la fuente de agua que utilizan las cabeceras municipales, beneficiando usuarios tanto urbanos como rurales. Además proveen el agua necesaria, tanto en cantidad como en calidad, para el desarrollo de actividades productivas que en algunos casos son la base de la economía de los municipios aledaños (ej. cultivos de arroz).

De acuerdo con CORTOLIMA (2013), los ríos que provienen de las partes altas del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados proveen de recursos hídricos a los habitantes de las cabeceras municipales, además de ser usado para sistemas de riego (cultivos), usos pecuarios, entre otros. De los ríos que nacen dentro del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, se ha estimado la oferta hídrica de los ríos Coello (31,2 m³/seg), Totare (19,5 m³/seg), Recio (19 m³/seg) y Gualí (18,2 m³/seg), oferta hídrica que es utilizada directamente por pobladores locales.

Aproximadamente el 75% de la población se ubica en las áreas urbanas de los municipios, por lo que garantizar el abastecimiento hídrico de las cabeceras municipales y centros urbanos, es una tarea fundamental en cualquier proceso de gestión del recurso hídrico (CORTOLIMA, 2013). La Tabla 32, presenta las fuentes abastecedoras de los acueductos urbanos.

Tabla 32. Cuencas abastecedoras de los alcantarillados urbanos de los municipios que conforman el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Municipio	Cuenca Abastecedora Actual	Cuenca Mayor
Ibagué	Río Combeima	Coello
	Quebrada Cay	Coello - Combeima
	Quebrada La Chuma	Totare
Alvarado	Río Alvarado	Totare
Ambalema	Río Recio	Recio
	Río Magdalena	Magdalena
Armero	Río Jiménez	Sabandija
Anzoátegui	Río Frío	Totare
	Quebrada El Fierro	Totare
Cajamarca	Quebrada Chorros Blancos	Coello - Bermellón
	Quebrada Dos Quebradas	Coello - Anaima
Casabianca	Quebrada La Española	Lagunilla - Azufrado
Coello	Río Coello	Coello
	Quebrada La Lucha	Coello
Espinal	Río Coello	Coello
Falan	Quebrada Morales	Sabandija
Flandes	Río Magdalena	Magdalena
Fresno	Quebrada El Guarumo	Gualí
	Quebrada San Antonio	Guarínó
	Quebrada La Granja	Gualí
	Quebrada La Moya	Gualí
Guamo	Río Luisa	Luisa
Herveo	Quebrada El Matadero	Gualí
	Quebrada Yolombal	Gualí
	Quebrada Agua Blanca	Gualí
	Quebrada La Vida	Gualí
Honda	Río Medina	Gualí
	Quebrada Padilla	Gualí
Lérida	Río Recio	Recio
Líbano	Río Vallecitos	Lagunilla - Quebrada Santa Rosa y Manantiales
Mariquita	Río Sucio	Gualí
	Quebrada El Pozo	
Murillo	Quebrada Agua Blanca	Lagunilla
	Río Vallecitos	Lagunilla

Municipio	Cuenca Abastecedora Actual	Cuenca Mayor
Palocabildo	Quebrada El Brillante	
	Quebrada La Secreta	Sabandija
	Quebrada El Silencio	Sabandija
Piedras	La Opia	Opia
	Pozo	
Roncesvalles	Quebrada El Arbolito	Saldaña - Río Cucuana
Rovira	Río Luisa	Luisa
San Luis	Quebrada El Cobre	Luisa
	Río Luisa	Luisa
	Quebrada Juntas	Luisa
Santa Isabel	Quebrada Aguitas	Totare
	Quebrada Agua Linda	Totare
	Quebrada Bellavista	Totare
	Quebrada Nacimiento de Minas	Totare
	Quebrada Las Águilas	Totare
	Quebrada La Ánimas	Totare
	Quebrada Agua Bonita	Totare
	Arroyo	Totare
Valle de San Juan	Quebrada La Lija	Luisa
Venadillo	Río Totare	Totare
Villahermosa	Quebrada Guayabal y La Bonita	Lagunilla

Fuente: Adaptada de CORTOLIMA (2013). En recuadro verde claro, las Cuencas Mayores que nacen dentro del Entorno Regional del Complejo de Páramos Los Nevados.

En la Tabla 33, se relacionan el número de usuarios y el volumen de caudal concesionado para cada una de las cuencas hidrográficas que nacen dentro del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

En respuesta a las necesidades de conservación del recurso hídrico, y en cumplimiento de normativas ambientales respecto al tema (Ley 373 de 1997), algunos de los municipios que conforman el entorno regional del complejo de páramos Los Nevados, cuentan con Programas de Ahorro y Uso Eficiente del Agua (CORTOLIMA, 2013).

Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente del agua, en donde se evidencien los proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico (CORTOLIMA, 2013). En la Tabla 34, se listan los municipios a los cuales se les ha aprobado el Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA) por parte de la Corporación.

Tabla 33. Número de usuarios y volumen de caudal concesionado por cuenca hidrográfica en el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Cuenca Hidrográfica	Número de Usuarios	Caudal Concesionado (l/seg)
Río Recio	18	13530,718
Río Totare	591	15154,465
Río Coello	754	23537,2323
Río Guarinó	20	37,3178
Río Gualí	91	3192,7198
Río Lagunilla	442	13062,465
Total	1916	68514,9179

Fuente: Adaptada de CORTOLIMA (2013).

En respuesta a las necesidades de conservación del recurso hídrico, y en cumplimiento de normativas ambientales respecto al tema (Ley 373 de 1997), algunos de los municipios que conforman el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, cuentan con Programas de Ahorro y Uso Eficiente del Agua (CORTOLIMA, 2013).

Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente del agua, en donde se evidencien los proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico (CORTOLIMA, 2013). En la Tabla 34, se listan los municipios a los cuales se les ha aprobado el Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA) por parte de la Corporación.

Tabla 34. Municipios del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados con Planes de Uso Eficiente y Ahorro de Agua aprobados por la Corporación.

Municipio	Nombre Usuario	No. Resolución	Fecha
Roncesvalles	Empresa de Servicios Públicos	1572	11/04/2001
Guamo	USOGUAMO	4390	01/12/2010
	EDAT SA ESP	338	02/02/2011
Flandes	Empresa de Servicio Público	2809	15/07/2011
Venadillo	Municipio de Venadillo	3375	04/10/2010
Líbano	EMSER ESP	886	04/03/2011
Lérida	EMPOLERIDA	5605	13/12/2011
Fresno	CORFRESNO ESP	En trámite	
Santa Isabel	Municipio de Santa Isabel	En trámite	

Fuente: Adaptada de CORTOLIMA (2013).

Colombia destacó que los ecosistemas de alta montaña son especialmente vulnerables a cambios en condiciones climáticas. Frente a esta situación existe una gran preocupación a nivel nacional por los múltiples impactos que se podrían generar sobre estos ecosistemas estratégicos. En particular, se espera una importante disminución de los bienes y servicios ambientales que los páramos proveen,

entre ellos la oferta continúa del recurso hídrico, que contribuye al abastecimiento de agua potable de las poblaciones localizadas en las zonas bajas de la montaña, la generación de energía y la irrigación de cultivos.

Es evidente que estos ecosistemas deben ser de exclusiva conservación, con el objeto de preservar recursos hídricos esenciales, así como el mantenimiento del carbono almacenado (Ruíz *et al.*, 2009).

7. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS Y SOCIECONÓMICOS

La elaboración de la caracterización socioeconómica del complejo de páramos Los Nevados en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA, se basó en los términos de referencia para la delimitación de páramos propuesto por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Este documento se construyó a partir de la recolección de información secundaria que diera cuenta de las características sociales y ambientales de los municipios que hacen parte del Entorno Regional Los Nevados en el departamento del Tolima, con este se busca identificar la estructura social que hace parte del complejo, lo que permitirá aportar en la toma de decisiones para la preservación de este entorno.

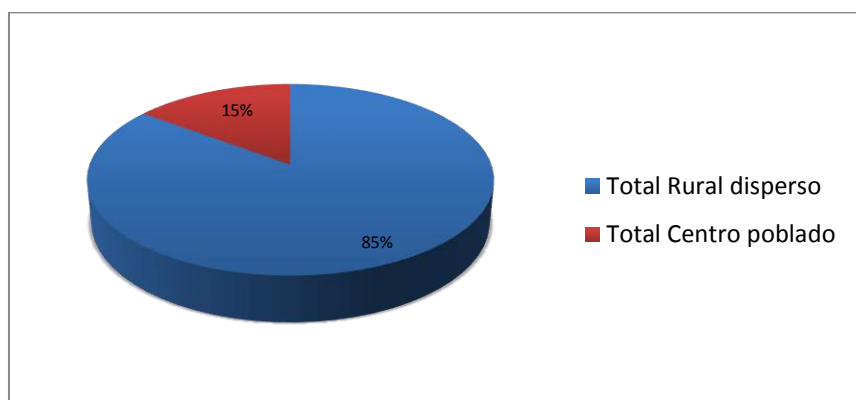
7.1 Asentamientos Nucleados y Dispersos

Los asentamientos nucleados en Colombia se caracterizan por concentrarse en caseríos o conjuntos de por lo menos 20 viviendas separadas por paredes, muros, cercas o huertas a diferencia de los asentamientos dispersos que se conforman por fincas y viviendas dispersas (población dispersa) separadas entre otros, por áreas cultivadas, prados, bosques, potreros, carreteras o caminos. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

En el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados en el departamento del Tolima, el 85% de las viviendas hacen parte de la población rural dispersa, es decir la mayoría de la población se caracteriza por tener áreas cultivadas que se enfocan en la producción agropecuaria; la población se encuentra distribuida a lo largo del todo el territorio y solo un 15% de esta se encuentra concentrada en caseríos o centros urbanos de mayor tamaño en los cuales se puede proveer mayores servicios y derechos por la capacidad de las instituciones estatales de hacer presencia en estos centros poblados.

La población nucleada es mucho menor en comparación con la dispersa, esto se da por los procesos de colonización que se desarrollan en el departamento ya que la población migrante encuentra más sencillo asentarse en lugares apartados donde la titulación de los territorios no sea un requisito para instalarse en ellos, esto genera una problemática ambiental ya que la deforestación y la ampliación de la frontera agrícola se da en parte por estas prácticas migratorias.

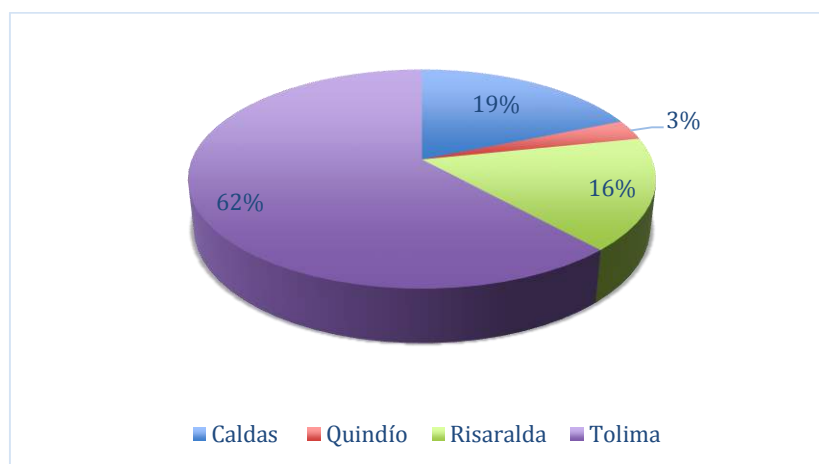
Grafica 11. Porcentaje de la población distribuida en centro poblado y rural disperso.



7.2 Jurisdicción Político Administrativa

Dentro del ecosistema de páramos se encuentran involucrados directamente tres (3) departamentos de la eco región del Eje Cafetero, Caldas con los municipios de Aranzazu, Manizales, Marulanda, Neira, Salamina y Villamaría; Risaralda con los municipios de Santa Rosa de Cabal y Pereira; el departamento del Quindío hace parte del complejo de páramos de Los Nevados con el municipio de Salento.

Grafica 12. Porcentaje de territorio del complejo Los Nevados.



Fuente: (Moreno, 2007).

El departamento del Tolima es el que tiene mayor porcentaje en área del complejo con un gran territorio de páramos dentro del mismo, representando un 62% del área en comparación con los tres (3) departamentos mencionados anteriormente, los municipios de Ibagué, Anzoátegui, Casabianca, Herveo, Murillo, Santa Isabel y Villahermosa tienen influencia directa en el páramo; los municipios de Cajamarca, Palocabildo, Fresno, Lérída, Falán, Mariquita, Alvarado, Armero Guayabal, Venadillo, Coello, Ambalema, Líbano, Piedras, Alvarado, Flandes, Espinal, Rovira y Honda hacen uso de los servicios ecosistémicos que ofrece el páramo, es decir el complejo de páramos Los Nevados en el departamento del Tolima abarca 25 de los 47 municipios del departamento, esto implica que el Tolima tenga una mayor responsabilidad frente al uso de los recursos y sus relaciones económicas, sociales y culturales dentro del complejo.

7.3 Relaciones de Territorialidad Existentes en los Municipios que Integran el Área del Páramo

La complejidad en las relaciones de territorialidad dentro del complejo, están marcadas por los diferentes momentos y procesos migratorios que ha sufrido el departamento, lo que establece diferencias culturales que influyen en las dinámicas productivas, económicas y sociales dentro del territorio, además de esto, los diferentes niveles altitudinales delimitan y marcan las actividades de explotación y uso del suelo, esto produce una relación territorialidad enmarcada en la distribución de bienes entre los municipios de la alta montaña y los de las partes más bajas del complejo. El municipio de Ibagué concentra la mayor cantidad de bienes y servicios y ofrece sistemas de distribución de productos para los demás municipios.

Tabla 35. División político administrativa.

Municipios	número de veredas	Extensión en Km2	Altura sobre el nivel del mar
Murillo	28	433	2950
Roncesvalles	26	790	2640
Herveo	33	343	2250
Santa Isabel	26	271	2250
Casabianca	28	123	2081
Villahermosa	40	285	2057
Anzoátegui	36	475	2010
Cajamarca	41	520	1814
Palocabildo	24	65	1500
Fresno	82	232	1478
Lérida	19	281	1366
Ibagué	131	1439	1285
Falán	36	188	983
Rovira	85	733	850
San Luis	43	425	506
Mariquita	39	291	495
Alvarado	32	347	439
Piedras	15	361	403
Armero	16	451	357
Venadillo	31	358	348
Coello	16	349	339
Espinal	28	231	323
Guamo	45	523	321
Ambalema	7	239	241
Honda	8	310	225

Fuente: Tolima en Cifras 2013.

El principal servicio ecosistémico que vincula a todos los municipios es el uso del recurso hídrico, este está distribuido en cinco (5) cuencas que nacen del páramo y que alimentan a los 25

municipios, algunos municipios comparten hasta cuatro (4) cuencas como el caso de los municipios de Santa Isabel y Murillo, Ibagué y Anzoátegui hacen parte de tres (3) cuencas.

En la Tabla 36 se clasifican los municipios por cuencas tomando como criterio el número de áreas por municipio que se encuentran en cada cuenca y ubicándolos donde tienen más presencia.

Tabla 36. Municipios distribuidos por cuencas.

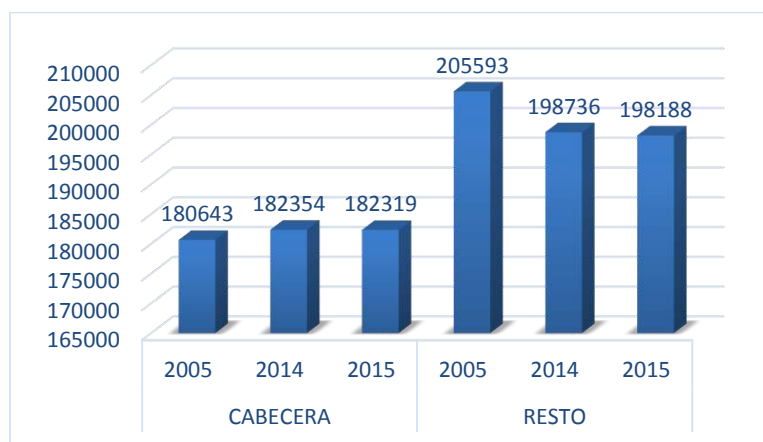
Río Coello	Río Gualí	Río Guarinó	Río Lagunilla y Recio	Río Totare
Cajamarca	Casabianca	Fresno	Ambalema	Alvarado
Coello	Falan	Honda	Armero Guayabal	Anzoátegui
Espinal	Herveo		Lérida	Ibagué
Flandes	Honda		Líbano	Murillo
Guamo	Mariquita		Villahermosa	Piedras
Rovira	Palocabildo			Santa Isabel
San Luis				Venadillo

7.4 Densidad Poblacional Urbana y Rural - Edad

La estimación población para el año 2015 de todos los municipios que hacen parte de las cuencas del páramo de Los Nevados tiene un aumento del 4.8% respecto al CENSO del año 2005.

Los municipios con mayor aumento poblacional son Anzoátegui, Ibagué y Coello con una estimación superior al 8%, en contraste los municipios que se estima que para el 2015 tengan reducción en la población son Armero Guayabal, Honda, Lérida, Ambalema y Herveo, con una disminución superior al -8%.

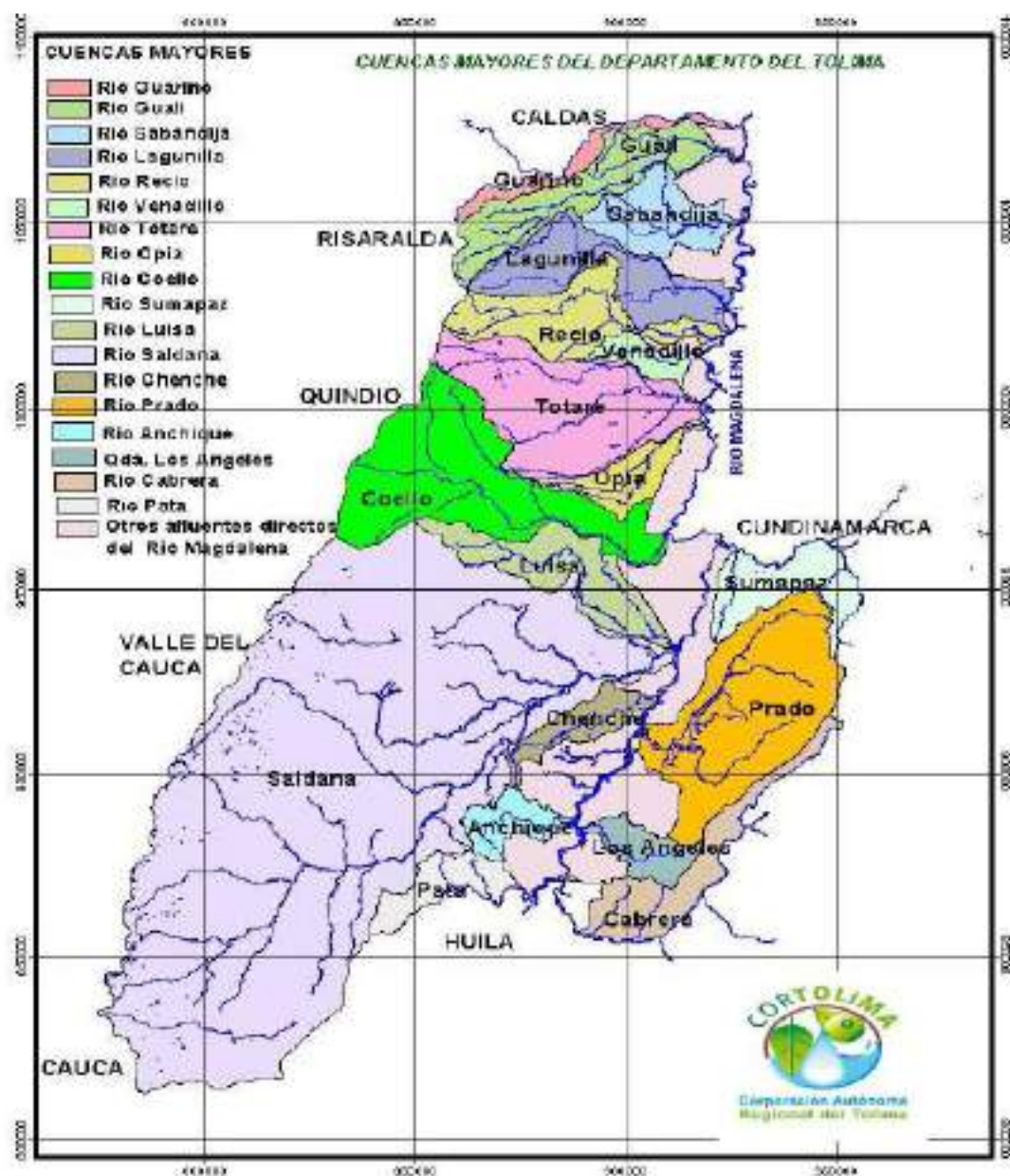
Grafica 13. Población entorno regional¹⁹.



Fuente: DANE, Proyecciones poblacionales, 2005

¹⁹ * La gráfica anterior no contempla el municipio de Ibagué debido a que por ser capital tiene otra tipicidad.

Figura 27. Cuencas mayores del departamento del Tolima.



Fuente: CORTOLIMA.

Tabla 37. Proyecciones poblacionales.

Municipio	Total			Cabecera			Resto		
	2005	2014	2015	2005	2014	2015	2005	2014	2015
Ibagué	498401	548215	553526	468647	517874	523068	29754	30341	30458
Alvarado	8972	8847	8834	3158	3366	3379	5814	5481	5455
Ambalema	7674	6908	6837	5810	5282	5231	1864	1626	1606
Anzoátegui	16422	18221	18434	2045	2107	2109	14377	16114	16325
Armero	13064	12074	11960	8864	8498	8441	4200	3576	3519
Cajamarca	19789	19671	19656	9361	9935	9968	10428	9736	9688
Casabianca	6909	6715	6684	1503	1469	1464	5406	5246	5220
Coello	9017	9668	9740	1533	1839	1866	7484	7829	7874
Espinal	76226	76291	76227	55787	58260	58367	20439	18031	17860
Falan	9277	9225	9218	1688	1656	1651	7589	7569	7567
Fresno	31317	30395	30284	14442	14857	14878	16875	15538	15406
Guamo	34781	32628	32373	16353	16683	16706	18428	15945	15667
Herveo	9142	8210	8100	2265	2086	2063	6877	6124	6037
Honda	27310	25032	24781	26417	24262	24023	893	770	758
Lérida	19489	17782	17584	15218	14424	14309	4271	3358	3275
Mariquita	32933	33284	33309	23529	24190	24237	9404	9094	9072
Murillo	5075	5032	5029	1609	1501	1493	3466	3531	3536
Palocabildo	9609	9240	9197	2701	2838	2843	6908	6402	6354
Piedras	5427	5602	5619	1623	1751	1764	3804	3851	3855
Roncesvalles	6269	6319	6331	1795	1519	1489	4474	4800	4842
Rovira	21665	20749	20641	9408	9897	9913	12257	10852	10728
San Luis	19262	19175	19164	3705	3705	3705	15557	15470	15459
Santa Isabel	6565	6403	6382	2267	2281	2283	4298	4122	4099
Venadillo	18769	19516	19586	13324	14216	14294	5445	5300	5292
Valle de San Juan	6178	6335	6355	2470	2869	2900	3708	3466	3455
Villahermosa	11196	10751	10696	3446	3670	3682	7750	7081	7014

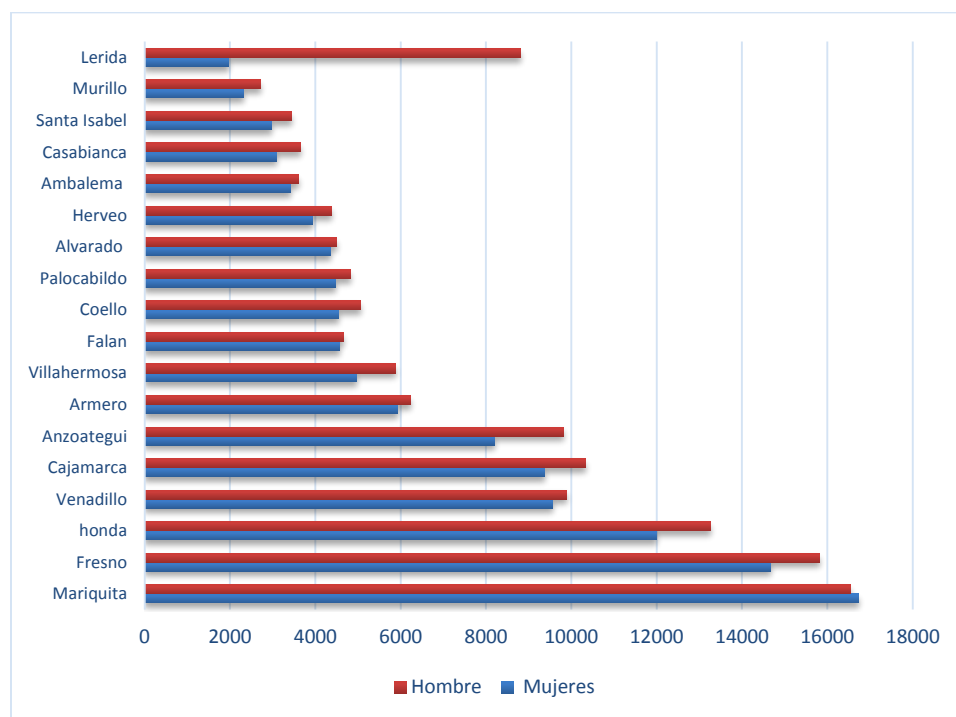
Fuente: DANE, proyecciones poblacionales, 2005.

La distribución poblacional del Entorno Regional del complejo de páramo Los Nevados refleja una concentración de población en las partes rurales, en el municipio de Ibagué la situación es diferente, la mayor cantidad de población se concentra en las partes urbanas y eleva las estimaciones por ser la cabecera más poblada.

Sin embargo, 10 de los 25 municipios Santa Isabel, Casabianca, Herveo, Palocabildo, Villahermosa, Falán, Coello, Fresno, Anzoátegui y Alvarado presentan dinámicas de migración rural tanto en el Censo de 2005, como la estimación para el año 2015.

Esta información permite evidenciar que la mayor parte de la población se concentra en las partes rurales y coincide con los datos de los centros nucleados y dispersos que se mencionaran anteriormente.

Grafica 14. Población distribuida por hombre - mujer en los municipios del Entorno Regional 2013.



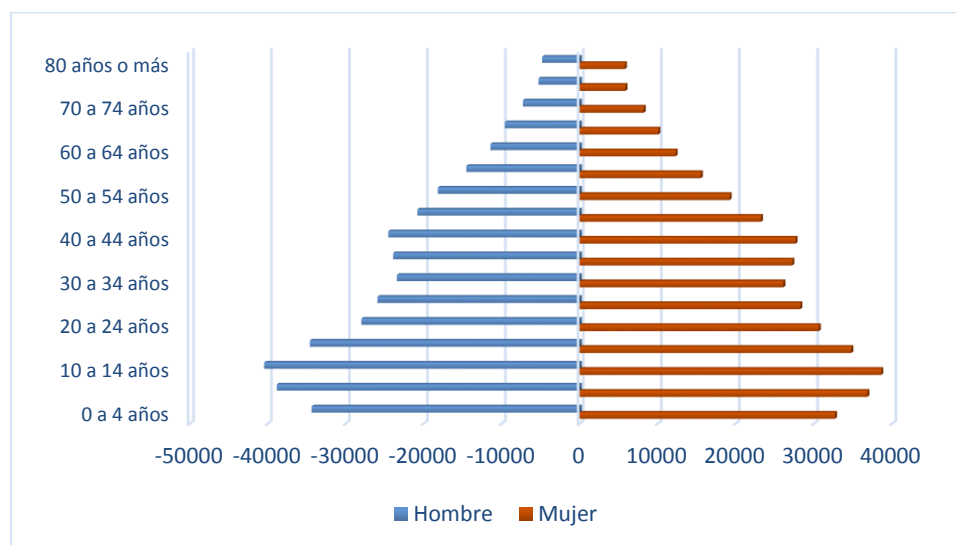
La distribución por sexo en los municipios de influencia del páramo se encuentran marcados por tener una leve diferencia poblacional siendo el sexo masculino el que mayor población tiene, el municipio de Lérida, presenta una atipicidad poblacional, mostrando una gran distancia entre la población femenina y masculina, el municipio de Mariquita además de ser después de Ibagué el municipio con mayor población, las mujeres sobrepasan ligeramente a la población masculina.

Ibagué es el municipio que mayor población tiene, para el año 2013 la población estimada según el DANE era de 542.876 y en la distribución por sexo la población de mujeres es mayor en la capital.

Tabla 38. Distribución poblacional hombre - mujer, municipio de Ibagué.

Municipios	Población 2013	Hombres	Mujeres
Ibagué	542876	263781	279095

Grafica 15. Pirámide poblacional en el Entorno Regional 2005.

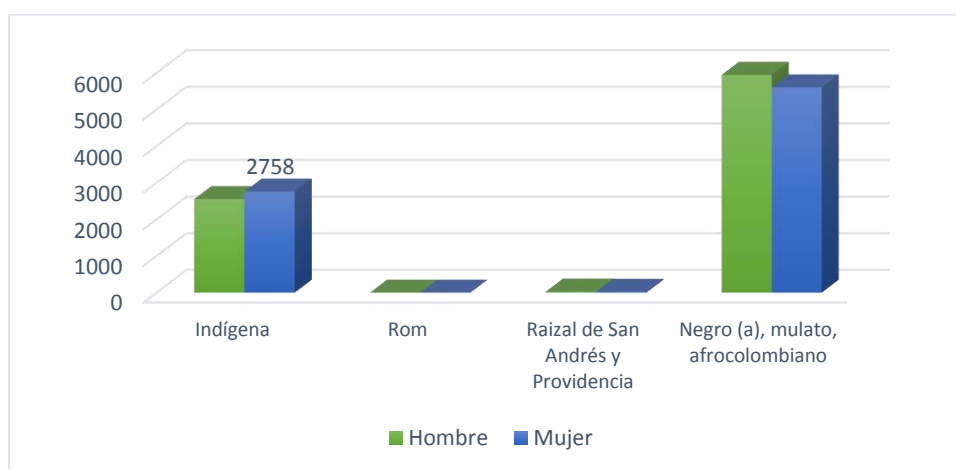


Fuente: DANE, Censo 2005.

La dinámica demográfica permite identificar los movimientos generacionales, cada cohorte poblacional representa comportamientos específicos que permiten identificar las características de las poblaciones a futuro.

En el CENSO 2005 el mayor número de población se concentraba entre los 10 y 24 años, para el 2015 esta población se encuentra entre los 20 y 34 años y es económicamente activa; se entiende que la población económicamente activa son las que están en la capacidad de trabajar, esto indica que no necesariamente se encuentran trabajando. Además de esto la población de mujeres determina que se encuentran en edad fértil y que por esta razón se puede aumentar la tasa de natalidad en la población.

Grafica 16. Pertenencia étnica municipios del Entorno Regional.



Agrupando los 25 municipios que hacen parte del Entorno Regional, la población indígena según el CENSO 2005 no supera las 3000 personas, sin embargo, en el informe de Tolima en Cifras para el 2013 la población indígena en esta área alcanza un total de 6721 personas.

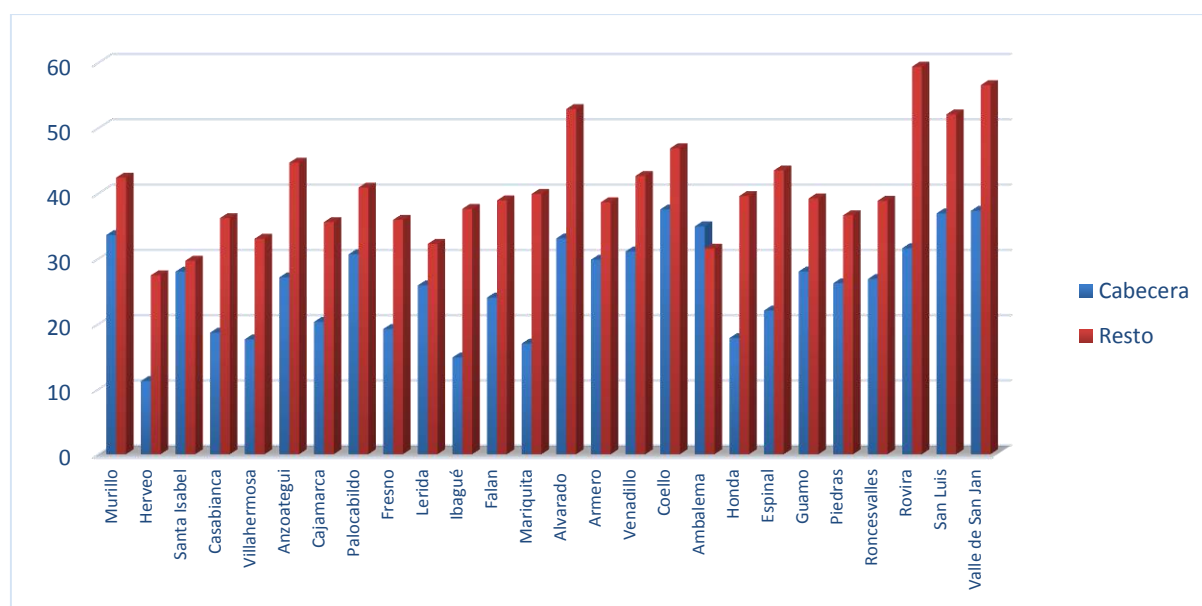
Los municipios que tiene mayor número de población indígena en el área de influencia del páramos, son Ibagué, Guamo, Rovira y Alvarado, los municipios que se encuentran en las partes altas no poseen una población indígena elevada, la población que hace parte de los territorios de montaña, se caracteriza por ser colonos Antioqueño y Boyacenses.

8. PROBLEMÁTICA SOCIAL

8.1 Necesidades Básicas Insatisfechas

En el caso de los municipios del departamento de Tolima a la fecha del último cálculo del índice de NBI para el 2013, los porcentajes presentados se encuentran en un rango entre 16,20% de Ibagué y el Valle de San Juan con un 48% de la población con NBI.

Grafica 17. Municipios con NBI en el Entorno Regional 2013.



Los municipios del Tolima que presentan mayores niveles de necesidades básicas insatisfechas son Rovira, Valle de San Juan, San Luis y Alvarado, estos hacen parte de las partes bajas de las cuencas, los niveles más altos corresponden a la población clasificada en resto, es decir la parte rural de los municipios es donde aún no se les garantizan los servicios, básicos y el acceso completo a salud y educación. En Colombia los indicadores que se tienen en cuenta para mediar las NBI son: viviendas con hacinamiento crítico, con condiciones físicas impropias para el alojamiento humano, servicios inadecuados, alta dependencia económica o niños en edad escolar que no asisten a la escuela (ICESI, 2005). El promedio general de NBI de los municipios del complejo 33.6% de la población siendo Ibagué y Honda los municipios con menor índice seguido de Mariquita.

8.2 El Conflicto Armado y el Desplazamiento Forzado

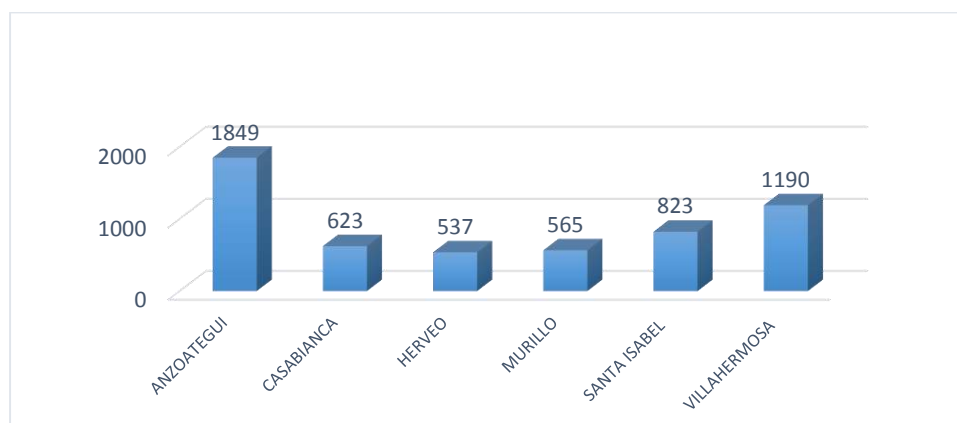
El conflicto armado no es inherente al departamento del Tolima según el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados, ACNUR el dominio territorial de esta zona constituye un objetivo de primer orden para los grupos armados irregulares, puesto que permite su movilización y el tráfico de insumos y armas, al servir de corredor natural entre los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Antioquia y Cundinamarca. (ACNUR, 2005)

Las luchas por el territorio se han dado por el ELN, las FARC con el frente Tulio Varón y los Paramilitares, todos en búsqueda de la apropiación y explotación del territorio, los recursos naturales del parque de Los Nevados, los yacimientos de aguas termales y el desarrollo de cultivos de amapola en las partes altas de la cordillera Central son los factores determinantes de valorización estratégica del territorio y objeto de la competencia armada entre grupos armados ilegales (ACNUR, 2005).

La columna Jacobo Prías Alape hace presencia en los municipios del páramo Los Nevados en el Tolima: Alvarado, Venadillo, Anzoátegui, Santa Isabel, Murillo, Herveo, Villahermosa, Palocabildo e incluso por la zona rural de Ibagué hacia el cañón del río Cocora (ACNUR, 2005).

La presencia de grupos armados en estos territorios incrementa la problemática social de los mismos, genera desplazamiento y pobreza, el municipio que más ha enfrentado esta problemática es Anzoátegui registrando 1849 personas con desplazamiento forzado a febrero de 2015, Ibagué es uno de los municipios con mayor recepción y expulsión del departamento la capital del Tolima tiene registrados un total de 65788 personas desplazadas por la violencia según Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas.

Grafica 18. Desplazamiento forzado, municipios Entorno Regional.



Fuente: Unidad de Víctimas, 2015.

En los últimos años la presencia de grupos armados en estos municipios ha disminuido, se espera que con los acuerdos de paz de la Habana y con el Posacuerdo, la población goce de seguridad y las instituciones se centren en mejorar la calidad de vida de estas poblaciones azotadas durante muchos años por el conflicto.

8.3 Vivienda

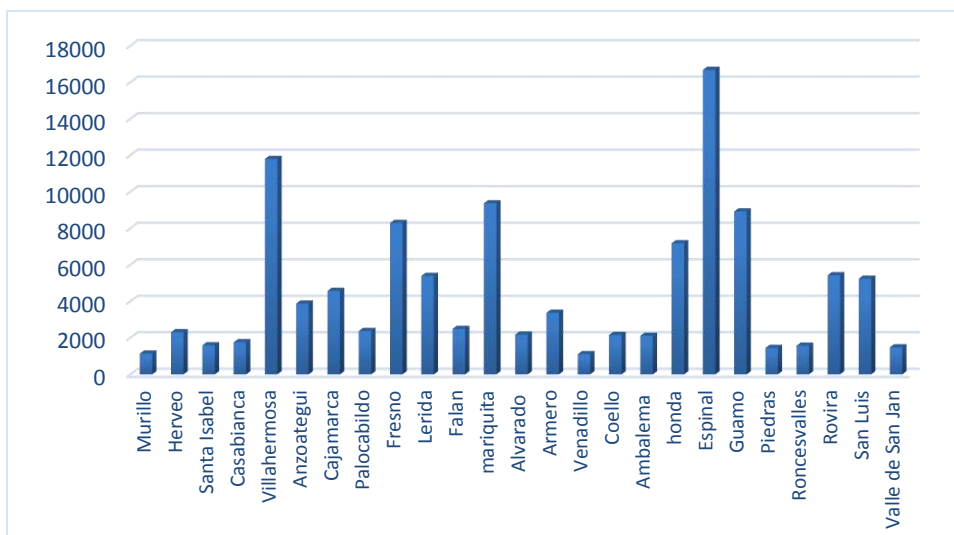
El acceso a la vivienda hace parte de los derechos sociales, económicos y culturales de la población y esta debe tener condiciones dignas para garantizar dichos derechos.

Grafica 19. Tipo de vivienda Entorno Regional.



En el Entorno Regional 89% de las viviendas son tipo casa, seguido con un 6% la vivienda tipo apartamento y un 4.5% de la población registrada en el Censo viven en vivienda tipo cuarto, el 0,2 % de la población viven en casa indígena, esto se relaciona directamente con la baja población indígena que pertenece a estos municipios.

Grafica 20. Número de viviendas en los municipios del Entorno Regional 2005.



Fuente: DANE, Censo 2005

En el complejo de páramos Los Nevados, la madera es el material utilizado en mayor proporción para la construcción de las viviendas en las partes altas. En el área rural de los municipios de Casabianca, Herveo, Palocabildo, Falán y algunas veredas del municipio de Fresno, las viviendas han sido construidas primando materiales como madera en paredes y pisos, pues este tipo de materiales funcionan como repelentes del inclemente frío que prima en la parte alta (CORTOLIMA

, 2009). En las veredas con mayor cercanía a centros poblados y cabeceras municipales se presentan construcciones con elementos como bloque y ladrillo, las vías de comunicación posibilitan el transporte de estos materiales (Fundación Ecológica Las Mellizas).



Fuente: CORTOLIMA 2009.

En las partes bajas del complejo de páramos las construcciones se caracterizan por tener materiales como el Bareque, el tipo de material varía dependiendo de la capacidad económica y características culturales de la población que allí se encuentre, la autoconstrucción es el mecanismo más común de las familias para obtener una casa propia. solo pequeños grupos de vivienda colectiva o individual se ajustan a ciertos parámetros de desarrollo urbano y moderno que han sido copiados de otros centros urbanos de mayor jerarquía (Ibagué, Cali, etc.) en donde predominan el cemento, la carpintería metálica y los acabados delicados (CORTOLIMA , 2009).



Fuente: CORTOLIMA, 2009.

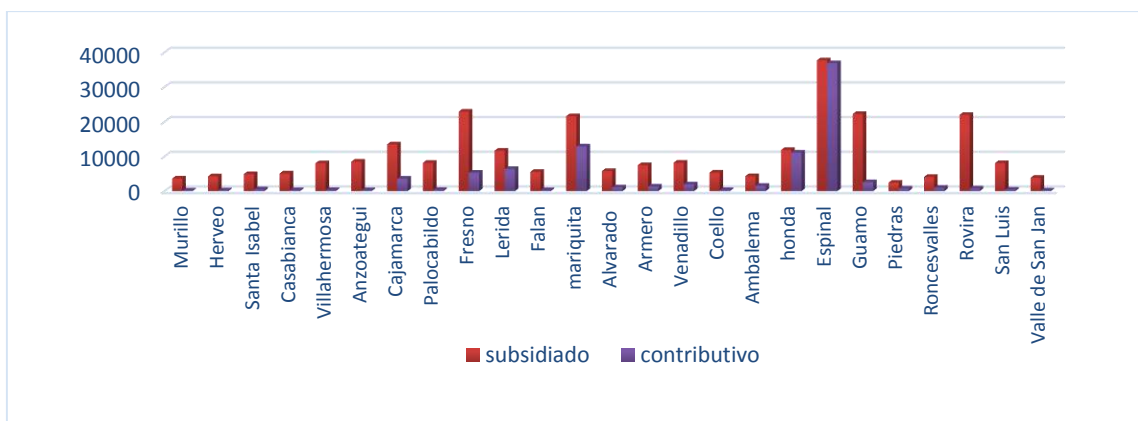
En el Entorno Regional carece de garantías habitacionales para la población. El abandono institucional, la falta de conectividad y la lejanía, son algunos de los factores que impiden que se generen condiciones dignas de habitabilidad.

8.4 Salud

Comparando densidad poblacional del Censo 2005 y las proyección al 2015 con el número de personas por municipio que están registradas en el SISBEN se puede identificar que en cada municipio más del 80% de la población está bajo el régimen subsidiado, la mayoría ubicada en el nivel Uno (1) del Sistema de Subsidios.

Se entiende que, estar afiliado al régimen subsidiado de salud significa haber sido “Sisbenizado”, es decir, haber sido entrevistado y haber sido calificado con un puntaje que lo marca como “pobre” y lo hace merecedor de un aseguramiento a cargo del Estado (Fresneda & Martinez).

Grafica 21. Población distribuida por el régimen subsidiado y contributivo en el 2013.



Fuente: Tolima en Cifras 2013.

Se puede establecer que la población en el departamento del Tolima, tiene una cobertura del SISBEN, cercana al 75% del total de los habitantes (Gobernación del Tolima, departamento de Planeación, 2012).

Espinal, Honda e Ibagué son municipios atípicos ya que ellos tienen mayor porcentaje de población afiliada en el Régimen Contributivo, donde Ibagué tiene el 65% de su población afiliada en esta modalidad.

Grafica 22. Población sisbenizada por sexo.



Fuente: Tolima en cifras 2013

Tabla 39. Infraestructura de salud en municipios del Tolima.

Municipio	Hospitales y clínicas	Centros de salud	Puestos de Salud	Consultorios
Alvarado	1	1	0	6
Ambalema	0	0	0	0
Anzoátegui	0	0	0	0
Armero	1	0	4	0
Cajamarca	1	0	0	2
Casabianca	1	0	1	0
Coello	1	0	0	0
Espinal	1	1	0	65
Falán	1	0	0	0
Fresno	2	0	0	19
Guamo	1	0	0	0
Herveo	1	0	0	0
Honda	2	0	5	40
Ibagué	27	23	18	129
Lérida	2	0	0	0
Mariquita	0	0	0	0
Murillo	1	0	1	0
Palocabildo	0	0	0	0
Piedras	1	0	0	0
Roncesvalles	1	0	0	0
Rovira	1	0	0	9
San Luis	0	0	0	0
Santa Isabel	1	0	0	3
Valle de San Juan	1	0	0	0
Venadillo	1	0	0	0
Villahermosa	1	0	8	0

Los municipios en su mayoría tienen en promedio un hospital en las cabeceras municipales de nivel Uno (1), los cuales prestan los servicios de consulta externa médica y odontológica, atención de urgencias y hospitalización para patologías de baja complejidad (Instituto de Estudios Urbanos); Ibagué por ser capital del departamento cuenta con la infraestructura y la capacidad para atención de primer, segundo y tercer nivel, las poblaciones de los otros municipios deben trasladarse a centros poblados más cercanos para recibir atención primaria. Las poblaciones rurales son las que cuentan con menor acceso a los servicios de salud debido al número reducido de puestos de salud en sus veredas lo que conlleva a grandes desplazamiento para obtener atención médica, que en la mayoría de casos es de muy baja calidad.

Para la Fundación Las Mellizas, la cobertura del servicio de salud en los ecosistemas de alta montaña es deficiente. Los servicios de salud prestados en las veredas con influencia en páramo, se limitan a las visitas de las promotoras de salud de los hospitales municipales que ofrecen el servicio de vacunación para niños y niñas hasta los cinco años, adultos mayores y mujeres gestantes. También se vacuna a las niñas que tengan once años contra el Virus del Papiloma Humano (VPH). Estas visitas son poco frecuentes y no llegan hasta la parte más alta de las veredas (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2014).

Las principales causas de vulnerabilidad de la población de la cuenca del río Coello son: Intoxicación por fumigaciones, puestos de salud inoperantes, disposición inadecuada de basuras que contaminan quebradas y ríos, consumo de aguas sin tratamiento, malos hábitos de higiene, consumo de alimentos contaminados por agroquímicos. (CORTOLIMA, 2009) Esto se encuentra directamente relacionado a las condiciones ambientales del entorno.

En la cuenca del río Gualí las enfermedades que se presenta con mayor frecuencia son diarrea aguda, especialmente esta patología se presenta en niños menores de 10 años, además enfermedades como la infección intestinal, dermatitis por contacto y otro eczema, amigdalitis aguda, la IRA o infección respiratoria aguda son relacionadas a la problemática (CORTOLIMA 2009).

En la cuenca del río Totare la población de las veredas Hoyo Frío y Quebrada Negra del municipio de Anzoátegui prefiere recurrir a los centros de salud de Santa Isabel; pobladores del páramo de Santa Isabel prefieren asistir a los hospitales de Ibagué, por el camino que conduce a la vereda Juntas.

En la vereda El Palomar (Anzoátegui, Tolima), el centro de salud se encuentra cerrado; solo funciona cada seis (6) meses, cuando el hospital municipal hace jornadas de promoción de salud. El centro de salud de la vereda El Bosque (Murillo, Tolima), tiene solo una promotora de salud que visita las veredas con área de influencia en páramos los fines de semana. El hospital Unidad de Salud de Ibagué (U.S.I.) tiene puestos de salud en las veredas mencionadas y presta atención de primer nivel: urgencias, consulta externa y vacunación. (Fundación Ecológica las Mellizas, 2014)

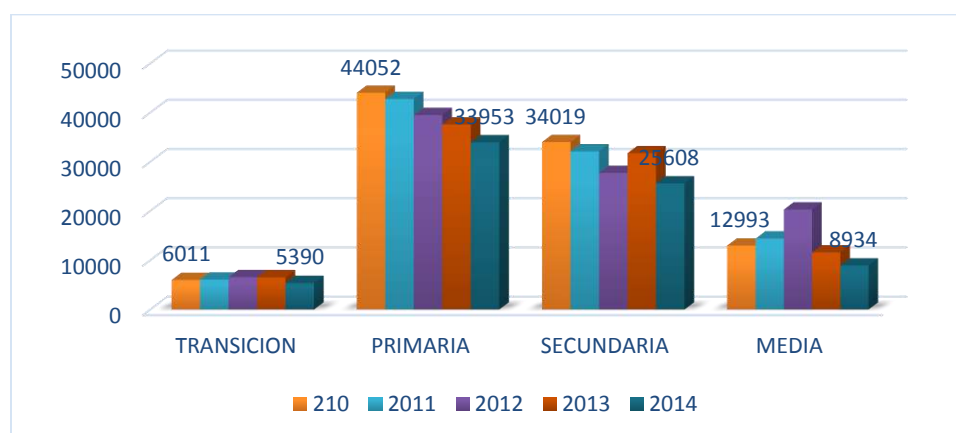
En conclusión las malas condiciones del Entorno Regional en cuanto a la prestación de servicios de salud son generalizadas puesto que se presentan dificultades en el acceso, la lejanía de los puestos de salud y la falta de personal que permita cubrir la demanda (CORTOLIMA , 2009).

8.5 Educación

El ingreso a la educación básica primaria, secundaria y media en los municipios que hacen parte del Entorno Regional refleja una situación muy común de municipios de quinta y sexta categoría, en donde las instituciones educativas que tienen mayor presencia y cobertura son las de básica primaria distribuidas en las veredas de cada municipio, seguidas de las de educación secundaria con niveles hasta el grado noveno y por último en cobertura y acceso las de educación media.

Esta situación se evidencia con la distribución del número de matrículas para el año 2014 en los municipios del Entorno Regional, (Gráfica 25) donde existe una evidente disminución de las matriculas en la educación media; las distancia entre los hogares y las instituciones, el ingreso a la vida laboral y la falta de garantías para el sostenimiento, entre otros, generan la evidente deserción estudiantil en estas poblaciones.

Grafica 23. Matrículas por nivel educativo 2010 - 2014²⁰.



Fuente: (Ministerio de Educación Nacional, 2014)

En el complejo de páramo, las escuelas quedan a una distancia de entre una (1) y cuatro (4) horas de camino desde las viviendas de los estudiantes; esto hace que los niños que viven más lejos de la escuela tengan presencia intermitente o no continúen sus estudios (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2014).

Toche (Ibagué), La Luisa, Tunjos Altos (Cajamarca) y El Palomar (Anzoátegui), las escuelas tienen estudiantes de sexto y séptimo grado. En las escuelas restantes, se implementa la pedagogía de Escuela Nueva, en la que la figura del docente es multigrado, “es decir, aquel que atiende varios grados al tiempo” (El Nacional, 2014) y tiene como objetivo brindar a los niños conocimientos particulares de su contexto (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2014).

Las fronteras político administrativas de los municipios son poco importantes en lo que se refiere al acceso a la educación; es frecuente que niños y niñas de un municipio vayan a estudiar a escuelas veredales que corresponden administrativamente a otro municipio. Cajamarca, Herveo y Murillo son los municipios con mayor población estudiantil (116,147 y 104) y Murillo el municipio con más escuelas en zona de influencia en páramo (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2014).

Los municipios que tienen mayor número de instituciones educativas son Ibagué, Espinal, Honda y Palocabildo, predominan las instituciones educativas de carácter oficial, la mayoría de ellas ubicadas en las zonas urbanas, esto genera que la población rural tenga menos posibilidades de continuar con estudios, aumentando los niveles de deserción.

En cuanto a la estructura de estos planteles educativos, la percepción de algunos funcionarios es que, a nivel rural, y especialmente en las escuelas con predios que tienen influencia en páramo, se presentan problemas importantes y los recursos económicos destinados para su mejora son bastante reducidos (Fundación Ecológica Las Mellizas).

²⁰ Dentro de la gráfica anterior no se contempla el municipio de Ibagué por sus particularidades por ser capital del departamento.

Tabla 40. Instituciones educativas ubicadas en municipios del Tolima.

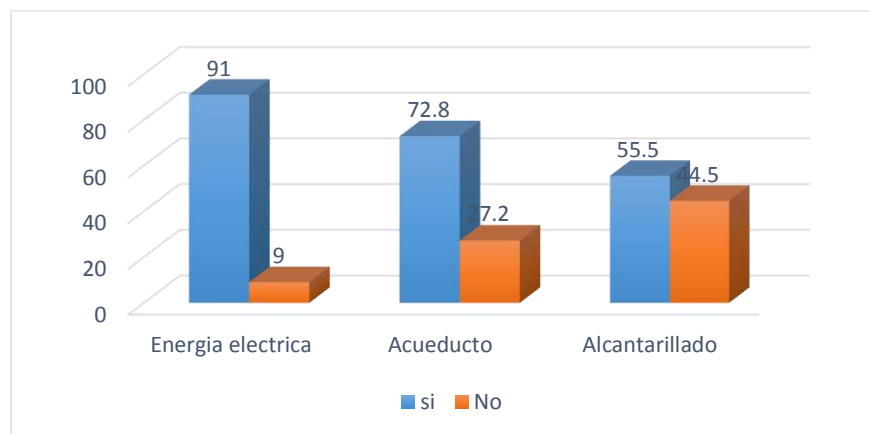
2010	Primaria	Secundaria
Ibagué	200	107
Alvarado	3	3
Ambalema	2	3
Anzoátegui	3	3
Armero	5	4
Cajamarca	7	7
Casabianca	3	3
Coello	4	5
Espinal	29	20
Falan	3	3
Fresno	9	12
Guamo	9	9
Herveo	4	4
Honda	12	10
Lérida	8	8
Mariquita	8	11
Murillo	1	1
Palocabildo	8	10
Piedras	2	2
Roncesvalles	3	3
Rovira	9	9
San Luis	4	5
Santa Isabel	4	5
Venadillo	3	2
Valle de San Juan	2	2
Villahermosa	4	5

Fuente: Tolima en Cifras 2013

En la educación superior se desarrollan programas de educación para el trabajo liderados por el SENA, algunos de estos programas educativos son: Documentación y Registro de Operaciones Contables, Aseguramiento de la Calidad del Café en la Finca, Manejo de Riego, Drenaje y Manejo de Suelos Agrícolas, Producción Pecuaria, Técnico en Producción de Cafés Especiales entre otros, estos programas no son constantes, sin embargo, son de gran utilidad por las temáticas desarrolladas y su fuerte contenido agropecuario.

8.6 Servicios Públicos

Grafica 24. Cobertura en servicios públicos Entorno Regional.



Fuente: DANE, Censo 2005

8.6.1 Acueducto

El acueducto se encuentra directamente relacionado con la prestación de servicios ecosistémicos que se desprenden de las cuencas que hacen parte del Entorno Regional, sin embargo 27.2% de la población no cuenta con el servicio de acueductos municipales, esto se da en parte porque los municipios poseen acueductos veredales que les suministran el recurso, en mayor medida en las partes altas; en algunos casos la cobertura de este servicio en ciertas veredas no es total, es decir que no todas las familias cuentan con él, también es relevante aclarar que a lo que la comunidad denomina acueductos son realmente solo sistemas de conducción del agua que poseen una infraestructura básica elemental, que no tiene una planta de tratamiento y si la tienen no es adecuada pues carece de elementos fundamentales como tanques de almacenamiento, desarenadores o rejillas (CORTOLIMA, 2009).

La población de la cuenca del río Coello, está consumiendo agua no potabilizada, lo cual genera que la mayor parte de los habitantes de la cuenca este ante el riesgo de enfermedades. De esta problemática hay que excluir a la población de las veredas que se ubican en la parte alta y que pertenecen al municipio de Cajamarca, pues ellos cuentan con una calidad de agua óptima. (CORTOLIMA, 2009).

En la cuenca hidrológica del río Totare es receptor de corrientes hídricas que abastecen acueductos veredales. También se encuentran las subcuencas que forman el río Totarito, las quebradas La Estrella y Las Damas que tributan al río Totare. Además se encuentran las quebradas El Cairo, La Chiquita, Bolívar, Las Mellizas, Agua Bonita, Santo Domingo y Tridente, y El Queso que abastecen acueductos rurales (CORTOLIMA, 2009).

En la cuenca hídrica de Guarinó, Fresno no posee acueducto para la cabecera municipal y no se cuenta con agua potable (CORPOCALDAS, 2009). En lo referente al municipio de Herveo, la red hídrica es abastecida de afluentes de los ríos Guarinó y Gualí. En estos se encuentran las subcuencas hidrológicas del Perrillo, Aguacatal y Cajones que surten los acueductos del sector rural y urbano (CORTOLIMA, 2009). Se identificaron 83 acueductos veredales propios que abastecen un promedio de 3.074 familias (27 por ciento de las familias rurales de la cuenca), de ellos 20 acueductos veredales están ubicados en el municipio de Casabianca, tres (3) en el municipio de

Falán, 28 en el municipio de Fresno, 12 en el municipio de Mariquita y cuatro (4) en el municipio de Palocabildo (CORTOLIMA , 2009).

Una de las principales problemáticas evidenciadas en el entorno regional es que la falta de mantenimiento de los acueductos veredales genera que la población consuma agua con mala calidad, gracias a los vertimientos de materiales orgánicos a las quebradas que los abastecen, como consecuencia a esto las condiciones de salud y salubridad de las poblaciones se vuelven críticas.

8.6.2 Alcantarillado

La cobertura en servicios públicos en el Entorno Regional de Los Nevados evidencia deficiencias en la prestación del servicio de alcantarillado con un 55% de cobertura; los municipios de Villahermosa, Palocabildo, Coello, Casabianca y Anzoátegui, no superan el 35% de la cobertura en alcantarillado, Falán es el municipio con menor cobertura con un 25%.

Es importante identificar que al no tener sistema de alcantarillado las poblaciones están arrojando todas sus aguas residuales a las fuentes hídricas cercanas sin ningún tipo de tratamiento lo cual origina una gran contaminación, que no solo afecta el ambiente sino también la salud de la población. Las fuentes hídricas que más están siendo contaminadas son los ríos Coello, Anaime, Bermellón, Combeima, y las quebradas Chagualá y Las Palmas (CORTOLIMA, 2009).

Al no existir una red de alcantarillado las poblaciones recurren a la utilización de fosas sépticas, esto sirve para mantener el material orgánico por un tiempo, lo transforma y elimina todas las sustancias que puedan generar patologías en los seres humanos, sin embargo no hay mantenimiento de las mismas y se subutilizan.

8.6.3 Energía Eléctrica

El servicio de energía para los municipios del departamento de Tolima es suministrado por la empresa de Energía del Tolima, ENERTOLIMA. Este servicio tiene una cobertura de 96% según Censo DANE 2005 para los municipios de Fresno y Mariquita, en la zona rural a pesar que se cuenta con una aceptable cobertura en energía eléctrica se carece de un programa de electrificación, mantenimiento y reposición de líneas a nivel rural, el servicio es calificado como deficiente por los pobladores debido a los continuos cortes en el suministro y/o a las fallas constantes cuando se presentan tormentas (CORTOLIMA , 2009).

8.6.4 Empleo

La producción pecuaria y agrícola constituye la mayor fuente de ingresos, se observa en la actividad del cultivo de papa en las partes altas principalmente genera mayor empleo en la época de siembra, cosecha y desmatona (limpieza de potreros) (CORTOLIMA, 2009), en la producción de café el caso es similar las épocas de recolección del grano son en los meses de marzo, abril, mayo y junio y mitaca en noviembre, diciembre y enero generan empleo para locales y migrantes. Sin embargo, la migración a las ciudades y las condiciones laborales ofrecidas han generado que se reduzca la mano de obra para esta actividad (Domínguez, 2014).

Dentro de la población económicamente activa en el sector ganadero y agrícola, se presentan labores que por su naturaleza poco extenuante, pueden ser realizadas por niños, mujeres y ancianos. Las mujeres se dedican la mayor parte del tiempo a los oficios del hogar o trabajo invisible es decir, no remunerado (CORTOLIMA, 2009).

Desempleo: Por la forma de tenencia de la tierra, en la zona de influencia, tiende a equilibrarse la mano de obra con la actividad agropecuaria la cual es la única fuente de trabajo; es posible la escasez de mano de obra en la época de cosecha de papa, pero esta es solucionada con el subempleo.

- **Subempleo:** Es común en la zona y se sucede principalmente cuando la mano de obra es contratada al partir (agregado y codillero), se presenta cuando el jefe del hogar contrata con el dueño del predio o el administrador y este es ayudado en las labores por los hijos, esposa y demás familiares.

Desde capitalismo este tipo de economías se clasifican como economías campesinas familiares, discriminadas en tres (3) tipos de actividades, producción y autoconsumo, la mano de obra familiar y el campesino asalariado (CORTOLIMA, 2009).

- **Salarios:** Los salarios de la zona, en las fincas que requieren de administradores y trabajadores de tiempo completo, se paga desde el salario mínimo en adelante.

Es importante anotar que el valor del jornal con alimentación llamado en la zona “A todo costo” varía entre \$7.000 y \$10.000 dependiendo de la labor a realizar, así como de la oferta–demanda de trabajo (CORTOLIMA, 2009).

8.6.5 Vías

Una de las grandes limitantes que poseen las comunidades del área de influencia y zona de páramo tiene que ver con la malla vial que cubre los diferentes municipios de la misma manera que en el estudio actual de páramos del 2009, se evidencia que muchas de ellas solo llegan hasta las áreas de influencia es decir muy por debajo de los 3.200 m, aunque son vías terciarias.

Estas vías terciarias o de herradura tienen un tránsito defectuoso, sujetas a un deterioro constante producto de las lluvias, el abandono, ya que carecen de mantenimiento, obras de ingeniería, con lo cual no solo son de difícil acceso sino de igual manera son de alto riesgo; su recorrido puede ser peligroso debido al estado y lo angosto de las mismas, esto ocasiona dificultades de comunicación entre las poblaciones aledañas, y también problemas significativos a nivel económico pues la dificultad se presenta a la hora de evacuar o sacar los cultivos que se producen en las diferentes fincas, sin la cual solo constituye pérdidas, obstaculizando el crecimiento económico y el progreso social de los pobladores (CORPOICA, 2014).

En la cuenca del río Coello la inseguridad por los frecuentes derrumbes que se presentan en épocas de lluvia y la dificultad para comercializar los productos propios de la región debido a la irregularidad en el servicio de transporte y sus altos precios para ingresar a la zona, que incrementa sensiblemente los costos de la comercialización hasta el punto de hacerlo poco rentable (CORTOLIMA, 2009).

En la cuenca del río Gualí la malla vial ha tenido desgastes y falta de mantenimiento, sobre todo en las vías terciarias lo que genera un aumento en los deslizamientos limitando el desarrollo y la comunicación entre veredas.

En la cuenca del río Totare la mayor parte de las veredas no cuentan con vías de acceso que les permita la comunicación directa con el caserío ni el transporte ágil y eficiente para la comercialización de sus productos lo que les permitiría lograr el desarrollo de su economía. La mayoría de las vías terciarias existentes en la zona son destapadas en estado regular o malo. En

época de invierno se tornan intransitables, a causa de la carencia de drenajes o cunetas, obras de arte y afirmado adecuados que permitan el escurrimiento de las aguas lluvias. Es de anotar que en el área de estudio existe una gran red de caminos de herradura y trochas (CORTOLIMA, 2009).

La red vial pavimentada del Tolima escasamente alcanza el 25%, situándose por debajo del promedio nacional, lo que se evidencia en los altos indicadores de desempleo, costos del transporte y el incremento del proceso migratorio.

De la red secundaria, menos del 30% de ella se encuentran pavimentadas y en buenas condiciones de transitabilidad y en la red vial terciaria, el 95% se encuentran en mal estado y el 100% sin pavimentar; debido a la falta de mantenimiento y al mal estado de las vías no se ha logrado una articulación real entre la totalidad de los 47 municipios, ya que algunos como Villahermosa, Casabianca y San Antonio (CORTOLIMA, 2012).

9. DINÁMICA ECONÓMICA DE LOS MUNICIPIOS

9.1 Actividades Productivas

En términos generales la distribución del PIB en el departamento del Tolima por sectores económicos desde el año 2005 hasta el año 2010 evidencia que el 25% se genera por medio de los servicios comunales, en segundo lugar de participación está el sector agropecuario con un 17% en el año 2005 con una caída de 5 puntos porcentuales en el 2010, donde lo supera el sector minero que gracias en parte por el Boom minero que se presentó en el periodo presidencial de Uribe Vélez, el comercio y el turismo para el año 2010 presentan una participación similar a la agricultura oscilando en el 10% (Renza, 2012).

Ibagué es el principal centro económico del departamento, al concentrar el 37 por ciento del PIB departamental. Le siguen en importancia tres (3) municipios con participaciones superiores al 5 por ciento: Melgar (8,2 por ciento); Espinal (8 por ciento) y Purificación (6,8 por ciento). Tres (3) de estos municipios hacen parte del Entorno Regional, entre los cuatro (4) suman 61% del PIB de departamental; el 39 por ciento restante se distribuye entre 43 municipios, entre los cuales 29 tienen participaciones inferiores al uno (1) por ciento, (Delgado & Ulloa, 2015). La producción de los municipios del Entorno Regional fuera de los tres (3) casos mencionados genera pocos dividendos al PIB departamental, esto se da por que las actividades productivas en las que se basan estos municipios son agropecuarias con poca tecnificación y distribución, estableciéndose en mercados locales y de autoconsumo.

9.1.1 Principales Actividades Productivas

9.1.2 Actividades Complementarias

La extracción minera aurífera se ha posicionado en los últimos años en los municipios del Entorno Regional, específicamente en Líbano, Falán, Santa Isabel, Fresno, Villahermosa, Murillo, Cajamarca, Casabianca, Ibagué, Armero, Coello, Lérida y Mariquita, esta situación debe generar una alerta a las autoridades ambientales ya que de esta causa se han generado conflictos sociales y ambientales en estos municipios, el más representativo es el municipio de Cajamarca con el plan de Exploración que está desarrollando Anglo Gold Ashanti llamado La Colosa.

En la cuenca del río Gualí existe actividad minera con la explotación de materiales de arrastre la cual tiene buena oferta de materiales de construcción en cantidad y calidad, puesto que el río en los

periodos hidrológicos extremos arrastra gran cantidad de material, especialmente en la zona baja de la cuenca (CORTOLIMA, 2009) sin embargo, la falta de regulación de estas actividades mineras en el entorno regional afecta directamente las cuencas, la población, los suelos y el ecosistema en general.

9.1.3 Actividades Económicas de Subsistencia

Los bajos niveles de ingresos que se dan en las actividades agropecuarias de los municipios del Entorno Regional, conllevan a que las actividades productivas para gran parte de la población sean de subsistencia, ya que los ingresos adquiridos por las familias no alcanzan para cubrir los gastos básicos (Lozano, 2008).

Los municipios que se encuentran en las partes altas pero que no hacen parte de la producción cafetera son los que tiene mayor abandono estatal y migración de la población joven, dejando a la población vieja en actividades de subsistencia y propias del hogar como el pancoger (Lozano, 2008).

10. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EMPLEADOS

Las cuencas que comprenden el complejo de páramos se encuentran divididas por niveles altitudinales, esto permite la identificación de los diferentes sistemas productivos, el uso del suelo y los flujos de mercado. Tanto en los sistemas agrícolas como los pecuarios.

Cuenca del río Coello:

En la cuenca del río Coello, los sistemas de producción predominantes en el clima medio-alto se caracterizan por ser áreas de pequeños y medianos productores, en donde los suelos de ladera se han utilizado para los cultivos rotativos de frijol, arveja, mora, curuba y hortalizas, especialmente en el municipio de Cajamarca y las veredas del municipios de Ibagué (CORTOLIMA, 2009).

En las partes altas de la cuenca la ganadería es de doble propósito y se basa en una economía de pequeños y medianos productores. Los problemas que afectan a los ganaderos, son principalmente la poca capacidad organizativa, los altos niveles de enfermedades en los animales, la ausencia de registros productivos y reproductivos, el difícil acceso y mal estado de las vías de penetración (CORTOLIMA, 2009).

También existen sistemas de producción cafetera en las partes medias de montaña, además de producción de plátano, banano, cítricos y aguacate, estos sistemas se dan especialmente en el sector Coello-Cocora. En las partes medias, también se dan los sistemas de producción agrícola enfocados a los cultivos de caña panelera. (CORTOLIMA, 2009). Las principales limitantes que se generan en la producción de caña panelera se presentan debido al poco nivel tecnológico, situación común en todas las cuencas del Entorno Regional, el acceso a crédito, la poca capacitación y el manejo de semillas de mala calidad (CORTOLIMA, 2009). Esto incrementa el deterioro ambiental y produce una panela de baja calidad teniendo pocas ganancias para el productor.

En las partes bajas de la cuenca los sistemas de producción se basan en los cultivos de mango, ciruela y cítricos además de los cultivos de maní, sorgo y algodón, áreas de pequeños productores (CORTOLIMA, 2009). Los grandes productores tienen los cultivos de arroz en rotación con sorgo y la ganadería de doble propósito.

Cuenca del río Recio:

Los sistemas productivos en la parte alta superiores a los 2000 metros (m), se caracterizan por ser cultivos de arveja, frijol y hortícolas en frutales los que más sobresalen son la mora, la curuba, el tomate de árbol y el lulo (CORTOLIMA, 2009). Los niveles inferiores a los 2000 metros hasta los 1000 m, el paisaje se transforma y se presentan los cultivos cafeteros siendo los municipios de Líbano y Lérída los que mayor número de hectáreas tiene cultivadas (CORTOLIMA, 2009).

En los niveles por debajo de los 1200 m, el sistema productivo agrícola principal es la caña panelera y en la parte más baja de la cuenca la producción de arroz en los municipios de Venadillo y Lérída.

Los sistemas de producción pecuaria en la cuenca del río Recio se caracterizan por estar concentrados principalmente en los pequeños y medianos productores.

Cuenca del río Totare:

El cultivo más representativo en las partes altas de la cuenca mayor del río Totare es el cultivo de papa, esto se relaciona directamente a la migración proveniente del departamento de Boyacá y sus fuertes prácticas productivos que trajeron consigo. En las partes medias y bajas se encuentran los cultivos de arroz, maíz, aguacate (CORTOLIMA, 2009).

El sistema de producción pecuaria es de explotación ganadera con características extensivas, las razas principales que se encuentran en las partes altas mayores a 2400 m es la Holstein y la Normando con producción de doble propósito (CORTOLIMA, 2009). Los sistemas agrícolas y pecuarios convergen entre sí, rotando los cultivos de papa en este caso por el ganado, buscando nuevas áreas para cultivos lo que genera la ampliación de la frontera agrícola (CORTOLIMA, 2009).

Cuenca del río Lagunilla:

Los sistemas de producción predominantes en la cuenca hidrográfica del río Lagunilla, se relacionan de acuerdo a la localización de cada uno de ellos, según la siguiente clasificación:

Cuenca Alta altitud entre 2000 - mayor de 3200 msnm:

- Sistema de producción de clima frío en suelos de ladera y ondulados con pastos, ganadería bovina de doble propósito y cultivos de papa, hortalizas y frutales (mora, tomate de árbol) en áreas de pequeños, medianos y grandes productores.

Cuenca Media altitud entre 1000 - 2000 msnm:

- Sistema de producción de clima medio en suelos de ladera con cultivos de café asociado con plátano, aguacate, maíz, frijol, yuca, frutales (cítricos) y pastos, ganadería de doble propósito, en áreas de pequeños y medianos productores.

- Sistema de producción de clima medio en suelos de ladera con cultivos de caña panelera, plátano y yuca, en áreas de pequeños y medianos productores.

La infraestructura de beneficio para la producción de la panela es muy artesanal, con bajos rendimientos del producto y un alto impacto ambiental; los productores carecen de una cultura

organizacional y de trabajo asociativo; el sistema demanda una alta utilización de mano de obra en las actividades de corte de caña y molienda.

La baja eficiencia térmica de las hornillas paneleras del país (cercana al 30%), ha provocado que ésta importante agroindustria campesina se convierta en una de las mayores contaminantes a nivel rural, por el uso sin control de leña proveniente de los bosques, se calcula que en el 2003 se consumieron cerca de 2.8 millones de toneladas de leña para la producción de 1.657.431 toneladas de panela.

En regiones campesinas, la presión sobre el bosque evidencia una insuficiencia en la leña y es por esto que se ha llegado a recurrir al uso de caucho de llanta, que trae como consecuencia, el aumento de las emisiones de gases efecto invernadero, el uso inadecuado de energía y la afectación de la salud de los trabajadores, quienes habitualmente son los mismos miembros de la familia panelera (CORTOLIMA, 2012).

Los productores experimentan dificultades para el acceso a medios de crédito. No hay estrategias para la promoción comercial de la panela, unida a fluctuaciones importantes de los precios del producto (CORTOLIMA, 2010).

Cuenca Baja altitud menor a 1000 msnm:

- Sistema de producción de clima cálido en suelos planos con cultivos de arroz y ganadería doble propósito, en áreas de pequeños, medianos y grandes productores.
- Sistema de producción de clima cálido en suelos planos con cultivos de algodón y sorgo, en áreas de pequeños, medianos y grandes productores (CORTOLIMA, 2010).

La agricultura es mecanizada, caso del arroz, en rotación con cultivos transitorios; con infraestructura de riego, con menos dependencia de los períodos de lluvias, en este tipo de sistema se emplea maquinaria en la preparación de los terrenos, siembra y cosecha, es evidente el uso intensivo de insumos químicos y utilización de variedades mejoradas.

Estos son sistemas productivos empresariales, con acceso al crédito, de medianos y grandes productores propietarios y arrendatarios, con gran sentido de agremiación; se presentan altos niveles de especialización de la mano de obra en las labores de preparación de terreno, siembra, cosecha, aplicación de insumos (CORTOLIMA, 2010).

Ganadería

En los sistemas ganaderos de la cuenca del río Lagunilla, no hay preparación del suelo, después de la cosecha de papa, y hortalizas, se da paso al ganado, realizando un pastoreo continuo de la pradera. En este ecosistema de clima frío, predominan las razas Criollas, enrazadas con Normando. En algunos casos se presentan cruces de Cebú x Normando. Las especies forrajeras más comunes son: pasto estrella, puntero, gordura y kikuyo; las labores de limpieza se hacen en forma manual, con la utilización de machete, muy pocos ganaderos utilizan herbicidas; el manejo de las praderas es extensivo y la rotación de potreros es una práctica generalizada, no obstante los periodos son prolongados (CORTOLIMA, 2010).

Cuenca de los ríos Gualí y Guarínó:

En las partes altas existen cultivos de mora, tomate granadilla y papa con limitaciones en su producción, en las partes medias de la cuenca existen cultivos de pan coger, café y cacao.

En la cuenca baja, el uso que se le da al suelo es desde la agroindustria dejando de lado los pequeños y medianos productores, donde sobresalen los cultivos de cacao, aguacate y frutales, destacándose el municipio de Mariquita (CORTOLIMA, CORPOCALDAS, ALDEAGLOBAL, 2009).

En la cuenca alta se presentan potrerización asociada con la ganadería extensiva, en las partes medias se reduce la actividad ganadería dando paso a la porcicultura y la piscicultura dirigidas mayoritariamente a la seguridad alimentaria y al autoconsumo.

En el municipio de Fresno se presenta una actividad avícola importante para el consumo de huevo y carne. En las partes bajas la ganadería es de carácter extensivo y con producción dirigida a la expansión a otros mercados nacionales e internacionales (CORTOLIMA, CORPOCALDAS, ALDEAGLOBAL, 2009).

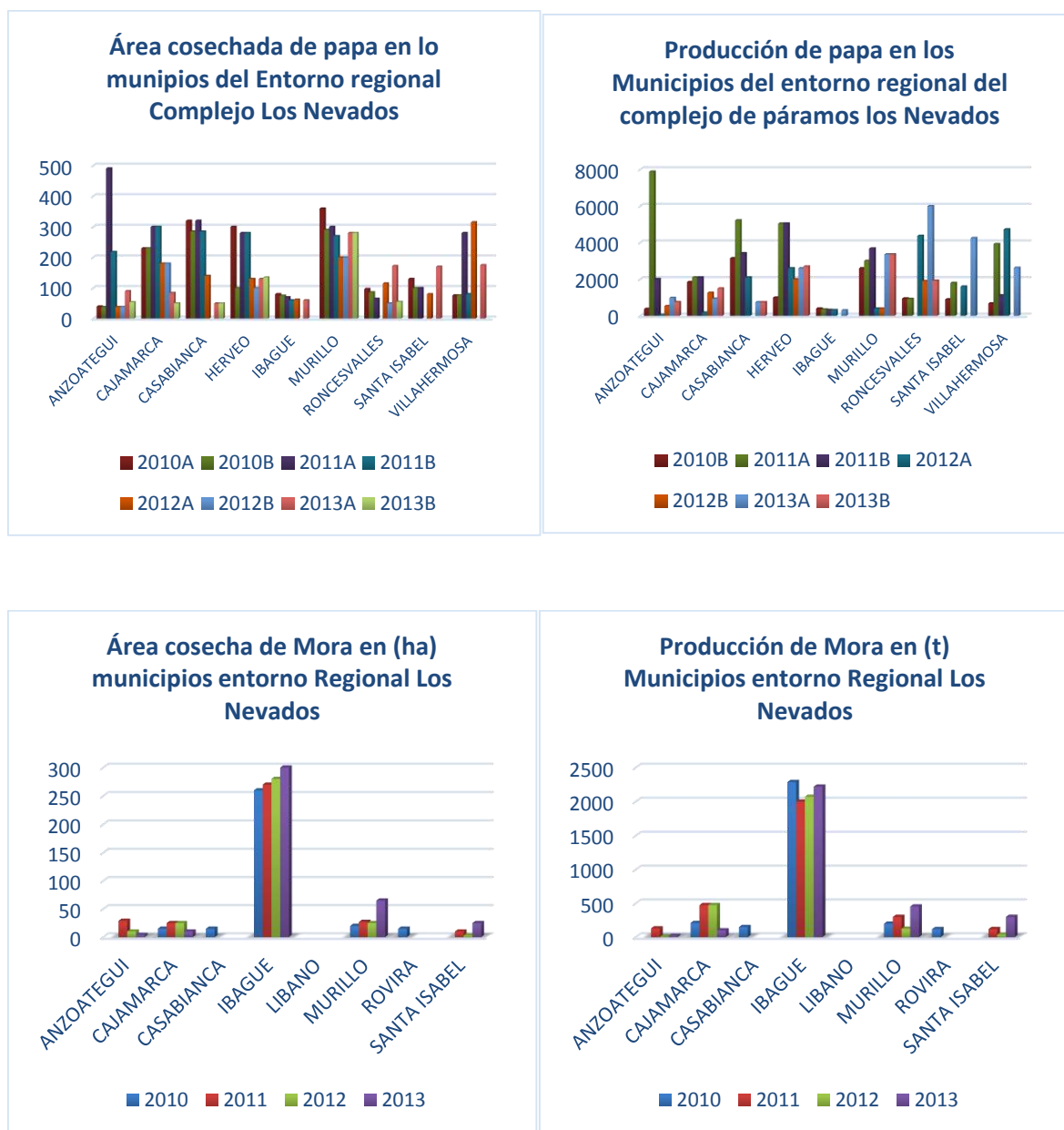
Los sistemas productivos que hacen parte del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados, conservan muchas similitudes entre niveles altitudinales, frente al usos que se le da al suelo y los sistemas productivos que se desarrolla allí. Los sistemas productivos encabezados por pequeños y medianos productores se encuentran en las partes medias y altas con cultivos que van desde la papa y frutales en las partes más altas, hasta caña panelera en la media, los complejos agro industriales se presentan en la parte baja de la cuenca donde sobresale el cultivo de arroz y frutales como el mango.

En los municipios de Líbano, Santa Isabel pertenecientes a la cuenca del río Recio y Fresno que hace parte de las cuencas Gualí y Guarínó, existe minería artesanal, donde se explotan yacimientos primarios o de filón en forma selectiva, recuperando solo el oro libre y utilizando en muchos casos herramientas y maquinaria rudimentarias (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. , 2012)

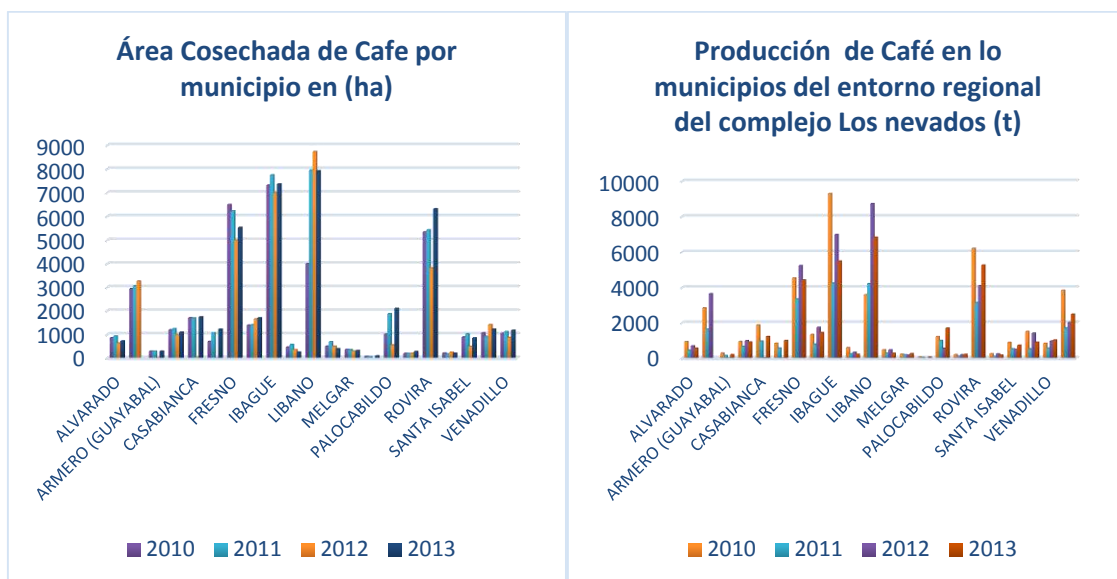
10.1 Volúmenes de Producción y Flujos de Mercado (municipios del área del páramo)

Los municipios que hacen parte del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados basan sus sistemas productivos en las partes altas en el cultivo de papa, en la siguiente grafica se identifica que el municipio de Murillo es el que mayor número de hectáreas tiene de forma constante desde el 2010, sin embargo en el año 2012 se evidencia una caída en la producción afectando el rendimiento; en términos generales en los municipios donde se tiene producción de papa, las el número de hectáreas no va en consonancia con el número de producción, esto genera poco rendimiento, lo que se puede dar por el uso de prácticas inapropiadas, causando graves problemas de degradación física y química del suelo; la alta incidencia de enfermedades y plagas; la carencia de acciones de asistencia técnica, induce una inadecuada y excesiva aplicación de agroquímicos en diferentes mezclas, de los cuales el agricultor desconoce sus ingredientes activos (CORTOLIMA, 2009).

Además de lo anterior, se le suma el deficiente uso de la semilla, el mal manejo de la poscosecha y el uso de empaques inadecuados (CORTOLIMA, 2009).

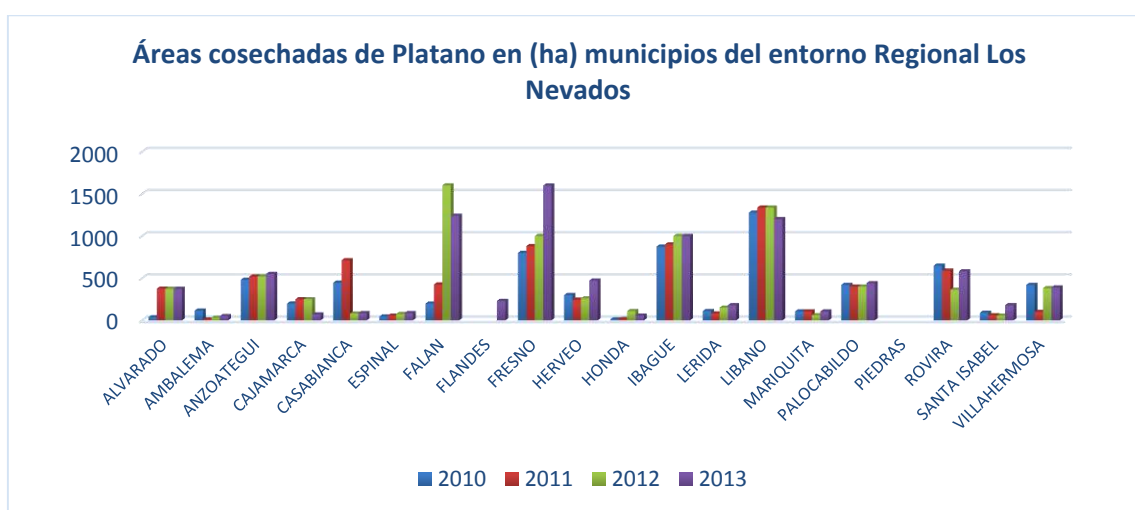


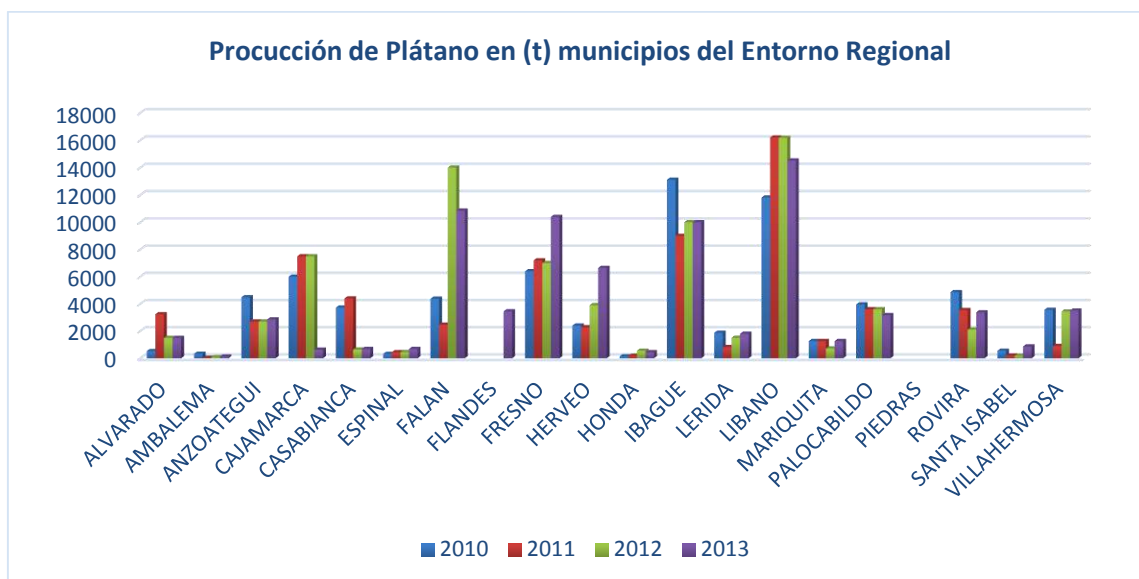
Los frutales de clima frío poseen márgenes de rentabilidad viables, sin embargo se presentan varios problemas relacionados con plagas y enfermedades que afectan la calidad de los productos, el municipio de Ibagué es el mayor productor de mora dentro de los municipios que hacen parte del Entorno Regional, en la gráfica se puede evidenciar que existe una constante entre el número de hectáreas cosechadas y la producción generando un rendimiento del producto (CORTOLIMA, 2009).



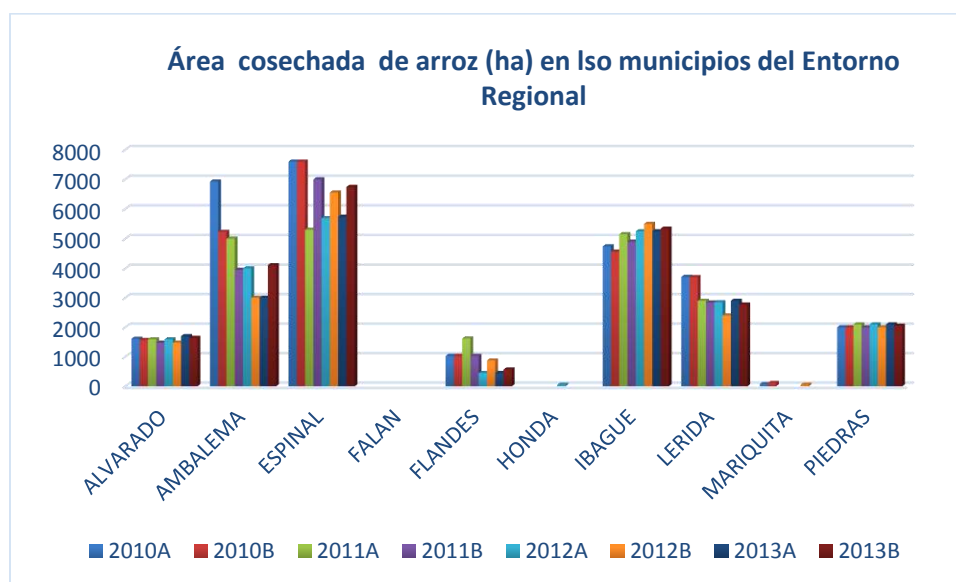
El sistema de producción cafetera en los municipios del Entorno Regional es de gran importancia cultural y económica para esta región. Esta práctica se vincula directamente a la colonización antioqueña que se dio a finales del siglo XIX e inicios de los XX, los municipios que mayor área cosechada tiene entre el 2010 y 2013 son Fresno Ibagué, Líbano y Rovira con una producción constante, en los municipios de Ibagué y Rovira en el año 2013 se presentó una caída en la producción afectando el rendimiento de este cultivo.

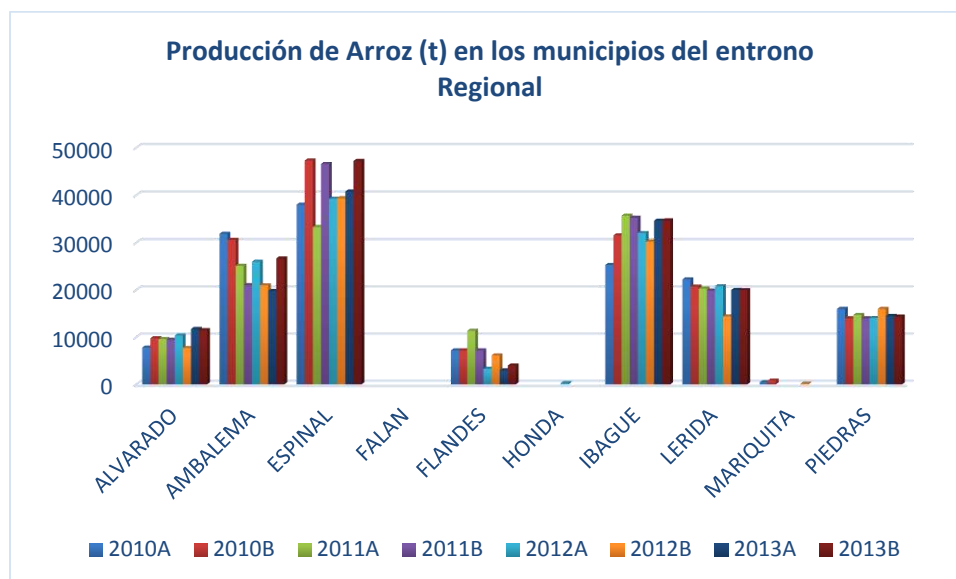
La alta incidencia de roya y broca provoca el uso excesivo de plaguicidas afectando el suelo y aumentando el uso de insumos elevando los costos de producción, el mantenimiento del cultivo y sus altos costos generan una menor ganancia en especial para los pequeños y medianos productores, sumándole la carencia de infraestructura para el secado del café (CORTOLIMA, 2009).





Este cultivo se encuentran en la parte media de las cuencas que comprenden el Entorno Regional, para el año 2013, los municipios más representativos en este tipo de cultivo tanto en área cosecha como en producción son Falán, Fresno, Ibagué y Libano donde el rendimiento se mantiene constante, cultivo característico de los pequeños y medianos productores. Este tipo de cultivo es considerado como un cultivo complementario al café de tipo tradicional y es utilizada para el autoconsumo.





La producción de arroz es la que comprenden mayor número de hectáreas cultivadas, producidas y cosechadas y se encuentra en las partes bajas de las cuencas, pertenece la mayor parte a grandes productores y con procesos industrializados, los municipios que tienen mayor área cosechada y mayor producción, son Ambalema y Llerida que hacen parte de la cuenca del río Recio, El Espinal que pertenece a la cuenca del río Coello y el municipio de Ibagué.

En las labores de cosecha y poscosecha se presentan altas pérdidas, el parque de maquinaria es obsoleto y el uso inadecuado de los subproductos de la trilla (tamo y cascarilla de arroz, causan problemas graves al medio ambiente. También las causas, más comunes de pérdidas en la cosecha son: utilización de combinadas mal calibradas, deficiente capacitación de operarios y de los empresarios (CORTOLIMA, 2009).

11. CARACTERIZACIÓN CULTURAL

11.1 Etnias y Grupos Humanos, Niveles de Arraigo, Identidad y Sentido de Pertenencia Respecto al Ecosistema

La representación étnica y cultural del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados es atravesada por diferentes representaciones poblacionales que convergen en estos territorios, convirtiéndolo en un territorio multicultural. Según el diagnóstico realizado por la Universidad Nacional en el 2004 “Los Territorios del Tolima” se clasifican en siete (7) grandes grupos humanos y el norte del Tolima se caracteriza por cinco (5) de estos siete (7) grupos:

Pijaos: La mayor presencia se encuentra en los municipios del sur del Tolima, sin embargo se han desplazado por procesos migratorios a los municipios de Ibagué, Prado Coello, Rovira y Guamo, hace parte de la cultura ancestral tolimense como pueblos indígenas asentados antes de la colonia, aún existen poblaciones descendientes de estos pueblos indígenas.

Calentana: Cultura que se caracteriza por la herencia de la hacienda colonial española y los asentamientos dados en el valle del río Magdalena, los municipios que hacen parte de esta población son Mariquita, Honda, Armero Guayabal, Ambalema, Espinal y Flandes.

Cundinamarquesa: La presencia cultural se da por los procesos de migración y colonización por parte de la población del altiplano proceso que se produjo desde la colonia hasta mediados del siglo XX, su presencia se encuentra en Melgar, Ibagué, Alvarado, Venadillo, Lérída, Armero, Falán, Palocabildo, Mariquita y Honda.

Paisa: Las zonas noroccidentales son marcadamente paisas, las migraciones generadas a lo largo de los siglos XIX y XX, producen esta influencia que se presentó primero en los municipios de Murillo, Fresno y Herveo, con el tiempo fueron migrando a los territorios de Anzoátegui y Mariquita.

Cundiboyacense: Esta cultura es reconocida por las actividades agrícolas representativas de su población, el cultivo de la papa es una tradición que se asentó en los territorios del Entorno Regional, los municipios donde hay mayor presencia cultural son tierras altas de Ibagué, Anzoátegui, Santa Isabel, Murillo, Falán, Palocabildo y Mariquita (Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Tolima, 2004).

Los municipios de Honda, Armero y Mariquita hicieron parte de la expedición Botánica de José Celestino Mutis, desde el siglo XVII se reconocían estos municipios por el alto potencial agropecuario y la variedad biológica que hacia parte del territorio.

El municipio de Honda tiene una gran carga histórica generada por ser un lugar estratégico que conecta la desembocadura del río Gualí y la quebrada Seca al Magdalena conectándose con la zona norte del país por medio del mayor afluente del país.

El municipio de Mariquita al ser parte de la expedición Botánica representa en sus habitantes niveles de arraigo y pertenecía hacia el ecosistémica ligados con la identidad histórica; el Bosque fue uno de los epicentros del desarrollo de la Expedición Botánica. Ubicado en las afueras de la población, fue escogido por Mutis como campo de observación por la gran variedad de flora y fauna que era posible encontrar allí. Por ello, en este lugar fueron realizados importantes descubrimientos: el té, la canela y la quina, todos productos no solo importantes para la ciencia sino también para los intereses comerciales de la corona española (Ministerio de Cultura , 2008).

Esta mixtura intercultural que hace parte del Entorno Regional es necesaria comprenderla y tenerla en cuenta para el análisis ambiental en relación a la protección de los páramos, la diversidad cultural genera diferentes usos, costumbres y características de arraigo en el territorio, lo que obliga a que se generen propuestas incluyentes que contemplen las características de cada población.

No es lo mismo el uso y el valor que le dé una población indígena a un territorio que una población campesina, los apegos al territorio tiene unas claras diferencias basadas en la conexión con el territorio frente al valor de la producción y utilidad del mismo.

11.2 Tradiciones Organizativas y Religiosas

En el Entorno Regional se desarrollan anualmente fiestas tradicionales que fortalecen el arraigo con el territorio y la identidad de sus pobladores a continuación se mencionan algunas celebraciones de los municipios:

- Fiesta de San Sebastián: Piedras.
- Festival de la Subienda: Honda.
- Festival de la Música Colombiana y Concurso Nacional de Duetos: Ibagué.

- Fiestas de Corpus Cristi: Guamo.
- Fiestas de San Juan y San Pedro: Ibagué, Espinal, Guamo.
- Fiestas Patronales de la Virgen de Coloya: Lérída (Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Tolima, 2004).

Los mitos y leyendas del departamento del Tolima son de las costumbres más importantes de la población, se han mantenido gracias a la tradición oral de los habitantes de estos territorios que lograron construir historias fantásticas y creencias populares que aún son apropiadas y transmitidas en el Entorno Regional.

Es importante destacar que estos mitos y leyendas tienen una relación estrecha con la naturaleza, siendo descritas con misticismos y donde se les da poderes esenciales a los lugares sagrados y de gran riqueza cultural de los municipios del complejo de páramos, manteniendo el valor simbólico a los territorios. Dentro de los principales Mitos, se encuentran El Mohán, La Patasola, La Madre Monte, La Madre Agua., entre otros.

12. IDENTIFICACIÓN HISTÓRICA Y CULTURAL

12.1 Relación Población y Sistemas de Producción

Las constantes migraciones a lo largo de la historia y formación del departamento del Tolima han generado una serie de particularidades culturales que convergen en los territorios del Entorno Regional, si se habla desde la consolidación del territorio tolímense durante La Colonia se identifica la formación de un territorio federado el cual tenía como capital Villa Purificación y se conformaba con las provincias de Mariquita y Neiva (Lozano, Tolima diagnóstico general , 2004).

La consolidación del departamento como unidad político administrativa se ha dado a partir de los distintos conflictos entre elites políticas y terratenientes que han estado dirigiendo el territorio Tolímense, a mediados del siglo XIX se presentó la colonización antioqueña, una de las más significativas migraciones, la cual inició por la intención de colonizar tierras baldías y ampliar sus territorios, con esta migración llegaron prácticas sociales y económicas propias de la cultura paisa y se estableció la pequeña y mediana propiedad. Sin embargo, pesar de la explícitas medidas gubernamentales que permitieron el proceso de colonización, persistían los conflictos entre campesinos y hacendados (Lozano, Tolima diagnóstico general , 2004).

Además de la migración voluntaria es importante resaltar los flujos migratorios a lo largo de la historia y consolidación de los municipios que hacen parte del Entorno Regional se ha dado como consecuencia de las distintas formas de violencia a lo largo de la historia del país, a inicios del siglo XX se desarrolló la guerra de Los Mil Días lo que generó nuevos movimientos migratorios (Hernández, 2010).

En la década de los 30 en los municipios de Cajamarca e Ibagué llegaron las primeras migraciones de la parte oriental del país, oriundos de Santander, Boyacá y Cundinamarca, que generaron otro tipo de dinámicas agrícolas que aún se conservan.

La necesidad de ocupar territorios es uno de los caldos de cultivo que promueve la violencia política a mediados del siglo XX, luego del quiebre histórico que genera la muerte de Jorge Eliecer Gaitán, (Lozano, Tolima diagnóstico general , 2004). Además la coyuntura social que se presentaba a nivel internacional propició la conformación de grupos armados que desde ese entonces va a estar presente en la historia social, económica y cultural.

Con el fin de la Segunda Guerra Mundial y el fortalecimiento de la industrialización además de la violencia armada que se presentaba en las zonas rurales del departamento, se generó una migración a los centros poblados y principalmente a las ciudades capitales

12.2 Tecnologías Tradicionales v/s Tecnificadas

El sistema productivo del Entorno Regional se caracteriza por mantener una economía campesina tradicional, basada en la explotación del suelo en pequeñas extensiones, donde se utiliza el ciclo lunar para determinar las diferentes etapas de la producción; se presenta en mayor medida en las partes altas y medias de las cuencas, las partes bajas se caracterizan por su agricultura extensiva, la cual tiende más a la producción tecnificada.

En las partes altas del Entorno Regional, los sistemas de producción presentan varios limitantes entre ellas el bajo manejo tecnológico de los cultivos como consecuencia del uso deficiente del suelo ya que se realizan constantemente quemas, además de la escasa utilización de semilla de calidad producto de la falta de programas de capacitación y transferencia de tecnología (CORTOLIMA, 2009).

En los sistemas de producción que hacen parte de las partes altas de las cuencas, en los cultivos más representativos como la arveja y el frijol se prepara el terreno mediante la quema picada y repicada del sitio de la siembra, en estos cultivos se presentan plagas como tierreros, trozadores, chupadores y el gusano perforador de vaina. En la época de cultivo se utiliza el azadón para limpiar malezas y su recolección es manual (CORTOLIMA, 2009).

La siembra del cultivo de papa se realiza antes de iniciarse la época de lluvias con el fin de aprovechar sus aguas para la germinación y desarrollo del cultivo. La semilla que más se utiliza es la seleccionada de cultivos de la misma finca o de cultivos vecinos de zonas más altas. La siembra, la fertilización y la cosecha se realizan de forma manual junto con su clasificación siendo un sistema productivo minifundista con un casi nulo sistema tecnificado y con pocas posibilidades de crédito (CORTOLIMA, 2009).

Los cultivos de maíz en las partes medias para la preparación del suelo utilizan la rocería y la quema y la siembra que es mediante el chuzo. Las malezas se controlan en forma manual con dos (2) desyerbas durante el ciclo del cultivo. En este subsistema no se realiza labores como fertilización, control de plagas, ni de enfermedades. La cosecha se hace cuando la planta está seca en su totalidad y la mazorca cuelga. La recolección se hace de forma manual (CORTOLIMA, 2009).

El cultivo de café siendo uno de los más representativos en el Entorno Regional del complejo de páramos de Los Nevados, consiste en rocería y quema del suelo para su preparación, siembra manual por medio del trazo y el ahoyado. Las variedades utilizadas son el Caturra y Colombia, de semillas provenientes del Comité de Cafeteros, sembrado en densidades promedio de 8000 árboles/ha. El control de malezas es manual cada cuatro (4) meses con machete. La fertilización es química con dosis crecientes por año, de 80 a 400 gramos por árbol, utilizando úrea y DAP y compuesto 17-6-18-2. (CORTOLIMA, 2009).

Los productores de café también manejan ganadería en donde el sistema de alimentación es libre de pastoreo y no se utiliza ningún tipo de suplementación las pasturas son grama (20%), imperial (20%) y kikuyo (CORTOLIMA).

A diferencia de los procesos tradicionales y poco tecnificados que se encuentran en las partes altas y medias de la cuenca, en las partes bajas de las cuencas, el sistema de preparación de suelo es de manera tecnificada.

El cultivo de arroz utiliza pases de rastra, dos (2) rastrillos y una nivelada para la preparación del suelo, en la siembra se utiliza la técnica del voleo con maquina empleando de 250 a 280 kg de semilla, en el control de la maleza se utilizan químicos con productos Prowl 4 lts/ha y Furore 1 lt/ha; las malezas más frecuentes son: Coquito *Cyperus rotundus* (coquito) liendre de puerco *Echinocloa colonum*, arroz rojo (*Oryza sativa*), caminadora (*Rotboellia exaltata*) y en hoja ancha (*Ipomoea* sp). (CORTOLIMA, 2009)

Los sistemas de riego utilizados se caracterizan por el alto consumo de agua, que para el distrito USOCOELLO es de 20000 m³/ha por ciclo de cultivo en promedio (CORTOLIMA, 2009).

La fertilización se hace con dos aplicaciones una entre los primeros 20 días del cultivo con abonos nitrogenados y potásicos y al iniciar el macollamiento, con abonos nitrogenados (Urea 46%). Las plagas más frecuentes son *Spodoptera* y *Agrotis* sp y posteriormente ataque de *Blissus* sp. (CORTOLIMA, 2009)

En conclusión los sistemas de producción generan un alto impacto en el uso del suelo ya sea por medio del uso tradicional por la quema y la tala y el uso de agroquímicos o el uso tecnificado con los sistemas de riego con usos excesivo de agua, lo que genera problemas erosivos, contaminación ambiental la alta incidencia de plagas, frecuencia de enfermedades, los altos costos de producción, los bajos rendimientos y bajos ingresos para el productor (CORTOLIMA, 2009).

Otros problemas importantes en los sistemas de producción son: la inestabilidad de precios pagados al productor, la alta intermediación para el mercadeo y comercialización de los productos, poca accesibilidad a créditos para el agricultor, la alta desorganización de los agricultores y la escasa presencia y apoyo institucional (CORTOLIMA, 2009).

12.3 Impacto en la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

Los sistemas de producción agrícola y pecuario y las unidades habitacionales generan vertimiento de residuos sólidos, sin ningún tipo de tratamiento; con un aumento de la materia orgánica, por el mal manejo de residuos sólidos por basuras, actividades de minería, sedimentación por la continua deforestación, el bajo porcentaje de pozos sépticos, los residuos del café y la falta de concientización y educación de la comunidad, son los principales causantes de la gradación ambiental en el entorno regional del complejo de páramos.

Así mismo, el impacto en la biodiversidad se evidencia con la pérdida de bosques causado por la expansión agrícola que conlleva a la tala para la construcción de viviendas y comercio de madera; también se ve como hoy día no se encuentran bosques primarios, pues casi todos han sido transformados o alterados por la actividad humana en la industria. Este problema genera consecuencias irreparables en el medio ambiente y la pérdida de hábitat de muchas especies animales y vegetales como las que ya han desaparecido silenciosamente (CORTOLIMA, 2009).

La pérdida de la biodiversidad se incrementa con la caza indiscriminada y el comercio ilegal de fauna y flora silvestre esto afecta los servicios ecosistémicos que puede ofrecer el entrono regional si se piensa de forma prospectiva debido a la reducción de caudales de agua, deterioro del suelo, disminución de la fauna y la flora, afectando el suministro de alimentos, cerrando las posibilidades del ecoturismo y la calidad de vida de la población.

Los niveles altitudinales de los municipios del Entorno Regional se deben analizar de forma diferenciada ya que cada uno presenta características determinadas que influyen en los aspectos socioeconómicos, ambientales y culturales de la población, esto como se había mencionado anteriormente está fuertemente marcado por las poblaciones migrantes que se asentaron en el departamento imponiendo características determinadas en el uso del suelo y la producción económica.

La desigualdad social y falta de servicios básicos se mantiene en todas las zonas del entorno regional principalmente en las partes rurales, los que demuestran los altos niveles de NBI en los municipios, la falta de tecnificación agropecuaria, la pobreza, la escasa garantía de derechos de salud y educación y el conflicto armado, son factores que afectan directamente los ecosistemas, puesto que la población prioriza su subsistencia antes de la protección de su entorno, ampliando la degradación ambiental.

13. ANÁLISIS DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La Política Nacional para la Gestión de la Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos clasifica los servicios ecosistémicos en cuatro (4) grupos:

- **Aprovisionamiento:** En este grupo se encuentran la provisión de agua para actividades domésticas y agropecuarias; las plantas usadas para combustible, madera, medicina y artesanía; y las especies animales con fines de cacería y pesca.
- **Regulación y soporte:** Con las categorías del servicio; Regulación hídrica y soporte y hábitat para especies.
- **Culturales:** Investigación científica, ecoturismo, recreación y patrimonio cultural e histórico (MinAmbiente)

El complejo de páramo Los Nevados y su Zona Amortiguadora se caracteriza por poseer una gran riqueza natural y por ser una importante zona de reserva hídrica para el país, pues de éste nacen ríos que benefician tanto a la vertiente Oriental como la Occidental de la cordillera Central, sumado al hecho de que es una zona de gran actividad agropecuaria y alta concentración poblacional. Los servicios ecosistémicos y ambientales que presta son destinados tanto a la población rural como urbana, especialmente a centros como Neira, Manizales, Villamaría, Santa Rosa de Cabal, Pereira, Salento, Ibagué, Anzoátegui, Santa Isabel, Murillo, Libano, Villahermosa, Casabianca y Herveo, en los departamentos del Caldas, Risaralda, Quindío y Tolima (Parque Nacional Natural Los Nevados, 2006).

Provisión y Regulación Hídrica

Tabla 41. Cuencas del Complejo de páramos Los Nevados, Jurisdicción CORTOLIMA.

Cuenca	Localización	Área total (ha)	Longitud del cauce (km)	Caudal (m ³ /s)	Nacimiento (msnm)	Desembocadura	Municipios que las conforman
						(msnm)	
Río Coello	De gran importancia para el departamento debido a que surte a los acueductos de Ibagué, Cajamarca y Espinal, se ubica en el centro de este entre las cuencas de Totare y Opia al norte, Saldaña y Luisa al sur	178,292.20	123	43.413	Páramo de Don Simón a 3.850 m.	Río Magdalena a 300 msnm	Cajamarca, Ibagué, Rovira, Coello y Espinal
Río Gualí	Se encuentra al norte del departamento y comparte jurisdicción con el PNN Los Nevados	80,568.60	104.5	1.822.964	4.800	196 msnm en el río Magdalena	Herveo, Casabianca, Mariquita, Honda, Fresno, Palocabildo y Fálán
Río Guarinó	Norte del departamento del Tolima en límites con el departamento de Caldas, al oeste con el departamento de Risaralda y al sur con la cuenca del río Gualí.	83,568.60	106.8	357.837	3.679	186 msnm en el río Magdalena	Honda, Mariquita, Fresno, Herveo y Caldas

Cuenca	Localización	Área total (ha)	Longitud del cauce (km)	Caudal (m3/s)	Nacimiento (msnm)	Desembocadura	Municipios que las conforman
						(msnm)	
Río Recio	Norte del departamento, entre las cuencas de Lagunilla (norte), Venadillo (oriente) y Totare (sur)	75,288.70	100	1.901.286	5.200 m en la parte alta de la cordillera Central en el volcán Nevado del Ruiz	240 msnm en el río Magdalena	Ambalema, Venadillo, Lérída, Líbano, Santa Isabel y Murillo
Río Totare	Norte del departamento entre las cuencas de Recio al norte, Venadillo al nororiente y Opía y Coello al sur	143,020.50	88.5	1.815.207	3.963 m en la laguna del Encanto	216 msnm en el río Magdalena	Venadillo, Ibagué, Piedras, Alvarado, Anzoátegui y Santa Isabel
Río Lagunilla	Norte del departamento, entre las cuencas Gualí al norte, Recio al sur y Venadillo al Oriente.	83,335.50	88.5	1.574.697	4.800 m en cordillera Central en el Nevado del Ruiz	205 msnm en el río Magdalena	Ambalema, Lérída, Armero-Guayabal, Líbano, Casabianca y Villahermosa

Fuente: CORTOLIMA 2012.

A continuación se describen las principales cuencas con el recorrido en kilómetros que recorre por cada municipio

Tabla 42. Recorrido en kilómetros de las cuencas por municipio.

Río	Municipio	Recorrido (km)
Coello	Anzoátegui	
	Cajamarca	51367
	Coello	13769
	Espinal	1879.60
	Flandes	298.8
	Ibagué	103858
	Rovira	10287
	San Luis	2777

Río	Municipio	Recorrido (km)
Gualí	Casabianca	11787,45
	Falán	1202,03
	Fresno	1202,03
	Herveo	23770,21
	Honda	2900,64
	Mariquita	22879,19
	Palocabildo	1608,45
Guarinó	Fresno	7443,5
	Herveo	8821
	Honda	2041,7
	Mariquita	2886,2
Totare	Alvarado	34305,07
	Anzoátegui	34405,07
	Ibagué	27664,3
	Murillo	343,29
	Piedras	8205,88
	Santa Isabel	20630,64
	Venadillo	6162,38
Lagunilla	Ambalema	
	Lérida	
	Armero Guayabal	
	Líbano	
	Casabianca,	
	Villahermosa	
Recio	Ambalema	
	Venadillo	
	Líbano	
	Santa Isabel	
	Murillo	

Oferta Hídrica

Según el índice del uso del agua , que es un indicador que permite evaluar el nivel de presión sobre los recursos hídricos (superficiales en el caso de las cuencas hidrográficas del Tolima) y es expresado en forma porcentual, y evalúa la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo determinado y unidad espacial de análisis (cuenca hidrográfica) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales, el uso del agua en las cuencas de la zona de influencia del complejo de páramos Los Nevados, presenta el siguiente comportamiento:

Tabla 43. Fuentes abastecedoras de acueductos urbanos.

Municipio	Cuenca abastecedora actual	Cuenca Mayor
Ibagué	Río Combeima	Coello
	Quebrada Cay	Coello - Combeima
	Quebrada La Chumba	Totare
Murillo	Quebrada Agua Blancas	Lagunilla
	Río Vallecitos.	Lagunilla
Herveo	Quebrada El Matadero	Gualí
	Quebrada Yolombal	Gualí
	Quebrada Agua Blanca	Gualí
	Quebrada La Vida Quebrada	Gualí
Santa Isabel	Quebrada Aguitas	Totare
	Quebrada Agua Linda	Totare
	Quebrada Bellavista	Totare
	Quebrada Nacimiento Las Minas.	Totare
	Quebrada Las Águilas	Totare
	Quebrada Las Animas	Totare
	Quebrada Agua Bonita	Totare
	Arroyo	Totare
	Los Cárdenas	Totare
Casabianca	Quebrada La Española	Lagunilla - Azufrado
Villahermosa	Quebrada Guayabal y la Bonita	Lagunilla
Anzoátegui	Río Frío	Totare
	Quebrada El Fierro	Totare
Cajamarca	Quebrada Chorros Blancos	Coello - Bermellón
	Quebrada Dos Quebradas	Coello - Anaime
Palocabildo	Quebrada El Brillante	
	Quebrada La Secreta	Sabandija
	Quebrada El Silencio	Sabandija
Fresno	Quebrada El Guarumo	Gualí
	Quebrada San Antonio	Guarino
	Quebrada La Granja	Gualí
	Quebrada La Moya	Gualí
Lérida	Río Recio	Recio
Falan	Quebrada Morales	Sabandija
Mariquita	Río Sucio	Gualí
	Pozo	
Alvarado	Río Alvarado	Totare
Armero	Río Jiménez	Sabandija
Venadillo	Río Totare	Totare
Coello	Río Coello	Coello
	Quebrada La Lucha	Coello
Ambalema	Río Recio	Recio
	Río Magdalena	Magdalena
Honda	Río Medina	Gualí
	Quebrada Padilla	Gualí

Fuente: CORTOLIMA

Tabla 44. Índice de uso del agua.

Cuencas hidrográficas	Índice de uso de agua	% IUA
Ríos Lagunilla, Recio, Totare y Coello	Muy Alto	$IUA > 50\%$
Ríos Gualí, Sabandija y Venadillo	Alto	$20.01\% \geq IUA \leq 50\%$
Río Guarino	Muy Bajo	$IUA \leq 1\%$

En el departamento del Tolima, el 68% de los municipios (32) presentan un índice de uso del agua muy alto y alto, dentro de los cuales se encuentran Ibagué, Alvarado, Cajamarca y Armero, siendo el consumo doméstico del municipio de Ibagué y los distritos de riego para el cultivo de arroz las actividades de mayor demanda hídrica.

Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS)

A la fecha, la situación frente a los Planes de Ordenación y Manejo de Cuenca Hidrográfica en los municipios de influencia del complejo de páramos Los Nevados bajo la jurisdicción de CORTOLIMA, es la siguiente:

- Las cuencas hidrográficas de: Coello, Recio, Gualí, Totare y Lagunilla, presentan plan de ordenación y manejo aprobado y adoptado.
- La cuenca hidrográfica del río Guarino se encuentra en fase Prospectiva.
- En las cuencas hidrográficas de Venadillo, Sabandija y sectores del río Magdalena, no se han realizados acciones tendientes a avanzar en la formulación de los planes de ordenación y manejo de tales cuencas (CORTOLIMA C.A., 2013).

Administración del Recurso Hídrico

En total, el departamento del Tolima, ha dado 169.747,6 l/s (169,8 m³/s) en concesiones de agua superficial otorgada en las diferentes cuencas hidrográficas y para los diferentes usos, cuya demanda asciende a los 3.659 usuarios. La Tabla 45 muestra el volumen superficial del agua concesionada para las diferentes cuencas según el número de usuarios para diferentes usos de la zona de influencia del complejo de páramos Los Nevados, en jurisdicción de CORTOLIMA:

Tabla 45. Concesión de cuencas hídricas del departamento del Tolima.

Cuenca Hidrográfica	Número de Usuarios	Caudal Concesionado (l/s)
Río Magdalena	467	6.554.272
Río Recio	18	13.530.718
Río Venadillo	92	3.760.351
Río Totare	591	15.154.465
Río Coello	754	235.372.323
Río Gualí	91	31.927.198
Río Sabandija	81	1.552.827
Río Cabrera	58	82.456
Río Lagunilla	442	13.062.465

Fuente: CORTOLIMA 2013.

Objetivos de Calidad y Reglamentación de Corrientes

Los objetivos de calidad en tramos de corrientes hídricas permiten garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico en términos de calidad, a la vez que facilitan la planificación del vertimiento de aguas servidas, disminuyendo la afectación en la sociedad y en los ecosistemas. Esto se hace necesario por el creciente deterioro en la calidad del recurso hídrico producto del vertimiento de las aguas residuales domesticas (aguas servidas), que se mezclan con las aguas lluvias en un sistema de alcantarillado combinado, que posteriormente es descargado en diferentes puntos del medio natural, sin ningún tratamiento (CORTOLIMA, 2012).

El establecimiento de objetivos de calidad en tramos de las corrientes hídricas, posibilita garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico en términos de calidad y planificar el vertimiento de aguas servidas, acorde a las necesidades de la sociedad y de los ecosistemas.

En la Tabla 46, se relacionan las cuencas hidrográficas o tramos de ríos, sobre los cuales se han aprobado objetivos de calidad de los cuerpos de agua, de las cuencas hidrográficas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Tolima.

Por otro lado, las cuencas del departamento del Tolima cuentan con la reglamentación de corrientes, cuyo objetivo es definir la distribución del recurso hídrico de una corriente, definiendo el actual uso sobre el recurso hídrico, clausurando o limitando los ya establecidos y aplicando restricciones de acuerdo a la época climatológica en que se dé el caso de menor oferta, con el fin de evitar una inadecuada administración del recurso, su agotamiento o negar nuevas concesiones.

Tabla 46. Cuerpos de aguas en la jurisdicción de CORTOLIMA que cuentan con objetivos de calidad aprobados.

Número de Resolución	Fecha	Cuerpos de Agua de las Cuencas Hidrográficas
600	Junio 09 de 2006	Ríos Combeima y Alvarado y quebrada Cay
601	Junio 09 de 2006	Ríos Coello, Venadillo y Gualí
803	Julio 31 de 2006	Ríos Recio, Lagunilla, Sabandija, Totare y Gualí

Fuente: CORTOLIMA 2013.

En la Tabla 47 se presentan las cuencas hidrográficas que se encuentran reglamentadas y declaradas agotadas.

Tasa Retributivas y Tasas por Usos del Agua

El objetivo de la tasa retributiva por vertimientos puntuales (TR) es incentivar cambios en el comportamiento de los agentes contaminadores, internalizando en sus decisiones de producción el costo del daño ambiental que ocasiona su contaminación, esto con el fin de lograr metas ambientales que sean social y económicamente sostenibles. La Tabla 48 muestra el monto recaudado por Tasa Retributiva en el departamento del Tolima en el periodo comprendido del III trimestre de 2011 hasta el II trimestre del 2012. El total recaudado en el periodo fue de \$1.312 Millones de, los cuales son invertidos en la descontaminación hídrica del departamento; la ciudad de Ibagué es la que encabeza la lista con el 66% de la tasa retributiva es liquidado y pagado.

Tabla 47. Reglamentación de corrientes en el área de influencia del complejo de páramos los Nevados.

Nombre corriente hídrica	No. Resolución	Fecha	Tipo de Resolución
Río Venadillo	625	26-mar-96	Reglamentación
	981	30-jul-01	Prorroga
Río Alvarado	1074	1976	Reglamentación
	1666	18-nov-94	Reglamentación
	2558	27-sep-95	IBAL
	1777	27-dic-05	Prorroga
Río Totare	306	may-70	Reglamentación
	413	1972	Reglamentación
	419	30-abr-73	Reglamentación
	744	16-abr-96	Reglamentación
	798	06-jun-00	Prorroga
Río Combeima	578	29-jul-69	Reglamentación
	315	06-mar-98	Prorroga
	248	28-feb-08	Prorroga
Río Lagunilla	72	11-feb-72	Reglamentación
	527	may-82	Prorroga
	717	28-may-84	Prorroga
	1079	03-ago-88	Prorroga
	2131	08-oct-89	Resuelve recurso apelación
	2770	18-nov-92	Reglamentación de sobrantes
	1373	01-oct-99	Prorroga
	2363	28-sep-09	Prorroga
Río Coello, Anaime, Cocora, de los municipios de Cajamarca, Ibagué, Coello y Espinal - se exceptua el sector comprendido entre el municipio del Espinal hasta la desembocadura en el río Magdalena jurisdicción del municipio de Flandes	1765	20-abr-11	Declara agotamiento del recurso hídrico

Tabla 48. Tasa retributiva liquidada y pagada por municipio.

Municipio	Liquidado (\$)	Pagado (\$)
Ibagué	866,080,638	862,037,730
Murillo	2,842,041	2,842,041
Herveo	3,996,465	3,996,465
Santa Isabel	5,602,660	5,602,660
Casabianca	2,746,354	2,746,354
Villahermosa	6,695,253	6,695,253
Anzoátegui	3,723,516	3,723,516
Cajamarca	18,373,315	20,966
Palocabildo	5,199,006	5,199,006
Fresno	27,721,878	9,430,282
Lérida	11,516,503	11,516,500
Mariquita	50,400,006	50,400,006
Alvarado	792,432	792,432
Armero	1,198,361	393,486
Venadillo	10,027,224	10,027,224
Coello	1,071,752	1,071,752
Ambalema	8,222,772	10,776
Honda	41,844,535	4,963,123

Fuente: CORTOLIMA 2012.

Tasas por usos del agua (TUA)

Consiste en el cobro que se realiza a un usuario por la utilización del agua de una fuente natural, derivado de una concesión de aguas. Se cobra con un doble propósito: por un lado es un instrumento de gestión para el logro de objetivos ambientales relacionados con la conservación y uso eficiente del agua; por otro lado es una fuente de recursos financieros para inversiones ambientales que garanticen la renovabilidad del recurso.

El mayor aportante en la TUA es el sector agrícola (agua para riego), con el 93% de total recaudado (\$3.195 millones). Estos recursos se destinan a la gestión integral del recurso hídrico, a la protección de las cuencas hidrográficas y la compra de predios, entre otros.

Dentro de los objetivos de conservación del Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Los Nevados se definen los del nivel de servicios ambientales, que consisten en garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales para el desarrollo humano sostenible. Los bienes y servicios asociados al Parque se relacionan también con la conservación de la variabilidad genética, el hábitat para la fauna silvestre, la regulación de caudales e intercepción de precipitación horizontal (niebla), el control de erosión de los suelos y avalanchas, la captura y retención del CO₂, la educación, recreación y servicios de información, pero el servicio de mayor visibilización y del que se tiene mayor información es el relacionado con el agua, puesto que allí nacen innumerables fuentes hídricas, dentro de las cuales se destacan la cuenca del Cauca al occidente y la del Magdalena al oriente, y lagunas como el Otún. El territorio del parque comprende 10 subcuencas y 19 corrientes de diferentes tamaños, de las cuales seis (6) drenan en la hoya hidrográfica del Magdalena (Gualí,

Lagunilla, Recio, Totare, Frío, y Coello), y cuatro (4) en la hoya hidrográfica del río Cauca (Chinchiná, Campoalegre, Otún y Quindío). (Parque Nacional Natural Los Nevados, 2006).

Tabla 49. Agua para riego.

Usos	Facturado	Pagado
Agrícola	1,548,238,730	1,366,476,028
Recreativo	8,021,577	8,021,577
Doméstico	177,089,421	149,735,591
Flora y Fauna	218,875	104,233
Generación Eléctrica	24,196,450	17,770,136
Consumo Humano	6,469,226	4,276,468
Industrial	25,543,716	24,499,295
Minero	400,666	400,666
Pecuario	30,073,349	4,004,049
Riego	1,620,316,713	1,620,316,713
Total	3,440,568,723	3,195,604,756

Fuente: CORTOLIMA 2012.

Este servicio hidrográfico suministra el agua necesaria para el consumo humano de aproximadamente 3'000.000 de habitantes (hab) del Eje Cafetero, en los municipios de Manizales (358.784 hab.), Villamaría (41440 habitantes), Santa Rosa de Cabal (46335 hab.), Pereira (402.000 hab.) Dosquebradas (126.645 hab.), Palestina (6.450 hab.), Chinchiná (41600), Ibagué (415.000 hab.), Murillo, Líbano, Salento (8.617 hab.), Armenia (243.254 hab.) y Circasia (16.970 hab.) (Parque Nacional Natural Los Nevados, 2006).

Adicionalmente, el recurso hídrico proveniente del parque es utilizado para diferentes actividades productivas, destacándose:

- Distritos de Riego de USOCOELLO, ASOCAMBEIMA, ASOTOTORE-CHINA, ASORECIO Y ASOLAGUNILLA.
- Generación de energía eléctrica, representada por las concesiones que tiene la Central Hidroeléctrica de Caldas CHEC, con un total de 17.300 l/s en el departamento de Caldas, la Central Hidroeléctrica La Ínsula (22 m3/s), La Esmeralda (29 m3/s), Nuevo Libare (7.2 m3/s) y Belmonte (5m3/s).
- Recreación: se destacan principalmente las aguas termales como las Termales de Otoño, Termales del Ruiz, Termales de Santa Rosa, Termales San Vicente, Termales El Rancho y Termales Casabianca.

Turismo

El turismo aparece en la región comprendida en el complejo de páramos Los Nevados como una de las actividades significativas, no por su valor exportado sino por la posibilidad que brinda de incorporar conocimiento que puede traducirse en una mayor generación de valor agregado. El Parque tiene una gran oportunidad de explotar este sector económico gracias a su belleza paisajística y escénica y la infraestructura existente, garantizando esta oferta ambiental a los municipios de la vertiente Occidental y Oriental de la cordillera Central.

En este orden de ideas, y según lo planteado en el Plan de Manejo del PNN Nevados (2006), el ecoturismo es la principal actividad económica del Parque, constituyéndose como un modelo alternativo de uso y ocupación del territorio, permitiendo desarrollar un proceso productivo que genere beneficios y procesos de educación ambiental para la conservación. Sin embargo, el ecoturismo puede convertirse en una amenaza para el Parque, puesto que no se cuenta con las herramientas suficientes para determinar si se están sobrepasando los niveles deseables. Sumado a esto, el auge de proyectos eco turísticos en la región pueden afectar considerablemente el manejo del Parque, en la medida en que se pueden dar cambios en la administración y cambios en los modelos de ordenamiento turístico incompatibles con los objetivos del área.

El trabajo interinstitucional entre las regiones se ha enfocado en tres (3) direcciones: la Red de Biodiversidad, el Grupo de Páramos y la Red de Turismo Sostenible. Sin embargo, presenta limitaciones como consecuencia de la supremacía de los intereses de políticos y económicos sobre el manejo de las áreas protegidas desarticulados a las funciones de protección del área.

Sin embargo, la poca presencia institucional que dan como resultado un turismo-no-controlado, afectan significativamente el ecosistema, pues la expansión de la actividad turística sin ningún tipo de regulación genera deforestación, quemas y pérdida de hábitat, convirtiéndose en una amenaza ambiental para la zona.

14. MANEJO GOBERNANZA Y USO DE PÁRAMOS

En un mundo cada vez más globalizado, suena con más fuerza el discurso de la gobernanza y el manejo de los recursos naturales. Así lo sostiene la Organización de las Naciones Unidas: "...gestionar las amenazas al medio ambiente, en particular las que trascienden las fronteras políticas, como la contaminación atmosférica y la pérdida de diversidad biológica, exigirá nuevas respuestas a los niveles mundial, regional y nacional en las que participe una amplia variedad de interesados directos. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2009)

Según la institución, la gobernanza ambiental abarca las reglamentaciones, prácticas, políticas e instituciones que configuran la manera en que las personas interactúan con el medio ambiente, por lo tanto, se requiere de una gobernanza ambiental eficaz a todos los niveles, es decir, que se tiene en cuenta la función de todos los agentes que repercuten en el medio ambiente, desde los gobiernos hasta las ONG, el sector privado y la sociedad civil, la cooperación es fundamental para lograr una gobernanza eficaz que nos pueda ayudar a transitar hacia un futuro más sostenible" (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2009).

Desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se ha dado inicio a una campaña para promover la cultura del agua y la participación social, por medio del Programa Nacional de Cultura de Agua, el cual busca promover un cambio cultural en el uso y aprovechamiento del agua. Desde el 2014 empezó el proceso de articulación de las Autoridades Ambientales de distintas regiones del país en el proyecto. Dentro de las acciones que acompañan el proceso se destacan el apoyo a las autoridades ambientales en socialización del *Programa de cultura del agua*, se brindó soporte técnico a manera de piloto a las siguientes autoridades: COR- POAMAZONÍA, CODECHOCÓ, CORNARE, CORTOLIMA Y CARDIQUE" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

En el Plan de Manejo del PNN Los Nevados 2006-2010 (2006) muestra de manera sintética y general el estado del parque frente a dos grandes aspectos: el primero hace referencia al análisis de

integridad ecológica del área, correspondiente a los objetivos de conservación, al análisis funcional y a las amenazas hacia los objetos de conservación; el segundo aspecto se refiere a una síntesis diagnóstica que corresponde específicamente a la administración del área.

En cuanto a la integridad ecológica se tiene que para el parque los objetos de conservación se identificaron a partir del reconocimiento de los ecosistemas presentes en el área, la belleza escénica de los paisajes volcánicos, las especies amenazadas y los bienes y servicios prestados por éste. Por su parte, los objetos de conservación de la biodiversidad fueron determinados a través del grado de amenaza, el endemismo, la presión local representada en la pérdida de hábitat y la extracción de especies, el comportamiento migratorio de éstas y su importancia antrópica, tanto por uso como por carisma. En cuanto a los objetos relacionados con bienes y servicios ambientales el énfasis fue hacia la regulación hídrica.

En cuanto a los procesos de gestión, en el plan de manejo se señala que se han realizado varios convenios marco interadministrativos para el ordenamiento y la conservación de la Eco-Región, a la vez que se trabaja con las universidades de la región a través de la realización de convenios para que los estudiantes realicen pasantías en el Parque, garantizando así una articulación con las autoridades públicas en el Parque y su área de influencia. Sumado a esto, se han consolidado espacios de concertación local para la implementación del Plan de Manejo, cuya prioridad se ha dado a aquellos municipios que tienen iniciativas locales hacia la conservación. Se han realizado alianzas con ONG's que han permitido la financiación de proyectos como el que se ha generado con el Fondo para la Acción Ambiental; se participa activamente en los grupos de trabajo interinstitucional, como son el grupo de páramos y el grupo de humedales de alta montaña, en procesos de ordenamiento de cuencas POMCAS y en los sistemas de áreas protegidas del Eje Cafetero, entre otras.

Adicionalmente, cabe destacar las estrategias que se han adelantado para el acercamiento de actores: mesas de concertación y fondo de iniciativas para la conservación y mesas de áreas protegidas, dando como resultado acuerdos de usos, a la vez que se apalancan proyectos para el Fondo para la Acción Ambiental.

Para el manejo del parque, el área se ha dividido en cinco zonas de manejo en concordancia a lo establecido en el decreto 622 de 1.997, que reglamenta parcialmente el Capítulo Quinto del Decreto Ley 2811 de 1974, Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. La zonificación se ha definido como “la subdivisión con fines de manejo de las diferentes áreas que integran el Sistema de Parques Nacionales Naturales, que se planifica y determina de acuerdo con los fines y características naturales de las respectivas áreas, para su adecuada administración y para el cumplimiento de los objetivos señalados. La zonificación no implica que las partes del área reciban diferentes grados de protección, sino que a cada una de ellas debe darse manejo especial a fin de garantizar su perpetuación. A continuación se presenta la zonificación y descripción del PNN Nevados:

Adicionalmente, para la administración del parque se han establecido los siguientes sectores:

- Sector Brisas: Se encuentra la cabaña del ingreso al parque, localizado en el cruce vial que conduce de Manizales a Termas del Ruiz. Desde este punto se cobijarán las partes altas y medias de los ríos Gualí, Azufrado y Lagunilla en el departamento del Tolima.
- Sector Santa Bárbara: La cabaña base localizada se localiza desde las quebradas Alfombrales y Sietecuerales, pasando por los valles del Cisne, sector de Lagunas Verdes,

Azules y cuenca del río Azul en el área de Mozul. Constituye este sector el de Paramillo del Cisne y Morronegro, con su zona Amortiguadora.

- Sector Potosí: Con base en la cabaña Potosí, localizado desde el alto de Santa Bárbara, incluyendo la cuenca de su mismo nombre; la cuenca de la quebrada juntas; humedales de la parte alta del Edén; Nevado, Pantanos y Laguna de Santa Isabel; Valles de Alsacia; quebrada la Cristalina y lagunas El Ocho y el Cero La Asomadera; Paramillo de Santa Rosa y la cuenca alta y humedales de Campoalegrito. Constituye este sector el de la Laguna del Otún y el Paramillo del Quindío y Paramillo de Santa Rosa.
- Sector Laguna del Otún: Con base en la cabaña Laguna del Otún. Localizado desde la Laguna del Otún, incluyendo las cuencas altas de las quebradas África y Totario y Aguablanca; humedales de Aguablanca, Loma Bonita, La Cierva, La Leona, laguna Negra; cuchilla de Media Luna y Paramillo del Quindío; quebrada el Agrado, cerros El Águila, de Piloinos y Chispas; la laguna La Cubierta. Constituye este sector el de la laguna El Otún y el Paramillo del Quindío, hasta el cerro El Águila.
- Sector de Estrella de Agua: Con base en la Cabaña de Apoyo Estrella de Agua. Localizado desde el cerro El Águila, cañón de la quebrada Cárdenas, estribaciones de los Arenales del Quindío, cañón de Amarguras, cuenca alta del río Quindío, cerro de la Virgen; los valles de Romerales, los humedales del Quindío; sector de la quebrada La Coca, hasta el cerro La Torre. Constituye este sector el del cerro El Águila, estribaciones del Paramillo del Quindío, cañón Las Amarguras y parte alta de la cuenca del río Quindío.

Tabla 50. Zonificación PNN Los Nevados.

Zona	Objetivos y Normas
Zona Intangible	Objetivo General: preservar el medio natural a perpetuidad, utilizándolo solo con fines científicos no manipulativos y actividades de protección. Normas: las únicas actividades permitidas son las relacionadas con la protección absoluta e investigaciones. Deberán eliminarse los vestigios de ocupación humana contemporánea, así como las poblaciones de especies de flora y fauna exóticas. No permitirá la construcción de ningún tipo de infraestructura a excepción de senderos necesarios para la protección y el trabajo científico. Los estudios científicos se limitaran en lo posible a aquellos que se relacionen con la observación.
Zona Primitiva - Intangible	Objetivo General: preservar el ambiente natural y a la vez facilitar la realización de estudios científicos y de educación ambiental. Normas: no se permitirá la utilización de ningún tipo de vehículo exceptuando la carretera ya existente. Las investigaciones científicas serán permitidas mediante autorización específica siempre y cuando no causen alteración significativa de los recursos. Solo se permitirá el acceso de visitantes bajo condiciones restringidas con fines educativos y científicos.

Zona	Objetivos y Normas
Zona de Recuperación Natural	Objetivo General: detener la degradación de los recursos y fortalecer la recuperación natural del área. Normas: todo el ganado existente deberá ser retirado de la zona. Restricción de personal ajeno al Parque. Todos los predios de particulares deben adquirirse por parte del gobierno nacional con sujeción a prioridades. Serán permitidas las obras menores con el objeto de detener la degradación y colaborar con la recuperación de la naturaleza original. Se impedirá las prácticas nocivas con el medio. El usos que actualmente están haciendo los poseedores de predios dentro del Parque deberá limitarse al mínimo posible.
Zona de Recreación General Exterior	Objetivo General: proporcionar acceso, oportunidades y facilidades a los visitantes con fines educativos y recreativos, compatibilidad tal que, puede armonizar lo anterior con el más bajo impacto posible a los recursos naturales de esta zona. Normas: el uso de vehículo se permitirá solo en las vías señaladas para ello. No se permitirá el ingreso de motocicletas. Las bicicletas se podrán usar en las vías indicadas. Los senderos se deberán construir en armonía con los paisajes, su anchura máxima será de 1.50 m se permitirá la instalación de señales y letreros interpretativos, así como miradores e instalaciones rústicas como refugio provisional, mesas y bancas para meriendas y eventualmente pequeñas zonas de acampar.
Zona de Alta Densidad de Uso	Objetivo general: disponer de oportunidades para el uso apropiado del Parque por parte de los visitantes sin que vulnere los valores naturales y culturales del mismo, procurando que a la vez que se recreen, se aumente el entendimiento y la concientización acerca de la conservación del medio ambiente reinante en el Parque. Normas: planos y diseños de las construcciones deben ser elaborados preferiblemente por Arquitectos paisajistas, avalados por la PNNC, y deben obedecer al patrón arquitectónico que identifique la personalidad el Parque. Las actividades recreativas estarán restringidas a observación, giras a pie, uso de áreas de merienda y de acampar, toma de fotografías, pesca deportiva reglamentada y baño en piscina de los Termales del Rancho. Las actividades comerciales se reducirán al acceso de vehículos motorizados hasta donde se señale, expendio de comidas y refrigerios en los lugares que se indiquen, pernoctadas en el Chalet de Arenales, expendio de publicaciones educativas, material divulgativo y souvenirs. Las actividades de interpretación- educación se realizarán preferencialmente a través de centros de visitantes, senderos interpretados, guías escritas, miradores, exhibiciones al aire libre y giras guiadas. De ninguna manera se permitirá la disposición de residuos o basuras en botaderos abiertos, o de aguas servidas en ríos, quebradas, lagunas, turberas, pantanos o cualquier corriente o depósito de agua. Las zonas en esta categoría serán reguladas de acuerdo a la capacidad de carga establecida.

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en el Plan de Manejo PNN Nevados.

- Sector Dulima: Con base en la cabaña Dulima. Localizado desde el cerro La Torre, cuenca del río Combeima, nevado del Tolima, lomas de Termales y Boquerón de Mesetas; valles del Placer, río Totare, laguna del Encanto; parte alta de la cuenca del río Toche, laguna del Cambio, alto del Boquerón, hasta la quebrada Las Perlas. Constituyen este sector el cerro La Torre, estribaciones del nevado del Tolima, las partes altas de las quebradas Totare, Toche, San Romualdo, Las Perlas y la cuenca del río Combeima.

Los aspectos de legitimidad y gobernabilidad caracterizan por una débil identidad de la comunidad regional sobre la importancia ambiental del parque, demostrándose en el poco conocimiento que tienen los habitantes sobre la importancia que tiene el área en el desarrollo de la región. Es una gobernabilidad parcial y está restringida a un 30%, pues en algunos sectores de este no se hace presencia por motivos de orden público, la tenencia de los predios y la baja operatividad del parque, dificultando la administración de algunos sectores, especialmente en el departamento del Tolima. Otra causa de la baja gobernabilidad, es la administración y manejo de los recursos de cooperación internacional, que dificulta la contratación de personal necesario para la presencia institucional del parque. Por otro lado, se observa que se ha venido ganando legitimidad con los campesinos que viven alrededor (Parque Nacional Natural Los Nevados, 2006).

La administración y manejo del área de la cuenca mayor del río Coello en la jurisdicción del Sistema de Parques Nacionales Naturales presente en la cuenca corresponde al “Parque Nacional Natural Los Nevados”. Esta área tiene una extensión de 4.946.06 hectáreas y corresponde al 2.68% de área de la cuenca mayor (Corporación Autónoma del Tolima-CORPOICA).

En cuanto área de la cuenca correspondiente a la Zona Amortiguadora²¹ del PNN Nevados “posee un área de 14853,50 hectáreas que corresponden al 8,06% del área de la cuenca mayor del río Coello, y se encuentra distribuida en áreas de conservación, áreas para la recuperación, áreas para la producción, áreas para la preservación, áreas de reserva; así mismo existen áreas de gran interés para el abastecimiento hídrico rural representada en 11.102,31 hectáreas que equivalen a un 6.03% del total de la cuenca”. En esta zona existe una creciente presión como consecuencia del aumento de los núcleos poblacionales y por la expansión de la frontera agropecuaria, ocasionando la desaparición de relictos boscosos. Los principales limitantes que se tienen en esta zona son la ausencia y falta de alternativas de sostenibilidad para impedir el crecimiento y expansión de la frontera agropecuaria; la carencia de recursos económicos para adquirir predios y realizar una adecuada administración de los ejidos municipales y/o estatales; falta de investigación e inventario de los recursos naturales (Corporación Autónoma del Tolima-CORPOICA).

Dentro de las áreas correspondientes a la Zonificación Ambiental y Económica en la cuales se divide la cuenca mayor río Coello, dos hacen parte o que tienen relación directamente con en el área del complejo de páramos Los Nevados, las cuales son: el área para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial y las áreas para la conservación de la biodiversidad, que corresponden a la categoría de Áreas de Especial Significancia Ambiental.

Las áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial Son zonas que vienen abasteciendo de agua a los acueductos las cabeceras municipales y centros poblados, así como a los numerosos acueductos verdales. Estas áreas presentan un problema por el aumento de la presión sobre el recurso hídrico, pues cada vez más se requiere agua en mayores cantidades y calidades, características que van en descenso en los caudales, obligando a las comunidades urbanas y rurales a identificar nuevas fuentes de abastecimiento, generando altos costos económicos para su captación y conducción y problemas de salud.

En cuanto a las áreas para la conservación de la biodiversidad se definen como aquellas áreas y corredores presentan una riqueza faunística y florística bastante grande y requieren ser protegidos para garantizar la movilidad de especies y la comunicación de parches con fines de conservación.

²¹ Las zonas amortiguadoras son definidas en el POMCA Coello como “áreas aledañas a un área del sistema nacional de áreas protegidas (SINAP), susceptibles a la intervención del hombre donde pueden o no asistir asentamientos, que debe involucrar un manejo integral sostenible de los sistemas sociales, culturales, económicos y ambientales, cumpliendo las funciones de protección, conservación y rehabilitación de los recursos existente en la zona protegida.

La ampliación de la frontera agrícola, así como la presión sobre zonas boscosas genera una alta presión sobre la biodiversidad faunística y florística del área. Esto como consecuencia de la falta de identidad y valoración real de la biodiversidad presente en la cuenca por las comunidades presentes en la zona, sumado al establecimiento de cultivos de pancoger para satisfacer las necesidades de los campesinos. Adicionalmente las tareas de protección, seguimiento y monitoreo se ven truncadas por los problemas de orden público o seguridad en la zona. De esta área hace parte el ecosistema de páramo presente en la Cuenca cubre un área aproximada de 11.394,29 hectáreas y representa aproximadamente el 6,18% del área total de la cuenca mayor del río Coello y se distribuye en los municipios de Ibagué y Cajamarca (Corporación Autónoma del Tolima-CORPOICA).

15. ANÁLISIS DE REDES SOCIALES E INSTITUCIONALES

En este capítulo se analizará la configuración de la institucionalidad ambiental, junto con la normatividad en materia ambiental, señalando las funciones de cada institución y los avances que ha adelantado cada una de éstas en materia de gestión de los páramos y de conservación ambiental.

En la región que comprende el complejo de páramos Los Nevados, las juntas de acción comunal son los principales espacios comunitarios y de organización, lo cuales son entes primarios de consulta, con quienes se realiza la gestión y la concertación para llevar a cabo los distintos programas. En cuanto al PNN Los Nevados, el 50% de las veredas tienen cierto nivel de organización comunitaria como las juntas de acción comunal y/o asociaciones de padres de familia; los campesinos tienen cierta tendencia de migración, especialmente por parte de ancianos y jóvenes en busca de las cabeceras municipales (Parque Nacional Natural Los Nevados, 2006).

En la zona que comprende el área protegida del parque y su zona de amortiguación se identificaron actores imprescindibles, importantes de alta prioridad, importantes y de apoyo. Fueron identificados 217 actores, que fueron divididos en 19 categorías, donde el 17% corresponde a comunidad científica, 23% entidades con competencias territoriales, 15 entidades sin competencias territoriales, el 1% son pobladores, el 21% sabedores y el 23% son usuarios (Parque Nacional Natural Los Nevados, 2006).

Los actores imprescindibles son definidos en el Plan de Manejo del PNN Nevados (2006) como aquellos que tienen competencias específicas en la regulación y/o el uso de los recursos naturales al interior del área, adquiriendo a su vez derechos especiales, obligándolos a su participación en la planificación o manejo de la misma; dentro de esta clasificación se identificaron los siguientes actores: la vereda El Bosque en el municipio de Pereira, el predio el Palmar y termales El Rancho en el municipio de Ibagué y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales.

Los actores importantes de alta prioridad, que son aquellos actores que tienen una alta importancia por su relación con el parque y la zona amortiguadora, se identifican en la Tabla 51.

Tabla 51. Actores importantes PNN Nevados.

Actores Importantes de Alta Prioridad
Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER
Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya, Pereira
Sistema Municipal de Áreas Protegidas. SIMAP, Santa Rosa
Alcaldía Santa Rosa
Alcaldía Pereira
Coordinación Sistema Regional de Áreas Protegidas. SIRAP, Pereira
IGAC
Proyecto Ibanasca
Parque Las Hermosas
Corporación Autónoma del Tolima CORTOLIMA
Alcaldía de Murillo
Alcaldía de Ibagué
Alcaldía de Santa Isabel
Alcaldía de Herveo
Alcaldía de Villahermosa
Alcaldía de Casabianca
Alcaldía de Anzoátegui
Corporación Autónoma del Quindío CRQ
Alcaldía de Salento
Sistema Departamental de Áreas Protegidas SIDAP
Alcaldía de Villamaría
INGEOMINAS
Corporación Autónoma Regional del Caldas CORPOCALDAS

Fuente: Plan de Manejo PNN Nevados.

En la Tabla 52 se resaltan los actores importantes para la planificación y el manejo del área que señala el Plan de Manejo del PNN Los Nevados .

Tabla 52. Actores importantes de alta prioridad.

Actores Importantes de Alta Prioridad	
Vereda Potreros Santa Rosa	ASOCOMBEIMA
Vereda San Ramón. Santa Rosa	ASOCOELLO
Vereda la Paloma. Santa Rosa	ASOLAGUNILLA
Corregimiento La Florida. Pereira	ASOLAYUCA
Empresa de acueducto Aguas y Aguas. Pereira	ASOTOTARE
Unidad Municipal de Asistencia Técnica. UMATA. Santa Rosa	Productor orgánico. Murillo
Parque Nacional Natural. Tamatá. Santuario	Coleg./Llanitos y Villa Restrepo
Comité Ambiental Santa Rosa	Escuelas Agroec. Chapetón
Gobernación del Risaralda	Vereda Cocora. Salento
Consejo Municipal de Pereira	Vereda Nabarco. salento
Consejo Municipal de Santa Rosa	Vereda Toche. Salento
Comité Regional de Emergencias. Pereira y Santa Rosa	Predio Aquilino. Salento
JAC Correg. Juntas. Ibagué	Acueducto de Salento
JAC Vereda Pastales. Ibagué	Acueducto de Armenia
Finca El Silencio. Ibagué	Empresa de Acueducto del Quindío. Empoquín. Armenia
Vereda El Bosque (Murillo)	ORQUIDEA. Armenia
Vereda Alto Toche. Ibagué	Fundación Herencia Verde. Salento
Vereda Las Letras. Herveo	Asociación de Desarrollo Comunitario ⁹ del Quindío. Adecoquin. Armenia
Vereda Mozul. Murillo	Fundación Las Mellizas. Armenia
IBAL. Ibagué	Asociación Ambientalista Cedro Negro. Salento
Acueducto Anzoátegui	Red Reservas de la Sociedad Civil. Armenia
Acueducto Villahermosa	Gobernación Quindío
Acueducto de Santa Isabel	Concejo Municipal de Salento
Acueducto Murillo	Vereda Potosí. Villamaría
Acueducto Casabianca	Vereda Papayal. Villamaría
Acueducto de Herveo	Vereda Zulía. Villamaría
EMPOLIBANO	Vereda La Guayana. Villamaría
Federación de ONG del Tolima	Vereda La Cueva. Villamaría
HUMBOLD	Vereda El Pindo. Villamaría
ASORECIO	Aquamaná. Villamaría
Empresa de Acueducto de Caldas. Empocaldas. Manizales	Aguas de Manizales. Manizales
Asdeguías. Asociación de guías de Caldas	Reserva Río Claro. Manizales
Guardaparques comunitarios	Alcaldía de Manizales
Alcaldía de Neira	Gobernación de Caldas
Tres (3) consejos municipales	COLPAD
Escuela ASPAR	Soc. Caldense de Ornitología

Fuente: Plan de Manejo PNN Los Nevados.

Finalmente, el plan en lista unos actores que se encuentran en un nivel de relación de apoyo, de los cuales se han destacado los siguientes:

Tabla 53. Actores de apoyo PNN Los Nevados.

Actores de Apoyo
Contraloría Departamental
Procuraduría Departamental
CORCUENCAS
Fiscalía CTI
INCODER
Cruz Roja
UMATA SALENTO
Defensa Civil
Universidad de Caldas

Fuente: Plan de Manejo PNN Los Nevados.

En el Plan de Manejo (2006), los actores fueron analizados de acuerdo al ajuste del Plan y en cuanto a la priorización de actores para tal fin. Dentro de este análisis, se destacaron los siguientes componentes relacionados con el área de influencia de CORTOLIMA:

- En cuanto a la variable tipo de actor, los que tienen competencias territoriales por la importancia en la toma de decisiones sobre el parque son los 11 municipios como ente territorial, los organismos de control fiscal, los organismos de seguridad, organismos de emergencias, organismos ambientales y organismos de orden nacional. Las gobernaciones de los respectivos departamentos. En total son ocho (8) en Risaralda, nueve (9) en Caldas, nueve (9) en Quindío y 16 en el Tolima.
- En la categoría de usuario por su relación directa con los objetivos de conservación se encuentran las empresas de acueducto municipal y las empresas de turismo.
- En cuanto a la variable de Ámbito de Gestión, coincide la mayoría de los actores de los entes territoriales municipales y autoridades ambientales, principalmente en la categoría de parque. La categoría SIRAP solo corresponde a los SIDAP de Caldas, Tolima y Quindío donde el parque ha apoyado la gestión y también corresponde a los dos municipios de Murillo y Santa Rosa.
- La variable sobre responsabilidades de los actores, identificó diversas categorías, las relacionadas con planeación y ordenamiento territorial en responsabilidad de las alcaldías, concejos municipales y gobernaciones. La administración y ordenamiento ambiental en responsabilidad de los organismos competentes tales como PNNC, las CAR y las secretarías de Planeación Municipal y Departamental. Otras como las ONG's y las comunidades.
- En la variable de Nivel de Relación del Actor con el área protegida, se identificó en los cuatro (4) departamentos los siguientes niveles: en el Tolima, los municipios de Ibagué y Murillo son los entes territoriales con mayor nivel cercano al área protegida. En ambos municipios hay cercanías con CORCUENCAS, CORTOLIMA, El HUMBOLT, las asociaciones de distrito de riego, las organizaciones ambientalistas y las comunidades de la zona amortiguadora.
- En la variable Características de la Relación, el departamento del Tolima se presenta en cinco de las siete alcaldías de los municipios que tienen jurisdicción en el área, Ibagué y

Santa Isabel aparecen como indiferentes, al igual que todas las empresas de acueducto municipal, las asociaciones de distritos de riego diferentes a ASOCOMBEIMA y ASORECIO, y las comunidades que no se benefician directamente del Plan de Manejo.

- En la variable Capacidad de Autor para Incidir en el Área, en general se presenta en los cuatro departamentos las autoridades ambientales como PNNC son las que tienen una alta capacidad de incidencia.
- La variable que solicita determinar los actores indispensables para el manejo del área presenta que en los cuatro departamentos corresponden a las autoridades públicas locales y regionales tales como alcaldías, gobernación, Corporaciones Autónomas, la PNNC y las que son integrantes del SIRAP. Las comunidades se incluyen como indispensables cuando son muy aledañas al Parque o son de alta incidencia como Juntas en Ibagué, Cocora y Toche en Salento, etc.
- Respecto a la variable que solicita los procesos sociales que desarrollan los actores indispensables de la variable anterior, igualmente se presentan en procesos relacionados con la conformación y fortalecimiento del SIRAP, desde ámbitos locales o regionales. Esto aplica para Parques, PNNC, CAR y organismos de control. Para las comunidades los procesos sociales son inherentes a la conservación de la zona amortiguadora y para las alcaldías y gobernaciones la participación en las mesas de concertación y consejos consultivos del Plan de Manejo.

Por otro lado, cabe destacar a los actores e instituciones que están vinculadas con los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas - POMCA, cuyo papel en el manejo y conservación del ecosistema de pasmo es fundamental, pues por medio de estos instrumentos se puede regular la presión que existe sobre los páramos y las fuentes hídricas por el aumento de la demanda del recurso hídrico y como consecuencia de la deforestación y la contaminación, producto de la ampliación de la frontera agropecuaria y de la creciente urbanización.

En primer término, la elaboración de los POMCAS exige la instauración de los Consejos de Cuenca, que en el Capítulo V, del Decreto 1640 del 2012, los define como “la instancia consultiva y representativa de todos los actores que viven y desarrollan actividades dentro de la cuenca hidrográfica” Éstos se establecen para dar cumplimiento al sexto objetivo de la Política Nacional Para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, que consiste en consolidar y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico. Según el Decreto citado, los Consejos de Cuenca están conformados por representantes de las personas naturales, jurídicas públicas y privadas asentadas en la cuenca objeto de ordenación, relacionados a continuación:

1. Comunidades Indígenas tradicionalmente asentadas en la cuenca.
2. Comunidades negras asentadas en la cuenca hidrográfica que hayan venido ocupando tierras baldías en zonas rurales ribereñas de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción y hayan conformado su consejo comunitario de conformidad dispuesto en la Ley 70 de 1993.
3. Organizaciones que asocien o agremien campesinos.
4. Organizaciones que asocien o agremien sectores productivos.
5. Personas prestadores de servicios de acueducto y alcantarillado.
6. Organizaciones no gubernamentales cuyo objeto exclusivo sea la protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables.
7. Las Juntas de Acción Comunal.
8. Instituciones de educación superior.
9. Municipios con jurisdicción en la cuenca.
10. Departamentos con jurisdicción en la cuenca.
11. Los demás, que resulten del análisis de actores.

Adicionalmente, se establece un Consejo Regional Ambiental de la Macro Cuenca, que se instituye para asegurar la participación en la formulación y seguimiento de los respectivos planes, además de recolectar la información sobre el estado de la base natural y de las actividades socioeconómicas presentes en las zonas, y promover acuerdos institucionales e intersectoriales y acciones estratégicas sobre el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, entre otras funciones.

Los Comités Municipales y Departamentales de Educación Ambiental son espacios de participación que, aunque no están pensados para la ordenación del territorio, sí pueden apoyarla y alimentarse de ella al mismo tiempo. Adicionalmente, el Decreto crea otras dos instancias de participación: las mesas de trabajo para los planes de manejo de micro cuencas y acuíferos, y los consejos ambientales regionales de la macro cuenca, para las macro cuencas objeto de planes estratégicos (Corporación Autónoma del Tolima. CORTOLIMA).

Las instituciones y actores que hacen presencia en las Cuencas Mayores se destacan en la Tabla 54.

Tabla 54. Actores cuencas mayores.

Tipo de actor	Actor	Descripción
Actores de Cooperación Internacional	La Embajada de Holanda - Países Bajos (en el caso de la cuenca Gualí)	Es un organismo internacional de cooperación técnica financiera con la cual se realiza el proyecto piloto, ordenando nuestra cuenca, una alianza alrededor del recurso hídrico.
Actores Institucionales del Orden Nacional	Ministerio del Medio Ambiente y de Desarrollo Sostenible MADS	El MADS es un ente público, organismo rector a nivel nacional. Su propósito es dar los lineamientos para el uso sostenible de los recursos relacionados al agua. Promover el manejo integrado de las cuencas hidrográficas a través de la creación de un comité interinstitucional nacional. Supervisa el tipo de uso del agua por parte de los diferentes actores que se encuentren asentados en las zonas alta, media y baja de la cuenca del río Gualí.
	Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales IDEAM	Suministrar los conocimientos, los datos y la información ambiental que requieren el Ministerio del Medio Ambiente y demás entidades del Sistema Nacional Ambiental SINA. Realizar el levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país. Establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de la planificación y el ordenamiento ambiental del territorio. Obtener, almacenar, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información básica sobre hidrología, hidrogeología, meteorología, geografía básica sobre aspectos biofísicos, geomorfología, suelos y cobertura vegetal para el manejo y aprovechamiento de los recursos biofísicos de la Nación, en especial las que en estos aspectos, con anterioridad a la Ley 99 de 1993 venían desempeñando el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT-; el Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química - Ingeominas-; y la Subdirección de Geografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC.

Tipo de actor	Actor	Descripción
Actores Institucionales del Orden Nacional	Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible ASOCARS	Es una entidad privada que agrupa las Corporaciones Autónomas regionales en el país, dotada jurídica, técnica y financieramente de facultades para realizar convenios, agenciar proyectos de desarrollo y apoyar la fase de preparación de los mismos. Su actividad, además de ser gestora de la Ordenación de la cuenca del río Gualí, se concreta en todo el territorio nacional a través de programas estratégicos centrados en la representación legislativa e institucional privada y pública. Su posicionamiento institucional está enfocado en la formulación e implementación de una estrategia de reconocimiento de la gestión regional adelantada por las CAR, a partir del diagnóstico de la percepción institucional de las asociadas frente a los grupos de interés para la gestión ambiental.
Actores Institucionales del Orden Departamental	Secretaria de Ambiente y Gestión del Riesgo	Su misión se centra en actuar proactivamente en la prevención de desastres, desarrollar una cultura ambiental y de prevención de riesgos en la comunidad departamental. Generar y dirigir mecanismos de coordinación y acción que permitan una atención integral y oportuna de la población afectada por los desastres, apoyar oportuna y adecuadamente a los 47 municipios del departamento del Tolima en la prevención, atención y recuperación de los distintos eventos naturales, antrópicos o tecnológicos que superen la capacidad técnica, operativa o financiera de las localidades.
	Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Tolima	Orienta las fuerzas productivas hacia la transformación de insumos y explotación racional de los recursos agropecuarios y su adecuada comercialización, orientando, cofinanciando y coordinando su desarrollo en concordancia con los programas y proyectos previstos por el Plan de Desarrollo, mediante la coordinación institucional. Así mismo vela por el desarrollo sostenible del departamento y la implementación de políticas medio ambientales con criterios de sostenibilidad y equidad. Promueve la creación, desarrollo y fortalecimiento de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica UMATA.
	Empresa de Aguas del Tolima EDAT	La EDAT es una empresa pública adscrita a la Gobernación del Tolima, que promueve un plan sectorial a nivel territorial, coordinado por los departamentos, y estructurado para implementar proyectos integrales de inversión regional y municipal sostenibles, que mejoren cobertura, calidad, continuidad, crecimiento y viabilidad empresarial de los servicios.

Tipo de actor	Actor	Descripción
Actores del Orden Local	Alcaldías	Las alcaldías que hacen la administración pública, canalizan recursos gestionan y desarrollan proyectos encaminados a la sostenibilidad ambiental.
	Centros de Educación Superior	Las Instituciones de Educación Superior (IES) “Son las entidades que cuentan, con arreglo a las normas legales, con el reconocimiento oficial como prestadoras del servicio público de la educación superior en el territorio colombiano”.
	Personerías Municipales	Entidades encargadas de ejercer el control administrativo en el municipio y cuentan con autonomía presupuestal y administrativa.

Fuente: POMCA Gualí.

Con relación a la cuenca del río Gualí, la gobernación del Tolima, por medio de su Secretaría de Desarrollo Agropecuario ha desarrollado programas de asistencia técnica en cultivos de café, cacao, fríjol, pesca y ganadería, entre otros, pero cuenta con una capacidad baja de limitar el plan.

Por otro lado, en relación con la institucionalidad, y con los actores presentes en la cuenca del río Gualí, en el POMCA se destacan como lo muestra la Tabla 55 varios problemas.

Tabla 55. Problemas cuenca Gualí.

Problema	Descripción
Baja presencia institucional en el seguimiento y control	Los habitantes de la cuenca ven con preocupación la falta de sensibilidad y atención que muestran los entes gubernamentales o autoridades responsables ante las instituciones.
Desarticulación de las instituciones con la comunidad para lograr el desarrollo sostenible de la cuenca	Las comunidades identificaron el bajo nivel de gestión de las organizaciones que los representan y la baja articulación entre los actores sociales e institucionales de la cuenca que no han permitido desarrollar procesos de gestión eficientes para la solución de los conflictos presentes.
Falta de continuidad de las organizaciones sociales (compromiso trabajo en equipo liderazgo).	En los municipios de la cuenca, en especial en los de la parte alta, se constituyen asociaciones generalmente cuando hay un beneficio económico que lo requiere, reciben los aportes y luego pierden interés y no perduran en el tiempo, por lo tanto desaparecen, sumado a que las organizaciones comunitarias presentes en la cuenca no se trabaja sobre principios de comunicación y cooperación, lo que se ve reflejado en la falta de cohesión de dichas organizaciones en la búsqueda de soluciones a sus necesidades.
Poca gestión (desconocimiento-participación) comunitaria para gestionar recursos	Las comunidades no tienen la capacitación requerida para ser competitivos y gestionar antes las instituciones, debido a la falta de una construcción colectiva, que permita desarrollar procesos de gestión para alcanzar objetivos en beneficio de la comunidad que les generen recursos para invertir en la región.
Falta de voluntad política en los procesos ambientales y sociales	La falta de apoyo y compromiso por parte de los actores políticos de la cuenca influyen en la poca ejecución de proyectos ambientales para la consecución de objetivos para el desarrollo sostenible de la región.

Fuente: POMCA Gualí.

Se puede ver que uno de los principales problemas que presenta el complejo de páramos Los Nevados es la poca presencia institucional en toda la zona que abarca, como consecuencia, por un lado de la falta de recursos para invertir en recursos humanos, y por causa del orden público, por el otro. También cabe anotar que la baja capacidad institucional para frenar y enfrentar las presiones que hay sobre los ecosistemas y, en particular, sobre la oferta hídrica, pone en una situación de gran vulnerabilidad al páramo, poniendo en riesgo el suministro de los servicios ecosistémicos que este entorno ofrece, incluyendo el agua.

Por otro lado, muchos de los actores sociales presentes en la zona no poseen conocimiento ni cultura ambiental, lo cual implica que el uso que hacen de los recursos va en detrimento de las condiciones medioambientales de la región. La constante ampliación de la frontera agropecuaria, el aumento en el uso de agroquímicos, las prácticas como la quema y la rocería afectan significativamente el entorno ambiental y paisajístico de la región.

15.1 Análisis de la configuración actual de la institucionalidad ambiental a diferentes escalas en torno a la gestión del páramo

Es importante señalar unas características de la región que son mencionadas en el Plan de Manejo del PNN los Nevados (2006), en donde caracterizan por su escaso dinamismo y su baja competitividad económica e insostenibilidad ambiental, por un escaso crecimiento de la productividad, la poca modernización del aparato productivo, un precario desarrollo empresarial, presencia de actividades ilegales producto del narcotráfico, generando conflictos y violencia, alta informalidad económica, deficiente promoción de la investigación y desarrollo tecnológico, inadecuado uso, aprovechamiento y promoción de los recursos naturales, elevada tasa de desempleo y subempleo e insuficiente prioridad dentro de la agenda pública y social para el desarrollo de acciones tendientes a la conservación de la biodiversidad.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT

A nivel nacional el MAVDT es la máxima autoridad en materia de gestión del medio ambiente. De acuerdo con el artículo 5 de la Ley 99 de 1993, algunas de las funciones del MAVDT, son:

(...) 1. Formular la política nacional en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y establecer las reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del medio ambiente;

2. Regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural (...)

19. Administrar las áreas que integran el Sistema de Parques Nacionales Naturales, Velar por la protección del patrimonio natural y la diversidad biótica de la Nación, así como por la conservación de las áreas de especial importancia ecosistémica; (...)

Alcaldías, Policía Nacional y Autoridades Ambientales

Competencias y funciones de las autoridades ambientales, alcaldes municipales y autoridades de policía.

Tabla 56. Competencias funcionales.

Institución	Competencias Funcionales
Alcaldías	Constitución Política
	1. Art. 315 CP. Son atribuciones del alcalde:
	Cumplir y hacer cumplir la Constitución, la ley, los decretos del Gobierno, Las Ordenanzas y los acuerdos del Concejo.
	2. Conservar el orden público en el municipio, de conformidad con la ley y las instrucciones y órdenes que reciba del Presidente de la República y del gobernador. El alcalde es la primera autoridad de policía del municipio. La Policía Nacional cumplirá con prontitud y diligencia las órdenes que imparta el alcalde por conducto del respectivo comandante (...)
	Leyes de la República
	Art. 91 Ley 136 de 1994. Funciones de los alcaldes: Parágrafo 1 Literal D numeral 18 (...) Velar por el desarrollo sostenible en concurrencia con las entidades territoriales que determine la ley.
Autoridades de Policía	Art. 65 Ley 99 de 1993. Funciones de los Municipios, de los Distritos y del Distrito Capital de Santa Fé de Bogotá: 2. Dictar con sujeción a las disposiciones legales reglamentarias superiores, las normas necesarias para el control, la preservación y la defensa del patrimonio ecológico del municipio; 6. Ejercer, a través del alcalde como primera autoridad de policía (funciones de Control y vigilancia del medio ambiente y los recursos naturales renovables, con el fin de velar por el cumplimiento de los deberes del Estado y de los particulares en materia ambiental y de proteger el derecho constitucional a un ambiente sano; (...)
	Código Nacional de Policía (Decreto 1355 de 1970)
Autoridades Ambientales: Corporaciones Autónomas Regionales - CARS	Art. 1: La Policía está instituida para proteger a los habitantes del territorio colombiano en su libertad y en sus derechos que de esta se derivan, por los medios y con los límites estatuidos en la Constitución Nacional, en la ley, en las convenciones y tratados internacionales, en el reglamento de Policía y en los principios universales del derecho. Art. 2: A la Policía compete la conservación del orden público interno. El orden público que protege la Policía resulta de la prevención y la eliminación de las perturbaciones de la seguridad, de la tranquilidad, de la salubridad y la moralidad públicas. A la Policía no le corresponde remover la causa de la perturbación (...)
	Art. 31, Ley 99 de 1993. Funciones de las CARS: (...) 2. Ejercer función de máxima autoridad ambiental. 12. ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables. 17. imponer y ejecutar, a prevención y sin perjuicio de las competencias atribuidas por la ley a otras autoridades, las medidas de policía y las sanciones previstas en la ley (...)
Atribuciones de policía	Art. 83 Ley 99 de 1993 (...) El MMA y las CARS, además de los departamentos, municipios y distritos con régimen constitucional especial, quedan investidos, a prevención de las demás autoridades competentes de funciones policivas (...).

Fuente: Elaboración propia a partir de información recolectada del informe “Situación de los páramos en Colombia Frente a la Actividad Antrópica y el Cambio Climático” (Procuraduría General de la Nación, 2008).

Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA y Parques Nacionales Naturales

El Plan de Gestión Ambiental Regional-PGAR 2012-2015 basa sus objetivos y líneas estratégicas en: las Políticas Ambientales Nacionales, el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, la Visión Colombia II Centenario 2019 y los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Sus instrumentos de planeación estratégica regional están enmarcados por: la Visión Tolima 2025, el Plan Regional de Competitividad, el Plan de Desarrollo Departamental y los Planes de Desarrollo Municipales. El Plan de Gestión Ambiental Regional 2013-2023, el cual está conformado por 7 líneas estratégicas que constituyen el marco de gestión del Plan de Acción 2012-2015: (CORTOLIMA, 2012).

- Línea estratégica No 1: Gestión Integral del Recurso Hídrico.
- Línea estratégica No 2: Protección, Conservación y uso sostenible de la Biodiversidad, ecosistemas estratégicos y áreas protegidas.
- Línea estratégica No 3: Gestión del Riesgo y de una estrategia regional para la mitigación y adaptación al Cambio Climático.
- Línea estratégica No 4: Promoción de un Desarrollo Sectorial Sostenible.
- Línea Estratégica No 5: Ordenamiento Ambiental Urbano y Regional.
- Línea estratégica No 6: Consolidación de una Cultura Ambiental Comprometida.
- Línea estratégica No 7: Gestión Institucional Transparente, Eficiente y de Calidad.

En el Plan de Acción de CORTOLIMA 2012-2015 (2012) se identifican las principales políticas que se tuvieron en cuenta para la determinación de las Líneas Estratégicas para la gestión ambiental regional. La Tabla 57 presenta las políticas y estrategias ambientales:

Tabla 57. Políticas y estrategias ambientales.

Tema	Política
General	· PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2010-2014 "Prosperidad para Todos". · VISION COLOMBIA II CENTENARIO 2019 Estrategia "Asegurar una Estrategia de Desarrollo Sostenible. · CONPES 140 de 2011 "MODIFICACION A CONPES SOCIA 91 DE 14 DE JULIO DE 2005: "METAS Y ESTRATEGIAS DE COLOMBIA PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO-2015".
Agua	· POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. · LINEAMIENTOS POLITICA PARA EL MANEJO INTEGRAL DEL AGUA (1996). Considerar los avances en la formulación de la Política Hídrica 2009. · ESTRATEGIA NACIONAL DEL AGUA, (1996). · DOCUMENTOS CONPES 3463. PLANES DEPARTAMENTALES DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA EL MANEJO EMPRESARIAL DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO. · PROGRAMA DE SANEAMIENTO PARA VERTIMIENTOS. · PROGRAMA DE LAVADO DE MANOS. · PLAN DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA.
Bosques	- POLITICA DE BOSQUES DOCUMENTO CONPES 2834/96. · PLAN NACIONAL DE DESARROLLO FORESTAL, 2000. (Está en proceso de actualización) · PLAN ESTRATEGICO PARA LA RESTAURACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LOS BOSQUES EN COLOMBIA PLAN VERDE.

Tema	Política
Suelo	·PLAN DE ACCIÓN NACIONAL DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN Y LA SEQUÍA EN COLOMBIA -2004. ·ADECUACION DEL COMPONENTE AMBIENTAL DEL SISTEMA DE MEDIDAS SANITARIAS Y FITOSANITARIAS-MSF.
Ecosistemas y Biodiversidad Diversidad de Ecosistemas Diversidad de Especies - Poblaciones, genéticas	·CONPES 3697 DE JUNIO DE 2011 “POLÍTICA PARA EL DESARROLLO COMERCIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA A PARTIR DE USO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD”. · POLITICA DE BIODIVERSIDAD (Está en proceso la expedición por el MAVDT, la Política Nacional para la Gestión Integral de La Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, 2011. · POLITICA NACIONAL DE ORDENAMIENTO INTEGRADO Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LOS ESPACIOS OCEANICOS Y LAS ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA. · LINEAMIENTOS DE POLÍTICA PARA HUMEDALES INTERIORES EN COLOMBIA. · PROGRAMA PARA EL MANEJO SOSTENIBLE Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS DE LA ALTA MONTAÑA COLOMBIANA-2002. · POLITICA DE BOSQUES DOCUMENTO CONPES 2834/96. · PLAN NACIONAL DE DESARROLLO FORESTAL. · PLAN ESTRATEGICO PARA LA RESTAURACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LOS BOSQUES - EN COLOMBIA PLAN VERDE. · PROGRAMA NACIONAL PARA LA CONSERVACION DE LOS MANGLARES. · POLITICA NACIONAL PARA LA GESTION EN FAUNA SILVESTRE. ·ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA PREVENCION Y CONTROL AL TRÁFICO ILEGAL DE ESPECIES SILVESTRES. · PLAN NACIONAL PARA LA CONSERVACION Y PROTECCION DE LAS ESPECIES MIGRATORIAS Y SUS HABITATS EN EL TERRITORIO COLOMBIANO. · PLAN NACIONAL PARA LA PREVENCION, MANEJO Y CONTROL DE LAS ESPECIES EXOTICAS INVASORAS Y/O TRASPLANTADAS EN EL TERRITORIO NACIONAL. · PROGRAMAS NACIONALES PARA LA CONSERVACION DE LAS ESPECIES AMENAZADAS DE EXTINCION (CONDOR ANDINO, OSO ANDINO, TORTUGAS MARINAS Y CONTINENTALES, GENERO TAPIRUS, FELINOS COLOMBIANOS, MANATI, CAIMAN. ·PLAN NACIONAL PARA EL USO SOSTENIBLE DE LA TORTUGA HICOTEA EN EL CARIBE COLOMBIANO. ·PROGRAMA NACIONAL PARA EL USO SOSTENIBLE DEL CHIGUIRO EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA. ·PLANES NACIONALES PARA LA VIGILANCIA Y MONITOREO DE ESPECIES SILVESTRES ASOCIADAS A ENFERMEDADES EMERGENTES Y REEMERGENTES TALES COMO INFLUENZA AVIAR, PESTE PORCINA CLÁSICA, RABIA SILVESTRE Y FIEBRE AMARILLA. ·PLAN NACIONAL DE BIOPROSPECCION MARINA Y CONTINENTAL ACCIONES MONITOREO PARA EVALUAR RIESGO POR LIBERACION DE ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS.

Tema	Política
Fauna	LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LA FAUNA SILVESTRE EN COLOMBIA. · ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN Y EL CONTROL DEL TRÁFICO ILEGAL DE ESPECIES SILVESTRES - 2002.
Producción Limpia	POLÍTICA NACIONAL DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO SOSTENIBLE, 2010, MAVCT. · CONPES 3530 DE 2008 “ LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS PARA FORTALECER EL SERVICIO PÚBLICO DE ASEO EN EL MARCO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS”. · POLÍTICA AMBIENTAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS - 2005. · POLÍTICA NACIONAL DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA, 1997. · LINEAMIENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL PARA EL SUBSECTOR DE PLAGUICIDAS · POLÍTICA PARA LA GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS, 1997.
Ordenamiento Ambiental Territorial	LINEAMIENTOS PARA LA POLITICA NACIONAL DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL TERRITORIAL, 1998
Información Ambiental	· CONPES 3683 AGOSTO 2010 “LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACIÓN DE PROGRAMA NACIONAL DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA QUE INCLUYA EL DISEÑO DE UN PROGRAMA SATELITAL COLOMBIANO”. · CONPES 3585 FEBRERO 2009 “CONSOLIDACIÓN DE LA POLÍTICA NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y LA INFRAESTRUCTURA COLOMBIANA DE DATOS ESPACIALES - ICDE”
Educación Ambiental y Participación	· POLITICA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL. LA LEY 1549 de 2012 FORTALECE LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA POLÍTICA NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y SU INCORPORACIÓN EFECTIVA EN EL DESARROLLO TERRITORIAL. · LINEAMIENTOS DE LA POLITICA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA.
Población	· BASES PARA UNA POLITICA NACIONAL DE POBLACIÓN Y MEDIO AMBIENTE.
Áreas Protegidas - Parques	· CONPES 3718 ENERO 2012 “POLÍTICA NACIONAL DE ESPACIO PÚBLICO. · POLÍTICA DE GESTIÓN AMBIENTAL URBANA (2008). · CONPES 3550 DE 2008 “LINEAMIENTOS PARA A FORMULACIÓN DE LA POLÍTICA. INTEGRAL DE SALUD AMBIENTAL CON ÉNFASIS EN LOS COMPONENTES DE CALIDAD DE AIRE CALIDAD DE AGUA Y SEGURIDAD QUÍMICA” · LINEAMIENTOS AMBIENTALES PARA LA GESTIÓN URBANO REGIONAL EN COLOMBIA, 2002.
Mercados Verdes	· CONPES 3510 DE 2008 “LINEAMIENTOS DE POLITICA PARA PROMOVER A PRODUCCION SOSTENIBLE DE BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA”. · PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL DE MERCADOS VERDES. · PROGRAMA NACIONAL LINEAMIENTOS DE ETIQUETADO AMBIENTAL PARA COLOMBIA.
Cambio Climático	· CONPES 3700 de 2011 “ESTRATEGIA INSTITUCIONAL PARA LA ARTICULACIÓN DE POLÍTICAS Y ACCIONES DE MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA”. · CONPES 3243 DE 2003 ESTRATEGIA INSTITUCIONAL PARA LA VENTA DE SERVICIOS AMBIENTALES DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

En un informe emitido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT sobre el cumplimiento de la Resolución 0839 de 2003, por parte de las CARS, las corporaciones autónomas regionales para el desarrollo sostenible y la Unidad Administrativa Especial de Parques Naturales, se hace un recuento de las actividades desarrolladas por las diferentes autoridades en cuya jurisdicción existen páramos. La información correspondiente a la zona de influencia de CORTOLIMA se registra en Tabla 58.

Tabla 58. Zonas de Influencia de CORTOLIMA.

Corporación	Actividades realizadas en cumplimiento de la Resolución No. 0893	Limitantes en el cumplimiento de la Resolución No. 0893
CORTOLIMA: Área páramos (según CAR): 22.157,05 has. Municipios con páramos: Ibagué, Anzoátegui, Murillo, Santa Isabel, Villahermosa, Casa Blanca, Chaparral, Rioblanco, Planadas, Herveo, Cajamarca, Rovira, San Antonio y Roncesvalles.	Para dar cumplimiento a esta resolución la Corporación ha realizado EEAP del páramo de Valles o páramo de Anaime, localizado en la parte alta de la cuenca mayor del río Coello. En el marco de ordenación de esta cuenca ya fue adoptado el plan de ordenamiento de la cuenca del río Coello por parte del consejo directivo de CORTOLIMA. El área de éste ecosistema estratégico en la cuenca es de 4.283,9 ha.	Orden público. La política nacional ya que da prioridad a la ordenación de cuencas priorizadas, y esto condiciona, de manera que las siete cuencas mayores que poseen páramos queda más de 60% del páramo sin estudiar.
Parque Nacional Natural Los Nevados. Área de páramos (según IAvHJ): 52.669,63. Municipios con páramos: Santa Rosa y Pereira (Risaralda), Villamaría (Caldas) Salento (Quindío), Ibagué, Anzoátegui, Murillo, Santa Isabel, Villahermosa, Casablanca (Tolima).	Las áreas del Sistema Nacional Natural de Áreas Protegidas que poseen ecosistemas de páramos cuentan actualmente con planes de manejo ambiental, los cuales contienen el diagnostico, la zonificación ambiental de acuerdo con el Decreto 622 de 1997 y la definición del plan de manejo.	La UAESPNN no suministró información.

Fuente: (Procuraduría General de la Nación, 2008).

En el Plan de Manejo del PNN Los Nevados 2007-2011 (2007) se definen cuatro objetivos de conservación, que se establecen en relación a las entidades, aspectos o valores que se pretenden conservar. Estos objetivos son los siguientes:

- Mantener una muestra representativa de las biomasas de páramos y bosques altoandinos del sistema centro andino colombiano. Por su importancia en diversidad ecológica, recursos genéticos representados y los valores culturales asociados.
- Preservar la unidad de origen glacial y volcánico que encierra el complejo volcánico Ruiz-Tolima como escenarios de gran espectacularidad paisajística y ecológica.
- Conservar poblaciones viables de fauna y flora endémicas y amenazadas de extinción del sistema centro-andino colombiano.
- Proteger las cuencas altas de los ríos Chinchiná, Campoalegre, Otún, Quindío, Gualí, Frío, Coello, Lagunilla, Recio y Totare con sus afluentes, en jurisdicción del parque, las cuales cubren la demanda hídrica del 50% de la población actual de la Eco-Región del Eje Cafetero.

Estos objetivos se definen a diferentes niveles: nivel de biodiversidad, nivel de servicios ambientales, nivel de culturas autóctonas.

En cuanto a la política de participación social en la conservación, se definen tres objetivos de carácter misional:

- Biodiversidad: asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, el flujo genético necesario para preservar la diversidad de especies de flora y fauna terrestre y acuática.
- Servicios ambientales: garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales para el desarrollo humano sostenible.
- Aspectos culturales: garantizar la permanencia del medio natural necesario para la integridad y pervivencia de las culturas tradicionales del país.

Dentro del parque se encontraron cuatro tipos de amenazas, que ponen en riesgo los objetivos mencionados: transformación en agricultura y ganadería, pastoreo fuego, extracción de madera y colección de flora.

En cuanto a los beneficios que presentan los objetos de conservación del parque, se relacionan con las áreas complemento consolidadas por Áreas Protegidas de carácter municipal, regional, reservas forestales y áreas de reserva de la sociedad civil. La Tabla 59 ilustra las Áreas Protegidas.

Adicionalmente, la Tabla 60 ilustra las áreas que fueron priorizadas para Conservación en el parque:

Tabla 59. Áreas protegidas actuales.

Área Protegida	Tipo	Entidad	Carácter
Bremen	Área de conservación manejo	C.R.Q.	Departamental
Bremen - La Popa	Área de conservación manejo	C.R.Q.	Departamental
El Bosque	Área de conservación manejo	C.R.Q.	Departamental
El Olvido	Área de conservación manejo	C.R.Q.	Departamental
Estrella de Agua	Área de conservación manejo	C.R.Q.	Departamental
El Humedal	Reserva Forestal Protectora	CORTOLIMA	Departamental
El Palmar	Reserva Forestal Protectora Productora	CORTOLIMA	Departamental
El Toro	Reserva Forestal Protectora	CORTOLIMA	Departamental
Huila Delicias Paraguay	Área de conservación manejo	C.R.Q.	Departamental
La Marina	Área de conservación manejo	C.R.Q.	Departamental
La Marina-Montana	Área de conservación manejo	C.R.Q.	Departamental
La Montana	Área de conservación manejo	C.R.Q.	Departamental
La Picota	Área de conservación manejo	C.R.Q.	Departamental
La Sierra	Área de conservación manejo	C.R.Q.	Departamental
Los Árboles	Reserva privada	Propietario	Privada
Otún-Quimbaya	Santuario de Flora y Fauna	PNNC	Nacional
PMN Campoalegre	Parque Municipal Natural	Municipio Santa Rosa	Municipal
PRN La Marcada	Parque Regional Natural	CARDER	Departamental
PRN Ucumari	Parque Regional Natural	CARDER	Departamental
RFP Río Blanco	Reserva Forestal Protectora	Aguas de Manizales	Municipal
RFP de la CHEC	CHEC	CHEC	Municipal
Reserva Acaime	Reserva privada	Propietario	Privada

Fuente: Plan de Manejo PNN Los Nevados.

Tabla 60. Áreas priorizadas para conservación del parque.

Área Priorizada	Perímetro	Hectáreas
Páramo de Letras	80639,477	8431,519
Páramo del Tolima	307389,45	32312,404
Bosque Protector Río China	53175,816	3190,296
Nevados-Linea	168392,27	6982,775
Quebrada Boquía	60917,536	2219,501
Barbas-Bremen	75825,403	2663,26
Villamaría	87363,879	26061,112
Extensión Río Blanco	50885,747	3636,746
SIMAP Murillo I	45273,55	2935,926
SIMAP Murillo II	22835,724	1562,758
SIMAP Murillo III	40143,826	2747,378
Bosque San Jorge y China	134411,736	9959,152
Total		102702,827

Fuente: Plan de Manejo PNN Los Nevados.

Dentro del análisis situacional planteado para el área del PNN Nevados a partir de la matriz DOFA, se destacaron las siguientes Fortalezas, Amenazas, Oportunidades y Debilidades respecto a la conservación ambiental del Parque y su Zona Amortiguadora (Tabla 61)

Tabla 61. DOFA PNN Los Nevados.

Fortalezas	Amenazas
En lo referente a gestión, se evidencia la ausencia de un programa de capacitación permanente, en temas referentes a la biología de la conservación, educación ambiental, control y monitoreo dirigido al personal de la planta.	Ausencia de una reglamentación específica para el manejo, pues la normatividad vigente no permite la toma de decisiones de acuerdo al contexto.
El número de funcionarios es insuficiente.	Debilidad en los programas de educación ambiental en la Zona Amortiguadora.
No se cuenta con los recursos financieros óptimos para el cumplimiento de las metas.	La búsqueda del establecimiento de proyectos turísticos a gran escala.
El conflicto armado no permite hacer presencia plena en el parque.	Construcción de obras de desarrollo de gran impacto en la Zona Amortiguadora.
Las relaciones con los diferentes actores sociales e institucionales del área de influencia del parque son parciales, y se tiene un bajo nivel de socialización.	Desordenada actividad turística.
El 24% de los predios son propiedad privada, presentándose mal uso de los suelos: agricultura, ganadería y quema.	Presencia de cultivos ilícitos.
No hay investigación básica.	
Extracción de leña por parte de las comunidades asentadas en el parque.	
Amenazas naturales, como la volcánica.	
Funcionarios con muchos años de experiencia.	Convenios interadministrativos, como el Sistema Regional de Áreas Protegidas del Eje Cafetero.
Alta gobernabilidad en el sector de Brisas y Santa Bárbara.	Muy buenas relaciones con las CAR's, los municipios, las ONG's y las veredas, facilitando procesos de conservación.
Se cuenta con grupos Guardaparques y con iniciativas locales de conservación de grupos organizados, facilitando la implantación de acciones para la conservación.	Exitosa aplicación de incentivos para la conservación.
Alta representatividad ecosistémica del súper páramo y del páramo, presenta una alta conectividad.	Presencia de ecosistemas alto andinos en buen estado de conservación alrededor del parque.
	Presencia de otras figuras de ordenamiento en municipios con jurisdicción en el Parque; Distrito de Manejo Integrado en Salento, Sistema Municipal de Áreas Protegidas en el municipio de Cabal y Murillo y suelos con protección derivados de sus POT en otros municipios.

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del Plan del Manejo PNN Los Nevados.

Normatividad Ambiental

Para este análisis es importante mencionar las principales normas del Sector Ambiental y de Desarrollo Territorial. La Tabla 62 ilustra la normatividad más relevante en materia de Planificación Ambiental, Gestión Ambiental y Ordenamiento y Desarrollo:

Tabla 62. Principales normas del sector Ambiental y de Desarrollo Territorial.

LEY 99 DE 1993		
Crea el SINA, establece funciones de las CAR		
PLANIFICACIÓN AMBIENTAL	GESTIÓN AMBIENTAL	ORDENAMIENTO Y DESARROLLO
Ley 152 de 1994	Decreto 1640 de 2012	Ley 1523 de 2012
Ley orgánica del Plan de Desarrollo	Ordenación y manejo de cuencas	Adopta la política nacional de gestión del riesgo
Ley 1263 de 2008	Decreto 2820 de 2010	Ley 1454 de 2011
Amplía periodo de los directores CAR a 4 años	Licencias ambientales	Principios rectores del ordenamiento y el marco institucional
Decreto 330 de 2007	Decreto 2372 de 2010	Ley 388 de 2007
Audiencias públicas de aprobación y seguimiento de Plan de Acción	Sistema nacional de Áreas Protegidas	Ley de Desarrollo Territorial
Decreto 1200 de 2004	Decreto 3930 de 2010	Decreto 879 de 2008
Establece los instrumentos de planificación de las CAR	Ordenamiento del recurso hídrico y vertimientos	Componentes y contenidos de los POT
(PGAR, PA, Presupuesto)		
Res. 643 de 2004 y Res. 964 de 2007	Ley 1333 de 2009	
Indicadores Mínimos de Gestión.	Sancionatorio ambiental	

Fuente: CORTOLIMA 2012.

ENTORNO LOCAL

16. PRESENTACIÓN

El páramo se identifica con el predominio de vegetación abierta tropalquina, que se extiende por encima del límite superior de los bosques andinos ecuatoriales de Venezuela, Colombia y Ecuador, con extensiones en Centroamérica, específicamente en Panamá y Costa Rica, y algunas derivaciones ubicadas en el norte de Perú, llamadas jalcas, consideradas como regiones paramunas (Cleef, 2013, en Cortés-Duque y Sarmiento, 2013).

La caracterización de estos ecosistemas, responde a lineamientos nacionales, para lo cual las autoridades ambientales lideradas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), han definido los lineamientos técnicos para la realización de los estudios técnicos, sociales, económicos y ambientales, con base en los cuales el MADS adoptará la delimitación de los complejos de páramos de Colombia a escala 1:25.000 (MADS, 2012).

La Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA firmó el Convenio No. 501 de 2012 suscrito con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA, con el fin de aunar esfuerzos técnicos, económicos y financieros para la redelimitación a escala 1:25.000 de los páramos del Norte y Centro del departamento del Tolima, dando cumplimiento a las directrices emitidas por el MADS.

Igualmente, para dar apoyo y orientación técnica, para el desarrollo de los estudios de delimitación de los páramos en el departamento del Tolima, se suscribió el convenio de cooperación No. 13-13—014-228CE entre la Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA y el Instituto Alexander Von Humboldt, cuyo objeto es aunar esfuerzos técnicos y administrativos con el fin de identificar, compilar, actualizar y analizar los estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales como insumo técnico para la identificación de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras y Los Nevados, los cuales deben cumplir con los criterios y requisitos definidos en los términos de referencia emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

17. DEFINICIÓN DEL ENTORNO LOCAL

De acuerdo con los Términos de Referencia emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se define el Entorno Local como el espacio geográfico en donde está presente el ecosistema de páramo, sus zonas de transición hacia otros ecosistemas, los territorios vinculados directamente al páramo (por uso, tradición, valoración cultural material e inmaterial, entre otros aspectos de la cultura) y aquellas áreas claves para la conservación y mantenimiento de los procesos ecológicos que sustentan su diversidad biológica y la funcionalidad para los servicios ecosistémicos (MADS, 2012).

El Entorno Local del páramo se define geográficamente considerando como mínimo la cota 2500 msnm o más baja en caso que se presenten condiciones de azonalidad o procesos de paramización que justifiquen la realización de un estudio de mayor alcance geográfico. En todo caso, ésta área de estudio debe contemplar una franja inferior suficiente para la aplicación de métodos de campo u oficina dirigidos a evaluar la transición y relaciones funcionales de los páramos hacia otros ecosistemas, con referencia a la cartografía adoptada por MADS para la identificación de los páramos (MADS, 2012).

Los criterios utilizados para la delimitación del entorno local fueron:

- Espacio geográfico en donde esté presente el ecosistema de páramo y su zona de transición hacia otros ecosistemas.
- Espacio geográfico a partir de la cota 2.500 m.s.n.m. incrementando altitud.

De acuerdo con los criterios anteriores, el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados, está definido por los municipios de Anzoátegui, Cajamarca, Casabianca, Herveo, Ibagué, Murillo, Santa Isabel y Villahermosa (Tabla 63) (Figura 28).

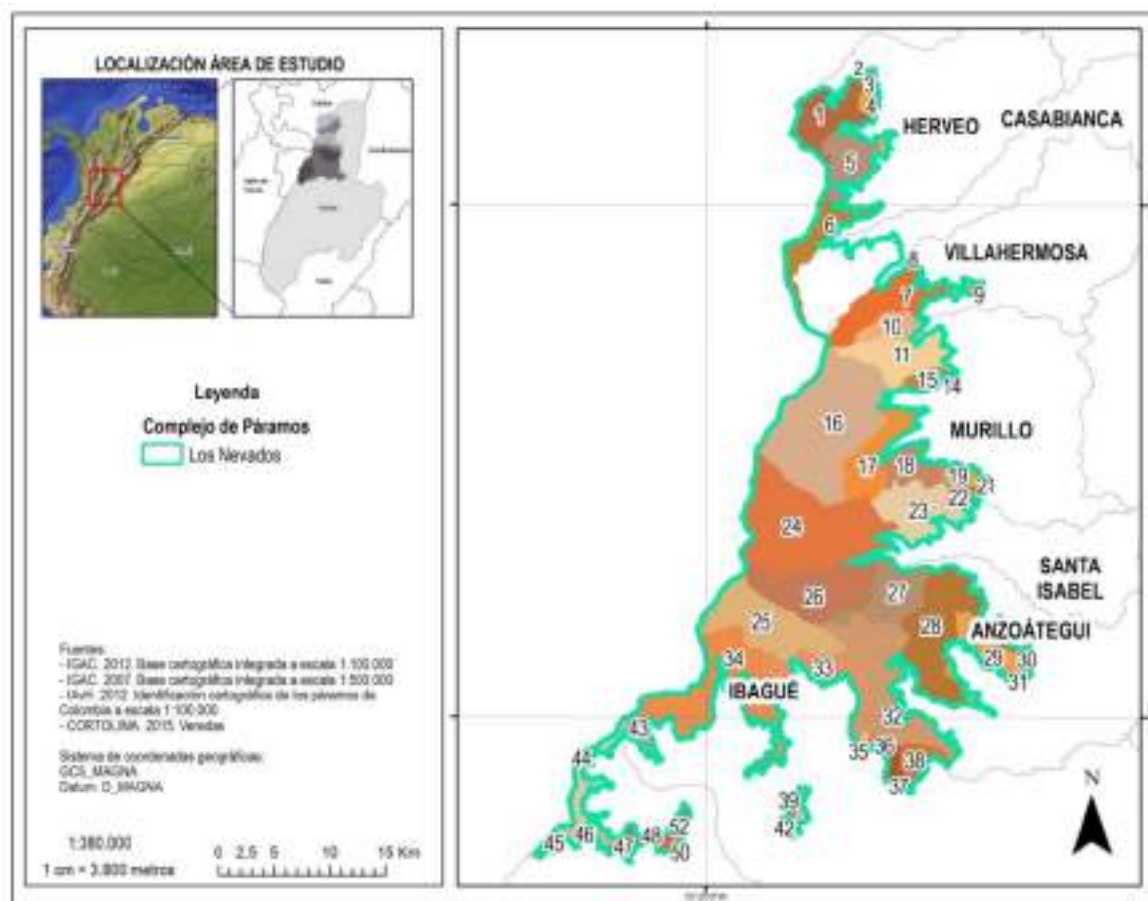
Tabla 63. Municipios y veredas que conforman el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados, en jurisdicción del departamento del Tolima.

Municipio	Vereda	Área (ha) total de cada vereda	Porcentaje (%) Vereda respecto al Entorno Local	Área (ha) de la vereda en el complejo de páramo	Porcentaje (%) de la vereda al interior del complejo de páramo
Anzoátegui	Quebrada Negra	5863,33	3,25	5662,45	96,57
	San Francisco	2966,32	1,64	2712,95	91,46
	Hoyo Frío	4324	2,39	4314,64	99,78
	Palomar	5839,1	3,23	1847,26	31,64
	China Alta	7866,61	4,35	5330,41	67,76
	La Pradera	661,96	0,37	189,44	28,62
	La Alejandría	711,38	0,39	34,98	4,92
Cajamarca	Las Lajas	1130,12	0,63	39,74	3,52
	La Bolívar	2444,28	1,35	764,47	31,28
	La Ceja	4302,87	2,38	1388,54	32,27
	El Diamante	1809,62	1	782,6	43,25
	Santa Ana	1067,52	0,59	175,23	16,41
	Cristales La Paloma	3521,72	1,95	799,45	22,7
	La Luisa	1256,55	0,7	109,66	8,73
	Rincón Placer	668,29	0,37	50,41	7,54
	Altamira	734,19	0,41	18,54	2,53
	La Leona	6636,8	3,67	2818,46	42,47
	El Águila	1553,93	0,86	2753,06	177,17
	Potosí	7595,33	4,2	2940,5	38,71
Casabianca	Agua Caliente	5624,51	3,11	4782,42	85,03
Herveo	Brasil	2042,9	1,13	22,76	1,11
	Delgaditas	1886,7	1,04	196,6	10,42
	Letras	3632,5	2,01	2751,02	75,73
	Torre Veinte	3151,2	1,74	371,17	11,78
	El Angulo E	4276,9	2,37	2235,72	52,27
	La Palma	5199,1	2,88	2153,21	41,42

Municipio	Vereda	Área (ha) total de cada vereda	Porcentaje (%) Vereda respecto al Entorno Local	Área (ha) de la vereda en el complejo de páramo	Porcentaje (%) de la vereda al interior del complejo de páramo
Ibagué	Zona de Páramo	4498,69	2,49	4486,13	99,72
	Toche	10947,15	6,06	5203,17	47,53
	Alto de Toche	2438,03	1,35	681,79	27,96
	Juntas	8331,34	4,61	3143,42	37,73
	Villarestrepo	2110,17	1,17	273,54	12,96
	El Retiro	933,64	0,52	226,49	24,26
	La Plata El Brillante	1630,39	0,9	555,24	34,06
	Ancon Tesoro P/A	3162,77	1,75	949	30,01
	Quebradas	2813,78	1,56	344,29	12,24
	La Maria Combeima	417,3	0,23	122,54	29,37
	El Moral	1041,92	0,58	36,09	3,46
	Tapias	1022,86	0,57	57,92	5,66
	Peru Corozal	4561,43	2,53	745,41	16,34
	Dantas	5998,46	3,32	324,95	5,42
Murillo	El Oso	9537,07	5,28	9364,18	98,19
	La Cabaña	3014,65	1,67	2792,33	92,63
	Requintaderos	Sin información	Sin información	12,88	Sin información
	Alfombrales	947,92	0,52	522,44	55,11
	La Cascada	64,73	0,04	19,14	29,56
	La Estrella	69,54	0,04	7,17	10,31
	Río Azul	3147,8	1,74	2571,6	81,7
	La Esperanza	395,45	0,22	88,44	22,36
	Las Lagunas	2176,21	1,2	1550,86	71,26
	La Florida	608,43	0,34	479,44	78,8
	Arenales	703,12	0,39	102,24	14,54
Santa Isabel	Totarito	9016,71	4,99	8667,91	96,13
	La Estrella	5036,67	2,79	2989,34	59,35
	Las Damas	610,35	0,34	531,68	87,11
Villahermosa	Samaria	508	0,28	214,55	42,23
	Entrevales	3549	1,96	2966,16	83,58
	El Rocio	2874	1,59	39,9	1,39
	Betulia	1712	0,95	1195,72	69,84
Total		180647,31		96511,66*	

Fuente: Elaboración propia, cálculos a partir de la cartografía. * Total calculado a partir del área de cada vereda dentro del complejo de páramo, a partir de la cartografía.

Figura 28. Delimitación Entorno Local complejo de páramos Los Nevados, en el departamento del Tolima.



Hervey	Villahermosa	Murillo	Santa Isabel
1 - LETRAS	7 - ENTREVALLES	11 - LA CABANA	17 - RIO AZUL
2 - BRASIL	8 - SAMARIA	12 - REQUINTADEROS	18 - LAS LAGUNAS
3 - DELGADITAS	9 - EL ROCIO	13 - LA CASCADA	19 - LA FLORIDA
4 - TORRE VEINTE	10 - BETULUA	14 - LA ESTRELLA	20 - LA ESPERANZA
5 - EL ANGULO E		15 - ALFOMBRALES	21 - ARENALES
6 - LA PALMA		16 - EL OSO	
			22 - LAS DAMAS
			23 - LA ESTRELLA
			24 - TOTARITO
Anzoátegui	Ibagué	Cajamarca	
26 - HOYO FRIO	33 - JUNTAS	39 - QUEBRADAS	
27 - SAN FRANCISCO	34 - TOCHE	40 - LA MARIA COMBEIMA	
28 - QUEBRADA NEGRA	35 - VILLARESTREPO	41 - TAPIAS	
29 - PALOMAR	36 - EL RETIRO	42 - EL MORAL	
30 - LAPRADERA	37 - LA PLATA EL BRILLANTE	43 - ALTO DE TOCHE	
31 - ALEJANDRIA	38 - ANCON TESORITO P/A	44 - LA CEJA	
32 - CHINA ALTA		45 - CRISTALES LA PALOMA	
		46 - EL DIAMANTE	
		47 - LA LUISA	
		48 - LA BOLIVAR	
		49 - SANTAANA	
		50 - RINCON PLACER	
		51 - ALTAMIRA	
		52 - LAS LAJAS	

Fuente: Elaboración propia. Insumos SIG Cortolima. No se reporta la vereda Agua Caliente del municipio de Casabianca por vacío en el archivo shape.

El Entorno Local para el complejo de páramos Los Nevados se define como un polígono que se ubica en la vertiente Oriental de la cordillera Central en jurisdicción del departamento del Tolima y se enmarca en las siguientes coordenadas (Tabla 64).

Tabla 64. Coordenadas geográficas en las cuales se enmarca el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados (Coordenadas Geográficas Datum: D_Magna; Coordenadas Planas Datum: Magna-Bogotá).

Extremo	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas	
	Longitud Oeste	Latitud Norte	Longitud decimal	Latitud decimal
Extremo Norte	75° 16' 55,03 W	5° 6' 39,83'' N	866370,1	1056949, 48
Extremo Sur	75° 31' 9,60 W	4° 27' 50,33'' N	844769,88	985675,51
Extremo Oriental	75° 5' 46,12'' W	4° 37' 5,85'' N	880795,99	1002657,56
Extremo Occidental	75° 33' 21,27'' W	4° 28' 21,56'' N	836000,49	986464,55

Fuente: Elaboración propia. Cálculos a partir de la cartografía.

18. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

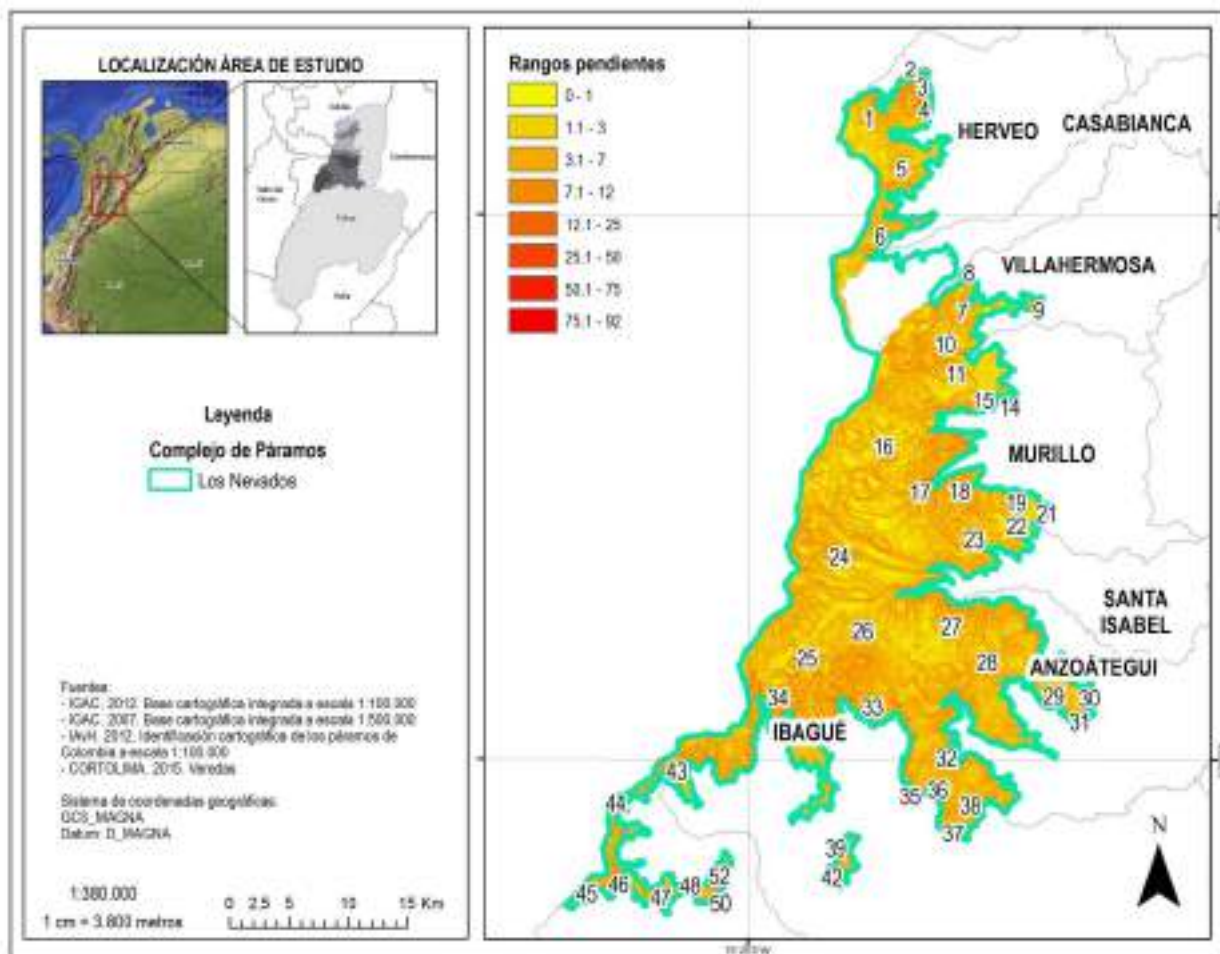
18.1 Pendiente del Terreno

La pendiente se relaciona con la morfología y dinámica de todas las formas del relieve; prácticamente todas ellas tienen un umbral límite que las clasifica o jerarquiza de acuerdo a su geometría; es decir, la pendiente constituye un factor que favorece la delimitación de los procesos y los tipos de formas que se encuentran en el terreno (Orozco, 2007). En Colombia, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) mediante el manual de métodos y especificaciones para los estudios de suelo (1998), ha desarrollado diferentes metodologías para el estudio y clasificación de la pendiente del terreno.

Para el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados, en jurisdicción del departamento del Tolima se presentan las siguientes pendientes (Figura 29):

1. A nivel, 0-1%.
2. Ligeramente plana, 1-3%.
3. Ligeramente Inclínada, 3-7%.
4. Moderadamente inclinada, 7-12%.
5. Fuertemente inclinada, 12-25%.
6. Ligeramente escarpada o ligeramente empinada, 25-50%.
7. Moderadamente escarpada o moderadamente empinada, 50-75%.
8. Fuertemente escarpada o fuertemente empinada, 75-100%.
9. Totalmente escarpada, > 100%.

Figura 29. Pendiente de terreno del Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.



Fuente: Elaboración propia, a partir del procesamiento de un Modelo Digital de Elevaciones (Resolución de 30 metros por pixel).

Dentro del Entorno Local las pendientes que presentaron el mayor número de hectáreas fueron (Tabla 65):

- Ligeramente inclinada, 3.1 - 7 %: con 16.868,96 ha que representan dentro del Entorno Local del complejo de páramo el 17,48%.
- Ligeramente plana, 1.1 - 3%: con 16.109,80 ha, que representan dentro del Entorno Local del complejo de páramo el 16,69%.
- Moderadamente inclinada, 7.1 - 12%: con 14.020,31 ha que representan dentro del Entorno Local del complejo de páramo el 14,53%.

Tabla 65. Distribución de los rangos de pendiente en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Rango de Pendiente	Área (ha)	Porcentaje
0 - 1 %	13056,77	13,53
1.1 - 3 %	16109,8	16,69
3.1 - 7 %	16868,96	17,48
7.1 - 12 %	14020,31	14,53
12.1 - 25 %	12433,29	12,88
25.1 - 50 %	12030,26	12,47
50.1 - 75 %	11992,22	12,43
Total	96511,62	100

Fuente: Elaboración propia, cálculos a partir del Modelo Digital de Elevaciones realizado por la consultoría.

18.2 Geomorfología

El departamento del Tolima hace parte del sistema montañoso andino, conformado por tres (3) grandes conjuntos morfoestructurales y topográficos identificados por características litológicas estructurales, de pendientes bien definidas y consecuentemente también por condiciones climáticas y bióticas particulares a saber, como la depresión climática tectónica del Magdalena, cuya franja alargada se orienta en sentido SW – NE y controla el curso de las aguas del río Magdalena y separa las estribaciones de las cordillera Oriental, el flanco Oriental de la cordillera Central el cual constituye la mayor extensión montañosa del departamento a la que pertenecen las zonas de paramo del departamento y el flanco occidental de la cordillera Oriental el cual está delimitado por los ríos Magdalena, Cabrera y Sumapaz que ocupan el sector Oriental del departamento (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

El paisaje de montaña es el que predomina en todas las zonas de paramo del departamento, el cual corresponde a la geoestructura de cordillera andina e involucra los conjuntos morfoestructurales y topográficos de la cordillera central, siendo el paisaje de mayor extensión el cual alcanza alturas de hasta 5200 m. Las partes más altas de la cordillera Central están afectadas por flujos de lava y mantos piroclásticos heterométricos, lo mismo que por fenómenos glaciarios y fluvio-glaciario. Estudios sobre este tema, realizados por Herd (1982; Citado por Cortolima y Corpoica, 2009), muestran que gruesas capas de nieve han cubierto áreas al oriente de los principales nevados y que los valles glaciares han descendido hasta los 2700 msnm y las morrenas hasta los 3200 msnm (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

Los mantos de cenizas volcánicas cubren gran parte del paisaje de montaña en algunos sectores, con capas muy espesas y continuas que se conserva mejor en las zonas de menos pendiente. Entre los 3200 y 3500 m el paisaje de montaña del conjunto morfoestructural y topográfico ha tenido una dinámica acelerada de disección y la formación de pendientes fuertemente escarpadas, predominando rocas de tipo sedimentario del Jurásico-Triásico, Cretácico Terciario muy afectadas y deformadas por tectonismo (Corpoica, 2009). Los Conos Volcánicos son acumulaciones de formas cónicas constituidas por lavas y otros materiales piroclásticos arrojados por los volcanes que en la actualidad se encuentran generalmente cubiertos de nieve. Este tipo de relieve se encuentra en los municipios de Anzoátegui, Casabianca, Herveo, Murillo y Santa Isabel en un área total de 2.462.77 ha (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

Las filas y vigas presentan crestas longitudinales ramificadas con flancos abruptos, modelados por escurrimientos concentrados dejando valles en formas de “V” profundos. Se desarrollan principalmente sobre rocas ígneas tales como tonalitas (cuarzodiorita) y granodiorita así como rocas metamórficas (esquistos). Es el tipo de relieve más representativo de las zonas de paramo. Las Lomas tienen una configuración parecida al lomo de un animal vertebrado con un eje mayor de pendientes relativamente suaves y flancos de pendientes fuertes y cortas. Estas geoformas han sido modeladas por escurrimiento concentrado y luego suavizadas por espesos depósitos de cenizas volcánicas. Se localizan sobre la zona de paramo aunque también descenden hasta zonas cálidas sobre cenizas, arcillolitas, granodioritas y esquistos (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

Los vallecitos son geoformas agradacionales angostas, localizadas a lo largo de ríos y quebradas que recorren el paisaje de montaña. Los materiales son sedimentos coluvio – aluviales recientes, de composición heterogénea dispuestos generalmente en forma caótica, localizados en los municipios de Murillo y Villahermosa (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

- Geología Estructural

Las geoformas del área de estudio son el resultado de la acción volcánica y glacial del complejo volcánico Ruiz - Tolima, la cual está asociada a los deshielos producidos por dichos fenómenos y han cubierto las rocas más antiguas del área generando los rasgos que se pueden apreciar hoy en día (Figura 3) (Tabla 4). En la parte alta de los municipios se presenta una planicie suavemente inclinada, donde la glaciación ha dejado geoformas y rasgos indicativos de su actividad como morenas laterales y de fondo, circos y valles en U.

Sumado a las grandes acumulaciones de flujos lávicos los cuales definen zonas planas de extensión variable que se encuentran abruptamente cortadas o limitadas por cañones o valles muy estrechos, desarrollando drenaje subparalelo a subdendritico, estas formas están cubiertas por depósitos piroclásticos que cubren la topografía existente suavizándola. Otras veces los flujos lávicos muy erosionados han evolucionado a cuchillas o filos alargados, limitados a lado y lado por escarpes verticales; suprayaciendo las rocas basales, las cuales a su vez están cubiertas por material piroclástico. En consecuencia los valles disectados sobre estas rocas son estrechos y profundos.

Oro, caliza, mármol, materiales de construcción, barita, yeso y roca de enchape, son algunos de los recursos geológicos de importancia en el departamento del Tolima. En los últimos años la producción de hidrocarburos ha venido en aumento, con la entrada en operación de campos petrolíferos en el Valle del Magdalena. Los recursos de agua subterránea son evaluados para conocer el potencial, especialmente en el valle del río Magdalena (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

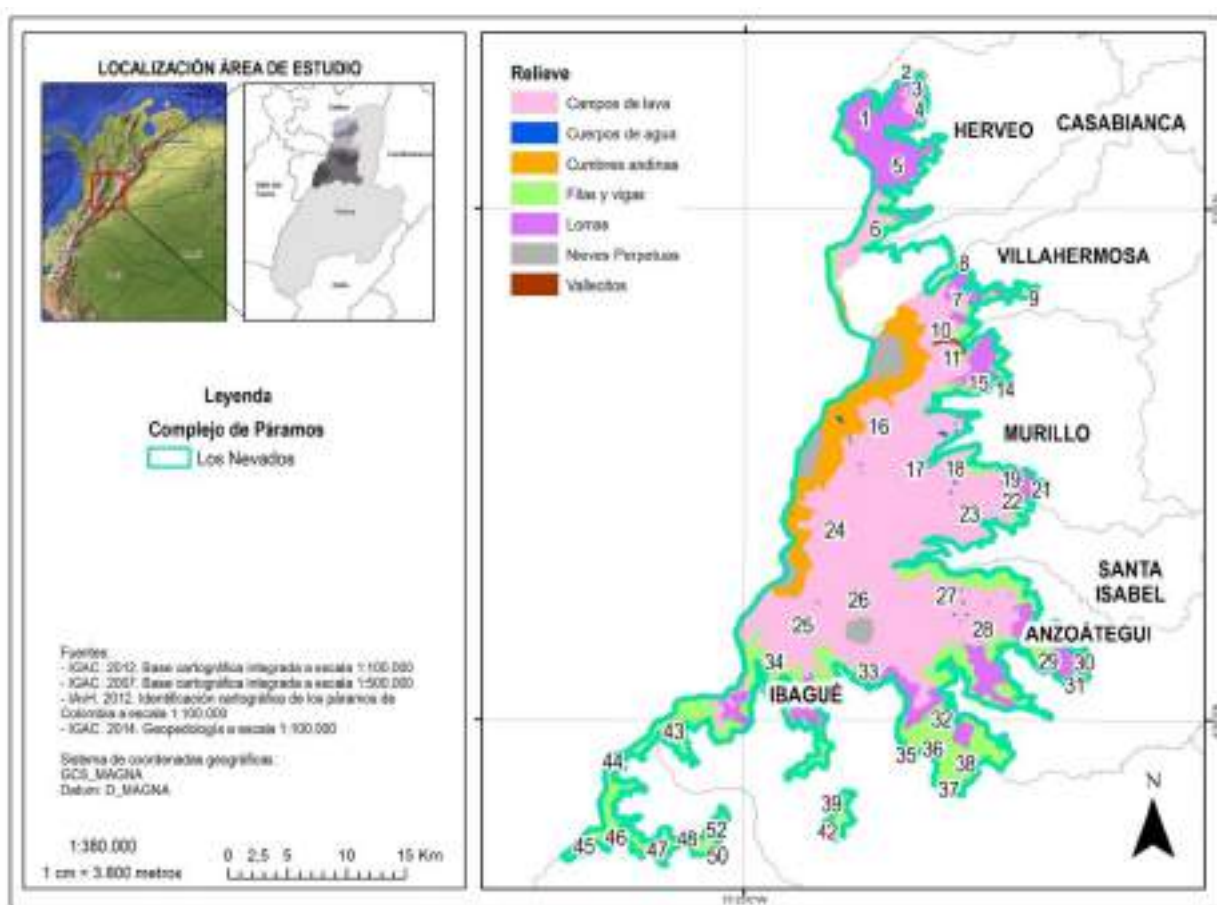
Volcanismo, sismos y fenómenos de erosión y remoción en masa son los eventos naturales, de tipo geológico, que afectan y pueden afectar el territorio tolimense. La Cadena Volcánica Ruiz - Tolima, activa desde finales del Neógeno hasta la actualidad, ha cubierto con lavas y material piroclástico buena parte del norte del departamento. La actividad sísmica ha causado daños en Chaparral, Honda, Ambalema, Mariquita, Armero Guayabal y Espinal. La presencia de fallas geológicas activas aumenta el grado de amenaza sísmica. Las condiciones topográficas y la actividad humana, unidas a factores geológicos e hidrológicos, inciden en la formación y aceleración de los procesos erosivos que resultan en deslizamientos, de diferente tipo, flujos torrenciales e inundaciones.

Tabla 66. Unidades geomorfológicas del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Tipo de Relieve	Área (ha)	Porcentaje respecto al Entorno Local (%)
Campos de lava	41430,07	42,93
Cuerpos de agua	2311,48	2,4
Cumbres andinas	7932,97	8,22
Filas y vigas	23382,8	24,23
Lomas	14423,68	14,95
Nieves perpetuas	4722,44	4,89
Vallecitos	2308,22	2,39
Total	96511,66	100

Fuente: Elaboración propia. Insumos SIG Cortolima. Cálculos a partir de la cartografía.

Figura 30. Mapa unidades geomorfológicas del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados²².



Fuente: Elaboración propia, insumos SIG IAvH.

²² Se presentan en el mapa las unidades geomorfológicas, disponibles en archivos cartográficos. No se dispone de información cartográfica para la vereda Agua Caliente del municipio de Casabianca.

De acuerdo con el IDEAM (2010), a continuación se listan los Sistemas Morfogénicos que se encuentran en la zona del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados:

- Montaña Alta (MA)

Se considera desde una altitud de 2.700 msnm e incluye, de abajo a arriba, el modelado periglacial heredado que coincide aproximadamente con el piso bioclimático altoandino actual, el modelado glaciar heredado de la última glaciación (coincide, en general, con el páramo bajo y el páramo propiamente dicho), el piso periglacial actual (equivale espacialmente al superpáramo) y el piso glaciar o de los nevados actuales.

- Sistema morfogénico glaciar (MAG)

Se define el sistema Morfogénico Glaciar como la formación superficial de hielo mezclado parcialmente con detritos rocosos heterométricos, formando un conjunto en movimiento y ubicado en los espacios culminantes de las montañas arriba de los 4.800 msnm, además de las geoformas resultantes de su dinámica. Climáticamente este sistema corresponde con el piso glaciar (en sentido bioclimático), definido en su límite inferior por la isoterma media anual de los 0°C, aunque el borde inferior de los glaciares está ligeramente más arriba, lo que explica su desequilibrio térmico. De acuerdo con Ceballos y Meneses (2008; citados por el IDEAM, 2010), la información más reciente sobre áreas glaciares para el año 2007, es Ruiz 8.8 km², Santa Isabel 2.6 km², Tolima 0.93 km².

- Glaciares sobre estructuras volcánicas activas (MAG1)

La mayoría de los nevados desaparecidos en el siglo XX (Chiles, Cumbal, Azufral, Sotará, Puracé, Pan de Azúcar, El Quindío y El Cisne) estaban sobre estructuras volcánicas activas; actividad que se manifiesta principalmente por fumarolas, solfataras, fisuras con emisión de gas caliente y algunas explosiones como en los casos de los volcanes Azufral y Puracé. De otra parte, la altitud de los nevados desaparecidos era inferior a 5.000 msnm, hecho que los ubicaba en condiciones precarias para la acumulación de nieve. La altitud de los cuatro nevados actuales es superior a 5.000 msnm, aunque no suficiente, bajo las condiciones climáticas actuales, para mantener un balance positivo entre la acumulación y la ablación.

Los nevados actuales localizados en la parte central de la cordillera Central son Huila, Tolima, Santa Isabel y Ruiz. Estos nevados siempre han sido afectados por la actividad de los volcanes sobre los cuales se encuentran: fumarolas en el Tolima y Santa Isabel, explosiones en el Ruiz y en el Huila y emisión de gases en fisuras en todos ellos. La actividad volcánica ha acelerado la fusión de los nevados, como una variable más junto con el calentamiento global.

La coincidencia de masas glaciares sobre estructuras volcánicas ha generado eventos catastróficos. Las explosiones volcánicas funden el hielo y generan flujos de tipo lahar con efectos como: fusión violenta con disminución de la reserva hídrica, generación de flujos volcano-glaciares que afectan los cauces y bermas y desbordes sobre los conos de piedemonte. Estos efectos se han registrado en buena parte del Cuaternario y con hechos durante el período histórico, como la catástrofe de Armero (Tolima) y Chinchiná (Caldas) en 1985, relacionado con una explosión del volcán del Ruiz.

Otro hecho que facilita la fusión es la concentración de materiales piroclásticos mezclados con el hielo, como arena, ceniza, lapilli y fragmentos más gruesos. Estos materiales, una vez expuestos a la radiación solar concentran más la energía y aceleran la fusión. Igualmente, la actividad explosiva y sísmica genera avalanchas y aceleran la fusión. En la medida en que el proceso de ablación (fusión)

de los glaciares avanza, disminuye la amenaza frente a eventuales explosiones volcánicas por la menor disponibilidad de hielo para generar flujos torrenciales.

- Sistema morfogénico periglacial (MAp)

El sistema glaciar y periglacial de nuestras montañas, en cualquier momento de su evolución, han constituido en conjunto el desierto de la montaña alta; desierto en el sentido bioclimático en que las bajas temperaturas inhiben el desarrollo de la vegetación. Específicamente, el sistema periglacial se define por la ocurrencia de un conjunto de procesos ligados a las acciones crionivales, cambios térmicos día/noche, hielo/deshielo de corta duración y a la acción del viento por ausencia casi generalizada de vegetación. Estos espacios están alrededor de los glaciares. Bioclimáticamente corresponde con el superpáramo. La ubicación está entre el límite inferior de los glaciares (cuando estos existen) y los 4.100 ± 100 msnm. En términos climáticos, el espacio periglacial se localiza entre las isotermas del aire de 0°C y 4.5°C . Sin embargo, pertenecen también al sistema periglacial los espacios desprovistos de hielo en las cimas de los nevados, espacios en los que por pendiente fuerte no hay hielo. Este es un caso frecuente y aumenta en la medida en que la fusión superficial y los desprendimientos o avalanchas despojan de hielo las partes altas de los nevados.

A medida que los glaciares retroceden, el área periglacial aumenta hacia arriba, puesto que la pérdida de cobertura de hielo expone los materiales del sustrato y de las formaciones superficiales a otros procesos. En el extremo altitudinal inferior y por el aumento de la temperatura, ocurre un proceso de fitocolonización con especies pioneras herbáceas del páramo. El sistema periglacial crece en su límite superior siempre y cuando haya glaciares en retroceso y, simultáneamente, pierde espacio en su extremo inferior ya que por el ascenso térmico el páramo sube colonizando el superpáramo. En los casos en que ya no hay glaciares pero existe un piso periglacial, este avanza hacia arriba hasta desaparecer por falta de espacio en el sentido altitudinal mientras que el páramo crece hacia arriba ocupando los espacios del superpáramo o piso periglacial.

Las formaciones superficiales más representativas en los espacios periglaciares son:

- ✓ Depósitos de gelifractos al pie de las cornisas.
- ✓ Materiales detríticos heterométricos abandonados en el pasado reciente por los glaciares (morrenas de varios tipos), especialmente las correspondientes a la Pequeña Edad Glacial.
- ✓ Sedimentos coluvioaluviales en las pequeñas depresiones de las lagunas proglaciares.
- ✓ Cobertura generalizada muy delgada (inferior a 20 cm) de materiales finos resultantes de la desagregación mecánica de las rocas por cambios térmicos y deflación.

Los procesos más notorios son:

- ✓ Nevadas cuya fusión genera escurrimiento superficial difuso y concentrado.
- ✓ Congelación nocturna del agua en los materiales finos y fusión en las horas de la mañana. Esto genera reptación con la aparición de agujas de hielo llamadas “pipkrakes” y de su desplazamiento por fusión se forman los “suelos estriados”.
- ✓ Gelifracción y descamación.
- ✓ Colmatación de las pequeñas lagunas proglaciares.
- ✓ Deflación: afecta los materiales más finos puesto que por la ausencia de vegetación el viento actúa libremente.

Como consecuencia de los procesos señalados ocurre una selección del material gravilloso y blocoso que la competencia del viento o del escurrimiento superficial no logra movilizar. Estos materiales forman una delgada capa en superficie (algunos centímetros) que posteriormente con los

procesos de fitocolonización y formación de suelos se estabilizará, marcando el cambio de unas nuevas condiciones bioclimáticas. Por lo anterior, las áreas periglaciares son inestables y sedimentógenas.

- Modelado glaciar heredado (MAh)

Esta unidad es la definida por la mayor extensión del hielo durante la última glaciación y anterior a 10.000 años con un máximo de cobertura o fase pleniglacial entre hace 35.000 y 25.000 años a.p. y cuyos glaciares descendieron hasta altitudes de 3.000 ± 100 m. Para separar el sistema periglacial actual del modelado glaciar heredado se considera un límite superior a los 3.800 ± 100 m de altitud.

La diferenciación de este sistema se basa en varias razones:

- ✓ El relieve fue suavizado por el paso de los glaciares con generación de pendientes suaves.
- ✓ El proceso de colonización vegetal y formación de suelos durante el Holoceno ha sido efectivo y generalizado en el área (excepto en afloramientos rocosos subverticales).
- ✓ Los procesos morfogénicos en condiciones naturales son lentos y no representan amenazas de degradación ambiental, excepto por los inducidos por la actividad antrópica.
- ✓ Bioclimáticamente corresponde con el páramo propiamente dicho, páramo bajo y parcialmente (en la parte inferior) con el piso altoandino. Se ubica entre las isothermas medias anuales de 11 a 4.5°C.

Estas particularidades definen el sistema de acuerdo a las siguientes características, entendidas básicamente con las formaciones superficiales:

- ✓ Los depósitos más representativos son detritos heterométricos de deposición glaciar y organizados en morrenas de fondo, laterales y frontales en los valles glaciares.
- ✓ Presencia de abundantes lagunas, turberas y pantanos en depresiones de sobreexcavación glaciar.
- ✓ Suelos (negros) de baja mineralización con abundante materia orgánica y en varios niveles, reconocidos como suelos fósiles, separados por capas de gravilla.
- ✓ En condiciones naturales, cobertura vegetal baja pero densa de excelente protección mecánica para las formaciones superficiales.
- ✓ Abundantes materiales piroclásticos, especialmente en las cordilleras Central y Occidental.

Del modelado se destacan los depósitos morrénicos y las formas depresionales talladas por la sobreexcavación glaciar resultantes en valles amplios de vertientes y fondos cóncavos. Un elemento ambiental y paisajístico destacable en este sistema son las lagunas, cuerpos de agua que constituyen una reserva hídrica.

El sistema del modelado glaciar heredado corresponde aproximadamente con los pisos bioclimáticos del páramo y páramo bajo. Históricamente, estos espacios han sido el frente de expansión altitudinal de la frontera agrícola con cultivos de papa y ganadería extensiva.

Una de las consecuencias de la destrucción de la flora nativa y el uso de los suelos ha sido principalmente la aceleración del escurrimiento superficial del agua con truncamiento parcial de los suelos y transporte de sedimentos finos hacia las lagunas y quebradas. Las lagunas que, en general, son poco profundas se colmatan fácilmente para convertirse en pantanos (turberas) que luego son drenados artificialmente para convertirlos en tierras de cultivo. En la mayoría de las lagunas se observan bordes de coluvionamiento, donde los sedimentos se van acumulando y luego la

vegetación de pantano los invade. Esto es uno de los impactos que inciden en la disminución de las reservas hídricas en los páramos.

Otro de los elementos de valoración ambiental de este sistema es la presencia de varios suelos superpuestos y separados por capas de gravilla y capas de ceniza volcánica, son los suelos enterrados y los suelos fósiles. Estos suelos orgánicos con horizonte “A” espeso absorben una buena cantidad de agua y por lo tanto se constituyen en elemento de regulación hídrica.

La dinámica morfogénica en este sistema se considera como discreta, es decir, existe un conjunto de procesos funcionales aunque leves, representados por:

- ✓ Sufosión o tunelización: infiltración del agua favorecida por las formaciones superficiales detríticas. El agua circula por una red interna, evacúa algunos materiales finos y los efectos superficiales apreciables son depresiones suaves longitudinales marcadas por un color verde más intenso de los pastizales o pajonales.
- ✓ Disección moderada por corrientes de agua de órdenes inferiores (1, 2, 3, ocasionalmente 4), procesos que no desestabilizan apreciablemente las bermas.
- ✓ En los fondos de los valles glaciares, la concentración de la humedad favorece la soliflución con formación de lentes pequeños (<3 m de semicircunferencia).
- ✓ El borde bajo del modelado glaciar presenta una ruptura de pendiente con condiciones de inestabilidad real. La dinámica está ligada a las condiciones de la unidad inmediatamente inferior.

Las amenazas de degradación en el modelado glaciar heredado se relacionan con la intervención humana:

- ✓ La protección mecánica de las formaciones superficiales, ejercida por la vegetación, se pierde por quema y pastoreo facilitando la acción del escurrimiento superficial difuso y concentrado.
- ✓ Con las quemas, no sólo arde la vegetación sino que también los suelos turbosos se queman y pueden hacerlo durante semanas.
- ✓ Las actividades agropecuarias, en general, generan un proceso de coluvionamiento que colmata las lagunas con la consecuente disminución de la capacidad de amortiguación por las reservas hídricas. Los campesinos terminan drenando los pantanos y lagunas para cultivos con los que se aumenta la disección.
- ✓ La destrucción de los bosques achaparrados instalados sobre las morrenas laterales, genera derrumbes que semejan arañazos. Este efecto desestabiliza las laderas medias de los valles glaciares.

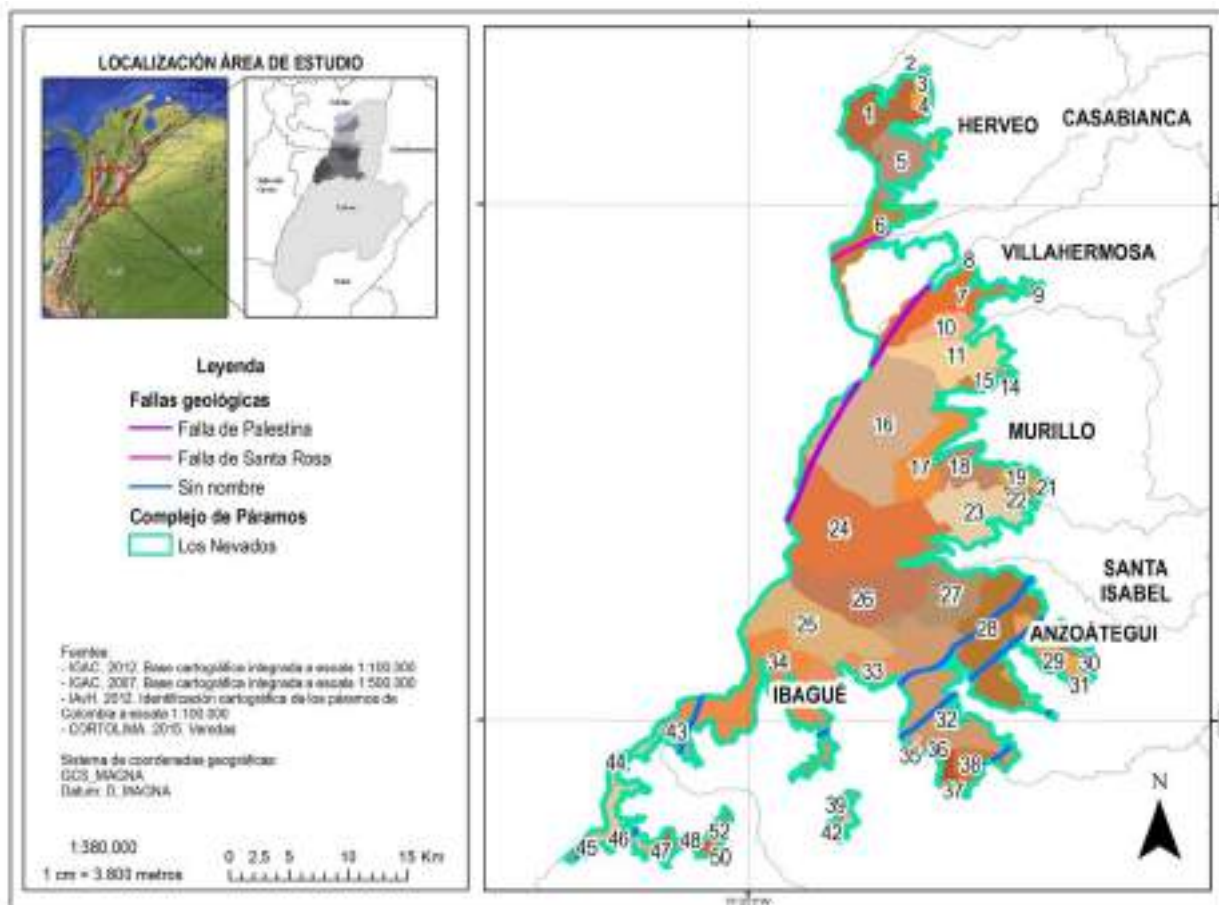
Geomorfológicamente, el modelado glaciar es estable pero sensible a las perturbaciones de la cobertura vegetal. Por la recuperación lenta de la vegetación luego de cualquier perturbación, la degradación por el agua de esorrentía es más fácil. En general, las acciones antrópicas aceleran notablemente el arrastre de materiales por escurrimiento difuso y concentrado y se convierte el área en sedimentógena, además de disminuir su capacidad de reserva hídrica.

- Fallas

Las estructuras geológicas, fallas y pliegues, tienen dirección marcada norte - sur; Es el sistema más conocido debido a que sigue la orientación de las principales estructuras geológicas y geomorfológicas del país y el departamento.

En el flanco oriental de la cordillera Central se destacan las fallas de Palestina, Santa Rosa, Chapetón - Pericos, Mulatos, Samaria - La Colorada y Chusma. Estas estructuras se caracterizan por ser generalmente de tipo inverso, algunas con movimientos de rumbo y planos de falla al oeste, en el borde de la cordillera Central, y al este en el límite valle del Magdalena - Cordillera Oriental (INGEOMINAS, 2001) (Figura 31).

Figura 31. Fallas geológicas del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.



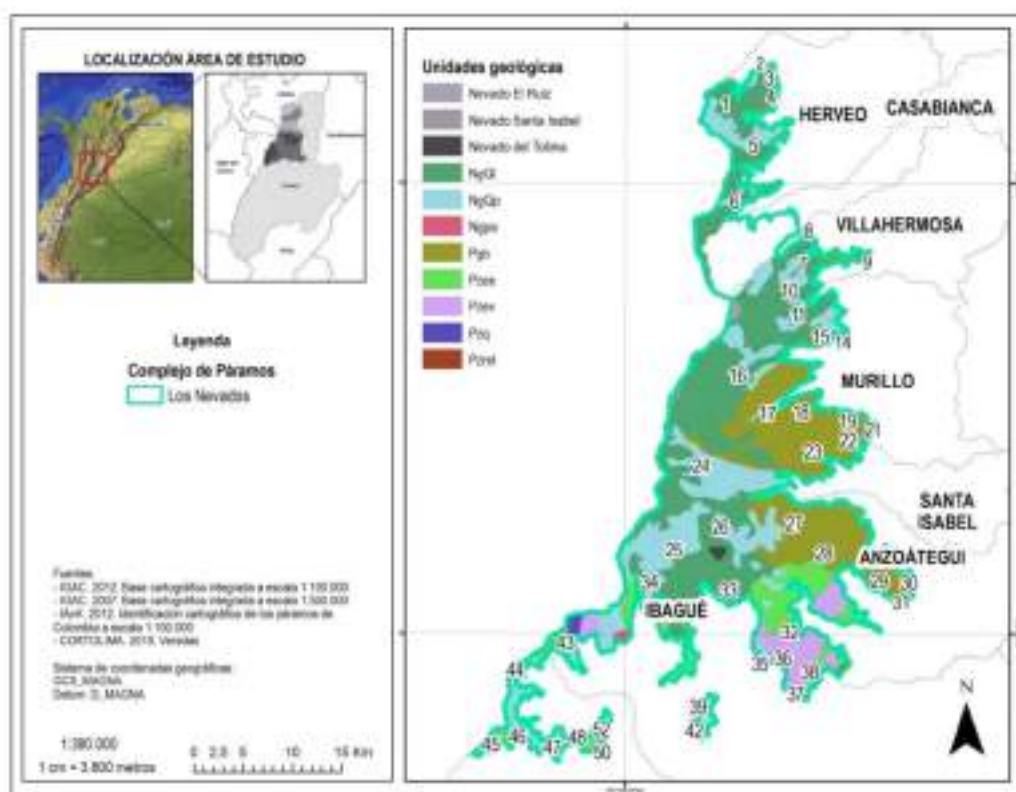
Fuente: Elaboración propia. Insumos SIG Cortolima.

18.3 Geología

Según el mapa Geológico para el departamento del Tolima, elaborado por INGEOMINAS (2001) a escala 1:250.000 la constitución geológica del Tolima se caracteriza, al igual que su configuración geográfica y geomorfológica, por tres (3) zonas geológicamente bien diferenciadas. El flanco oriental y la cima de la cordillera Central, conformada por rocas cristalinas, metamórficas e ígneas, cubiertas por depósitos volcánicos y volcanoclásticos del Neógeno - Cuaternario.

El Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados, se caracteriza por presentar un grupo de rocas muy variado en edad y composición (Tabla 67). Se presentan rocas ígneas y metamórficas plegadas y fracturadas, que datan desde el Paleozoico. Están cubiertas por depósitos del Terciario y del Cuaternario. Estos depósitos son resultado de los inicios de la actividad de los cuellos volcánicos de la cordillera Central, formando flujos de lava y depósitos piroclásticos, también se evidencian formaciones de morrenas y flujos de lodo por actividad glacial Cuaternaria (Figura 32).

Figura 32. Unidades Geológicas del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados²³.



Fuente: Elaboración propia. Insumos SIG CORTOLIMA.

Tabla 67. Unidades Geológicas identificadas para el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados (Escala 1:250.000).

Período	Unidad Geológica	Símbolo	Área (ha)	Porcentaje (%) respecto al Entorno Local
Cenozoico	Lavas	NgQl	29511,83	30,57
	Depósitos Volcánicos	NgQP	20940,34	21,69
	Rocas Hipoabisales	Ngpa	1965,32	2,03
	Batolito del Bosque	Pgb	22039,27	22,83
Paleozoico	Rocas de Santa Teresa	Pzrst	1793,95	1,85
	Complejo Cajamarca	Pzev - Pzev - Pzq	14638,37	15,16
	Nevado del Ruiz		1873,3	1,94
	Nevado de Santa Isabel		1853,15	1,92
	Nevado del Tolima		1896,48	1,96
Total			96511,66	100

Fuente: Elaboración propia, cálculos a partir de la cartografía. Insumos SIG CORTOLIMA.

²³ Se presentan en el mapa, las Unidades Geológicas a escala 1:250.000, ya que es la cartografía que se encuentra disponible. No se tiene información cartográfica de la vereda Agua Caliente del municipio de Casabianca.

A continuación se describen las Unidades Geológicas²⁴.

Proterozoico

a) Neises y Anfibolitas de Tierradentro (P_{enat}): Secuencia de neises cuarzo-feldespáticos y anfibolitas. Las rocas que forman esta unidad son metamórficas, facies anfibolita-granulita. Los afloramientos de esta unidad, se localizan en los municipios de Mariquita, Alvarado, Armero Guayabal, Lérída, Líbano, Ibagué, Roncesvalles, Rovira, San Luis y Venadillo.

Paleozoico

b) Complejo Cajamarca (Pes – Pev - Pz)

Secuencia que varía ampliamente en composición, por ser el resultado de varios episodios metamórficos regionales a los cuales se les superponen efectos térmicos y dinámicos locales. El Complejo Cajamarca, está conformado por una secuencia de esquistos verdes - esquistos cuarzo - sericíticos, esquistos cuarzo-grafitosos y esquistos cuarzo-moscovíticos con cantidades subordinadas de filitas cuarzosas, esquistos anfibólicos y cuarcitas, los cuales presentan contactos gradacionales.

Los esquistos cuarzo-seríticos son rocas de grano fino a muy fino, con planos de foliación definida por láminas de mica o grafito, mostrando un débil bandeamiento composicional; los esquistos verdes, se encuentran constituidos por esquistos cloríticos y anfibólicos de grano fino a medio, con buena esquistosidad, la filitas y esquistos negros presentan replegamientos, venas y lentes de cuarzo segregados; las cuarcitas, cuarcitas micáceas y esquistos cuarzosos son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos y las filitas, las cuales presentan una menor cantidad de sericita y grafito.

Estas rocas afloran en el municipio de Ibagué en la cuenca del río Combeima, en el municipio de Anzoátegui en cercanías a la laguna Van Couvert y en el cañón del río San Romualdo, en el municipio de Murillo en límites con el municipio de el Líbano, en el río Lagunilla.

El complejo Cajamarca presenta una foliación regional N50° E, N NE-S e inclinación casi vertical, generalmente muestra contacto fallado con las demás unidades, marcados por los fuertes lineamientos, dichas características ejercen control sobre los drenajes y definen rasgos geomorfológicos como montañas alargadas de pendientes pronunciadas, presenta contactos intrusivos con los diferentes stocks o batolitos aflorantes de la región.

c) Rocas de Santa Teresa (Pzrst)

Conjunto de areniscas y conglomerados, con cantos de rocas metamórficas e intercalaciones de arcillolitas, que aflora en los alrededores del caserío de Santa Teresa, al sur del Líbano. Rocas similares han sido reportadas sobre el río San Romualdo y la quebrada Cay, al noroeste de Ibagué. Las areniscas son de color gris verdoso, grano fino a medio, de composición lítica. Los conglomerados son polimícticos y menos abundantes que las areniscas. Las arcillolitas están presentes en bancos delgados y su color es gris, verde o negro. La secuencia se encuentra, por el oriente en contacto fallado con rocas proterozoicas (Neises y Anfibolitas de Tierradentro); por el oeste el contacto es fallado con el complejo Cajamarca. Los batolitos de El Bosque e Ibagué y pórfidos andesíticos intruyen la unidad.

²⁴ Información tomada de los EOT de los municipios de Anzoátegui, Casabianca, Cajamarca, Herveo, Villahermosa, Murillo y Santa Isabel y del POT de Ibagué. Así como insumos de INGEOMINAS (2001).

d) Intrusivos Neisicos (Pzein)

La unidad está conformada por rocas con minerales orientados y textura inequigranular; predomina el grano grueso y la composición cuarzodiorítica a cuarzomonzonítica. Hacia el oriente de la cordillera Central intruye rocas metamórficas proterozoicas; presenta texturas migmatíticas con una fracción ígnea y una metamórfica constituida por anfibolitas, esquistos, neises cuarzofeldespáticos y neises calcosilicatados. Hacia el occidente de la cordillera Central intruye las rocas metamórficas del complejo Cajamarca.

Mesozoico

Triásico - Jurásico

e) Batolito de Ibagué (Ji)

Es la unidad geológica de mayor extensión en el área departamental. Sus afloramientos, situados siempre en la Cordillera Central, comprenden una franja continua desde un poco al norte de la población de Armero, hasta el sur y suroccidente de Planadas. Se caracteriza por estar constituida por rocas ígneas del tipo tonalitas, granodioritas de grano medio a grueso, de color gris a rosado, formada por plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, hornblenda y biotita. Prácticamente en todas las carreteras y corrientes de agua que cortan el flanco oriental de la cordillera, se encuentran exposiciones del Batolito. Con mucha frecuencia la roca se halla entre mediana y altamente meteorizada, dando un saprolito arcillo-arenoso a areno-arcilloso profundo, este material saprolítico tiene buena permeabilidad y porosidad, que hace que se sature fácilmente en épocas de fuerte precipitación, esto sumado a la característica de presentar una morfología de laderas de alta pendiente, la hace susceptible a fenómenos de remoción en masa como deslizamientos y derrumbes. El Batolito de Ibagué intruye al complejo Icarco y a las formaciones Luisa, Payandé y Saldaña.

f) Batolito el Bosque (Tgb)

Este cuerpo ígneo intrusivo aflora en el flanco Oriental de la cordillera Central en los municipios de Anzoátegui, Santa Isabel y Murillo. La composición de este batolito es muy homogénea, aflorando una granodiorita biotítica, de grano grueso a medio, leucocrática. Mineralógicamente consta de cuarzo (15-20%), plagioclasa tipo oligoclasa (35-50%), microclina (8-15%) y biotita (5-8%). La roca más frecuente es fanerítica, de grano grueso y color blanco, ocasionalmente moteada de negro por la biotita.

Este batolito intruye las rocas del complejo polimetamórfico Cajamarca y algunas veces está cubierto por lavas y depósitos de caídas piroclásticas provenientes del complejo volcánico Ruiz - Tolima.

g) Stock de Santa Isabel (Pgsi)

Intrusivos de forma elongada, que aflora en el flanco oriental de la cordillera Central de Colombia, al oriente del municipio de Santa Isabel, está compuesto, principalmente, por cuarzodiorita biotítica de grano grueso, equigranular, con variaciones locales a diorita y gabro hornbléndico. Este pluton intruye rocas metamórficas del complejo Cajamarca.

h) Rocas / Cuerpos Hipoabisales (Ngpa)

Serie de cuerpos subvolcánicos que afloran en la cordillera Central, por lo general son de forma redondeada a elíptica y de distribución irregular, intruyen unidades desde el Precámbrico hasta el Jurásico. Las rocas que los constituyen son afaníticas y profiríticas, de composición dacítica-andesítica, microdiorítica y tonalítica. La mineralogía más frecuente es el cuarzo, plagioclasa tipo andesina, hornblenda y ocasionalmente biotita, también son frecuentes las mineralizaciones de pirita diseminada. Este cuerpo macizo a manera de stock o pequeño cuello volcánico aflora en la quebrada La Sonadora al norte del corregimiento de Toche en el municipio de Ibagué. Algunas de las intrusiones presentan mineralizaciones de cobre (Cu). La mineralogía predominante es de cuarzo, plagioclasa, hornblenda y biotita, se asigna una edad Terciario medio a superior por correlación con los pórfidos de la cordillera Central.

i) Formación Casabianca (NgQc)

Se aplica este nombre para designar una secuencia de sedimentos volcanogénicos derivados del eje volcánico Ruiz - Cerro Bravo y depositados sobre los flancos este y oeste de la cordillera Central. En el departamento del Tolima la formación cubrió buena parte del sector norte, en los municipios de Casabianca, Falán, Fresno, Herveo y Villahermosa; los efectos erosivos, posteriores a su depositación, han dejado sólo una cubierta en las partes altas de las cuchillas. Normalmente se presenta profundamente meteorizada, desarrollando suelos arcillosos de coloración rojiza, en donde no existe diferencia entre los cantos y la matriz.

La mayor parte de la secuencia está conformada por gravas, pobremente sorteadas, clasto y matriz soportadas, con cantos angulares a subangulares, predominantemente de composición andesítica, en menor proporción de basaltos andesíticos y dacitas y, en menos del 5%, de rocas plutónicas y metamórficas. En algunos sectores se encuentran intercalados niveles de ceniza y lapilli, bien a pobremente sorteados. El espesor es muy variable y depende del sitio de observación, sobrepasando normalmente 50 m de potencia.

j) Depósitos Volcánicos (NgQl – NgQp)

Se agrupan bajo esta denominación depósitos provenientes de la actividad de los volcanes del complejo o macizo Ruiz - Tolima expuestos sobre la cordillera Central, entre el río Bermellón - Coello, al sur, y el límite con el departamento de Caldas, al norte. Los volcanes del complejo Ruiz-Tolima son: cerro Machín, nevado del Tolima, nevado del Quindío, nevado de Santa Isabel, nevado del Cisne, nevado del Ruiz y cerro Bravo. Además de los volcanes mencionados, se ha identificado otro posible foco volcánico, ubicado en el páramo de Los Gómez, al suroccidente de Cajamarca.

El origen de este vulcanismo es la respuesta a la interacción entre las placas litosféricas continental de Suramérica, al oriente, y oceánica de Nazca, al occidente, característico de un margen continental activo, de tipo convergente y destructivo, en donde la placa oceánica subduce bajo la continental. Casi todos los volcanes del complejo son estrato-volcanes compuestos, es decir, encajonados dentro de calderas antiguas, con domos y domos coladas, a la vez efusivos y explosivos. Se han reconocido cinco etapas principales de morfogénesis volcánica, que han edificado y destruido tres cadenas volcánicas sucesivas desde el Plioceno. El vulcanismo debió haberse iniciado a finales del Mioceno, ya que en la parte superior del grupo Honda se encuentra aporte volcánico que se va intensificando en las formaciones Mesa y Casabianca.

k) Lavas (NgQl)

Las espesas coladas de lava provenientes del vulcanismo del Macizo Ruiz - Tolima forman extensas mesetas o altillanuras, generalmente por encima de 3.000 a 3.500 msnm. Excelentes exposiciones se

encuentran sobre la carretera Murillo - Nevado del Ruiz y en toda el área del PNN Los Nevados. Las lavas cubren las rocas metamórficas del complejo Cajamarca y las rocas intrusivas del Batolito de El Bosque. Los flujos lávicos son de composición andesítica, con pocas excepciones basáltica y, con relativa frecuencia, con domos dacíticos como los de Cerro España y los nevados Santa Isabel y Cisne. Son coladas de lava masivas, sólo han sido reconocidos flujos de lava en bloques asociados al nevado Santa Isabel, en el valle de la quebrada El África, afluente del río Totarito.

l) Flujos de lodo volcánico (lahares) (Qfl)

Estos flujos se encuentran sobre el flanco Occidental de la cordillera Central en las áreas que cubren las cuencas de los ríos Combeima, Lagunilla, Azufrado y Recio en los municipios de Ibagué, Murillo, Villahermosa, Casabianca y Herveo.

Los flujos de lodo volcánico o “lahares” se encuentran relleno de depresiones y drenajes con espesores variables, están constituidos por rocas piroclásticas, lapilli, cenizas y fragmentos angulares de rocas volcánicas, ocasionalmente con bloques de metamorfitas y plutonitas; el diámetro de los bloques varía desde unos pocos centímetros hasta 5 m y están embebidos en una matriz piroclástica de lapilli pumítico, cenizas y arena, donde el tamaño y cantidad de bloques decrece a medida que se alejan del centro del origen, por lo general, forman pendientes fuertes y escarpes casi verticales.

Estos depósitos son producto de la actividad volcánica más reciente del complejo volcánico Ruiz - Tolima, los cuales se forman al ocurrir un rápido deshielo de los glaciares. Estos flujos en gran parte son proyectados hacia el piedemonte de la cordillera a lo largo de ríos y arroyos. La edad de cada uno de los flujos no se ha determinado, pero la actividad volcánica ocurrió entre el Pleistoceno y el Holoceno.

m) Depósitos piroclásticos (Qto)

Con posterioridad a la última glaciación holocénica, la actividad se ha reducido restringiéndose a los volcanes: Ruiz, Cerro Bravo y Tolima siendo esencialmente explosiva con producción de material piroclástico en forma de flujos de lodo y lluvias de cenizas. En el área del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados, esta actividad está representada por capas de ceniza volcánica que cubren de manera irregular las diferentes rocas aflorantes en el área, suavizando la topografía del terreno de la mayoría de los municipios.

Los espesores son muy variables dependiendo de la distancia de la fuente, pendiente del terreno en el momento de la depositación y grado de erosión postdeposicional. La secuencia más espesa está constituida por capas de cenizas y lapilli pumítico de composición calco alcalina ácida con abundantes cristales de plagioclasa y en menor proporción de hipersteno, augita, hornblenda, biotita, cuarzo y circón, indicando que los magmas de los distintos volcanes no cambian radialmente al menos desde la última glaciación.

n) Depósitos coluviales (Qcl)

Estos depósitos se han desarrollado como producto de la desintegración de las partes altas, encontrándose en la base de las pendientes más fuertes formando una planicie inclinada. Un claro ejemplo de estos depósitos se presenta en el sector de Paraguay en el municipio de Santa Isabel.

Están constituidos por materiales heterométricos y angulares, presenta espesor variable y baja consolidación, pendiente moderada, expresión morfológica pobre y patrón de drenaje no

desarrollado. Los clastos están embebidos en una matriz de arena, limo y arcilla, con disposición errática, lo que permite diferenciarlos de los depósitos dejados por los ríos y de los depósitos de flujo de lodo.

o) Depósitos glaciares (Qg)

Sobre el eje de la cordillera Central a alturas por encima de 4500 msnm se encuentran nieves perpetuas como testigo del último período glacial donde aún se pueden reconocer geoformas glaciales tales como circos, valles en U, morrenas laterales y terminales y rocas estriadas en las paredes de las artesas.

Según Herd (1974) citado por PNN Los Nevados (2006), hay evidencias de campo y dataciones que indican, al menos se han presentado dos avances de los glaciales durante el Pleistoceno y uno durante el Holoceno, los cuales son el producto del acarreo y depositación de sedimentos y suelo preglaciar, predominando las rocas andesíticas en forma de bloques embebidos en una matriz areno - arcillosa de color amarillo - crema. En el área de estudio se observan afloramientos típicos en los municipios de Ibagué, Anzoátegui, Santa Isabel, Murillo, Villahermosa y Casabianca.

p) Aluviones recientes (Qal)

Estos se localizan a lo largo del curso de los principales ríos y quebradas, donde forman depósitos de llanura de inundación, depósitos de barras de canal y depósitos de barras puntuales entre otras. Están constituidos por secuencias positivas de conglomerados bloque soportados, gravas, arenas y limos. Los conglomerados tienen cantos de roca que varían en tamaño desde arena hasta bloques de más de un metro de diámetro y cuya composición depende del tipo de roca por las cuales sigue el curso de la corriente que los deposita.

Siempre tienen grava y arena como matriz y no lodo. Tanto textural como composicionalmente, son depósitos inmaduros. Las partículas que forman las arenas varían en tamaño desde muy fina hasta gruesa. Sus mejores expresiones se presentan en el municipio de Ibagué en la vereda de Toche y Alto de Toche.

En el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados, se localizan los nevados del Tolima, Ruiz y Santa Isabel, los cuales presentan las siguientes características geológicas:

a) Nevado del Tolima

Formado sobre un basamento de vulcanitas mio-pleistocénicas y rocas cristalinas del Batolito de El Bosque y del Grupo de Cajamarca. La formación del Tolima incluye dos etapas ocurridas en el Cuaternario, una inicial caldéica (Tolima antiguo) y otra de construcción del actual cono (Tolima moderno). Los productos típicos del volcán han sido catalogados como andesitas de dos piroxenos; se trata de lavas (masivas y en bloques) y depósitos de flujos piroclásticos de ceniza y bloques y de escoria, y de caída de piroclastos. El hecho de ser un volcán nevado ha incrementado las condiciones favorables para la generación de flujos de lodo (lahares) (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

b) Nevado del Ruiz

Está construido sobre el mismo basamento del cerro Bravo, en la compleja intersección de cuatro (4) grupos de fallas, donde las más significativas son Palestina y Termales - Villamaría. Han ocurrido tres (3) estadios denominados Ruiz Ancestral, Ruiz Viejo y Ruiz que incluyen la

construcción y destrucción alternada de tres edificios, generando lavas, depósitos de flujos piroclásticos, de oleadas piroclásticas, de avalanchas de escombros, de piroclastos de caída y de lahares y domos. Sus productos son fundamentalmente andesitas de dos piroxenos, con variaciones a dacitas y andesitas basálticas (CORTOLIMA Y CORPOICA, 2015).

c) Nevado de Santa Isabel

El complejo de Domos del Santa Isabel fue construido sobre un basamento metamórfico del Paleozoico y de rocas vulcano-sedimentarias del Mesozoico, intruido por el Batolito de El Bosque de edad terciaria; se encuentra sobre la falla de Palestina, en sitios de intersección con fallas transversales. En el complejo dómico han sido determinados antiguos flujos de lava de composición andesítica de dos piroxenos y unas más recientes que las suprayacen (flujos de lava en bloques, provenientes principalmente de los domos actuales), también de composición andesítica. Adicionalmente, han sido identificados tres domos, denominados Norte, Centro y Sur, a los cuales se les puede agregar otros cuatro, ubicados al S del edificio principal, llamados Alsacia Norte, Alsacia Sur, Arenero Norte y Arenero Sur. También, en las partes somitales han sido encontrados, debajo de los flujos de lava originados en los domos actuales, principalmente del domo Norte, depósitos de flujos piroclásticos de ceniza y bloques, de escoria y de ceniza y pómez (CORTOLIMA Y CORPOICA, 2015).

18.4 Suelos

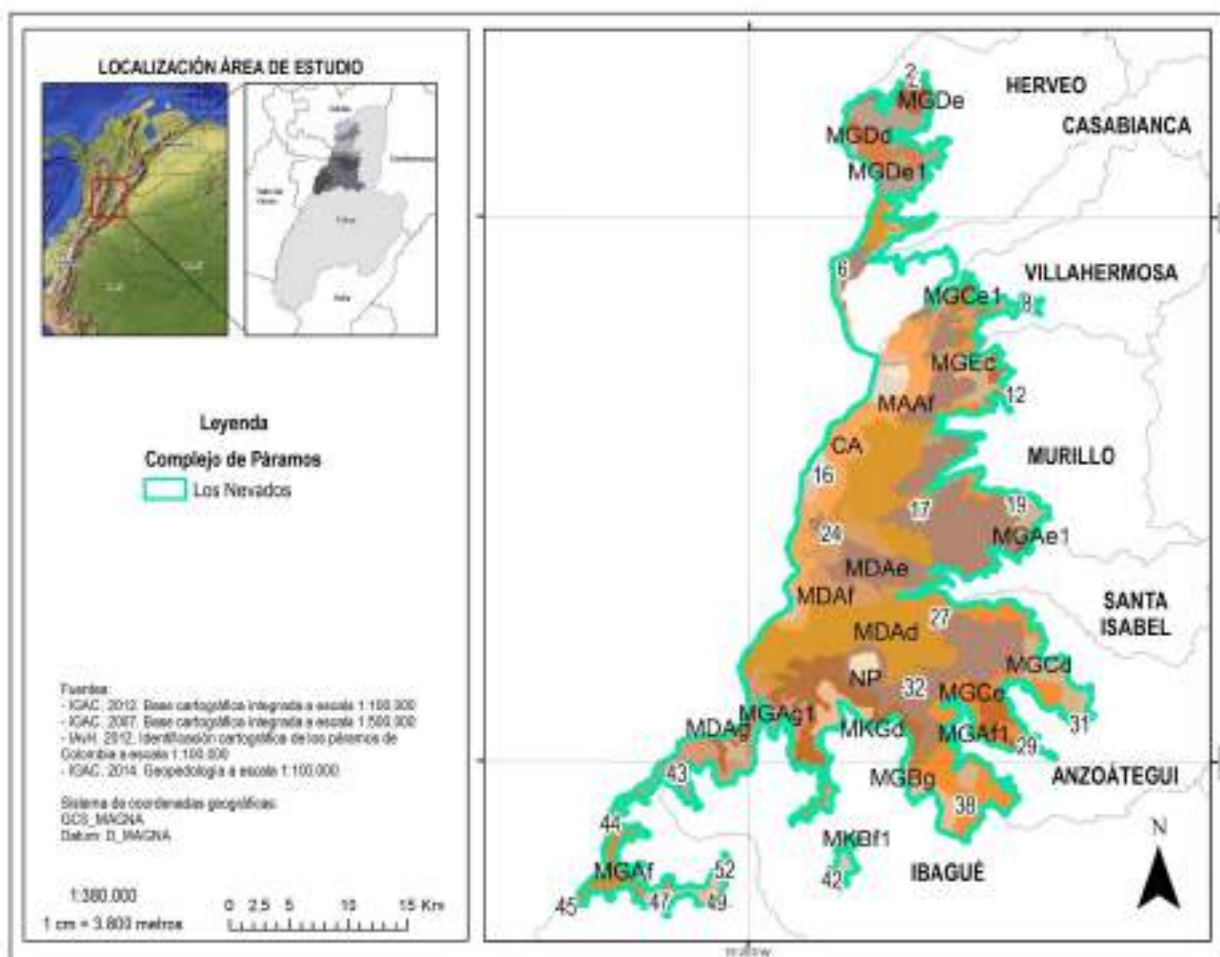
Considerando el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras departamento del Tolima (IGAC, 2005), se identificaron 22 unidades cartográficas agrupadas en 11 grupos, los cuales están asociados geomorfológicamente, en su mayoría, a paisajes de montaña presentes en el área del entorno local (Figura 33) (Tabla 68).

Tabla 68. Área y porcentaje de unidades de suelos, respecto al Entorno Local.

Unidad de Suelo	Área (ha)	Porcentaje respecto al Entorno Local (%)
CA	1644,48	1,7
MAAf	7257,82	7,52
MDA	40763,07	42,24
MGA	16566,58	17,17
MGB	5634,05	5,84
MGC	9275,29	9,61
MGD	5962,61	6,18
MGE	1641,23	1,7
MKB	2582,35	2,68
MKD	1734,45	1,8
MKG	1481,22	1,53
NP	1968,5	2,04
Total	96511,66	100

Fuente: Elaboración propia. Cálculos a partir de la cartografía.

Figura 33. Unidades cartográficas de suelo presentes en el Entorno Local del complejo de páramo Los Nevados.



Leyenda

CA	MGAe1	MGCe	MKBf1
MAAf	MGAf	MGCe1	MKDg1
MDAd	MGAf1	MGDd	MKGd
MDAe	MGAf1	MGDe	NP
MDAf	MGBg	MGDe1	
MDAg	MGCd	MGEc	

Fuente: Elaboración propia. Insumos SIG Cortolima.

A continuación se describen las características principales de cada uno de los grupos en los cuales se organizan las unidades cartográficas de suelos presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

47) Unidad NP: Consociación No Suelo (Nieve Perpetua)

Comprende las áreas de los nevados del Ruiz, Santa Isabel, Tolima y Cisne (dentro del Entorno Regional) y Huila los cuales además de ofrecer una gran belleza escénica y de constituirse en un gran atractivo turístico, son de gran utilidad ecológica por ser los principales reservorios de agua en

donde nacen numerosos ríos y quebradas del departamento.

48) Unidad MAA: Consociación No Suelo (Afloramientos Rocosos)

Esta unidad comprende las áreas que se ubican alrededor de los grandes conos volcánicos, por debajo de la nieve perpetua; son áreas que se cubren de nieve durante las épocas más frías del año y gradualmente se descongelan con el avance del verano, para dejar al descubierto grandes afloramientos de roca y extensos depósitos de arena.

Los materiales litológicos presentes en la unidad están constituidos por rocas volcánicas piroclásticas, consolidadas e intermedias porfiríticas. El relieve es fuertemente quebrado a escarpado con pendientes fuertes y largas. Las condiciones climáticas y litológicas no han permitido la formación de suelos, dominan los afloramientos rocosos; sólo hacia el límite inferior de la unidad se encuentran como inclusiones suelos muy incipientes desarrollados sobre materiales consolidados y sobre las arenas volcánicas correspondientes a los Typic Cryorthents.

La vegetación es escasa y se observa un incremento gradual a medida que se descende en altitud, desde frailejones aislados, pajonales, musgos y algunos arbustos cerca a los 4200 msnm.

49) Unidad MDA: Grupo Indiferenciado Thaptic Haplocryands y Lithic Cryorthents y Typic Cryaquents.

Esta unidad cartográfica se localiza al noroccidente del departamento, en las zonas de mayor altitud y próximas a los nevados. Presenta un relieve que varía de ondulado a fuertemente escarpado y pendientes también muy variables desde 12% hasta mayores de 75%. Existen frecuentes depresiones de origen glaciar, algunas con acumulaciones de material orgánico sin descomponer y otras con volúmenes de agua formando una serie de lagunas muy importantes.

La vegetación natural está constituida por frailejones, gramíneas, musgos, líquenes y arbustos, la cual tiene la propiedad de comportarse como una enorme esponja, capaz de retener grandes volúmenes de agua lluvia y de controlar su flujo a través de las cuencas hidrográficas. Esta unidad es muy importante por ser el principal reservorio, regulador de aguas; se hace necesario conservar su vegetación natural y evitar los cultivos y la explotación ganadera.

Integran esta unidad los suelos clasificados como Thaptic Haplocryands que ocupan un 50% del área, los Lithic Cryorthents un 30% y los Typic Cryaquents un 20%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Thaptic Haplocryands

Los suelos de este taxón se localizan en las pendientes más suaves y se desarrollan sobre depósitos volcánicos, que dan origen a una alternancia de horizontes humíferos de colores oscuros y claros muy contrastados. Son suelos profundos, bien drenados, de texturas medias a gruesas, y muy ricos en materia orgánica. Algunas capas enterradas (Ab) corresponden a horizontes humíferos.

Químicamente, son suelos ácidos, de capacidad catiónica de cambio mediana a baja, saturación total de bases baja y contenido de fósforo disponible para las plantas de medio a alto. Su fertilidad es baja. El uso es restringido, debido a las bajas temperaturas y fuertes vientos; se deben conservar con la vegetación natural.

- Suelos Lithic Cryorthents

Se localizan en las zonas más pendientes y escarpadas; han evolucionado a partir de depósitos delgados de arenas y cenizas volcánicas y descansan sobre rocas ígneas, especialmente andesitas. La morfología del perfil es de tipo A/C. El horizonte A, tiene un espesor de 22 cm, color pardo muy oscuro a negro, textura franca a franco arenosa y estructura moderadamente desarrollada. Debajo de este horizonte, se encuentran capas delgadas de arenas volcánicas que descansan sobre materiales rocosos.

Químicamente son suelos muy ácidos, de capacidad catiónica de cambio media a alta, saturación total de bases muy baja, saturación de calcio y magnesio muy baja, disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja y fertilidad muy baja. El uso es restringido debido a las bajas temperaturas y vientos fuertes.

- Suelos Typic Cryaquents

Se localizan en las áreas depresionales en donde hay acumulaciones de materiales orgánicos y condiciones de mal drenaje. Los perfiles de suelos tienen una morfología tipo A/C, son muy superficiales, pobremente drenados, con un horizonte humífero que descansa sobre arenas volcánicas. Estos suelos son muy ácidos con capacidad catiónica de cambio alta, saturación total de bases media y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. Su fertilidad es baja; limitados en su uso, por las bajas temperaturas y los fuertes vientos.

4) Unidad MGA: Consociación Typic Melanudands – Typic Hapludans

Ocupan la posición de filas y vigas de montaña, con relieve fuertemente quebrado a escarpado y pendientes largas y empinadas. Los suelos han evolucionado a partir de cenizas volcánicas, las cuales descansan sobre rocas andesita y cuarzodiorita. Presentan erosión ligera a moderada, solifluxión plástica tipo pata de vaca, escurrimiento difuso y deslizamientos localizados. La vegetación natural ha sido destruida en su mayor parte para el establecimiento de ganadería y cultivos de papa en algunos sitios.

Esta unidad consta de un suelo principal clasificado como Typic Melanudands que representa el 70% y de un suelo similar clasificado como Typic Hapludands con inclusiones de Lithic Troorthents 30%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Melanudands

Estos suelos se han originado a partir de cenizas volcánicas, las cuales mezcladas con la materia orgánica, originan un horizonte superficial espeso, de color negro (epipedón melánico). A partir de los 35 cm de profundidad existe un horizonte B estructural de color pardo grisáceo oscuro, textura franca y tixotrópica que descansa sobre un C de color pardo oliva.

Químicamente son suelos de reacción ácida, de baja a muy baja saturación de bases, de capacidad catiónica de cambio alta, de contenido de fósforo bajo y de fertilidad moderada. Son suelos limitados en su uso por las bajas temperaturas y los fuertes vientos.

- Suelos Typic Hapludands

Estos suelos, al igual que los anteriores, han evolucionado de cenizas volcánicas; presentan un horizonte superficial de color oscuro, rico en materia orgánica, de textura franca y estructura lodosa media. El horizonte B es de color pardo amarillento y de textura franca con alto contenido de materia orgánica que permite considerarlo transicional con el horizonte A. Son muy ácidos, de saturación de bases muy baja, de capacidad de intercambio catiónica muy alta, de disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja y de fertilidad baja a media. Están limitados en su uso agrícola por bajas temperaturas y fuertes vientos.

5) Unidad MGB: Grupo Indiferenciado Lithic Troorthents, Lithic Hapludands Y Lithic Tropofolists.

Esta unidad cartográfica se localiza en el paisaje de montaña tiene un relieve escarpado a muy escarpado, con pendientes rectas y largas de 50 a 75% y mayores; en algunos sectores muy localizados se presenta erosión hídrica ligera. Los materiales geológicos dominantes son tonalitas y andesitas con recubrimiento de cenizas volcánicas. Esta área corresponde a la zona de vida de bosque pluvial montano; la vegetación natural es arbórea intervenida y herbácea en algunos sectores.

La unidad cartográfica corresponde a un grupo indiferenciado compuesto por tres suelos principales: Lithic Troorthents (60%), Lithic Hapludands (20%) y un Lithic Tropofolists (20%).

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Lithic Troorthents

Estos suelos se localizan en las laderas más escarpadas de montaña. Son poco evolucionados, originados de rocas ígneas (tonalita), muy superficiales, limitados por la roca dura. Morfológicamente el perfil presenta una secuencia de horizontes de tipo AR. El horizonte A tiene poco espesor (5 cm), color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, con alto contenido de materia orgánica, estructura migajosa, consistencia muy friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica.

Químicamente son de reacción fuertemente ácida, de altos contenidos de materia orgánica, alta capacidad catiónica de cambio, altos contenidos de bases totales, y de fertilidad muy baja. Las pendientes tan pronunciadas y la susceptibilidad a la erosión constituyen los principales limitantes de uso.

- Suelos Lithic Hapludands

Estos suelos alternan con el suelo Lithic Troorthents en las laderas de montaña, en las zonas menos pendientes. Son suelos poco evolucionados originados de cenizas volcánicas depositadas sobre rocas tonalitas. El horizonte superficial presenta 30 cm. de espesor, color negro, textura franco arenosa y consistencia friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. Este horizonte descansa directamente sobre la roca ígnea.

La susceptibilidad a la erosión, la profundidad superficial y las fuertes pendientes, constituyen los principales limitantes para su uso. Químicamente son suelos de reacción fuertemente ácida, de altos contenidos de materia orgánica, bajos en bases y fósforo, con problemas de aluminio y de fertilidad muy baja.

- Suelos Lithic Tropofolists

Estos suelos se localizan generalmente en los resaltos de ladera de las filas y vigas. Son suelos muy poco evolucionados, originados de materiales orgánicos, superficiales, bien drenados y limitados por roca coherente y dura. Tienen una capa orgánica de 49 cm, de color negro, sin estructura, en estado incipiente de descomposición. El horizonte A es de 10 -15 cm. de espesor, de color pardo a pardo oscuro que descansa directamente sobre la roca. Estos suelos tienen reacción muy ácida, capacidades catiónica de cambio muy alta; saturación de bases y bases totales muy bajas, carbón orgánico muy alto y fósforo disponible para las plantas bajo. Su fertilidad es muy baja.

6) Unidad MGC: Consociación Typic Hapludands

Se encuentra en clima muy frío húmedo, en las partes altas de los municipios de Herveo, Villahermosa, Murillo, Cajamarca, Roncesvalles y Chaparral principalmente. Corresponde al tipo de relieve de lomas, caracterizado por domos redondeados y alargados, con pendientes cortas, de 7 - 12 - 25%. El material parental está constituido por cenizas volcánicas, depositadas sobre andesitas.

La vegetación natural ha sido destruida y reemplazada inicialmente por cultivos de papa y luego por potreros para explotación ganadera extensiva. Los suelos de esta consociación están representados por los Typic Hapludands en un 90% e inclusiones de Humic Udivitrands en un 10%

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Hapludands

Se ubican tanto en las cimas como en las laderas de las lomas, se han originado a partir de cenizas volcánicas y se caracterizan por su morfología tipo ABC. Son profundos, de colores negros debidos a las acumulaciones de materia orgánica, de texturas medianas a moderadamente gruesas, bien estructurados y bien drenados.

Químicamente muestran reacción muy ácida, saturación total de bases baja y muy baja, capacidad catiónica de cambio alta, contenidos de fósforo altos en los horizontes superficiales y fertilidad moderada.

7) Unidad MGD: Asociación Humic Udivitrands – Typic Troporthents

Esta unidad cartográfica corresponde al tipo de relieve de lomas, caracterizadas por domos alargados y pendientes moderadas. Se ubican principalmente en las partes altas de los municipios de Herveo y Casabianca. El relieve es fuertemente ondulado / quebrado, con pendientes dominantes de 12-25-50% y presenta erosión ligera causada por escurrimiento difuso y con frecuentes deslizamientos. El material parental consiste de piroclastos (lapilli) y flujos de lava andesítica, provenientes de los volcanes de Cerro Bravo y el Ruiz.

La vegetación natural ha sido casi totalmente destruida para utilizar las tierras en ganadería y agricultura, uso que ha causado erosión en algunos sectores. La asociación está conformada por los suelos Humic Udivitrands en un 60% y los Typic Troporthents en un 40%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Humic Udivitrands

Ocupan preferentemente las zonas de relieve ondulado con pendientes suaves. Se desarrollan a partir de arenas volcánicas que frecuentemente sepultan otros suelos de color negro. Se caracterizan por ser superficiales, limitados por arena y gravilla; bien drenados, de textura predominantemente gruesa y estructura poco desarrollada.

Son suelos pobres en materia orgánica, ácidos a ligeramente ácidos, con capacidad catiónica de cambio baja, saturación total de bases baja a media y bajos en fósforo asimilable. La fertilidad es moderada.

- Suelos Typic Troorthents

Ocupan principalmente las zonas de relieve más escarpado dentro de la unidad. El material parental está constituido por flujos volcánicos de arenas, gravillas y piedra pómez. Los suelos son muy superficiales, bien a excesivamente drenados. Presentan horizontes espesos de color pardo oscuro en superficie y gris a pardo oliva en profundidad. La textura es gruesa y la estructura poco desarrollada.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos, pobres a regulares en materia orgánica, de capacidad de intercambio catiónico baja a muy baja, saturación total de bases media contenido de fósforo asimilable por las plantas alto y de fertilidad baja.

8) Unidad MGE: Consociación Typic Hapludands

Esta unidad cartográfica pertenece al paisaje de montaña y al tipo de relieve de vallecitos. El relieve es ligeramente inclinado de pendientes suaves, se encuentra en altitudes > 3.200 msnm aprox. El clima es muy frío y muy húmedo, corresponde a la zona de vida del bosque pluvial premontano (bp-PM). Los suelos son profundos, desarrollados a partir de aglomerados mezclados con cenizas volcánicas. En algunas áreas presenta pedregosidad en la superficie y dentro del perfil. Estos suelos están dedicados a la ganadería extensiva. La unidad cartográfica es una consociación, conformada por el suelo Typic Hapludands en un 70% e inclusiones de No Suelo o sea áreas de afloramientos rocosos.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Hapludands

Son suelos profundos y bien drenados, se han originado a partir de cenizas volcánicas, están localizados en los vallecitos glaciares del paisaje de montaña, en relieves ligeramente inclinados. En general, estos suelos presentan un horizonte superficial húmico de 26 a 50 cm de espesor, de color gris muy oscuro o pardo muy oscuro, de texturas franco arenosas con buena estructura, de consistencia friable, ligeramente plástica y ligeramente pegajosa, subyacente se encuentra un horizonte de transición AB, de color pardo amarillento oscuro, con manchas pardo rojizas oscuras, de textura franco arenosa y estructura blocosa. Después se encuentra un horizonte B cámbico de 40 cm. de espesor; color pardo amarillento, de textura franco arenosa y estructura blocosa débilmente desarrollada. En profundidad se encuentra un horizonte C de color abigarrado gris, rojo y amarillo, de textura franco arenosa y sin estructura.

Químicamente son suelos ácidos, altos en materia orgánica y en capacidad de intercambio catiónico; bajos en bases y fósforo asimilable para las plantas y de fertilidad moderada.

9) Unidad MKB: Consociación Alic Hapludands

Esta es la unidad más extensa dentro del clima frío húmedo y muy húmedo; se distribuye principalmente en los municipios de Herveo, Murillo, Santa Isabel, Anzoátegui, Cajamarca, Ibagué y Rovira en altitudes de 2000 a 3000 msnm, con precipitaciones de 2.500 a 2.800 mm y temperaturas de 12 a 18°C. Esta unidad corresponde al tipo de relieve de filas y vigas, caracterizado por presentar crestas longitudinales inclinadas, con flancos abruptos de relieve fuertemente quebrado a escarpado y pendientes largas, mayores de 50%. Existe erosión ligera ocasionada principalmente por sobrepastoreo, se observan fenómenos de reptación, escurrimiento difuso y deslizamientos.

El material parental está constituido por cenizas volcánicas y en algunos sectores escarpados por rocas metamórficas (esquistos). La vegetación natural ha sido destruida en su mayor parte y las tierras dedicadas a la ganadería extensiva y a la agricultura de subsistencia.

Conforman esta consociación un suelo principal, Alic Hapludands 70% y las inclusiones de Hydric Hapludands 30%.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Alic Hapludands

Se han desarrollado a partir de depósitos espesos de cenizas y arenas volcánicas. Los suelos se caracterizan por ser muy profundos y bien drenados; tienen texturas franco arcillosas y franco arcillo arenosas y arenosas francas. La estructura es blocosa y moderadamente desarrollada, presenta abundante pedregosidad. Son suelos ricos en materia orgánica y tienen un horizonte A de 48 cm de espesor, de color negro a pardo oscuro que descansa sobre un horizonte B de color pardo amarillento oscuro.

Químicamente, son suelos ligeramente ácidos, de capacidad de intercambio catiónica alta, saturación de bases baja y fósforo disponible para las plantas muy bajo. La fertilidad es moderada.

- Suelos Hydric Hapludans

Estos suelos se han desarrollado a partir de depósitos de ceniza volcánica. Presentan un horizonte A de 53 cm de espesor, de colores negro y pardo grisáceo muy oscuro, que descansa sobre un horizonte B de color pardo amarillento. La mezcla de materiales amorfos minerales y orgánicos tanto en el horizonte A como en los demás horizontes del perfil edáfico, le proveen a estos suelos buenas condiciones de estructura, porosidad y aireación.

En general estos suelos son muy profundos, bien drenados, de baja densidad aparente, ácidos; con capacidad catiónica de cambio alta, saturación total de bases media a baja, saturación de potasio baja y disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja. Su fertilidad es moderada.

10) Unidad MKD: Consociación Typic Troporthents

Esta unidad cartográfica se localiza en paisaje de montaña, en tipo de relieve de filas y vigas; tiene relieve escarpado y pendientes mayores de 50%. Los suelos de esta unidad se presentan en zonas frías muy húmedas, entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m., en la zona de vida del bosque muy húmedo montano bajo. Los materiales geológicos dominantes son rocas tonalitas. Las tierras están dedicadas a la ganadería extensiva y algunas tienen cobertura de vegetación natural, especialmente

en las áreas de pendientes muy pronunciadas, lo cual constituye el mayor limitante para el uso y manejo. En general son tierras que se deben dedicar en un alto porcentaje a la conservación de la naturaleza. La unidad es una consociación integrada por un suelo principal clasificado como Typic Trophents en un 90% e inclusiones de Typic Dystrupts.

Características de los componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Trophents

Estos suelos ocupan casi toda el área de la unidad. Son poco evolucionados, originados directamente de la tonalita, bien drenados, de profundidad efectiva superficial, limitada por la roca coherente. El horizonte A es de 20 cm de espesor, de color pardo oscuro, de textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares finos y medios, moderadamente desarrollados. A los 20 cm de profundidad se encuentra el horizonte C de color pardo muy pálido y textura arenosa franca.

Los análisis químicos muestran suelos pobres en materia orgánica, ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio baja o media, saturación total de bases media a alta, saturaciones bajas de calcio y magnesio y saturación muy alta de potasio. La fertilidad es baja. Sus mayores limitantes de uso son las pendientes fuertes y la susceptibilidad a la erosión.

11) Unidad MKG: Consociación Typic Hapludands

Esta unidad corresponde al tipo de relieve de lomas, caracterizado por elevaciones de terreno de poca altura y de configuración alargada. Se localiza en los municipios de Santa Isabel, Líbano, Villahermosa, Casabianca, Roncesvalles y San Antonio principalmente. El relieve es fuertemente ondulado / quebrado y las pendientes de 7-12-25 y 50%. Los suelos se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas que descansan sobre andesitas.

Actualmente se encuentran dedicados a la ganadería; se presenta erosión ligera en algunas áreas, causada por fenómenos de reptación (pata de vaca). Es una consociación integrada por un suelo principal clasificado como Typic Hapludands que ocupa el 90% del área y 10% inclusión de Lithic Trophents.

Características de los Componentes Taxonómicos

- Typic Hapludands

Estos suelos se han originado de depósitos espesos de cenizas volcánicas. Muestran un horizonte A, de espesor mayor de 50 cm, de colores negro y pardo grisáceo muy oscuro, que descansa sobre un horizonte B de color pardo amarillento. Son de buenas condiciones físicas: estructura, consistencia, porosidad y buena retención de agua. Son suelos muy profundos, bien drenados, ricos en materia orgánica y de baja densidad aparente.

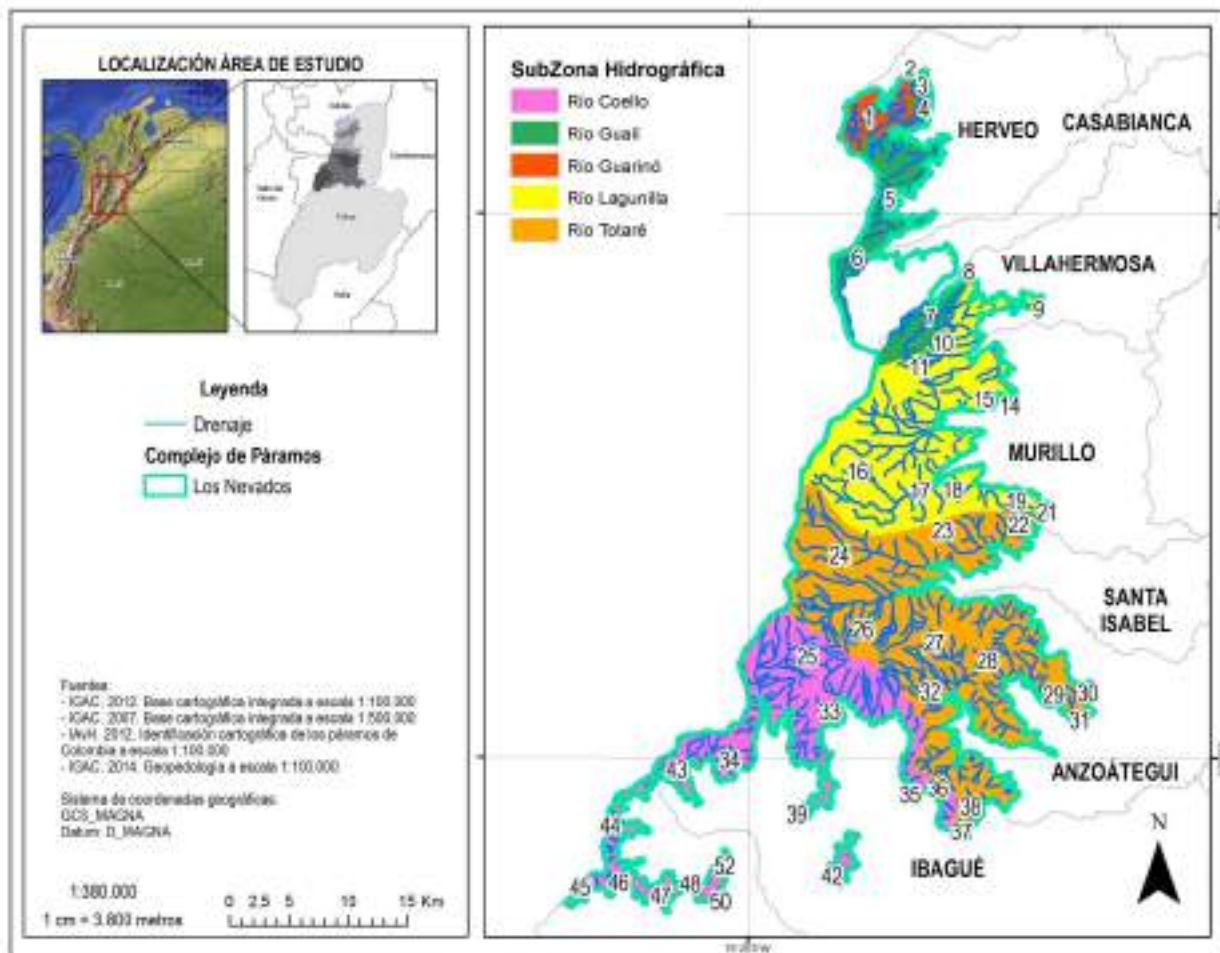
Químicamente son ácidos a muy ácidos, de capacidad catiónica de cambio muy alta, de baja saturación de bases y de disponibilidad de fósforo muy baja. La fertilidad es moderada.

12) CA: Cuerpos de Agua.

18.5 Hidrografía e Hidrología

Los sistemas hídricos presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados, corresponden a los tramos de las cuencas de los ríos Coello, Totare, Recio, Lagunilla y Gualí (Figura 34). El capítulo se elabora, con insumos de los estudios realizados para la caracterización y definición de la Zona Amortiguadora del PNN Los Nevados (PNN Nevados, 2006), así como los diagnósticos de los POMCA de los ríos Coello, Totare y Gualí.

Figura 34. Red hídrica Entorno Local complejo de páramos Los Nevados.



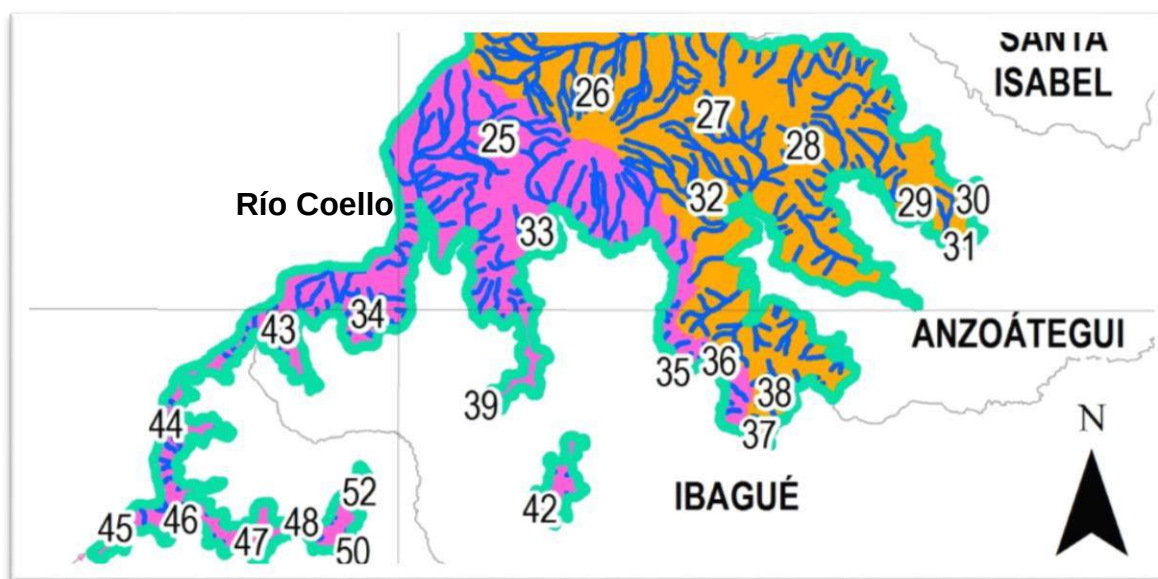
Fuente: Elaboración propia. Insumos SIG CORTOLIMA.

18.5.1 Río Coello

El río Coello nace en el cono del nevado del Tolima en la cordillera Central con el nombre del río Toche y al llegar al corregimiento del mismo nombre recibe las aguas del río Tochecito que sirve de límite entre los municipios de Ibagué y Cajamarca el río Toche desciende desde los 3.600 msnm hasta 2.150 msnm recorriendo 9.8 km aproximadamente, con una pendiente media de 18%, donde empieza a ser denominado río Coello y continua su recorrido descendiendo hasta los 1.400 msnm con una longitud aproximada de 17.9 km y una pendiente media del cauce de 5.4% en límite con Ibagué, recibe las aguas del río Bermellón y sigue su recorrido hasta llegar al río Magdalena.

La cuenca mayor del río Coello desde su nacimiento hasta su desembocadura, posee una longitud de 124,760 km en la cual sus aguas corren en sentido occidente - oriente, drenando una extensión de 184.257,1 ha correspondientes al 7.8% aproximados del área total del departamento del Tolima. Dentro de la cuenca mayor del río Coello se encuentra la cuenca del río Combeima una de las más importantes de esta región, con su nacimiento en el flanco oriental del nevado del Tolima tiene un área de 27.240 ha, la cual surte el 87% del casco urbano y rural del municipio de Ibagué (Figura 35).

Figura 35. Cuenca del río Coello, Entorno Local complejo de páramos Los Nevados.



Fuente: Cartografía Red Hídrica Entorno Local complejo de páramos Los Nevados. En rosado, cuenca río Coello.

Sectorización hidrológica

El río Coello nace en el municipio de Ibagué teniendo como principales afluentes los ríos Tohecito, Toche, Anaime, Cócora, Gallego, Combeima y Bermellón (Tabla 69) en cuyo recorrido, antes de desembocar en el río Magdalena, abastece los acueductos municipales de Ibagué, Coello, Cajamarca y Espinal, beneficiando 538.378 habitantes aproximadamente (Tabla 70).

Morfología de la cuenca del río Coello

- Área

El área de la cuenca es probablemente una de las características geomorfológicas más importantes de una cuenca. Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural.

El área de la cuenca tiene gran importancia, por constituir el criterio de la magnitud del caudal, en condiciones normales, los caudales promedios, mínimos y máxima instantáneos crecen a medida que crece el área de la cuenca (Tabla 71) y (Tabla 72).

Tabla 69. Cuencas, subcuencas y microcuencas que drenan la cuenca mayor del río Coello.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	
Río Combeima	Q. Chaguala	Za. La Panchona	
		Q. Quindia	
		Q. La Jabonera	
		Q. La Leona	
		Za. La Morronga	
		Q. Salada	Za. Cajón
		Q. Chicuambe	
		Q. Cunira	Q. Joya Grande
			Za. La Herrera
			Q. Palo Blanco
			Q. Cachapa
		Q. Dulce Guzman	
		Q. Cacao	Q. Colada
		Q. Dulce Morocho	Za. Honda
		Q. Balsales	
		Q. Murrapal	
		Q. San Lorenzo	Q. Naranjal
			Q. Aguadulce
			Q. Diomate
			Q. Guaduale
			Za. El Palmar
			Q. Malosa
		Q. Mochilera	Q. Maya
		Q. Miguel Sánchez	
		Q. Balsales	
		Q. Los Indios	
		Q. del Tanque	
		Q. La Mail	
		Q. Masato	
		Q. Palmichal	
		Q. Curala	Q. Guadualito
		Q. Azufrada	
		Q. San Vicente	Q. Aguadulce
			Q. El Suspiro
			Q. Tapias
		Q. Las Mulas	

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	
Río Combeima	Q. Chaguala	Q. La Colorada	Q. El Chupal
			Za. De Jizal
		Q. Guacharaco	
		Q. Pereté	Za. Del Hoyo
		Za. El Salitre	
		Za. El Naranjito	
		Q. Benavides	
		Q. La Morena	
		Q. Coloradas	Q. Quitasueños
			Q. Banona
			Za. Seca
			Za. Bai
			Za. Pozuelos
		Q. Potrerillo	Q. Pitala
			Q. Colora
			Q. Venadero
		Q. Cantarniquera	
		Q. Castañala	Q. El Desagüe
			Q. La Dominga
		Q. Grande	
	Q. Guaguir	Q. Barbara	Q. Barbonita
		Q. Aguadulce	
		Q. Santa Ana	
		Q. Santa Rita	Q. del Hobo
		Q. Pan de Azúcar	Q. de la Igua
		Za. El Guace	
		Q. del Cabuyo	
	Q. Ocona		
	Q. La Honda		
	Q. El Rodeo		
	Q. Aperca o Agua Sucia	Q. Ringlero	
		Za. Honda	
	Q. El Tejar		
	Q. Cay	Q. Santa Lucía	
		Q. La Calera	
	Q. Samú o Corazón		
		Q. La Platica	

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	
Río Combeima	Q. La Plata		
		Q. El Secreto	
		Q. González	
		Q. Bellavista	
		Q. Altamira	
	Q. Las Perlas	Q. Los Andes	
		Q. Las Nieves	
		Q. Tribuna	
		Q. El Capote	
	Q. El Billar		
R. Gallego		Q. El Termal	
	Q. Potrero	Q. El Cural	
	Q. La Montaña		
		Q. La Capanza	
		Q. La Carbona	
		Q. Los Cauchos	
	Q. Agua Malita	Q. Las Palmas	
	Río Andes	Q. Las Abras	
		Q. Los Órganos	
		Q. La Plata	
		Q. Tigrera	
Río Cocora	Q. San Rafael		
		Q. Laguneta	
		Q. El Escobo	
		Q. Chorro Blanco	
		Q. Negra	
		Q. El Billar	
		Q. Cural	
		Q. Guayabal	
		Q. Palmita	Q. Cataima
		Q. San Pedro	
Río Bermellón		Q. La Cerrajosa	
		Q. El Tigre	
		Q. San Antonio	
	Río Anaime	Q. Espartillal	
		Q. La Venecia	
		Q. La Plata	
		Q. El Águila	
		Q. Carrizales	Q. Maravelez
			Q. La Urania

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	
Río Bermellón		Q. La Unión	
		Q. La Suiza	
		Q. Cucuana	Q. San Antonio
		Q. Las Marías	Q. El Zancudo
			Q. Dos Quebradas
			Q. La Reina
		Q. Potosí	Q. La Mina
		Q. El Espejo	
	Q. Chorros Blancos	Q. El Rincón	
	Q. Guala		
		Q. Perales	
	Q. Corrales	Q. Campamento	
	Q. Azufral		
		Q. Chorros Blancos	
		Q. Las Lajas	
	Q. San Juan	Q. Santa Marta	
		Q. Oliveres	
		Q. Hojas Anchas	
		Q. San Pedro	
	Q. Tohecito	Q. Dantas	
		Q. Pajarito o La Oscura	
		Q. San Rafael	
Río Toche	Q. Campoalegre		
		Q. El Alisal	
	Q. San José		
		Q. La Sonadora	

Fuente: POMCA río Coello.

Tabla 70. Fuentes abastecedoras de acueductos municipales (caudal concesionado y población suscrita y potencial), Entorno Local complejo de páramos Los Nevados.

Municipio	Fuentes Abastecedoras			Q (lt/sg)	Población	
	Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca		Suscrita	Potencial
Cajamarca			Q. Chorros Blancos	60	1.845	200
			Q. Dos Quebradas	40		
Ibagué		R. Combeima	Q. Cay	2.170	85.130	100.130
			Q. Chembe			
Rovira	R. Luisa			60	2012	500
San Luis			Q. El Cobre	37	956	83
Coello	R. Coello			10	400	500
Espinal	R. Coello			400	12195	1000
Flandes	Gran cuenca del río Magdalena			130	6500	1000

Fuente: POMCA río Coello. Sombreados en azul, los municipios que se ubican en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

De acuerdo con la información anterior, se evidencia que la cuenca del río Coello posee un área suficientemente grande, como para ser clasificada como la tercera más grande del departamento del Tolima, lo cual indica un alto potencial en la producción de agua.

- Perímetro

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea de divorcio de la hoya es un parámetro importante, pues en conexión con el área puede indicar aspectos sobre la forma de la cuenca. El perímetro es la longitud del límite de la cuenca, es decir, la distancia que habría que recorrer en línea recta si se transitara por todos los filos que envuelven a la cuenca (Tabla 73).

Tabla 71. Áreas por rangos de cotas de la cuenca mayor del río Coello.

Cota	Área (ha)	Área (%)	Área		Porcentaje	
			Creciente	Decreciente	Creciente	Decreciente
0	5995,72	3,25	5995,72	183257,33	3,25	99,46
200	9346,06	5,07	15341,78	177261,62	8,33	96,2
400	13421,2	7,28	28762,98	167915,56	15,61	91,13
600	11003,21	5,97	39766,19	154494,35	21,58	83,85
800	6021,85	3,27	45788,04	143491,14	24,85	77,88
1000	7021,18	3,81	52809,22	137469,3	28,66	74,61
1200	7194,58	3,9	60000,8	130448,11	32,57	70,8
1400	7639,62	4,15	67643,42	123253,53	36,71	66,89
1600	8940,93	4,85	76584,35	115613,91	41,56	62,75
1800	10529,91	5,71	87114,26	106672,98	47,28	57,89
2000	12099,11	6,57	99213,37	96143,07	53,85	52,18
2200	12926,52	7,02	112139,89	84043,96	60,86	45,61

Cota	Área (ha)	Área (%)	Área		Porcentaje	
			Creciente	Decreciente	Creciente	Decreciente
2400	13091,23	7,1	125231,13	71117,44	67,97	38,6
2600	13797,9	7,49	139029,03	58026,2	75,45	31,49
2800	14846,17	8,06	153875,2	44228,3	83,5	24
3000	11468,78	6,22	165343,97	29382,14	89,74	15,95
3200	10060,52	5,46	175404,5	17913,36	95,2	9,72
3400	4707,22	2,55	180111,71	7852,83	97,75	4,26
3600	1818,62	0,99	181930,33	3145,62	98,74	1,71
3800	1327	0,72	183257,33	1327	99,46	0,72
4000	456,15	0,25	183713,48	456,15	99,7	0,25
4200	247,03	0,13	183960,51	247,03	99,84	0,13
4400	150,02	0,08	184110,53	150,02	99,92	0,08
4600	79,49	0,04	184190,02	79,49	99,96	0,04
4800	67,07	0,04	184257,09	67,07	100	0,04

Fuente: POMCA Río Coello. Sombreados en azul, las cotas que corresponden al Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Tabla 72. Área total de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.

Nombre Cuenca	Área de la Cuenca (ha)
Cuenca Bermellón	42606,72
Cuenca Cócora	18201,81
Cuenca Combeima	27364,11
Cuenca Gallego	6043,51
Cuenca Toche	22828,72
Cuenca Coello (Total)	184257,09

Fuente: POMCA río Coello.

Tabla 73. Perímetro de los cauces de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.

Nombre Cuenca	Perímetro Cuenca (km)
Cuenca Bermellón	97,21
Cuenca Cócora	72,46
Cuenca Combeima	117,3
Cuenca Gallego	37,02
Cuenca Toche	85,28
Cuenca Coello (Total)	291,6

Fuente: POMCA río Coello.

- Longitud

La longitud, L, de la cuenca puede estar definida como la distancia horizontal del río principal entre un punto aguas abajo (estación de aforo) y otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca (Tabla 74).

Tabla 74. Longitud de los cauces de la cuenca mayor río Coello y sus cuencas.

Nombre Cuenca	Longitud de Drenaje (km)
Cuenca Bermellón	29,64
Cuenca Cócora	33,39
Cuenca Combeima	57,78
Cuenca Gallego	9,78
Cuenca Toche	23,12
Cuenca Coello (Total)	124,76

Fuente: POMCA río Coello. Las longitudes de los cauces son aproximadas, ya que están calculadas a escala 1:25.000.

- Pendiente media de los cauces (Pm)

Se entiende, como la relación entre la altura total del cauce principal (cota máxima menos cota mínima) y la longitud del mismo. Se calcula a partir de la fórmula:

$$Pm = \frac{Hmax - Hmin}{L} \times 100$$

Dónde:

Pm: Pendiente media

Hmax: Cota máxima

Hmin: Cota mínima

L: Longitud del cauce

$$Pm = \frac{4000 - 300}{124760,54} \times 100 = 2,97$$

En la Tabla 75, se evidencia que la cuenca mayor del río Coello y su afluente el río Gallego, presentan pendientes por debajo del 5%, lo que indica que las aguas no están siendo sometidas a grandes velocidades, al contrario de las cuencas de los ríos Combeima, Bermellón, Cócora y Toche, poseen pendientes entre el 6.5% y el 9%, lo que provoca grandes velocidades en el desplazamiento del agua, induciendo a la erosión en ellos, la socavación de los taludes aledaños y el consecuente transporte de cantidades considerables de sedimentos (POMCA río Coello; CORTOLIMA, 2014).

Tabla 75. Pendiente media de los cauces de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.

Nombre Cuenca	Pm (%)
Cuenca Bermellón	7,08
Cuenca Cócora	7,19
Cuenca Combeima	6,92
Cuenca Gallego	4,09
Cuenca Toche	8,65
Cuenca Coello (Total)	2,97

Fuente: POMCA río Coello.

- Rangos de pendientes

Se refiere al grado de inclinación del terreno, expresado en porcentaje. Los rangos de pendientes son variables dentro de una región o cuenca hidrográfica. La Tabla 76, presenta los rangos de pendientes que fueron utilizados en la formulación del plan de ordenación de la cuenca mayor del río Coello, así como su calificación y distribución en áreas (ha) y porcentaje (%).

Tabla 76. Rangos de pendientes y áreas, de la cuenca mayor del río Coello.

Rango	Calificación	Área (ha)	Área (%)
0 - 3	Muy plano	45561,15	24,73
3.1 - 7	Plano	7709,04	4,18
7.1 - 12	Casi plano	7359,96	3,99
12.1 - 25	Ondulado	19601,06	10,64
25.1 - 50	Muy ondulado	60180,42	32,66
50.1 - 75	Escarpado	34528,42	18,74
> 75	Muy escarpado	7218,9	3,92
ZU	Zona urbana	2098,14	1,14
Total		184257,09	100

Fuente: POMCA río Coello.

Se observa que el 32,66% del área (60180,42 ha) de la cuenca mayor del río Coello, presenta una pendiente muy ondulada, es decir, un rango de pendiente entre 25 y 50%; así mismo, el 24,73% del área (45561,15 ha) de la cuenca presenta una pendiente muy plana, a partir de un rango de pendiente entre 0 y 3%.

- Parámetros de forma de la cuenca

Dada la importancia de la configuración de las cuencas, se trata de cuantificar estas características por medio de índices o coeficientes, los cuales relacionan el movimiento del agua y las respuestas de la cuenca a tal movimiento (hidrógrafa).

Para explicar cuantitativamente la forma de las cuencas, se compara la cuenca con figuras geométricas, como el círculo, el óvalo, el cuadrado y el rectángulo (principalmente).

a) Factor de forma de Horton (Hf)

Este factor de forma, expresa la relación existente entre el área de la cuenca y un cuadrado de la longitud máxima o longitud axial de la misma. Se calcula a partir de la fórmula:

$$Hf = \frac{A}{La^2}$$

Donde:

Hf: Factor de Forma de Horton; A: Área; La: Longitud axial.

Para la cuenca mayor del río Coello

$$Hf = \frac{A}{La^2} = \frac{184257,09}{128357,55^2} = 0,1118$$

El Factor de Forma de Horton de la cuenca mayor del río Coello, es de 0,1118, lo cual indica que la cuenca no tiende a ser circular, por lo tanto no es propensa a presentar crecidas súbitas, cuando se presentan lluvias intensas simultáneas en toda o gran parte de su superficie. La Tabla 77, presenta el Factor de Horton de la cuenca mayor del río Coello y de sus cuencas.

Tabla 77. Factor de Horton de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.

Nombre Cuenca	Horton
Cuenca Bermellón	0,4735
Cuenca Cócora	0,1576
Cuenca Combeima	0,0777
Cuenca Gallego	0,6103
Cuenca Toche	0,3198
Cuenca Coello (Total)	0,1118

Fuente: POMCA río Coello.

b) Razón Circular de Miller

Definida como la razón del área de la cuenca, al área de un círculo que tiene el mismo perímetro de la cuenca. Se calcula a partir de la fórmula:

$$Rc = \frac{A}{Ac} = \frac{184257,09}{676661,03} = 0,27$$

Donde:

Rc: Factor Circular; A: Área de la Cuenca; Ac: Área de un círculo.

La razón circular de la cuenca mayor del río Coello, es de 0,2722, valor que indica que la cuenca en su totalidad no posee similitud geométrica con el círculo, por lo tanto el comportamiento será poco torrencial en su totalidad.

La Tabla 78, presenta el factor circular para cada una de las cuencas que conforman la cuenca mayor del río Coello, en donde se evidencia que la cuenca del río Combeima, tiene a ser menos afectada por un fenómeno torrencial que la cuenca mayor en su totalidad, por tener un factor con valor lejano a 1 (0,2498). Siendo las cuencas de los ríos Bermellón y Gallego las más susceptibles a este tipo de fenómenos.

Tabla 78. Factor de Razón Circular de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.

Nombre Cuenca	Rc
Cuenca Bermellón	0,5663
Cuenca Cócora	0,4354
Cuenca Combeima	0,2498
Cuenca Gallego	0,5539
Cuenca Toche	0,3942
Cuenca Coello (Total)	0,2722

Fuente: POMCA río Coello.

c) Coeficiente de compacidad de Gravelius (Kc)

Se obtiene al relacionar el perímetro de la cuenca, con el perímetro de un círculo que tiene la misma área de la cuenca. Se puede establecer a partir de las fórmulas:

$$Kc = \frac{P}{Pc} = \frac{291602,01}{152165,79} = 1,92$$

Donde:

Kc: Coeficiente de compacidad de Gravelius

P: Perímetro de la cuenca

Pc: Perímetro del círculo

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} = 0,28 \frac{291602,01}{\sqrt{184257,09}} = 1,92$$

Donde

Kc: Coeficiente de compacidad de Gravelius

P: Perímetro de la cuenca

A: Área de la cuenca

El coeficiente de compacidad de Gravelius, de la cuenca mayor del río Coello, es de 1,919. Indicando una torrencial ligera por poseer una forma oval oblonga.

De acuerdo con la Tabla 79, las cuencas de los ríos Bermellón y Gallego, son las que presentan una característica torrencial más alta y por ende más peligrosa; de manera diferente la cuenca del río Combeima, presentaría un comportamiento menos torrencial, quedando las Cuencas de los ríos Cócora y Toche en un término intermedio.

Tabla 79. Coeficiente de compacidad de Gravelius de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.

Nombre Cuenca	Kc
Cuenca Bermellón	1,3303
Cuenca Cócora	1,5172
Cuenca Combeima	2,0032
Cuenca Gallego	1,3451
Cuenca Toche	1,5945
Cuenca Coello (Total)	1,919

Fuente: POMCA Río Coello.

- Índice de Alargamiento (Ia)

Este índice, propuesto por Horton, relaciona la longitud máxima de la cuenca con su ancho máximo medido perpendicularmente a la dimensión anterior. Se calcula a partir de la fórmula:

$$Ia = \frac{La}{a} = \frac{128357,55}{56200,66} = 2,292$$

Donde:

Ia: Índice de alargamiento

La: Longitud axial

a: Ancho máximo de la cuenca

El índice de alargamiento de la cuenca mayor del río Coello, es de 2,292, ésta relación está indicando que la cuenca posee un sistema de drenaje que se asemeja a una espiga denotando un alto grado de evolución del sistema y que esta en capacidad de absorber mejor una alta precipitación sin generar una crecida de grandes proporciones.

Al observar la Tabla 80, se obtiene nuevamente, que las cuencas de los ríos Bermellón y Gallego, presentan las características torrenciales más altas y por consiguiente más peligrosas; la cuenca del río Combeima presenta nuevamente el comportamiento menos torrencial en la cuenca mayor del río Coello.

Tabla 80. Índice de alargamiento de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.

Nombre Cuenca	Ia
Cuenca Bermellón	1,045
Cuenca Cócora	1,926
Cuenca Combeima	2,363
Cuenca Gallego	0,839
Cuenca Toche	1,23
Cuenca Coello (Total)	2,292

Fuente: POMCA río Coello.

- Tiempo de concentración (Tc)

Es el tiempo teórico que se demora una gota de agua desde la parte más alta de la cuenca hasta la desembocadura de la misma. Se calcula a partir de la fórmula:

$$T_c = \left(\frac{0,870 \times L^3}{H} \right)^{0,385} = \left(\frac{0,870 \times 124,76^3}{4000 - 300} \right) = 10,57$$

Donde

Tc: Tiempo de concentración

L: Longitud del cauce principal

H: Diferencia de altura en metros

Una característica fundamental en las cuencas de forma alargada, es que los tiempos de concentración son diferentes en casi todos los puntos de la cuenca, esto se puede observar en la Tabla 81, donde se evidencia que para la cuenca mayor del río Coello, el tiempo total de concentración es de 10 horas y 33 minutos, y a sus afluentes les toma entre 58 minutos y más de 4 horas desembocar en distintos puntos de su cauce.

Tabla 81. Tiempos de concentración de la cuenca mayor del río Coello y sus cuencas.

Nombre Cuenca	Tc (hh:mm)
Cuenca Bermellón	1:01
Cuenca Cócora	0:58
Cuenca Combeima	4:12
Cuenca Gallego	1:18
Cuenca Toche	1:54
Cuenca Coello (Total)	10:33

Fuente: POMCA río Coello.

Forma de la Cuenca y Densidad del drenaje

La cuenca mayor del río Coello y sus cuencas son de forma predominantemente alargada, según lo muestran los diferentes cálculos morfométricos realizados, esto tiene influencia sobre el comportamiento de las crecidas de los ríos, las cuales están asociadas a las cuencas largas de ríos igualmente largos; los ríos con estas características tienen menor tendencia al almacenamiento de las aguas lluvias, es decir, al presentarse una lluvia en el área de la cuenca, el agua escurrirá por los ríos y una vez allí el tiempo que tarda en viajar la crecida desde la parte más alta de la cuenca hasta la más baja será mayor que el tiempo que tardaría en una cuenca que contenga ríos predominantemente cortos.

Otro aspecto a considerar, es la cantidad de ríos y quebradas que llegan o tributan al río principal dentro del área de la cuenca y que se conoce como densidad del drenaje. En el caso de la cuenca descrita, se pueden localizar varios ríos y quebradas que facilitan la evacuación de las aguas lluvia hacia el río principal y una vez allí, serán conducidas hacia la desembocadura o hacia un río más grande.

Hidrología

El incremento del uso del agua obliga a tener un conocimiento más profundo del comportamiento hidrológico de las cuencas hidrográficas, para poderla aprovechar de manera integral en los diferentes usos.

El río Coello presenta vital importancia en el desarrollo del departamento del Tolima. Dentro de su cuenca se encuentran localizadas las fuentes abastecedoras de los cascos urbanos de los municipios de Cajamarca (quebradas Chorros Blancos y Dos Quebradas), Ibagué (río Combeima y quebrada Cay), El Espinal (río Coello), Flandes y de otros centros habitacionales de menor densidad poblacional.

Igualmente, dentro del área de su cuenca mayor se ubica el distrito de riego del río Coello, localizado en la zona Central del departamento del Tolima y abarca una extensión de 71900 hectáreas, de las cuales las aguas del proyecto irrigan 48000 hectáreas, que pertenecen a los municipios de El Espinal, Coello y Flandes, y además son utilizadas para generar energía eléctrica en la planta de La Ventana, con capacidad instalada de 80 MWh (POMCA río Coello, CORTOLIMA, 2014).

- Oferta Hídrica

Se considera oferta hídrica al volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del sistema. La estimación de la oferta hídrica tiene como base la dinámica y los procesos que se dan en el ciclo hidrológico, que determinan en un espacio y un período dado la disponibilidad del recurso.

Según la resolución 0865 de Julio 22 de 2004 en cumplimiento del artículo 21 del Decreto 155 de 2004, mediante la cual el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial adoptó la metodología establecida por el IDEAM para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales, el caudal medio anual de la corriente es la oferta hídrica de dicha cuenca (POMCA Río Coello, CORTOLIMA, 2014).

A continuación se presentan los cálculos realizados para la elaboración del plan de ordenación de la cuenca mayor del río Coello. Se incluyen conceptos fundamentales sobre la oferta hídrica total y neta; la primera corresponde al volumen total generado por la unidad de producción hidrográfica (cuenca) sin tener en cuenta factores de reducción, y la segunda a la disponibilidad del recurso de acuerdo con su calidad y el volumen mínimo disponible que debe discurrir por los cauces para el sostenimiento de los ecosistemas (caudal ecológico).

- Producción Hídrica, Caudal Medio

Es el resultado de las escorrentías subsuperficiales y subterráneas que alimentan los cauces de una forma lenta y discurre por la red de manera permanente entre lluvia y lluvia. Equivale al valor medio de los caudales medios.

En la Tabla 82, se indican los resultados de la oferta hídrica total superficial a nivel de cuenca mayor, cuencas, subcuencas, y microcuencas integrantes de las mismas calculadas mediante la aplicación del Método de Simulación Caudal3 (POMCA río Coello; CORTOLIMA, 2014).

De conformidad con los resultados obtenidos de la aplicación del Modelo de Simulación Hidrológica Caudal3, la cuenca mayor de río Coello posee una oferta hídrica total de 31.24756 m³/seg, que corresponde al valor de su caudal medio. Las mayores cuencas aportantes son las cuencas de los ríos Negro y Cunday con ofertas hídricas totales de 21,99103 y 20,43674 m³/seg respectivamente.

Tabla 82. Oferta hídrica - Cuenca mayor río Coello.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp Max. Diaria		Caudal Medio (m3/seg)	Caudal de reparto (m3/seg)	Q. Ecológico (m3/seg)	Oferta hídrica Neta (m3/seg)
			Vr. Med	Vr. Min				
R. Toche	R. Toche 1		46,68	21,4	0,47028	0,21559	0,0539	0,41636
		Q. Sonadora	46,68	21,4	0,02738	0,01255	0,00314	0,02425
	Q. San Jose		47,63	22,57	0,09141	0,04332	0,01063	0,08058
	R. Toche 2		49,5	25	0,09252	0,04673	0,01168	0,08084
		Q. El Alisal	45,02	23,75	0,03064	0,01616	0,00404	0,0266
	Q. Campo Alegre		46,68	21,4	0,1765	0,08092	0,02023	0,15628
	R. Toche 3		45,14	25,9	0,05294	0,03038	0,00759	0,04535
	R. Tochechito	Q. San Rafael	49	20,83	0,23645	0,10051	0,02513	0,21132
		Q. Pajarito	49	20,83	0,26767	0,11379	0,02845	0,23923
		Q. Dantas	46,68	21,4	0,28323	0,12984	0,03246	0,25077
		R. Tohecito	46,68	21,4	0,39295	0,18014	0,04504	0,34792
	Total río Tochechito					1,1803		0,04504
Total Río Toche					2,12198		0,07317	2,0488
R. Coello	Q. San Juan	Q. San Pedro	53,18	23	0,12645	0,05469	0,01367	0,11277
		Q. Hojas Anchas	53,18	23	0,0978	0,0423	0,01057	0,087
		Q. Oliveros	53,18	23	0,10553	0,04564	0,01141	0,09412
		Q. Santa Marta	53,23	20	0,15131	0,05685	0,01421	0,1371
		Q. San Juan	50,69	26,23	0,52841	0,27343	0,06836	0,46006
	Total quebrada San Juan				1,0095		0,06836	0,94114
		Q. Las Lajas	50,69	26,23	0,04892	0,02532	0,00633	0,04259
		Q. Chorros Blancos	47,18	27,23	0,04307	0,02486	0,00621	0,03685
	Q. Azufral		51,36	29,3	0,07851	0,04479	0,0112	0,06731
	Q. Corrales	Q. Campamento	58,02	28,53	0,07206	0,03543	0,00886	0,0632
		Q. Corrales	67,67	28,1	0,41382	0,17184	0,04296	0,37066
	Total quebrada Corrales					0,48588		0,04296
Subtotal río Coello					1,66588		0,13506	1,53082

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp Max. Diaria		Caudal Medio (m3/seg)	Caudal de reparto (m3/seg)	Q. Ecológico (m3/seg)	Oferta hídrica Neta (m3/seg)
			Vr. Med	Vr. Min				
R. Bermellón		Q. Perales	52,61	21,43	0,11676	0,04756	0,01189	0,10487
	Q. Guala		50,79	27,83	0,67911	0,37211	0,09303	0,58608
	Q. Chorros Blancos	Q. El Rincón	53,12	29,25	0,08568	0,04718	0,0118	0,07389
		Q. Chorros Blancos 2	53,12	29,25	0,39813	0,21922	0,05481	0,34332
	Total quebrada Chorros Blancos				0,48381		0,05481	0,429
		Q. Espejo	55,79	31,13	0,05828	0,03252	0,00813	0,05015
	R. Bermellón 1		55,79	31,13	0,60685	0,33861	0,08465	0,5222
	R. Bermellón 2		54,72	34,43	1,45174	0,91344	0,22836	1,22338
	R. Anaime	Q. Potosí	45,78	26	0,30442	0,17289	0,04322	0,2612
		Q. Las Marias	45,78	26	0,59096	0,33563	0,08391	0,50705
		Q. Cucuana	45,78	26	0,47591	0,27029	0,06757	0,40834
		Q. La Suiza	45,78	26	0,21086	0,11975	0,02994	0,18092
		Q. La Unión	45,9	25,67	0,11106	0,06211	0,01553	0,09554
		R. Anaime 1	45,9	25,67	0,56404	0,31544	0,07886	0,48518
		Q. Carrizales	45,9	25,67	0,5341	0,2987	0,07467	0,45942
		Q. El Aguila	45,9	25,67	0,18494	0,10343	0,02586	0,15908
		Q. La Plata	55,79	31,13	0,49817	0,27797	0,06949	0,42868
		Q. La Venecia	53,12	29,25	0,10414	0,05735	0,01434	0,08981
		Q. Espartillal	53,12	29,25	0,16218	0,0893	0,02233	0,13985
		R. Anaime 2	54,72	34,43	3,10991	1,95676	0,48919	2,62072
	Total río Anaime				6,85069		0,56805	6,28264
		Q. San Antonio	53,12	29,25	0,07619	0,04195	0,01049	0,0657
		Q. El Tigre	53,12	29,25	0,13311	0,0733	0,01832	0,11479
		Q. La Cerrajosa	53,12	29,25	0,234	0,12885	0,03221	0,20179
	R. Bermellón 3		51,51	34,2	0,09972	0,06621	0,01655	0,083317
	Total río Bermellón				10,79027		0,32957	10,4607

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp Max. Diaria		Caudal Medio (m3/seg)	Caudal de reparto (m3/seg)	Q. Ecológico (m3/seg)	Oferta hídrica Neta (m3/seg)
			Vr. Med	Vr. Min				
R. Coello		Q. Palmita	69,55	33,33	0,00177	0,00085	0,00021	0,00156
		Q. Guayabal	67,07	36,67	0,05925	0,03239	0,0081	0,05115
		Q. Cural	67,74	39,73	0,09237	0,05418	0,01354	0,07883
	R. Coello 1		67,07	36,67	1,05618	0,57746	0,14436	0,91182
Subtotal río Coello					1,20957		0,14436	1,06521
R. Cocora		Q. El Billar	52,69	32,03	0,20766	0,12624	0,03156	0,1761
		Q. Negra	60,61	34,2	0,29906	0,16875	0,04219	0,25688
		Q. Chorro Blanco	60,61	34,2	0,32603	0,18397	0,04599	0,28004
	R. Cocora 1		60,61	34,2	4,89925	2,76447	0,69112	4,20813
		Q. El Escobo	60,61	34,2	0,12137	0,06848	0,01712	0,10425
		Q. Laguneta	60,61	34,2	0,07828	0,04417	0,01104	0,06723
	Q. San Rafael		60,61	34,2	0,46847	0,26434	0,06609	0,40239
	R. Cocora 2		75,26	41,1	0,31913	0,17426	0,04357	0,27556
Total río Cocora					6,71925		0,73469	5,98456
R. Coello		Q. Tigrera	67,74	39,73	0,07631	0,04476	0,01119	0,06512
		Q. La Plata 2	67,43	44,47	0,83247	0,54901	0,13725	0,69521
	R. Andes	Q. Los Órganos	68,22	39,4	0,34553	0,19956	0,04989	0,29584
		Q. Las Abras	77	53,03	0,14383	0,09906	0,02476	0,11907
		R. Andes	73,07	46,43	0,37894	0,24078	0,0602	0,31874
	Total río Andes				0,8983		0,0602	0,8081
	R. Coello 2		81,07	65	0,00072	0,00058	0,00014	0,00057
	Q. Agua Malita	Q. Las Palmas	82,25	57,5	0,04593	0,03211	0,00803	0,0379
		Q. Agua Malita	82,25	57,5	0,42642	0,29811	0,07453	0,3519
	Total quebrada Agua Malita				0,47235		0,07453	0,39782
Subtotal río Coello					2,25014		0,00014	2,25

Cuenca		Subcuenca	Microcuenca	Pp Max. Diaria		Caudal Medio (m3/seg)	Caudal de reparto (m3/seg)	Q. Ecológico (m3/seg)	Oferta hídrica Neta (m3/seg)
				Vr. Med	Vr. Min				
R. Gallego			Q. Los Cauchos	82,55	51,55	0,01377	0,0086	0,00215	0,01162
			Q. La Carbona	82,55	51,55	0,01453	0,00907	0,00227	0,01226
			Q. La Campanza	82,55	51,55	0,02286	0,01427	0,00357	0,01929
	Q. La Montaña			77,56	48,05	0,23895	0,14803	0,03701	0,20194
	Q. Potrero Grande	Q. El Cural	77,56	48,05	0,03539	0,02193	0,00548	0,02991	
		Q. Potrero Grande	77,56	48,05	0,09922	0,06147	0,01537	0,08385	
	Total quebrada Potrero Grande					0,13461		0,01537	0,11925
Total río Gallego						0,4637		0,00681	0,45688
R. Coello	R. Coello 3			86,26	57	0	0	0	0
Subtotal río Coello						0		0	0
R. Combeima		Q. Termal	45,31	19,6	0,10516	0,04549	0,01137	0,09379	
	R. Combeima 1		45,31	19,6	0,76757	0,33203	0,08301	0,68456	
	Q. Billar		45,31	19,6	0,11774	0,05093	0,01273	0,10501	
	R. Combeima 2		45,31	19,6	0,05027	0,02174	0,00544	0,04483	
		Q. El Capote	42,97	26,35	0,01563	0,00958	0,0024	0,01223	
		Q. Tribuna	42,97	26,35	0,01144	0,00701	0,00175	0,00968	
	R. Combeima 3		59,5	23,1	0,07481	0,02905	0,00726	0,06755	
	R. Combeima 4		47,01	28,53	0,00529	0,00321	0,0008	0,00449	
	Q. Perlas	Q. Las Nieves	45,31	19,06	0,01464	0,00633	0,00158	0,01306	
		Q. Andes	45,31	19,6	0	0	0	0	
		Q. Perlas 1	47,81	27,7	0,08648	0,05011	0,01253	0,07396	
		Q. Perlas 2	47,01	28,53	0,07623	0,04626	0,01157	0,06466	
Total quebrada Perlas						0,17735		0,02095	0,13915
Río Combeima		Q. Altamira	51,29	26,85	0,1601	0,08381	0,02095	0,13915	
	R. Combeima 5		74,44	39,35	1,37113	0,7248	0,1812	1,18993	
		Q. González	63,13	33,73	0,10843	0,05793	0,01448	0,09394	
		Q. Bellavista	70,51	45	0,14222	0,09077	0,02269	0,11953	
	R. Combeima 6		71,9	31,25	0,00157	0,00068	0,00017	0,0014	
		Q. Secreto	85,5	56,25	0,10346	0,06807	0,01702	0,08644	
	Q. La Plata 3		70,51	45	0,89534	0,57141	0,14285	0,75248	
	R. Combeima 7		64,86	39,05	0,00705	0,00424	0,00106	0,00599	

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp Max. Diaria		Caudal Medio (m3/seg)	Caudal de reparto (m3/seg)	Q. Ecológico (m3/seg)	Oferta hídrica Neta (m3/seg)
			Vr. Med	Vr. Min				
R. Coello		Q. Castañala	91,87	57,05	0,05534	0,03436	0,00859	0,04674
	R. Coello 7		95,44	58,6	0	0	0	0
		Q. Cantamiquera	94,3	58,1	0,06807	0,04194	0,01048	0,05758
		Q. Potrerillo	91,87	57,05	0	0	0	0
		Q. Coloradas	90,32	60,05	0	0	0	0
		Q. La Morena	86,34	63	0,09935	0,07249	0,01812	0,08123
		Q. Benavides	86,34	63	0,01292	0,00942	0,00236	0,01056
	R. Coello 8		84,89	52,5	0	0	0	0
		Zanja Pachona	84,89	52,5	0	0	0	0
	R. Coello 9		84,89	52,5	0	0	0	0
	Q. Chaguala	Q. Chaguala 1	87,32	58,4	0	0	0	0
		Q. Las Mulas	95,44	58,6	0	0	0	0
		Q. San Vicente	93,44	57,73	0	0	0	0
		Q. Curala	95,44	58,6	0	0	0	0
		Q. Chaguala 2	95,44	58,6	0	0	0	0
		Q. Chaguala 3	94,3	58,1	0	0	0	0
		Q. Mochilera	95,44	58,6	0,00238	0,00146	0,00037	0,00202
		Q. San Lorenzo	94,3	58,1	0	0	0	0
		Q. Chaguala 4	94,3	58,1	0	0	0	0
		Q. Chaguala 5	94,3	58,1	0	0	0	0
		Q. Cunira	94,3	58,1	0	0	0	0
		Q. Chicumbe	94,3	58,1	0	0	0	0
		Q. Salada	90,32	60,05	0,00203	0,00135	0,00034	0,00169
		Q. Chaguala 6	94,3	58,1	0,01443	0,00889	0,00222	0,01221
		Zanja La Moronga	90,32	60,05	0,00118	0,00078	0,0002	0,00098
		Q. Leona	94,3	58,1	0,02841	0,01751	0,00438	0,02404
		Q. La Jabonera	94,3	58,1	0,05182	0,00975	0,00244	0,01338
		Q. Quindía	94,3	58,1	0	0	0	0
	Q. Chaguala 7	88,03	54,37	0	0	0	0	
Total quebrada Chaguala					0,06426		0,00994	0,05432
Subtotal río Coello					0,42664		0,05915	0,36749
Total río Coello					5,55223		0,33872	5,21352
Total cuenca mayor río Coello					31,24756		0,33872	30,90884

Fuente: POMCA Río Coello. Sombreados en azul, las cuencas, subcuencas y microcuencas que pertenecen al Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

De acuerdo al área y la oferta hídrica obtenida, se calcularon los aportes municipales a la cuenca mayor del río Coello, los cuales se indican en la Tabla 83, los mayores aportes los efectúa el municipio de Ibagué con 16.78206 m³/seg y el municipio de Flandes se constituye en el menor aportante con 0.02087 m³/seg.

Tabla 83. Oferta municipal cuenca mayor río Coello.

Aportes municipales a la cuenca mayor del río Coello		
Municipio	Área (ha)	Q. Medio (m3/seg)
Ibagué	103858,22	16,78206
Cajamarca	51382,26	11,5798
Rovira	10287,97	2,19877
San Luis	2777	0
Coello	13770,08	0,1262
El Espinal	1884,79	0,15686
Flandes	296,78	0,02087

Fuente: POMCA río Coello. Sombreados en azul, los municipios que presentan veredas que pertenecen Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Rendimiento Hídrico

Con base en la Tabla 84, se establece que la cuenca mayor del río Coello posee un rendimiento de 0.16 litros/seg/ha. A nivel de cuencas integrantes, las unidades hidrológicas con más alta relación de producción son: río Cocora y ríos Bermellón y Combeima, (con rendimientos de 0.26 y 0.22 litros/seg/ha), considerados como de valor medio. El río Toche presenta un rendimiento de 0.21 litros/seg/ha, considerado como medio y el río Gallego presentan la más baja relación de producción, con 0.14 litros/seg/ha), por lo que se considera de bajo rendimiento.

En la cuenca del río Toche, el sector Toche 3 y la subcuenca quebrada San Juan presentan rendimientos de 0.56 y 0.49 litros/seg/ha considerados de rango alto. A nivel de microcuencas, las quebradas San Pedro, Hojas Anchas y Santa Marta conformantes de la quebrada San Juan, presentan rendimientos de 0.51 litros/seg/ha considerados igualmente de rango alto.

En el sector 2 de la cuenca del río Bermellón con una extensión de 2201.3745 ha, al igual que en el sector 2 de la subcuenca del río Anaime con un área de 5888.9280, se presentan relaciones de 0.51 y 0.40 litros/seg/ha, respectivamente, que se consideran de rendimiento alto. La microcuenca de la quebrada Espartillal con una relación de 0.74, se constituye en la de más alto rendimiento de la cuenca del río Bermellón y de la cuenca mayor del río Coello. Con excepción de las microcuencas de las quebradas Espejo, Potosí, Las Marías, Cucuana, El Águila, San Antonio y El Tigre, que poseen un rendimiento bajo, las demás registran rendimientos medios.

En la cuenca del río Combeima, a nivel de sectores de la misma y subcuencas, el sector 1 del río Combeima comprendido entre las localidades de El Rancho y Juntas con una extensión de 2040,1109 ha un rendimiento de 0,59 litros/seg/ha), los sectores 3 y 5 comprendidos entre las localidades de Las Juntas y Pastales, con extensiones de 131.3715 y 1667.7626 ha, presentan rendimientos de 0.57 y 0.61 litros/seg/ha considerados como de alto y muy alto rendimiento. Se destacan las microcuencas de las quebradas Bellavista y Termal con relaciones de 0.42 y 0.46 litros/seg/ha, consideradas de alto rendimiento.

En la cuenca del río Cocora, se destaca el sector 1 ubicado en la parte alta de la misma con una extensión de 7214.5421 ha cuya relación es de 0.40 litros/seg/hectárea y se constituye en la unidad de producción con más alto rendimiento.

Tabla 84. Producción y rendimiento hídrico de la cuenca mayor del río Coello.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área		Caudal (m3/seg)	Rendimiento	
			ha	%		ha	%
R. Toche	R. Toche 1		8045,474	4,51%	0,47028	0,06	1,51%
		Q. Sonadora	677,3708	0,38%	0,02738	0,04	0,09%
	Q. San José		1831,8379	1,03%	0,09141	0,05	0,29%
	Río Toche 2		299,0539	0,17%	0,09252	0,31	0,30%
		Q. El Alisal	294,4147	0,17%	0,03064	0,1	0,10%
	Q. Campo Alegre		3019,6049	1,69%	0,1765	0,06	0,56%
	Río Toche 3		142,7914	0,08%	0,05294	0,37	0,17%
	Río Tohecito	Q. San Rafael	1110,8958	0,62%	0,23645	0,21	0,76%
		Q. Pajarito	1515,9284	0,85%	0,26767	0,18	0,86%
		Q. Dantas	2714,8819	1,52%	0,28323	0,1	0,91%
		Río Tohecito	2972,8333	1,67%	0,39295	0,13	1,26%
	Total río Tohecito		8314,5394	4,66%	1,1803	0,14	3,78%
Total río Toche			22625,087	12,69%	2,12198	0,09	6,79%
R. Coello	Q. San Juan	Q. San Pedro	399,5406	0,22%	0,12645	0,32	0,40%
		Q. Hojas Anchas	309,0404	0,17%	0,0978	0,32	0,31%
		Q. Oliveros	461,1574	0,26%	0,10553	0,23	0,34%
		Q. Santa Marta	476,0671	0,27%	0,15131	0,32	0,48%
		Q. San Juan	1540,1688	0,86%	0,52841	0,34	1,69%
	Total quebrada San Juan		3185,9743	1,79%	1,0095	0,32	3,23%
		Q. Las Lajas	342,5179	0,19%	0,04892	0,14	0,16%
		Q. Chorros Blancos	496,8244	0,28%	0,04307	0,09	0,14%
	Q. Azufral		1092,5675	0,61%	0,07851	0,07	0,25%
	Q. Corrales	Q. Campamento	661,7548	0,37%	0,07206	0,11	0,23%
		Q. Corrales	1446,3895	0,81%	0,41382	0,29	1,32%
	Total quebrada Corrales		2108,1443	1,18%	0,48588	0,23	1,55%
Subtotal río Coello			7226,0284	4,05%	1,66588	0,23	5,33%

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área		Caudal (m3/seg)	Rendimiento	
			ha	%		ha	%
R. Bermellón		Q. Perales	454,3432	0,25%	0,11676	0,26	0,37%
	Q. Guala		2663,1014	1,49%	0,67911	0,26	2,17%
		Q. El Rincón	376,6007	0,21%	0,08568	0,23	0,27%
		Q. Chorros Blancos	1477,7036	0,83%	0,39813	0,27	1,27%
		Q. Espejo	377,9224	0,21%	0,05828	0,15	0,19%
	Río Bermellón 1		2946,2895	1,65%	0,60685	0,21	1,94%
	Río Bermellón 2		2201,3745	1,23%	1,45174	0,66	4,65%
	Río Anaime	Q. Potosí	2611,8754	1,46%	0,30442	0,12	0,97%
		Q. Las Marías	4054,9913	2,27%	0,59096	0,15	1,89%
		Q. Cucuana	3265,5714	1,83%	0,47591	0,15	1,52%
		Q. La Suiza	985,1954	0,55%	0,21086	0,21	0,67%
		Q. La Unión	512,1424	0,29%	0,11106	0,22	0,36%
		Río Anaime	1425,7325	0,80%	0,56404	0,4	1,81%
		Q. Carrizales	5779,8369	3,24%	0,5341	0,09	1,71%
		Q. El Águila	1023,0386	0,57%	0,18494	0,18	0,59%
		Q. La Plata	988,4395	0,55%	0,49817	0,5	1,59%
		Q. La Venecia	330,7537	0,19%	0,10414	0,31	0,33%
		Q. Espartillal	220,4436	0,12%	0,16218	0,74	0,52%
		Río Anaime 2	5888,9281	3,30%	3,10991	0,53	9,95%
	Total río Anaime		27086,9488	15,19%	6,85069	0,25	21,92%
		Q. San Antonio	402,9062	0,23%	0,07619	0,19	0,24%
		Q. El Tigre	1084,2162	0,61%	0,13311	0,12	0,43%
		Q. La Cerrajosa	868,5736	0,49%	0,234	0,27	0,75%
	Río Bermellón 3		1353,062	0,76%	0,09972	0,07	0,32%
	Total río Bermellón		41293,0421	23,16%	10,79027	0,26	34,53%
R. Coello		Q. Palmita	1061,0272	0,60%	0,00177	0	0,01%
		Q. Guayabal	522,6288	0,29%	0,05925	0,11	0,19%
		Q. Cural	321,1028	0,18%	0,09237	0,29	0,30%
	Río Coello 1		5707,3623	3,20%	1,05618	0,19	3,38%
	Subtotal río Coello		7612,1211	4,27%	1,20957	0,16	3,87%
R. Cocora		Q. El Billar	515,2128	0,29%	0,20766	0,4	0,66%
		Q. Negra	622,0876	0,35%	0,29906	0,48	0,96%
		Q. Chorro Blanco	678,1882	0,38%	0,32603	0,48	1,04%
	Río Cocora 1		7214,5422	4,05%	4,89925	0,68	15,68%
		Q. El Escobo	287,4792	0,16%	0,12137	0,42	0,39%
		Q. Laguneta	291,2309	0,16%	0,07828	0,27	0,25%
	Q. San Rafael		2081,5703	1,17%	0,46847	0,23	1,50%
	Río Cocora 2		2597,7285	1,46%	0,31913	0,12	1,02%
	Total río Cócora		14288,0397	8,01%	6,71925	0,47	21,50%

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área		Caudal (m3/seg)	Rendimiento	
			ha	%		ha	%
R. Coello		Q. Tigrera	833,0313	0,47%	0,07631	0,09	0,24%
		Q. La Plata 2	1643,5216	0,92%	0,83247	0,51	2,66%
	Río Andes	Q. Los Órganos	1157,6939	0,65%	0,34553	0,3	1,11%
		Q. Las Abras	615,9225	0,35%	0,14383	0,23	0,46%
		Río Andes	2950,8076	1,66%	0,37894	0,13	1,21%
	Total Río Andes		4724,424	2,65%	0,8683	0,18	2,78%
	Río Coello 2		950,1547	0,53%	0,00072	0	0
	Q. Agua Malita	Q. Las Palmas	161,9718	0,09%	0,04593	0,28	0,15%
		Q. Agua Malita	1254,0625	0,70%	0,42642	0,34	1,36%
	Total quebrada Agua Malita		1416,0343	0,79%	0,47235	0,33	1,51%
Subtotal río Coello			9567,1659	5,37%	2,25014	0,24	7,20%
R. Gallego		Q. Los Cauchos	294,9508	0,17%	0,01377	0,05	0,04%
		Q. La Carbona	561,8589	0,32%	0,01453	0,03	0,05%
		Q. La Capanza	466,5669	0,26%	0,02286	0,05	0,07%
	Q. La Montaña		2199,4031	1,23%	0,23895	0,11	0,76%
	Q. Potrero Grande	Q. El Cural	300,8541	0,17%	0,03539	0,12	0,11%
		Q. Potrero Grande	1167,2996	0,65%	0,09922	0,09	0,32%
	Total quebrada Potrero Grande		1468,1537	0,82%	0,13462	0,09	0,43%
	Río Gallego		834,919	0,47%	0,03897	0,05	0,12%
Total río Gallego			5825,8524	3,27%	0,46369	0,08	1,48%
R. Coello	Río Coello 3		397,9663	0,22%	0	0	0%
Subtotal río Coello			397,9663	0,22%	0	0	0,00%
R. Combeima		Q. Termal	371,9967	0,21%	0,10516	0,28	0,34%
	Río Combeima 1		2040,1109	1,14%	0,76757	0,38	2,46%
	Q. Billar		1404,4411	0,79%	0,11774	0,08	0,38%
	Río Combeima 2		177,8188	0,10%	0,05027	0,28	0,16%
		Q. El Capote	212,0977	0,12%	0,01563	0,07	0,05%
		Q. Tribuna	491,3212	0,28%	0,01144	0,02	0,04%
	Río Combeima 3		131,3715	0,07%	0,07481	0,57	0,24%
	Río Combeima 4		720,2427	0,40%	0,00529	0,01	0,02%
	Q. Perlas	Q. Las Nieves	335,0174	0,19%	0,01464	0,04	0,05%
		Q. Andes	490,0731	0,27%	0	0	0,00%
		Q. Perlas 1	704,3936	0,40%	0,08648	0,12	0,28%
		Q. Perlas 2	1747,9597	0,98%	0,07623	0,04	0,24%
Total quebrada Perlas			3277,4438	1,84%	0,17735	0,05	0,57%

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área		Caudal (m3/seg)	Rendimiento	
			ha	%		ha	%
Río Combeima		Q. Altamira	851,0182	0,48%	0,1601	0,1 9	0,51%
	Río Combeima 5		1667,7626	0,94%	1,37113	0,8 2	4,39%
		Q. González	462,0236	0,26%	0,10843	0,2 3	0,35%
		Q. Bellavista	302,1409	0,17%	0,14222	0,4 7	0,46%
	Río Combeima 6		223,7513	0,13%	0,00157	0,0 1	0,01%
		Q. Secreto	186,4002	0,10%	0,10346	0,5 6	0,33%
	Q. La Plata 3		2540,4217	1,42%	0,89534	0,3 5	2,87%
	Río Combeima 7		676,5971	0,38%	0,00705	0,0 1	0,02%
		Q. Platica	890,0743	0,50%	0,01641	0,0 2	0,05%
	Q. Corazón		1844,3943	1,03%	0,55719	0,3	1,78%
	Río Combeima 8		322,1595	0,18%	0,01397	0,0 4	0,04%
	Río Combeima 9		532,0767	0,30%	0,05147	0,1	0,16%
		Q. Calera	553,194	0,31%	0	0	0,00%
	Q. Cay	Q. Santa Lucia	145,2049	0,08%	0,00015	0	0,00%
		Q. Cay	1959,6611	1,10%	0,74457	0,3 8	2,38%
	Total Q. Cay		2104,866	1,18%	0,74472	0,3 5	2,38%
	Q. Tejar		1878,4714	1,05%	0,08005	0,0 4	0,26%
		Q. Zanja Honda	383,2778	0,21%	0,02177	0,0 6	0,07%
	Río Combeima 10		3383,1649	1,90%	0	0	0,00%
Total río Combeima			27628,638 9	15,50 %	5,60014	0,2	17,92 %
R. Coello	Río Coello 4		118,3878	0,07%	0	0	0,00%
	Q. Agua Sucia	Q. Ringlero	369,4085	0,21%	0	0	0,00%
		Q. Agua Sucia	1407,9983	0,79%	0	0	0,00%
	Total Q. Agua Sucia		1777,4068	1,00%	0	0	0,00%
	Q. del Rodeo		1676,0624	0,94%	0	0	0,00%
	Río Coello 5		644,2974	0,36%	0	0	0,00%
	Q. La Honda		1340,9862	0,75%	0	0	0,00%
	Q. Ocona		2206,6687	1,24%	0	0	0,00%
		Q. del Cabuyo	373,3291	0,21%	0	0	0,00%
	Río Coello 6		8840,3492	4,96%	0	0	0,00%

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área		Caudal (m3/seg)	Rendimiento	
			ha	%		ha	%
R. Coello	Q. Guaguir	Q. Zanja el Guace	171,2807	0,10%	0	0	0,00%
		Q. Pan de Azúcar	844,1339	0,47%	0	0	0,00%
		Q. Santa Rita	644,6834	0,36%	0,10434	0,16	0,33%
		Q. Santa Ana	737,1851	0,41%	0,02237	0,03	0,07%
		Q. Agua Dulce	159,1446	0,09%	0	0	0,00%
		Q. Barbona	1192,8508	0,67%	0	0	0,00%
		Q. Guaguir	4574,4387	2,57%	0	0	0,00%
Total quebrada Guaguir			8323,7172	4,67%	0,12671	0,02	0,41%
R. Coello		Q. Castañala	1270,9955	0,71%	0,05534	0,04	0,18%
	Río Coello 7		1947,7466	1,09%	0	0	0,00%
		Q. Cantarniquera	294,2115	0,17%	0,06807	0,23	0,22%
		Q. Potrerillo	1097,8174	0,62%	0	0	0,00%
		Q. Coloradas	598,9623	0,34%	0	0	0,00%
		Q. La Morena	629,6685	0,35%	0,09935	0,16	0,32%
		Q. Benavides	156,2464	0,09%	0,01292	0,08	0,04%
	Río Coello 8		1854,5635	1,04%			
		Zanja Panchona	45,584	0,03%	0	0	0,00%
	Río Coello 9		52,2979	0,03%	0	0	0,00%
	Q. Chaguala	Q. Chaguala 1	1605,3776	0,90%	0	0	0,00%
		Q. Las Mulas	54,3721	0,03%	0	0	0,00%
		Q. San Vicente	839,0429	0,47%	0	0	0,00%
		Q. Curala	423,359	0,24%	0	0	0,00%
		Q. Chaguala 2	359,9636	0,20%	0	0	0,00%
		Q. Chaguala 3	591,5937	0,33%	0	0	0,00%
		Q. Mochilera	357,8066	0,20%	0,00238	0,01	0,01%
		Q. San Lorenzo	1179,2834	0,66%	0	0	0,00%
		Q. Chaguala 4	100,5943	0,06%	0	0	0,00%
		Q. Chaguala 5	610,3781	0,34%	0	0	0,00%
		Q. Cunira	658,0506	0,37%	0	0	0,00%
		Q. Chicuambe	206,2712	0,12%	0	0	0,00%
		Q. Salada	521,8375	0,29%	0,00203	0	0,01%

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área		Caudal (m3/seg)	Rendimiento	
			ha	%		ha	%
R. Coello	Q. Chaguala	Q. Chaguala 6	62,4082	0,04%	0,01443	0,23	0,05%
		Zanja la Moronga	303,4844	0,17%	0,00118	0	0,00%
		Q. Leona	122,8061	0,07%	0,02841	0,23	0,09%
		Q. La Jabonera	87,8759	0,05%	0,01582	0,18	0,05%
		Q. Quindía	86,2069	0,05%	0	0	0,00%
		Q. Chaguala 7	408,1883	0,23%	0	0	0,00%
Total quebrada Chaguala			8578,9004	4,81%	0,06426	0,01	0,21%
Subtotal río Coello			41828,1988	23,46%	0,42664	0,01	1,37%
Total río Coello			53698,0898	30,12%	2,55161	0,05	8,60%
Total cuenca mayor río Coello			178292,141	100,00%	31,24756	0,17	100%
Corrección por cambio de escala 1:25000 a 1:100.000			5964,9494				
Total corregido cuenca mayor río Coello			184257,09	100,00%	29,68128	0,16	100%

Fuente: POMCA Río Coello. Sombreados en azul, las cuencas, subcuencas y microcuencas que pertenecen al Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Demanda Hídrica

Los cálculos de demanda hídrica para consumo humano, sector urbano y rural, que se presentan, fueron los realizados durante la formulación del POMCA de la cuenca mayor del río Coello (CORTOLIMA, 2014).

La demanda de agua para uso doméstico en el sector urbano se realizó tomando como base el escenario poblacional de las proyecciones calculadas por el DANE para el año 2005 en las cabeceras de los 47 municipios del departamento. Para la población rural, se tuvo en cuenta el censo veredal realizado por CORTOLIMA y la información registrada en los diferentes POT municipales.

La estimación de la demanda para consumo humano se realizó mediante el uso de coeficientes estándares de consumo básico diario de agua por habitante, establecidos por IDEAM de manera diferencial (170 litros/habitante/día, para las cabeceras municipales y 120 litros/habitante/día para el sector rural). En la Tabla 85, se indican las demandas calculadas a nivel de cuenca, subcuenca y microcuenca integrantes de la cuenca mayor del río Coello, expresadas en millones de m³/año. Donde se puede observar una demanda total de 30,132 millones de m³/año sector urbano y una demanda total de 1,810 millones de m³/año para el sector rural.

Los cálculos de demanda hídrica para consumo de ganado bovino, que se presentan, fueron los realizados durante el proceso de formulación del POMCA de la cuenca mayor del río Coello (CORTOLIMA, 2014). Los cuales se realizaron a partir de los censos ganaderos a nivel veredal establecidos por el Comité de Ganaderos del Tolima y Girardot, logrando con esto un cubrimiento a lo largo de la cuenca, se establece un consumo básico diarios de agua de 40 litros/animal/día. Los cálculos detallados, se presentan en la Tabla 85, donde se observa un consumo de 0,594 millones de m³/año para el ganado.

Tabla 85. Demanda Hídrica, consumo humano y consumo ganado bovino.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Censo		Consumo Humano (millones mm3/año)		Ganado		
			Urbano	Rural	Urbano	Rural	Cabezas	Demanda	
R. Toche	Río Toche 1			81	0	0,004	282	0	
		Q. Sonadora		10	0	0	31	0	
	Q. San José			30	0	0,001	117	0	
	Río Toche 2			4	0	0	13	0	
		Q. El Alisal		5	0	0	20	0	
	Q. Campo Alegre			51	0	0,002	186	0	
	Río Toche 3			2	0	0	7	0	
	Río Tohecito	Q. San Rafael		7	0	0	542	0,01	
		Q. Pajarito		11	0	0	734	0,01	
		Q. Dantas		121	0	0,005	402	0,01	
		R. Tohecito		154	0	0,007	612	0,01	
	Total río Tohecito			0	294	0	0,013	2290	0,04
Total río Toche			0	477	0	0,021	2947	0,04	
Coello	Q. San Juan	Q. San Pedro		9	0	0	41	0	
		Q. Hojas Anchas		29	0	0,001	74	0	
		Q. Oliveros		44	0	0,002	90	0	
		Q. Santa Marta		43	0	0,002	95	0	
		Q. San Juan		77	0	0,003	247	0	
	Total quebrada San Juan			0	201	0	0,009	548	0,01
		Q. Las Lajas		26	0	0,001	53	0	
		Q. Chorros Blancos		42	0	0,002	66	0	
	Q. Azufral			282	0	0,012	358	0,01	
	Q. Corrales	Q. Campamento		377	0	0,017	193	0	
		Q. Corrales		426	0	0,019	559	0,01	
	Total quebrada Corrales			0	805	0	0,035	752	0,01
Subtotal río Coello			0	1357	0	0,059	1776	0,026	
R. Bermellón		Q. Perales		21	0	0,001	138	0	
	Q. Guala			207	0	0,009	698	0,01	
	Q. Chorros Blancos	Q. El Rincón		116	0	0,005	138	0	
		Q. Chorros Blancos	1388	284	0,086	0,012	222	0	
	Total quebrada Chorros Blancos			1388	400	0,086	0,018	361	0,005

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Censo		Consumo Humano (millones mm3/año)		Ganado	
			Urbano	Rural	Urbano	Rural	Cabezas	Demanda
R. Bermellón		Q. Espejo	4505	280	0,28	0,012	40	0
	R. Bermellón 1			129	0	0,06	863	0,01
	R. Bermellón 2		1546	580	0,096	0,025	656	0,01
	R. Anaime	Q. Potosí		59	0	0,003	522	0,01
		Q. Las Marias		133	0	0,006	1540	0,02
		Q. Cucuana		61	0	0,003	317	0
		Q. La Suiza		52	0	0,002	182	0
		Q. La Unión		46	0	0,002	94	0
		R. Anaime		139	0	0,006	482	0,01
		Q. Carrizales		216	0	0,009	912	0,01
		Q. El Aguila		219	0	0,01	372	0,01
		Q. La Plata		239	0	0,01	512	0,01
		Q. La Venecia		128	0	0,006	49	0
		Q. Espartillal		76	0	0,003	89	0
		R. Anaime 2	1888	1995	0,117	0,087	2283	0,03
	Total río Anaime		1888	3364	0,017	0,147	7354	0,11
		Q. San Antonio		283	0	0,012	50	0
		Q. El Tigre		433	0	0,019	230	0
		Q. La Cerrajosa		464	0	0,02	239	0
	R. Bermellón 3			992	0	0,043	251	0
	Total río Bermellón		9327	7154	0,579	0,313	10879	0,16
R. Coello		Q. Palmita		365	0	0,016	294	0
		Q. Guayabal		129	0	0,006	43	0
		Q. Cural		162	0	0,007	14	0
	R. Coello 1			2241	0	0,098	1119	0,02
Subtotal río Coello			0	2897	0	0,127	1470	0,021
R. Cocora		Q. El Billar		17	0	0,001	29	0
		Q. Negra		34	0	0,001	159	0
		Q. Chorro Blanco		113	0	0,005	239	0
	R. Cocora 1			445	0	0,019	2451	0,02
		Q. El Escobo		48	0	0,002	111	0
		Q. Laguneta		48	0	0,002	112	0
	Q. San Rafael			426	0	0,019	213	0
	R. Cocora 2			877	0	0,038	533	0,01
Total río Cocora			0	2008	0	0,088	2846	0,042

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Censo		Consumo Humano (millones mm3/año)		Ganado	
			Urbano	Rural	Urbano	Rural	Cabezas	Demanda
R. Coello		Q. Tigrera	10523	387	0,653	0,017	247	0
		Q. La Plata 2		339	0	0,015	63	0
	R. Andes	Q. Los Órganos		209	0	0,009	51	0
		Q. Las Abras		307	0	0,013	103	0
		R. Andes		1111	0	0,049	269	0
	Total río Andes		0	1628	0	0,071	422	0,006
	R. Coello 2			118	0	0,005	16	0
	Q. Agua Malita	Q. Las Palmas		78	0	0,003	65	0
		Q. Agua Malita		348	0	0,015	202	0
	Total quebrada Agua Malita		0	426	0	0,019	267	0,004
Subtotal río Coello			10523	2897	0,653	0,127	1016	0,015
R. Gallego		Q. Los Cauchos		20	0	0,001	20	0
		Q. La Carbona		46	0	0,002	50	0
		Q. La Campanza		43	0	0,002	51	0
	Q. La Montaña			1161	0	0,051	596	0,01
	Q. Potrero Grande	Q. El Cural		116	0	0,005	163	0
		Q. Potrero Grande		417	0	0,023	411	0,01
	Total quebrada Potrero Grande		0	533	0	0,023	573	0,008
	R. Gallego			90	0	0,004	139	0
Total río Gallego			0	1892	0	0,083	1430	0,021
R. Coello	R. Coello 3			64	0	0,003	95	0
Subtotal río Coello			0	64	0	0,003	95	0,001
R. Combeima		Q. Termal		7	0	0	48	0
	R. Combeima 1			29	0	0,001	213	0
	Q. Billar			39	0	0,002	282	0
	R. Combeima 2			5	0	0	36	0
		Q. El Capote		6	0	0	43	0
		Q. Tribuna		13	0	0,001	98	0
	R. Combeima 3			4	0	0	27	0
	R. Combeima 4			18	0	0,001	129	0
	Q. Perlas	Q. Las Nives		7	0	0	53	0
		Q. Andes		11	0	0	80	0
		Q. Perlas 1		26	0	0,001	126	0
		Q. Perlas 2		44	0	0,002	323	0
	Total quebrada Perlas		0	88	0	0,004	582	0,008

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Censo		Consumo Humano (millones mm3/año)		Ganado		
			Urbano	Rural	Urbano	Rural	Cabezas	Demanda	
Río Combeima		Q. Altamira		32	0	0,001	164	0	
	R. Combeima 5			247	0	0,011	222	0	
		Q. Gonzáles		83	0	0,004	129	0	
		Q. Bellavista		299	0	0,013	49	0	
	R. Combeima 6			89	0	0,004	154	0	
		Q. El Secreto		108	0	0,005	140	0	
	Q. La Plata 3			651	0	0,029	464	0,01	
	R. Combeima 7			491	0	0,022	1149	0,02	
		Q. Platica		413	0	0,018	374	0,01	
	Q. Corazón			856	0	0,038	910	0,01	
	R. Combeima 8		4858	577	0,301	0,025	97	0	
	R. Combeima 9		1605	175	0,1	0,008	76	0	
		Q. La Calera		3713	0	0,163	100	0	
	Q. Cay	Q. Santa Lucía		43	0	0,002	9	0	
		Q. Cay	5998	5738	0,372	0,251	204	0	
	Total quebrada Cay			5998	5781	0,372	0,253	213	0
		Q. Tejar		119923	1361	7,441	0,06	992	0,01
		Q. Zanja Honda			104	0	0,005	178	0
		R. Combeima 10		277019	2938	17,189	0,129	2505	0,04
	Otras áreas irrigadas**			53495	2464	3,32	0,11	10987	0,16
Total río Combeima			409404	18125	25,403	0,794	9373	0,137	
R. Coello ** Areas irrigadas con aguas del R. Combeima	R. Coello 4								
	Q. Agua Sucia**	Q. Ringlero		26	0	0,002	293	0	
		Q. Agua Sucia	3099	233	0,192	0,01	871	0,01	
	Total quebrada Agua Sucia			3099	260	0,192	0,011	1163	0,017
	Q. El Rodeo**		41002	60	2,544	0,003	2466	0,04	
	R. Coello 5**			27	0	0,001	663	0,01	
	Q. La Honda**		5210	67	0,323	0,003	1665	0,02	
	Q. Ocona**			242	0	0,011	2318	0,03	
		Q. El Cabuyo**		199	0	0,009	184	0	
	R. Coello 6**		4185	1479	0,26	0,065	1906	0,03	
	Q. Guaguir**	Q. Zanja el Guace**		2	0	0	239	0	
		Q. Pan de Azúcar**		44	0	0,002	829	0,01	
		Q. Santa Rita**		30	0	0,001	485	0,01	

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Censo		Consumo Humano		Ganado	
			Urbano	Rural	Urbano	Rural	Cabezas	Demand a
R. Coello ** Áreas irrigadas con aguas del R. Combeima	Q. Guaguir**	Q. Santa Ana**		101	0	0,004	137	0
		Q. Agua Dulce**		17	0	0,001	0	0
		Q. Barbona**		220	0	0,01	1078	0,02
		Q. Guaguir**	32522	1173	2,018	0,051	4765	0,07
	Total quebrada Guaguir		0	130	0	0,006	622	0,01
R. Coello		Q. Castañala		874	0	0,038	633	0,01
	R. Coello 7			310	0	0,014	1369	0,02
		Q. Cantamiquera	56347	160	3,496	0,007	299	0
		Q. Potrerillo		316	0	0,014	498	0,01
		Q. Coloradas		86	0	0,004	214	0
		Q. La Morena		93	0	0,004	109	0
		Q. Benavides		35	0	0,002	20	0
	R. Coello 8			942	0	0,041	607	0,01
		Z. Pachona		17	0	0,001	9	0
	R. Coello 9			4	0	0	2	0
	Q. Chaguala	Q. Chaguala 1		67	0	0,003	1327	0,02
		Q. Las Mulatas		3	0	0	19	0
		Q. San Vicente		61	0	0,003	322	0
		Q. Curala		35	0	0,002	341	0
		Q. Chaguala 2		18	0	0,001	125	0
		Q. Chaguala 3		40	0	0,002	197	0
		Q. Mochilera		135	0	0,006	255	0
		Q. San Lorenzo		253	0	0,011	737	0,01
		Q. Chaguala 4		8	0	0	56	0
		Q. Chaguala 5		44	0	0,002	199	0
		Q. Cunira		158	0	0,007	232	0
		Q. Chicuambe		19	0	0,001	67	0
		Q. Salada		248	0	0,011	177	0
		Q. Chaguala 6		29	0	0,001	9	0
		Z. La Moronga		143	0	0,006	109	0
		Q. Leona		20	0	0,001	36	0
		Q. La Jabonera		13	0	0,001	28	0
		Q. Quindía		12	0	0,001	31	0
		Q. Chaguala 7		171	0	0,008	174	0
	Total quebrada Chaguala		0	1477	0	0,065	4439	0
	Subtotal río Coello		56347	4445	3,496	0,195	8821	0,129
	Total cuenca mayor río Coello		485601	41317	30,132	1,81	40653	0

Fuente: POMCA río Coello. En azul, las cuencas, subcuencas y microcuencas que pertenecen al Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Demanda Agrícola

Los cálculos de demanda agrícola (Tabla 86), que se presentan fueron aquellos que se realizaron durante la formulación del POMCA de la cuenca mayor del río Coello (CORTOLIMA, 2014). Para los cuales no se tuvo en cuenta la demanda fisiológica de los cultivos ya que sus necesidades se consideran satisfechas por la precipitación. Tampoco se consideró la demanda de agua para generación eléctrica y piscicultura, ya que dichas actividades no se consideran extractivas.

a) Coeficiente de Cultivo

Para los principales cultivos de riego y con bajas necesidades del mismo, la demanda se cuantificó de acuerdo a las áreas obtenidas en el mapa de cobertura vegetal (escala 1:25000) y el uso consuntivo calculado según el coeficiente para cultivo (K), establecido por la FAO, relacionado con el Índice de humedad calculado en el balance hídrico para la estación climatológica con influencia en el sitio de ubicación del mismo. En la Tabla 87 se indican los coeficientes para cultivo (K) según diferentes etapas de desarrollo.

b) Café y otros cultivos

De acuerdo a los cálculos realizados para la formulación del POMCA de la Cuenca Mayor del Río Coello, para el cultivo de café, que no se considera un cultivo de riego, se establecieron necesidades de agua para el beneficio del grano, considerándose un consumo de 5 litros/Kg. de café baba/año, utilizando 3 enjuagues y estimándose una producción promedio de 0.8 Ton/ha, de acuerdo a la Encuesta Nacional Agropecuaria 2003 (DANE - SISAC). En concordancia con la información del censo cafetero suministrada por el Comité de Cafeteros del Tolima a nivel veredal, se estima una demanda de 83,436 millones de m³/año (Tabla 86), para este cultivo.

c) Arroz

De acuerdo a lo establecido en el POMCA de la Cuenca Mayor del Río Coello, el cultivo del arroz constituye la principal actividad agrícola y económica de la Cuenca mediante cultivos bajo riego establecidos de manera especial en el Distrito de Riego Coello. Dada la cantidad del área sembrada en dicho cultivo, se constituye además en actividad con mayores necesidades de consumo. En la Tabla del 86, junto con las necesidades de otros cultivos, se registra la demanda calculada en 500.036 millones de m³ / año para dicho cultivo.

d) Hortalizas

De acuerdo a los cálculos establecidos en el POMCA de la Cuenca Mayor del Río Coello, la demanda calculada para esta actividad agrícola se establece en 73,496 millones de m³/año (Tabla 86).

e) Frutales

De acuerdo al POMCA de la Cuenca Mayor del Río Coello, la demanda se establece para cultivos tecnificados con fines de exportación. En la Tabla 86, se registra la demanda calculada para esta actividad agrícola, la cual se considera en 40.662 millones de m³/año.

Tabla 86. Demanda hídrica por actividad agrícola.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Café y Otros		Arroz		Hortalizas		Frutales		Sorgo		Algodón	
			Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.
R. Toche	Río Toche 1		0,18	0	0		0		0		0		0	
		Q. Sonadora	0	0	0		0		0		0		0	
	Q. San José		0,06	0	0		0		0		0		0	
	Río Toche 2		0	0	0		0		0		0		0	
		Q. El Alisal	0	0	0		0		0		0		0	
	Q. Campo Alegre		0	0	0		36,32	0,32	0		0		0	
	Río Toche 3		0		0		0		0		0		0	
	Río Tohecito	Q. San Rafael	0	0	0		18,63	0,16	0		0		0	
		Q. Pajarito	0	0	0		33,88	0,24	0		0		0	
		Q. Dantas	1,07	0,01	0		68,33	0,59	0		0		0	
		R. Tohecito	0,61	0,01	0		68,68	0,59	18,95	0,14	0		0	
	Total Río Tohecito		1,68	0,02	0	0	189,51	1,645	18,95	0,143	0	0	0	0
	Total rio Toche		1,92	0,023	0	0	225,83	1,96	18,95	0,143	0	0	0	0
Coello	Q. San Juan	Q. San Pedro	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. Hojas Anchas	11,22	0,13	0		0		0		0		0	
		Q. Oliveros	10,38	0,12	0		0		0		0		0	
		Q. Santa Marta	14,23	0,17	0		0,22	0,002	0,11	0,001	0		0	
		Q. San Juan	7,93	0,1	0		0		0		0		0	
	Total quebrada San Juan		43,76	0,53	0	0	0,22	0,002	0,11	0,001	0	0	0	0

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Café y Otros		Arroz		Hortalizas		Frutales		Sorgo		Algodón	
			Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.
Coello		Q. Las Lajas	4,46	0,05	0		10,01	0,096	5,27	0,044	0		0	
		Q. Chorros Blancos	17,78	0,21	0		17,63	0,193	17,59	0,167	0		0	
	Q. Azufral		137,61	1,65	0		63,89	0,745	12,31	0,124	0		0	
	Q. Corrales	Q. Campamento	59,31	0,71	0		10,54	0,142	0		0		0	
		Q. Corrales	147,54	1,77	0		23,12	0,273	5,71	0,059	0		0	
	Total quebrada Corrales		206,85	2,482	0	0	33,65	0,415	5,71	0,059	0	0	0	0
Subtotal río Coello			410,46	4,926	0	0	125,4	1,451	40,99	0,395	0	0	0	0
R. Bermellón		Q. Perales	0	0	0		51,31	0,406	0		0		0	
	Q. Guala		0,99	0,01	0		171,68	1,622	0		0		0	
	Q. Chorros Blancos	Q. El Rincón	17,59	0,21	0		1,29	0,012	0		0		0	
		Q. Chorros Blancos	44	0,53	0		100,43	0,925	4,16	0,033	0		0	
	Total quebrada Chorros Blancos		61,59	0,739	0	0	101,71	0,936	4,16	0,033	0	0	0	0
		Q. Espejo	93,21	1,12	0		104,16	0,959	0,19	0,001	0		0	
	R. Bermellón 1		0	0	0		123,23	1,229	0		0		0	
	R. Bermellón 2		35,86	0,43	0		397,64	4,994	59,03	0,643	0		0	
	R. Anaime	Q. Potosí	0	0	0		172,93	1,22	24,82	0,152	0		0	
		Q. Las Marías	0	0	0		177,51	1,252	63,62	0,389	0		0	
		Q. Cucuana	0,15	0	0		35,77	0,252	6,17	0,038	0		0	
		Q. La Suiza	0	0	0		156,38	1,103	0		0		0	
		Q. La Unión	0,53	0,01	0		81,59	0,647	0		0		0	
		R. Anaime	2,78	0,03	0		328,37	2,604	35,43	0,244	0		0	
		Q. Carrizales	0,13	0	0		257,28	2,04	0		0		0	
		Q. El Águila	5,71	0,07	0		149,28	1,184	12,54	0,086	0		0	
		Q. La Plata	0,23	0	0		54,27	0,541	44,86	0,388	0		0	
		Q. La Venecia	9,7	0,12	0		23,03	0,212	5,46	0,044	0		0	

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Café y Otros		Arroz		Hortalizas		Frutales		Sorgo		Algodón	
			Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.
R. Bermellón	R. Anaime	Q. Espartillal	13,29	0,16	0		74,01	0,681	54,67	0,436	0		0	
		R. Anaime 2	171,46	2,06	0		1585,13	19,909	524,32	5,707	0		0	
	Total río Anaime		203,98	2,448	0	0	3095,57	31,646	771,89	7,483	0	0	0	0
		Q. San Antonio	31,65	0,38	0		70,4	0,648	0,05	0	0		0	
		Q. El Tigre	94,27	1,13	0		216,79	1,996	0		0		0	
		Q. La Cerrajosa	115,2	1,38	0		35,44	0,326	68,06	0,543	0		0	
	R. Bermellón 3		257,99	3,1	0		250,84	3,299	39,93	0,455	0		0	
Total río Bermellón			894,74	10,737	0	0	4618,76	48,061	943,31	0,159	0	0	0	0
R. Coello		Q. Palmita	172,77	2,07	0		27,16	0,426	36,43	0,495	0		0	
		Q. Guayabal	59,21	0,71	0		124,41	2,001	1,8	0,025	0		0	
		Q. Cural	23,19	0,28	0		107,03	1,902	0		0		0	
	R. Coello 1		702,86	8,43	0		426,93	6,866	356,31	4,955	0		0	
Subtotal río Coello			958,04	11,5	0	0	685,52	11,2	394,54	5,487	0	0	0	0
R. Cocora		Q. El Billar	0	0	0		29,7	0,279	0		0		0	
		Q. Negra	4,77	0,06	0		0		21,73	0,183	0		0	
		Q. Chorro Blanco	37,47	0,45	0		0		12,2	0,106	0		0	
	R. Cocora 1		19	0,23	0		196,37	1,966	286,89	2,489	0		0	
		Q. El Escobo	16,8	0,2	0		97,55	0,976	20,69	0,179	0		0	
		Q. Laguneta	17,02	0,2	0		77,56	0,776	0		0		0	
	Q. San Rafael		70,85	0,85	0		14,95	0,15	0		0		0	
	R. Cocora 2		235,17	2,82	0		200,4	3,351	71,57	1,037	0		0	
Total río Cocora			401,09	4,81	0	0	616,53	7,498	412,48	3,995	0	0	0	0

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Café y Otros		Arroz		Hortalizas		Frutales		Sorgo		Algodón	
			Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.
R. Coello		Q. Tigrera	172,6	2,07	0		57,03	1,014	20,81	0,32	0		0	
		Q. La Plata 2	73,23	0,88	0		0		0		0		0	
	R. Andes	Q. Los Órganos	74,72	0,9	0		0		0		0		0	
		Q. Las Abras	130,35	1,56	0		0		0		0		0	
		R. Andes	262,76	3,15	0		0		11,18	0,143	0		0	
	Total río Andes		467,82	5,614	0	0	0	0	11,18	0,143	0	0	0	0
	R. Coello 2		32,44	0,39	0		0		1,61	0,036	0		0	
	Q. Agua Malita	Q. Las Palmas	8,27	0,1	0		0		0		0		0	
		Q. Agua Malita	114,64	1,38	0		0		0		0		0	
	Total quebrada Agua Malita		122,91	1,48	0	0	57,03	1,014	0	0	0	0	0	0
Subtotal río Coello			868,99	10,428	0	0	57,03	1,014	33,6	0,5	0	0	0	0
R. Gallego		Q. Los Cauchos	2,57	0,03	0		0		0		0		0	
		Q. La Carbona	4,29	0,05	0		0		0		0		0	
		Q. La Campanza	16,56	0,2	0		0		0		0		0	
	Q. La Montaña		312,81	3,75	186,58	5,97	0		4,07	0,081	0,78	0,018	0	
	Q. Potrero Grande	Q. El Cural	4,99	0,06	13,89	0,437	0		20,27	0,395	18,09	0,407	0	
		Q. Potrero Grande	103,63	1,24	129,75	4,083	4,45	0,1	35,89	0,699	27,05	0,608	0	
	Total quebrada Potrero Grande		108,63	1,304	143,64	4,52	4,45	0,1	56,16	1,094	45,14	1,015	0	0
	R. Gallego		4,08	0,05	44,99	1,871	0		0		0		0	
Total río Gallego			448,93	5,387	375,21	12,36	4,45	0,1	60,23	1,175	45,92	1,032	0	0
R. Coello	R. Coello 3		2,69	0,03	169,08	6,716	0		0		4,48	0,126	0	
Subtotal río Coello			2,69	0,03	169,08	6,716	0		0		4,48	0,126	0	

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Café y Otros		Arroz		Hortalizas		Frutales		Sorgo		Algodón	
			Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.
R. Combeima		Q. Termal	0,17	0	0		0		0		0		0	
	R. Combeima 1		0,75	0,01	0		0		0		0		0	
		Q. Billar	0,99	0,01	0		0		0,69	0,005	0		0	
	R. Combeima 2		0,13	0	0		13,3	0,116	5,7	0,043	0		0	
		Q. El Capote	0,15	0	0		2,85	0,027	1,22	0,01	0		0	
		Q. Tribuna	0,34	0	0		7,95	0,074	0		0		0	
	R. Combeima 3		0,09	0	0		8,4	0,077	0		0		0	
	R. Combeima 4		0,45	0,01	0		26,87	0,263	1,46	0,012	0		0	
	Q. Perlas	Q. Las Nives	0,19	0	0		0		0		0		0	
		Q. Andes	0,28	0	0		0		0		0		0	
		Q. Perlas 1	3,4	0,04	0		0		0		0		0	
		Q. Perlas 2	1,14	0,01	0		14,16	0,138	2,36	0,02	0		0	
	Total quebrada. Perlas		5	0,06	0	0	14,16	0,138	2,36	0,02	0	0	0	0
		Q. Altamira	3,52	0,04	0		0,71	0,007	0		0		0	
	R. Combeima 5		58,78	0,71	0		0,37	0,006	6,49	0,092	0		0	
		Q. Gonzáles	28,22	0,34	0		0		0		0		0	
		Q. Bellavista	23,52	0,28	0		5,37	0,08	10,74	0,139	0		0	
	R. Combeima 6		25,6	0,31	0		0,05	0,001	0,1	0,001	0		0	
		Q. El Secreto	15,67	0,19	0		4,22	0,063	8,44	0,109	0		0	
		Q. La Plata 3	125,59	1,51	0		0,74	0,011	1,48	0,019	0		0	
	R. Combeima 7		104,74	1,26	0		14,55	0,227	23,55	0,318	0		0	
		Q. Platica	219,46	2,63	0		0		54,71	0,665	0		0	
		Q. Corazón	221,93	2,66	0		6,33	0,129	15	0,264	0		0	

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Café y Otros		Arroz		Hortalizas		Frutales		Sorgo		Algodón	
			Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.
R. Combeima	R. Combeima 8		118,56	1,42	0		0		38,84	0,685	0		0	
	R. Combeima 9		57,14	0,69	0		0		54,01	0,852	0		0	
		Q. La Calera	139,45	1,67	0		3,14	0,064	44,08	0,777	0		0	
	Q. Cay	Q. Santa Lucía	88,79	1,07	0		0		11,24	0,12	0		0	
		Q. Cay	203,69	2,44	0		4,96	0,09	42,79	0,676	0		0	
	Total quebrada Cay		292,48	3,51	0	0	4,96	0,09	54,03	0,796	0	0	0	0
	Q. Tejar		471,75	5,66	0		4,43	0,079	90,51	1,394	0		0	
		Q. Zanja Honda	10,46	0,13	0		0		7,92	0,186	0		0	
	R. Combeima 10		325,18	3,9	516,73	19,953	10,25	0,3	84,14	2,031	32,37	0,885	0	
Otras áreas irrigadas**			715,98	8,59	2920,93	114,39	28,37	0,47	79,75	1,63	169,6	4,72	0	0
Total río Combeima			2966,11	35,59	3437,66	134,34	157,02	2,22	585,22	10,05	201,97	5,61	0	0
R. Coello ** Areas irrigadas con aguas del R. Combeima	R. Coello 4				47,42	1,87	0		0		0		0	
	Q. Agua Sucia**	Q. Ringlero	0,15	0	334,76	13,298	0		0		0		0	
		Q. Agua Sucia	1,22	0,01	950,64	37,763	0		0		0		0	
	Total quebrada Agua Sucia		1,38	0,017	1285,4	51,061	0	0	0	0	0	0	0	0
	Q. El Rodeo**		1,04	0	404,73	16,077	0		0		20,11	0,566	0	
	R. Coello 5**		0	0	3,81	0,15	0		4,53	0,112	0		0	
	Q. La Honda**		0,12	0	140,27	5,523	0		19,92	0,49	0		0	
	Q. Ocona**		0	0	648,04	25,549	0		13,3	0,328	99,29	2,773	0	
		Q. El Cabuyo**	0	0	7,76	0,302	0		11,77	0,283	17,78	0,49	0	
	R. Coello 6**		713,45	8,56	70,02	1,544	28,37	0,469	30,24	0,417	0		0	
	Q. Guaguir**	Q. Zanja el Guace**	0	0	124,85	4,86	0		11,05	0,269	0		0	
		Q. Pan de Azúcar**	0	0	17,01	0,662	0		0		0		0	

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Café y Otros		Arroz		Hortalizas		Frutales		Sorgo		Algodón	
			Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.
R. Coello ** Areas irrigadas con aguas del R. Combeima	Q. Guaguir**	Q. Santa Rita	0	0	295,84	11,516	0		0		32,41	0,894	0	
		Q. Santa Ana	0	0	65,06	2,669	0		0		0		0	
		Q. Agua Dulce**	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. Barbona**	0	0	347,16	13,513	0		0,78	0,023	10,8	0,298	29,79	0,87
		Q. Guaguir**	0,59	0,01	2072,15	81,59	0		9,44	0,232	49,21	1,373	0	
	Total quebrada Guaguir		0	0	360,9	14,185	0	0	0	0	32,41	0,894	0	0
R. Coello		Q. Castañala	0	0	119,08	5,048	0		107,48	2,848	73,82	2,217	49,7	1,582
	R. Coello 7		0	0	166,81	6,966	0		76,74	2,003	22,3	0,66	0	
		Q. Cantamiquera	0	0	135,54	6,135	0		63,18	1,787	0		0	
		Q. Potrerillo	0	0	73,22	3,104	0		31,87	0,844	0		49,26	1,566
		Q. Coloradas	0	0	1,76	0,083	0		14,03	0,417	0		0	
		Q. La Morena	0	0	189,93	9,458	0		0,91	0,028	109,48	3,862	0	
		Q. Benavides	0	0	0		0		0		13,2	0,465	3,7	0,138
	R. Coello 8		0	0	471,2	21,74	0		29,04	0,837	78,05	2,551	30,26	1,047
		Z. Pachona	0	0	0		0		0		0		0	
	R. Coello 9		0	0	0		0		0		0		0	
	Q. Chaguala	Q. Chaguala 1	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. Las Mulatas	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. San Vicente	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. Curala	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. Chaguala 2	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. Chaguala 3	0	0	0		0		0		0		0	

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Café y Otros		Arroz		Hortalizas		Frutales		Sorgo		Algodón	
			Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.	Ha	Dem.
R. Coello	Q. Chaguala	Q. Mochilera	0	0	0		0		25,44	0,664	0		0	
		Q. San Lorenzo	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. Chaguala 4	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. Chaguala 5	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. Cunira	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. Chicumbe	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. Salada	0	0	0		0		5,61	0,167	0		0	
		Q. Chaguala 6	0	0	0		0		0		0		0	
		Z. La Moronga	0	0	0		0		5,5	0,163	0		0	
		Q. Leona	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. La Jabonera	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. Quindía	0	0	0		0		0		0		0	
		Q. Chaguala 7	0	0	0		0		0		0		0	
	Total quebrada Chaguala		0	0	0	0	0	0	36,55	0,994	0	0	0	0
Subtotal río Coello			0	0	1518,4	66,719	0	0	359,8	9,758	329,27	10,648	132,99	4,334
Ajuste otras áreas del Distrito Beneficiadas					6603	279,896								
Total cuenca mayor río Coello			6952,98	83,436	12103,37	500,036	6490,55	73,496	2849,11	40,662	581,6	17,415	132,99	4,334

Fuente: POMCA río Coello. En sombreado azul, las cuencas, subcuencas y microcuencas que pertenecen al Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

f) Sorgo y Algodón

En la cuenca mayor del río Coello, estos dos cultivos se consideran como de rotación para el cultivo de arroz, sin embargo, al momento de realizar los cálculos (POMCA río Coello, 2014) en el mapa de cobertura vegetal consultado las áreas sembradas no concuerdan con el área de siembra apta. En la Tabla 87, se registra la demanda calculada para estas actividades agrícolas, la cual se considera en 17.415 millones de m³ / año para el cultivo de sorgo y 4.334 millones de m³ / año para el algodón.

Tabla 87. Coeficiente de cultivo K.

Etapas de Desarrollo del Cultivo						
Cultivo	Inicial	Desarrollo del cultivo	Mediados del período	Finales del período	Recolección	Total período vegetativo
Banano	0,40 - 0,50	0,70 - 0,85	1,00- 1,10	0,90 - 1,00	0,75 - 0,85	0,70 - 0,80
- Tropical	0,50 - 0,65	0,80 - 0,90	1,00 - 1,20	1,00 - 1,15	1,00 - 1,15	0,85 - 0,95
- Subtropical						
Fríjol	0,30 - 0,40	0,65 - 0,75	0,95 - 1,05	0,90 - 0,95	0,85 - 0,95	0,85 - 0,90
- Verde	0,30 - 0,40	0,70 - 0,80	1,05 - 1,20	0,65 - 0,75	0,25 - 0,30	0,70 - 0,80
- Seco						
Col	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	0,95 - 1,10	0,90 - 1,00	0,80 - 0,95	0,70 - 0,80
Algodón	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	1,05 - 1,25	0,80- 0,90	0,65 - 0,70	0,80 - 0,90
Vid	0,35 - 0,55	0,60 - 0,80	0,70 - 0,90	0,60 - 0,80	0,55 - 0,70	0,55 - 0,75
Maní	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	0,95 - 1,10	0,75 - 0,85	0,55 - 0,60	0,75 - 0,80
Maíz	0,30 - 0,50	0,70 - 0,90	1,05 - 1,20	1,00 - 1,15	0,95 - 1,10	0,80 - 0,95
- Dulce	0,30 - 0,50	0,70 - 0,85	1,05 - 1,20	0,80 - 0,95	0,55 - 0,60	0,75 - 0,90
- Grano						
Cebolla	0,40 - 0,60	0,70 - 0,80	0,95 - 1,10	0,85 - 0,90	0,75 - 0,85	0,80 - 0,90
- Seca	0,40 - 0,60	0,60 - 0,75	0,95 - 1,05	0,95 - 1,05	0,95 - 1,05	0,65 - 0,80
- Verde						
Guisante	0,40 - 0,50	0,70 - 0,85	1,05 - 1,20	1,00 - 1,15	0,95 - 1,10	0,80 - 0,95
Pimentón	0,30 - 0,40	0,60 - 0,75	0,95 - 1,10	0,85 - 1,00	0,80 - 0,90	0,70 - 0,80
Papa	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	1,05 - 1,20	0,85 - 0,95	0,70 - 0,75	0,75 - 0,90
Arroz	1,10 - 1,15	1,10 - 1,50	1,10 - 1,30	0,95 - 1,05	0,95 - 1,05	1,05 - 1,20
Cártamo	0,30 - 0,40	0,70 - 0,80	1,05 - 1,20	0,65 - 0,70	0,20 - 0,25	0,65 - 0,70
Sorgo	0,30 - 0,40	0,70 - 0,80	1,10 - 1,15	0,75 - 0,80	0,50 - 0,55	0,75 - 0,85
Soya	0,30 - 0,40	0,70 - 0,80	1,10 - 1,15	0,70 - 0,80	0,40 - 0,50	0,75 - 0,90
Remolacha azucarera	0,40 - 0,50	0,75 - 0,85	1,05 - 1,20	0,90 - 1,00	0,60 - 0,70	0,80 - 0,90
Caña Azúcar	0,40 - 0,50	0,70- 1,00	1,00 - 1,30	0,75 - 0,80	0,50 - 0,60	0,58 - 1,05
Girasol	0,30 - 0,40	0,70 - 0,80	1,05 - 1,20	0,70 - 0,80	0,35 - 0,45	0,75 - 0,85
Tabaco	0,30 - 0,40	0,70 - 0,80	1,00 - 1,20	0,90 - 1,00	0,75 - 0,85	0,85 - 0,95
Tomate	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	1,05 - 1,25	0,80 - 0,95	0,65 - 0,75	0,75 - 0,90

Etapas de Desarrollo del Cultivo						
Cultivo	Inicial	Desarrollo del cultivo	Mediados del período	Finales del período	Recolección	Total período vegetativo
Sandía	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	0,95 - 1,05	0,80 - 0,90	0,60 - 0,65	0,75 - 0,85
Trigo	0,30 - 0,40	0,70 - 0,80	1,05 - 1,20	0,65 - 0,75	0,20 - 0,25	0,80 - 0,90
Alfalfa	0,30 - 0,40				1,05 - 1,20	0,85 - 1,05
Olivo						0,40 - 0,60
Cítricos						0,65- 0,75
- Con desyerbe						0,85 - 0,90
- Sin control						
Primer dato: Humedad alta (Rhmin > 70%) y poco viento (<5 m/s)						
Segundo dato: Humedad alta (Rhmin < 20%) y fuerte viento (>5 m/s)						

Fuente: POMCA río Coello.

- Índice de Escasez

Representa la demanda de agua que ejercen en su conjunto las actividades económicas y sociales para su uso y aprovechamiento frente a la oferta hídrica disponible (neta). El índice de escasez se define como la relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica disponible, luego de aplicar factores de reducción por calidad del agua y caudal ecológico.

Se presentan los cálculos realizados durante la formulación del POMCA de la cuenca mayor del río Coello, en donde para la obtención del Índice de Escasez se aplicó de manera general la metodología propuesta por IDEAM, donde se expresa la medida de escasez en relación con los aprovechamientos hídricos como un porcentaje de la disponibilidad de agua. Para efectos del cálculo del índice de escasez, la oferta hídrica disponible y la demanda se tomaron en millones de metros cúbicos / año.

La cuenca mayor del río Coello posee un Índice de Escasez de 0.77, que se considera de categoría alta e indica una demanda alta de agua. En la Tabla 88 se registra el Índice de Escasez calculado a nivel de cuenca, subcuenca y microcuenca.

18.5.2 Río Totare

La cuenca hidrográfica mayor del río Totare se encuentra ubicada al norte del departamento del Tolima, sobre el flanco oriental de la cordillera Central, sus aguas fluyen a la gran cuenca del río Magdalena, de la cual hace parte como tributario directo.

Esta cuenca mayor presenta una variación altitudinal que va desde los 213 hasta los 5.200 msnm, lo que genera dentro de su territorio una gran variedad de climas que van desde el cálido semiárido hasta el páramo alto súper húmedo; igualmente presenta una gran variación de paisajes representados en unidades fisiográficas y de suelos que van desde paisajes de lomerío hasta paisajes de montaña. Por lo anotado anteriormente dentro de la cuenca también se presentan variadas características culturales, sociales y productivas.

Tabla 88. Índice de Escasez de cuenca del río Coello.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp. Max. Diaria		Q. Medio m3/seg	Q. Min m3/seg	Q. Ecológico m3/seg	Oferta Hídrica Neta	Total Demanda Anual MMC	Total Oferta Anual MMC		Índice de Escasez	
			Vr. Med	Vr. Min						Parcial	Acum	Parcial	Acum
R. Toche	Río Toche 1		46,68	21,4	0,47028	0,21559	0,0539	0,41638	0,01	13,13	14,82	0	0
		Q. Sonadora	46,68	21,4	0,02738	0,01255	0,00314	0,02425	0	0,76	15,68	0	0
	Q. San Jose		47,63	22,57	0,09141	0,04332	0,01083	0,08058	0	2,54	18,56	0	0
	Río Toche 2		49,5	25	0,09252	0,04673	0,01168	0,08084	0	2,55	21,48	0	0
		Q. El Alisal	45,02	23,75	0,03064	0,01616	0,00404	0,0266	0	0,84	22,45	0	0
	Q. Campo Alegre		46,68	21,4	0,1765	0,08092	0,02023	0,15628	0,32	4,93	27,69	0,06	0,01
	Río Toche 3		45,14	25,9	0,05294	0,03038	0,00759	0,04535	0	1,43	29,36	0	0
	Río Tohecito	Q. San Rafael	49	20,83	0,23645	0,10051	0,02513	0,21132	0,17	6,66	7,29	0,03	0,02
		Q. Pajarito	49	20,83	0,26767	0,11379	0,02845	0,23923	0,31	7,54	15,42	0,04	0,02
		Q. Dantas	46,68	21,4	0,28323	0,12984	0,03246	0,25077	0,62	7,91	23,74	0,08	0,03
		R. Tohecito	46,68	21,4	0,39295	0,18014	0,04504	0,34792	0,76	10,97	35,37	0,07	0,02
Total río Tohecito					1,1803	0,52429	0,04504	1,13526	1,854	35,8	64,73	0,05	0,03
Total río Toche					2,12198	0,96994	0,07317	2,0488	2,189	64,61	64,73	0,03	0,03
Río Coello	Q. San Juan	Q. San Pedro	53,18	23	0,12645	0,05469	0,01367	0,11277	0	3,56	3,99	0	0
		Q. Hojas Anchas	53,18	23	0,0978	0,0423	0,01057	0,08723	0,14	2,75	6,93	0,05	0,02
		Q. Oliveros	53,18	23	0,10553	0,04564	0,01141	0,09412	0,13	2,97	10,13	0,04	0,01
		Q. Santa Marta	53,23	20	0,15131	0,05685	0,01421	0,1371	0,18	4,32	14,73	0,04	0,01
		Q. San Juan	50,69	26,23	0,52841	0,27343	0,06836	0,46006	0,1	14,51	31,29	0,01	0
	Total Q. San Juan				1,0095	0,47291	0,06836	0,94114	0,545	29,68	96,02	0,02	0,01
		Q. Las Lajas	50,69	26,23	0,04892	0,02532	0,00633	0,04259	0,2	1,34	97,37	0,15	0
		Q. Chorros Blancos	47,18	27,23	0,04307	0,02486	0,00621	0,03685	0,58	1,16	98,15	0,5	0,01
	Q. Azufral		51,36	29,3	0,07851	0,04479	0,0112	0,06731	2,54	2,12	98,09	1,2	0,03
Río Coello	Q. Corrales	Q. Campamento	58,02	28,53	0,07206	0,03543	0,00886	0,0632	0,87	1,99	1,4	0,44	0,62
		Q. Corrales	67,67	28,1	0,41382	0,17184	0,04296	0,37086	2,13	11,7	12,32	0,18	0,17
	Total quebrada Corrales				0,48588	0,20727	0,04296	0,44292	3,002	13,97	110,41	0,21	0,03
	Subtotal río Coello				1,66588	0,77514	0,13506	1,53082	6,857	48,28	110,41	0,14	0,06

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp. Max. Diaria		Q. Medio	Q. Min m3/seg	Q. Ecológico m3/seg	Oferta Hídrica Neta	Total Demanda Anual MMC	Total Oferta Anual MMC		Índice de Escasez	
			Vr. Med	Vr. Min	m3/seg					Parcial	Acum	Parcial	Acum
R. Bermellón		Q. Perales	52,61	21,43	0,11676	0,04756	0,01189	0,10487	0,41	3,31	3,27	0,12	0,12
	Q. Guala		50,79	27,83	0,67911	0,37211	0,09303	0,58608	1,65	18,48	23,04	0,09	0,07
	Q. Chorros Blancos	Q. El Rincón	53,12	29,25	0,08568	0,04718	0,0118	0,07389	0,23	2,33	2,47	0,1	0,09
		Q. Chorros Blancos	53,12	29,25	0,39813	0,21922	0,05481	0,34332	1,59	10,83	13,44	0,15	0,12
		Total quebradas Chorros Blancos			0,48381	0,2664	0,05481	0,429	1,818	13,53	36,48	0,13	0,05
		Q. Espejo	55,79	31,13	0,05828	0,03252	0,00813	0,05015	2,37	1,58	35,94	1,5	0,07
	R. Bermellón 1		55,79	31,13	0,60685	0,33861	0,08465	0,5222	1,25	16,47	53,83	0,08	0,02
	R. Bermellón 2		54,72	34,43	1,45174	0,91344	0,22836	1,22338	6,2	38,58	93,42	0,16	0,07
	R. Anaime	Q. Potosí	45,78	26	0,30442	0,17289	0,04322	0,2612	1,38	8,24	8,22	0,17	0,17
		Q. Las Marias	45,78	26	0,59096	0,33563	0,08391	0,50705	1,67	15,99	25,19	0,1	0,07
		Q. Cucuana	45,78	26	0,47591	0,27029	0,06757	0,40834	0,3	12,88	39,9	0,02	0,01
		Q. La Suiza	45,78	26	0,21086	0,11975	0,02994	0,18092	1,11	5,71	45,44	0,19	0,02
		Q. La Unión	45,9	25,67	0,11106	0,06211	0,01553	0,09554	0,66	3,01	48,28	0,22	0,01
		R. Anaime	45,9	25,67	0,56404	0,31544	0,07886	0,48518	2,89	15,3	63,18	0,19	0,05
		Q. Carrizales	45,9	25,67	0,5341	0,2987	0,07467	0,45942	2,06	14,49	77,95	0,14	0,03
		Q. El Aguila	45,9	25,67	0,18494	0,10343	0,02586	0,15908	1,35	5,02	82,43	0,27	0,02
		Q. La Plata	55,79	31,13	0,49817	0,27797	0,06949	0,42868	0,95	13,52	97,19	0,07	0,01
		Q. La Venecia	53,12	29,25	0,10414	0,05735	0,01434	0,08981	0,38	2,83	100,1	0,13	0
		Q. Espartillal	53,12	29,25	0,16218	0,0893	0,02233	0,13985	1,28	4,41	103,93	0,29	0,01
		R. Anaime 2	54,72	34,43	3,10991	1,95676	0,48919	2,62072	27,91	82,65	174,09	0,34	0,16
		Total río Anaime			6,85069	4,05963	0,56805	6,28264	41,949	198,13	267,51	0,21	0,16
	R. Bermellón 3	Q. San Antonio	53,12	29,25	0,07619	0,04195	0,01049	0,0657	1,04	2,07	268,87	0,5	0
		Q. El Tigre	53,12	29,25	0,13311	0,0733	0,01832	0,11479	3,15	3,62	269,92	0,87	0,01
		Q. La Cerrajosa	53,12	29,25	0,234	0,12885	0,03221	0,20179	2,28	6,36	275,03	0,36	0,01
			51,51	34,2	0,09972	0,06621	0,01655	0,08317	6,9	2,62	271,27	2,63	0,03
		Total río Bermellón			10,79027	6,34059	0,32957	10,4607	69,008	329,89	381,68	0,21	0,18

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp. Max. Diaria		Q. Medio	Q. Min m3/seg	Q. Ecológico m3/seg	Oferta Hídrica Neta	Total Demanda Anual MMC	Total Oferta Anual MMC		Índice de Escasez		
			Vr. Med	Vr. Min	m3/seg					Parcial	Acum	Parcial	Acum	
R. Coello	R. Coello 1	Q. Palmita	69,55	33,33	0,00177	0,00085	0,00021	0,00156	3,01	0,05	378,72	61,33	0,01	
		Q. Guayabal	67,07	36,67	0,05925	0,03239	0,0081	0,05115	2,74	1,61	377,85	1,7	0,01	
		Q. Cural	67,74	39,73	0,09237	0,05418	0,01354	0,07883	2,19	2,49	378,57	0,88	0,01	
			67,07	36,67	1,05618	0,57746	0,14436	0,91182	20,38	28,76	391,5	0,71	0,05	
		Subtotal río Coello				1,20957	0,66488	0,14436	1,06521	28,327	33,59	391,5	0,84	0,07
R. Cocora		Q. El Billar	52,69	32,03	0,20766	0,12624	0,03156	0,1761	0,28	5,55	6,27	0,05	0,04	
		Q. Negra	60,61	34,2	0,29906	0,16875	0,04219	0,25688	0,24	8,1	15,46	0,03	0,02	
		Q. Chorro Blanco	60,61	34,2	0,32603	0,18397	0,04599	0,28004	0,56	8,83	25,17	0,06	0,02	
	R. Cocora 1		60,61	34,2	4,89925	2,76447	0,69112	4,20813	4,72	132,71	174,95	0,04	0,03	
		Q. El Escobo	60,61	34,2	0,12137	0,06848	0,01712	0,10425	1,36	3,29	177,42	0,41	0,01	
		Q. Laguneta	60,61	34,2	0,07828	0,04417	0,01104	0,06723	0,98	2,12	178,9	0,46	0,01	
		Q. San Rafael	60,61	34,2	0,46847	0,26434	0,06609	0,40239	1,02	12,69	192,66	0,08	0,01	
	R. Cocora 2		75,26	41,1	0,31913	0,17428	0,04357	0,27556	7,26	8,69	195,46	0,84	0,04	
	Total río Cocora				6,71925	3,79469	0,73469	5,98456	16,435	188,73	586,96	0,09	0,03	
R. Coello		Q. Tigrera	67,74	39,73	0,07631	0,04476	0,01119	0,06512	4,08	2,05	585,29	1,99	0,01	
		Q. La Plata 2	67,43	44,47	0,83247	0,54901	0,13725	0,69521	0,89	21,92	610,65	0,04	0	
	R. Andes	Q. Los Órganos	68,22	39,4	0,34553	0,19956	0,04989	0,29564	0,91	9,32	9,99	0,1	0,09	
		Q. Las Abras	77	53,03	0,14383	0,09906	0,02476	0,11907	1,58	3,75	12,95	0,42	0,12	
		R. Andes	73,07	46,43	0,37894	0,24078	0,0602	0,31874	3,35	10,05	21,55	0,33	0,16	
		Total río Andes				0,8683	0,5394	0,0602	0,8081	5,835	25,48	608,51	0,23	0,01
	R. Coello 2		81,07	65	0,00072	0,00058	0,00014	0,00057	0,43	0,02	608,1	23,82	0	
	Q. Agua Malita	Q. Las Palmas	82,25	57,5	0,04593	0,03211	0,00803	0,0379	0,1	1,2	1,34	0,09	0,08	
		Q. Agua Malita	0,08	57,5	0,42642	0,29811	0,07453	0,3519	1,39	11,1	13,4	0,13	0,1	
		Total quebrada Agua Malita				0,47235	0,33021	0,07453	0,39782	1,497	12,55	621,5	0,12	0
	Subtotal río Coello						2,25014	1,46395	0,00014	2,25	12,736	70,96	645,19	0,18

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp. Max. Diaria		Q. Medio m3/seg	Q. Min m3/seg	Q. Ecológico m3/seg	Oferta Hídrica Neta	Total Demanda Anual MMC	Total Oferta Anual MMC		Índice de Escasez	
			Vr. Med	Vr. Min						Parcial	Acum	Parcial	Acum
R. Gallego		Q. Los Cauchos	82,55	51,55	0,01444	0,00902	0,00226	0,01219	0,03	0,38	0,42	0,08	0,08
		Q. La Carbona	82,55	51,55	0,01453	0,00907	0,00227	0,01226	0,05	0,39	0,83	0,14	0,07
		Q. La Campanza	82,55	51,55	0,02286	0,01427	0,00357	0,01929	0,2	0,61	1,35	0,33	0,15
	Q. La Montaña		77,56	48,05	0,23895	0,14803	0,03701	0,20194	9,88	6,37	-1	1,55	9,9
	Q. Potrero Grande	Q. El Cural	77,56	48,05	0,03539	0,02193	0,00548	0,02991	1,31	0,94	-0,19	1,38	6,88
		Q. Potrero Grande	77,56	48,05	0,09922	0,06147	0,01537	0,08385	6,76	2,64	-3,82	2,56	1,77
	Total quebrada Potrero Grande				0,13461	0,0834	0,01537	0,11925	8,064	3,76	-4,82	2,14	1,67
	R. Gallego		82,25	57,5	0,03897	0,02724	0,00681	0,03216	1,93	1,01	-5,51	1,9	0,35
		Total río Gallego			0,46437	0,29104	0,00681	0,45756	20,159	14,43	639,67	1,4	0,03
R. Coello	R. Coello 3		80,26	57	0	0	0	0	6,88	0	632,79		0,01
	Subtotal río Coello				0	0	0	0	6,879	0	632,79		0
R. Combeima		Q. Termal	45,31	19,6	0,10516	0,04549	0,01137	0,09379	0	2,96	3,31	0	0
	R. Combeima 1		45,31	19,6	0,76757	0,33203	0,08301	0,68456	0,01	21,59	27,51	0	0
	Q. Billar		45,31	19,6	0,11774	0,05093	0,01273	0,10501	0,02	3,31	31,2	0,01	0
	R. Combeima 2		45,31	19,6	0,05027	0,02174	0,00544	0,04483	0,16	1,41	32,62	0,11	0
		Q. El Capote	42,97	26,35	0,01563	0,00958	0,0024	0,01323	0,04	0,42	33,07	0,09	0
		Q. Tribuna	42,97	26,35	0,01144	0,00701	0,00175	0,00968	0,08	0,31	33,35	0,26	0
	R. Combeima 3		59,5	23,1	0,07481	0,02905	0,00726	0,06755	0,08	2,13	35,64	0,04	0
	R. Combeima 4		47,01	28,53	0,00529	0,00321	0,0008	0,00449	0,28	0,14	35,52	2	0,01
	Q. Perlas	Q. Las Nives	45,31	19,6	0,01464	0,00633	0,00158	0,01306	0	0,41	0,46	0,01	0,01
		Q. Andes	45,31	19,6	0	0	0	0	0,01	0	0,45		0,01
		Q. Perlas 1	47,81	27,7	0,08648	0,05011	0,01253	0,07396	0,04	2,33	3,14	0,02	0,01
		Q. Perlas 2	47,01	28,53	0,07623	0,04626	0,01157	0,06466	0,18	2,04	5,36	0,09	0,03
	Total quebrada Perlas				0,17735	0,1027	0,02409	0,15326	0,231	4,83	40,88	0,05	0,01

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp. Max. Diaria		Q. Medio m3/seg	Q. Min m3/seg	Q. Ecológico m3/seg	Oferta Hídrica Neta	Total Demanda Anual MMC	Total Oferta Anual MMC		Índice de Escasez	
			Vr. Med	Vr. Min						Parcial	Acum	Parcial	Acum
		Q. Altamira	51,29	26,85	0,1601	0,08381	0,02095	0,13915	0,05	4,39	45,88	0,01	0
	R. Combeima 5		74,44	39,35	1,37113	0,7248	0,1812	1,18993	0,82	37,53	88,3	0,02	0,01
		Q. Gonzáles	63,13	33,73	0,10843	0,05793	0,01448	0,09394	0,34	2,96	91,37	0,12	0
		Q. Bellavista	70,51	45	0,14222	0,09077	0,02269	0,11953	0,51	3,77	95,34	0,14	0,01
	R. Combeima 6		71,9	31,25	0,00157	0,00068	0,00017	0,0014	0,32	0,04	95,08	7,13	0
		Q. El Secreto	85,5	56,25	0,10346	0,06807	0,01702	0,08644	0,37	2,73	97,98	0,13	0
	Q. La Plata 3		70,51	45	0,89534	0,57141	0,14285	0,75248	1,57	23,73	124,64	0,07	0,01
	R. Combeima 7		64,86	39,05	0,00705	0,00424	0,00106	0,00599	1,84	0,19	123,02	9,74	0,01
		Q. Platica	64,12	44,8	0,01641	0,01147	0,00287	0,01355	3,32	0,43	120,22	7,78	0,03
	Q. Corazón		64,08	35,83	0,55719	0,31155	0,07789	0,4793	3,11	15,12	134,68	0,21	0,02
	R. Combeima 8		75,85	42,5	0,01397	0,00783	0,00196	0,01201	2,44	0,38	132,68	6,43	0,02
	R. Combeima 9		78,62	50	0,05147	0,03273	0,00818	0,04329	1,65	1,37	132,66	1,21	0,01
		Q. La Calera	64,08	35,83	0	0	0	0	2,68	0	129,98		0,02
	Q. Cay	Q. Santa Lucía	78,03	48	0,00015	0,00009	0,00002	0,00013	1,19	0,004	-1,18	295,78	1
		Q. Cay	84,02	38,1	0,74457	0,33764	0,08441	0,66016	3,84	20,82	18,46	0,18	0,21
	Total quebrada Cay				0,74472	0,33773	0,08441	0,66031	5,024	20,82	148,45	0,24	0,03
	Q. Tejar		67,74	39,73	0,08005	0,04695	0,01174	0,06831	14,65	2,15	136,32	6,8	0,11
		Q. Zanja Honda	75,67	42,37	0,02177	0,01219	0,00305	0,01872	0,32	0,59	136,69	0,54	0
	R. Combeima 10		67,68	46,9	0	0	0	0	44,42	0	92,26		0,48
	Otras áreas irrigadas**				0	0		0	133,4	0	0		
	Total rio Combeima				5,60014	2,96391	0,28908	5,31106	214,148	167,49	595,25	1,28	0,36
R. Coello ** Areas irrigadas con aguas del R. Combeima	R. Coello 4		71,09	58	0	0	0	0	1,87	0	593,38		0
	Q. Agua Sucia**	Q. Ringlero	71,09	58	0	0	0	0	13,3	0	-13,3		1
		Q. Agua Sucia	80,26	57	0	0	0	0	37,99	0	-51,3		0,74
	Total Q. Agua Sucia				0	0	0	0	51,298	0	542,08		0,09
	Q. El Rodeo**		80,26	57	0	0	0	0	19,24	0	522,85		0,04
	R. Coello 5**		89,43	56	0	0	0	0	0,27	0	522,57		0
	Q. La Honda**		85,7	57,7	0	0	0	0	6,37	0	516,21		0,01

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp. Max. Diaria		Q. Medio m3/seg	Q. Min m3/seg	Q. Ecológico m3/seg	Oferta Hídrica Neta	Total Demanda Anual MMC	Total Oferta Anual MMC		Índice de Escasez	
			Vr. Med	Vr. Min						Parcial	Acum	Parcial	Acum
R. Coello ** Areas irrigadas con aguas del R. Combeima	Q. Ocona**		89,43	56	0	0	0	0	28,69	0	487,51		0,06
		Q. El Cabuyo**	93,01	57,55	0	0	0	0	1,09	0	486,42		0
	R. Coello 6**		82,76	48,03	0	0	0,28908	-0,28908	11,34	-9,12	475,08	-1,24	0,02
	Q. Guaguir**	Q. Zanja el Guace**	93,01	57,55	0	0	0	0	5,13	0	-5,13		1
		Q. Pan de Azúcar**	93,01	57,55	0	0	0	0	0,68	0	-5,81		0,12
		Q. Santa Rita	93,01	57,55	0,10434	0,06456	0,01614	0,0882	12,42	2,78	-14,94	4,46	0,83
		Q. Santa Ana	93,44	57,73	0,02237	0,01382	0,00346	0,01892	2,68	0,6	-16,91	4,49	0,16
		Q. Agua Dulce**	93,01	57,55	0	0	0	0	0	0	-16,91		0
		Q. Barbona**	93,01	57,55	0	0	0	0	14,73	0	-31,64		0,47
		Q. Guaguir**	85,7	57,7	0	0	0	0	85,34	0	-116,98		0,73
	Total quebrada Guaguir				0,12671	0,07838	0,0196	0,11	15,09	3,38	-31,84	8,95	0,99
R. Coello		Q. Castañala	91,87	57,05	0,05534	0,03436	0,00859	0,04674	11,74	1,47	-41,84	7,97	-0,28
	R. Coello 7		95,44	58,6	0	0	0	0	9,66	0	-51,5		-0,19
		Q. Cantamiquera	94,3	58,1	0,06807	0,04194	0,01048	0,05758	11,43	1,82	-60,78	6,29	-0,19
		Q. Potrerillo	91,87	57,05	0	0	0	0	5,54	0	-66,32		-0,08
		Q. Coloradas	90,32	60,05	0	0	0	0	0,51	0	-66,83		-0,01
		Q. La Morena	86,34	63	0,09935	0,07249	0,01812	0,08123	13,35	2,56	-77,05	5,21	-0,17
		Q. Benavides	86,34	63	0,01292	0,00942	0,00236	0,01056	0,61	0,33	-77,24	1,82	-0,01
	R. Coello 8		84,89	52,5	0	0	0	0	26,23	0	-103,47		-0,25
		Z. Pachona	84,89	52,5	0	0	0	0	0	0	-103,47		0
	R. Coello 9		84,89	52,5	0	0	0	0	0	0	-103,47		0
	Q. Chaguala	Q. Chaguala 1	87,32	58,4	0	0	0	0	0,02	0	-0,02		1
		Q. Las Mulatas	95,44	58,6	0	0	0	0	0	0	-0,02		0,02
		Q. San Vicente	93,44	57,73	0	0	0	0	0,01	0	-0,03		0,24
		Q. Curala	95,44	58,6	0	0	0	0	0,01	0	-0,04		0,18
		Q. Chaguala 2	95,44	58,6	0	0	0	0	0	0	-0,04		0,07
		Q. Chaguala 3	94,3	58,1	0	0	0	0	0	0	-0,04		0,11
		Q. Mochilera	95,44	58,6	0,00238	0,00146	0,00037	0,00202	0,67	0,06	-0,64	10,58	1,05

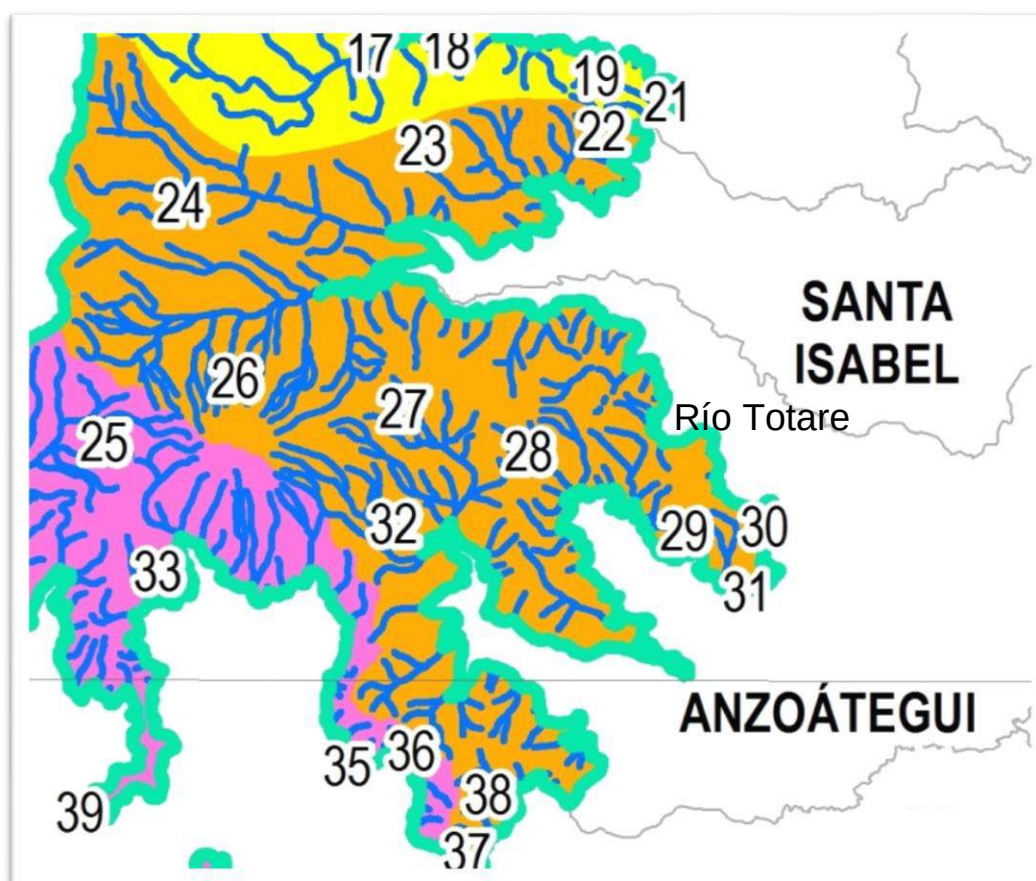
Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp. Max. Diaria		Q. Medio	Q. Min m3/seg	Q. Ecológico m3/seg	Oferta Hídrica Neta	Total Demanda Anual MMC	Total Oferta Anual MMC		Índice de Escasez	
			Vr. Med	Vr. Min	m3/seg					Parcial	Acum	Parcial	Acum
Coello	Quebrada Chaguala	Q. San Lorenzo	94,3	58,1	0	0	0	0	0,02	0	-0,66		0,03
		Q. Chaguala 4	94,3	58,1	0	0	0	0	0	0	-0,67		0
		Q. Chaguala 5	94,3	58,1	0	0	0	0	0	0	-0,67		0,01
		Q. Cunira	94,3	58,1	0	0	0	0	0,01	0	-0,68		0,02
		Q. Chicuambe	94,3	58,1	0	0	0	0	0	0	-0,68		0
		Q. Salada	90,32	60,05	0,00203	0,00135	0,00034	0,00169	0,18	0,05	-0,8	3,38	0,23
		Q. Chaguala 6	94,3	58,1	0,01443	0,00889	0,00222	0,01221	0	0,39	-0,34	0	0
		Z. La Moronga	90,32	60,05	0,00118	0,00078	0,0002	0,00098	0,17	0,03	-0,48	5,51	0,36
		Q. Leona	94,3	58,1	0,02841	0,01751	0,00438	0,02404	0	0,76	0,42	0	0
		Q. La Jabonera	94,3	58,1	0,01582	0,00975	0,00244	0,01338	0	0,42	0,91	0	0
		Q. Quindía	94,3	58,1	0	0	0	0	0	0	0,91		0
		Q. Chaguala 7	88,03	54,37	0	0	0	0	0,01	0	0,9		0,01
	Total quebrada Chaguala					0,06426	0,03974	0,00994	0,05432	1,123	1,71	-102,57	0,66
Subtotal río Coello					0,42664	0,27635	0,05915	0,36749	95,279	11,59	513,43	8,22	0,19
Ajuste otras áreas del Distrito Beneficiadas								0	279,896	0			
Total cuenca mayor río Coello					31,24823	14,36017	0,33872	30,90951	751,913	974,76		0,77	

Fuente: POMCA río Coello. Sombreado en azul, las cuencas, subcuencas y microcuencas que pertenecen al Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados

La cuenca hidrográfica mayor del río Totare presenta una extensión de 142.874,53 ha, correspondientes al 6,06% del área total del departamento, está conformada por los municipios de Alvarado, Anzoátegui, Ibagué, Piedras, Santa Isabel, Murillo y Venadillo.

El río Totare nace en laguna El Encanto, con una altitud de 3.963 msnm y desemboca en la margen izquierda aguas abajo del río Magdalena, con una elevación de 216 msnm. La dirección general del cauce principal es de oeste-este, cuya longitud aproximada es de 93,5 km y una pendiente media de 4.49 % (Figura 36).

Figura 36. Cuenca del río Totare, Entorno Local complejo de páramos Los Nevados.



Fuente: Cartografía red hídrica Entorno Local complejo de páramos Los Nevados. En naranja, cuenca río Totare.

- División Hidrológica

El río Totare presenta vital importancia en el desarrollo del departamento del Tolima. La parte alta de su cuenca forma parte del Parque Nacional Natural de los Nevados y su zona amortiguadora. Dentro de su cuenca se encuentran localizadas las fuentes abastecedoras de los cascos urbanos de los municipios de Alvarado (río Alvarado y quebrada Laguneta, integrante de la quebrada La Caima), Anzoátegui (quebrada El Fierro), Santa Isabel (quebrada Las Águilas/Las Animas, Agua Bonita), Venadillo (río Totare), el sector nor-oriental del municipio de Ibagué (quebrada Chembe) y de otros centros habitacionales de menor densidad poblacional (Tabla 89).

Tabla 89. Cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca
		Q. El Placer
R. Totare 1		
		Q. El Itsmo
	Q. Aguablanca	
		Q. El Cebollal
		Q. Pan de Azúcar
		Q. Los Cazadores
R. Totarito		Q. El Africa
	Q. Totarito	
		Q. Hoyofrío
R. Totare 2		
	Q. La Estrella	Q. La Noria
		Q. El Queso
		Q. La Estrella
R. Totare 3		
		Q. La Cabrera
	Q. Las Pavas	
		Q. Las Cruces
	Q. La Negra	
	Q. El Fierro	
	Q. Gumina	
R. Totare 4		
	Q. Anundey	Q. La Chapa
		Q. Anundey
		Q. La Palmera
		Q. El Cocuy
R. La China	R. San Romualdo	R. San Romualdo
		Q. El Bosque
		Q. La Argelia
		Q. Las Colonias
		Q. Las Palomas
		Q. Los Micos
		Q. La Perdiz
		Q. La Vela
	R. La China 1	
	Q. Santa Helena	Q. Santa Bárbara
		Q. Santa Helena
		Q. El Venado

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca
R. La China		Q. Buenavista
		Q. La Leona
	Q. La Pitala	Q. La Pitala
		Q. La Arenosa
		Q. San José
	R. Frio	R. Frío 1
		Q. El Bosque 2
		R. Frío 2
		Q. Loreno
		Q. Dardanelos
		Q. La Sierra
	R. La China 2	
		Q. El Senoso
	R. Alvarado	Q. Chembe
		Q. De la Torre
		Q. La Elena
		Q. Cerco de Silva
		Q. de las Cabres
		Z. del Desagüe
		Q. Manjares
		Q. La Arenosa 2
		Q. De las Cabras
		Q. La Chumba
		Q. La Cañada
		Z. Honda
		Q. La Caima
		R. Alvarado 1
		R. Alvarado
R. Chipalo	Q. Ambalá	Q. Ambalá
		Q. La Cumbre
	Q. Las Panelas	
		Q. El Hato
	R. Chipalo 1	
	Q. Aguasucia	Q. Aguasucia
		Q. La Mugrosa
	Q. Agua Blanca	Q. Agua Blanca
		Z. La Batea

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca
R. Chipalo	R. Chipalo 2	
		Z. La Cristalina
		Q. La Arenosa 3
		Q. La Chicha
		Q. Del Corral
	Q. Doyare	Q. Doyare
		Q. El Aceituno
	Q. Guarapo	
	Q. La Arenosa	Q. Las Cruces 2
		Q. Pateme
		Q. La Arenosa 4
	Q. Guarapo 2	
R. Totare 5		

Fuente: POMCA río Totare. Sombreado en azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

La cuenca del río Totare posee una oferta hídrica total de 19.43684 m³/seg, que corresponde al valor de su caudal medio, las mayores cuencas aportantes son las de los ríos La China y Totare, con ofertas hídricas totales de 10.56848 y 7.738729 m³/seg respectivamente, destacándose en la primer cuenca, su cauce principal, que aporta 9.08735 m³/seg. El mayor aporte hídrico territorial corresponde al municipio de Anzoátegui con 8.77605 m³/seg, como lo muestra la Tabla 90 en la que se relacionan los caudales de los municipios que tienen su territorio asentado dentro de la cuenca.

Tabla 90. Caudales de los municipios asentados sobre la cuenca del río Totare.

Municipio	Q. Medio (m3/seg)
Alvarado	1,10757
Anzoátegui	8,77605
Ibagué	5,25206
Murillo	0,00269
Piedras	0,12971
Santa Isabel	3,92078
Venadillo	0,24798
Total	19,43684

Fuente: POMCA río Totare (CORTOLIMA, 2015). Sombreado en azul los municipios que tienen parte en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Morfología de la cuenca del río Totare

Los estudios morfométricos son de gran importancia en el estudio de cualquier cuenca, ya que ofrecen un parámetro de comparación y/o interpretación de los fenómenos que ocurren en ésta. Se presentan a continuación la caracterización morfológica de la cuenca, de producto de la formulación del POMCA de la cuenca mayor del río Totare (CORTOLIMA, 2015).

- Área

El área de la cuenca tiene gran importancia, ya que constituye el criterio de la magnitud del caudal, en condiciones normales, los caudales promedios, mínimos y máxima instantáneos crecen a medida que crece el área de la cuenca. En la Tabla 91 se presenta la distribución del área entre cotas y el porcentaje que cada una representa en la cuenca, se establece que la altura media para la cuenca se encuentra aproximadamente a los 1.600 msnm.

Tabla 91. Áreas por rangos de cotas en la cuenca mayor del río Totare.

Cota	Área (ha)	Área (%)	Área		Porcentaje	
			Creciente	Decreciente	Creciente	Decreciente
0	15511,66	10,86	15511,66	142874,53	10,86	100
400	12317,5	8,62	27829,16	127362,87	19,48	89,14
600	11268,4	7,89	39097,56	115045,37	27,37	80,52
800	9446,58	6,61	48544,14	103776,97	33,98	72,63
1000	7695,04	5,39	56239,18	94330,39	39,37	66,02
1200	7981,75	5,59	64220,93	86635,35	44,96	60,63
1400	6289,67	4,4	70510,6	78653,6	49,36	55,04
1600	5773,73	4,04	76284,33	72363,93	53,4	50,64
1800	5507,23	3,86	81791,56	66590,2	57,26	46,6
2000	5602,21	3,92	87393,77	61082,97	61,18	42,74
2200	4260,44	2,98	91654,21	55480,76	64,16	38,82
2400	3603,57	2,52	95257,78	51220,32	66,68	35,84
2600	4091,35	2,86	99349,13	47616,75	69,54	33,32
2800	4140,56	2,9	103489,69	43525,4	72,44	30,46
3000	4348,65	3,04	107838,34	39384,84	75,48	27,56
3200	5618,7	3,93	113457,04	35036,19	79,41	24,52
3400	7241,57	5,07	120698,61	29417,49	84,48	20,59
3600	6956,77	4,87	127655,38	22175,92	89,35	15,52
3800	8762,94	6,13	136418,32	15219,15	95,48	10,65
4000	3183,84	2,23	139602,16	6456,21	97,71	4,52
4200	1626,31	1,14	141228,47	3272,37	98,85	2,29
4400	1131,33	0,79	142359,8	1646,06	99,64	1,15
4600	365,39	0,26	142725,19	514,73	99,9	0,36
4800	121,74	0,08	142846,93	149,34	99,98	0,1
5000	24,44	0,02	142871,37	27,6	100	0,02
5200	3,16	0	142874,53	3,16	100	0

Fuente: POMCA río Totare. Sombreado en azul las cotas en las cuales se enmarca el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

En la Tabla 92, se presentan las áreas por cada una de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.

Tabla 92. Área de la cuenca mayor del río Totare y de sus subcuencas.

Subcuenca	Área (ha)
Q. Aguablanca	1259,87
Q. Aguasucia	797,02
Q. Aguablanca 1	1023,85
Q. Anundey	1267,05
Q. Doyare	1775,55
Q. El Fierro	2024,05
Q. Guarapo	2.571,33
Q. Cuminá	2149,24
Q. La Ambalá	1232,71
Q. La Arenosa	2905,18
Q. La Estrella	3252,23
Q. La Negra	1065,86
Q. La Pitala	1261,58
Q. Las Panelas	1382,7
Q. Las Pavas	1553,08
Q. Santa Helena	1355,51
R. Alvarado	29988,14
R. Chipalo	8790,45
R. Frío	10708,53
R. La China	19525,82
R. San Romualdo	12.265,41
R. Totare	28351,69
R. Totarito	6367,51
Cuenca Totare	142.874,53

Fuente: POMCA río Totare. Sombreado en azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Como se puede observar en la tabla anterior, la cuenca mayor del río Totare, tiene un área total de 142.874,53 ha, siendo el río San Romualdo, la subcuenca que mayor área tiene.

- Perímetro

La cuenca mayor del río Totare, tiene un perímetro de 196,53 km (Tabla 93).

Tabla 93. Perímetro de la cuenca mayor del río Totare y de sus subcuencas.

Subcuencas	Perímetro Cuenca (km)
Q. Aguablanca	20,66
Q. Aguasucia	29,64
Q. Aguablanca 1	26,98
Q. Anundey	20,95
Q. Doyare	26,98
Q. El Fierro	22,39
Q. Guarapo	40,75
Q. Cuminá	21,97
Q. La Ambalá	21,4
Q. La Arenosa	33,89
Q. La Estrella	28,16
Q. La Negra	16,37
Q. La Pitala	18,83
Q. Las Panelas	18,35
Q. Las Pavas	19,51
Q. Santa Helena	17,88
R. Alvarado	91,66
R. Chipalo	121,15
R. Frío	70,3
R. La China	165,87
R. San Romualdo	62,8
R. Totare	225,08
R. Totarito	45,41
Cuenca Totare	196,53

Fuente: POMCA río Totare. Sombreado en azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Longitud del cauce

Se presentan las longitudes de los cauces de la cuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare, que fueron calculadas durante la formulación del POMCA. Se realizó análisis de imágenes de satélite a escala 1:25.000, por lo que algunos de los datos son aproximados (Tabla 94).

Tabla 94. Longitud de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.

Subcuencas	Longitud del Cauce (km)
Q. Aguablanca	8,59
Q. Aguasucia	15,39
Q. Aguablanca 1	8,46
Q. Anundey	11,59
Q. Doyare	14,86
Q. El Fierro	11,67
Q. Guarapo	18,77
Q. Cuminá	9,8
Q. La Ambalá	9,32
Q. La Arenosa	22,28
Q. La Estrella	12,72
Q. La Negra	6,22
Q. La Pitala	7,41
Q. Las Panelas	8,86
Q. Las Pavas	10,93
Q. Santa Helena	9,97
R. Alvarado	55,06
R. Chipalo	74,98
R. Frío	36,75
R. La China	81,06
R. San Romualdo	27,86
R. Totare	105,79
R. Totarito	19,07
Cuenca Totare	93,5

Fuente: POMCA río Totare. Sombreado en azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Pendiente media del cauce

Es la relación entre la altura total del cauce principal (cota máxima menos cota mínima) y la longitud del mismo²⁵. Para la cuenca mayor del río Totare, se establece que:

$$Pm = \frac{4600 - 400}{93,558} \times 100 = 4,49\%$$

²⁵ La fórmula con la cual se calcula la pendiente media, fue explicada en el ítem donde se describe la morfología de la cuenca mayor del río Coello.

La cuenca mayor del río Totare y las subcuencas Aguasucia, Aguablanca, La Arenosa, río Alvarado, río Chipalo, río La China y el río Totare, presentan pendientes por debajo del 5%, lo que indica que las aguas que circulan por estas subcuencas no están siendo sometidas a grandes velocidades, todo lo contrario se presenta en las subcuencas de las quebradas El Fierro, Guminá, La Ambalá, La Estrella, La Negra, La Pitala, Las Panelas, Las Pavas y Santa Helena las cuales poseen pendientes mayores o iguales a 10%, lo cual provoca grandes velocidades en el desplazamiento del agua en sus cauces induciendo erosión en estos, la socavación de los taludes aledaños y el consecuente transporte de grandes cantidades de sedimentos (Tabla 95).

Tabla 95. Pendiente media de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.

Subcuencas	Pendiente Media (%)
Q. Aguablanca	6,98
Q. Aguasucia	1,3
Q. Aguablanca 1	2,36
Q. Anundey	6,9
Q. Doyare	0,67
Q. El Fierro	15,43
Q. Guarapo	1,07
Q. Cuminá	10,2
Q. La Ambalá	15,02
Q. La Arenosa	0,9
Q. La Estrella	11,01
Q. La Negra	22,51
Q. La Pitala	10,8
Q. Las Panelas	11,29
Q. Las Pavas	14,64
Q. Santa Helena	12,04
R. Alvarado	3,27
R. Chipalo	2,4
R. Frío	8,16
R. La China	3,95
R. San Romualdo	9,33
R. Totare	3,97
R. Totarito	9,44
Cuenca Totare	4,49

Fuente: POMCA río Totare. Sombreado en azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Pendiente

Se refiere al grado de inclinación del terreno expresado en porcentaje; los rangos de pendientes son variables dentro de una región o cuenca hidrográfica. En la Tabla 96, se presentan los rangos de pendientes utilizados en la formulación del plan de ordenación de la cuenca mayor de río Totare, así como su calificación y distribución en área (ha) y porcentaje (%).

Se concluye, que el 29.57% del área (42.241,88 ha) de la cuenca mayor de río Totare presenta una pendiente inclinada, es decir un rango de pendiente entre 25 y 50%; así mismo, el 24.98% del área (35.683,96 ha) de la cuenca presenta una pendiente suavemente inclinada, es decir un rango de pendiente entre 12 a 25%, los anteriores son los rangos de pendiente predominantes dentro de la Cuenca, el rango de pendiente que menor área presentó fue el representado por las pendientes mayores a 75% con un área de 4.670,21 ha.

Tabla 96. Rangos de pendientes de la Cuenca Mayor del río Totare.

Rango	Calificación	Área (ha)	Área (%)
0 - 3	Muy plano	16724,78	11,71
0 - 7	Plano	13225,9	9,26
7 - 12	Casi plano	12632,5	8,84
12 - 25	Suavemente inclinado	35683,96	24,98
25 - 50	Inclinado	42241,88	29,57
50 - 75	Escarpado	15157,87	10,61
> 75	Muy escarpado	4670,21	3,27
ZU	Zona Urbana	2537,21	1,78
Total		142874,53	100

Fuente: POMCA río Totare.

- Parámetros de forma de la cuenca

a) Factor de Horton²⁶

El factor de forma según Horton expresa la relación existente entre el área de la cuenca, y un cuadrado de la longitud máxima o longitud axial de la misma. Para la cuenca mayor del río Totare, se establece:

$$Hf = \frac{142874,53}{(95,7)^2} = 0,156$$

El factor de forma de Horton, de la cuenca mayor del río Totare, es de 0,156, el cual indica que la cuenca no tiende a ser circular, por lo tanto no es propensa a presentar crecidas súbitas, cuando se presentan lluvias intensas.

En términos generales se puede observar en la Tabla 97, que ninguna de las cuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare, es susceptible a las crecidas súbitas, ya que no tienen formas tendientes a ser circulares.

b) Razón Circular de Miller²⁷

²⁶ La fórmula a partir de la cual se calcula del Factor de Horton, fue explicada en el ítem donde se describe la morfología de la cuenca mayor del río Coello.

²⁷ La fórmula a partir de la cual se calcula la razón circular de Miller, fue explicada en el ítem donde se describe la morfología de la cuenca mayor del río Coello.

Se define como la razón del área de la cuenca al área de un círculo que tiene el mismo perímetro de la cuenca. Para la cuenca mayor del río Totare, se establece:

$$Rc = \frac{142874,53}{3073,65} = 0,46$$

Tabla 97. Factor de Horton de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.

Subcuencas	Hf
Q. Aguablanca	0,13
Q. Aguasucia	0,03
Q. Aguablanca 1	0,11
Q. Anundey	0,09
Q. Doyare	0,08
Q. El Fierro	0,14
Q. Guarapo	0,06
Q. Cuminá	0,22
Q. La Ambalá	0,14
Q. La Arenosa	0,05
Q. La Estrella	0,16
Q. La Negra	0,26
Q. La Pitale	0,25
Q. Las Panelas	0,16
Q. Las Pavas	0,13
Q. Santa Helena	0,13
R. Alvarado	0,1
R. Chipalo	0,2
R. Frío	0,08
R. La China	0,03
R. San Romualdo	0,16
R. Totare	0,02
R. Totarito	0,14
Cuenca Totare	0,156

Fuente: POMCA río Totare. En azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

La Razón Circular de la cuenca mayor del río Totare, es de 0,46 valor que indica que la cuenca en total no posee similitud geométrica con el círculo, puesto que no tiende a la unidad, por lo tanto se puede deducir que la Cuenca presenta, en general, un comportamiento poco torrencial.

Según los resultados obtenidos para la Razón Circular de Miller se observa que las subcuencas objeto de estudio tienden a presentar formas alargadas ya que los valores no tienden a la unidad, como también se hace notorio que la cuenca en su totalidad presenta el menor valor induciendo que la cuenca es de forma completamente alargada (Tabla 98).

Tabla 98. Razón circular de Miller de la subcuencas que conforman la Cuenca Mayor del Río Totare.

Subcuencas	Rc (Miller)
Q. Aguablanca	0,37
Q. Aguasucia	0,11
Q. Aguablanca 1	0,17
Q. Anundey	0,36
Q. Doyare	0,31
Q. El Fierro	0,51
Q. Guarapo	0,19
Q. Cuminá	0,56
Q. La Ambalá	0,34
Q. La Arenosa	0,32
Q. La Estrella	0,52
Q. La Negra	0,5
Q. La Pitale	0,45
Q. Las Panelas	0,52
Q. Las Pavas	0,51
Q. Santa Helena	0,53
R. Alvarado	0,45
R. Chipalo	0,07
R. Frío	0,27
R. La China	0,09
R. San Romualdo	0,39
R. Totare	0,07
R. Totarito	0,39
Cuenca Totare	0,46

Fuente: POMCA río Totare. Sombreado en azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

c) Coeficiente de compacidad de Gravelius²⁸

Se define como la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo que tiene la misma área de la cuenca. Para la cuenca mayor del río Totare, se establece:

$$Kc = \frac{196,53}{133,99} = 1,46$$

$$Kc = \frac{0,28 \times 196,53}{\sqrt{142874,53}} = 1,46$$

²⁸ Las fórmulas a partir de las cuales se calcula el coeficiente de compactación de Gravelius, fueron explicadas en el ítem donde se describe la morfología de la cuenca mayor del río Coello.

El coeficiente de compacidad de Gravelius de la cuenca mayor del río Totare, es de 1,46, lo que indica que se trata de una cuenca que no presenta peligro de torrencialidad debido a que su forma se caracteriza por ser oval redonda a oval oblonga, lo que sugiere una cuenca alargada que no tiende a presentar crecidas súbitas y violentas. En la Tabla 99, se presentan los coeficientes para las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.

Tabla 99. Coeficiente de compacidad de Gravelius de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.

Subcuencas	Kc
Q. Aguablanca	1,63
Q. Aguasucia	2,94
Q. Aguablanca 1	2,36
Q. Anundey	1,65
Q. Doyare	1,79
Q. El Fierro	1,39
Q. Guarapo	2,25
Q. Cuminá	1,33
Q. La Ambalá	1,71
Q. La Arenosa	1,76
Q. La Estrella	1,38
Q. La Negra	1,4
Q. La Pitale	1,48
Q. Las Panelas	1,38
Q. Las Pavas	1,39
Q. Santa Helena	1,36
R. Alvarado	1,48
R. Chipalo	3,62
R. Frío	1,9
R. La China	3,32
R. San Romualdo	1,59
R. Totare	3,74
R. Totarito	8,7
Cuenca Totare	1,46

Fuente: POMCA río Totare. Sombreado en azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Índice de Alargamiento (Ia)²⁹

Este índice propuesto por Horton, relaciona la longitud máxima de la cuenca con su ancho máximo medido perpendicularmente. Para la cuenca mayor del río Totare, se establece:

²⁹ La fórmula a partir de la cual se calcula el índice de alargamiento, fue explicada en el ítem donde se describe la morfología de la cuenca mayor del río Coello.

$$la = \frac{95742,47}{31433,97} = 3,05$$

El índice de alargamiento de la cuenca mayor del río Totare, es de 3,05, ésta relación está indicando que la cuenca posee un sistema de drenaje que se asemeja a una espiga denotando un alto grado de evolución del sistema y que está en capacidad de absorber mejor una alta precipitación sin generar una crecida de grandes proporciones.

Como se puede apreciar los valores del índice de alargamiento para los casos de las subcuencas de la cuenca mayor del río Totare son considerablemente superiores a la unidad lo que infiere que las formas tienden a ser rectangulares (Tabla 100).

Tabla 100. Índice de alargamiento de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.

Subcuencas	la
Q. Aguablanca	6,23
Q. Aguasucia	17,1
Q. Aguablanca 1	7,28
Q. Anundey	4,12
Q. Doyare	6,23
Q. El Fierro	3,62
Q. Guarapo	3,56
Q. Cuminá	2,43
Q. La Ambalá	3,65
Q. La Arenosa	5,42
Q. La Estrella	2,45
Q. La Negra	1,85
Q. La Pitala	3,52
Q. Las Panelas	3,37
Q. Las Pavas	3,89
Q. Santa Helena	2,61
R. Alvarado	4,88
R. Chipalo	17,01
R. Frío	5,37
R. La China	10,27
R. San Romualdo	3,98
R. Totare	14,82
R. Totarito	5,77
Cuenca Totare	3,05

Fuente: POMCA río Totare. Sombreado en azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Tiempo de concentración³⁰

Es el tiempo teórico que se demora una gota de agua desde la parte más alta de la cuenca hasta la desembocadura de la misma. Para la cuenca mayor del río Totare, se establece:

$$T_c = \left(\frac{0,870 \times (93,5)^{0,385}}{4600 - 400} \right) = 7,21$$

El tiempo total de concentración para la cuenca mayor del río Totare es de 7 horas y 21 minutos, sin embargo, una característica fundamental en la cuencas de forma alargada, es que los tiempos de concentración son diferentes para casi todos los puntos de la cuenca, lo que se puede observar en la Tabla 101, donde se evidencia que a los afluentes de la cuenca mayor, les toma entre 58 minutos y más de 4 horas en desembocar en distintos puntos de su cauce.

Tabla 101. Tiempos de concentración de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.

Subcuencas	Tc (hh:mm)
Q. Aguablanca	0,97
Q. Aguasucia	2,9
Q. Aguablanca 1	1,45
Q. Anundey	1,22
Q. Doyare	3,63
Q. El Fierro	0,9
Q. Guarapo	3,64
Q. Cuminá	0,93
Q. La Ambalá	0,77
Q. La Arenosa	4,44
Q. La Estrella	1,1
Q. La Negra	0,48
Q. La Pitala	0,73
Q. Las Panelas	0,83
Q. Las Pavas	0,88
Q. Santa Helena	0,88
R. Alvarado	5,42
R. Chipalo	7,74
R. Frío	2,79
R. La China	6,79
R. San Romualdo	2,14
R. Totare	8,32
R. Totarito	1,59
Cuenca Totare	7,21

Fuente: POMCA río Totare. En azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

³⁰ La fórmula a partir de la cual se calcula el Tiempo de Concentración, fue explicada en el ítem donde se describe la morfología de la Cuenca Mayor del Río Coello.

Forma de la Cuenca y Densidad del drenaje

- Densidad de drenaje, se describe como la longitud total de los cauces dentro de una cuenca hidrográfica, dividida por el área total de drenaje. Define la densidad de drenaje o longitud de cauces por unidad de área, este parámetro se expresa en km/km².

Es un índice importante, puesto que refleja la influencia de la geología, topografía, suelos y vegetación en la cuenca hidrográfica, y está relacionado con el tiempo de salida del escurrimiento superficial de la cuenca. Una densidad de drenaje alta, refleja una cuenca muy bien drenada que debería responder relativamente rápido, al influjo de la precipitación. Una cuenca con baja densidad de drenaje refleja un área pobremente drenada, con respuesta hidrológica muy lenta.

Existe una relación directa entre la densidad de drenaje y los caudales máximos, ya que a grandes valores de densidad de la red hidrográfica, corresponden velocidades mayores de desplazamiento de las aguas y un mejor drenaje, lo cual se refleja en los valores de los caudales máximos. En la Tabla 102, se presentan la densidad de drenaje de cada una de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.

Tabla 102. Densidad de drenaje Río Totare.

Subcuencas	Dd (km/km2)
Q. Aguablanca	2,02
Q. Aguasucia	2,62
Q. Aguablanca 1	1,16
Q. Anundey	3,49
Q. Doyare	2,81
Q. El Fierro	2,34
Q. Guarapo	1,26
Q. Cuminá	1,74
Q. La Ambalá	3
Q. La Arenosa	2,24
Q. La Estrella	1,35
Q. La Negra	1,19
Q. La Pitale	2,03
Q. Las Panelas	1,71
Q. Las Pavas	2,34
Q. Santa Helena	1,41
R. Alvarado	2,11
R. Chipalo	2,42
R. Frío	1,9
R. La China	2,21
R. San Romualdo	1,43
R. Totare	2
R. Totarito	1,1
Cuenca Totare	2

Fuente: POMCA río Totare. Sombreado en azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

En síntesis, las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare, desde el punto de vista de su forma y densidad de drenaje, tienen poca tendencia a concentrar crecidas, puesto que dentro del área se encuentran varios ríos y quebradas que facilitan la evacuación de las crecidas ocasionadas por las lluvias.

Hidrología

El río Totare presenta vital importancia en el desarrollo del departamento del Tolima. La parte alta de su cuenca forma parte del Parque Nacional Natural de los Nevados y su zona amortiguadora. Dentro de su cuenca se encuentran localizadas las fuentes abastecedoras de los cascos urbanos de los municipios de Alvarado (río Alvarado y quebrada Laguneta, integrante de la quebrada La Caima), Anzoátegui (quebrada El Fierro), Santa Isabel (quebrada Las Águilas/Las Animas, Agua Bonita), Venadillo (río Totare), el sector norte-oriental del municipio de Ibagué (quebrada Chembe) y de otros centros habitacionales de menor densidad poblacional. Igualmente, dentro del área de su cuenca mayor se ubican grandes extensiones de terrenos dedicados al cultivo de arroz bajo riego, que pertenecen a los municipios de Ibagué, Alvarado y Venadillo (POMCA río Totare. CORTOLIMA, 2015).

- Oferta Hídrica

Se considera oferta hídrica al volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del sistema. La estimación de la oferta hídrica tiene como base la dinámica y los procesos que se dan en el ciclo hidrológico, que determinan en un espacio y un período dado la disponibilidad del recurso.

Se presentan para la cuenca mayor del río Totare, los conceptos fundamentales sobre la oferta hídrica total y neta, los cuales fueron utilizados para la formulación del POMCA. La primera corresponde al volumen total generado por la unidad de producción hidrográfica (cuenca), sin tener en cuenta factores de reducción, y la segunda a la disponibilidad del recurso de acuerdo con su calidad y el volumen mínimo disponible que debe discurrir por los cauces para el sostenimiento de los ecosistemas (caudal ecológico).

- Producción Hídrica, Caudal Medio

Es el resultado de las escorrentías subsuperficiales y subterráneas que alimentan los cauces de una forma lenta y discurre por la red de manera permanente entre lluvia y lluvia. Equivale al Valor medio de los caudales medios.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la formulación del POMCA, la cuenca del río Totare posee una oferta hídrica total de 19,43684 m³/seg, que corresponde al valor de su caudal medio. Las mayores cuencas aportantes son las de los ríos La China y Totare, con ofertas hídricas totales de 10.56848 y 7.738729 m³/seg respectivamente.

En Tabla 103 se indican los resultados de los aportes y oferta hídrica total superficial, a nivel de cuencas, subcuencas, y microcuencas integrantes de la cuenca mayor del río Totare, calculadas mediante la aplicación del Método de Simulación Caudal 3 (POMCA Río Totare. CORTOLIMA, 2015).

El mayor aporte hídrico territorial corresponde al municipio de Anzoátegui con 8.77605 m³ /Seg. En la Tabla 104 se indican los aportes hídricos municipales a la cuenca mayor del río Totare.

Tabla 103. Oferta hídrica total superficial cuenca mayor río Totare.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp. Max. Diaria		Q. Medio (m3/seg)	Q. Minimo (m3/seg)	Caudal Ecológico	Oferta Hídrica Neta (m3/seg)
			Vr. Med.	Vr. Min.				
		Q. El Placer	37,47	23,35	0,4647	0,28958	0,0724	0,3923
R. Totare 1			37,47	23,35	0,08624	0,05374	0,01344	0,0728
		Q. El Itsmo	37,47	23,35	0,61885	0,38565	0,09641	0,52244
	Q. Aguablanca		37,47	23,35	0,10672	0,06651	0,01663	0,0901
		Q. El Cebollal	37,47	23,35	0,02412	0,01503	0,00376	0,02036
		Q. Pan de Azúcar	37,47	23,35	0,00363	0,00226	0,00057	0,00307
		Q. Los Cazadores	37,47	23,35	0	0	0	0
Q. Totarito		Q. El Africa	34,5	24,2	0,02905	0,02038	0,00509	0,02396
	Q. Totarito		51,86	28,25	1,33426	0,72682	0,1817	1,15255
Total quebrada Totarito					1,36331		0,1817	1,18161
		Q. Hoyofrío	46,07	26,9	0	0	0	0
R. Totare 2			46,07	26,9	0,15438	0,09014	0,02253	0,13184
	Q. La Estrella	Q. La Noria	37,47	23,35	0,01257	0,00783	0,00196	0,01061
		Q. El Queso	37,47	23,35	0	0	0	0
		Q. La Estrella	51,54	30,03	0,23566	0,13731	0,03433	0,20133
Total quebrada La Estrella					0,24823		0,03433	0,2139
R. Totare 3			51,86	28,25	0,55402	0,30179	0,07545	0,47857
		Q. La Cabrera	46,07	26,9	0,0419	0,02446	0,00612	0,03578
	Q. Las Pavas		46,07	26,9	0,37559	0,2193	0,05483	0,32076
		Q. Las Cruces	51,86	28,25	0,28844	0,15712	0,03928	0,24916
	Q. La Negra		54,43	37,07	1,09479	0,74562	0,1864	0,90839
	Q. El Fierro		57,95	32,25	0,9859	0,54867	0,13717	0,84874
	Q. Gumina		82,38	49,5	0,05369	0,03226	0,00807	0,04563
R. Totare 4			82,38	49,5	1,21806	0,7319	0,18297	1,03508
	Q. Anundey	Q. La Chapa	76,75	50,67	0,00878	0,0058	0,00145	0,00733
		Q. Anundey	76,75	50,67	0,04736	0,03127	0,00782	0,03954
Total quebrada Anundey					0,05615		0,00782	0,04833
R. La China		Q. La Palmera	59,57	28,75	0,06723	0,03245	0,00811	0,05912
		Q. El Cocuy	59,57	28,75	0,05752	0,02776	0,00694	0,05058
	R. San Romualdo	R. San Romualdo	51,21	27,23	1,18175	0,62837	0,15709	1,02465
		Q. El Bosque	37,47	23,35	0,01159	0,00722	0,0018	0,00978
		Q. La Argelia	37,47	23,35	0,06484	0,0404	0,0101	0,05474

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp. Max. Diaria		Q. Medio (m3/seg)	Q. Mínimo (m3/seg)	Caudal Ecológi co	Oferta Hídrica Neta (m3/seg)
			Vr. Med.	Vr. Min.				
R. La China	R. San Romualdo	Q. Las Colonias	37,47	23,35	0,01634	0,01018	0,00255	0,0138
		Q. Las Palomas	59,57	28,75	0,1001	0,04831	0,01208	0,08803
	Total río San Romualdo				1,37462		0,15709	1,21752
		Q. Los Micos	59,57	28,75	0,04035	0,01947	0,00487	0,03548
		Q. La Perdiz	59,57	28,75	0,04587	0,02214	0,00553	0,04033
		Q. La Vela	78,71	35	0,01409	0,00626	0,00157	0,01252
	R. La China 1		61,78	39,07	2,93181	1,85409	0,46352	2,46828
	Q. Santa Helena	Q. Santa Bárbara	78,71	35	0,01339	0,00595	0,00149	0,0119
		Q. Santa Helena	78,71	35	0,07878	0,03503	0,00876	0,07003
		Q. El Venado	78,71	35	0,02853	0,01269	0,00317	0,02536
	Total quebrada Santa Helena				0,10731		0,00876	0,09856
		Q. Buenavista	78,71	35	0,01701	0,00757	0,00189	0,01512
		Q. La Leona	78,71	35	0,00456	0,00203	0,00051	0,00405
	Q. La Pitala	Q. La Pitala	77,09	38,5	0,01087	0,00543	0,00136	0,00951
		Q. La Arenosa	77,09	38,5	0,05458	0,02726	0,00681	0,04777
		Q. San José	77,09	38,5	0,00995	0,00497	0,00124	0,00871
	Total quebrada La Pitala				0,07541		0,00136	0,07405
	R. Frío	R. Frío 1	50,13	29,57	0,38619	0,2278	0,05695	0,32924
		Q. El Bosque 2	46,81	33,23	0,05347	0,03796	0,00949	0,04398
		R. Frío 2	57,95	32,25	3,22494	1,79473	0,44868	2,77626
		Q. Loreno	37,47	23,35	0,05545	0,03456	0,00864	0,04681
		Q. Dardanelos	37,47	23,35	0,08272	0,05155	0,01289	0,06983
		Q. La Sierra	37,47	23,35	0,02354	0,01467	0,00367	0,01987
	Total río Frío				3,82632		0,05695	3,76937
	R. La China 2		85,1	44,93	0,48931	0,25834	0,06458	0,42472
		Q. El Senoso	84,52	52	0,02256	0,01388	0,00347	0,01909
	Total río La China				9,08735		0,52811	8,55924
	R. Alvarado	Q. Chembe	56,29	40,25	0,40536	0,28985	0,07246	0,3329
		Q. De la Torre	83,35	50,7	0,03321	0,0202	0,00505	0,02816
		Q. La Elena	83,35	50,7	0,03087	0,01878	0,00469	0,02617
		Q. Cerco de Silva	70,81	51,3	0,01179	0,00854	0,00214	0,00966
		Q. de las Cabres	71,05	49	0	0	0	0
		Z. del Desagüe	71,05	49	0	0	0	0
		Q. Manjares	74,88	42	0	0	0	0
		Q. La Arenosa 2	71,05	49	0	0	0	0
Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp. Max. Diaria		Q. Medio	Q.	Caudal	Oferta

			Vr. Med.	Vr. Min.	(m3/seg)	Minimo (m3/seg)	Ecológi co	Hídrica Neta (m3/seg)
R. La China	R. Alvarado	Q. De las Cabras	71,05	49	0	0	0	0
		Q. La Chumba	82,3	49,93	0,26999	0,1638	0,04095	0,22904
		Q. La Cañada	79,17	45,9	0,00059	0,00034	0,00009	0,0005
		Z. Honda	79,17	45,9	0	0	0	0
		Q. La Caima	88,29	49,9	0,26851	0,15176	0,03794	0,23057
		R. Alvarado 1	48,7	18,75	0,46082	0,17742	0,04436	0,41647
		R. Alvarado	79,38	45,27	0	0	0	0
	Total río Alvarado				1,48113		0,04436	1,43678
Total río La China					10,56848		0,52811	10,04038
R. Chipalo	Q. Ambalá	Q. Ambalá	51,34	33,2	0,34042	0,22014	0,05503	0,28538
		Q. La Cumbre	47,24	22,57	0,03906	0,01866	0,00467	0,0344
	Total Q. Ambalá				0,37948		0,05503	0,32444
	Q. Las Panelas		47,24	22,57	0,29799	0,14237	0,03559	0,26239
		Q. El Hato	70,7	52,45	0,01281	0,00951	0,00238	0,01044
	R. Chipalo 1		86,91	54,93	0,38517	0,24344	0,06086	0,32431
	Q. Aguasucia	Q. Aguasucia	70,15	47,95	0,03868	0,02644	0,00661	0,03207
		Q. La Mugrosa	70,7	52,45	0,0061	0,00453	0,00113	0,00497
	Total Q. Aguasucia				0,04478		0,00661	0,03817
	Q. Agua Blanca	Q. Agua Blanca	71,6	53,5	0	0	0	0
		Z. La Batea	71,05	49	0	0	0	0
		Q. Los Frailes	79,17	45,9	0	0	0	0
	R. Chipalo 2		88,29	49,9	0	0	0	0
		Z. La Cristalina	87,29	42,8	0	0	0	0
		Q. La Arenosa 3	79,17	45,9	0	0	0	0
		Q. La Chicha	79,17	45,9	0,00941	0,00546	0,00136	0,00805
		Q. Del Corral	87,29	42,8	0	0	0	0
	Total quebrada Agua Blanca				0		0	0
	Q. Doyare	Q. Doyare	87,29	42,8	0	0	0	0
		Q. El Aceituno	87,29	42,8	0	0	0	0
	Total quebrada Doyare				0		0	0
Total río Chipalo					1,12964		0,06086	1,06878

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp. Max. Diaria		Q. Medio (m3/seg)	Q. Mínimo (m3/seg)	Caudal Ecológico	Oferta Hídrica Neta (m3/seg)
			Vr. Med.	Vr. Min.				
	Q. Guarapo		89,29	57	0	0	0	0
	Q. La Arenosa	Q. Las Cruces 2	89,29	57	0	0	0	0
		Q. Pateme	89,06	57	0	0	0	0
		Q. La Arenosa 4	89,29	57				
	Total. Q. La Arenosa				0		0	0
	Q. Guarapo 2		89,29	57	0	0	0	0
R. Totare 5			89,29	57	0	0	0	0
Total río Totare					7,73872		0,29439	7,44432
Total cuenca mayor río Totare					19,43684		0,29439	19,14245

Fuente: POMCA río Totare. Sombreado en azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Tabla 104. Aportes hídricos municipales a la cuenca mayor del río Totare.

Municipio	Q. Medio (m3/seg)
Alvarado	1,10757
Anzoátegui	8,77605
Ibagué	5,25206
Murillo	0,00269
Piedras	0,12971
Santa Isabel	3,92078
Venadillo	0,24798
Total	19,43684

Fuente: POMCA río Totare. En azul municipios que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Rendimiento Hídrico

Se presentan los cálculos realizados a partir del proceso de formulación del POMCA del río Totare. A partir de ellos, se establece que la cuenca del río Totare posee un rendimiento de 0,14 litros/seg/ha, que se considera bajo. A nivel de cuencas integrantes, la unidad hidrológica con más alta relación de producción es el río La China con rendimiento de 0,20 litros/seg/ha, que se estima de categoría media. Los ríos Chipalo y Alvarado poseen rendimientos de 0,07 y 0,05 litros/seg/ha, considerado como muy bajos (Tabla 105).

Tabla 105. Producción y rendimiento hídrico de las subcuencas que conforman la cuenca mayor del río Totare.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área		Caudal Medio (m3/seg)	Rendimiento	
			ha	%		Ltr/seg*ha	%
		Q. El Placer	475,7372	0,33	0,4647	0,98	2,39
R. Totare 1			2004,3027	1,4	0,08624	0,04	0,44
		Q. El Itsmo	527,2552	0,37	0,61885	1,17	3,18
	Q. Aguablanca		1323,5514	0,93	0,10672	0,08	0,55
		Q. El Cebollal	841,3443	0,59	0,02412	0,03	0,12
		Q. Pan de Azúcar	418,0862	0,29	0,00363	0,01	0,02
		Q. Los Cazadores	865,9153	0,61	0	0	0
Q. Totarito		Q. El Africa	707,4362	0,49	0,02905	0,04	0,15
	Q. Totarito		5578,547	3,9	1,33426	0,24	6,86
Total quebrada Totarito			6285,9832	4,4	1,36331	0,22	7,01
		Q. Hoyofrío	1000,1999	0,7	0	0	0
R. Totare 2			2990,0841	2,09	0,15438	0,05	0,79
	Q. La Estrella	Q. La Noria	438,3934	0,31	0,01257	0,03	0,06
		Q. El Queso	558,9456	0,39	0	0	0
		Q. La Estrella	1858,4644	1,3	0,23566	0,13	1,21
Total quebrada La Estrella			2855,8034	2	0,24823	0,09	1,28
R. Totare 3			607,8379	0,43	0,55402	0,91	2,85
		Q. La Cabrera	189,6559	0,13	0,0419	0,22	0,22
	Q. Las Pavas		1440,3916	1,01	0,37559	0,26	1,93
		Q. Las Cruces	382,4741	0,27	0,28844	0,75	1,48
	Q. La Negra		1049,9074	0,73	1,09479	1,04	5,63
	Q. El Fierro		2161,9775	1,51	0,9859	0,46	5,07
	Q. Gumina		2019,9527	1,41	0,05369	0,03	0,28
R. Totare 4			16363,5833	11,44	1,21806	0,07	6,27
	Q. Anundey	Q. La Chapa	622,8001	0,44	0,00878	0,01	0,05
		Q. Anundey	937,9425	0,66	0,04736	0,05	0,24
Total quebrada Anundey			1560,7426	1,09	0,05615	0,04	0,29
R. La China	R. San Romualdo	Q. La Palmera	171,4832	0,12	0,06723	0,39	0,35
		Q. El Cocuy	169,4355	0,12	0,05752	0,34	0,3
		R. San Romualdo	9734,6769	6,81	1,18175	0,12	6,08
		Q. El Bosque	672,8191	0,47	0,01159	0,02	0,06
		Q. La Argelia	804,0772	0,56	0,06484	0,08	0,33
		Q. Las Colonias	948,9589	0,66	0,01634	0,02	0,08
		Q. Las Palomas	223,3043	0,16	0,1001	0,45	0,52
	Total río San Romualdo		12383,8364	8,66	1,37462	0,11	7,07

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área		Caudal Medio (m3/seg)	Rendimiento	
			ha	%		Ltr/seg*ha	%
R. La China		Q. Los Micos	138,8126	0,1	0,04035	0,29	0,21
		Q. La Perdiz	135,1024	0,09	0,04587	0,34	0,24
		Q. La Vela	596,882	0,42	0,01409	0,02	0,07
	R. La China 1		5655,689	3,95	2,93181	0,52	15,08
	Q. Santa Helena	Q. Santa Bárbara	567,5595	0,4	0,01339	0,02	0,07
		Q. Santa Helena	593,5312	0,41	0,07878	0,13	0,41
		Q. El Venado	1209,4823	0,85	0,02853	0,02	0,15
	Total quebrada Santa Helena		1803,0135	1,26	0,10731	0,06	0,55
		Q. Buenavista	128,2023	0,09	0,01701	0,13	0,09
		Q. La Leona	193,1387	0,14	0,00456	0,02	0,02
	Q. La Pitala	Q. La Pitala	697,6114	0,49	0,01087	0,02	0,06
		Q. La Arenosa	368,2107	0,26	0,05458	0,15	0,28
		Q. San José	186,6858	0,13	0,00995	0,05	0,05
	Total quebrada La Pitala		1252,5079	0,88	0,07541	0,06	0,39
	R. Frío	R. Frío 1	2341,3263	1,64	0,38619	0,16	1,99
		Q. El Bosque 2	502,6941	0,35	0,05347	0,11	0,28
		R. Frío 2	5562,1088	3,89	3,22494	0,58	16,59
		Q. Loreno	918,9457	0,64	0,05545	0,06	0,29
		Q. Dardanelos	517,0228	0,36	0,08272	0,16	0,43
		Q. La Sierra	547,2205	0,38	0,02354	0,04	0,12
	Total río Frío		10389,3182	7,26	3,82632	0,37	19,69
	R. La China 2		11087,4946	7,75	0,48931	0,04	2,52
		Q. El Senoso	169,4876	0,12	0,02256	0,13	0,12
	Total río La China		44841,9634	31,35	9,08735	0,2	46,75
R. La China	R. Alvarado	Q. Chembe	1150,2022	0,8	0,40536	0,35	2,09
		Q. De la Torre	599,4108	0,42	0,03321	0,06	0,17
		Q. La Elena	557,38	0,39	0,03087	0,06	0,16
		Q. Cerco de Silva	885,7893	0,62	0,01179	0,01	0,06
		Q. de las Cabres	128,5817	0,09	0	0	0
		Z. del Desagüe	132,0947	0,09	0	0	0
		Q. Manjares	1665,0194	1,16	0	0	0
		Q. La Arenosa 2	395,6393	0,28	0	0	0
		Q. De las Cabras	231,8141	0,16	0	0	0
		Q. La Chumba	5736,765	4,01	0,26999	0,05	1,39
		Q. La Cañada	221,5744	0,15	0,00059	0	0
		Z. Honda	153,861	0,11	0	0	0
		Q. La Caima	12073,6455	8,44	0,26851	0,02	1,38

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área		Caudal Medio (m3/seg)	Rendimiento	
			ha	%		Ltr/seg*ha	%
R. La China	R. Alvarado	R. Alvarado 1	1879,9215	1,31	0,46082	0,25	2,37
		R. Alvarado	3734,2748	2,61	0	0	0
	Total río Alvarado		29545,9737	20,66	1,48113	0,05	7,62
Total río La China			74387,9371	52,01	10,56848	0,14	54,37
R. Chipalo	Q. Ambalá	Q. Ambalá	821,7935	0,57	0,34042	0,41	1,75
		Q. La Cumbre	274,4159	0,19	0,03906	0,14	0,2
	Total Q. Ambalá		1096,2094	0,77	0,37948	0,35	1,95
	Q. Las Panelas		1415,7378	0,99	0,29799	0,21	1,53
		Q. El Hato	279,6679	0,2	0,01281	0,05	0,07
	R. Chipalo 1		4355,3965	3,05	0,38517	0,09	1,98
	Q. Aguasucia	Q. Aguasucia	933,1252	0,65	0,03868	0,04	0,2
		Q. La Mugrosa	226,8664	0,16	0,0061	0,03	0,03
	Total quebrada Aguasucia		1159,9916	0,81	0,04478	0,04	0,23
	Q. Agua Blanca	Q. Agua Blanca	1039,4478	0,73	0	0	0
		Z. La Batea	323,7299	0,23	0	0	0
	Total quebrada Agua Blanca		1363,1777	0,95	0	0	0
		Q. Los Frailes	383,0244	0,27	0	0	0
	R. Chipalo 2		1468,8628	1,03	0	0	0
		Z. La Cristalina	134,5604	0,09	0	0	0
		Q. La Arenosa 3	853,9997	0,6	0	0	0
		Q. La Chicha	820,8329	0,57	0,00941	0,01	0,05
		Q. Del Corral	127,3632	0,09	0	0	0
	Q. Doyare	Q. Doyare	1619,6233	1,13	0	0	0
		Q. El Aceituno	388,4746	0,27	0	0	0
	Total quebrada Doyare		2008,0979	1,4	0	0	0
Total Río Chipalo			15466,9222	10,81	1,12964	0,07	5,81
	Q. Guarapo		1443,0449	1,01	0	0	0
	Q. La Arenosa	Q. Las Cruces 2	136,6136	0,1	0	0	0
		Q. Pateme	946,9846	0,66	0	0	0
		Q. La Arenosa 4	1896,9686	1,33	0	0	0
	Total. Quebrada La Arenosa		2980,5668	2,08	0	0	0
	Q. Guarapo 2		1046,9831	0,73	0	0	0
R. Totare 5			2330,2511	1,63	0	0	0
Total río Totare			53165,6318	37,17	7,73872	0,15	39,81
Total cuenca mayor río Totare			143020,491	100	19,43684	0,14	0

Fuente: POMCA río Totare. En azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Demanda Hídrica

a) Consumo Humano y Bovino

De acuerdo con los cálculos realizados durante la formulación del POMCA de la cuenca mayor del río Totare, la demanda de agua para uso doméstico en el sector urbano fue calculada tomando como base el escenario poblacional de las proyecciones calculadas por el DANE para el año 2005 en las cabeceras de los 47 municipios del departamento. Para la población rural, se tuvo en cuenta el censo veredal realizado por CORTOLIMA y la información registrada en los diferentes POT municipales.

La estimación de la demanda para consumo humano se realizó mediante el uso de coeficientes estándares de consumo básico diario de agua por habitante, establecidos por IDEAM de manera diferencial (170 litros/habitante/día, para las cabeceras municipales y 120 litros/habitante/día para el sector rural).

De acuerdo a los cálculos del POMCA, la Cuenca mayor del río Totare tiene una demanda para consumo humano en el sector urbano de 3.246 millones de m³ / año y 3.460 millones de m³/año para consumo humano en el sector rural. La demanda para consumo bovino se calculó de acuerdo a los censos ganaderos a nivel veredal establecidos por el Comité de Ganaderos del Tolima y Girardot, para un cubrimiento total de la gran cuenca de río Totare, considerándose un consumo básico diario de agua de 40 litros/animal/día, siendo el total de la demanda para consumo bovino en la cuenca mayor del río Totare se estimó en 6.693 millones de m³/año.

b) Demanda Agrícola

De acuerdo con el POMCA de la cuenca mayor del río Totare, en el cálculo de la demanda por usos en el sector agrícola, no se tuvo en cuenta la demanda fisiológica de los cultivos secos, ya que sus necesidades se consideran satisfechas por la precipitación. Tampoco se tiene en cuenta la demanda de agua para generación eléctrica y piscicultura, ya que dichas actividades se consideran no extractivas.

Para los principales cultivos de riego y con bajas necesidades del mismo, la demanda se cuantificó de acuerdo a las áreas obtenidas en el mapa de cobertura vegetal (escala 1:25000) y el uso consuntivo calculado según el coeficiente para cultivo (K), establecido por la FAO, relacionado con el Índice de humedad calculado en el balance hídrico para la estación climatológica con influencia en el sitio de ubicación del mismo. En la Tabla 25 se indican los coeficientes para cultivo (K) según diferentes etapas de desarrollo.

c) Café y Otros Cultivos

Para el cultivo de café, que no se considera un cultivo de riego, en la formulación del POMCA de la cuenca mayor del río Totare, se establecieron necesidades de agua para el beneficio del grano, considerándose un consumo de 5 litros/kg. de café baba/ año, utilizando 3 enjuagues y estimándose una producción promedio de 0.8 toneladas / ha, de acuerdo a la Encuesta Nacional Agropecuaria 2003 (DANE – SISAC). En concordancia con la información del censo cafetero suministrada por el Comité de Cafeteros del Tolima a nivel se calcula para este cultivo la demanda en 279.05 millones de m³/año.

Aunque el beneficio de café se realiza en períodos determinados de la cosecha, la demanda se estableció con carácter permanente con el fin de poder suplir los requerimientos de otros cultivos con necesidades pequeñas de riego, afines a las condiciones climáticas del café.

d) Arroz

El cultivo del arroz se constituye en una de las principales actividades agrícolas y económicas de la cuenca mayor del río Totare. Dada la cantidad del área sembrada en dicho cultivo, se constituye además en la actividad con mayores necesidades de consumo. De acuerdo al POMCA del río Totare, se calcula la demanda para este cultivo en 1057.80 millones de m³/año.

e) Hortalizas

De acuerdo al POMCA del río Totare, la demanda que se calcula para esta actividad se establece en 0,34 millones de m³/año.

f) Frutales

Los cálculos que se presentan en el POMCA, fueron establecidos para cultivos tecnificados con fines de exportación. La demanda calculada para esta actividad es de 0,23 millones de m³/año.

- Índice de Escasez

Representa la demanda de agua que ejercen en su conjunto las actividades económicas y sociales para su uso y aprovechamiento frente a la oferta hídrica disponible (neta). El índice de escasez se define como la relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica disponible, luego de aplicar factores de reducción por calidad del agua y caudal ecológico.

En el proceso de formulación del POMCA de la cuenca mayor del río Totare, para la obtención del índice de Escasez se aplicó de manera general la metodología propuesta por IDEAM, donde se expresa la medida de escasez en relación con los aprovechamientos hídricos como un porcentaje de la disponibilidad de agua. Para efectos del cálculo del índice de escasez, la oferta hídrica disponible y la demanda se tomaron en millones de metros cúbicos / año.

De acuerdo a los cálculos, la cuenca mayor del río Totare posee un Índice de Escasez de 2.24, que se considera de categoría alto e indica una demanda muy alta de agua respecto a la oferta. Lo anterior obedece a la sobredemanda de las cuencas de los ríos Alvarado y Chipalo, en los cuales se encuentran incluidas áreas irrigadas con aguas del río Combeima (Tabla 106).

- Fuentes Abastecedoras de Acueductos

a) Acueductos veredales

De acuerdo con el POMCA del río Totare, en relación al servicio de acueducto en la zona rural de la cuenca hidrográfica mayor del río Totare, como se puede observar en la Tabla 45 se identificaron 88 acueductos veredales, de ellos 16 están ubicados en 13 veredas del municipio de Alvarado, 26 en 19 veredas del municipio de Anzoátegui, 33 acueductos en 28 veredas del municipio de Ibagué, uno (1) en la vereda Góngora del municipio de Piedras, ocho (8) en seis (6) veredas del municipio de Santa Isabel y cuatro (4) en las veredas Malabar, Palmarrosa y Limones.

Tabla 106. Índice de escasez de la cuenca mayor del río Totare.

Cuenca	Subcuenca	Micro cuenca	Pp Max. Diaria		Caudal Medio (m3/seg)	Caudal de Repartición (m3/seg)	C. Ecológico (m3/seg)	Oferta Hídrica Neta	Total Demandada Anual MM3	Total Oferta Anual MM3		I. Escasez	
			V. Med.	V. Min						Parcial	Acum.	Parcial	Acum.
		Q. El Placer	37,47	23,35	0,4647	0,28958	0,0724	0,3923	0,001	12,37	14,65	0	0
R. Totare 1			37,47	23,35	0,08624	0,05374	0,01344	0,0728	10,04	2,3	7,33	4,37	1,37
		Q. El Itsmo	37,47	23,35	0,61885	0,38565	0,09641	0,52244	0,001	16,48	26,85	0	0
	Q. Aguablanca		37,47	23,35	0,10672	0,06651	0,01663	0,0901	0,005	2,84	30,21	0	0
		Q. El Cebollal	37,47	23,35	0,02412	0,01503	0,00376	0,02036	0,002	0,64	30,97	0	0
		Q. Pan de Azúcar	37,47	23,35	0,00363	0,00226	0,00057	0,00307	0,001	0,1	31,08	0,02	0
		Q. Los Cazadores	37,47	23,35	0	0	0	0	0,007	0	31,08		0
Q. Totarito		Q. El Africa	34,5	24,2	0,02905	0,02038	0,00509	0,02396	0,003	0,76	0,91	0	0
	Q. Totarito		46,07	28,25	1,33426	0,81816	0,20454	1,12972	0,025	35,63	42,97	0	0
Total quebrada Totarito					1,36331		0,20454	1,15877	0,028	36,54	74,04	0	0
		Q. Hoyofrío	46,07	26,9	0	0	0	0	0,028	0	74,01		0
R. Totare 2			46,07	26,9	0,15438	0,09014	0,02253	0,13184	0,025	4,16	78,86	0,01	0
	Q. La Estrella	Q. La Noria	37,47	23,35	0,01257	0,00783	0,00196	0,01061	0,005	0,33	0,39	0,02	0,01
		Q. El Queso	37,47	23,35	0	0	0	0	0,008	0	0,38		0,02
		Q. La Estrella	51,54	30,03	0,23566	0,13731	0,03433	0,20133	0,022	6,35	7,79	0	0
Total quebrada La Estrella					0,24823		0,03433	0,2139	0,034	6,75	86,65	0,01	0
R. Totare 3			51,86	28,25	0,55402	0,30179	0,07545	0,47857	0,009	15,09	104,11	0	0
		Q. La Cabrera	46,07	26,9	0,0419	0,02446	0,00612	0,03578	0,007	1,13	105,43	0,01	0
	Q. Las Pavas		46,07	26,9	0,37559	0,2193	0,05483	0,32076	0,086	10,12	117,19	0,01	0
		Q. Las Cruces	51,86	28,25	0,28844	0,15712	0,03928	0,24916	0,017	7,86	126,26	0	0
	Q. La Negra		54,83	37,07	1,09479	0,74018	0,18504	0,90975	0,038	28,69	160,75	0	0
	Q. El Fierro		57,95	32,25	0,9859	0,54867	0,13717	0,84874	3,095	26,77	188,75	0,12	0,02
	Q. Gumina		82,38	49,5	0,05369	0,03226	0,00807	0,04563	2,547	1,44	187,9	1,77	0,01
R. Totare 4			82,38	49,5	1,21806	0,7319	0,18297	1,03508	68,392	32,64	157,92	2,1	0,43
	Q. Anundey	Q. La Chapa	76,75	50,67	0,00878	0,0058	0,00145	0,00733	0,547	0,23	-0,27	2,36	-2,03
		Q. Anundey	76,75	50,67	0,04736	0,03127	0,00782	0,03954	0,128	1,25	1,1	0,1	0,12
Total quebrada Anundey					0,05615		0,00782	0,04833	0,675	1,52	159,01	0,44	0

Cuenca	Subcuenca	Micro cuenca	Pp Max. Diaria		Caudal Medio (m3/seg)	Caudal de Reparti ción (m3/seg)	C. Ecológic o (m3/seg)	Oferta Hídrica Neta	Total Deman da Anual MM3	Total Oferta Anual MM3		I. Escasez	
			V. Med.	V. Min						Parcial	Acum .	Parci al	Acum .
R. La China		Q. La Palmera	59,57	28,75	0,06723	0,03245	0,00811	0,05912	0,003	1,86	2,12	0	0
		Q. El Cocuy	59,57	28,75	0,05752	0,02776	0,00694	0,05058	0,003	1,6	3,93	0	0
	R. San Romualdo	R. San Romualdo	51,21	27,23	1,18175	0,62837	0,15709	1,02465	1,06	32,31	36,21	0,03	0,03
		Q. El Bosque	37,47	23,35	0,01159	0,00722	0,0018	0,00978	0,127	0,31	36,45	0,41	0
		Q. La Argelia	37,47	23,35	0,06484	0,0404	0,0101	0,05474	0,231	1,73	38,26	0,13	0,01
		Q. Las Colonias	37,47	23,35	0,01634	0,01018	0,00255	0,0138	0,721	0,44	38,05	1,66	0,02
		Q. Las Palomas	59,57	28,75	0,1001	0,04831	0,01208	0,08803	0,044	2,78	41,17	0,02	0
		Total río San Romualdo			1,37462		0,15709	1,21752	2,183	38,4	45,1	0,06	0,05
		Q. Los Micos	59,57	28,75	0,04035	0,01947	0,00487	0,03548	0,002	1,12	46,37	0	
		Q. La Perdiz	59,57	28,75	0,04587	0,02214	0,00553	0,04033	0,022	1,27	47,79	0,02	
		Q. La Vela	78,71	35	0,01409	0,00626	0,00157	0,01252	0,842	0,39	47,39	2,13	
	R. La China 1		61,78	39,07	2,93181	1,85409	0,46352	2,46828	3,162	77,84	136,69	0,04	0,02
	Q. Santa Helena	Q. Santa Bárbara	78,71	35	0,01339	0,00595	0,00149	0,0119	0,177	0,38	136,93	0,47	0
		Q. Santa Helena	78,71	35	0,07878	0,03503	0,00876	0,07003	1,02	2,21	1,46	0,46	0,7
		Q. El Venado	78,71	35	0,02853	0,01269	0,00317	0,02536	0,956	0,8	1,41	1,2	0,68
	Total quebrada Santa Helena				0,11		0,00876	0,09856	1,976	3,11	138,34	0,64	0,01
		Q. Buenavista	78,71	35	0,01701	0,00757	0,00189	0,01512	0,303	0,48	138,58	0,64	0
		Q. La Leona	78,71	35	0,00456	0,00203	0,00051	0,00405	0,197	0,13	138,52	1,54	0
	Q. La Pitala	Q. La Pitala	77,09	38,5	0,01087	0,00543	0,00136	0,00951	1,774	0,3	-1,43	5,92	-1,24
		Q. La Arenosa	77,09	38,5	0,05458	0,02726	0,00681	0,04777	1,066	1,51	-0,78	0,71	-1,37
		Q. San José	77,09	38,5	0,00995	0,00497	0,00124	0,00871	0,477	0,27	-0,94	1,74	-0,51
	Total quebrada La Pitala				0,07541		0,00136	0,07405	3,318	2,34	137,58	1,42	0,02
	R. Frio	R. Frio 1	50,13	29,57	0,38619	0,2278	0,05695	0,32924	0,033	10,38	12,15	0	0
		Q. El Bosque 2	46,81	33,23	0,05347	0,03796	0,00949	0,04398	0,007	1,39	13,82	0,01	0
		R. Frio 2	57,95	32,25	3,22494	1,79473	0,44868	2,77626	15,175	87,55	100,35	0,17	0,15
		Q. Loreno	37,47	23,35	0,05545	0,03456	0,00864	0,04681	0,007	1,48	102,09	0	0
		Q. Dardanelos	37,47	23,35	0,08272	0,05155	0,01289	0,06983	0,007	2,2	104,69	0	0
		Q. La Sierra	37,47	23,35	0,02354	0,01467	0,00367	0,01987	0,008	0,63	105,43	0,01	0
	Total río Frio				3,82632		0,05695	3,76937	15,239	118,87	243,01	0,13	0,06

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pp Max. Diaria		Caudal Medio (m3/seg)	Caudal de Repartición (m3/seg)	C. Ecológico (m3/seg)	Oferta Hídrica Neta	Total Demanda Anual MM3	Total Oferta Anual MM3		I. Escasez	
			V. Med.	V. Min						Parcial	Acum.	Parcial	Acum.
R. La China	R. La China 2		85,1	44,93	0,48931	0,25834	0,06458	0,42472	47,235	13,39	211,21	3,53	0,22
		Q. El Senoso	84,52	52	0,02256	0,01388	0,00347	0,01909	0,113	0,6	211,8	0,19	0
	Total río La China				9,08735		0,52811	8,55924	74,774	269,92	211,8	0,28	0,35
	R. Alvarado	Q. Chembe	56,29	40,25	0,40536	0,28985	0,07246	0,3329	0,977	10,5	11,81	0,09	0,08
		Q. De la Torre	83,35	50,7	0,03321	0,0202	0,00505	0,02816	0,308	0,89	12,55	0,35	0,02
		Q. La Elena	83,35	50,7	0,03087	0,01878	0,00469	0,02617	2,529	0,83	10,99	3,06	0,23
		Q. Cerco de Silva	70,81	51,3	0,01179	0,00854	0,00214	0,00966	22,792	0,3	-11,43	74,83	-1,99
		Q. de las Cabres	71,05	49	0	0	0	0	1,302	0	-12,73		-0,1
		Z. del Desague	71,05	49	0	0	0	0	2,837	0	-17,57		-0,18
		Q. Manjares	74,88	42	0	0	0	0	8,368	0	-23,94		-0,35
		Q. La Arenosa 2	71,05	49	0	0	0	0	1,523	0	-25,46		-0,06
		Q. De las Cabras	71,05	49	0	0	0	0	0,611	0	-26,07		-0,02
		Q. La Chumba	82,3	49,93	0,26999	0,1638	0,04095	0,22904	1,805	7,22	-19,35	0,25	-0,09
		Q. La Cañada	79,17	45,9	0,00059	0,00034	0,00009	0,0005	0,004	0,02	-19,35	0,23	0
		Z. Honda	79,17	45,9	0	0	0	0	0,005	0	-19,35		0
		Q. La Caima	88,29	49,9	0,26851	0,15176	0,03794	0,23057	10,309	7,27	-21,19	1,42	-0,49
		R. Alvarado 1	48,7	18,75	0,46082	0,17742	0,04436	0,41647	2,822	13,13	-9,48	0,21	-0,3
		R. Alvarado	79,38	45,27	0	0	0	0	42,186	0	-51,67		-0,82
	Total río Alvarado				1,48113		0	1,48113	98,377	46,71	160,14	2,11	0,61
	Total río La China				10,56848		0,52811	10,04038	173,152	316,63	319,15	0,55	0,54
R. Chipalo	Q. Ambalá	Q. Ambalá	51,34	33,2	0,34042	0,22014	0,05503	0,28538	1,26	9	9,48	0,14	0,13
		Q. La Cumbre	47,24	22,57	0,03906	0,01866	0,00467	0,0344	0,79	1,08	9,92	0,73	0,08
	Total quebrada Ambalá				0,37948		0,05503	0,32444	2,05	10,23	9,92	0,2	0,21
	Q. Las Panelas		47,24	22,57	0,29799	0,14237	0,03559	0,26239	1,462	8,27	17,85	0,18	0,08
		Q. El Hato	70,7	52,45	0,01281	0,00951	0,00238	0,01044	2,625	0,33	15,63	7,98	0,17
	R. Chipalo 1		86,91	54,93	0,38517	0,24344	0,06086	0,32431	16,771	10,23	11,01	1,64	1,52
	Q. Aguasucia	Q. Aguasucia	70,15	47,95	0,03868	0,02644	0,00661	0,03207	34,37	1,01	-33,15	33,98	-1,04
		Q. La Mugrosa	70,7	52,45	0,0061	0,00453	0,00113	0,00497	6,808	0,16	-39,77	43,45	-0,17
	Total quebrada Aguasucia				0,04478	0,03096	0,00661	0,03817	41,178	1,2	-28,76	34,21	-1,43

Cuenca	Subcuenca	Micro cuenca	Pp Max. Diaria		Caudal Medio (m3/seg)	Caudal de Reparti- ción (m3/seg)	C. Ecológi- co (m3/seg)	Oferta Hídrica Neta	Total Deman- da Anual MM3	Total Oferta Anual MM3		I. Escasez	
			V. Med.	V. Min						Parci- al	Acu- m.	Parci- al	Acum.
R. Chipalo	Q. Agua Blanca	Q. Agua Blanca	71,6	53,5	0	0	0	0	19,25	0	19,25		-1
		Z. La Batea	71,05	49	0	0	0	0	3,116	0	22,37		-0,14
	Total quebrada Agua Blanca				0	0	0	0	22,366	0	51,12		-0,44
		Q. Los Frailes	79,17	45,9	0	0	0	0	9,831	0	60,95		-0,16
	R. Chipalo 2		88,29	49,9	0	0	0	0	0,94	0	61,89		-0,02
		Z. La Cristalina	87,29	42,8	0	0	0	0	0,004	0	-61,9		0
		Q. La Arenosa 3	79,17	45,9	0	0	0	0	6,153	0	68,05		-0,09
		Q. La Chicha	79,17	45,9	0,00941	0,00546	0,00136	0,00805	0,252	0,25	68,01	0,99	0
		Q. Del Corral	87,29	42,8	0	0	0	0	0,01	0	68,02		0
	Q. Doyare	Q. Doyare	87,29	42,8	0	0	0	0	11,355	0	11,36		-1
		Q. El Aceituno	87,29	42,8	0	0	0	0	1,557	0	12,91		-0,12
	Total quebrada Doyare				0	0	0	0	12,912	0	80,98		-0,16
	Total río Chipalo				1,12964		0,06086	1,06878	116,553	33,71	238,22	3,46	0,49
	Q. Guarapo		89,29	57	0	0	0	0	43,986	0	194,23		0,23
	Q. La Arenosa	Q. Las Cruces 2	89,29	57	0	0	0	0	0,006	0	-0,01		-1
		Q. Pateme	89,06	57	0	0	0	0	0,033	0	-0,04		-0,84
		Q. La Arenosa 4	89,29	57	0	0	0	0	7,846	0	-7,89		-1
	Total. quebrada La Arenosa				0	0	0	0	7,885	0	186,35		0,04
	Q. Guarapo 2		89,29	57	0	0	0	0	2,972	0	183,38		0,02
R. Totare 5			89,29	57	0	0	0	0	4,75	0	178,63		0,03
Total río Totare					7,73872		0,29439	7,44432	144,63	234,76	178,63	0,62	0,81
Total cuenca mayor río Totare					19,43684		0,29439	19,14245	1350,82	603,68	178,63		0

Fuente: POMCA río Totare. Sombreado en azul cuencas y subcuencas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Los 88 acueductos identificados de la zona rural se encuentran ubicados en 70 de las 140 veredas de la cuenca hidrográfica mayor del río Totare. De ellos se surten 3.388 familias. El municipio de Ibagué es el que cuenta con mayor número de acueductos, 33 ubicados en 28 veredas, surten a 1.543 familias. Hay que señalar que 657 familias más de 23 veredas de la cuenca tienen el servicio de acueducto, a pesar de no contar con dicha infraestructura, es decir aunque no tienen acueducto propio, se surten de acueductos regionales o de acueductos vecinos, extendiendo sus redes hasta sus viviendas. Es importante anotar que 250 familias de la vereda San Antonio Ambalá del corregimiento de Calambeo y 227 familias de la vereda Buenos Aires del corregimiento del mismo nombre del municipio de Ibagué, se surten del acueducto del IBAL. En la cuenca hidrográfica mayor del río Totare son finalmente 4.522 familias de la zona rural de las 7.783 que en ella habitan las que cuentan con servicio de acueducto.

Mientras en 95 veredas de la cuenca se cuenta con el servicio de acueducto, son 45 las que se abastecen por medio de mangueras que conectan directamente a las fuentes abastecedoras, la comunidad accede al agua tanto de nacimientos, quebradas y ríos, todo depende de la cercanía que se tenga del recurso. En la cuenca Totare hay 3.261 familias que se abastecen directamente de las fuentes hídricas. De los 88 acueductos de la zona rural, dos (2) son regionales. El primero de ellos ubicado en el municipio de Ibagué en predios de la vereda San Juan de la China, se abastece de la quebrada La Chinita y suministra el servicio a las familias de Puente Tierra de éste municipio y a las comunidades del municipio de Alvarado: Convenio, Laguneta, La Guaruma, La Pedregosa, La Tigrera, La Violeta, Montegrande y Piedras Blanca. El segundo acueducto regional tiene su infraestructura en la vereda la Pradera del municipio de Anzoátegui, se abastece de la quebrada El Fierro y distribuye el recurso a las comunidades de Betulia, Buenos Aires, China Media, Lisboa (centro poblado) y Santa Bárbara (centro poblado). Este último caso es un ejemplo de que los mecanismos de abastecimiento del agua no son homogéneos dentro de la cuenca, ya que en las veredas se pueden encontrar diferentes tipos de abastecimiento, a través del servicio de acueducto, por conexión directa a las fuentes hídricas o por medio de pozos profundos.

Tabla 107. Acueductos que se abastecen de la cuenca mayor del río Totare.

Municipio	Vereda	No. De Acueductos	Categoría Zona	Fuente Abastecedora
Alvarado	Caldas Viejo CP	1	Rural	R. La China
	Caldas Viejo SR	1	Rural	Q. La Caima, R. La China
	Casitas		Rural	Q. La Arenosa, Q. El Cheme
	Cruce de los Guayabos	1	Rural	Q. Anundey
	El Barro		Rural	Q. Santo Domingo, R. La China
	Hatico Tamarindo	1	Rural	Q. Laguneta
	La Caima		Rural	Q. El Zanjón, Q. La Macana
	La Chumba	1	Rural	Q. La Leona, Q. La Mina
	La Mina	1	Rural	Q. La Mina
	La Palmita	1	Rural	Q. La Caima
	La Tebaida CP	2	Rural	Q. La Mina, Q. La Chumba
	Los Guayabos		Rural	Q. La Chapa
	Mercadillo		Rural	Q. Seboso, Q. Mercadillo, Q. La Totuma
	Rincón Chipalo CP	1	Rural	Q. Babillera

Municipio	Vereda	No. De Acueductos	Categoría Zona	Fuente Abastecedora
Alvarado	Santo Domingo		Rural	Q. Anundey, Q. Santo Domingo
	Veracruz CP	1	Rural	Q. Anundey
	Zona urbana	1	Urbana	Q. La Caima, R. Alvarado
Anzoátegui	Balcones	1	Rural	Q. El Venado, Q. Buenavista
	Cuminá		Rural	Q. El Hatillo
	El Brillante	1	Rural	Q. La Lindosa
	El Fierro	1	Rural	Q. México
	Lisboa CP		Rural	Q. La Pitala
	La Alejandría		Rural	Q. Las Palomas
	La Camelia	2	Rural	Q. La Cabaña
	La Esmeralda		Rural	Q. La Esmeralda, Q. Gallinazo
	La Palmera	1	Rural	Q. La Porquera, Q. Mateguadua, Q. San Antonio
	La Pitala	1	Rural	Q. La Pitala
	Palomar CP	1	Rural	Q. Dardanelos, Q. La Sierra
	Quebrada Negra		Rural	Q. La Leonera, Q. Negra
	San Antonio	1	Rural	Agua Bonita, Q. Santa Bárbara
	Santa Bárbara CP	1	Rural	Q. Santa Bárbara, Q. El Fierro
	Santa Bárbara SR	1	Rural	Q. Santa Bárbara
	Zona urbana	1	Urbana	R. Frío
Ibagué	Ancón Tesorito P/B		Rural	Q. La Aurora
	Ancón Tesorito (Sector Los Pinos)		Rural	Q. El Cucal
	Bellavista	1	Rural	Q. Las Panelas
	Carrizales	1	Rural	Q. La Chumba
	Chucuní	1	Rural	Q. La Chumba
	Chembe	2	Rural	Q. Chembe
	China Media	1	Rural	Q. El Gallo
	El Colegio	2	Rural	Q. La Elena, Q. Cocar, Q. Moreno
	La Elena	1	Rural	Q. La Elena
	La Esperanza	1	Rural	Q. Cocare
	La Flor	1	Rural	Q. Mateguadua, Q. La Chumba
	La María	1	Rural	Q. La Pitala
	La Veta		Rural	Q. Morro Azul
	La Violeta	1	Rural	Q. La Chinita
	Picaleña SR		Rural	R. Chipalo
	Roeito	1	Rural	Q. Zanja Honda
	San Antonio	1	Rural	Q. El Tambo
	Ambalá PA	1	Urbana	Q. Las Panelas

Municipio	Vereda	No. De Acueductos	Categoría Zona	Fuente Abastecedora
Ibagué	Ambalá Sector el Triunfo	1	Urbana	Q. Ambalá
	Acueducto Barrio La Paz	1	Urbana	Q. la Aurora
	Ac. Comunal AcuaAmbalá	1	Urbana	Q. Las Panelas
	AC Comunal Modelia	1	Urbana	Q. Cocare
Santa Isabel	Bolívar CP	2	Rural	Q. Morro Sucio
	Guimaral	1	Rural	Q. Las Mellizas
	La Cristalina		Rural	Q. La Cristalina
	La Rica	2	Rural	Q. Las Mellizas, Q. La Rica
	Las Damas	1	Rural	Q. Las Damas, Q. Las Pavas
	Zona urbana	1	Urbana	Q. Agua Bonita
Venadillo	Potrерito Totare		Rural	Q. El Oso

Fuente: POMCA río Totare. Sombreado en azul veredas que se enmarcan dentro del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Sea cual sea el mecanismo de abastecimiento, se debe destacar la importancia de las diferentes fuentes hídricas de la cuenca debido a que además de ser utilizadas para el consumo humano, son usadas para las diferentes actividades agrícolas, entre las cuales se destaca la producción de arroz, papa, arveja, maíz, café, plátano, frijol, hortalizas y frutas, así como las actividades ganaderas y la producción de especies menores, porcicultura, piscicultura y avicultura (POMCA río Totare. CORTOLIMA, 2015).

18.5.3 Río Gualí

El río Gualí nace a los 4850 msnm en la vereda Agua Caliente del municipio de Casabianca, en las estribaciones del volcán Nevado del Ruiz, drenando un valle estrecho en su tramo de mayor torrencialidad hasta la altura de la zona urbana del municipio de Casabianca sobre los 1300 msnm, recibiendo los aportes de los ríos Cajones y Aguacatal por su margen izquierda. En su parte media, el río drena en sentido suroccidente – nororiente un valle en V hasta los 1100 msnm aguas arriba del municipio de Mariquita, recibiendo quebradas de menor área de drenaje como las quebradas Nicua y Campeón, siempre por su margen izquierda. Aguas abajo del municipio de Mariquita, el río entra en una llanura aluvial de bajas pendientes, drenando en dirección noroccidente – suroriente hasta su desembocadura en el río Magdalena sobre los 200 msnm a la altura del municipio de Honda, recibiendo en este tramo las aguas de los ríos Medina y río Sucio y la quebrada Chimine por su margen norte, la cual en toda la cuenca presenta mayor desarrollo de drenaje (POMCA río Gualí. CORTOLIMA, 2014a) (Figura 37). Tiene un área de 78598,24 ha, subdividida en cuatro (4) cuencas 11 subcuencas y 54 microcuencas (Tabla 108).

Figura 37. Cuenca río Gualí.

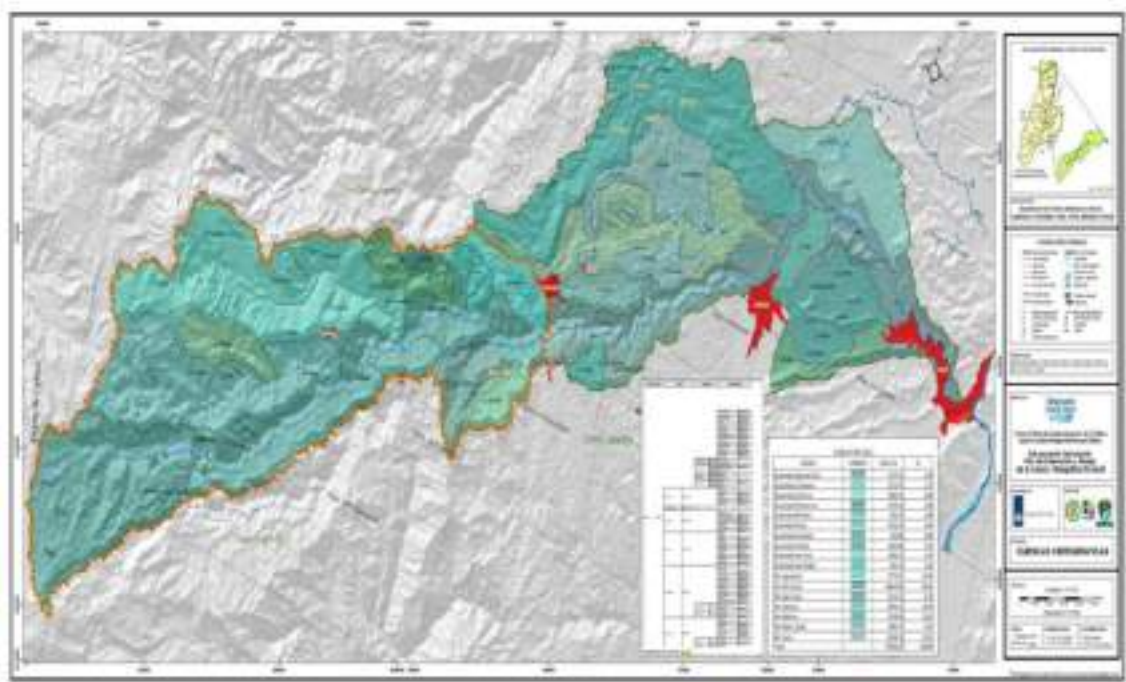


Imagen tomada del POMCA río Gualí (CORTOLIMA, 2014a). Bordeado en naranja, el área que corresponde al Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Tabla 108. Cuenas, subcuencas y microcuencas que conforman el río Gualí.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca
R. Gualí		Q. Agua de Dios	
		Q. Campeón	
		Q. Chimina	Q. Buira
			Q. Chimina
		Q. Guarumo	Q. El Oso
			Q. Guarumo
		Q. Nicua	
		Q. San José 2	
	R. Aguacatal		Q. Morales
			Q. Oromaza
			Q. San Rafael
			Q. Agua Caliente
			Q. Alambrados
			Q. Campoalegre
			Q. El Bosque 1
			Q. El Bosque 2
			Q. El Holdon

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca
R. Gualí	R. Aguacatal		Q. La Cachucha
			Q. Lisa
			Q. La Jaima
			Q. El Jordan (La Rica)
			Q. San José 1
			Q. Santa Bárbara
			R. Gualí Alto
			R. Gualí Medio
			Q. Gualí Bajo
		Q. Las Dantas	Q. Naranjal
			Q. Las Dantas
		R. Aguacatal	
		Q. Tasajeras	Q. El Ángulo
			Q. Tasajera
			Q. El Cofre
			Q. El Jordan (Los Micos)
			Q. EL Salto
			Q. El Yequesero
			Q. La Pizarra
			Q. La Soñadera
			Q. La Viuda
			Q. Tolda Seca
			Q. Yolombal
	R. Cajones	Q. Peñales	
			Q. Calero
			Q. La Popa
			Q. Los Alpes
			Q. Soñadora
		R. San Luis	Q. Pitalito
			Q. Alegrías
			Q. El Guayabo
	R. Medina		Q. La Estrella
			Q. San Antonio (Paramillo)
			Q. Todos los Santos
		R. Medina	

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca
Río Gualí	R. Padilla		Q. Cajitas
			Q. La Isabel
			Q. La Sapa
			Q. Tabera
			Q. Rago de Gallo
		R. Padilla	
		R. Sucio	Q. Cabrera
			Q. Cachipay
			Q. Cantadera
			Q. El Cobre
			Q. El Tambor
			Q. Grande
			Q. Honda
			Q. Pompona

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las cuencas, subcuencas y microcuencas que se encuentran en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Morfología de la cuenca

- Área

En la construcción del criterio de la magnitud del caudal, el área es de gran importancia. En condiciones normales, los caudales promedios, así como los mínimos y máximos instantáneos, crecen a medida que el área de la cuenca aumenta. De acuerdo con el diagnóstico del POMCA del río Gualí, a continuación se muestra la distribución de las cotas con su respectiva área y porcentaje dentro de la cuenca del Gualí, con una altura media de 2600 msnm (Tabla 109).

Tabla 109. Áreas de cuencas y subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí, por rangos altitudinales.

Cota	Área (ha)	Porcentaje (%)	Área		Porcentaje	
			Creciente	Decreciente	Creciente	Decreciente
200	12,7	0,02	12,7	78598,24	0,02	100
400	8762,36	11,15	8775,07	78526,43	11,16	99,91
600	5583,02	7,1	14358,09	78460,94	18,27	99,83
800	3376,53	4,3	17734,61	78338,69	22,56	99,67
1000	5801,87	7,38	23536,48	78067,16	29,95	99,32
1200	7150,87	9,1	30687,35	77745,37	39,04	98,91
1400	5866,37	7,46	36553,72	77350,43	46,51	98,41
1600	5531,68	7,04	42085,4	76640,56	53,54	97,51
1800	5569	7,09	47654,4	74990,7	60,63	95,41

Cota	Área (ha)	Porcentaje (%)	Área		Porcentaje	
			Creciente	Decreciente	Creciente	Decreciente
2000	4089,08	5,2	51743,48	71512,15	65,83	90,98
2200	3570,11	4,54	55313,59	68537,94	70,38	87,2
2400	3012,74	3,83	58326,33	66521,87	74,21	84,64
2600	2643,62	3,36	60969,95	64863,15	77,57	82,52
2800	2014,86	2,56	62984,82	62984,82	80,14	80,14
3000	1878,33	2,39	64863,15	60969,95	82,52	77,57
3200	1658,72	2,11	66521,87	58326,33	84,64	74,21
3400	2016,06	2,57	68537,94	55313,59	87,2	70,38
3600	2974,22	3,78	71512,15	51743,48	90,98	65,83
3800	3478,55	4,43	74990,7	47654,4	95,41	60,63
4000	1649,86	2,1	76640,56	42085,4	97,51	53,54
4200	709,87	0,9	77350,43	36553,72	98,41	46,51
4400	394,94	0,5	77745,37	30687,35	98,91	39,04
4600	321,79	0,41	78067,16	23536,48	99,32	29,95
4800	271,53	0,35	78338,69	17734,61	99,67	22,56
5000	122,25	0,16	78460,94	14358,09	99,83	18,27
5200	65,48	0,08	78526,43	8775,07	99,91	11,16
5400	71,81	0,09	78598,24	12,7	100	0,02

Fuente POMCA río Gualí. Sombreado en azul las cotas altitudinales en las cuales se enmarca el Entorno Local.

Con base en el POMCA del río Gualí, a continuación, se presentan las áreas para cada una de las cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí (Tabla 110).

Tabla 110. Área de cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área (ha)
R. Gualí		Q. Agua de Dios		1527,52
		Q. Campeón		1372,47
		Q. Chimina	Q. Buira	702,23
			Q. Chimina	2979,67
		Q. Guarumo	Q. El Oso	278,67
			Q. Guarumo	1295,42
		Q. Nicua		1291,24
		Q. San José 2		1064,15
	R. Aguacatal		Q. Morales	852,39
			Q. Oromaza	520,88
			Q. San Rafael	825,76
			Q. Agua Caliente	689,5

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área (ha)
R. Gualí	R. Aguacatal		Q. Alambrados	188,87
			Q. Campoalegre	262,46
			Q. El Bosque 1	155,2
			Q. El Bosque 2	196,52
			Q. El Holdon	84,57
			Q. La Cachucha	904,5
			Q. Lisa	855,15
			Q. La Jaima	321,38
			Q. El Jordán (La Rica)	260,06
			Q. San José 1	163,61
			Q. Santa Bárbara	231,84
			R. Gualí Alto	12708,13
			R. Gualí Medio	3330,06
			Q. Gualí Bajo	4993,87
		Q. Las Dantas	Q. Naranjal	167,73
			Q. Las Dantas	874,72
		R. Aguacatal		1663,17
		Q. Tasajeras	Q. El Ángulo	204,6
			Q. Tasajera	1663,17
			Q. El Cofre	129,32
			Q. El Jordán (Los Micos)	1372,68
			Q. EL Salto	120,52
			Q. El Yequesero	427,78
			Q. La Pizarra	485,14
			Q. La Soñadera	204,67
			Q. La Viuda	110,58
			Q. Tolda Seca	179,4
			Q. Yolombal	177,03
	R. Cajones	Q. Peñales		1004,89
			Q. Calero	93,54
			Q. La Popa	392,84
			Q. Los Alpes	96,83
			Q. Soñadora	137,22
		R. San Luis	Q. Pitalito	2494,85
				2494,85
				3670,06
			Q. Alegrías	341,18
			Q. El Guayabo	269,39

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área (ha)
R. Gualí	R. Medina		Q. La Estrella	297,9
			Q. San Antonio (Paramillo)	293,33
			Q. Todos los Santos	627,69
		R. Medina		7304,5
	R. Padilla		Q. Cajitas	597,26
			Q. La Isabel	682,92
			Q. La Sapa	313,04
			Q. Tabera	556,02
			Q. Rago de Gallo	955,72
		R. Padilla		1257,72
		R. Sucio	Q. Cabrera	445,33
			Q. Cachipay	676,37
			Q. Cantadera	1175,34
			Q. El Cobre	209,54
			Q. El Tambor	285,51
			Q. Grande	451,58
			Q. Honda	1323,85
			Q. Pompona	178,04
				4134,3
Río Gualí				78598,24

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Perímetro

Se refiere a la distancia que habría que recorrer en línea recta si se transitara por todos los fillos que envuelve la cuenca. Los datos de perímetro por sí solos no dan mayor información, sin embargo, son datos fundamentales para el cálculo de los parámetros de forma de la cuenca. De acuerdo con el POMCA del río Gualí (CORTOLIMA, 2014), el perímetro de la cuenca del río Gualí es de 233,75 km, en la Tabla 111, se listan los perímetros de las cuencas, subcuencas y microcuencas que pertenecen al río Gualí.

Tabla 111. Perímetro de cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman el río Gualí.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Perímetro (km)
R. Gualí		Q. Agua de Dios		20,44
		Q. Campeón		22,31
		Q. Chimina	Q. Buira	14,6
			Q. Chimina	39,6

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Perímetro (km)
R. Gualí	R. Aguacatal	Q. Guarumo	Q. El Oso	8,54
			Q. Guarumo	22,78
		Q. Nicua		21,91
		Q. San José 2		17,21
			Q. Morales	15,97
			Q. Oromaza	11,35
			Q. San Rafael	15,22
			Q. Agua Caliente	13,85
			Q. Alambrados	9,18
			Q. Campoalegre	7,95
			Q. El Bosque 1	6,9
			Q. El Bosque 2	7,86
			Q. El Holdon	5,79
			Q. La Cachucha	16,63
			Q. Lisa	18,26
			Q. La Jaima	12,06
			Q. El Jordan (La Rica)	8,53
			Q. San José 1	6,01
			Q. Santa Bárbara	7,9
			R. Gualí Alto	149,87
			R. Gualí Medio	55,87
			Q. Gualí Bajo	86,32
		Q. Las Dantas	Q. Naranjal	6,06
			Q. Las Dantas	16,64
		R. Aguacatal		3654,67
		Q. Tasajeras	Q. El Ángulo	204,6
			Q. Tasajera	1663,17
			Q. El Cofre	129,32
			Q. El Jordan (Los Micos)	1372,68
			Q. EL Salto	120,52
			Q. El Yequero	427,78
			Q. La Pizarra	485,14
			Q. La Soñadera	204,67
			Q. La Viuda	110,58
			Q. Tolda Seca	179,4
			Q. Yolombal	177,03

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Perímetro (km)
	R. Cajones	Q. Peñales		1404,89
			Q. Calero	93,54
			Q. La Popa	392,84
			Q. Los Alpes	4,24
			Q. Soñadora	6,36
		R. San Luis	Q. Pitalito	6,17
				33,4
				54,97
			Q. Alegrías	10,85
			Q. El Guayabo	9,12
	R. Medina		Q. La Estrella	8,39
			Q. San Antonio (Paramillo)	7,41
			Q. Todos los Santos	16,05
		R. Medina		88,29
	R. Padilla		Q. Cajitas	12,62
			Q. La Isabel	16,09
			Q. La Sapa	8,8
			Q. Tabera	12,9
			Q. Rago de Gallo	23,91
		R. Padilla		29,54
		R. Sucio	Q. Cabrera	15,77
			Q. Cachipay	14,78
			Q. Cantadera	18,7
			Q. El Cobre	5,37
			Q. El Tambor	7,15
			Q. Grande	11,94
			Q. Honda	23,23
			Q. Pompona	7,89
				80,08
Río Gualí				233,75

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Longitud de los cauces

La longitud del cauce del río Gualí es de 110,54 km desde su nacimiento a los 4850 msnm y en su recorrido a los 33,38 km recibe a la quebrada cajones a los 3500 msnm, continuando con su recorrido a los 41,46 km aguas abajo recibe el río Aguacatal continuando río abajo a los 81,63 km recibe al río Sucio continuando el recorrido a los 85,40 km el río Medina y el último afluente que recibe es la quebrada Padilla a los 98,71 km, allí continúa con el nombre del río Gualí hasta su desembocadura en el río Magdalena (POMCA río Gualí. CORTOLIMA, 2014) (Tabla 112).

Tabla 112. Longitud de las cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Longitud Cauce (m)
R. Gualí		Q. Agua de Dios		9181,27
		Q. Campeón		12037,53
		Q. Chimina	Q. Buira	6556,23
			Q. Chimina	19630,14
		Q. Guarumo	Q. El Oso	4779,32
			Q. Guarumo	10238,63
		Q. Nicua		10471,92
		Q. San José 2		7959,85
	R. Aguacatal		Q. Morales	4922,85
			Q. Oromaza	6053,81
			Q. San Rafael	8348,83
			Q. Agua Caliente	6046,68
			Q. Alambrados	3215,73
			Q. Campoalegre	3338,88
			Q. El Bosque 1	2470,67
			Q. El Bosque 2	2488,41
			Q. El Holdon	1271,68
			Q. La Cachucha	7393,57
			Q. Lisa	6875,64
			Q. La Jaima	4654,27
			Q. El Jordan (La Rica)	3576,29
			Q. San José 1	2254,61
			Q. Santa Bárbara	3358,55
			R. Gualí Alto	56079,14
			R. Gualí Medio	23693,14
			Q. Gualí Bajo	30770
		Q. Las Dantas	Q. Naranjal	2259,01
			Q. Las Dantas	5824,41
		R. Aguacatal		19609,37
		Q. Tasajeras	Q. El Ángulo	2899,54
			Q. Tasajera	9944,52
			Q. El Cofre	2825,64
			Q. El Jordan (Los Micos)	7921,14
			Q. EL Salto	2477,47
			Q. El Yequero	3034,65
			Q. La Pizarra	4242,83
			Q. La Soñadera	2231,15

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Longitud Cauce (m)
R. Gualí	R. Aguacatal		Q. La Viuda	1861,36
			Q. Tolda Seca	2679,32
			Q. Yolombal	2487,94
	R. Cajones	Q. Peñales		10518,7
			Q. Calero	1737,38
			Q. La Popa	2509,65
			Q. Los Alpes	1653,86
			Q. Soñadora	1981,79
		R. San Luis	Q. Pitalito	2222,66
				11944,14
				21317,05
			Q. Alegrías	7358,3
			Q. El Guayabo	3768,3
	R. Medina		Q. La Estrella	3691,53
			Q. San Antonio (Paramillo)	3788,88
			Q. Todos los Santos	7617,23
		R. Medina		40049,45
	R. Padilla		Q. Cajitas	6804,82
			Q. La Isabel	8371,66
			Q. La Sapa	3677,64
			Q. Tabera	7004,93
			Q. Rago de Gallo	10849,28
		R. Padilla		15044,69
		R. Sucio	Q. Cabrera	7696,5
			Q. Cachipay	6822
			Q. Cantadera	9638,8
			Q. El Cobre	2415,69
			Q. El Tambor	3441,77
			Q. Grande	6241,65
			Q. Honda	10522,86
			Q. Pompona	3799,3
				27683,02

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Pendiente Media de los Cauces³¹

³¹ La fórmula con la cual se calcula la pendiente media, fue explicada en el ítem donde se describe la morfología de la cuenca mayor del río Coello.

Es la relación entre la altura del cauce principal (cota máxima, menos cota mínima) y la longitud del mismo. Para el río Gualí, se establece:

$$Pm = \frac{4850 - 200}{110,54} \times 100 = 4,206\%$$

De acuerdo con los cálculos establecidos para la formulación del POMCA del río Gualí, es de 4,206%. Las pendientes medias de las subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca mayor, se presentan a continuación (Tabla 113).

Tabla 113. Pendiente media de cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pendiente Media (%)
R. Gualí		Q. Agua de Dios		5,87
		Q. Campeon		4,71
		Q. Chimina	Q. Buira	1,03
			Q. Chimina	1,58
		Q. Guarumo	Q. El Oso	8,19
			Q. Guarumo	6,48
		Q. Nicua		3,54
		Q. San José 2		5,08
	R. Aguacatal		Q. Morales	0,47
			Q. Oromaza	6,17
			Q. San Rafael	6,41
			Q. Agua Caliente	9,03
			Q. Alambrados	10,35
			Q. Campoalegre	9,44
			Q. El Bosque 1	9,42
			Q. El Bosque 2	8,27
			Q. El Holdon	9,07
			Q. La Cachucha	9,92
			Q. Lisa	7,12
			Q. La Jaima	0,62
			Q. El Jordan (La Rica)	6,45
			Q. San José 1	6,66
			Q. Santa Bárbara	6,64
			R. Gualí Alto	2,64
			R. Gualí Medio	0,81
			Q. Gualí Bajo	0,29
		Q. Las Dantas	Q. Naranjal	12,38
			Q. Las Dantas	6,91
		R. Aguacatal		2,22

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pendiente Media (%)
R. Gualí	R. Aguacatal	Q. Las Dantas	Q. Naranjal	12,38
			Q. Las Dantas	6,91
		R. Aguacatal		2,22
		Q. Tasajeras	Q. El Ángulo	6,7
			Q. Tasajera	4,71
			Q. El Cofre	15,74
			Q. El Jordan (Los Micos)	7,36
			Q. El Salto	16,09
			Q. El Yequesero	9,87
			Q. La Pizarra	10,75
			Q. La Soñadera	8,94
			Q. La Viuda	10,25
			Q. Tolda Seca	13,03
			Q. Yolombal	9,98
	R. Cajones	Q. Peñales		8,23
			Q. Calero	9,45
			Q. La Popa	2,19
			Q. Los Alpes	12,76
			Q. Soñadora	11,01
		R. San Luis	Q. Pitalito	9,72
				3,89
				3,55
			Q. Alegrías	3,46
			Q. El Guayabo	3,29
	R. Medina		Q. La Estrella	3,58
			Q. San Antonio (Paramillo)	5,4
			Q. Todos los Santos	2,34
		R. Medina		1,36
	R. Padilla		Q. Cajitas	2,77
			Q. La Isabel	0,62
			Q. La Sapa	0,57
			Q. Tabera	0,7
			Q. Rago de Gallo	0,52
		R. Padilla		0,51
		R. Sucio	Q. Cabrera	3,96
			Q. Cachipay	2,71
			Q. Cantadera	0

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Pendiente Media (%)
R. Gualí	R. Padilla	R. Sucio	Q. El Cobre	4,19
			Q. El Tambor	5,25
			Q. Grande	2,72
			Q. Honda	2,47
			Q. Pompona	6,34
				1,56

Fuente: POMCA río Gualí. En azul las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Pendientes

Es el grado de inclinación del terreno expresado en porcentaje, variando el rango dentro de una región o cuenca hidrográfica. La Tabla 114, muestra los valores de pendiente calculados para la formulación del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Gualí, incluyendo su clasificación y distribución.

Tabla 114. Rangos de pendientes.

Rango	Descripción	Área (ha)	Porcentaje
0 – 3 %	Muy Plano	4308,06	5,48
3.1 – 7 %	Plano	5129,01	6,53
7.1 – 12 %	Semi Ondulado	5661,67	7,2
12.1 – 25%	Ondulado	16271,76	20,7
25.1 – 50 %	Muy Ondulado	26956,32	34,3
50.1 – 75 %	Escarpado	14563,79	18,53
> 75 %	Muy Escarpado	5707,62	7,26
Total		78598,24	100

Fuente: POMCA río Gualí.

De acuerdo a la tabla anterior, se observa que el rango de pendiente entre 25.1 - 50%, presenta el mayor área (26956,32 ha) dentro de la cuenca del río Gualí (34,30%) indicando que la cuenca tiene una pendiente Muy Ondulada, así mismo, la clasificación Ondulada (12.1 - 25%) posee un área de 16271,76 ha, lo que corresponde al 20,70% de la cuenca. Los rangos plano y casi plano, presentan los valores más bajos.

- Parámetros de forma de la cuenca

a) Factor de forma de Horton³²

Expresa la relación entre el área y el cuadrado de la longitud axial de la cuenca, y mide la irregularidad del perímetro. De acuerdo con el POMCA del río Gualí, el factor de forma de Horton

³² La fórmula a partir de la cual se calcula del Factor de Horton, fue explicada en el ítem donde se describe la morfología de la cuenca mayor del río Coello.

tiene un valor de 0,1434, indicando que la cuenca tiene una forma alargada, ya que el valor tiende a cero. Según este factor las lluvias intensas en toda o parte de la cuenca, no son propensas a presentar crecidas súbitas.

De acuerdo a la Tabla 115, en donde se presentan los valores del factor de forma de Horton para las subcuencas y microcuencas de la cuenca del río Gualí, en general la cuenca, no es susceptible a crecidas súbitas, porque sus valores son constantes y tienden a cero.

Tabla 115. Valores del Factor de Forma de Horton para cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Horton
R. Gualí		Q. Agua de Dios		0,3351
		Q. Campeon		0,2101
		Q. Chimina	Q. Buira	0,2364
			Q. Chimina	0,1826
		Q. Guarumo	Q. El Oso	0,679
			Q. Guarumo	0,2531
		Q. Nicua		0,2146
		Q. San José 2		0,3787
	R. Aguacatal		Q. Morales	0,5339
			Q. Oromaza	0,5093
			Q. San Rafael	0,4231
			Q. Agua Caliente	0,2169
			Q. Alambrados	0,2405
			Q. Campoalegre	0,4639
			Q. El Bosque 1	0,2925
			Q. El Bosque 2	0,4139
			Q. El Holdon	0,6046
			Q. La Cachucha	0,1998
			Q. Lisa	0,2634
			Q. La Jaima	0,3009
			Q. El Jordan (La Rica)	0,3222
			Q. San José 1	0,5036
			Q. Santa Bárbara	0,3162
			R. Gualí Alto	0,0746
			R. Gualí Medio	0,0988
			Q. Gualí Bajo	0,1621
		Q. Las Dantas	Q. Naranjal	0,4286
			Q. Las Dantas	0,5946
		R. Aguacatal		0,1521

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Horton
R. Gualí	R. Aguacatal	Q. Tasajeras	Q. El Ángulo	0,5532
			Q. Tasajera	0,2893
			Q. El Cofre	0,2773
			Q. El Jordan (Los Micos)	0,2792
			Q. El Salto	0,258
			Q. El Yequero	0,5495
			Q. La Pizarra	0,3294
			Q. La Soñadera	0,554
			Q. La Viuda	0,3282
			Q. Tolda Seca	0,2654
			Q. Yolombal	0,4335
	R. Cajones	Q. Peñales		0,2104
			Q. Calero	0,343
			Q. La Popa	0,7303
			Q. Los Alpes	0,3899
			Q. Soñadora	0,3866
		R. San Luis	Q. Pitalito	0,3731
				0,27
				0,1665
			Q. Alegrías	0,1713
			Q. El Guayabo	0,3081
	R. Medina		Q. La Estrella	0,4401
			Q. San Antonio (Paramillo)	0,5176
			Q. Todos los Santos	0,2317
		R. Medina		0,1537
	R. Padilla		Q. Cajitas	0,2132
			Q. La Isabel	0,1993
			Q. La Sapa	0,3113
			Q. Tabera	0,2022
			Q. Rago de Gallo	0,1978
		R. Padilla		0,1091
		R. Sudio	Q. Cabrera	0,1816
			Q. Cachipay	0,2153
			Q. Cantadera	0,31
			Q. El Cobre	0,457
			Q. El Tambor	0,4921
			Q. Grande	0,2257
			Q. Honda	0,4717
			Q. Pompona	0,1657
				0,1066

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

b) Razón Circular de Miller³³

Define la razón del área de la cuenca, al área de un círculo que tiene el mismo perímetro, siendo menor o igual a 1. De acuerdo con el POMCA del río Gualí, en su parte alta el valor de la Razón Circular de Miller es de 0,07, para la parte media es de 0,13 y para la parte baja es de 0,08. Estos valores indican que la cuenca del río Gualí es alargada o de forma rectangular, puesto que su valor se acerca a cero. Por lo anterior, el comportamiento de las lluvias es poco torrencial (Tabla 116).

Tabla 116. Razón Circular de Miller para las cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Miller
R. Gualí		Q. Agua de Dios		0,4594
		Q. Campeón		0,3465
		Q. Chimina	Q. Buira	0,4137
			Q. Chimina	0,2387
		Q. Guarumo	Q. El Oso	0,4797
			Q. Guarumo	0,3138
		Q. Nicua		0,3378
		Q. San José 2		0,4515
	R. Aguacatal		Q. Morales	0,4197
			Q. Oromaza	0,5079
			Q. San Rafael	0,4478
			Q. Agua Caliente	0,452
			Q. Alambrados	0,2815
			Q. Campoalegre	0,5222
			Q. El Bosque 1	0,4098
			Q. El Bosque 2	0,4001
			Q. El Holdon	0,3171
			Q. La Cachucha	0,4111
			Q. Lisa	0,3223
			Q. La Jaima	0,2775
			Q. El Jordan (La Rica)	0,4492
			Q. San José 1	0,5693
			Q. Santa Bárbara	0,4663
			R. Gualí Alto	0,071
			R. Gualí Medio	0,134
			Q. Gualí Bajo	0,0842
		Q. Las Dantas	Q. Naranjal	0,574
			Q. Las Dantas	0

³³ La fórmula a partir de la cual se calcula la Razón Circular de Miller, fue explicada en el ítem donde se describe la morfología de la cuenca mayor del río Coello.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Miller
R. Gualí	R. Aguacatal	R. Aguacatal		0,12
		Q. Tasajeras	Q. El Ángulo	0,5698
			Q. Tasajera	0,3828
			Q. El Cofre	0,3485
			Q. El Jordan (Los Micos)	0,3652
			Q. El Salto	0,3922
			Q. El Yequesero	0,5239
			Q. La Pizarra	0,5329
			Q. La Soñadera	0,5712
			Q. La Viuda	0,4829
			Q. Tolda Seca	0,4723
			Q. Yolombal	0,4517
	R. Cajones	Q. Peñales		0,4135
			Q. Calero	0,3469
			Q. La Popa	0,5943
			Q. Los Alpes	0,6764
			Q. Soñadora	0,4267
		R. San Luis	Q. Pitalito	0,5442
				0,2809
				0,1526
			Q. Alegrías	0,3639
			Q. El Guayabo	0,4068
	R. Medina		Q. La Estrella	0,5318
			Q. San Antonio (Paramillo)	0,6719
			Q. Todos los Santos	0,3063
		R. Medina		0,1177
	R. Padilla		Q. Cajitas	0,4714
			Q. La Isabel	0,3316
			Q. La Sapa	0,5073
			Q. Tabera	0,4195
			Q. Rago de Gallo	0,21
		R. Padilla		0,1811
		R. Sucio	Q. Cabrera	0,2249
			Q. Cachipay	0,3891
			Q. Cantadera	0,4223
			Q. El Cobre	0,6438
			Q. El Tambor	0,7024
			Q. Grande	0,3982
			Q. Honda	0,3081
			Q. Pompona	0,3597
				0,081

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

c) Razón de elongación de Schum

Se define como la razón de diámetro de un círculo que tiene la misma área de la cuenca, a la longitud máxima de la misma. El valor de elongación de la cuenca del río Gualí es de 0,4273, lo que indica una cuenca alargada y estrecha (POMCA río Gualí). En la Tabla 117, se presentan los valores del factor de elongación para las subcuencas y microcuencas que conforman el Río Gualí.

Tabla 117. Factor de elongación de Schum para las cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Schum
R. Gualí		Q. Agua de Dios		0,6532
		Q. Campeon		0,5172
		Q. Chimina	Q. Buira	0,5487
			Q. Chimina	0,4822
		Q. Guarumo	Q. El Oso	0,9298
			Q. Guarumo	0,5677
		Q. Nicua		0,5228
		Q. San José 2		0,6944
	R. Aguacatal		Q. Morales	0,8245
			Q. Oromaza	0,8053
			Q. San Rafael	0,7339
			Q. Agua Caliente	0,5255
			Q. Alambrados	0,5534
			Q. Campoalegre	0,7685
			Q. El Bosque 1	0,6103
			Q. El Bosque 2	0,726
			Q. El Holdon	0,8774
			Q. La Cachucha	0,5044
			Q. Lisa	0,5791
			Q. La Jaima	0,619
			Q. El Jordan (La Rica)	0,6405
			Q. San José 1	0,8008
			Q. Santa Bárbara	0,6346
			R. Gualí Alto	0,3082
			R. Gualí Medio	0,3548
			Q. Gualí Bajo	0,4543
		Q. Las Dantas	Q. Naranjal	0,7388
			Q. Las Dantas	0,8701
		R. Aguacatal		0,4401
		Q. Tasajeras	Q. El Ángulo	0,8392
			Q. Tasajera	0,6069

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Schum
R. Gualí	R. Aguacatal	Q. Tasajeras	Q. El Cofre	0,5942
			Q. El Jordan (Los Micos)	0,5962
			Q. El Salto	0,5732
			Q. El Yequesero	0,8365
			Q. La Pizarra	0,6476
			Q. La Soñadera	0,8399
			Q. La Viuda	0,6464
			Q. Tolda Seca	0,5814
			Q. Yolombal	0,7429
	R. Cajones	Q. Peñales		0,5176
			Q. Calero	0,6609
			Q. La Popa	0,9643
			Q. Los Alpes	0,7046
			Q. Soñadora	0,7016
		R. San Luis	Q. Pitalito	0,6893
				0,5863
				0,4604
			Q. Alegrías	0,467
			Q. El Guayabo	0,6264
	R. Medina		Q. La Estrella	0,7486
			Q. San Antonio (Paramillo)	0,8118
			Q. Todos los Santos	0,5432
		R. Medina		0,4424
	R. Padilla		Q. Cajitas	0,521
			Q. La Isabel	0,5037
			Q. La Sapa	0,6295
			Q. Tabera	0,5075
			Q. Rago de Gallo	0,5019
		R. Padilla		0,3727
		R. Sucio	Q. Cabrera	0,4809
			Q. Cachipay	0,5236
			Q. Cantadera	0,6283
			Q. El Cobre	0,7629
			Q. El Tambor	0,7916
			Q. Grande	0,5361
			Q. Honda	0,775
			Q. Pompona	0,4594
				0,3685

Fuente: POMCA río Gualí. En azul las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

d) Coeficiente de Compacidad de Gravelius³⁴

Es la relación del perímetro de la cuenca con el perímetro del círculo que tiene la misma área de la cuenca. De acuerdo con los cálculos realizados para la formulación del POMCA del río Gualí, el coeficiente de compacidad, tiene un valor de 2,59 para la cuenca, el cual indica un comportamiento poco torrencial de acuerdo a su forma. En la Tabla 118, se presentan los valores del coeficiente, para las subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Tabla 118. Coeficiente de Compacidad de Gravelius para las cuencas, microcuencas y subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Gravelius
R. Gualí	R. Aguacatal	Q. Agua de Dios		0,148
		Q. Campeon		0,17
		Q. Chimina	Q. Buira	0,155
			Q. Chimina	0,205
		Q. Guarumo	Q. El Oso	0,144
			Q. Guarumo	0,179
		Q. Nicua		0,172
		Q. San José 2		0,149
			Q. Morales	0,154
			Q. Oromaza	0,14
			Q. San Rafael	0,149
			Q. Agua Caliente	0,149
			Q. Alambrados	0,188
			Q. Campoalegre	0,138
			Q. El Bosque 1	0,156
			Q. El Bosque 2	0,158
			Q. El Holdon	0,178
			Q. La Cachucha	0,156
			Q. Lisa	0,176
			Q. La Jaima	0,19
			Q. El Jordan (La Rica)	0,149
			Q. San José 1	0,133
			Q. Santa Bárbara	0,146
			R. Gualí Alto	0,375
			R. Gualí Medio	0,273
			Q. Gualí Bajo	0,345
		Q. Las Dantas	Q. Naranjal	0,132
			Q. Las Dantas	0,159

³⁴ La fórmula a partir de la cual se calcula el Coeficiente de Compacidad de Gravelius, fue explicada en el ítem donde se describe la morfología de la cuenca mayor del río Coello.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Gravelius
R. Gualí	R. Aguacatal	R. Aguacatal		0,289
		Q. Tasajeras	Q. El Ángulo	0,132
			Q. Tasajera	0,162
			Q. El Cofre	0,169
			Q. El Jordan (Los Micos)	0,165
			Q. El Salto	0,16
			Q. El Yequero	0,138
			Q. La Pizarra	0,137
			Q. La Soñadera	0,132
			Q. La Viuda	0,144
			Q. Tolda Seca	0,146
			Q. Yolombal	0,149
	R. Cajones	Q. Peñales		0,156
			Q. Calero	0,17
			Q. La Popa	0,13
			Q. Los Alpes	0,122
			Q. Soñadora	0,153
		R. San Luis	Q. Pitalito	0,136
				0,189
				0,256
			Q. Alegrías	0,166
			Q. El Guayabo	0,157
	R. Medina		Q. La Estrella	0,137
			Q. San Antonio (Paramillo)	0,122
			Q. Todos los Santos	0,181
		R. Medina		0,291
	R. Padilla		Q. Cajitas	0,146
			Q. La Isabel	0,174
			Q. La Sapa	0,14
			Q. Tabera	0,154
			Q. Rago de Gallo	0,218
		R. Padilla		0,235
		R. Sucio	Q. Cabrera	0,211
			Q. Cachipay	0,16
			Q. Cantadera	0,154
			Q. El Cobre	0,125
			Q. El Tambor	0,119
			Q. Grande	0,158
			Q. Honda	0,18
			Q. Pompona	0,167
				0,351

Fuente: POMCA río Gualí. En azul las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

e) Índice de Alargamiento³⁵

Es la relación entre la longitud máxima de la cuenca con su ancho máximo. De acuerdo a los cálculos del POMCA del río Gualí, el índice de alargamiento para la parte alta de la cuenca es de 3,34, lo que indica que posee un sistema de drenaje semejante a una espiga, lo que significa un alto grado de evolución del sistema, con capacidad de absorber mejor una alta precipitación sin generar crecidas de grandes proporciones. El sector de Gualí Alto, presenta el mayor índice de alargamiento (8,36) lo cual indica que la red de drenaje se presenta en forma de abanico, con una torrencialidad de ligera a poca. En la Tabla 119, se presentan los valores del índice de alargamiento para las cuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Tabla 119. Índice de Alargamiento para las cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Alargamiento
R. Gualí		Q. Agua de Dios		2,49
		Q. Campeón		2,47
		Q. Chimina	Q. Buira	3,88
			Q. Chimina	5,15
		Q. Guarumo	Q. El Oso	0,85
			Q. Guarumo	3,69
		Q. Nicua		3,46
		Q. San José 2		1,81
	R. Aguacatal		Q. Morales	2
			Q. Oromaza	1,26
			Q. San Rafael	1,71
			Q. Agua Caliente	2,63
			Q. Alambrados	4,26
			Q. Campoalegre	1,68
			Q. El Bosque 1	3,43
			Q. El Bosque 2	2,17
			Q. El Holdon	1,69
			Q. La Cachucha	3,27
			Q. Lisa	2,52
			Q. La Jaima	3,9
			Q. El Jordan (La Rica)	2,22
			Q. San José 1	1,34
			Q. Santa Bárbara	2,36
			R. Gualí Alto	8,36
			R. Gualí Medio	7,61
			Q. Gualí Bajo	5,77
		Q. Las Dantas	Q. Naranjal	1,72
			Q. Las Dantas	1,71

³⁵ La fórmula a partir de la cual se calcula el Índice de Alargamiento, fue explicada en el ítem donde se describe la morfología de la cuenca mayor del río Coello.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Alargamiento
R. Gualí	R. Aguacatal	R. Aguacatal		4,05
		Q. Tasajeras	Q. El Ángulo	1,33
			Q. Tasajera	2,18
			Q. El Cofre	2,59
			Q. El Jordan (Los Micos)	2,65
			Q. El Salto	4,32
			Q. El Yequesero	1,23
			Q. La Pizarra	1,84
			Q. La Soñadera	1,22
			Q. La Viuda	1,62
			Q. Tolda Seca	2,35
			Q. Yolombal	1,63
	R. Cajones	Q. Peñales		3,18
			Q. Calero	3,34
			Q. La Popa	0,94
			Q. Los Alpes	1,85
			Q. Soñadora	1,94
		R. San Luis	Q. Pitalito	1,8
				2,36
				3,48
			Q. Alegrías	5,33
			Q. El Guayabo	3,41
	R. Medina		Q. La Estrella	1,74
			Q. San Antonio (Paramillo)	1,46
			Q. Todos los Santos	3,83
		R. Medina		3,91
	R. Padilla		Q. Cajitas	2,82
			Q. La Isabel	3,69
			Q. La Sapa	2,77
			Q. Tabera	5,04
			Q. Rago de Gallo	6,05
		R. Padilla		5,56
		R. Sudio	Q. Cabrera	4,52
			Q. Cachipay	4,06
			Q. Cantadera	1,86
			Q. El Cobre	1,3
			Q. El Tambor	1,61
			Q. Grande	2,78
			Q. Honda	2,28
			Q. Pompona	3,7
				4,09

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

f) Tiempo de Concentración³⁶

Es el lapso entre el inicio de la precipitación y el momento en que toda el área del drenaje contribuye al escurrimiento superficial. De acuerdo al POMCA del río Gualí, el tiempo total de concentración para el río Gualí Alto es de cuatro (4) horas, siete (7) minutos y 12 segundos, para el río Gualí Medio es de 3 horas, 30 minutos, 54 segundos y para el río Gualí Bajo es de 5 horas, 57 minutos, 36 segundos. En la Tabla 120, se presentan los tiempos de concentración para las subcuencas y microcuencas del río Gualí.

Tabla 120. Tiempo de concentración de las cuencas, subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Concentración (H,MM,SS)
R. Gualí		Q. Agua de Dios		0,48,22
		Q. Campeón		1,09,36
		Q. Chimina	Q. Buira	1,12,36
			Q. Chimina	2,55,02
		Q. Guarumo	Q. El Oso	0,28,00
			Q. Guarumo	0,50,40
		Q. Nicua		1,06,36
		Q. San José 2		0,46,19
	R. Aguacatal		Q. Morales	1,08,09
			Q. Oromaza	0,36,46
			Q. San Rafael	0,46,55
			Q. Agua Caliente	0,29,22
			Q. Alambrados	0,15,45
			Q. Campoalegre	0,18,00
			Q. El Bosque 1	0,13,26
			Q. El Bosque 2	0,13,30
			Q. El Holdon	0,06,46
			Q. La Cachucha	0,33,00
			Q. Lisa	0,33,32
			Q. La Jaima	1,41,45
			Q. El Jordan (La Rica)	0,21,57
			Q. San José 1	0,14,24
			Q. Santa Bárbara	0,20,45
			R. Gualí Alto	4,7,12
			R. Gualí Medio	3,30,54
			Q. Gualí Bajo	5,57,36
		Q. Las Dantas	Q. Naranjal	0,11,24
			Q. Las Dantas	0,29,02

³⁶ La fórmula a partir de la cual se calcula el Tiempo de Concentración, fue explicada en el ítem donde se describe la morfología de la cuenca mayor del río Coello.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Concentración (H,MM,SS)
R. Gualí	R. Aguacatal	R. Aguacatal		1,50,13
		Q. Tasajeras	Q. El Ángulo	0,18,10
			Q. Tasajera	0,54,50
			Q. El Cofre	0,12,54
			Q. El Jordan (Los Micos)	0,36,28
			Q. El Salto	0,11,24
			Q. El Yequero	0,12,36
			Q. La Pizarra	0,19,48
			Q. La Soñadera	0,12,19
			Q. La Viuda	0,10,12
			Q. Tolda Seca	0,12,08
			Q. Yolombal	0,13,08
	R. Cajones	Q. Peñales		0,49,12
			Q. Calero	0,09,00
			Q. La Popa	0,21,00
			Q. Los Alpes	0,09,00
			Q. Soñadora	0,09,36
		R. San Luis	Q. Pitalito	0,12,00
				1,03,00
				1,45,36
			Q. Alegrías	0,58,12
			Q. El Guayabo	0,29,24
	R. Medina		Q. La Estrella	0,28,12
			Q. San Antonio (Paramillo)	0,26,24
			Q. Todos los Santos	1,00,36
		R. Medina		4,24,36
	R. Padilla		Q. Cajitas	0,54,36
			Q. La Isabel	1,52,48
			Q. La Sapa	0,57,00
			Q. Tabera	1,35,24
			Q. Rago de Gallo	2,19,48
		R. Padilla		3,10,12
		R. Sudio	Q. Cabrera	0,50,24
			Q. Cachipay	0,52,12
			Q. Cantadera	1,11,24
			Q. El Cobre	0,19,12
			Q. El Tambor	0,24,00
			Q. Grande	0,51,00
			Q. Honda	1,15,00
			Q. Pompona	0,24,00
				2,49,48

Fuente: POMCA río Gualí. En azul las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Forma de la Cuenca y Densidad del Drenaje

De acuerdo con los resultados de los diferentes parámetros que fueron calculados para la formulación del POMCA del río Gualí (CORTOLIMA, 2014), la cuenca del río Gualí es de forma predominantemente alargada, influyendo en la crecida de las quebradas. Éstas quebradas al ser largas, tienen menor tendencia al almacenamiento de las aguas lluvias, el agua escurre hacia el río y una vez allí el tiempo que tarda desde la parte más alta de la cuenca hasta la más baja, será mayor que el tiempo que tardaría en una quebrada corta.

La densidad de drenaje o longitud de los cauces por unidad de área, expresa las características geoecológicas del territorio de la cuenca, relacionada con el tiempo de salida del escurrimiento superficial de la misma. Para la cuenca del río Gualí, de acuerdo con los valores obtenidos, se puede inferir que el suelo es resistente a la erosión o muy permeable, con un relieve suave.

Según la forma y la densidad de drenaje, la parte alta del río Gualí tiene poca tendencia a concentrar crecidas, ya que la cantidad de quebradas facilitan la evacuación de la aguas lluvias.

Hidrología

Se presentan en este ítem, los análisis desarrollados por CORTOLIMA (2014) durante la formulación del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Gualí. Dichos análisis permiten tener una visión integradora de la cuenca, a fin de comprender su comportamiento respecto a la demanda hídrica a la cual se ve sometida por los usuarios directos e indirectos del recurso hídrico.

- Índice de Regulación y Retención Hídrica (IRH)

Para el IDEAM 2010, el Índice de Retención y Regulación Hídrica, evalúa la capacidad de la cuenca para mantener un régimen de caudales, producto de la interacción del sistema suelo-vegetación con las condiciones climáticas y con las características físicas y morfométricas de la cuenca; este indicador permite evaluar la capacidad de regulación del sistema en su conjunto.

Se calcula a partir de la curva de duración de caudales medios diarios, curva de frecuencias que permite reconocer las condiciones de regulación de la cuenca y los valores característicos de caudales medios e interpretar, de manera general, las características del régimen hidrológico de un río y el comportamiento de la retención y la regulación de la humedad en la cuenca.

Las curvas de duración o distribución de frecuencias acumuladas de los caudales medios diarios indican el porcentaje de tiempo durante el cual los caudales igualan o exceden un valor dado; la forma y pendiente de estas curvas refleja la capacidad de regulación de la cuenca en la unidad de tiempo considerada, además, generan información sobre el porcentaje del tiempo en el que el río lleva un caudal superior o inferior a un determinado valor, pero no reflejan la distribución o secuencia de dicho periodo ni el momento del año en que se produce (IDEAM, 2010). Este índice se mueve entre un rango de 0 y 1, donde los valores más bajos, se interpretan como de menor regulación hídrica; además, la estimación de este índice resulta de la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio y el área total debajo de la curva de duración de caudales diarios.

De acuerdo con el IDEAM (2010), los valores del Índice de Retención y Regulación Hídrica, se califican de acuerdo a cinco (5) rangos, los cuales corresponden a una interpretación determinada (Tabla 121).

Tabla 121. Rangos de clasificación del Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH).

Rango IRH	Calificación	Interpretación
> 8.5	Muy Alta	Muy alta retención y regulación de humedad
0.75 – 8.6	Alta	Alta retención y regulación de humedad
0.65 – 0.74	Moderada	Media retención y regulación de humedad
0.50 – 0.64	Baja	Baja retención y regulación de humedad
< 0.50	Muy Baja	Muy baja retención y regulación de humedad

Fuente: IDEAM (2010).

El IRH es el producto de la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio y el correspondiente al área total bajo la curva de duración de caudales diarios. De acuerdo al POMCA del río Gualí, se presenta un índice de retención alto en las subcuencas de los ríos Aguacatal, Cajones y Alto Gualí, los cuales se ubican en la parte alta de la cuenca. Las áreas con IRH moderado, se presentan en la parte alta y media de la cuenca, específicamente en las subcuencas de las quebradas Guarumo, San Rafael, Campeón, Agua de Dios, San José, Oromazo, Nicua, Padilla y los ríos Medina, Sucio y Bajo Gualí. Las áreas con IRH bajo, se localizan en la parte baja de la cuenca y se distribuyen en la subcuencas de la quebrada Chimine y Padilla. La Tabla 122, muestra los valores del IRH de las subcuencas del río Gualí.

Tabla 122. Valores del Índice de Retención Hídrica (IRH) para las subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Subcuenca	IRH	Calificación
Q. Padilla	0,66	Moderada
R. Aguacatal	0,77	Alta
R. Cajones	0,77	Alta
R. Medina	0,68	Moderada
R. Sucio	0,69	Moderada
R. Alto Gualí	0,76	Alta
R. Bajo Gualí	0,73	Moderada
R. Medio Gualí	0,75	Alta
Q: Agua de Dios	0,74	Moderada
Q. Campeón	0,72	Moderada
Q. Chimine	0,62	Baja
Q. El Guarumo	0,74	Moderada
Q. Nicua	0,72	Moderada
Q. San José	0,73	Moderada
Q. Morales	0,64	Baja
Q. Oromanzo	0,72	Moderada
Q. San Rafael	0,73	Moderada

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las subcuencas enmarcadas en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Índice del Uso del Agua (IUA)

De acuerdo con el IDEAM (2010), el Índice de Uso del Agua (IUA), es la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo determinado (anual, mensual) y en una unidad espacial de análisis (área, zona, subzona, entre otras), en relación con la oferta hídrica disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales.

El IUA, establece la relación porcentual de la demanda de agua en relación a la oferta disponible, a través de la siguiente fórmula:

$$IUA = \frac{Dh}{Oh} \times 100$$

Dónde

Dh: Demanda Hídrica Sectorial

Oh: Oferta Superficial Disponible (esta última resulta de la estimación de la oferta natural sustrayendo la oferta correspondiente al caudal ambiental).

La Demanda Hídrica (*Dh*), es la sumatoria del agua extraída para usos sectoriales, en un periodo de tiempo determinado. Se establece a partir de la fórmula:

$$Dh = Ch + Csp + Csm + Ccss + Cea + Ce + Ca + Aenc$$

Donde

Dh: Demanda Hídrica

Ch: Consumo Humano o Doméstico

Csp: Consumo Sector Agrícola

Csm: Consumo Sector Industrial

Ccss: Consumo Sector de Servicios

Ce: Consumo del Sector de Energía

Ca: Consumo del Sector Acuícola

Aenc: Extraída no consumida

El cálculo de la oferta hídrica natural disponible (*Oh*), se realiza para condiciones hidrológicas medias y secas, con base en las series de caudales medios mensuales y anuales; las condiciones secas corresponden al año típico seco, construido a partir de los caudales mínimos de las series de los caudales medios mensuales; este parámetro se calcula a través de:

$$Oh = Oh_{total} - O_{amb}$$

Donde

Oh_{total}: Es el volumen total de agua superficial en una unidad de análisis espacial y temporal determinada.

O_{amb}. Es el volumen de agua correspondiente al caudal ambiental en la misma unidad de análisis espacial y de tiempo de la oferta total.

De acuerdo con el IDEAM (2010), la categorización de la condición de presión de la demanda sobre la oferta hídrica disponible se define a partir de cinco rangos (muy alta, alta, media, baja y muy baja). Para el cálculo de este parámetro durante la formulación del POMCA del río Gualí (CORTOLIMA, 2014), se tomó como referente el concepto de Naciones Unidas, utilizado en los indicadores del Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2008), en el cual se considera que cuando la relación de la demanda sobre la oferta, en condiciones hidrológicas de un año medio, sobrepasa el

20%, deben iniciarse programas de ordenamiento y conservación de cuencas, a fin de hacer sostenible el recurso hídrico, evitando situaciones que afecten el abastecimiento de agua y prevenir futuras crisis. En la Tabla 123, se presentan los rangos y categorías del Índice del Uso del Agua (IUA), establecidos por el IDEAM.

Tabla 123. Rangos y categorías del índice del uso del agua (IUA).

Rango IUA	Calificación	Interpretación
> 50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.
20,01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.
10,01 - 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
01-oct	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
< 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

Fuente: POMCA Río Gualí.

- Caudal Ambiental

Para calcular el caudal ambiental (Q_{amb}), el cual se define como el régimen hídrico que se da en un río, humedal o zona costera para mantener ecosistemas y sus beneficios donde existen usos del agua que compiten entre sí y donde los caudales se regulan. Durante la formulación del POMCA del río Gualí, se emplearon diversas metodologías para estimar el caudal ambiental, entre ellas: Lo estipulado en la Resolución 865 del año 2004 expedida por el Ministerio de Ambiente, Desarrollo y Vivienda Territorial (actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), el Método basado en el Índice de Retención Hídrica (IRH) y la Metodología Caudal 7Q10. En la Tabla 124, se presentan los valores de los caudales ambientales (de acuerdo a cada una de las metodologías implementadas) para las subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

De acuerdo a la tabla anterior, se puede resaltar que el caudal ambiental $Q_{97,5}$ es en promedio el 38% del caudal medio del balance de largo plazo, con un rango de variación entre el 21% y el 71%; el caudal ambiental Q_{25} es el promedio del 18% del caudal medio de largo plazo, con un rango de variación entre 10% y 33%; el caudal ambiental estimado a partir del índice de Regulación Hídrica Q_{IRH} , constituye en promedio el 56% del caudal medio de largo plazo, con un rango de variación entre 37% y 90% (POMCA río Gualí).

a) Estimación del Caudal Ambiental, considerando condiciones hidrológicas (secas, húmedas)

De acuerdo al POMCA del río Gualí, la estimación de caudales ambientales para las condiciones hidrológicas secas, húmedas y normales, se realizó según las fases del sistema ENSO. Dicho análisis se realiza debido a que Colombia, debido a su ubicación geográfica posee una alta variabilidad climática, influenciada principalmente por el pazo de la Zona de Confluencia Inter Tropical (ZCIT), a la cual se debe la bimodalidad del clima en la mayor parte del territorio del país. Igualmente se debe considerar la influencia de la corriente de vientos del chorro del Chocó, que transporta aire cargado de humedad desde el Pacífico hacia el interior del territorio colombiano. Se ha demostrado que el ENSO (El Niño Southern Oscillation) ejerce una fuerte influencia en el clima colombiano, causando efectos positivos o negativos de acuerdo a la fase en la cual se encuentre. Adicionalmente, la hidroclimatología de Colombia está influenciada por otros fenómenos macroclimáticos como la NAO (Oscilación del Atlántico Norte), la PDO (Oscilación Decadal del Pacífico) y la MJO (Oscilación de Madden-Julian) (POMCA río Gualí. CORTOLIMA, 2014).

Tabla 124. Características hidroclimáticas y valores de caudales ambientales, para las subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Cuenca		Pp (mm/año)	EVR (mm/año)	EVP (mm/día)	Área (km ²)	Caudal medio Balance (m ³ /seg)	Caudal Q _{97,5} (m ³ /seg)	Caudal Q ₂₅ m ³ /seg)	Q _{IRH} (m ³ /seg)
Q. Padilla	Q. Padilla	2048	1375	4,29	47,59	1,015	0,726	0,331	0,911
	Q. Rabo de Gallo	2140	1428	4,31	9,444	0,213	0,141	0,066	0,183
R. Aguacatal	R. Aguacatal	1981	760	2,82	98,016	3,796	1,509	0,68	2,183
	Q. Dantas	2152	831	2,96	1,658	0,069	0,024	0,012	0,038
	Q. Tasajeras	1591	516	2,34	2,041	0,07	0,03	0,014	0,045
R. Cajones	R. Cajones	1792	672	2,66	83,926	2,982	1,289	0,582	1,804
	R. San Luis	1577	520	2,35	1,589	0,053	0,023	0,011	0,033
	Q. Peñales	1814	673	2,67	14,009	0,507	0,21	0,098	0,31
R. Medina		3549	1277	3,66	91,643	6,606	1,409	0,636	2,5
R. Sucio		3439	1320	3,78	87,937	5,909	1,351	0,61	2,34
R. Alto Gualí		1995	765	2,81	405,601	15,289	6,359	2,699	9,174
R. Bajo Gualí		2472	1057	3,38	791,132	35,494	12,511	5,429	18,315
R. Medio Gualí		2145	843	2,96	465,142	19,215	7,305	3,201	10,637
Q. Agua de Dios		2556	1057	3,35	15,36	0,73	0,231	0,108	0,359
Q. Campeón		2709	1093	3,4	13,54	0,694	0,203	0,095	0,31
Q. Chimine		2635	1575	4,3	36,65	1,231	0,557	0,256	0,806
Q. El Guarumo		2520	966	3,18	15,946	0,786	0,24	0,112	0,377
Q. Nicua		3173	1244	3,68	12,85	0,786	0,193	0,09	0,291
Q. San José		2618	1064	3,36	10,57	0,521	0,158	0,074	0,244
Q. Morales		2493	1517	4,29	7,26	0,225	0,108	0,051	0,16
Q. Oromanzo		2952	1214	3,66	5,26	0,29	0,078	0,037	0,117
Q. San Rafael		2635	1074	3,37	8,031	0,398	0,12	0,056	0,186

Fuente: POMCA Río Gualí. Sombreado en azul las subcuencas enmarcadas en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

De acuerdo a los cálculos realizados durante la Formulación del POMCA del río Gualí, se concluye que para todas las subcuencas, el ciclo anual de los caudales tiene un comportamiento bimodal con caudales máximos en los trimestres marzo-abril-mayo y octubre-noviembre-diciembre, por su parte los caudales mínimos mensuales promedio se presentan en los períodos enero-febrero y julio-agosto-septiembre. Adicionalmente, se puede observar que el ciclo anual presenta valores de caudal mensual promedio de mayor magnitud durante la fase La Niña, y valores de caudal promedio de menor magnitud durante la fase El Niño. Durante la fase Normal, el ciclo anual se encuentra entre el ciclo anual de condición hidrológica húmeda (La Niña) y el ciclo anual de condición hidrológica seca (El Niño).

- Demanda Hídrica

Teniendo en cuenta los análisis realizados para la formulación del POMCA del río Gualí, la demanda hídrica se estimó a partir de los censo de usuarios. La Tabla 125, presenta los valores de demanda actual para las subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí.

Tabla 125. Demanda actual.

Cuenca		Demanda (l/seg)
Q. Padilla	Q. Padilla	196
	Q. Rabo de Gallo	8,64
R. Aguacatal	R. Aguacatal	0,228
	Q. Dantas	Sin información
	Q. Tasajeras	Sin información
R. Cajones	R. Cajones	17,902
	R. San Luis	Sin información
	Q. Peñales	17,509
R. Medina		46,549
R. Sucio		217,054
R. Alto Gualí		77,086
R. Bajo Gualí		637
R. Medio Gualí		83,087
Q. Agua de Dios		0,006
Q. Campeón		3,84
Q. Chimine		0,311
Q. El Guarumo		57,99
Q. Nicua		0,065
Q. San José		0,063
Q. Morales		Sin información
Q. Oromanzo		Sin información
Q. San Rafael		Sin información

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las subcuencas enmarcadas en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Oferta Hídrica

Se presentan a continuación los cálculos realizados durante la formulación del POMCA del río Gualí. En términos generales, los resultados indican que la oferta hídrica superficial disponible es positiva sólo cuando se realizan los cálculos a partir de Caudal Q_{25} . En los demás casos el caudal ambiental $Q_{97,5}$ y Q_{IRH} , está siendo afectado (el valor en el que se afecta la corriente, para que se conserven los caudales ambientales se presenta negativo). La Tabla 126, presenta la oferta hídrica superficial estimada para la condición de año hidrológico seco.

Tabla 126. Oferta Hídrica superficial estimada para las subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí, para año hidrológico seco.

Cuenca		Q _{min} Tr=10 años (m3/seg)	Caudal Q _{97,5} (m3/seg)	Caudal Q ₂₅ (m3/seg)	Caudal Q _{IRH} (m3/seg)	OHS Q _{97,5}	OHS Q ₂₅	OHS Q _{IRH}
Q. Padilla	Q. Padilla	0,612	0,726	0,331	0,911	-0,114	0,281	-0,299
	Q. Rabo de Gallo	0,119	0,141	0,066	0,183	-0,022	0,053	-0,064
R. Aguacatal	R. Aguacatal	1,271	1,509	0,68	2,183	-0,238	0,591	-0,912
	Q. Dantas	0,021	0,024	0,012	0,038	-0,003	0,009	-0,017
	Q. Tasajeras	0,025	0,03	0,014	0,045	-0,005	0,011	-0,02
R. Cajones	R. Cajones	1,086	1,289	0,582	1,804	-0,203	0,504	-0,718
	R. San Luis	0,02	0,023	0,011	0,033	-0,003	0,009	-0,013
	Q. Peñales	0,178	0,21	0,098	0,31	-0,032	0,08	-0,132
R. Medina		1,187	1,409	0,636	2,5	-0,222	0,551	-1,313
R. Sucio		1,138	1,351	0,61	2,34	-0,213	0,528	-1,202
R. Alto Gualí		5,161	6,359	2,699	9,174	-1,198	2,462	-4,013
R. Bajo Gualí		10,5	12,511	5,429	18,315	-2,011	5,071	-7,815
R. Medio Gualí		6,137	7,305	3,201	10,637	-1,168	2,936	-4,5
Q. Agua de Dios		0,195	0,231	0,108	0,359	-0,036	0,087	-0,164
Q. Campeón		0,172	0,203	0,095	0,31	-0,031	0,077	-0,138
Q. Chimine		0,47	0,557	0,256	0,806	-0,087	0,214	-0,336
Q. El Guarumo		0,203	0,24	0,112	0,377	-0,037	0,091	-0,174
Q. Nicua		0,163	0,193	0,09	0,291	-0,03	0,073	-0,128
Q. San José		0,134	0,158	0,074	0,244	-0,024	0,06	-0,11
Q. Morales		0,091	0,108	0,051	0,16	-0,017	0,04	-0,069
Q. Oromanzo		0,066	0,078	0,037	0,117	-0,012	0,029	-0,051
Q. San Rafael		0,101	0,12	0,056	0,186	-0,019	0,045	-0,085

Fuente: POMCA Río Gualí. Sombreado en azul las subcuencas enmarcadas en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Se presentan, de acuerdo al POMCA del río Gualí los valores de oferta hídrica superficial disponible para las subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí, para la condición de año hidrológico normal (Tabla 127).

Los resultados permiten concluir que para los años hidrológicos de condición seca, las estimaciones de oferta hídrica superficial disponible son positivas para las subcuencas que conforman la cuenca hidrográfica del río Gualí; cuando la estimación de la oferta hídrica superficial disponible se calcula utilizando Q_{97,5} y Q_{IRH} las cuencas presentan déficit hídrico. Por su parte para las condiciones hidrológicas normales, la oferta hídrica superficial disponible constituye en promedio el 62%, 82% y 44% del caudal medio anual para las estimaciones con los caudales Q_{97,5}, Q₂₅ y Q_{IRH}, respectivamente.

Tabla 127. Oferta hídrica superficial estimada para las subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí, para año hidrológico normal.

Cuenca		Caudal Q97,5 (m3/seg)	Caudal Q25 (m3/seg)	Caudal QIRH (m3/seg)	OHS Q97,5	OHS Q25	OHS QIRH
Q. Padilla	Q. Padilla	0,726	0,331	0,911	0,289	0,684	0,104
	Q. Rabo de Gallo	0,141	0,066	0,183	0,072	0,147	0,03
R. Aguacatal	R. Aguacatal	1,509	0,68	2,183	2,287	3,116	1,613
	Q. Dantas	0,024	0,012	0,038	0,045	0,057	0,031
	Q. Tasajeras	0,03	0,014	0,045	0,04	0,058	0,025
R. Cajones	R. Cajones	1,289	0,582	1,804	1,693	2,4	1,178
	R. San Luis	0,023	0,011	0,033	0,03	0,042	0,02
	Q. Peñales	0,21	0,098	0,31	0,297	0,409	0,197
R. Medina		1,409	0,636	2,5	5,197	5,97	4,106
R. Sucio		1,351	0,61	2,34	4,558	5,299	3,569
R. Alto Gualí		6,359	2,699	9,174	8,93	12,59	6,115
R. Bajo Gualí		12,511	5,429	18,315	22,983	30,085	17,179
R. Medio Gualí		7,305	3,201	10,637	11,91	16,014	0,578
Q. Agua de Dios		0,231	0,108	0,359	0,499	0,622	0,371
Q. Campeón		0,203	0,095	0,31	0,491	0,599	0,384
Q. Chimine		0,557	0,256	0,806	0,674	0,975	0,425
Q. El Guarumo		0,24	0,112	0,377	0,546	0,674	0,409
Q. Nicua		0,193	0,09	0,291	0,593	0,696	0,495
Q. San José		0,158	0,074	0,244	0,363	0,447	0,277
Q. Morales		0,108	0,051	0,16	0,117	0,174	0,065
Q. Oromanzo		0,078	0,037	0,117	0,212	0,253	0,173
Q. San Rafael		0,12	0,056	0,186	0,278	0,342	0,212

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las subcuencas enmarcadas en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Cálculo del IUA para las subcuencas que conforman la Cuenca del Río Gualí

A partir de los cálculos anteriores, en la Tabla 128, se presentan los resultados del cálculo del IUA realizado para el POMCA del río Gualí, en donde se muestran los valores para cada una de las subcuencas que conforman la cuenca, en condiciones hidrológicas secas. De acuerdo a la definición anterior, si el IUA sobrepasa el 20%, deben iniciarse programas de ordenamiento y de conservación de cuencas a fin de hacer sostenible el recurso. Bajo esta consideración y de acuerdo a los resultados, las cuencas de la quebrada Padilla, río Sucio, quebrada el Guarumo y quebrada Peñales (afluente del río Cajones), deben iniciar programas de ordenamiento y conservación, ya que la demanda es mayor que la oferta.

Tabla 128. Índice de Uso del Agua (IUA) para la subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí, en condiciones hidrológicas de año seco.

Cuenca		Oh (m3/seg)	Dh (m3/seg)	IUA (%)	Calificación
Q. Padilla	Q. Padilla	0,281	0,19632	69,86	Muy Alto
	Q. Rabo de Gallo	0,053	0,00864	16,3	Moderado
R. Aguacatal	R. Aguacatal	0,591	2,30E-04	0,04	Muy Bajo
	Q. Dantas	0,009	Sin información	Sin información	Sin información
	Q. Tasajeras	0,011	Sin información	Sin información	Sin información
R. Cajones	R. Cajones	0,504	0,01791	3,55	Bajo
	R. San Luis	0,009	Sin información	Sin información	Sin información
	Q. Peñales	0,08	0,0175	21,88	Alto
R. Medina		0,551	4,64E-02	8,42	Bajo
R. Sucio		0,528	0,217	41,1	Alto
R. Alto Gualí		2,462	0,077	3,13	Bajo
R. Bajo Gualí		5,071	0,637	12,56	Moderado
R. Medio Gualí		2,936	0,083	2,83	Bajo
Q. Agua de Dios		0,087	6,00E-07	0	Muy Bajo
Q. Campeón		0,07	0,0038	4,94	Bajo
Q. Chimine		0,214	0,0003	0,14	Muy Bajo
Q. El Guarumo		0,091	0,058	63,74	Muy Alto
Q. Nicua		0,073	0,0001	0,14	Muy Bajo
Q. San José		0,06	0,0001	0,17	Muy Bajo
Q. Morales		0,04	Sin información	Sin información	Sin información
Q. Oromanzo		0,029	Sin información	Sin información	Sin información
Q. San Rafael		0,045	Sin información	Sin información	Sin información

Fuente: POMCA Río Gualí. Sombreado en azul las subcuencas enmarcadas en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

La Tabla 129, muestra los resultados obtenidos para el cálculo del Índice del Uso del Agua (IUA) en un año hidrológico normal, las estimaciones del IUA se realizaron considerando los caudales ambientales obtenidos por las metodologías Q_{25} , $Q_{97,5}$ y Q_{IRH} . Estos cálculos y análisis fueron realizados en el marco de la formulación del POMCA del río Gualí.

Cabe mencionar que la estimación del IUA, para condiciones hidrológicas normales o medias, no corresponde a un análisis en condiciones críticas de oferta, como si lo es el IUA estimado para condiciones hidrológicas secas.

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que el Índice de Uso del Agua (IUA) para condición hidrológica de año medio o normal, estimado con Q_{IRH} muestra que solo las subcuencas de las quebradas Padilla y Rabo de Gallo (afluente del río Padilla) presentan IUA Muy Altos y Altos, es decir que la demanda es significativamente alta respecto a la oferta superficial disponible), requiriéndose la construcción de estrategias de gestión del recurso hídrico. El IUA es moderado

solo para la subcuenca de la quebrada El Guarumo, las demás subcuencas el IUA es Bajo o Muy Bajo, lo que sugiere que la demanda es baja respecto a la oferta.

Tabla 129. Índice de Uso del Agua (IUA) para las subcuencas que conforman la cuenca del Río Gualí, en condiciones de año hidrológico normal o medio.

Cuenca		Dh (m3/seg)	Estimado con Q25			Estimado con Q97,5			Estimado con QIRH		
			Oh (m3/seg)	IUA (%)	Calificación	Oh (m3/seg)	IUA (%)	Calificación	Oh (m3/seg)	IUA (%)	Calificación
Q. Padilla	Q. Padilla	0,19632	0,684	2,87	Alto	0,289	67,93	Muy Alto	0,104	188,8	Muy Alto
	Q. Rabo de Gallo	0,00864	0,147	5,99	Bajo	0,072	12	Moderado	0,03	28,8	Alto
R. Aguacatal	R. Aguacatal	2,00E-04	3,116	0,01	Muy Bajo	2,287	0,01	Muy Bajo	1,613	0,01	Muy Bajo
	Q. Dantas	S/I	0,057	S/I	Sin información	0,045	S/I	Sin información	0,031	S/I	Sin información
	Q. Tasajeras	S/I	0,056	S/I	Sin información	0,04	S/I	Sin información	0,025	S/I	Sin información
R. Cajones	R. Cajones	0,01791	2,4	0,75	Muy Bajo	1,693	1,06	Bajo	1,178	1,52	Bajo
	R. San Luis	S/I	0,042	S/I	Sin información	0,03	S/I	Sin información	0,02	S/I	Sin información
	Q. Peñales	0,0175	0,409	4,28	Bajo	0,297	5,89	Bajo	0,197	8,88	Bajo
R. Medina		4,64E-02	5,97	0,78	Muy Bajo	5,197	0,89	Muy Bajo	4,106	1,13	Bajo
R. Sudio		0,217	5,299	4,1	Bajo	4,558	4,76	Bajo	3,569	6,08	Bajo
R. Alto Gualí		0,077	12,59	0,61	Muy Bajo	8,93	0,86	Muy Bajo	6,115	1,26	Bajo
R. Bajo Gualí		0,637	30,065	2,12	Bajo	22,983	2,77	Bajo	17,179	3,71	Bajo
R. Medio Gualí		0,083	16,014	0,52	Muy Bajo	11,91	0,7	Muy Bajo	8,578	0,97	Muy Bajo
Q. Agua de Dios		6,00E-07	0,622	0	Muy Bajo	0,499	0	Muy Bajo	0,371	0	Muy Bajo
Q. Campeón		0,0038	0,599	0,63	Muy Bajo	0,491	0,77	Muy Bajo	0,384	0,99	Muy Bajo
Q. Chimine		0,0003	0,975	0,03	Muy Bajo	0,674	0,04	Muy Bajo	0,425	0,07	Muy Bajo
Q. El Guarumo		0,058	0,674	9,61	Bajo	0,546	10,62	Moderado	0,409	14,19	Moderado
Q. Nicua		0,0001	0,698	0,01	Muy Bajo	0,593	0,02	Muy Bajo	0,495	0,02	Muy Bajo
Q. San José		0,0001	0,447	0,02	Muy Bajo	0,363	0,03	Muy Bajo	0,277	0,04	Muy Bajo
Q. Morales		S/I	0,174	S/I	Sin información	0,117	S/I	Sin información	0,055	S/I	Sin información
Q. Oromanzo		S/I	0,253	S/I	Sin información	0,212	S/I	Sin información	0,173	S/I	Sin información
Q. San Rafael		S/I	0,342	S/I	Sin información	0,279	S/I	Sin información	0,212	S/I	Sin información

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las subcuencas enmarcadas en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento

De acuerdo al IDEAM (2010) el Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH), se define como el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas (como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico - Niño) podría generar riesgos de desabastecimiento.

El IVH se determina a través de una matriz de relación de rangos del Índice de Regulación Hídrica (IRH) y el Índice del Uso del Agua (IUA). De acuerdo al POMCA del río Gualí, las categorías de calificación se presentan en la Tabla 130.

Tabla 130. Matriz de relación para categorizar el índice de vulnerabilidad hídrica.

Índice de Uso del Agua (IUA)	Índice de Regulación Hídrica (IRH)	Calificación Índice de Vulnerabilidad (IVH)
Muy Bajo	Alto	Muy Bajo
Muy Bajo	Moderado	Bajo
Muy Bajo	Bajo	Medio
Muy Bajo	Muy Bajo	Medio
Bajo	Alto	Bajo
Bajo	Moderado	Bajo
Bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy Bajo	Medio
Medio	Alto	Medio
Medio	Moderado	Medio
Medio	Bajo	Alto
Medio	Muy Bajo	Alto
Alto	Alto	Medio
Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Muy Bajo	Muy Alto
Muy Alto	Alto	Medio
Muy Alto	Moderado	Alto
Muy Alto	Bajo	Alto
Muy Alto	Muy Bajo	Muy Alto

Fuente: POMCA río Gualí, IDEAM (2010).

Teniendo en cuenta lo anterior, para la formulación del POMCA del río Gualí, se calculó el Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento, para las subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí (Tabla 131).

De acuerdo a lo anterior, se observa que existe una fragilidad en el sistema hídrico para mantener la oferta hídrica para el abastecimiento de agua de las subcuencas hidrográficas de la quebrada Padilla, río Sucio y quebrada Guarumo. Las subcuencas de los ríos Medina, Bajo Gualí y quebrada Chimine, presentan una vulnerabilidad media al desabastecimiento hídrico en período de año seco.

Igualmente, se realizó el análisis del Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH) en las subcuencas que conforman la cuenca del río Gualí, para la condición de año hidrológico normal. En las Tablas 132, 133 y 134 se presentan los valores para cada una, se destaca que el IVH en la quebrada Rabo de Gallo (afluente de la quebrada Padilla) de acuerdo con el cálculo a partir de las tres metodologías, presenta un IVH Alto para la estimación de caudal ambiental Q_{IRH} , las quebradas Chimine y Guarumo presentan un IVH Moderado. Considerando los dos análisis, se infiere que el IVH que presenta condiciones de vulnerabilidad por desabastecimiento son los que corresponden a un período seco.

Tabla 131. Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH) para las subcuencas del río Gualí, en condiciones de año hidrológico seco.

Cuenca		IUA (%)	Calificación	IRH	Calificación	IVH
Q. Padilla	Q. Padilla	69,86	Muy Alto	0,66	Moderado	Alto
	Q. Rabo de Gallo	16,3	Moderado	0,65	Moderado	Medio
R. Aguacatal	R. Aguacatal	0,04	Muy Bajo	0,77	Alto	Muy Bajo
	Q. Dantas	S/I	Sin información	0,75	Alto	Sin información
	Q. Tasajeras	S/I	Sin información	0,77	Alto	Sin información
R. Cajones	R. Cajones	3,55	Bajo	0,77	Alto	Bajo
	R. San Luis	S/I	Sin información	0,77	Alto	Sin información
	Q. Peñales	21,88	Alto	0,76	Alto	Medio
R. Medina		8,42	Bajo	0,68	Moderado	Bajo
R. Sucio		41,1	Alto	0,69	Moderado	Alto
R. Alto Gualí		3,13	Bajo	0,76	Alto	Bajo
R. Bajo Gualí		12,56	Moderado	0,73	Moderado	Medio
R. Medio Gualí		2,83	Bajo	0,75	Alto	Bajo
Q. Agua de Dios		0	Muy Bajo	0,74	Moderado	Bajo
Q. Campeón		4,94	Bajo	0,72	Moderado	Bajo
Q. Chimine		0,14	Muy Bajo	0,62	Bajo	Medio
Q. El Guarumo		63,74	Muy Alto	0,74	Moderado	Alto
Q. Nicua		0,14	Muy Bajo	0,72	Moderado	Bajo
Q. San José		0,17	Muy Bajo	0,73	Moderado	Bajo
Q. Morales		S/I	Sin información	0,64	Bajo	Sin información
Q. Oromanzo		S/I	Sin información	0,72	Moderado	Sin información
Q. San Rafael		S/I	Sin información	0,73	Moderado	Sin información

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las subcuencas enmarcadas en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Oferta hídrica disponible total para usuarios jurídicos (Acueductos)

Se presentan los análisis realizados durante la formulación del POMCA del río Gualí sobre la oferta y demanda hídrica por parte de los usuarios jurídicos (acueductos), con el propósito de contextualizar el uso por parte los usuarios al recurso hídrico, sin embargo se hace la aclaración, de que los puntos de captación no se encuentran dentro del entorno local definido para el complejo de páramos Los Nevados, pero si son beneficiarios de los cauces que nacen dentro de dicho entorno, lo que permite evidenciar la importancia de conservar los cauces de la parte alta del río Gualí, los cuales en su mayoría que nacen en el ecosistema de páramo o en las partes más altas, ya que los usuarios (acueductos) ubicados en la parte media y baja de la cuenca dependen directamente de ellos.

Tabla 132. Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH) para las subcuencas del río Gualí, en condiciones de año hidrológico normal. Estimado con Q₂₅.

Cuenca		IRH	Calificación	Estimado con Q ₂₅		
				IUA (%)	Categoría	IVH
Q. Padilla	Q. Padilla	0,66	Moderado	2,87	Alto	Alto
	Q. Rabo de Gallo	0,65	Moderado	5,99	Bajo	Bajo
R. Aguacatal	R. Aguacatal	0,77	Alto	0,01	Muy Bajo	Muy Bajo
	Q. Dantas	0,75	Alto	S/I	Sin información	Sin información
	Q. Tasajeras	0,77	Alto	S/I	Sin información	Sin información
R. Cajones	R. Cajones	0,77	Alto	0,75	Muy Bajo	Muy Bajo
	R. San Luis	0,77	Alto	S/I	Sin información	Sin información
	Q. Peñales	0,76	Alto	4,28	Bajo	Bajo
R. Medina		0,68	Moderado	0,78	Muy Bajo	Bajo
R. Sucio		0,69	Moderado	4,1	Bajo	Bajo
R. Alto Gualí		0,76	Alto	0,61	Muy Bajo	Muy Bajo
R. Bajo Gualí		0,73	Moderado	2,12	Bajo	Bajo
R. Medio Gualí		0,75	Alto	0,52	Muy Bajo	Muy Bajo
Q. Agua de Dios		0,74	Moderado	0	Muy Bajo	Bajo
Q. Campeón		0,72	Moderado	0,63	Muy Bajo	Bajo
Q. Chimine		0,62	Bajo	0,03	Muy Bajo	Medio
Q. El Guarumo		0,74	Moderado	9,61	Bajo	Bajo
Q. Nicua		0,72	Moderado	0,01	Muy Bajo	Bajo
Q. San José		0,73	Moderado	0,02	Muy Bajo	Bajo
Q. Morales		0,64	Bajo	S/I	Sin información	Sin información
Q. Oromanzo		0,72	Moderado	S/I	Sin información	Sin información

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las subcuencas enmarcadas en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Tabla 133. Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH) para las subcuencas del río Gualí, en condiciones de año hidrológico normal. Estimado con Q_{97,5}.

Cuenca		IRH	Calificación	Estimado con Q _{97,5}		
				IUA (%)	Categoría	IVH
Q. Padilla	Q. Padilla	0,66	Moderado	67,93	Muy Alto	Alto
	Q. Rabo de Gallo	0,65	Moderado	12	Muy Bajo	Medio
R. Aguacatal	R. Aguacatal	0,77	Alto	0,01	Muy Bajo	Muy Bajo
	Q. Dantas	0,75	Alto	S/I	Sin información	Sin información
	Q. Tasajeras	0,77	Alto	S/I	Sin información	Sin información
R. Cajones	R. Cajones	0,77	Alto	1,06	Bajo	Bajo
	R. San Luis	0,77	Alto	S/I	Sin información	Sin información
	Q. Peñales	0,76	Alto	5,89	Bajo	Bajo

Cuenca	IRH	Calificación	Estimado con $Q_{97,5}$		
			IUA (%)	Categoría	IVH
R. Medina	0,68	Moderado	0,89	Muy Bajo	Bajo
R. Sucio	0,69	Moderado	4,76	Bajo	Bajo
R. Alto Gualí	0,76	Alto	0,86	Muy Bajo	Muy Bajo
R. Bajo Gualí	0,73	Moderado	2,77	Bajo	Bajo
R. Medio Gualí	0,75	Alto	0,7	Muy Bajo	Muy Bajo
Q. Agua de Dios	0,74	Moderado	0	Muy Bajo	Bajo
Q. Campeón	0,72	Moderado	0,77	Muy Bajo	Bajo
Q. Chimine	0,62	Bajo	0,04	Muy Bajo	Medio
Q. El Guarumo	0,74	Moderado	10,62	Moderado	Medio
Q. Nicua	0,72	Moderado	0,02	Muy Bajo	Bajo
Q. San José	0,73	Moderado	0,03	Muy Bajo	Bajo
Q. Morales	0,64	Bajo	S/I	Sin información	Sin información
Q. Oromanzo	0,72	Moderado	S/I	Sin información	Sin información
Q. San Rafael	0,73	Moderado	S/I	Sin información	Sin información

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las subcuencas enmarcadas en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Tabla 134. Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH) para las subcuencas del río Gualí, en condiciones de año hidrológico normal. Estimado con Q_{IRH} .

Cuenca		IRH	Calificación	Estimado con Q_{IRH}		
				IUA (%)	Categoría	IVH
Q. Padilla	Q. Padilla	0,66	Moderado	188,8	Muy Alto	Alto
	Q. Rabo de Gallo	0,65	Moderado	28,8	Alto	Alto
R. Aguacatal	R. Aguacatal	0,77	Alto	0,01	Muy Bajo	Muy Bajo
	Q. Dantas	0,75	Alto	S/I	Sin información	Sin información
	Q. Tasajeras	0,77	Alto	S/I	Sin información	Sin información
R. Cajones	R. Cajones	0,77	Alto	1,52	Bajo	Bajo
	R. San Luis	0,77	Alto	S/I	Sin información	Sin información
	Q. Peñales	0,76	Alto	8,88	Bajo	Bajo
R. Medina		0,68	Moderado	1,13	Bajo	Bajo
R. Sucio		0,69	Moderado	6,08	Bajo	Bajo
R. Alto Gualí		0,76	Alto	1,26	Bajo	Bajo
R. Bajo Gualí		0,73	Moderado	3,71	Bajo	Bajo
R. Medio Gualí		0,75	Alto	0,97	Muy Bajo	Muy Bajo
Q. Agua de Dios		0,74	Moderado	0	Muy Bajo	Bajo
Q. Campeón		0,72	Moderado	0,99	Muy Bajo	Bajo
Q. Chimine		0,62	Bajo	0,07	Muy Bajo	Medio
Q. El Guarumo		0,74	Moderado	14,19	Moderado	Medio
Q. Nicua		0,72	Moderado	0,02	Muy Bajo	Bajo

Cuenca	IRH	Calificación	Estimado con Q_{IRH}		
			IUA (%)	Categoría	IVH
Q. San José	0,73	Moderado	0,04	Muy Bajo	Bajo
Q. Morales	0,64	Bajo	S/I	Sin información	Sin información
Q. Oromanzo	0,72	Moderado	S/I	Sin información	Sin información
Q. San Rafael	0,73	Moderado	S/I	Sin información	Sin información

Fuente: POMCA río Gualí. Sombreado en azul las subcuencas enmarcadas en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

La estimación de la oferta hídrica disponible total para usuarios jurídicos (acueductos), se realizó a partir de la información de los censos de usuarios. La Tabla 135, muestra el caudal concesionado a los acueductos, a partir del cual se realiza el balance de oferta y demanda hídrica.

La Tabla 136, muestra la oferta hídrica total disponible para cada uno de los puntos de captación de las concesiones (Tabla 71), los valores se obtienen a partir de la regionalización de caudales mínimos de 10 años de período de retorno, los caudales ambientales estimados por los diversos métodos, las captaciones y los vertimientos (POMCA río Gualí). Los resultados indican que para los 17 puntos de captación la oferta no satisface la demanda (caudal concesionado), cuando la oferta se estima a partir de los caudales $Q_{97,5}$ y Q_{IRH} . Sin embargo, cuando la oferta hídrica total disponible se estima utilizando el caudal ambiental Q_{25} , 10 de los puntos de captación presentan superávit hídrico, mientras que los 7 restantes presentan déficit.

18.5.4 Río Lagunilla

La cuenca del río Lagunilla se encuentra localizada en el flanco derecho de la cordillera Central, al norte del departamento del Tolima, con un área 83.335,51 ha, donde tienen influencia los municipios de Casabianca, Palocabildo, Armero Guayabal, Ambalema, Lérída, Líbano y Villahermosa. El río Lagunilla nace en el nevado del Ruíz y desemboca en el río Magdalena, municipio de Ambalema, con una longitud de cause de 58.20 km. Sus afluentes son los ríos Azufrado, Bledo, Nuevo, Vallecitos y las quebradas Cristalina, Mina Pobre, La Mina, Aguafria, Joya, Motilón, Las Animas, San Pablo, El Dorado, La Esmeralda, Honda, La Bonita, La Española, Negra, Guayabal, Cantafрона y Las Palmas (Reinoso-Flórez *et al.*, 2008).

El río Lagunilla, desde su nacimiento hasta su desembocadura, comprende las siguientes zonas de vida:

- Zona de páramo: Comprende desde los 3500 hasta los 5400 m, presentando temperaturas entre los 0 a 8 o C, correspondiendo a la formación de páramopluvial subandino. La precipitación oscila entre los 140 y 2150 mm, el relieve es de fuertes y largas pendientes pero en las partes más baja varía entre fuertemente ondulado a escarpado.

- Zona fría: El rango altitudinal oscila entre los 1800 y 3600 m, temperatura de 8 a 12 o C. Elk bosque muy húmedo montano (bmh-M) es la formación vegetal predominante donde el relieve varía fuertemente de ondulado a escarpado. El rango de precipitación para esta zona está comprendido entre los 2000 y 2300 mm.

Tabla 135. Caudal concesionado para usuarios jurídicos (acueductos).

ID	Nombre	Fuente Hídrica	No. De Personas	No. Personas Transitorias	Caudal (L/seg)
01-071	JAC Vereda Los Andes	Quebrada Cabrera	203		1,29
04-074	Asociación Acueducto Vereda San Diego y San Juan	Q. La Esperanza, La Comunal	360		1,8
05-002	Asociación de Usuarios Acueducto Las Camelias	Q. Todos Los Santos	788	112	10,3
05-065	Asociación de Usuarios del Acueducto Regional Puente Tierra - El Tablazo -San Bernardo	Q. Guazano - La Planta	3895		16,24
04-083	Asociación de Usuarios del Acueducto Rural Recursos Hídricos La Cabaña	Q. El Silencio	1000	1500	11,73
01-066	Asociación de Usuarios del Acueducto Rural La Sierra	Q. La Mina - La Florida	800		3,33
01-045	JAC Barrio San Luis	Q. Mate-Guadua	90		0,5
04-094	JAC Vereda Alto Rico	Q. El Lomo	4	20	22
04-062	JAC Vereda Caucasia	Q. La Represa	108	200	1,75
01-072	JAC Vereda El Arrayan	Q. El Arrayan	90		2,5
01-075	JAC Vereda Primavera	Q. La Primavera	70		0,45
05-047	JAC Veredas Las Lomas y San Andrés	Q. San Juan	225		3,2
01-089	Asociación de Usuarios Acueducto Vereda La Parroquia	Sin información	520		1,5
02-035	Asociación Comunitaria de Usuarios Vereda El Hatillo	Q. Cabrera	76		0,22
04-002	Acueducto Veredas Las Marías, Pitalito, Todos Los Santos	Q. Cabrera	200	300	0,58
05-006	Acueducto La Mesa	Q. Cantadera	332		0,96
04-067	Espumas - Sociedad Anónima Empresa Prestadora de Servicios Públicos	Río Sucio	32600	350000	180

Fuente: POMCA río Gualí.

Tabla 136. Balance de oferta y demanda para los usuarios jurídicos (acueductos), estimación realizada para la condición de año hidrológico seco.

ID	Caudal Captado (L/seg)	OHD Q _{97,5}	Estado	OHK Q ₂₅	Estado	OHD Q _{IRH}	Estado
		Caudal (L/Seg)		Caudal (L/Seg)		Caudal (L/Seg)	
01-071	1,29	-2,1	Déficit	0,56	Superávit	-5,15	Déficit
04-074	1,8	-1,89	Déficit	0,18	Superávit	-2,28	Déficit
05-002	10,3	-10,38	Déficit	-10,13	Déficit	-10,7	Déficit
04-065	16,24	-16,72	Déficit	-15,14	Déficit	-18,57	Déficit
04-083	11,73	-12,46	Déficit	-10,04	Déficit	-8,14	Déficit
01-068	3,33	-4,33	Déficit	-0,98	Déficit	-8,14	Déficit
01-045	0,5	-0,93	Déficit	0,49	Superávit	-2,61	Déficit
04-094	22	-47,39	Déficit	39,49	Superávit	-132,32	Déficit
04-062	1,75	-3,95	Déficit	3,45	Superávit	-12,05	Déficit
01-072	2,5	-3,66	Déficit	0,23	Superávit	-8,05	Déficit
01-076	0,45	-1,17	Déficit	1,23	Superávit	-3,94	Déficit
05-047	3,2	-12,21	Déficit	13,29	Superávit	-38,58	Déficit
01-089	1,5	-10,16	Déficit	17,61	Superávit	-38,78	Déficit
02-035	0,22	-0,6	Déficit	0,65	Superávit	-2,07	Déficit
04-002	0,58	-0,65	Déficit	-0,44	Déficit	-0,93	Déficit
05-006	0,96	-0,98	Déficit	-0,93	Déficit	-1,05	Déficit
04-067	180	-189,09	Déficit	-179,79	Déficit	-180,49	Déficit

Fuente: POMCA río Gualí.

- Zona cafetera: Corresponde a una franja altitudinal de 1200-1800 m. El clima es medio y muy húmedo, con temperaturas que oscilan entre los 8 A 24 o C, La formación vegetal de la zona es bosque muy húmedo premontano. La precipitación anual varía entre los 2100 y 2900 mm, el relieve varia de fuertemente ondulado a escarpado.

- Zona de piedemonte: la franja altitudinal de esta zona oscila entre los 400 y 1200 m. Presenta un clima cálido húmedo transicional a bosque seco tropical con una precipitación anual de 1400 a 2000 mm. El relieve es quebrado a fuertemente ondulado con pendientes largas y moderadas.

La cuenca del río Lagunilla presenta un área de beneficio de irrigación de aproximadamente 11.010,00 Ha con un caudal base de 12.009 m3/seg; cobertura vegetal de vegetación arbórea y herbácea, en menor proporción vegetación de páramo y cultivos; suelos de texturas franco arenosas bajo nivel freático y buena capacidad de drenaje, con baja susceptibilidad a la erosión (Tabla 137) (UAESPNN, 2005).

Tabla 137. Características cuenca río Lagunilla.

Subcuenca	Microcuenca	Ha	Caudal (m3/seg)	Densidad de drenaje (km/km2)	KC	Torrencialidad	Forma de la Cuenca
R. Lagunilla	R. Lagunilla	1313,9	1,39	1,99	1,74	Baja	Oval-Oblonga
	R. Azufrado	1086,2	1,36	1,85	1,55	Baja	Oval-Oblonga

Fuente: UAESPNN (2005). KC (Coeficiente de Compacidad de Gravellius).

e) Río Recio

La cuenca del río Recio desemboca en el río Magdalena, en la zona del Entorno Local del complejo de páramo Los Nevados, se presentan las subcuencas del río Recio y el río Azul, entre otros. Estos ríos nacen en el glaciar suroeste del Nevado del Ruiz. Esta cuenca presenta un área de irrigación de 170,00 ha con un caudal base de 1,92 m3/seg (Tabla 138). Esta cuenca discurre sobre suelos de textura franco arenosa y arenosa franca, presentando un buen drenaje superficial con excepción de los suelos de textura arenosa franca con cobertura vegetal de pantano. Los suelos tienen susceptibilidad a la erosión entre baja y muy baja, la cobertura vegetal está representada por pastos, bosques densos, cultivos así como vegetación de páramo y pantanos (UAESPNN, 2005).

Tabla 138. Características cuenca río Recio.

Subcuenca	Microcuenca	Ha	Caudal (m3/seg)	Densidad de drenaje (km/km2)	KC	Torrencialidad	Forma de la Cuenca
R. Recio	R. Azul	2296,3	0,48	1,66	1,76	Baja	Rectangular - Oblonga
	R. Recio	1380,9	1,36	2,58	1,51	Baja	Rectangular - Oblonga
	R. Vallecitos	850	0,08	1,52	1,54	Baja	Rectangular - Oblonga
	Q. Romerales	347,7	0,07	1,32	1,74	Baja	Oval - Oblonga

Fuente: UAESPNN (2005). KC (Coeficiente de Compacidad de Gravellius).

En síntesis, en el área del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados, la presencia humana y sus dos actividades económicas principales (cultivos de papa y ganadería extensiva) ejercen fuerte presión sobre los suelos, permitiendo un aporte alto en material en suspensión como arena, grava, cantos rodados y en algunos casos pedregones, el cual permite la alta actividad dinámica de la cuencas vertientes.

En cuanto a la demanda de agua, su principal uso es de carácter doméstico para abastecer cerca de 1379 personas residentes en el área. La principal característica en las tomas de agua, es utilizar el nacimiento de la vertiente mediante recipiente plástico o simplemente mangueras de polietileno hasta el sitio de almacenamiento, teniendo vuelos desde 10 metros hasta 500 metros aproximadamente. Los vuelos mayores corresponden a sitios donde se desarrolla la actividad agrícola (cultivos), principalmente en los municipios de Murillo e Ibagué. Los recipientes de

almacenamiento en las partes altas y de difícil acceso son las canoas en madera y en las partes bajas de la zona de estudio que cuentan con facilidad de acceso los recipientes destinados para tal fin corresponden a albercas de concreto.

18.6 Humedales y Turberas

De acuerdo a la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) la degradación y desaparición de humedales es más rápida que la experimentada por otros ecosistemas, lo cual se explica principalmente por la acción de generadores indirectos de cambio como el crecimiento de la población y el creciente desarrollo económico, cuya manifestación se hace visible a través de impulsores directos de degradación y pérdida como los cambios en el uso del suelo, la extracción de agua, la eutrofización y contaminación, la sobreexplotación, y la introducción de especies exóticas invasoras (Vilardy *et al.*, 2014).

Colombia es un país que presenta una amplia diversidad de tipos de humedales debido a su heterogénea topografía y a su condición tropical que marca condiciones climáticas particulares. De acuerdo con Vilardy y colaboradores (2014), en los ecosistemas de páramo, se encuentran como humedales las **lagunas de alta montaña**, definidas como cuerpos de agua permanentes que se presentan por encima de los 2.500 msnm, las cuales se alimentan de agua de origen glaciar, féátrico y de precipitación. Igualmente, se encuentran las **turberas**, las cuales son definidas como áreas pantanosas ricas en material vegetal más o menos descompuesto que las hace grandes reservorios de carbono, se encuentran estrechamente asociadas a las lagunas de páramo, con presencia permanente o transitoria de agua, según la época del año.

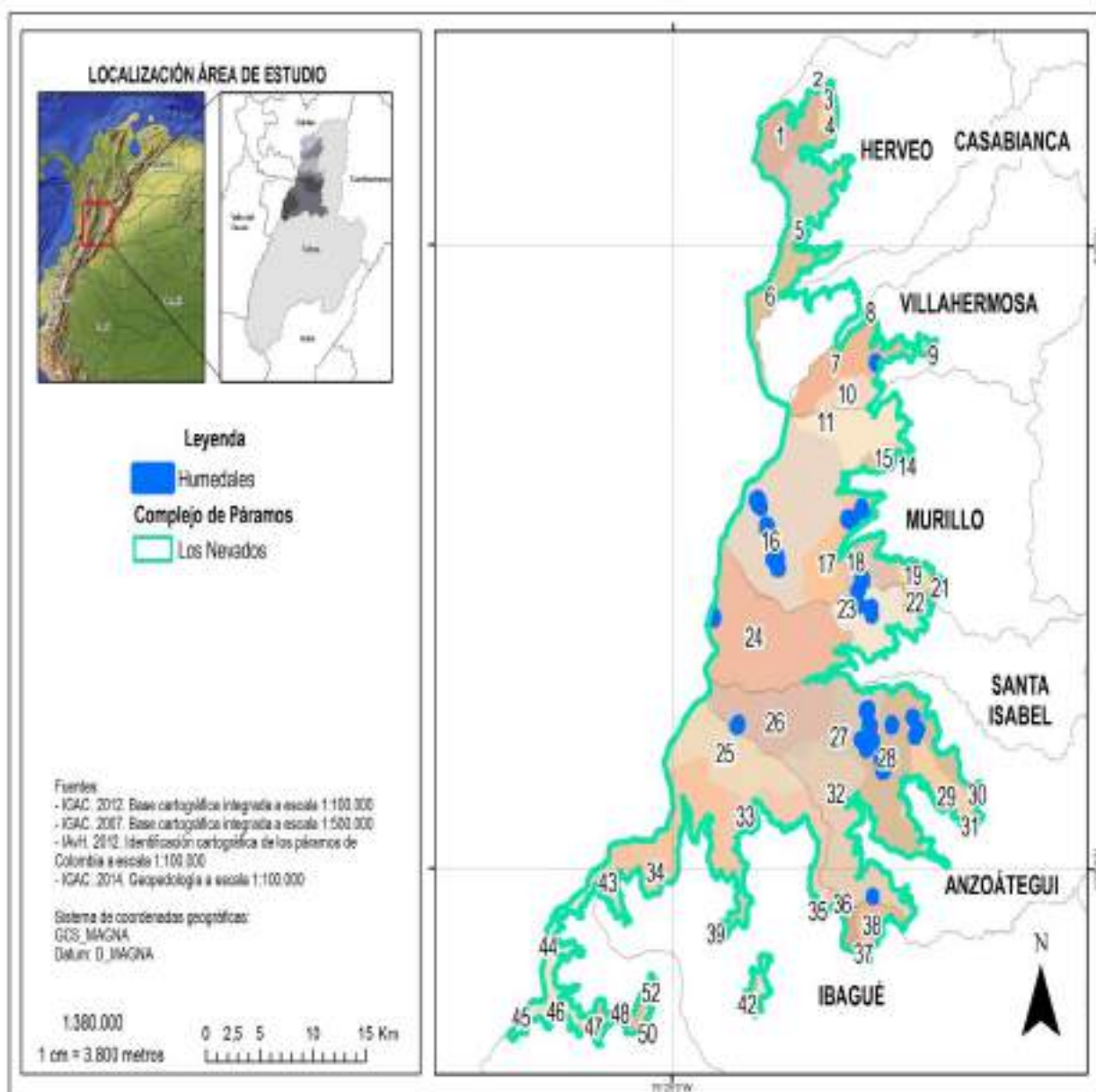
Para el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados, de acuerdo con CORTOLIMA y CORPOICA (2009), se localizan humedales en los municipios Villahermosa (4 humedales, ubicados en la vereda Entrevalles), Murillo (53 humedales, distribuidos en las veredas El Oso, Río Azul, Las Lagunas), Santa Isabel (30 humedales, distribuidos en las veredas Totarito y La Estrella), Anzoátegui (27 humedales, distribuidos en las veredas Quebrada Negra, San Francisco, Hoyo Frío y China Alta) e Ibagué (6 humedales, distribuidos en una vereda), representados por lagunas de alta montaña y turberas (Tabla 139) (Figuras 38 y 39).

Tabla 139. Humedales presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Municipio	No. de Humedales	No. de Hectáreas	No. de Veredas	Rango Altitudinal
Villahermosa	4	4,04	1	3.600 a 4.200 msnm
Murillo	53	76,98	3	3.600 a 4.000 msnm
Santa Isabel	30	16,74	2	3.550 a 4.000 msnm
Anzoátegui	27	52,08	4	3.600 a 4.050 msnm
Ibagué	6	1,12	1	4.000 a 4.100 msnm
Total	120	146,92	11	

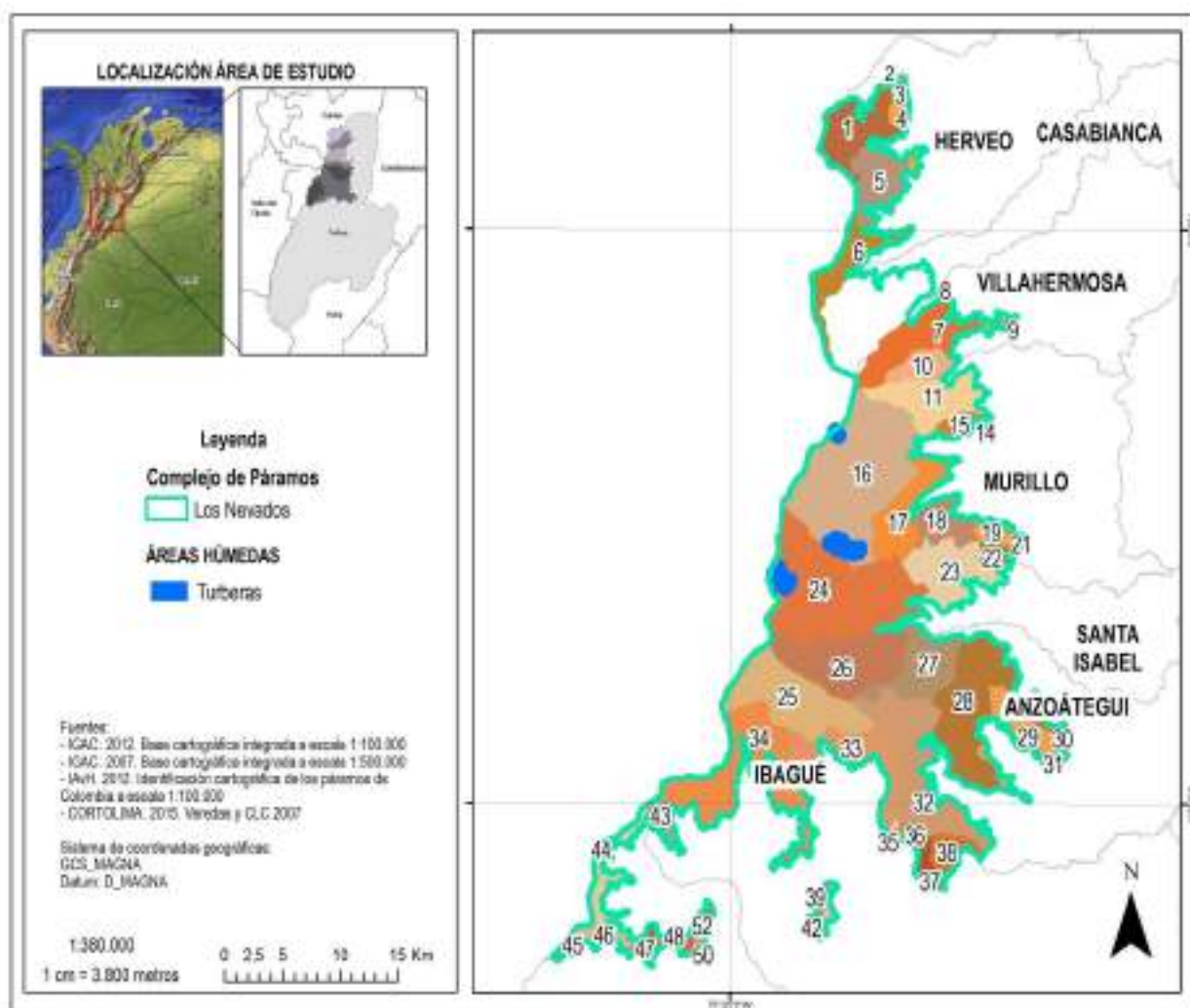
Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

Figura 38. Humedales ubicados en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.



Fuente: Elaboración propia. Insumos SIG CORTOLIMA.

Figura 39. Turberas ubicadas en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.



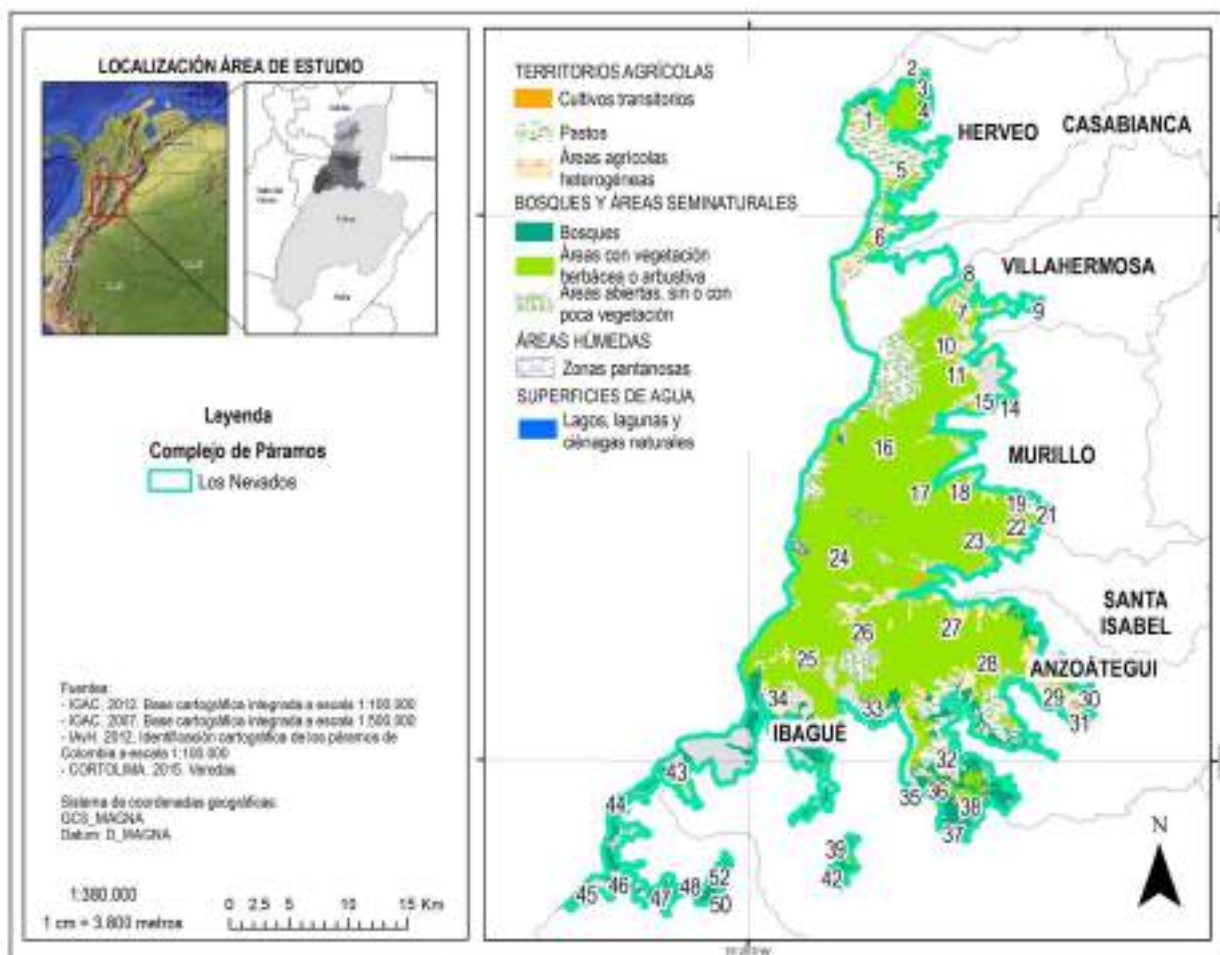
Fuente: Elaboración propia. Insumos SIG CORTOLIMA, SIG IAvH. Análisis CLC 2007.

18.7 Cobertura de la Tierra - Corine Land Cover

Para el área del Entorno Local del complejo de páramos Los nevados, de acuerdo con el análisis de Cobertura de la Tierra Corine Land Cover para el año 2007, se presentan coberturas correspondientes a territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua (Figura 40).

Las coberturas que más área tienen dentro de la zona de análisis, son las áreas de bosque y áreas seminaturales con 6723,36 ha, las cuales corresponden al 69,65% del territorio; así mismo las coberturas correspondientes los territorios agrícolas tienen 21354,29 ha las cuales corresponden al 22,1% del territorio.

Figura 40. Coberturas de la tierra para el año 2007, para el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.



Fuente: Elaboración propia. Insumos SIG LAVH y CORTOLIMA.

De acuerdo con el IDEAM (2010), los territorios agrícolas, son territorios dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprenden las áreas dedicadas a cultivos permanentes transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas, en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas.

Los territorios de bosque y áreas seminaturales, comprenden el grupo de coberturas vegetales de tipo boscosa, arbustiva y herbácea, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos naturales o inducidos de degradación (IDEAM, 2010).

En la Tabla 140, se listan las coberturas que se presentan en el territorio, para cada una se establece el área en hectáreas y el porcentaje respecto al Entorno Local del complejo de páramos.

La cobertura de Herbazal denso de tierra firme con arbustos presenta la mayor área dentro del territorio, con 23817,34 ha las cuales corresponden al 24,67% del Entorno Local. De acuerdo con el IDEAM (2010), esta cobertura corresponde a las superficies dominadas por vegetación natural herbácea con presencia de elementos arbustivos dispersos que ocupan entre el 2% y el 30% del área total de la unidad, los cuales se localizan principalmente en áreas con limitantes edáficas y

climáticas, se encuentran en las zonas de páramo y subpáramo de la alta montaña, así como en zonas a alturas entre los 300 a 800 msnm.

La cobertura de bosque denso alto de tierra firme, ocupa 10257,96 ha, las cuales corresponden al 10,62% del Entorno Local. Esta cobertura corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más del 70% del área total de la unidad, con una altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódica (IDEAM, 2010).

Tabla 140. Coberturas según Corine Land Cover, para el año 2007, presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Código	Cobertura	Área (ha)	Porcentaje Respecto al Entorno Local
211	Otros cultivos transitorios	675,22	0,7
2151	Tubérculos	664,94	0,69
231	Pastos limpios	10106,21	10,47
233	Pastos enmalezados	807,7	0,84
242	Mosaico de pastos y cultivos	1936	2,01
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	986,86	1,02
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	6177,36	6,4
31111	Bosque denso alto de tierra firme	10257,96	10,63
31211	Bosque abierto alto de tierra firme	684,27	0,71
3131	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	821,65	0,85
3132	Bosque fragmentado	587,87	0,61
314	Bosque de galería y ripario	729,18	0,76
315	Plantación forestal	666,71	0,69
32111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	1822,73	1,89
321111	Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado	9020,26	9,35
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	23817,35	24,68
32122	Herbazal abierto rocoso	2337,35	2,42
3221	Arbustal denso	4665,3	4,83
3222	Arbustal abierto	4547,7	4,71
323	Vegetación secundaria o en transición	1174,92	1,22
331	Zonas arenosas naturales	1577,81	1,63
332	Afloramientos rocosos	3212,28	3,33
335	Zonas glaciares y nivales	1300,02	1,35
412	Turberas	774,37	0,8
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	617	0,64
99	Sin determinar	6542,63	6,78
Total		96511,66	100

Fuente: Elaboración propia, cálculos a partir de la cartografía. Insumos SIG IAvH y CORTOLIMA.

19. CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA

La información que se presenta a continuación es producto del trabajo realizado por Wildlife Conservation Society en el marco del Convenio de Cooperación No. 13-13-014-360CE, suscrito entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Wildlife Conservation Society.

Mediante la búsqueda y recopilación de información publicada o consignada en bases de datos o informes técnicos sobre aves, anfibios, pequeños mamíferos, coleópteros, arañas y plantas, se elaboraron los listados de especies que potencialmente podrían encontrarse en el complejo de páramos durante la caracterización. Posteriormente se llevaron a cabo muestreos de estos grupos en estaciones dispuestas a lo largo de diez transectos altitudinales establecidos en diferentes localidades del complejo, entre los meses de Marzo y Julio del 2014. Se establecieron cuatro transectos en el departamento de Caldas, uno en el departamento de Risaralda y cinco (5) en el departamento del **Tolima**, en los siguientes municipios: Manizales, Marulanda, Villamaría, Santa Rosa de Cabal, **Anzoátegui, Murillo, Herveo, Ibagué y Santa Isabel.**

19.1 Área de Estudio

El complejo de páramos Los Nevados en el departamento de Tolima comprende una importante proporción del área del Parque Nacional Natural Los Nevados, así como reservas naturales, forestales y predios particulares ubicados dentro de su zona de amortiguación. El área de estudio comprende localidades que van desde el noroccidente al centro del departamento, en jurisdicción de los municipios de Herveo, Murillo, Santa Isabel, Anzoátegui y la capital, Ibagué (Figura 41 y Tabla 141), en las veredas Letras, La Cabaña, Totarito, El Vergel, La Cascada y La Primavera, respectivamente, en un rango altitudinal que va de los 3485 m a los 4023 m (datos de campo).

19.2 Metodología

Para llevar a cabo la caracterización de la diversidad de aves, mamíferos, anfibios y artrópodos epigeos (coleópteros y arañas) en el complejo de páramos Los Nevados, se siguieron los lineamientos metodológicos sugeridos por el Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt (IAvH). Inicialmente, para todos los grupos biológicos se recopiló la información disponible en publicaciones científicas, bases de datos e informes técnicos sobre especies registradas en zonas cercanas al área de estudio, con el objetivo de elaborar los listados de las especies que potencialmente podrían registrarse durante la caracterización.

19.2.1 Trabajo de Campo

- Disposición de las estaciones en los transectos altitudinales

En cada localidad se estableció un transecto altitudinal sobre el cual se dispusieron estaciones de muestreo a lo largo del gradiente, iniciando en el límite superior, garantizando a través de su extensión la representación de los diferentes hábitats o coberturas vegetales (Figura 42). En general, las estaciones de muestreo cubrieron parte de bosque altoandino, arbustales y herbazales entre el bosque altoandino y páramo, y el páramo propiamente dicho, excepto en el transecto de la RFP Río Blanco y del municipio de Marulanda, donde no se encontraron en el límite superior coberturas vegetales características de páramo. La distancia entre las estaciones fue específica para cada transecto, variando en un rango de 60 a 100 metros entre sí, a través del gradiente (Tabla 141). El número de estaciones de muestreo en cada transecto varió según el escenario encontrado en cada

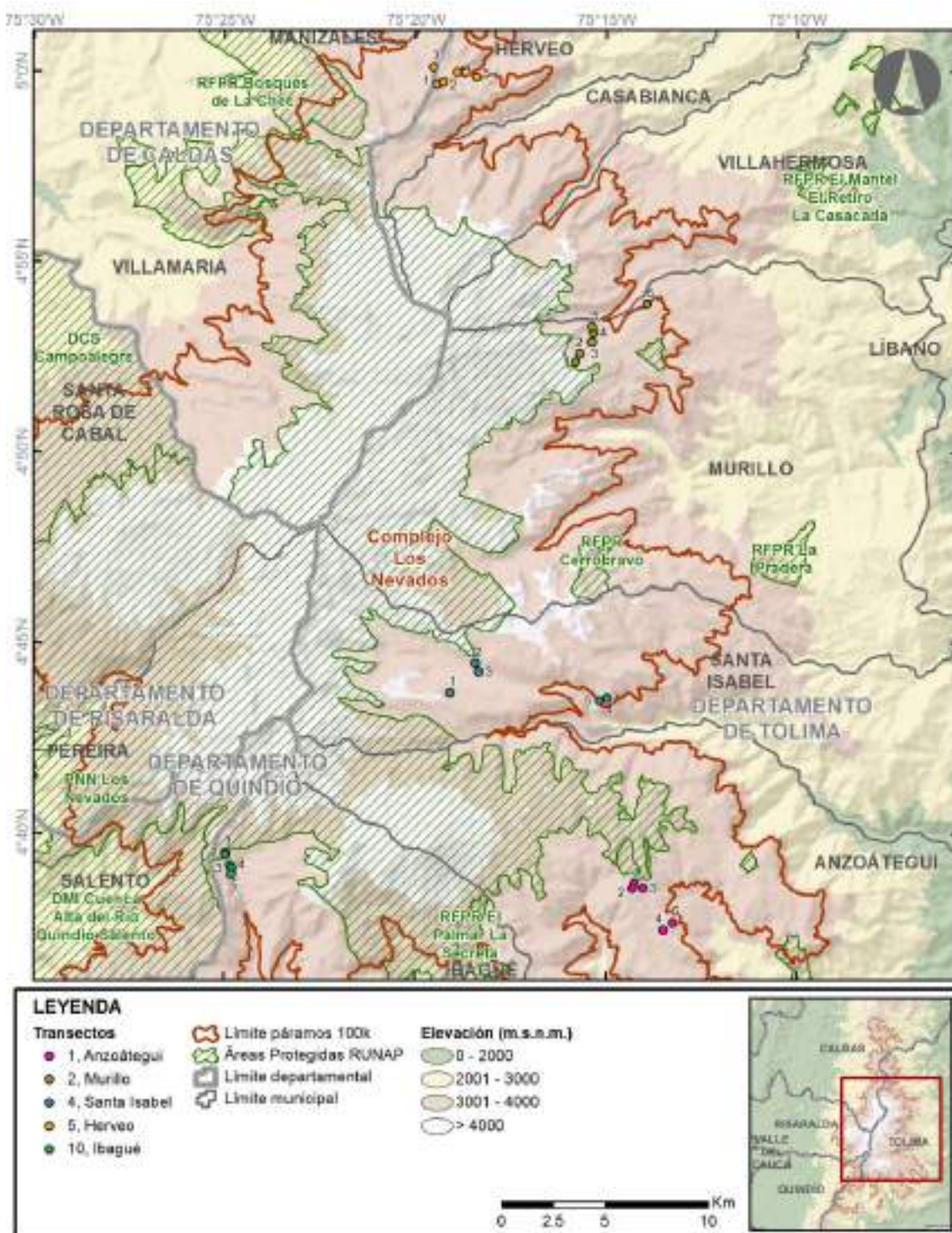
localidad (se establecieron mínimo cinco, máximo siete), aunque se priorizó el establecimiento de una mayor cantidad de estaciones desde la zona final de bosque altoandino hacia el páramo.

Tabla 141. Transectos, estaciones de muestreo y grupos estudiados por localidad en el complejo de páramos Los Nevados, en el departamento del Tolima.

Departamento	Municipio	Localidad	Código transecto	Código estación	Altitud (m)	Grupos estudiados en el transecto
Tolima	Anzoátegui	El Vergel	AN	AN1	3817	Aves, Mamíferos
				AN2	3741	Anfibios, Coleópteros
				AN3	3672	Arañas, Plantas
		La Cascada	AN	AN4	3609	
				AN5	3533	
	Murillo	La Cabaña	MU	MU1	4000	Aves, Mamíferos
				MU2	3910	Anfibios, Coleópteros
				MU3	3820	Arañas, Plantas
				MU4	3713	
		La Playa	MU	MU5	3615	
				MU6	3502	
	Herveo	Letras	HE	HE1	3900	Coleópteros, Arañas
				HE2	3800	Plantas
				HE3	3700	
				HE4	3600	
				HE5	3505	
	Ibagué	La Primavera	IB	IB1	3896	Coleópteros, Arañas
				IB2	3828	Plantas
				IB3	3754	
				IB4	3684	
				IB5	3607	
	Santa Isabel	Totarito	SI	SI1	3955	Coleópteros, Arañas
				SI2	3830	Plantas
				SI3	3703	
				SI4	3648	
				SI5	3567	

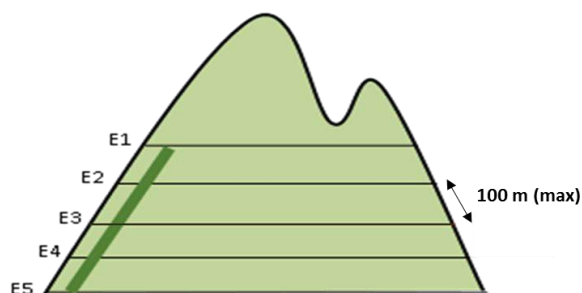
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 41. Localización de los transectos en el departamento de Tolima; complejo de páramos Los Nevados.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 42. Disposición de las estaciones de muestreo a lo largo del transecto altitudinal (ejemplo para cinco estaciones).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

19.2.2 Métodos de Muestreo - Fauna

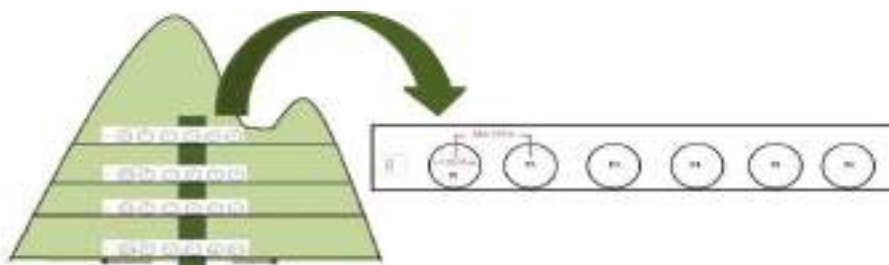
- Vertebrados

Para la caracterización de la diversidad de aves, anfibios y mamíferos, los muestreos se llevaron a cabo en dos (2) transectos altitudinales, establecidos en los municipios de Anzoátegui (AN) y Murillo (MU) (Tabla 141). En cada transecto se definieron entre cinco (5) y seis (6) estaciones de muestreo, dependiendo de las condiciones físicas y biológicas de cada sitio. Los muestreos para anfibios se realizaron en todas las estaciones, mientras que para aves y mamíferos se llevaron a cabo en cuatro de ellas, en aras de evitar la sobreposición de los registros conseguidos entre estaciones adyacentes; el riesgo asociado a dicha sobreposición se asocia a rangos más amplios de forrajeo y dispersión de estos grupos en comparación con los de anfibios.

- Aves

Se llevaron a cabo dos (2) muestreos en cada transecto altitudinal y se emplearon dos (2) métodos complementarios: detección visual y captura con redes. Como método de detección se utilizó el conteo por puntos de banda fija. En cada estación se ubicaron seis (6) puntos de conteo, con 50 m de radio, separados de 100 a 150 m entre sí (Figura 43). En cada punto de conteo se realizaron 15 minutos de observación, con réplica al día siguiente, obteniendo para cada transecto un esfuerzo de muestreo total de 24 horas. En cada estación se dispusieron ocho (8) redes de niebla de 12 x 2.5 m (método de captura) en dos (2) grupos de cuatro redes, separados aproximadamente 100 m entre sí. Las redes estuvieron expuestas desde las 5:30 a las 10:30 horas y desde las 16:00 a las 18:30 horas.

Figura 43. Disposición de los puntos de conteo para muestreos de aves, en las estaciones a lo largo de un transecto altitudinal.



Fuente: Wildlife Conservation Society

Las coordenadas de las unidades de muestreo dispuestas en cada estación y transecto se presentan la Tabla 142, y en las Figuras 44 y 45 se muestran los mapas con su ubicación. Los listados de especies de especies potenciales y registradas durante los muestreos para el complejo de páramos Los Nevados, se elaboraron siguiendo la nomenclatura propuesta por Remsen y colaboradores (2014). El estatus de amenaza nacional se asignó de acuerdo con Renjifo y colaboradores (2014) y el rango altitudinal según Hilty y Brown (1986) y McMullan y colaboradores (2010). Estas tres (3) últimas referencias, también son usadas para la asignación de endemismo y gremios tróficos, para ambos listados y para lista de especies registradas en el proyecto, respectivamente.

Tabla 142. Coordenadas de las estaciones de muestreo de la avifauna en el complejo de páramos Los Nevados en el departamento del Tolima. Para redes de niebla, se indica el grupo como G1 o G2, así como punto inicial y final por grupo.

Departamento	Municipio	Código del transecto	Estación	Método de muestreo	Latitud	Longitud
Tolima	Anzoátegui	AN	AN1	Punto de conteo 1	4.644.028	-75.237.820
				Punto de conteo 2	4.645.215	-75.237.410
				Punto de conteo 3	4.646.977	-75.237.433
				Punto de conteo 4	4.647.882	-75.236.443
				Punto de conteo 5	4.649.274	-75.235.773
				Punto de conteo 6	4.650.552	-75.235.646
				Redes de niebla G1, inicio	4.644.623	-75.237.762
				Redes de niebla G1, final	4.645.040	-75.237.638
				Redes de niebla G2, inicio	4.645.557	-75.237.533
				Redes de niebla G2, final	4.645.946	-75.237.347
			AN3	Punto de conteo 1	4.643.182	-75.232.702
				Punto de conteo 2	4.643.380	-75.234.031
				Punto de conteo 3	4.642.471	-75.235.154
				Punto de conteo 4	4.642.002	-75.236.427
				Punto de conteo 5	4.640.944	-75.237.022
				Punto de conteo 6	4.639.737	-75.237.062
				Redes de niebla G1, inicio	4.643.693	-75.232.713
				Redes de niebla G1, final	4.643.397	-75.233.058
				Redes de niebla G2, inicio	4.643.882	-75.233.487
				Redes de niebla G2, final	4.643.663	-75.233.836
			AN4	Punto de conteo 1	4.623.778	-75.224.624
				Punto de conteo 2	4.624.916	-75.224.549
				Punto de conteo 3	4.625.020	-75.223.225
				Punto de conteo 4	4.625.407	-75.221.960
				Punto de conteo 5	4.625.835	-75.220.675
				Punto de conteo 6	4.624.091	-75.226.053

Departamento	Municipio	Código del transecto	Estación	Método de muestreo	Latitud	Longitud
Tolima	Anzoátegui	AN	AN4	Redes de niebla G1, inicio	4.623.620	-75.225.004
				Redes de niebla G1, final	4.623.773	-75.225.420
				Redes de niebla G2, inicio	4.624.469	-75.225.390
				Redes de niebla G2, final	4.624.852	-75.225.589
			AN5	Punto de conteo 1	4.627.879	-75.219.599
				Punto de conteo 2	4.627.477	-75.220.811
				Punto de conteo 3	4.626.537	-75.219.419
				Punto de conteo 4	4.626.230	-75.218.089
				Punto de conteo 5	4.625.220	-75.217.828
				Punto de conteo 6	4.628.835	-75.219.839
				Redes de niebla G1, inicio	4.628.258	-75.218.996
				Redes de niebla G1, final	4.628.459	-75.219.163
				Redes de niebla G2, inicio	4.627.772	-75.219.855
				Redes de niebla G2, final	4.628.138	-75.220.041
	Murillo	MU	MU1	Punto de conteo 1	4.870.759	-75.265.719
				Punto de conteo 2	4.871.556	-75.265.249
				Punto de conteo 3	4.898.381	-75.232.874
				Punto de conteo 4	4.872.802	-75.263.867
				Punto de conteo 5	4.873.102	-75.262.982
			MU2	Punto de conteo 6	4.873.998	-75.262.658
				Redes de niebla G1, inicio	4.873.558	-75.263.218
				Redes de niebla G1, final	4.873.271	-75.263.387
				Redes de niebla G2, inicio	4.872.764	-75.264.081
				Redes de niebla G2, final	4.872.494	-75.264.181
			MU3	Punto de conteo 1	4.881.472	-75.256.111
				Punto de conteo 2	4.881.277	-75.256.996
				Punto de conteo 3	4.890.331	-75.264.842
				Punto de conteo 4	4.880.872	-75.258.784
				Punto de conteo 5	4.880.878	-75.259.710
				Punto de conteo 6	4.880.805	-75.260.681
				Redes de niebla G1, inicio	4.881.498	-75.256.059
				Redes de niebla G1, final	4.881.746	-75.256.401
				Redes de niebla G2, inicio	4.881.439	-75.256.863
				Redes de niebla G2, final	4.881.296	-75.257.252

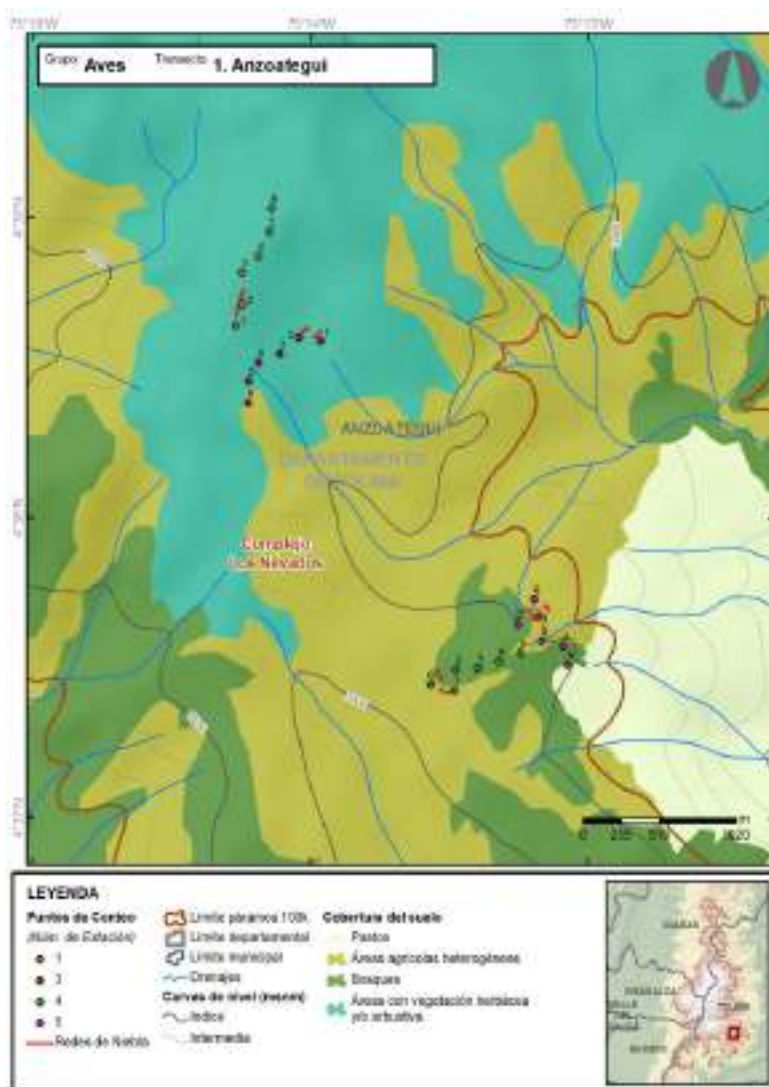
Departamento	Municipio	Código del transecto	Estación	Método de muestreo	Latitud	Longitud
			MU5	Punto de conteo 1	4.890.528	-75.263.028
				Punto de conteo 2	4.890.445	-75.263.936
				Punto de conteo 3	4.880.967	-75.257.850
				Punto de conteo 4	4.890.201	-75.265.737
				Punto de conteo 5	4.890.136	-75.266.659
				Punto de conteo 6	4.889.961	-75.267.534
				Redes de niebla G1, inicio	4.890.081	-75.267.427
				Redes de niebla G1, final	4.890.249	-75.267.030
				Redes de niebla G2, inicio	4.889.977	-75.266.785
				Redes de niebla G2, final	4.890.089	-75.266.350
			MU6	Punto de conteo 1	4.896.833	-75.233.611
				Punto de conteo 2	4.897.469	-75.232.927
				Punto de conteo 3	4.872.182	-75.264.567
				Punto de conteo 4	4.899.098	-75.232.292
				Punto de conteo 5	4.899.671	-75.231.564
				Punto de conteo 6	4.900.390	-75.230.983
				Redes de niebla G1, inicio	4.899.778	-75.231.531
				Redes de niebla G1, final	4.899.398	-75.231.335
				Redes de niebla G2, inicio	4.899.222	-75.232.206
				Redes de niebla G2, final	4.899.038	-75.232.505

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Pequeños Mamíferos

La caracterización de la comunidad de pequeños mamíferos se realizó utilizando los métodos propuestos por Wilson *et al.* (1996) y Tirira (1998), con ligeras modificaciones según las condiciones específicas encontradas en los sitios de muestreo: trampas Sherman y trampas de caída (pitfall) dispuestas en transectos lineales para la captura de pequeños roedores, musarañas y zarigüeyas, y redes de niebla para la captura de murciélagos. Se realizaron dos muestreos por transecto altitudinal. En cada estación se llevó a cabo un muestreo efectivo de tres (3) días para pequeños mamíferos no voladores y dos (2) noches para pequeños mamíferos voladores.

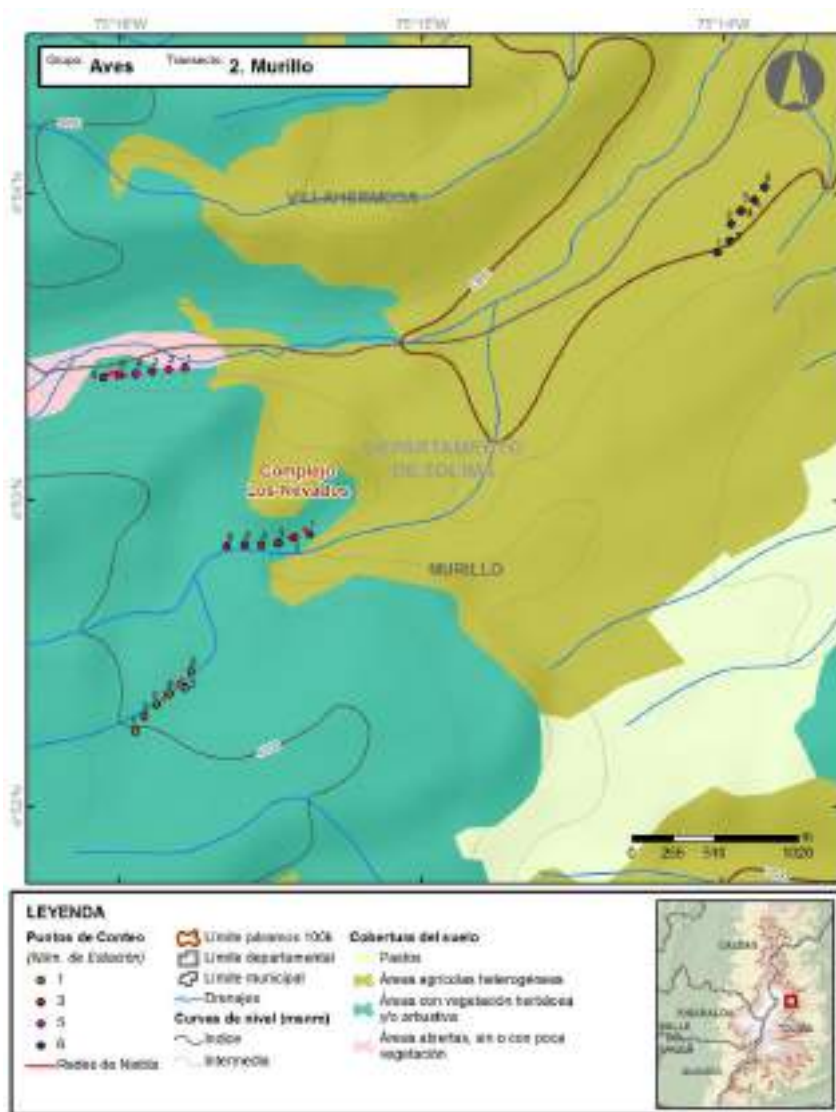
Figura 44. Ubicación de los puntos de conteo y las redes de niebla para aves en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en las veredas El Vergel y La Cascada - Anzoátegui (AN), Tolima



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Captura de pequeños mamíferos no voladores: En cada estación se utilizaron 40 trampas plegables tipo Sherman dispuestas a lo largo de un transecto lineal. Las trampas se colocaron a nivel del suelo, separadas 10 m entre sí (Figura 46 A), cerca de agujeros o posibles madrigueras, entre hojarasca, matorrales, grietas, al interior del bosque y en caminaderos. El cebo empleado para atraer a los pequeños mamíferos fue una mezcla de avena, maní, mantequilla y esencias de banano, con revisión y recambio cada 24 horas, por un período de tres (3) días.

Figura 45. Ubicación de los puntos de conteo y las redes de niebla para aves en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda La Cascada - Murillo (MU), Tolima.

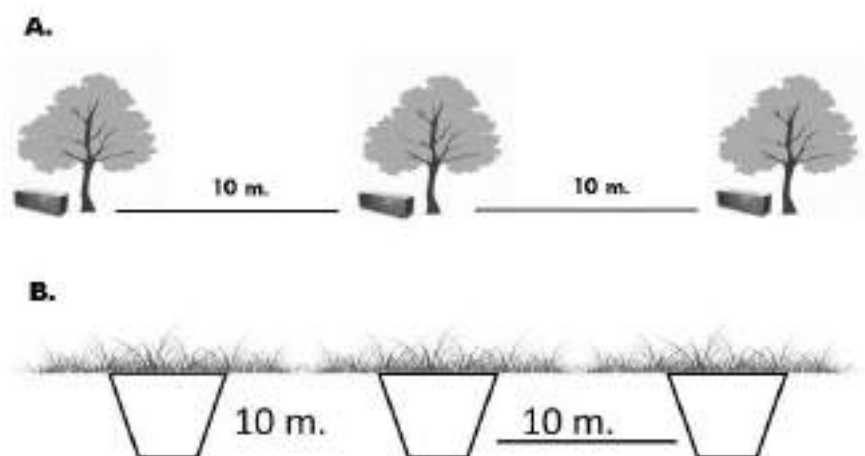


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Adicionalmente se emplearon 10 trampas de caída elaboradas con recipientes plásticos de cuatro litros, enterrados con su boca a ras de suelo y con agua en el fondo para disminuir la movilidad de los especímenes. Las trampas se instalaron en un transecto lineal dispuesto paralelamente al transecto de las trampas Sherman, separadas 10 m entre sí (Figura 46 B).

Captura de murciélagos: Se utilizaron ocho (8) redes de niebla de 12 x 2.5 m (ojo de malla de 16 mm), con técnicas de transectos en subdosel. Se dispusieron dos grupos de cuatro (4) redes en cada una de las estaciones de muestreo, con un esfuerzo de cinco horas por estación; las redes se mantuvieron abiertas entre las 18:00 y las 23:00 horas, con periodos de revisión cada 30 minutos.

Figura 46. Disposición de las trampas utilizadas para el muestreo de pequeños mamíferos no voladores. A. Sherman, B. Pitfall.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Las coordenadas de las unidades de muestreo en cada estación y transecto altitudinal se presentan en la Tabla 143 y en las Figuras 47 y 48 se muestran los mapas con su ubicación. Los listados de especies de pequeños mamíferos potenciales y registradas durante los muestreos para el complejo de páramos Los Nevados, fueron elaborados siguiendo la nomenclatura propuesta por Solari *et al.* (2013). El estatus de amenaza nacional fue asignado acorde a lo propuesto por Rodríguez-M *et al.* (2006) y el gremio trófico según Tirira (2007) (Citados en Wildlife Conservation Society, 2015).

Colección, preparación y preservación de especímenes: Para cada individuo capturado se registró la fecha y hora de captura, especie, sexo, condición reproductiva y morfometría. El sacrificio y la colecta final de algunos de los individuos capturados durante los muestreos, tanto con trampas como redes de niebla, obedeció a la dificultad para su identificación en campo y siguió estándares requeridos para la preservación de pieles de estudio en mamíferos (Simmons y Voss, 2007 citados en Wildlife Conservation Society, 2015).

- Anfibios

Se realizaron dos muestreos por transecto altitudinal, empleando uno de los siguientes métodos: transectos de banda fija o caminatas aleatorias en una dirección determinada, para la detección de los individuos. El uso de recorridos en transectos de banda fija a lo largo de la franja altitudinal en cada una de las estaciones se utilizó en el transecto Anzoátegui (AN); método recomendado por el IAvH para registrar cambios en gradientes altitudinales y en hábitats heterogéneos. El uso de caminatas aleatorias se empleó como método alternativo en el transecto altitudinal establecido en Murillo, debido a las condiciones topográficas de las localidades que impidieron establecer transectos a lo largo de las franjas altitudinales.

En el transecto altitudinal donde se utilizó el método de transectos de banda fija, se establecieron en cada estación seis transectos longitudinales de 100 x 2 m, separados por una distancia mínima de 50 m entre sí. Para el método alternativo, el recorrido en cada estación se realizó en distancias no mayores a 270 metros. En ambos casos se realizaron caminatas diurnas y nocturnas, utilizando de

forma mixta una búsqueda por encuentro visual y exploraciones en todos los microhábitats disponibles. Adicionalmente durante la exploración de microhábitats se implementó la metodología de Mueses-Cisneros y Yáñez-Muñoz (2009) en la cual se utiliza una herramienta de labranza para remover y buscar especímenes debajo, entre y sobre necromasa de frailejones y puyas.

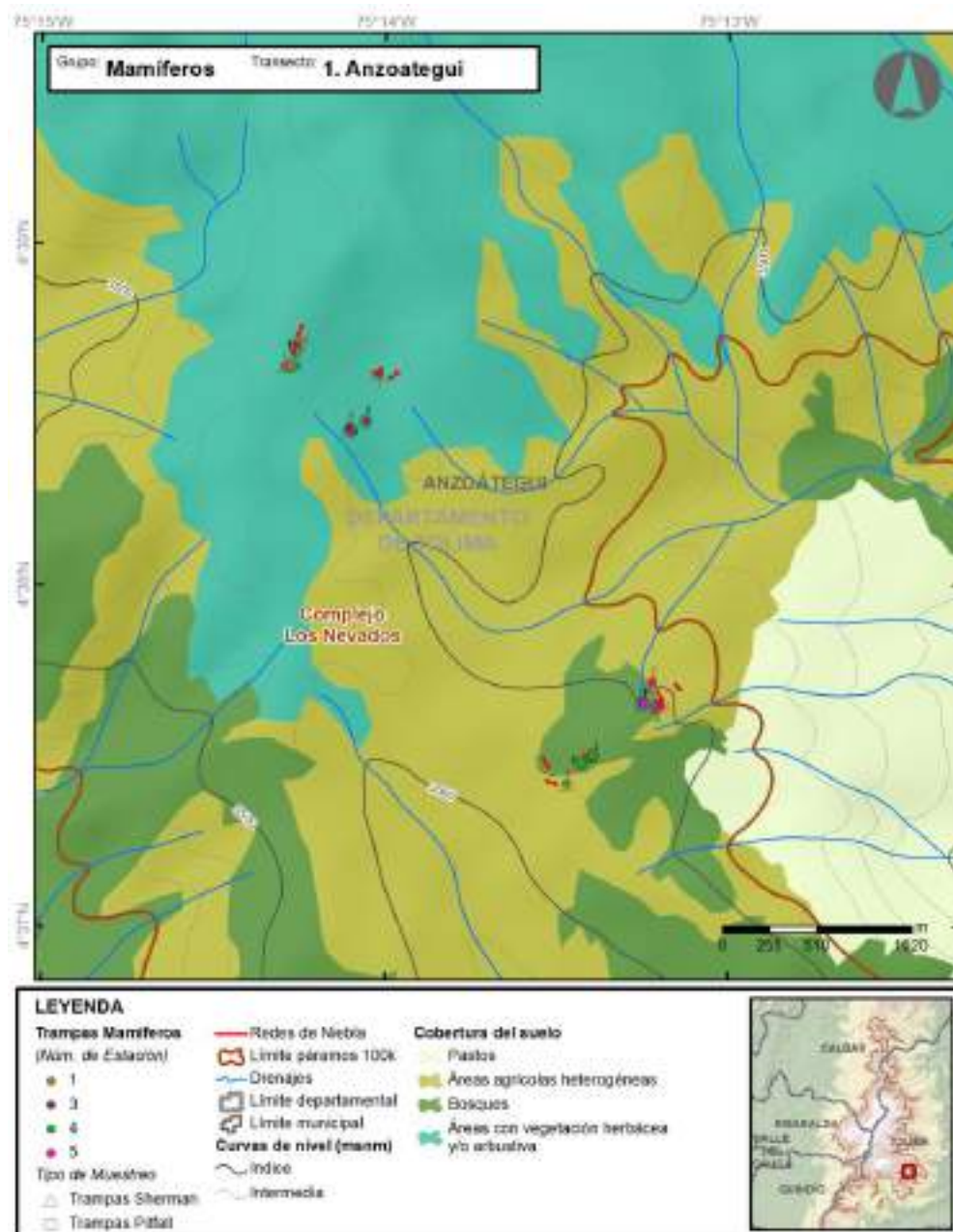
Tabla 143. Coordenadas de las estaciones de muestreo para la fauna de pequeños mamíferos en el Complejo de Páramos Los Nevados el departamento del Tolima. Se indica tanto punto inicial como final para cada transecto de trampas (Sherman y pitfall), y cada grupo de redes. Además, para las redes de niebla también se indica el grupo como G1 o G2.

Departamento	Municipio	Código del transecto	Estación	Método de muestreo	Latitud	Longitud
Tolima	Anzoátegui	AN	AN1	Trampas Sherman, inicio	4.643.964	-75.238.159
				Trampas Sherman, final	4.645.211	-75.237.559
				Trampas Pitfall, inicio	4.644.017	-75.237.850
				Trampas Pitfall, final	4.644.798	-75.237.614
				Redes de niebla G1, inicio	4.644.623	-75.237.762
				Redes de niebla G1, final	4.645.040	-75.237.638
				Redes de niebla G2, inicio	4.645.557	-75.237.533
				Redes de niebla G2, final	4.645.946	-75.237.347
			AN3	Trampas Sherman, inicio	4.643.627	-75.233.595
				Trampas Sherman, final	4.641.012	-75.235.067
				Trampas Pitfall, inicio	4.640.847	-75.235.005
				Trampas Pitfall, final	4.641.298	-75.234.245
				Redes de niebla G1, inicio	4.643.693	-75.232.713
				Redes de niebla G1, final	4.643.397	-75.233.058
				Redes de niebla G2, inicio	4.643.882	-75.233.487
				Redes de niebla G2, final	4.643.663	-75.233.836
			AN4	Trampas Sherman, inicio	4.624.963	-75.223.306
				Trampas Sherman, final	4.623.632	-75.224.485
				Trampas Pitfall, inicio	4.624.981	-75.223.168
				Trampas Pitfall, final	4.624.613	-75.223.748
				Redes de niebla G1, inicio	4.623.620	-75.225.004
				Redes de niebla G1, final	4.623.773	-75.225.420
				Redes de niebla G2, inicio	4.624.469	-75.225.390
				Redes de niebla G2, final	4.624.852	-75.225.589
			AN5	Trampas Sherman, inicio	4.627.456	-75.219.922
				Trampas Sherman, final	4.628.618	-75.220.317
				Trampas Pitfall, inicio	4.627.378	-75.220.127
				Trampas Pitfall, final	4.627.554	-75.220.750
				Redes de niebla G1, inicio	4.628.258	-75.218.996
				Redes de niebla G1, final	4.628.459	-75.219.163
				Redes de niebla G2, inicio	4.627.772	-75.219.855
				Redes de niebla G2, final	4.628.138	-75.220.041

Departamento	Municipio	Código del transecto	Estación	Método de muestreo	Latitud	Longitud
Tolima	Murillo	MU	MU1	Trampas Sherman, inicio	4.872.872	-75.264.257
				Trampas Sherman, final	4.872.897	-75.263.377
				Trampas Pitfall, inicio	4.873.305	-75.264.270
				Trampas Pitfall, final	4.873.417	-75.264.417
				Redes de niebla G1, inicio	4.873.558	-75.263.218
				Redes de niebla G1, final	4.873.271	-75.263.387
				Redes de niebla G2, inicio	4.872.764	-75.264.081
				Redes de niebla G2, final	4.872.494	-75.264.181
			MU3	Trampas Sherman, inicio	4.881.193	-75.256.093
				Trampas Sherman, final	4.880.668	-75.259.343
				Trampas Pitfall, inicio	4.881.678	-75.257.190
				Trampas Pitfall, final	4.881.162	-75.257.821
				Redes de niebla G1, inicio	4.881.498	-75.256.059
				Redes de niebla G1, final	4.881.296	-75.257.252
				Redes de niebla G2, inicio	4.881.439	-75.256.863
				Redes de niebla G2, final	4.881.296	-75.257.252
			MU5	Trampas Sherman, inicio	4.889.455	-75.267.865
				Trampas Sherman, final	4.889.629	-75.265.728
				Trampas Pitfall, inicio	4.890.069	-75.266.394
				Trampas Pitfall, final	4.890.091	-75.265.754
				Redes de niebla G1, inicio	4.890.081	-75.267.427
				Redes de niebla G1, final	4.890.249	-75.267.030
				Redes de niebla G2, inicio	4.889.977	-75.266.785
				Redes de niebla G2, final	4.890.089	-75.266.350
			MU6	Trampas Sherman, inicio	4.896.730	-75.233.098
				Trampas Sherman, final	4.898.542	-75.231.848
				Trampas Pitfall, inicio	4.899.248	-75.231.157
				Trampas Pitfall, final	4.899.912	-75.230.775
				Redes de niebla G1, inicio	4.899.778	-75.231.531
				Redes de niebla G1, final	4.899.398	-75.231.335
				Redes de niebla G2, inicio	4.899.222	-75.232.206
				Redes de niebla G2, final	4.899.038	-75.232.505

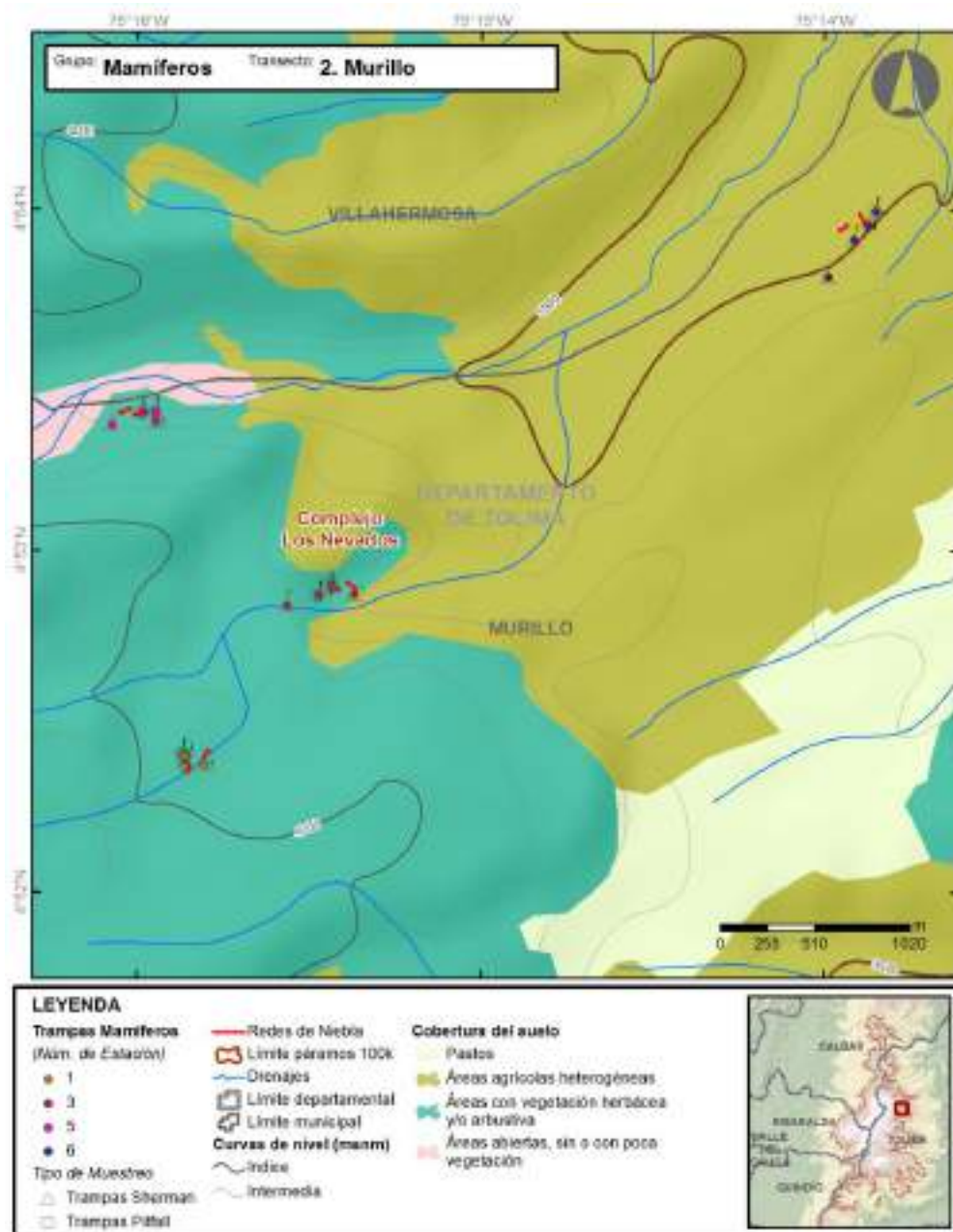
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 47. Ubicación de las trampas (Sherman y pitfall) y las redes de niebla para pequeños mamíferos en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en las veredas El Vergel y La Cascada – Anzoátegui, Tolima.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 48. Ubicación de las trampas (Sherman y pitfall) y las redes de niebla para pequeños mamíferos en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda La Cabaña -Murillo (MU), Tolima.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015)

Las coordenadas de los recorridos realizados en cada estación de muestreo por transecto altitudinal, se presentan en la Tabla 144 y en las Figuras 49 y 50 se muestran los mapas con sus ubicaciones. Los listados de especies de anfibios potenciales y registradas durante los muestreos para el complejo de páramos Los Nevados siguieron la nomenclatura propuesta en Amphibian Species of the World (Frost, 2014). La indicación de especies endémicas así como el estado de conservación de las especies, fueron asignados según IUCN (2014).

Colección, preparación y preservación de especímenes: Sólo se colectaron especímenes cuando no fue posible determinar la especie en campo. Para el sacrificio se utilizó una inyección de lidocaína o se aplicó lidocaína en crema en el vientre de la rana. Cada espécimen se almacenó inicialmente en un recipiente plástico con tapa hermética ajustada; en el fondo del recipiente se dispuso el espécimen sobre una toalla blanca lisa de papel absorbente embebida en formol al 10% y cubierto de igual forma. Después de 12 horas, las ranas se trasladaron a un frasco con agua, en el que permanecieron 15 días, con cambio de agua cada dos días. Finalmente; los ejemplares se almacenaron en un frasco plástico con alcohol al 70%.

- Artrópodos epigeos – Coleópteros y arañas

Para la caracterización de la diversidad de coleópteros y arañas epigeas, los muestreos se llevaron a cabo en todos los transectos altitudinales que fueron establecidos en el departamento del Tolima (Tabla 144). En cada transecto se definieron entre cinco y siete estaciones de muestreo, desde el límite superior al inferior, según las circunstancias o condiciones físicas y biológicas encontradas en cada localidad.

En cada estación se dispusieron sobre la misma línea dos transectos de 40 m, con una distancia de 50 m entre sí. En cada transecto se instalaron cinco trampas de caída (una trampa cada 10 m), elaboradas con recipientes plásticos de 10 cm de diámetro y medio litro de capacidad, enterrados con su boca a ras del suelo; a cada trampa se adicionó una mezcla de 300 ml de agua y una gota de jabón (Villarreal *et al.* 2006). Las trampas se recogieron 48 horas después de su instalación. En cada estación se realizaron recorridos paralelos a los transectos para complementar los muestreos mediante captura manual durante una hora diaria en sustratos como la hojarasca, piedras, troncos, necromasa de frailejones y en la vegetación. Las muestras se almacenaron en bolsas de cierre hermético y se etiquetaron con un código referenciando la localidad, estación, transecto, número de trampa y fecha de captura. Posteriormente, los especímenes colectados se depositaron en frascos plásticos con etanol al 80%. La curaduría e identificación del material se llevó a cabo en los laboratorios de WCS Colombia y en el Laboratorio de Investigación Zoología y Ecología Animal de la Universidad ICESI. La identificación de los especímenes a nivel de familia, se realizó utilizando la clave taxonómica de Johnson y Tripplehorn (2004), y las claves de Ubick y colaboradores (2005) y Jocqué y Dippenaar-Schoeman (2007) para la determinación de coleópteros y arañas, respectivamente. Para algunas familias de arañas se hicieron determinaciones a nivel de género, las claves utilizadas fueron: Levi (2002) para Araneidae, Huber (2000) para Pholcidae y la clave de identificación de las especies del género *Lygromma* de Platnick y Shadab (1976) para Prodidomidae.

Considerando las limitaciones en el conocimiento a nivel de especie para los órdenes Coleoptera y Araneae de la región neotropical, se trabajó asignando morfoespecies como método de aproximación a la identificación del material colectado. Para la asignación de morfoespecies de coleópteros se utilizaron caracteres externos empleados para la separación a nivel de género y especie. La asignación de morfoespecies para arañas siguió el método de morfoespecies propuesto por Oliver y Beattie (1996). Los juveniles de arañas se identificaron a nivel de familia y se les asignó una morfoespecie sólo cuando sus características morfológicas lo permitieron.

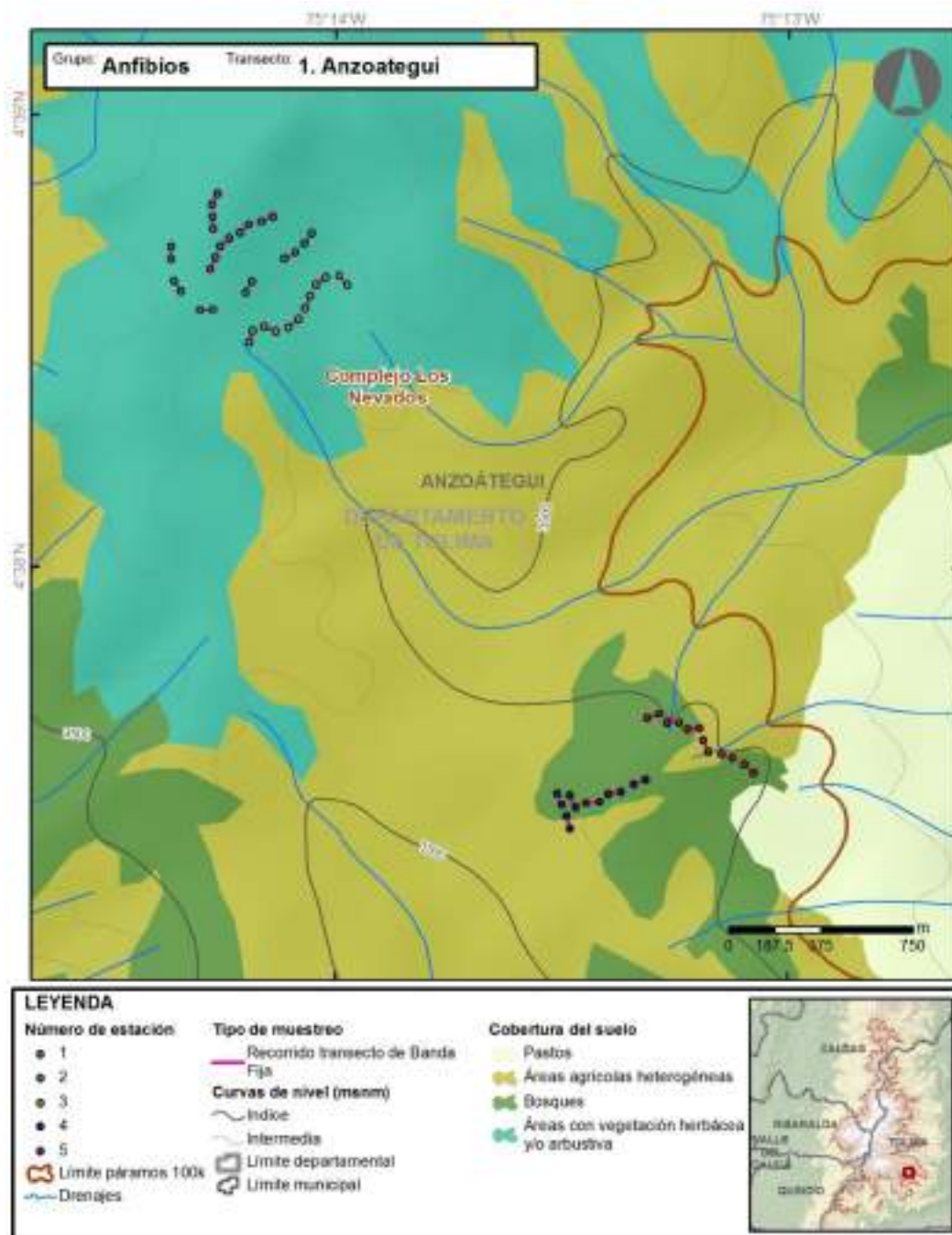
Tabla 144. Coordenadas de las estaciones de muestreo para anfibios en el complejo de páramos Los Nevados en el departamento del Tolima. Se indica punto inicial y final para cada unidad de muestreo, aplica para ambos métodos: transecto de banda fija y caminatas aleatorias.

Departamento	Municipio	Código del transecto	Estación	Método de muestreo	Latitud	Longitud
Tolima	Anzoátegui	AN	AN1	Transecto de Banda Fija T1, inicio	4.644.308	-75.237.881
				Transecto de Banda Fija T1, final	4.644.746	-75.237.696
				Transecto de Banda Fija T2, inicio	4.645.156	-75.237.537
				Transecto de Banda Fija T2, final	4.645.449	-75.237.193
				Transecto de Banda Fija T3, inicio	4.645.649	-75.236.794
				Transecto de Banda Fija T3, final	4.645.968	-75.236.479
				Transecto de Banda Fija T4, inicio	4.646.075	-75.236.011
				Transecto de Banda Fija T4, final	4.646.267	-75.235.586
				Transecto de Banda Fija T5, inicio	4.645.794	-75.237.787
				Transecto de Banda Fija T5, final	4.646.254	-75.237.806
				Transecto de Banda Fija T6, inicio	4.646.701	-75.237.825
				Transecto de Banda Fija T6, final	4.647.095	-75.237.617
			AN2	Transecto de Banda Fija T1, inicio	4.645.135	-75.239.322
				Transecto de Banda Fija T1, final	4.644.679	-75.239.331
				Transecto de Banda Fija T2, inicio	4.643.872	-75.239.221
				Transecto de Banda Fija T2, final	4.643.495	-75.238.971
				Transecto de Banda Fija T3, inicio	4.642.809	-75.238.249
				Transecto de Banda Fija T3, final	4.642.824	-75.237.780
				Transecto de Banda Fija T4, inicio	4.643.463	-75.236.582
				Transecto de Banda Fija T4, final	4.643.845	-75.236.334
				Transecto de Banda Fija T5, inicio	4.644.705	-75.235.185
				Transecto de Banda Fija T5, final	4.644.934	-75.234.757
				Transecto de Banda Fija T6, inicio	4.645.248	-75.234.422
				Transecto de Banda Fija T6, final	4.645.625	-75.234.155
			AN3	Transecto de Banda Fija T1, final	4.643.724	-75.232.833
				Transecto de Banda Fija T1, final	4.644.061	-75.233.155
				Transecto de Banda Fija T2, inicio	4.644.014	-75.233.655
				Transecto de Banda Fija T2, final	4.643.724	-75.234.008
				Transecto de Banda Fija T3, inicio	4.643.325	-75.234.214
				Transecto de Banda Fija T3, final	4.642.870	-75.234.405
				Transecto de Banda Fija T4, inicio	4.642.466	-75.234.638
				Transecto de Banda Fija T4, final	4.642.156	-75.235.025
				Transecto de Banda Fija T5, inicio	4.642.022	-75.235.476
				Transecto de Banda Fija T5, final	4.642.180	-75.235.901
				Transecto de Banda Fija T6, inicio	4.642.033	-75.236.327
				Transecto de Banda Fija T6, final	4.641.606	-75.236.453

Departamento	Municipio	Código del transecto	Estación	Método de muestreo	Latitud	Longitud
Tolima	Murillo	AN	AN4	Transecto de Banda Fija T1, inicio	4.623.691	-75.224.666
				Transecto de Banda Fija T1, final	4.624.150	-75.224.793
				Transecto de Banda Fija T2, inicio	4.624.580	-75.224.951
				Transecto de Banda Fija T2, final	4.625.000	-75.225.121
				Transecto de Banda Fija T3, inicio	4.624.921	-75.224.671
				Transecto de Banda Fija T3, final	4.624.474	-75.224.447
				Transecto de Banda Fija T4, inicio	4.624.635	-75.224.052
				Transecto de Banda Fija T4, final	4.624.687	-75.223.550
				Transecto de Banda Fija T5, inicio	4.624.964	-75.223.237
				Transecto de Banda Fija T5, final	4.625.052	-75.222.787
				Transecto de Banda Fija T6, inicio	4.625.336	-75.222.302
				Transecto de Banda Fija T6, final	4.625.491	-75.221.866
			AN5	Transecto de Banda Fija T1, inicio	4.627.775	-75.221.807
				Transecto de Banda Fija T1, final	4.627.918	-75.221.406
				Transecto de Banda Fija T2, inicio	4.627.590	-75.221.095
				Transecto de Banda Fija T2, final	4.627.596	-75.220.646
				Transecto de Banda Fija T3, inicio	4.627.362	-75.220.338
				Transecto de Banda Fija T3, final	4.627.412	-75.219.894
				Transecto de Banda Fija T4, inicio	4.626.961	-75.219.764
				Transecto de Banda Fija T4, final	4.626.543	-75.219.590
				Transecto de Banda Fija T5, inicio	4.626.446	-75.219.113
				Transecto de Banda Fija T5, final	4.626.299	-75.218.687
				Transecto de Banda Fija T6, inicio	4.626.061	-75.218.241
				Transecto de Banda Fija T6, final	4.625.746	-75.217.904
		MU	MU1	Caminata aleatoria, inicio	4.872.643	-75.263.787
				Caminata aleatoria, final	4.873.867	-75.263.564
			MU2	Caminata aleatoria, inicio	4.876.869	-75.262.037
				Caminata aleatoria, final	4.875.903	-75.262.400
			MU3	Caminata aleatoria, inicio	4.882.118	-75.255.524
				Caminata aleatoria, final	4.883.390	-75.254.089
			MU4	Caminata aleatoria, inicio	4.886.262	-75.254.581
				Caminata aleatoria, final	4.885.451	-75.256.211
			MU5	Caminata aleatoria, inicio	4.889.990	-75.267.621
				Caminata aleatoria, final	4.890.169	-75.265.748
			MU6	Caminata aleatoria, inicio	4.900.112	-75.230.733
				Caminata aleatoria, final	4.898.193	-75.232.245

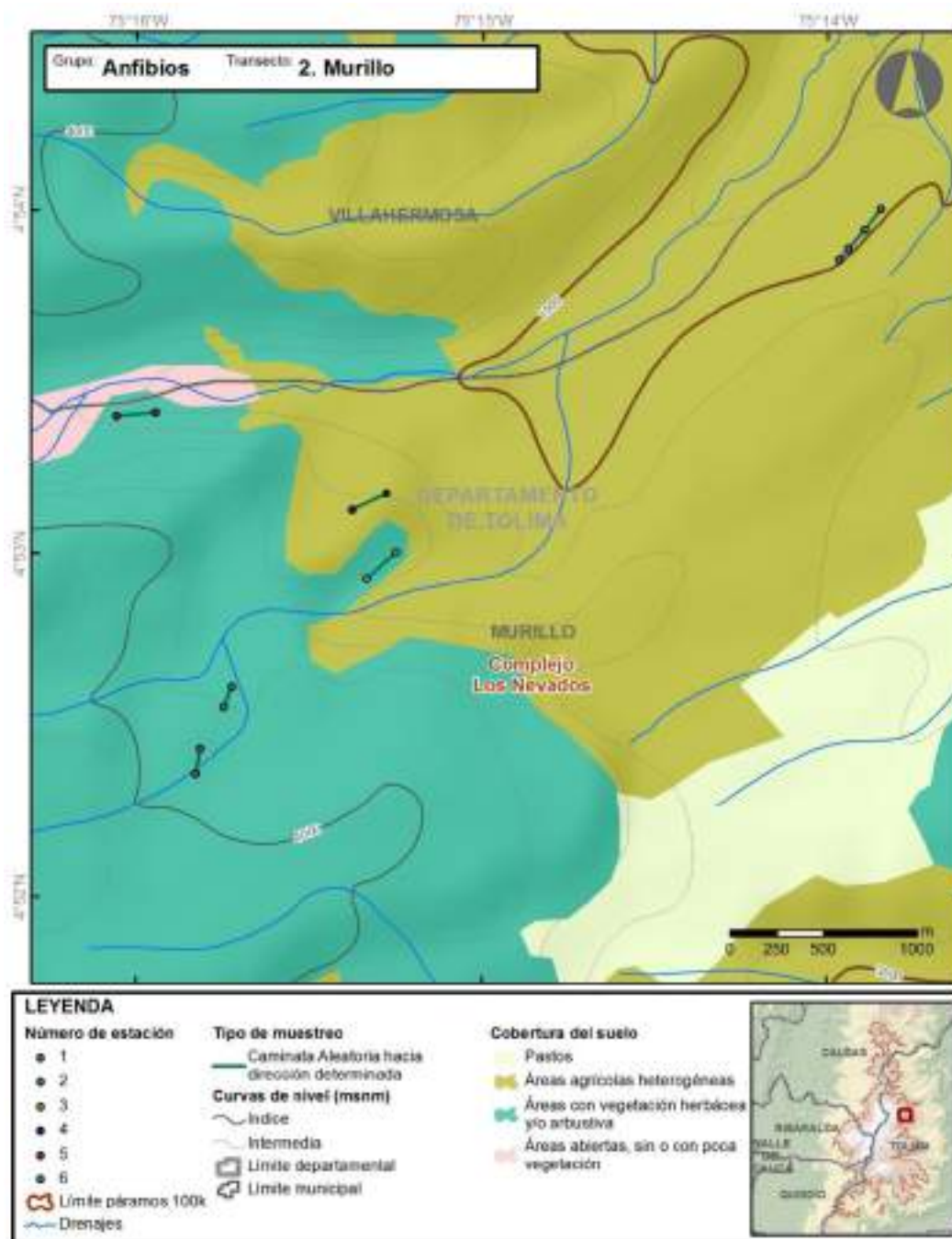
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 49. Ubicación de los transeptos de banda fija para anfibios en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en las veredas El Vergel y La Cascada - Anzoátegui (AN), Tolima.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 50. Ubicación de las caminatas aleatorias para anfibios en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda La Cabaña - Murillo (MU), Tolima.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Las coordenadas de los transectos de muestreo se presentan en la Tabla 145 y en las Figuras 51, 52, 53, 54 y 55 se muestran los mapas con su ubicación. Los listados de morfoespecies potenciales y registradas durante los muestreos en el complejo siguieron la nomenclatura propuesta Johnson y Tripplehorn (2004) y Platnick (2014) para los registros de coleópteros y arañas, respectivamente.

Tabla 145. Coordenadas de los transectos de trampas pitfall en las estaciones de muestreo de artrópodos epígeos en el complejo de páramos Los Nevados en el departamento del Tolima. Se indica punto inicial y final para cada transecto de trampas, T1 y T2 (excepto para el T2 de MU2, sólo se registró punto inicial del transecto).

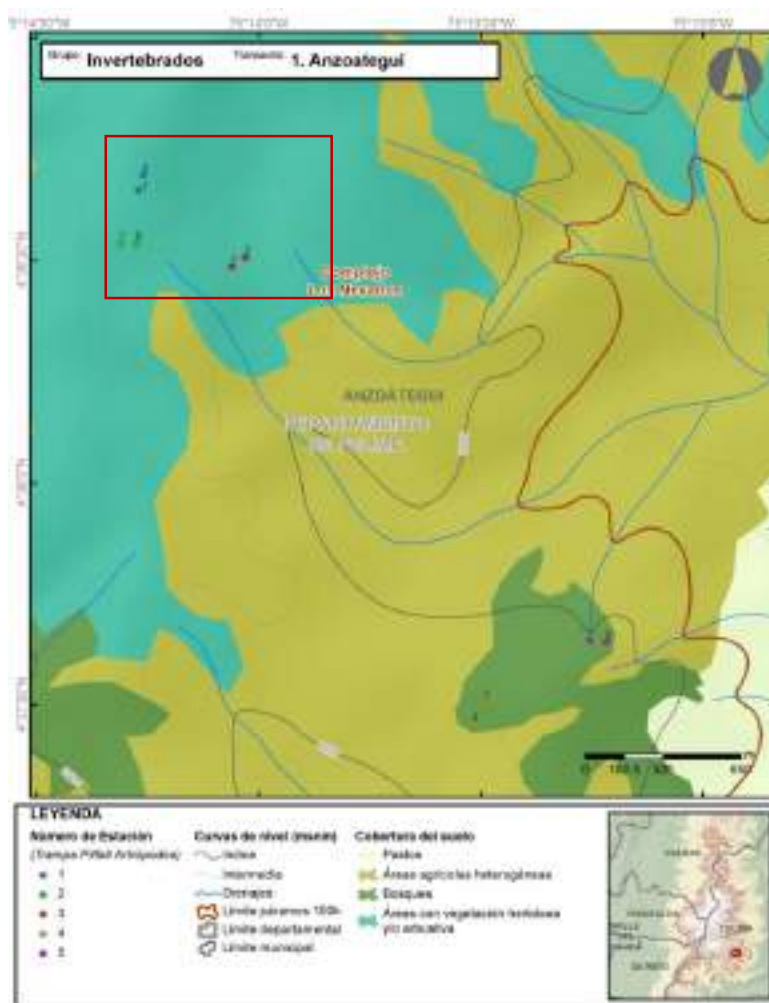
Departamento	Municipio	Código del transecto	Estación	Método de muestreo	Latitud	Longitud
Tolima	Anzoátegui	AN	AN1	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.644.307	-75.237.837
				Pitfall artrópodos T1, final	4.644.596	-75.237.746
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.644.873	-75.237.656
				Pitfall artrópodos T2, final	4.645.168	-75.237.539
			AN2	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.642.303	-75.238.516
				Pitfall artrópodos T1, final	4.642.218	-75.238.148
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.642.299	-75.237.923
				Pitfall artrópodos T2, final	4.642.450	-75.237.609
			AN3	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.641.445	-75.234.344
				Pitfall artrópodos T1, final	4.641.655	-75.234.048
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.641.779	-75.233.820
				Pitfall artrópodos T2, final	4.642.108	-75.233.783
			AN4	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.625.158	-75.224.854
				Pitfall artrópodos T1, final	4.624.405	-75.224.972
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.624.246	-75.225.267
				Pitfall artrópodos T2, final	4.624.142	-75.225.569
			AN5	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.627.408	-75.220.893
				Pitfall artrópodos T1, final	4.627.371	-75.220.573
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.627.348	-75.220.285
				Pitfall artrópodos T2, final	4.627.327	-75.219.936
	Murillo	MU	MU1	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.873.089	-75.263.351
				Pitfall artrópodos T1, final	4.873.329	-75.263.168
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.872.847	-75.263.736
				Pitfall artrópodos T2, final	4.872.645	-75.263.968
			MU2	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.876.059	-75.262.577
				Pitfall artrópodos T1, final	4.876.320	-75.262.341
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.876.250	-75.261.841
			MU3	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.881.535	-75.256.220
				Pitfall artrópodos T1, final	4.881.655	-75.256.612
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.881.695	-75.256.901
				Pitfall artrópodos T2, final	4.881.426	-75.257.149

Departamento	Municipio	Código del transecto	Estación	Método de muestreo	Latitud	Longitud
Tolima	Santa Isabel	SI	MU4	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.885.373	-75.255.894
				Pitfall artrópodos T1, final	4.885.675	-75.255.609
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.885.718	-75.255.331
				Pitfall artrópodos T2, final	4.885.952	-75.255.118
			MU5	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.890.258	-75.263.221
				Pitfall artrópodos T1, final	4.890.248	-75.263.482
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.890.087	-75.263.730
				Pitfall artrópodos T2, final	4.890.164	-75.264.051
			MU6	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.899.925	-75.230.576
				Pitfall artrópodos T1, final	4.899.684	-75.230.824
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.899.441	-75.231.224
				Pitfall artrópodos T2, final	4.899.215	-75.231.425
			SI1	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.729.352	-75.316.875
				Pitfall artrópodos T1, final	4.729.497	-75.317.204
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.729.612	-75.317.504
				Pitfall artrópodos T2, final	4.729.649	-75.317.866
			SI2	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.741.061	-75.307.344
				Pitfall artrópodos T1, final	4.740.929	-75.307.036
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.740.826	-75.306.750
				Pitfall artrópodos T2, final	4.740.722	-75.306.405
			SI3	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.737.292	-75.305.955
				Pitfall artrópodos T1, final	4.737.127	-75.305.661
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.737.098	-75.305.398
				Pitfall artrópodos T2, final	4.737.313	-75.305.075
			SI4	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.725.842	-75.249.200
				Pitfall artrópodos T1, final	4.726.172	-75.249.255
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.726.097	-75.249.545
				Pitfall artrópodos T2, final	4.726.072	-75.249.863
				Pitfall artrópodos T1, inicio	4.724.741	-75.252.180
			SI5	Pitfall artrópodos T1, final	4.724.747	-75.252.448
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.724.985	-75.252.671
				Pitfall artrópodos T2, final	4.725.171	-75.252.854
	Herveo	HE	HE1	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.994.723	-75.324.253
				Pitfall artrópodos T1, final	4.994.395	-75.324.173
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.994.076	-75.324.232
				Pitfall artrópodos T2, final	4.993.830	-75.324.360

Departamento	Municipio	Código del transecto	Estación	Método de muestreo	Latitud	Longitud
Tolima	Herveo	HE	HE2	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.995.690	-75.321.122
				Pitfall artrópodos T1, final	4.995.910	-75.321.444
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.995.881	-75.321.668
				Pitfall artrópodos T2, final	4.995.890	-75.321.924
			HE3	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.999.511	-75.326.718
				Pitfall artrópodos T1, final	4.999.194	-75.326.806
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.999.055	-75.326.798
				Pitfall artrópodos T2, final	4.998.712	-75.326.648
			HE4	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.999.730	-75.315.152
				Pitfall artrópodos T1, final	5.000.049	-75.315.114
				Pitfall artrópodos T2, inicio	5.000.361	-75.315.056
				Pitfall artrópodos T2, final	5.000.680	-75.315.158
			HE5	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.997.714	-75.307.119
				Pitfall artrópodos T1, final	4.997.764	-75.306.880
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.996.982	-75.307.558
				Pitfall artrópodos T2, final	4.997.668	-75.307.250
	Ibague	IB	IB1	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.658.294	-75.416.019
				Pitfall artrópodos T1, final	4.658.393	-75.415.684
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.658.510	-75.415.504
				Pitfall artrópodos T2, final	4.658.792	-75.415.311
			IB2	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.656.741	-75.416.111
				Pitfall artrópodos T1, final	4.657.025	-75.415.896
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.657.138	-75.415.706
				Pitfall artrópodos T2, final	4.657.145	-75.415.378
			IB3	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.653.359	-75.414.092
				Pitfall artrópodos T1, final	4.653.437	-75.414.373
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.653.653	-75.414.418
				Pitfall artrópodos T2, final	4.653.801	-75.414.602
			IB4	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.652.330	-75.412.567
				Pitfall artrópodos T1, final	4.652.018	-75.412.786
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.651.872	-75.412.894
				Pitfall artrópodos T2, final	4.651.714	-75.413.022
			IB5	Pitfall artrópodos T1, inicio	4.649.240	-75.413.258
				Pitfall artrópodos T1, final	4.648.869	-75.413.338
				Pitfall artrópodos T2, inicio	4.648.635	-75.413.419
				Pitfall artrópodos T2, final	4.648.298	-75.413.284

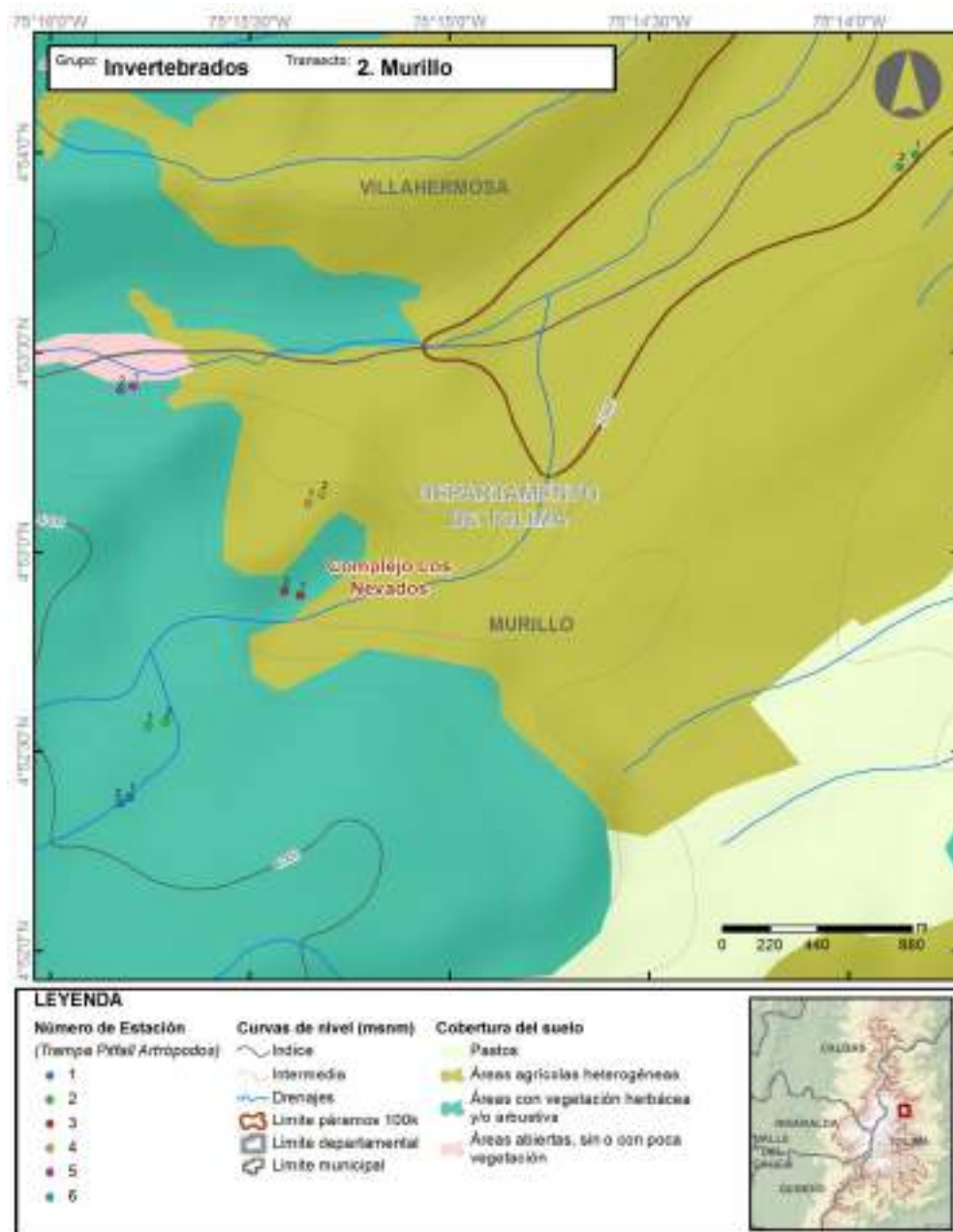
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 51. Ubicación de los dos transeptos de trampas pitfall para artrópodos epigeos en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en las veredas El Vergel y La Cascada - Anzoátegui (AN), Tolima.



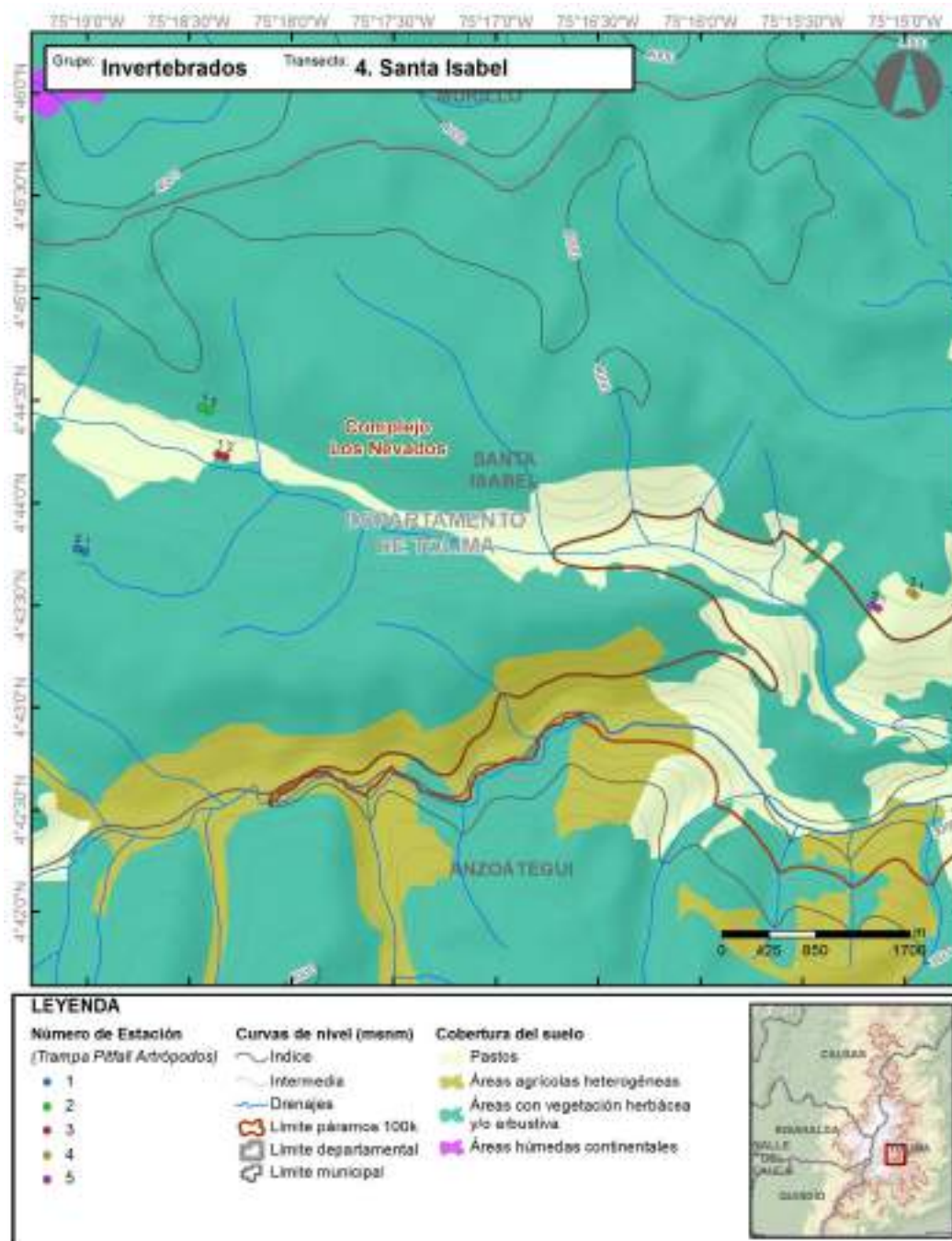
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 52. Ubicación de los dos transeptos de trampas pitfall para artrópodos epigeos en las estaciones de muestreo del transepto altitudinal en la vereda La Cabaña -Murillo (MU), Tolima.



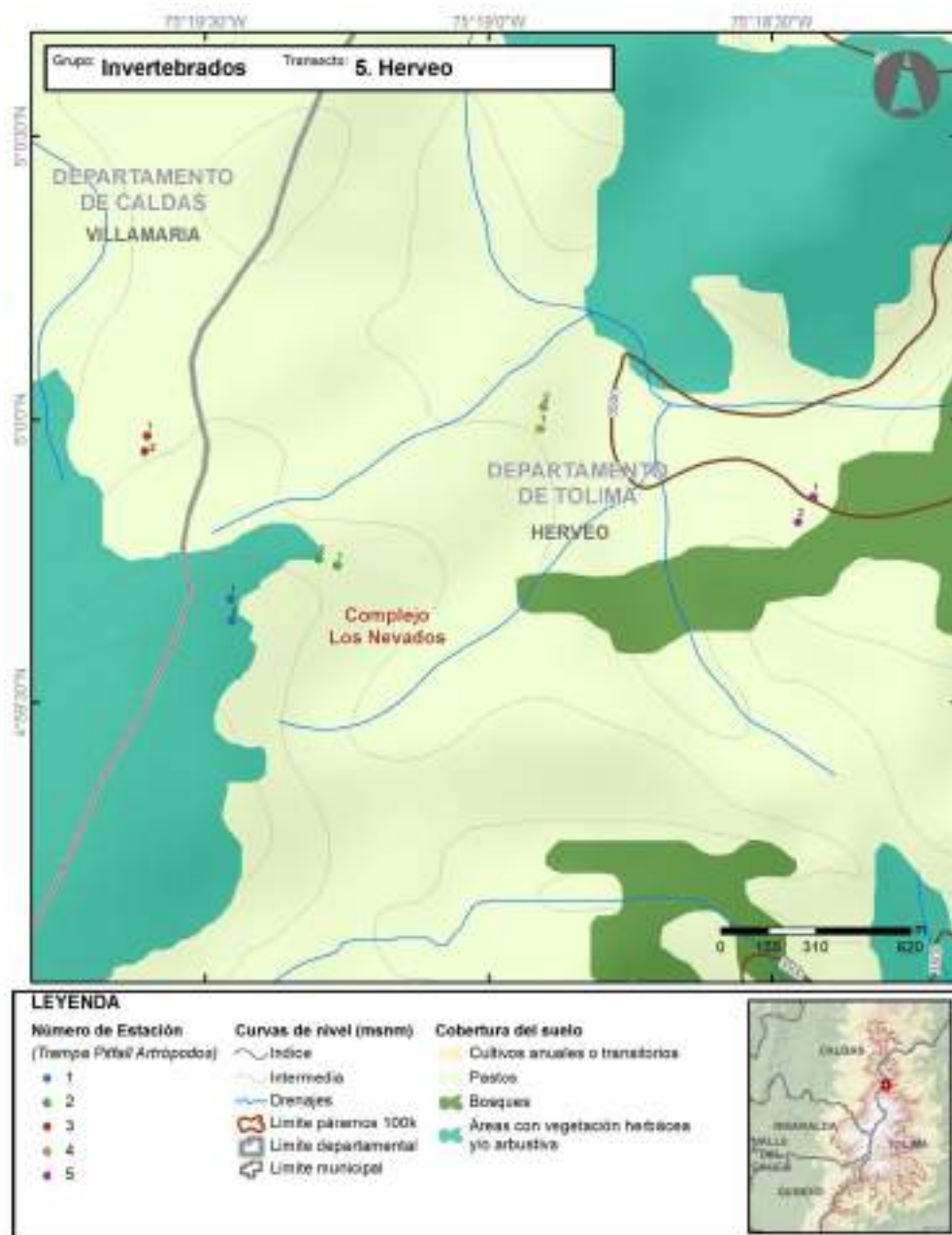
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 53. Ubicación de los dos transeptos de trampas pitfall para artrópodos epigeos en las estaciones de muestreo del transepto altitudinal en la vereda Totarito - Santa Isabel (SI), Tolima.



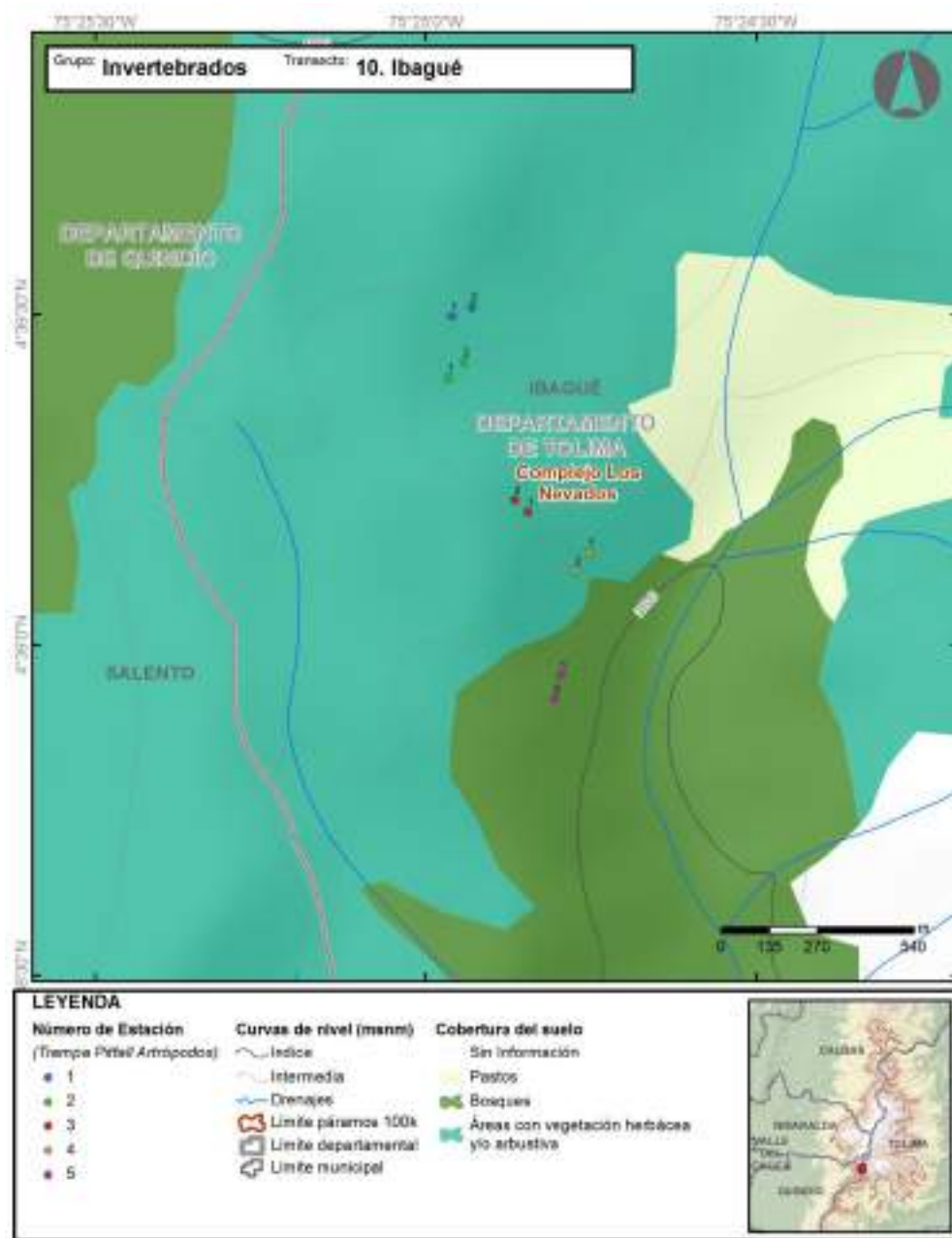
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 54. Ubicación de los dos transeptos de trampas pitfall para artrópodos epigeos en las estaciones de muestreo del transepto altitudinal en la vereda Letras - Herveo (HE), Tolima.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 55. Ubicación de los dos transeptos de trampas pitfall para artrópodos epigeos en las estaciones de muestreo del transepto altitudinal en la vereda La Primavera, Finca La Primavera - Ibagué (IB), Tolima.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

19.2.3 Métodos de Muestreo - Flora

La caracterización de la diversidad de plantas se llevó a cabo en todos los transectos altitudinales establecidos en el complejo de páramos (Tabla 141). En cada transecto se definieron entre cinco y siete estaciones de muestreo, desde el límite superior al inferior; el número de estaciones varió de acuerdo a las condiciones físicas y biológicas de cada localidad. En cada transecto altitudinal se establecieron tres parcelas de vegetación por estación de muestreo. El área de las parcelas varió en función de la cobertura vegetal, de la siguiente forma: con dosel continuo parcelas de 100 m², mientras que en coberturas con dosel discontinuo o ausente se levantaron parcelas de 50 m².

En el bosque altoandino y arbustales de páramo se tomaron los siguientes datos para las morfoespecies con un diámetro basal ≥ 2 cm a 30 cm del suelo: altura total, altura a la primera ramificación (sólo para árboles), diámetro del tallo a 30 cm de altura, cobertura de copa, hábito (árbol, arbusto, roseta, hierba, epífita, etc.) y estado fenológico (fértil o infértil). Para individuos cuyo tallo estaba ramificado desde la base, el diámetro del tallo a 30 cm de altura, fue estimado como la sumatoria de las áreas basales de todas las ramificaciones encontradas desde la base hasta la altura referenciada, sumatoria calculada a partir del diámetro de cada una de las ramificaciones encontradas (Villareal *et al.*, 2006).

La cobertura de copa (m²): se calculó tomando como referencia el área proyectada de la copa de cada individuo sobre el suelo. En campo, se registraron las medidas de los diámetros mayor y menor para estimar dicha cobertura, asumiendo la forma ovalada para hacer los cálculos de la cobertura de copa para árboles, arbolitos y arbustos:

$$C = 1/2 (D1 \times D2)$$

Donde D1: Diámetro mayor, D2: Diámetro menor (Rangel y Velásquez, 1997).

En los herbazales donde se encontraron arbustos y otras especies como frailejones, se registraron las variables anotadas anteriormente. En el caso de macollas y otras especies cuya individualización fue difícil, se registraron las siguientes variables: altura total, cobertura de copa, porcentaje de cobertura con respecto a cada subparcela, hábito y estado fenológico.

Para cada estación de muestreo se elaboraron perfiles verticales de la vegetación registrada en el transecto altitudinal, a escala, construidos con base en los levantamientos florísticos realizados; para ello se ubicó un punto de coordenada (x, y) estimada en metros en cada subparcela, con el propósito de tener en cada perfil un punto de referencia para los individuos.

Los ejemplares colectados se identificaron mediante el uso de claves taxonómicas para las diferentes familias y géneros registrados, y por comparación con ejemplares depositados en el Herbario Luis Sigifredo Espinal Tascón, de la Universidad del Valle (CUVC) y el Herbario de la Universidad de Caldas (FAUC). Los especímenes colectados en estado reproductivo, se depositaron en los Herbarios Federico Medem (FMB) del IAvH en Bogotá, CUVC y FAUC.

Las coordenadas de las parcelas de muestreo se registran en la Tabla 146 y en las Figuras 56, 57, 58, 59 y 60 se presentan los mapas con su ubicación. Los listados elaborados para plantas, tanto de especies potenciales como registradas en el estudio, siguen la nomenclatura de la base de datos Trópicos.org (2014), del Missouri Botanical Garden. La asignación del estado de conservación para las especies registradas fue según la lista de especies amenazadas de la IUCN (2014) y los usos fueron según información recopilada con los habitantes de las localidades trabajadas.

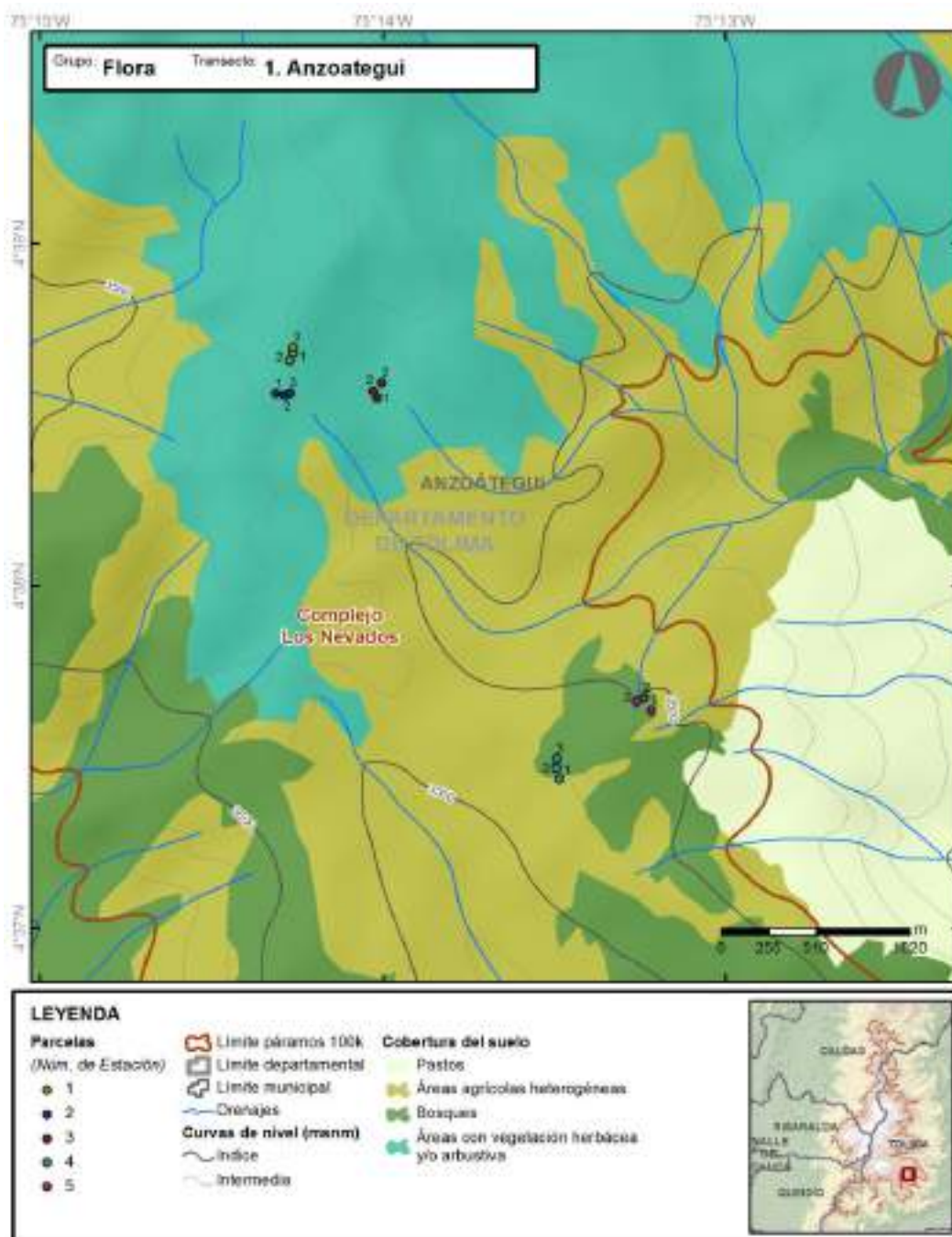
Tabla 146. Coordenadas de las parcelas de trabajo para cada estación de muestreo de plantas en el complejo de páramos Los Nevados en el departamento del Tolima. Se indica punto inicial para cada unidad de muestreo.

Departamento	Municipio	Código del transecto	Estación	Método de muestreo	Latitud	Longitud
Tolima	Anzoátegui	AN	AN1	Parcela, P1	4.644.653	-75.237.673
				Parcela, P2	4.644.308	-75.237.871
				Parcela, P3	4.644.944	-75.237.673
			AN2	Parcela, P1	4.642.704	-75.238.551
				Parcela, P2	4.642.632	-75.238.133
				Parcela, P3	4.642.693	-75.237.851
			AN3	Parcela, P1	4.642.485	-75.233.627
				Parcela, P2	4.642.819	-75.233.800
				Parcela, P3	4.643.233	-75.233.389
			AN4	Parcela, P1	4.623.943	-75.224.742
				Parcela, P2	4.624.460	-75.224.900
				Parcela, P3	4.624.904	-75.224.887
			AN5	Parcela, P1	4.627.276	-75.220.273
				Parcela, P2	4.627.867	-75.220.660
				Parcela, P3	4.627.728	-75.220.979
Tolima	Murillo	MU	MU1	Parcela, P1	4.873.075	-75.263.286
				Parcela, P2	4.872.990	-75.263.526
				Parcela, P3	4.873.445	-75.263.142
			MU2	Parcela, P1	4.876.531	-75.261.505
				Parcela, P2	4.876.664	-75.261.434
				Parcela, P3	4.876.493	-75.262.103
			MU3	Parcela, P1	4.881.321	-75.256.761
				Parcela, P2	4.881.308	-75.256.167
				Parcela, P3	4.882.300	-75.256.014
			MU4	Parcela, P1	4.885.804	-75.255.711
				Parcela, P2	4.886.080	-75.255.434
				Parcela, P3	4.885.488	-75.255.658
			MU5	Parcela, P1	4.890.153	-75.262.789
				Parcela, P2	4.887.289	-75.252.880
				Parcela, P3	4.887.545	-75.253.128
			MU6	Parcela, P1	4.898.773	-75.232.300
				Parcela, P2	4.898.151	-75.232.480
				Parcela, P3	4.897.762	-75.232.323
			SI1	Parcela, P1	4.728.075	-75.317.743
				Parcela, P2	4.728.255	-75.318.078
				Parcela, P3	4.728.457	-75.318.426

Departamento	Municipio	Código del transecto	Estación	Método de muestreo	Latitud	Longitud
Tolima	Murillo	MU	SI2	Parcela, P1	4.740.996	-75.306.654
				Parcela, P2	4.741.182	-75.306.963
				Parcela, P3	4.741.317	-75.307.314
			SI3	Parcela, P1	4.737.332	-75.305.747
				Parcela, P2	4.737.186	-75.305.433
				Parcela, P3	4.737.561	-75.305.018
			SI4	Parcela, P1	4.725.739	-75.249.180
				Parcela, P2	4.726.006	-75.249.341
				Parcela, P3	4.726.029	-75.249.848
			SI5	Parcela, P1	4.724.531	-75.252.457
				Parcela, P2	4.724.793	-75.252.795
				Parcela, P3	4.724.982	-75.253.180
	Herveo	HE	HE1	Parcela, P1	4.994.458	-75.324.427
				Parcela, P2	4.994.741	-75.323.968
				Parcela, P3	4.994.498	-75.323.517
			HE2	Parcela, P1	4.995.311	-75.321.388
				Parcela, P2	4.995.844	-75.321.328
				Parcela, P3	4.995.578	-75.321.269
			HE3	Parcela, P1	5.002.319	-75.325.509
				Parcela, P2	5.001.884	-75.325.616
				Parcela, P3	5.001.481	-75.325.690
			HE4	Parcela, P1	4.999.699	-75.315.032
				Parcela, P2	5.000.320	-75.315.222
				Parcela, P3	4.999.234	-75.315.589
			HE5	Parcela, P1	4.997.523	-75.306.818
				Parcela, P2	4.997.694	-75.307.000
				Parcela, P3	4.997.417	-75.306.361
Tolima	Ibagué	IB	IB1	Parcela, P1	4.658.469	-75.415.652
				Parcela, P2	4.658.401	-75.415.954
				Parcela, P3	4.658.046	-75.416.691
			IB2	Parcela, P1	4.656.716	-75.416.128
				Parcela, P2	4.657.063	-75.416.037
				Parcela, P3	4.657.138	-75.415.665
			IB3	Parcela, P1	4.653.177	-75.413.801
				Parcela, P2	4.652.873	-75.413.995
				Parcela, P3	4.652.303	-75.414.169
			IB4	Parcela, P1	4.651.207	-75.413.344
				Parcela, P2	4.651.315	-75.413.110
				Parcela, P3	4.651.576	-75.413.200
			IB5	Parcela, P1	4.649.127	-75.413.259
				Parcela, P2	4.648.701	-75.413.399
				Parcela, P3	4.648.492	-75.413.326

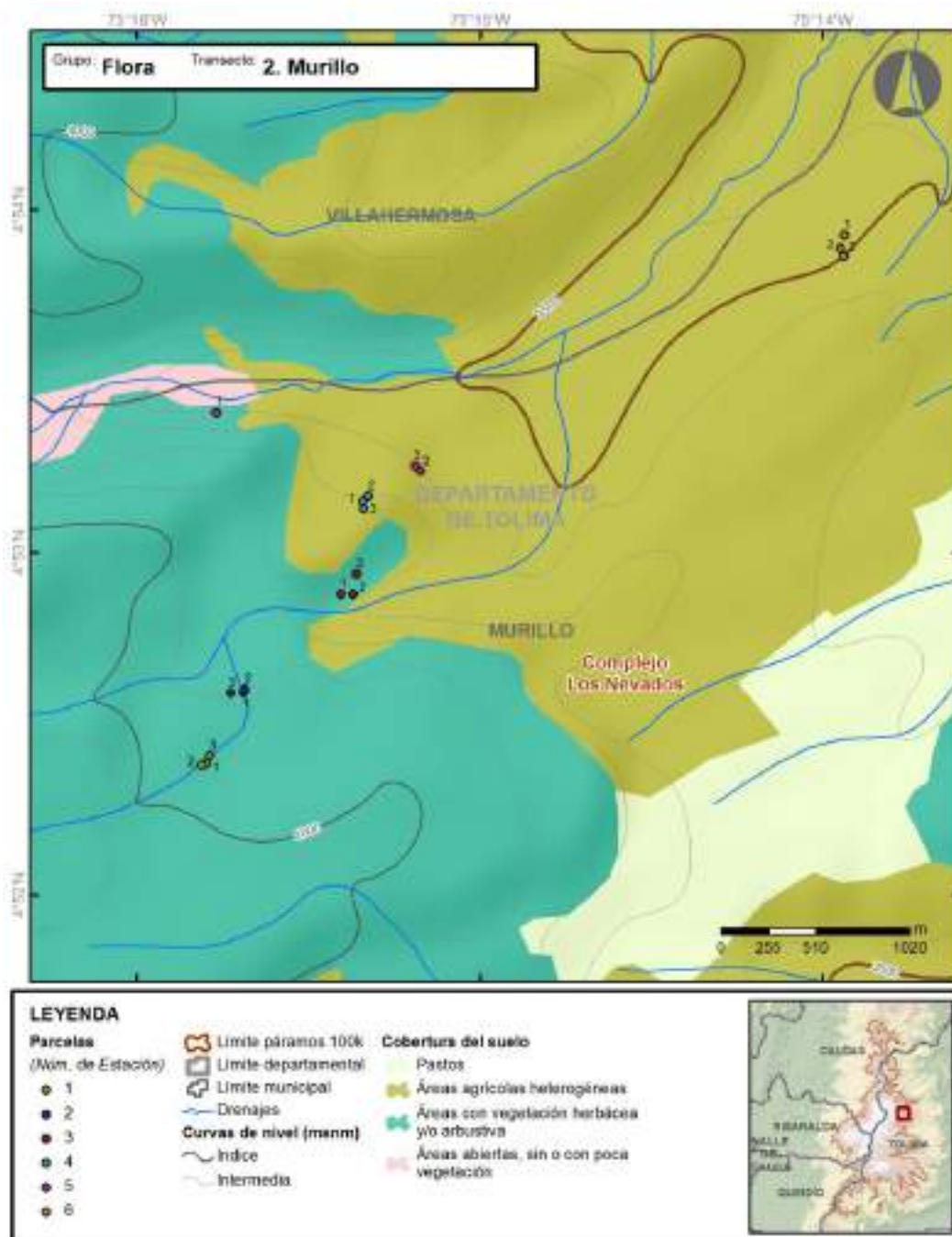
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 56. Ubicación de las parcelas para flora en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en las veredas El Vergel y La Cascada - Anzoátegui (AN), Tolima.



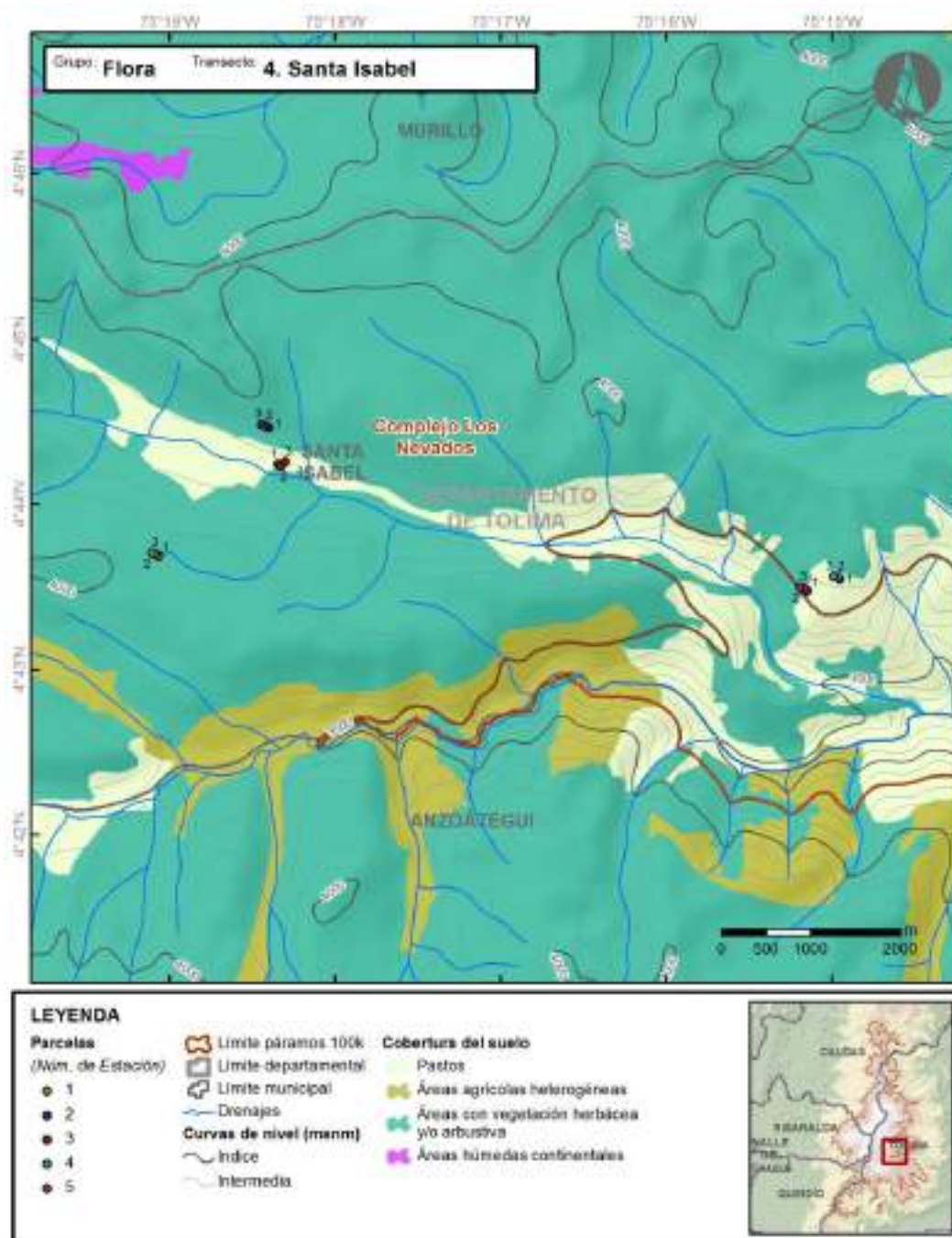
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 57. Ubicación de las parcelas para flora en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda La Cabaña - Murillo (MU), Tolima.



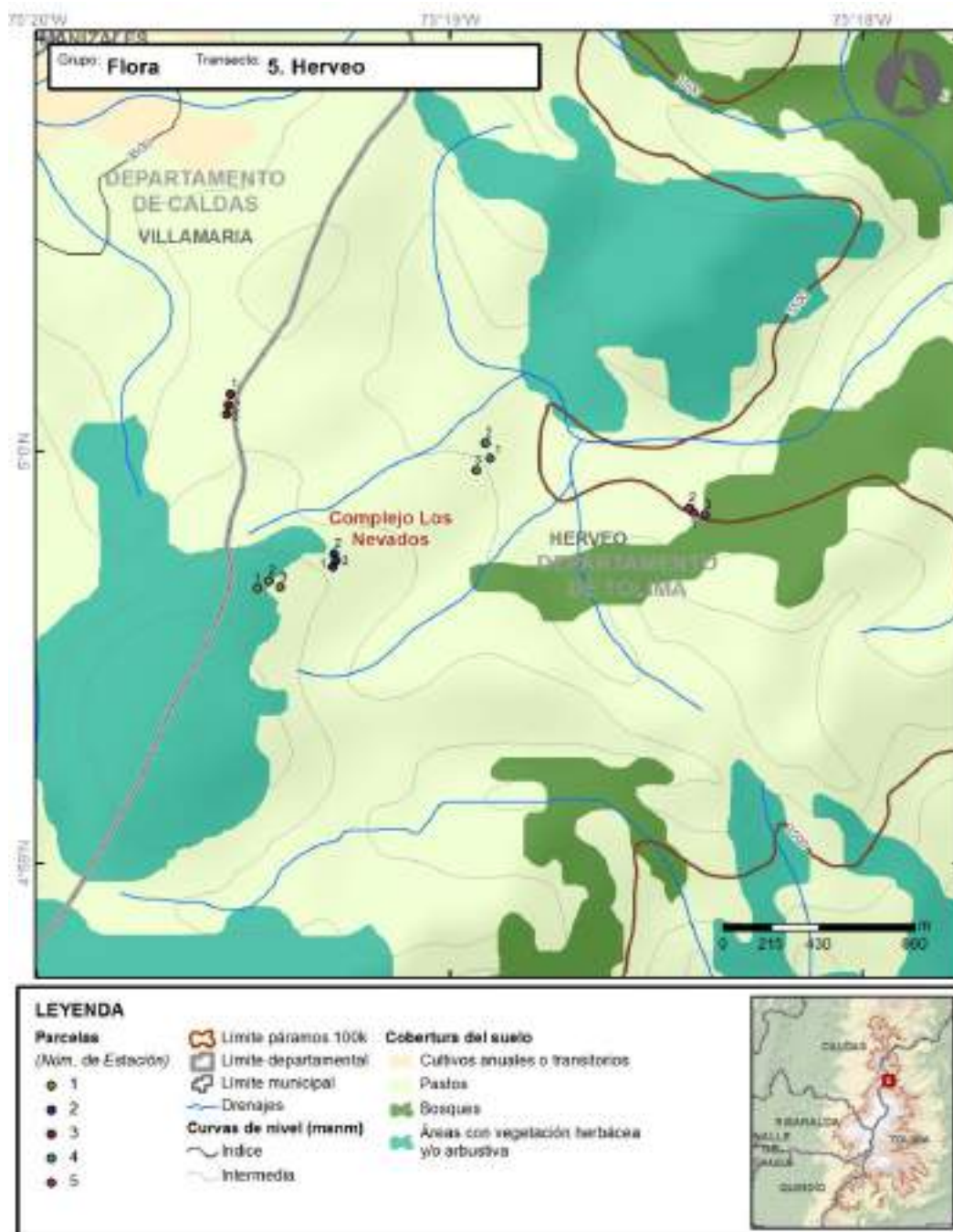
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 58. Ubicación de las parcelas para flora en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda Totarito - Santa Isabel (SI), Tolima.



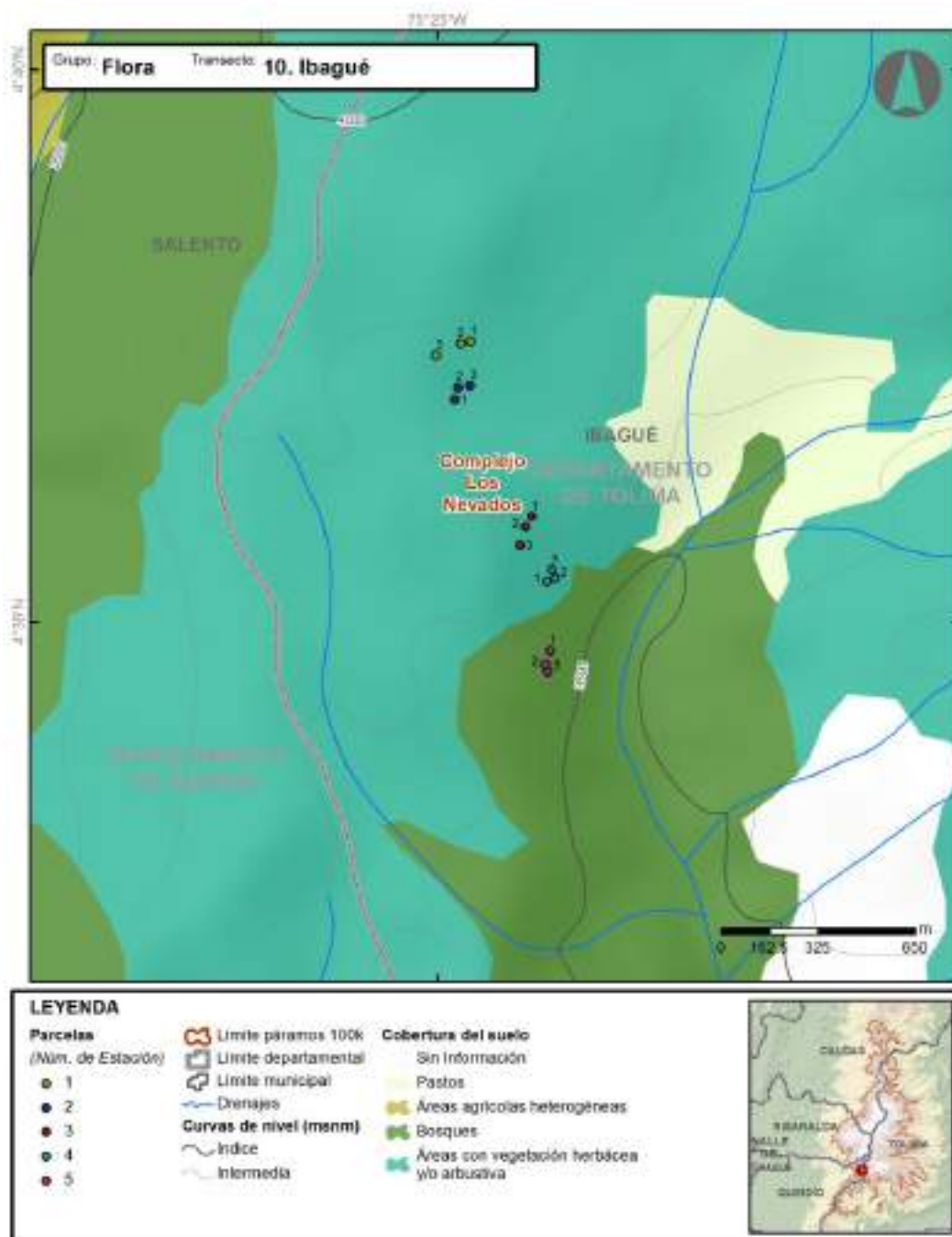
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 59. Ubicación de las parcelas para flora en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda Letras - Herveo (HE), Tolima.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Figura 60. Ubicación de las parcelas para flora en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en la vereda La Primavera, Finca La Primavera - Ibagué (IB), Tolima.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

c) Manejo y Análisis de la Información

- Fauna

- Composición y estructura de las comunidades

A partir de los registros obtenidos en campo se calculó la riqueza y abundancia de especies por estación y transecto. Mediante una prueba de permutación se determinó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las cifras de riqueza y mediante una prueba de Kruskal-Wallis, previa prueba de la distribución de los datos, la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las abundancias de las estaciones definidas en cada transecto altitudinal, y la respectiva prueba pareada, en caso de encontrar diferencias. La eficiencia de los muestreos en cada estación y transecto altitudinal fue estimada a partir de los estimadores no paramétricos ACE y Chao1, utilizados para datos basados en abundancias, calculando el porcentaje de especies registradas en relación al valor de los estimadores. Además, se elaboraron curvas de acumulación de especies, presentando la riqueza observada, los estimadores ACE, Chao 1, *singletons* y *doubletons* (Magurran, 2004, Chao *et al.*, 2005; Citados por Wildlife Conservation Society, 2015).

Para evaluar la diversidad alfa, se estimó para cada estación de muestreo por transecto altitudinal, el índice de equidad de Shannon, la diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 (Jost, 2006), donde $q = 0$: riqueza de especies; $q = 1$: exponencial de la diversidad de Shannon; y $q = 2$: inverso del índice de Simpson.; determinando mediante una prueba t la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los índices de equidad de las estaciones.

Adicionalmente, para todos los grupos por transecto altitudinal se elaboraron curvas de rango – abundancia de las especies registradas en cada estación (Magurran, 2004); para cada especie se calculó el índice de abundancia relativa (IAR), valor utilizado para asignar una de cuatro categorías (Escasa, Poco común, Común y Abundante, categorías propuesta por Villareal *et al.*, 2006). Todos los análisis de diversidad y estadísticos se realizaron con ayuda de los programas PAST 2.17 (Hammer *et al.*, 2001) y EstimateS Win 9.1 (Colwell, 2013).

- Análisis de la diversidad Beta

Para evaluar la diversidad beta y explorar las relaciones entre la la fauna registrada en las diferentes estaciones de muestreo, según su composición, a partir de matrices de presencia/ausencia y de abundancia elaboradas para cada taxa, se realizó un análisis de agrupamiento utilizando como medida de similitud el índice de Jaccard e índice de Bray-Curtis, respectivamente, mediante algoritmo UPGMA. También se realizó entre las estaciones un análisis de complementariedad, para evaluar la similitud entre estaciones de muestreo por grupo y transecto altitudinal. Adicionalmente, para aves y mamíferos se evaluó el recambio de especies mediante curvas de atenuación (Terborgh, 1971). Todos los análisis de diversidad y estadísticos se realizaron con ayuda de los programas PAST 2.17 (Hammer *et al.*, 2001) y EstimateS Win 9.1 (Colwell, 2013).

- Flora

- Composición y estructura de las comunidades

A partir de los registros obtenidos en las parcelas de muestreo se calculó la riqueza, la densidad total de individuos y su frecuencia relativa por estación y transecto. Adicionalmente, se calculó el área basal por individuo, el área basal total (todos los individuos por parcela), el índice de valor de importancia (IVI) y el índice de predominio fisionómico (IPF) de las especies registradas. En cada caso, se estimó la diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 , previo cálculo de los tradicionales índices de

diversidad de Shanon-Wiener y de Simpson. También fueron elaborados perfiles vegetales para cada estación de muestreo.

- Análisis de la diversidad Beta

Para evaluar la diversidad Beta y conocer las relaciones entre la flora de las diferentes estaciones de cada transecto, según su composición, se llevó a cabo un análisis de agrupamiento utilizando como medida de similitud el índice de Bray-Curtis, mediante el algoritmo UPGMA. Todos los análisis de diversidad y estadísticos se realizaron con ayuda de los programas PAST 2.17 (Hammer *et al.*, 2001) y BioDiversity Pro 2.0 (Mc Aleece *et al.*, 1997).

19.3 Resultados

19.3.1 Especies Potenciales

A partir de la revisión generada por estudios realizados en la zona (UAESPNN, 2005; CORTOLIMA y CORPOICA, 2009; WCs, 2015), se establece el número potencial de especies para el área del Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

- Aves

Se han reportado 246 especies, agrupadas en 15 órdenes, 39 familias y 162 géneros. Los órdenes Paseriformes, Apodiformes y Falconiformes son los de mayor presencia en la zona. Las familias Trhaupidae, Tyrannidae y Trochillidae representan el 34,6% de los registros reportados para la zona, presentando la familia Trhaupidae 30 especies, la familia Tyrannidae 29 especies y la familia Trochillidae 26 especies. Los géneros con mayor número de especies son *Tangara* con ocho (8) especies reportadas, *Diglossa* con 6 especies, *Buteo*, *Grallaria* y *Atlapetes* con cinco (5) especies cada uno.

En familias como Trochilidae y Grallaridae, con un alto potencial de registrarse en el complejo, se encontró un número importante de especies bajo alguna categoría de amenaza. Todas las especies de Trochilidae registradas están en CITES II y el 21.74% son consideradas “casi endémicas”. Para la familia Grallaridae, el 30% de las especies reportadas se encuentran bajo alguna categoría de amenaza (En Peligro, Vulnerable o CITES II) y tienen algún grado de endemismo.

- Pequeños Mamíferos

Como resultado de la revisión de información referente a la diversidad de pequeños mamíferos en el área de estudio y zonas próximas, se determinó que para el complejo de páramos Los Nevados existen 38 especies representantes de 27 géneros y 10 familias, que potencialmente podrían encontrarse durante la caracterización. Las familias con mayor número de especies en el listado son Cricetidae (12), Phyllostomidae (7), Vespertilionidae (5) y Didelphidae (4), constituyendo el 73.68% del total de registros reportados para la zona.

En cuanto a riqueza de géneros, Cricetidae es la familia que presenta el mayor número para la zona (8 sp.), seguida por Phyllostomidae (4sp.), Vespertilionidae (4sp.), y Didelphidae (3 sp.). Los géneros que tienen más especies documentadas son *Thomasomys* (Cricetidae) y *Sturnira* (Phyllostomidae) con cuatro y tres especies, respectivamente. Sin embargo, la mayoría de los géneros (92.59% de los registros, correspondiente a 25 géneros) están representados por máximo

dos especies. Cabe resaltar que tres de las especies incluidas en el listado se catalogan como “casi amenazadas” y que el 15.79% del total son consideradas endémicas.

- Anfibios

A partir de la revisión de información referente a la diversidad de anuros en el área de estudio y en zonas adyacentes, se determinó que para el complejo de páramos Los Nevados existen 21 especies de anfibios, representantes de ocho géneros y cinco familias potenciales. La familia con mayor número de especies y géneros reportados es Craugastoridae con 16 especies, representantes de tres géneros; estos registros corresponden al 76.19% del total de la información. El género con el mayor número de especies reportadas es *Pristimantis* (Craugastoridae) con 14 especies, de las cuales el 35.71% (cinco especies, cuatro de ellas endémicas) se encuentran clasificadas como casi amenazadas (NT), vulnerables (VU) o en peligro (EN). También, cabe resaltar que de las especies restantes, todas están clasificadas en alguna categoría de amenaza, y el 71.43% están catalogadas como endémicas.

- Artrópodos Epigeos: Coleópteros y Arañas

Como resultado de la búsqueda de información sobre artrópodos registrados en el área de estudio, se encontró que existe un vacío de información importante, dado que la mayoría de registros para este grupo se limitan a elevaciones inferiores a 2500 msnm; además, la resolución taxonómica de los reportes es en la mayoría de los casos sólo llega a nivel de familia (39%). El listado de especies potenciales para el complejo de páramos Los Nevados incluye 39 registros de siete órdenes y 28 familias, de los cuales sólo nueve están identificados a nivel de especie. De los órdenes reportados, Diptera es el que registra el mayor número de familias (8), seguido por Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera (6) y Dermaptera (1). Se destaca la familia Simuliidae (Diptera) para la cual todos los registros encontrados están a nivel de especie, y Carabidae (Coleoptera) para la cual todos los registros se encuentran a nivel de género.

- Flora

A partir de la información consultada sobre la diversidad vegetal en el área de estudio y áreas adyacentes, se encontraron 156 especies, representantes de 90 géneros y 50 familias, que potencialmente podrían registrarse en la caracterización de la flora en el complejo de páramos Los Nevados. Entre las familias que reportan el mayor número de especies, sobresalen Asteraceae (24), Dryopteridaceae (22) y Polypodiaceae (19), constituyendo el 41.67% del total de registros que se han reportado para la zona.

En cuanto a riqueza de géneros, para la familia Asteraceae se documenta el mayor número (16), seguida por Polypodiaceae (9) y Dryopteridaceae (7). Los géneros con mayor número de especies documentadas son: *Elaphoglossum* (Polypodiaceae), *Hymenophyllum* (Hymenophyllaceae), *Asplenium* (Aspleniaceae) y *Cyathea* (Cyatheaceae), con 15, 8, 6 y 4 especies, respectivamente. La mayoría de los géneros reportados para el área de estudio, están representados por máximo tres especies (78.84% de los registros, correspondiente a 86 géneros).

19.3.2 Transecto Anzoátegui (AN)

El transecto establecido en la vereda El Vergel, del municipio de Anzoátegui, sobre la vertiente Oriental de la cordillera Central, con coordenadas 4°37'39,45"N. 75°13'14,29'O y 4°38'40,69"N. 75°14'15,86'O, comprende un gradiente altitudinal que va desde los 3533 msnm (estación AN5) a los 3817 msnm (estación AN1). En general, los hábitats en las cinco estaciones dispuestas a lo largo

del transecto, desde bosque altoandino a páramo, soportan presiones permanentes asociadas principalmente a la ganadería.

- Aves

a) Composición y Estructura de las Comunidades

En el transecto altitudinal de Anzoátegui se registraron 550 individuos, representantes de nueve órdenes, 17 familias, 42 géneros y 54 especies (Tabla 147). Las familias que más aportaron a la riqueza en el transecto fueron Thraupidae y Throchilidae con 12 y 11 especies, contribuyendo con el 42.3% del total de registros. Los géneros que presentaron mayor número de especies fueron *Ochthoeca* (Tyrannidae) y *Diglossa* (Thraupidae), en los cuales se registraron tres especies. Entre las especies registradas se destaca la presencia del tororoi de miller, *Grallaria milleri*, especie endémica y en peligro de extinción, el loro endémico *Bolborhynchus ferrugineifrons* y tres especies de colibríes casi endémicas: *Eriocnemis derbyi*, *Eriocnemis mosquera* y *Metallura williami*, así como la candelita adornada *Myioborus ornatus*. En cuanto a la riqueza por estaciones, el mayor número de especies se registró en la estación AN4 (34), seguida de AN5 (29); en las siguientes estaciones, AN3 y AN1, el número de especies encontradas disminuyó a 21 y 19 respectivamente, cayendo en la última estación, ubicada en la parte más alta del transecto, en un 44% con relación al máximo valor (Tabla 148). A pesar de los notables cambios en riqueza, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones tras la prueba de permutación.

Tabla 147. Listado sistemático de las especies de aves registradas en el transecto altitudinal de Anzoátegui con sus respectivas abundancias por estación. Para las especies que aplica se indica si son endémicas (E) o Casi endémicas (CE). El gremio trófico se denota como (Ins) insectívoro. (Fru) frugívoro. (Carr) carroñero. (Car) carnívoro. (Gra) granívoro. Inv (Invertebrados) y (Nec) nectarívoro. En la Columna Categoría, para aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza se detalla su estado de conservación como (CR) Riesgo crítico, (EN) En peligro, (VU) Vulnerable, (NT) Casi Amenazada, o (LC) Preocupación menor. Apéndice CITES (I, II ó III). Las especies registradas en una sola estación son señaladas con asterisco (*).

Taxa	Categoría	Gremio	AN5 (3533 m)	AN4 (3609 m)	AN3 (3672 m)	AN1 (3817 m)	Total Transecto
Craciformes							
Cracidae							
<i>Penelope montagnii</i>	LC	Fru	2	11	0	0	13
Accipitriformes							
Accipitridae							
<i>Accipiter striatus</i>	LC	Car	1	0	0	1	2
<i>Geranoaetus</i>	LC	Car	0	0	1	1	2
Columbiformes							
Columbidae							
<i>Pataqioenas fasciata</i>	LC	Fru	5	2	2	2	11
Psittaciformes							
Psittacidae							
<i>Bolborhynchus</i>	E; VU; II	Fru-Gra	0	30	8	10	48
Strigiformes							
Strigidae							
<i>Glaucidium jadinii</i> *	LC; II	Car	0	2	0	0	2
Apodiformes							
Apodidae							
<i>Streptoprocne zonaris</i> *	LC	Ins	2	0	0	0	2

Taxa	Categoría	Gremio	AN5	AN4	AN3	AN1	Total
			(3533 m)	(3609 m)	(3672 m)	(3817 m)	Transecto
Trochilidae							
<i>Aglaeactis cupripennis</i> *	LC; II	Nec-Ins	0	0	1	0	1
<i>Boissonneaua</i>	LC; II	Nec	0	0	0	1	1
<i>Chalcostigma herrani</i> *	LC; II	Nec	0	0	0	1	1
<i>Coeligena lutetiae</i>	LC; II	Nec	3	7	0	0	10
<i>Ensifera ensifera</i> *	LC; II	Nec	0	2	0	0	2
<i>Eriocnemis derbyi</i>	CE; NT;	Nec	1	5	0	0	6
<i>Eriocnemis mosquera</i> *	CE; LC; II	Nec	0	2	0	0	2
<i>Metallura tyrianthina</i> *	LC; II	Nec-Ins	0	2	0	0	2
<i>Metallura williami</i>	CE; LC; II	Nec-Ins	0	0	4	1	5
<i>Pterophanes</i>	LC; II	Nec-Ins	0	1	0	0	1
<i>Ramphomicron</i>	LC; II	Nec-Ins	0	0	1	1	2
Trogoniformes							
Trogonidae							
<i>Trogon personatus</i> *	LC	Fru-Ins	0	2	0	0	2
Piciformes							
Picidae							
<i>Colaptes rivolii</i>	LC; I	Ins	1	0	1	1	3
Passeriformes							
Grallariidae							
<i>Grallaria milleri</i> *	E; EN	Inv	1	0	0	0	1
<i>Grallaria quitensis</i>	LC	Inv	1	0	12	2	15
Furnariidae							
<i>Leptasthenura</i>	LC	Ins	0	0	1	0	1
<i>Margarornis squamiger</i>	LC	Ins	1	2	1	1	5
<i>Pseudocolaptes</i>	LC	Ins	0	2	0	0	2
Tyrannidae							
<i>Mecocerculus</i>	LC	Ins	6	10	13	5	34
<i>Mionectes striaticollis</i> *	LC	Ins	0	1	0	0	1
<i>Ochthoeca frontalis</i> *	LC	Ins	0	1	0	0	1
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	LC	Ins	10	7	16	12	45
<i>Ochthoeca</i>	LC	Ins	1	1	0	0	2
Cotingidae							
<i>Ampelion rubrocristatus</i>	LC	Fru	3	10	3	0	16
Hirundinidae							
<i>Orochelidon murina</i>	LC	Ins	10	0	2	1	13
Troglodytidae							
<i>Cinnycerthia unirufa</i> *	LC	Ins	0	7	0	0	7
<i>Cistothorus platensis</i> *	LC	Ins	0	0	9	0	9
<i>Troglodytes solstitialis</i>	LC	Ins	4	1	0	0	5
Turdidae							
<i>Turdus fuscater</i>	LC	Fru	24	23	21	12	80

Taxa	Categoría	Gremio	AN5	AN4	AN3	AN1	Total
			(3533 m)	(3609 m)	(3672 m)	(3817 m)	Transecto
Thraupidae							
<i>Anisognathus</i>	LC	Fru	30	34	0	0	64
<i>Anisognathus</i>	LC	Fru	0	1	0	0	1
<i>Buthraupis eximia</i> *	LC	Fru	0	1	0	0	1
<i>Buthraupis montana</i>	LC	Fru	2	12	0	0	14
<i>Catamenia analis</i> *	LC	Gra	3	0	0	0	3
<i>Catamenia inornata</i>	LC	Gra	1	0	13	0	14
<i>Conirostrum sitticolor</i>	LC	Ins	1	1	2	0	4
<i>Diglossa cyanea</i>	LC	Nec-Ins	15	17	0	0	32
<i>Diglossa humeralis</i>	LC	Nec-Ins	4	1	1	5	11
<i>Diglossa lafresnayii</i> *	LC	Nec-Ins	0	1	0	0	1
<i>Phrygilus unicolor</i>	LC	Gra-Ins	0	0	6	1	7
<i>Tangara vassorii</i> *	LC	Fru	0	0	0	2	2
Emberizidae							
<i>Atlapetes pallidinucha</i>	LC	Fru-Ins	4	2	2	0	8
<i>Atlapetes schistaceus</i>	LC	Fru-Ins	4	5	0	0	9
<i>Zonotrichia capensis</i>	LC	Gra-Ins	7	1	0	0	8
Parulidae							
<i>Myioborus ornatus</i>	CE; LC	Ins	6	4	0	0	10
Fringillidae							
<i>Sporagra magellanica</i> *	LC	Gra	5	0	0	0	5
<i>Sporagra spinescens</i> *	LC	Gra	0	0	0	1	1
Total			158	211	120	61	550

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015). UICN Red List (2015), CITES (2015).

Tabla 148. Riqueza, abundancia y número de especies exclusivas de aves por estación en el transecto altitudinal de Anzoátegui.

	AN5	AN4	AN3	AN1
	(3533 m)	(3609 m)	(3672 m)	(3817 m)
Riqueza	29	34	21	19
Abundancia	158	211	120	61
Especies únicas	4	13	3	4
Riqueza relativa	0,54	0,63	0,49	0,35
Abundancia relativa	0,29	0,38	0,22	0,11

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Cerca del 45% de las especies registradas (24 de 54), representan especies exclusivas de alguna estación; de éstas, el mayor número se registró en la estación AN4 (13 especies) y el menor en AN3 (tres especies). La familia que más aportó especies exclusivas en las diferentes estaciones fue la misma que presentó el mayor aporte en cuanto a géneros, Throchilidae.

Los resultados de los análisis de diversidad (Tabla 149) permitieron confirmar que la estación AN4 fue la más diversa y equitativa, mientras que la menos diversa y equitativa fue la estación AN1.

Tabla 149. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para la comunidad de aves en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.

	AN5	AN4	AN3	AN1	Transecto
	(3533 m)	(3609 m)	(3672 m)	(3817 m)	
Riqueza ($q = 0$)	29	34	23	19	54
Abundancia	158	211	120	61	550
Equidad (Shannon)	2,83	2,89	2,57	2,42	3,22
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	16,98	17,994	13,038	11,288	24,976
Inverso del índice de Simpson ($q = 2$)	11,43	12,37	10,22	8,07	15,69

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo con el estudio realizado por la WCS (2015), los valores del índice de equidad de Shannon oscilaron entre 2,43 (AN1) y 2,89 (AN4); al realizar la prueba t se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores del índice de la estación AN1 con los de las estaciones AN5, AN4 y AN3, así como entre el índice de AN3 con los de las estaciones AN4 y AN5 (Tabla 150).

Tabla 150. Resultados de la prueba t para comparar el índice de equidad obtenido para cada estación del transecto altitudinal de Anzoátegui. Bajo la diagonal se muestran los p -valor y sobre la diagonal se presentan los estadísticos estimados; se resaltan en negrita los p -valor significativos.

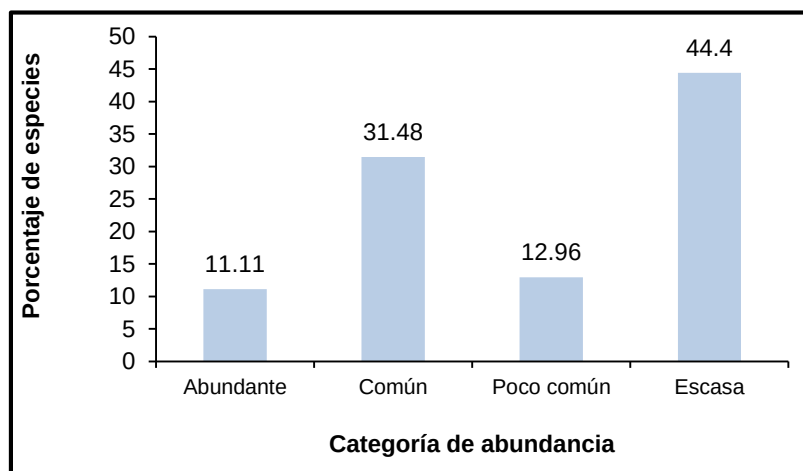
Estación	Índice de equidad	AN5	AN4	AN3	AN1
	(Shannon)				
AN5 (3533 m)	2,83	-	0,5284	2,291	-2,618
AN4 (3609 m)	2,89	0,5976	-	-2,96	-3,085
AN3 (3672 m)	2,56	0,0227	0,0033	-	-0,92
AN1 (3817 m)	2,43	1,00E-02	2,60E-03	3,60E-01	-

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Al evaluar la distribución de frecuencias para las categorías de abundancia definidas para las especies registradas en Anzoátegui (escasa, poco común, común y abundante) se encontró que el 44,4% (24) se clasifican como escasas, el 12,96% (7) como especies poco comunes, el 31,48% (17) especies comunes y sólo el 11,11% (6) como especies abundantes (Grafica 27). Las cuatro (4) especies más abundantes en el transecto altitudinal de Anzoátegui fueron *Turdus fuscater* con 80 individuos, *Anisognathus igniventris* con 64, *Bolborhynchus ferrugineifrons* con 48 y *Ochthoeca fumicolor* con 45, cada una representando una familia diferente: Turdidae, Thraupidae, Psittacidae y

Tyrannidae, respectivamente. No obstante, la abundancia relativa de cada una de las especies mencionadas fue diferente para cada estación (Tabla 151).

Grafica 25. Categorías de abundancia para las especies de aves registradas en el transecto altitudinal de Anzoátegui.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la diversidad Beta

De acuerdo con la WCS (2015) a partir de Índice de Similitud de Jaccard, se establecen dos agrupaciones bien definidas, las cuales se relacionan con la ubicación, proximidad y altura de las estaciones del transecto. Una primera agrupación se establece entre las estaciones AN5 y AN4, y la otra entre las estaciones AN3 y AN1 (Gráfica 28 A). En el dendrograma resultante del análisis de agrupamiento utilizando el índice de Bray-Curtis como medida de similitud, se observan las mismas agrupaciones obtenidas con el índice de similitud Jaccard, pero el porcentaje de similitud es mayor entre las estaciones AN5 y AN4 (Gráfica 28 B).

Grafica 26. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las estaciones de muestreo de aves en el transecto altitudinal de Anzoátegui (Algoritmo UPGMA).

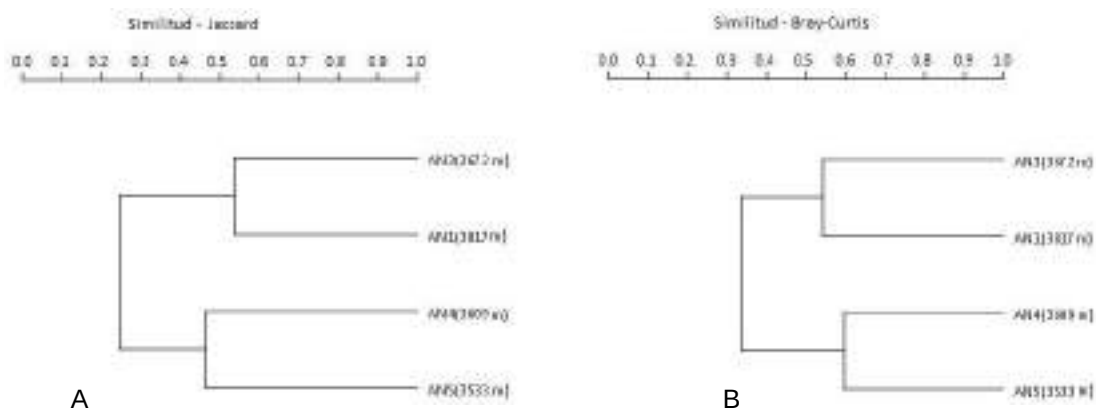


Tabla 151. Índices de abundancia relativa (IAR) y categoría de abundancia para las especies de aves encontradas en el transecto altitudinal en Anzoátegui (AN). Los valores de IAR son presentados en porcentaje; índices calculados para cada estación de muestreo y para el transecto altitudinal, y organizados en orden descendente (de mayor a menor).

Taxa	AN5	AN4	AN3 3672 m	AN1	Transecto	Categoría
	3533 m	3609 m		3817 m		
<i>Anisognathus igniventris</i>	0,19	0,16	0	0	0,12	Abundante
<i>Bolborhynchus ferrugineifrons</i>	0	0,14	0,07	0,16	0,09	Abundante
<i>Diglossa cyanea</i>	0,09	0,08	0	0	0,06	Abundante
<i>Mecocerculus leucophrys</i>	0,04	0,05	0,11	0,08	0,06	Abundante
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	0,06	0,03	0,13	0,2	0,08	Abundante
<i>Turdus fuscater</i>	0,15	0,11	0,18	0,2	0,15	Abundante
<i>Ampelion rubrocristatus</i>	0,02	0,05	0,03	0	0,03	Común
<i>Atlapetes pallidinucha</i>	0,03	0,01	0,02	0	0,01	Común
<i>Atlapetes schistaceus</i>	0,03	0	0	0	0,02	Común
<i>Buthraupis montana</i>	0,01	0,06	0	0	0,03	Común
<i>Catamenia inornata</i>	0,01	0	0,11	0	0,03	Común
<i>Cinnycerthia unirufa</i>	0	0,03	0	0	0,01	Común
<i>Cistothorus platensis</i>	0	0	0,08	0	0,02	Común
<i>Coeligena lutetiae</i>	0,02	0,03	0	0	0,02	Común
<i>Diglossa humeralis</i>	0,03	0	0,01	0,08	0,02	Común
<i>Eriocnemis derbyi</i>	0,01	0,02	0	0	0,01	Común
<i>Grallaria quitensis</i>	0,01	0	0,1	0,03	0,03	Común
<i>Myioborus ornatus</i>	0,04	0,02	0	0	0,02	Común
<i>Orochelidon murina</i>	0,06	0	0,02	0,02	0,02	Común
<i>Patagioenas fasciata</i>	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	Común
<i>Penelope montagnii</i>	0,01	0,05	0	0	0,02	Común
<i>Phrygilus unicolor</i>	0	0	0,05	0,02	0,01	Común
<i>Zonotrichia capensis</i>	0,04	0	0	0	0,01	Común
<i>Catamenia analis</i>	0,02	0	0	0	0,01	Poco común
<i>Colaptes rivolii</i>	0,01	0	0,01	0,02	0,01	Poco común
<i>Conirostrum sitticolor</i>	0,01	0	0,02	0	0,01	Poco común
<i>Margarornis squamiger</i>	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	Poco común
<i>Metallura williami</i>	0	0	0,03	0,02	0,01	Poco común
<i>Sporagra magellanica</i>	0,03	0	0	0	0,01	Poco común
<i>Troglodytes solstitialis</i>	0,03	0	0	0	0,01	Poco común
<i>Accipiter striatus</i>	0	0	0	0,02	0	Escaso
<i>Aglaeactis cupripennis</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Anisognathus lacrymosus</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Boissonneaua flavescens</i>	0	0	0	0,02	0	Escaso
<i>Buthraupis eximia</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Chalcostigma herrani</i>	0	0	0	0,02	0	Escaso

Taxa	AN5	AN4	AN3 3672	AN1	Transecto	Categoría
	3533 m	3609 m	m	3817 m		
<i>Diglossa lafresnayii</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Ensifera ensifera</i>	0	0,01	0	0	0	Escaso
<i>Eriocnemis mosquera</i>	0	0,01	0	0	0	Escaso
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	0	0	0,01	0,02	0	Escaso
<i>Glaucidium jardinii</i>	0	0,01	0	0	0	Escaso
<i>Grallaria milleri</i>	0,01	0	0	0	0	Escaso
<i>Leptasthenura andicola</i>	0	0	0,01	0	0	Escaso
<i>Metallura tyrianthina</i>	0	0,01	0	0	0	Escaso
<i>Mionectes striaticollis</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Ochthoeca frontalis</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Ochthoeca rufipectoralis</i>	0,01	0	0	0	0	Escaso
<i>Pseudocolaptes boissonneautii</i>	0	0,01	0	0	0	Escaso
<i>Pterophanes cyanopterus</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Ramphomicron microrhynchum</i>	0	0	0,01	0,02	0	Escaso
<i>Sporagra spinescens</i>	0	0	0	0,02	0	Escaso
<i>Streptoprocne zonaris</i>	0,01	0	0	0	0	Escaso
<i>Tangara vassorii</i>	0	0	0	0,03	0	Escaso
<i>Trogon personatus</i>	0	0,01	0	0	0	Escaso

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo a los resultados del análisis de complementariedad, el cual evalúa el grado de recambio de especies entre las estaciones, se evidencia que las estaciones con diferencias más marcadas en composición son AN4 y AN1, con un valor de complementariedad de 0,85; para los demás pares de estaciones comparados el valor de complementariedad fue menor y osciló entre 0,46 y 0,78.

- Pequeños Mamíferos

a) Composición y estructura de las comunidades

En el transecto altitudinal del municipio de Anzoátegui se registró un total de 39 individuos pertenecientes a dos (2) órdenes, tres (3) familias y siete (7) especies, de las cuales las más representativas fueron Cricetidae (Rodentia) con el 42,85% de las especies, seguido de Phyllostomidae y Vespertilionidae (Chiroptera) con el 28,57% de las especies cada una (Tabla 152).

Tabla 152. Listado sistemático de las especies de pequeños mamíferos registradas en el transecto altitudinal de Anzoátegui, con sus respectivas abundancias por estación. En la columna Categoría, se establece el gremio trófico se denota como (Ins) insectívoro. (Nec) nectarívoro. (Omn) omnívoro y (Her) Herbívoro. Para aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza se detalla su estado de conservación como (CR) Riesgo crítico, (EN) En peligro, (VU) Vulnerable, (NT) Casi Amenazada, o (LC) Preocupación menor. Apéndice CITES (I, II ó III). Las especies registradas en una sola estación son señaladas con asterisco (*).

Taxa	Categoría	AN5	AN4	AN3	AN1	Total Transecto
		3533 m	3609 m	3672 m	3817 m	
Chiroptera						
Phyllostomidae						
<i>Anoura geoffroyi</i>	Nec; LC		1		1	2
<i>Sturnira erythromos</i> *	Nec; LC				1	1
Vespertilionidae						
<i>Eptesicus andinus</i> *	Ins		1			1
<i>Histiotus montanus</i>	Ins; LC		1		1	2
Rodentia						
Cricetidae						
<i>Microryzomys sp.</i>	Omn	3			5	8
<i>Thomasomys aureus</i> *	Her; LC		1			1
<i>Thomasomys laniger</i>	Her; LC	13	11			24
Total		16	15		8	39

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015). UICN Red List (2015), CITES (2015).

En cuanto a la riqueza registrada en las estaciones, los valores fueron similares entre AN4 y AN1, con cinco y cuatro especies respectivamente, disminuyendo de forma notable en las estaciones AN5 y AN3 (con dos y cero especies). Únicamente en las estaciones AN4 y AN1 se registraron especies exclusivas: *Eptesicus andinus* y *Sturnira erythromos* (Tabla 153). La abundancia en general fue baja; similar entre las estaciones AN5 y AN4, pero en AN5, sobre el límite inferior del transecto, fue el doble de la registrada en el límite superior, AN1.

Tabla 153. Riqueza, abundancia y número de especies exclusivas de pequeños mamíferos por estación en el transecto altitudinal de Anzoátegui.

	AN5	AN4	AN3	AN1
	3533 m	3609 m	3672 m	3817 m
Riqueza	2	5	0	4
Abundancia	16	15	0	8
Especies únicas	0	2	0	1
Riqueza relativa	0,29	0,71	0	0,57
Abundancia relativa	0,41	0,38	0	0,21

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo con los resultados de la prueba de permutación (WCS, 2015) no se evidencian diferencias significativas entre los valores de riqueza de las estaciones. La eficiencia promedio de muestreo en el transecto altitudinal de Anzoátegui, calculada a partir de los estimadores de riqueza no paramétricos ACE y Chao1, fue 54,7% y 76,2%, respectivamente (Tabla 154).

Tabla 154. Eficiencia de muestreo de pequeños mamíferos en las estaciones y el transecto altitudinal de Anzoátegui.

Estimador y eficiencia de muestreo							
Estación	Riqueza	ACE	%	CHAO1	%	Singletons (%)	Doubletons (%)
AN5 (3533 m)	2	2	100	2	100	0 (0)	0 (0)
AN4 (3609 m)	5	10,6	47,16981	10,6	47,16981	4 (80,0)	0 (0)
AN1 (3817 m)	4	12,57	31,8218	6,63	60,33183	3 (75,0)	0 (0)
Total Transecto	7	12,79	54,73026	9,19	76,16975	3 (42,9)	2 (28,6)

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En la Tabla 155 se presentan los resultados de los análisis de diversidad. Las cifras más altas para la diversidad de orden cero, uno y dos se registraron en la estación AN1, en la parte más alta del transecto, seguida de AN45 y AN5. Los resultados de la prueba de *t* no revelaron diferencias significativas entre los índices de Shannon estimados para las tres (3) estaciones.

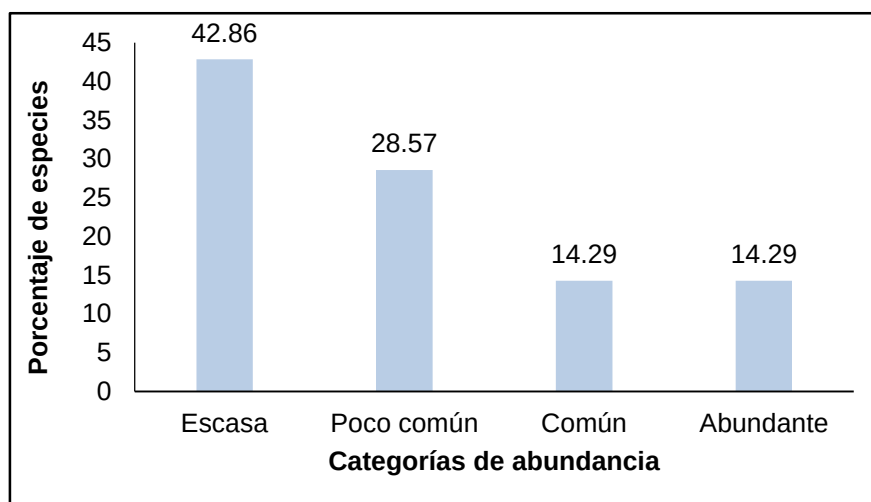
Tabla 155. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de pequeños mamíferos en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.

Estimador y eficiencia de muestreo							
Estación	Riqueza	ACE	%	CHAO1	%	Singletons (%)	Doubletons (%)
AN5 (3533 m)	2	2	100	2	100	0 (0)	0 (0)
AN4 (3609 m)	5	10,6	47,16981	10,6	47,16981	4 (80,0)	0 (0)
AN1 (3817 m)	4	12,57	31,8218	6,63	60,33183	3 (75,0)	0 (0)
Total Transecto	7	12,79	54,73026	9,19	76,16975	3 (42,9)	2 (28,6)

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Al evaluar la distribución de frecuencia para las categorías de abundancia (escasa, poco común, común y abundante) de las especies de pequeños mamíferos registrados en el transecto altitudinal de Anzoátegui, se encontró que cerca del 43% de las especies se clasifican como escasas (tres especies), el 28,6% como poco comunes, el 14,3% como abundantes y el 14,3% como especies comunes (Grafica 29, Tabla 156). La única especie representante de la categoría abundante es *Thomasomys laniger*, mientras que especies como *Eptesicus andinus*, *Sturnira erythromos* y *Thomasomys aureus* representan la categoría “escasa”. En las curvas de rango-abundancia (Grafica 29), se observa que *Thomasomys laniger* sobresale como la especie dominante en las estaciones AN5 y AN4, mientras que en la estación AN1 sobresale *Microryzomys sp.* (WCS; 2015).

Grafica 27. Porcentaje de especies de pequeños mamíferos por categorías de abundancia en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

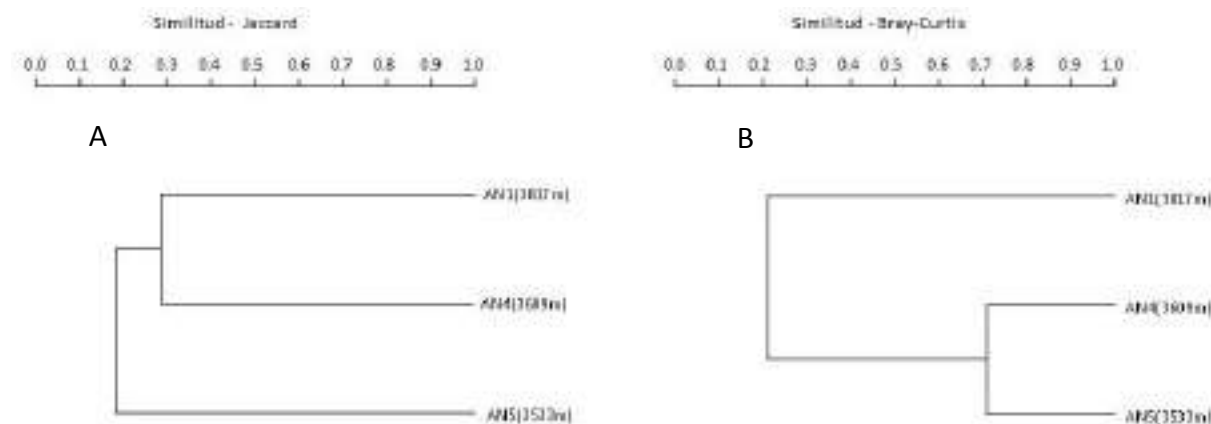
Tabla 156. Índices de abundancia relativa (IAR) y categoría de abundancia para las especies de pequeños mamíferos encontrados en el transecto altitudinal en Anzoátegui (AN). Los valores de IAR son presentados en porcentaje; índices calculados para cada estación de muestreo y para el transecto altitudinal, y organizados en orden descendente (de mayor a menor).

Taxa	AN5 3533 m	AN4 3609 m	AN1 3817 m	Transecto	Categoría
<i>Thomasomys laniger</i>	81,25	73,33	0	61,54	Abundante
<i>Microryzomys</i> sp.	18,75	0	62,5	20,51	Común
<i>Anoura geoffroyi</i>	0	6,67	12,5	5,13	Poco común
<i>Histiopus montanus</i>	0	6,67	12,5	5,13	Poco común
<i>Sturnira erythromos</i>	0	0	12,5	2,56	Escasa
<i>Eptesicus andinus</i>	0	6,67	0	2,56	Escasa
<i>Thomasomys aureus</i>	0	6,67	0	2,56	Escasa

b) Análisis de la Diversidad Beta

Según el análisis realizado por la WCS (2015), a partir del Índice de Similitud de Jaccard, se establece una relación entre las estaciones AN4-AN1 las cuales se agrupan con un porcentaje de similitud cercano al 30%, posteriormente a ellas, se agrupa la estación AN5 (Grafica 30 A). Con el índice de Bray-Curtis, cambia el orden de asociación; las estaciones AN5-AN4 se agrupan con un 70% de similitud, y después con la estación AN1, con una similitud del 20% (Grafica 30 B).

Grafica 28. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las estaciones de muestreo de pequeños mamíferos en el transecto altitudinal de Anzóátegui (Algoritmo UPGMA).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Anfibios

a) Composición y estructura de las comunidades

En el transecto altitudinal de Anzóátegui se registraron 71 individuos, representantes de cinco especies, todas pertenecientes al género *Pristimantis*, familia Craugastoridae. Entre las especies registradas se destaca que tres de las cinco especies son endémicas, una de ellas en estado de amenaza. Además, se destaca el registro de *P. aff. Leptolophus* y *P. aff. Uranobates*, posiblemente nuevas especies para la ciencia (Tabla 157).

En cuanto a la riqueza de especies por estaciones de muestreo, se encontró que el número de especies registrado en las cinco estaciones fue muy similar, registrando dos especies para todas las estaciones excepto en la estación de páramo (AN1), donde sólo se registró una especie. La abundancia registrada en cada estación mostró tendencia a disminuir conforme se aumenta en altitud. Sólo se registran especies exclusivas en las estaciones más bajas del gradiente altitudinal, AN5 y AN4, una especie única para cada estación (Tabla 158).

Tabla 157. Listado sistemático de especies de anfibios registradas en el transecto altitudinal de Anzoátegui con sus respectivas abundancias por estación. En la columna Categoría se documenta si la especie es (E) Endémica y para aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza se detalla su estado de conservación como (CR) Riesgo crítico, (EN) En peligro, (VU) Vulnerable, (NT) Casi Amenazada, o (LC) Preocupación menor. Las especies registradas en una sola estación se señalan con asterisco (*) y su abundancia se resalta en negrita.

Taxa	Categoría	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	Transecto
		3533 m	3609 m	3672 m	3741 m	3817 m	
Craugastoridae							
<i>Pristimantis racemus</i> *	E; LC	0	3	0	0	0	3
<i>Pristimantis simoterus</i>	E; NT	0	0	9	10	10	29
<i>Pristimantis uranobates</i> *	E; LC	1	0	0	0	0	1
<i>Pristimantis aff. leptolophus</i>		0	0	1	2	0	3
<i>Pristimantis aff. uranobates</i>		18	17	0	0	0	35
Total		19	20	10	12	10	71

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015). UICN Red List (2015), CITES (2015).

Tabla 158. Riqueza, abundancia y número de especies exclusivas de anfibios por estación de muestreo en el transecto altitudinal en Anzoátegui.

	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1
	3533 m	3609 m	3672 msnm	3741 msnm	3817 msnm
Riqueza	2	2	2	2	1
Abundancia	19	20	10	12	10
Especies únicas	1	1	0	0	0
Riqueza relativa	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2
Abundancia relativa	0,27	0,28	0,14	0,17	0,14

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Los resultados de la prueba de permutación para comparar los valores de riqueza no mostraron diferencias significativas entre las estaciones. La comparación de los valores de abundancia entre las estaciones de muestreo tampoco mostró diferencias significativas ($H=6,203$; $p=0,1975$. Kruskal-Wallis). Aunque fue bajo el número de especies registradas en el transecto, la eficiencia de muestreo fue en promedio del 95%, según los estimadores no paramétricos ACE y Chao1 (basados en datos de abundancia). Sólo *Pristimantis uranobates* presentó un único registro (WCS, 2015).

El índice de equidad (Shannon) osciló entre cero, en la estación AN1, y 0,45 en la estación AN2. Los resultados de la prueba t evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores del índice de Shannon de los pares de estaciones AN4-AN1 y AN2-AN1 (Tabla 159).

Tabla 159. Resultados de la prueba t para comparar el índice de equidad obtenido para cada estación en el transecto altitudinal de Anzoátegui. Bajo la diagonal se muestran los p-valor, y sobre la diagonal se presentan los estadísticos estimados, resaltando en negrita los p-valor significativos.

Estación	Índice de equidad (Shannon)	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1
AN5 (3533 m)	0,21	-	-1,0353	-0,4438	-1,0257	1,3505
AN4 (3609 m)	0,42	0,307	-	0,3719	-0,1199	2,9573
AN3 (3672 m)	0,33	0,662	0,7141	-	-0,4385	1,4769
AN2 (3741 m)	0,45	0,3143	0,9054	0,6657	-	2,4634
AN1 (3817 m)	0	0,1927	0,0078	0,1705	0,0298	-

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Según las categorías de abundancia, las especies encontradas en el transecto en Anzoátegui fueron catalogadas como abundantes o escasas (40 y 60% de las especies, respectivamente). Las dos especies catalogadas como abundantes representan el 90% del total de individuos (Tabla 160).

Tabla 160. Índices de abundancia relativa (IAR) y categoría de abundancia para las especies de anfibios encontradas en el transecto altitudinal en Anzoátegui (AN). Los valores de IAR son presentados en porcentaje; índices calculados para cada estación de muestreo y para el transecto altitudinal, y organizados en orden descendente (de mayor a menor).

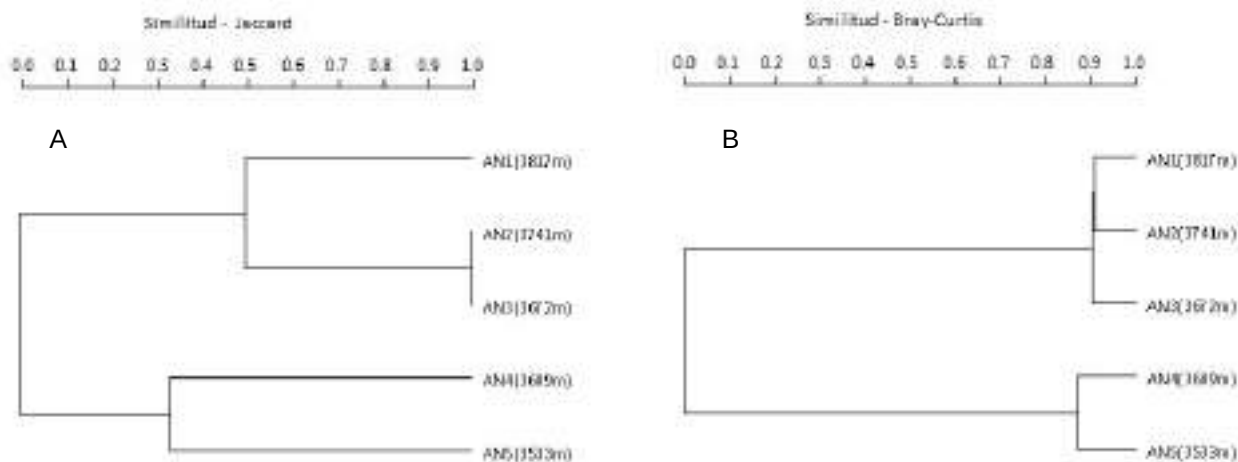
Taxa	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	Transecto	Categoría
	3533 m	3609 m	3672 m	3741 m	3817 m		
<i>Pristimantis aff. uranobates</i>	94,74	85	0	0	0	49,3	Abundante
<i>Pristimantis simoterus</i>	0	0	90	83,33	100	40,85	Abundante
<i>Pristimantis aff. leptolophus</i>	0	0	10	16,67	0	4,23	Escasa
<i>Pristimantis racemus</i>	0	15	0	0	0	4,23	Escasa
<i>Pristimantis uranobates</i>	5,26	0	0	0	0	1,41	Escasa

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la diversidad Beta

Al analizar el grado de similitud de las comunidades de anfibios en las estaciones, utilizando el índice de Jaccard, se observan en el dendrograma dos grupos, en los cuales las estaciones se asocian según su disposición o proximidad en el transecto; en el primero, las estaciones AN3-AN2 se agrupan con un 100% de similitud y después se asocian a la estación AN1, con un 50% de afinidad (Grafica 31 A). Las agrupaciones observadas en el dendrograma que se obtuvo a partir de este análisis, utilizando como medida de similitud el índice de Bray-Curtis, son las mismas pero soportadas por mayores porcentajes de similitud (Grafica 31 B).

Grafica 29. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de anfibios en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui (Algoritmo UPGMA).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Artrópodos Epigeos: Coleópteros

a) Composición y estructura de las comunidades

En total se colectaron 101 individuos, representantes de 11 familias y 22 morfoespecies (Tabla 161). Staphylinidae, Carabidae y Curculionidae fueron las familias más diversas, con cuatro y tres morfoespecies. Familias como Ptiliidae y Tenebrionidae se registraron con un solo individuo. En la Tabla 162 se observa que las dos estaciones ubicadas a menor elevación tienen valores de riqueza más altos que las tres (3) siguientes, lo que sugiere una relación con el gradiente altitudinal.

Tabla 161. Listado de morfoespecies de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.

Taxa	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	Total
	3533m	3609m	3672 m	3741m	3817m	Transecto
Carabidae						
Carabidae sp.2	5	0	0	1	0	6
Carabidae sp.6	2	0	0	1	0	3
Carabidae sp.3	0	1	0	0	0	1
Ptiliidae						
Ptiliidae sp.1	0	1	0	0	0	1
Staphylinidae						
Staphylininae sp.1	1	0	0	0	0	1
Staphylininae sp.2	0	1	0	0	0	1
Staphylininae sp.3	1	0	0	0	0	1
Staphylinidae sp.4	39	9	8	3	2	61
Scarabaeidae						
Scarabaeidae sp.1	0	2	0	0	0	2
Scarabaeidae sp.3	1	0	0	0	0	1

Taxa	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	Total
	3533m	3609m	3672 m	3741m	3817m	Transecto
Dermestidae						
Dermestinae sp.1	2	0	0	0	0	2
Nitidulidae						
Nitidulidae sp.3	1	1	0	0	0	2
Nitidulidae sp.2	0	0	1	0	0	1
Tenebrionidae						
Tenebrionidae sp.1	0	1	0	0	0	1
Meloidae						
Meloidae sp.1	0	7	0	1	0	8
Pyrochroidae						
Pyrochroidae sp.1	0	1	1	0	0	2
Chrysomelidae						
Alticinae sp.2	0	1	0	0	0	1
Alticinae sp.3	1	0	0	0	0	1
Chrysomelidae sp.15	1	0	0	0	0	1
Curculionidae						
Curculionidae sp.2	0	0	0	1	0	1
Curculionidae sp.4	2	0	0	0	0	2
Curculionidae sp.12	1	0	0	0	0	1

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 162. Riqueza, abundancia, riqueza relativa, morfoespecies únicas y abundancia relativa de coleópteros epigeos en cada estación del transecto altitudinal de Anzoátegui.

	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1
	3533m	3609m	3672 m	3741m	3817m
Riqueza	12	10	3	5	1
Abundancia	57	25	10	7	2
Morfoespecies únicas	8	6	1	1	0
Riqueza relativa	0,55	0,45	0,14	0,23	0,05
Abundancia relativa	0,56	0,25	0,1	0,07	0,02

Los estimadores no paramétricos de riqueza ACE y Chao1 indicaron que en promedio se registró el 48% de las morfoespecies esperadas en la zona. En las estaciones AN5, AN4, AN3 y AN2 se registró el 53%, 31%, 55% y 36% de las especies esperadas, respectivamente (Tabla 163). Estos resultados indican que en todo el transecto es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo, ya sea en tiempo o en número de trampas, para tener cifras más cercanas al total de morfoespecies estimadas, tanto en las estaciones como en el transecto (WCS, 2015).

Tabla 163. Eficiencia de muestreo de coleópteros epigeos en las estaciones y el transecto altitudinal de Anzoátegui.

Estimador y eficiencia de muestreo									
Estación	Riqueza	ACE	%	CHAO1	%	Singletons (%)		Doubletons (%)	
AN5 (3533 m)	12	25,06	47,89	20,36	58,94	7	-58,33	3	-25
AN4 (3609 m)	10	30,27	33,04	33,52	29,83	7	-70	1	(10,00
AN3 (3672 m)	3	7,08	42,37	3,9	76,92	2	-66,67	0	0
AN2 (3741 m)	5	17,89	27,95	10,14	49,31	4	-80	0	0
Transecto	22	53,28	41,29	42	52,38	13	-59,09	5	-22,73

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Los resultados de los análisis de diversidad realizados por WCS (2015), se presentan en la Tabla 164; se puede observar que en la estación AN4, con 10 morfoespecies y 25 individuos, se registraron las cifras más altas del índice de equidad de Shannon y de diversidad de orden uno y dos ($q=1, 2$), mientras que en la estación AN1, con una sola morfoespecie y dos individuos, se registraron las cifras más bajas de estos indicadores.

Tabla 164. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de coleópteros en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.

	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	Total
	3533 m	3609 m	3672 m	3741 m	3817 m	Transecto
Riqueza ($q = 0$)	12	10	3	5	1	22
Abundancia	57	25	10	7	2	101
Equidad (Shannon)	1,32	1,83	0,64	1,48	0	1,76
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	3,75	6,22	1,89	4,37	1	5,81
Inverso del índice de Simpson ($q = 2$)	2,08	4,43	1,52	3,77	1	2,64

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

La prueba t evidenció diferencias significativas entre los índices de equidad de los pares de estaciones AN5-AN2, N5-AN1, AN4-AN3, AN4-AN1 y AN2-AN1 (Tabla 165).

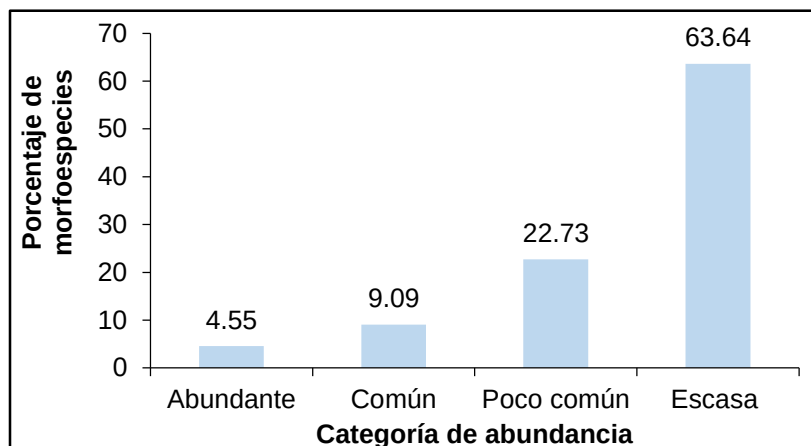
Tabla 165. Resultados de la prueba t para comparar los índices de equidad obtenidos por estación en el transecto altitudinal de Anzoátegui. Bajo la diagonal se muestran los p-valor y sobre la diagonal se presentan los estadísticos estimados, resaltando en negrita los p-valor significativos.

Estación	Índice de equidad (Shannon)	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1
AN5 (3533 m)	1,32		1,775	-2	-6,8	-6,8
AN4 (3609 m)	1,83	0,081		-3,4	-0,99	-8,79
AN3 (3672 m)	0,64	0,059	0,003		2,076	-2,27
AN2 (3741 m)	1,48	7,00E-09	0,337	0,054		-5,12
AN1 (3817 m)	0	8,00E-09	4,00E-09	0,046	0,001	

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

El 63.6% de las morfoespecies de coleópteros estuvieron en el rango de escasas, mientras que los rangos abundante, común y poco común estuvieron representados por 4.5%, 9% y 22.7% respectivamente (Grafica 32, Tabla 166).

Grafica 30. Porcentaje de morfoespecies de coleópteros por categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Anzoátegui.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 166. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de cada morfoespecie de coleópteros en las estaciones del transecto altitudinal en Anzoátegui (AN).

Morfoespecie	IAR por estación					IAR general	Categoría
	AN5 3533 m	AN4 3609 m	AN3 3672 m	AN2 3741 m	AN1 3817 m		
Staphylinidae sp.4	68,42	36	80	42,86	100	60,4	Abundante
Meloidae sp.1	0	28	0	14,29	0	7,92	Común
Carabidae sp.2	8,77	0	0	14,29	0	5,94	Común
Carabidae sp.6	3,51	0	0	14,29	0	2,97	Poco común
Curculionidae sp.4	3,51	0	0	0	0	1,98	Poco común

IAR por estación							
Morfoespecie	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	IAR general	Categoría
	3533 m	3609 m	3672 m	3741 m	3817 m		
Dermestinae sp.1	3,51	0	0	0	0	1,98	Poco común
Nitidulidae sp.3	1,75	4	0	0	0	1,98	Poco común
Pyrochroidae sp.1	0	4	10	0	0	1,98	Poco común
Scarabaeidae sp.1	0	8	0	0	0	1,98	Escasa
Carabidae sp.3	0	4	0	0	0	0,99	Escasa
Alticinae sp.2	0	4	0	0	0	0,99	Escasa
Alticinae sp.3	1,75	0	0	0	0	0,99	Escasa
Chrysomelidae sp.15	1,75	0	0	0	0	0,99	Escasa
Curculionidae sp.2	0	0	0	14,29	0	0,99	Escasa
Curculionidae sp.12	1,75	0	0	0	0	0,99	Escasa
Nitidulidae sp.2	0	0	10	0	0	0,99	Escasa
Ptiliidae sp.1	0	4	0	0	0	0,99	Escasa
Scarabaeidae sp.3	1,75	0	0	0	0	0,99	Escasa
Staphylininae sp.1	1,75	0	0	0	0	0,99	Escasa
Staphylininae sp.2	0	4	0	0	0	0,99	Escasa
Staphylininae sp.3	1,75	0	0	0	0	0,99	Escasa
Tenebrionidae sp.1	0	4	0	0	0	0,99	Escasa

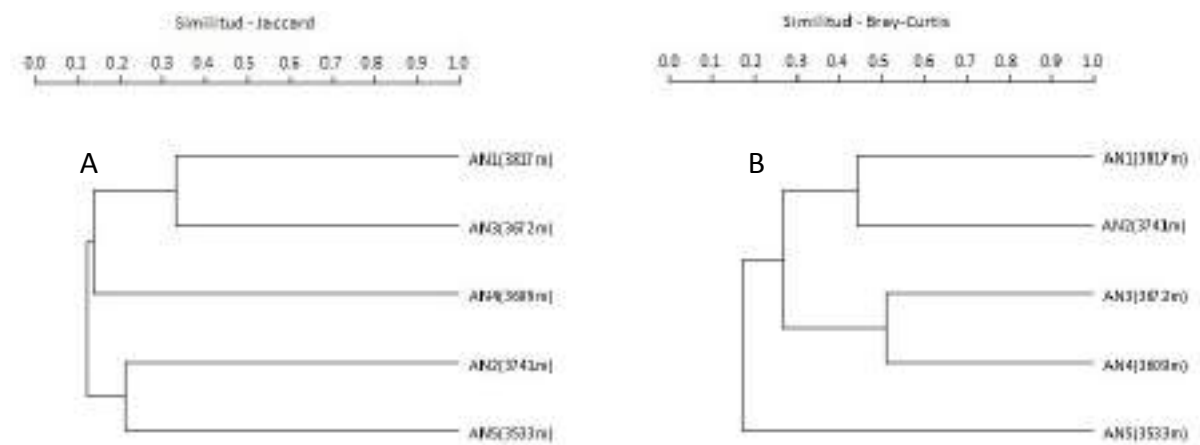
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la diversidad Beta

Al evaluar la similitud entre las muestras mediante un análisis de agrupamiento utilizando el índice de Jaccard se obtuvo un dendrograma en el cual las agrupaciones no se relacionan de manera directa con la altura, disposición o proximidad de las estaciones en el transecto (WCS, 2015).

El grupo conformado por las estaciones AN3-AN1 presenta el mayor porcentaje de similitud, cercano al 33%, y se asocia con la estación AN4 con una baja similitud del 13%. Las estaciones AN5-AN2 se asocian con una afinidad cercana al 20% y a su vez se agrupan con el resto de estaciones, con una similitud aproximada del 12% (Grafica 33 A). Al realizar el análisis utilizando como medida de similitud el índice de Bray-Curtis, teniendo en cuenta las cifras de abundancia, las agrupaciones si presentan alguna relación con la proximidad y ubicación de las estaciones en el transecto, según la altura, a excepción de la estación dispuesta en el límite inferior, AN5, la cual se agrupa con las estaciones restantes sólo con un porcentaje de similitud cercano al 16%. Las estaciones AN4-AN3 se asocian con una similitud aproximada del 52% y las estaciones AN2-AN1 se agrupan con un porcentaje cercano al 45%; estos dos grupos a su vez se asocian con un 27% de similitud, y posteriormente con AN5 con una afinidad cercana al 18% (Grafica 33 B).

Grafica 31. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de coleópteros epigeos de las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Artrópodos Epigeos: Arañas

a) Composición y estructura de las comunidades

En el transecto altitudinal de Anzoátegui se colectaron en total 24 individuos del orden Araneae, pertenecientes a seis familias y ocho morfoespecies (Tabla 167). Las familias Linyphiidae y Anyphaenidae fueron las únicas con dos morfoespecies y entre ellas se registró el 62.5% del total de individuos.

Tabla 167. Listado de morfoespecies de arañas epigeas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.

Taxa	AN5 3533 m	AN4 3609 m	AN3 3672 m	AN2 3741 m	AN1 3817 m	Total Transecto
Pholcidae						
Pholcidae sp.1	1	0	0	0	0	1
Linyphiidae						
Linyphiidae sp.4	2	0	1	2	2	7
Linyphiidae sp.5	2	0	0	0	0	2
Tetragnathidae						
Tetragnathidae sp.2	0	2	0	0	0	2
Lycosidae						
Lycosidae sp.2	0	3	1	0	1	5
Anyphaenidae						
Anyphaenidae sp.2	0	0	0	0	4	4
Anyphaenidae sp.12	2	0	0	0	0	2
Corinnidae						
Corinnidae sp.1	1	0	0	0	0	1
Total	8	5	2	2	7	24

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En la Tabla 168 se presentan las cifras de riqueza y abundancia. El número de morfoespecies fue bajo y osciló entre uno y cinco representantes, en las estaciones AN2 y AN5. Los resultados de las pruebas de permutación y Kruskal-Wallis no evidenciaron diferencias significativas entre las cifras de riqueza ni las de abundancia ($H=3.18$; $p=0.3285$).

Tabla 168. Riqueza, abundancia, riqueza relativa, morfoespecies únicas y abundancia relativa de arañas epigeas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.

	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1
	3533 m	3609 m	3672 m	3741 m	3817 m
Riqueza	5	2	2	1	3
Abundancia	8	5	2	2	7
Morfoespecies únicas	4	1	0	0	1
Riqueza relativa	0,63	0,25	0,25	0,13	0,38
Abundancia relativa	0,33	0,21	0,08	0,08	0,29

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Los resultados de los análisis de diversidad realizados por la WCS (2015), se presentan en la Tabla 169. En la estación AN5, con cinco morfoespecies y ocho individuos, se registraron las cifras más altas del índice de equidad de Shannon y de diversidad de orden uno y dos ($q=1,2$), mientras que en la estación AN2, con una sola morfoespecie y dos individuos, se registraron las cifras más bajas de estos indicadores.

Tabla 169. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de arañas en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.

	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	Total
	3533 m	3609 m	3672 m	3741 m	3817 m	Transecto
Riqueza ($q = 0$)	5	2	2	1	3	8
Abundancia	8	5	2	2	7	24
Equidad (Shannon)	1,56	0,67	0,69	0	0,96	1,87
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	4,76	1,96	2	1	2,6	6,49
Inverso del índice de Simpson ($q = 2$)	4,57	1,92	2	1	2,33	1,24

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Los resultados de la prueba t para comparar los índices de equidad entre las estaciones revelaron diferencias significativas entre los pares AN5-AN4, AN5-AN2, AN4-AN2 y AN2-AN1 (Tabla 170).

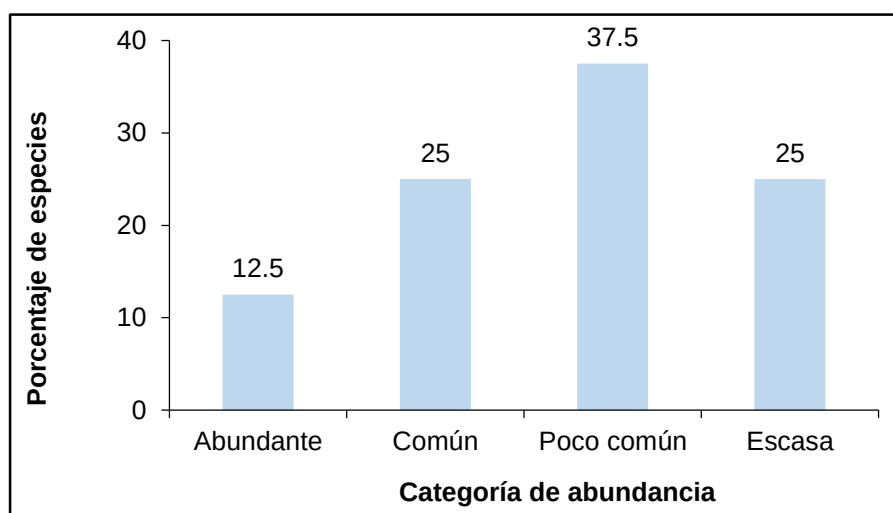
Tabla 170. Resultados de la prueba t para comparar el índice de equidad obtenido para cada estación de muestreo de arañas en el transecto altitudinal de Anzoátegui. Bajo la diagonal se muestran los p-valor y sobre la diagonal se presentan los estadísticos estimados, resaltando en negrita los p-valor significativos.

Estación	Índice de equidad (Shannon)	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1
AN5 (3533 m)	1,56		-3,34	-2,12	-7,56	-1,92
AN4 (3609 m)	0,67	0,0053		0,051	-4,03	0,3512
AN3 (3672 m)	0,69	0,11174	0,9622		-1,96	-0,6157
AN2 (3741 m)	0	6,50E-05	0,01	0,189		-4,0091
AN1 (3817 m)	0,96	0,0755	0,3512	0,5714	0,0051	

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

El 37.5% de las morfoespecies de arañas colectadas en el transecto se catalogaron como poco comunes; el 25% se catalogaron como comunes, el 25% como escasas, y sólo el 12.5% como morfoespecies abundantes (Grafica 34, Tabla 171).

Grafica 32. Porcentaje de morfoespecies de arañas epigeas en cada categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Anzoátegui.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la diversidad Beta

En el dendrograma resultante del análisis de agrupamiento utilizando como medida de similitud el índice de Jaccard (WCS, 2015), se observa que las estaciones AN1-AN3 se agrupan con el mayor porcentaje de similitud, cercano al 67%; a su vez este grupo se asocia con la estación AN2 con un porcentaje próximo al 41%, conformando una agrupación cuya afinidad se relaciona con la altitud de las estaciones y su disposición en el transecto. A este grupo, se asocian posteriormente las estaciones AN4 y AN5, con porcentajes cercanos al 18 y 12% respectivamente. Así, la topología del dendrograma muestra que la fauna de arañas de la estación dispuesta en el límite inferior del

transecto es la que más difiere en composición de la registrada en las estaciones restantes (Grafica 35 A).

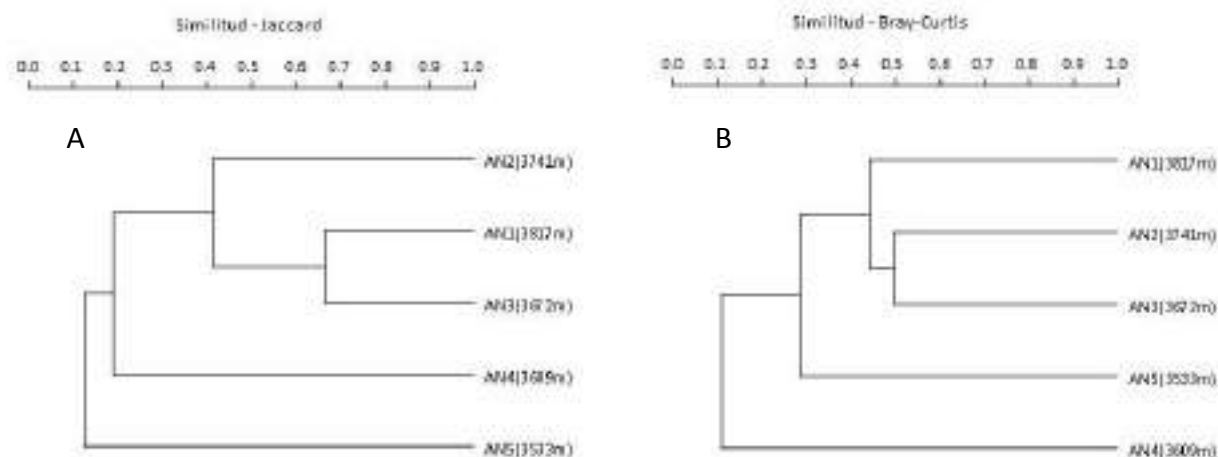
Tabla 171. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de arañas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal en Anzoátegui.

Morfoespecie	IAR por estación					IAR general	Categoría
	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1		
	3533 m	3609 m	3672 m	3741 m	3817 m		
Linyphiidae sp.4	28,57	100	50	0	25	29,167	Abundante
Lycosidae sp.2	14,29	0	50	60	0	20,833	Común
Anyphaenidae sp.2	57,14	0	0	0	0	16,667	Común
Anyphaenidae sp.12	0	0	0	0	25	8,3333	Poco común
Linyphiidae sp.5	0	0	0	0	25	8,3333	Poco común
Tetragnathidae sp.2	0	0	0	40	0	8,3333	Poco común
Corinnidae sp.1	0	0	0	0	12,5	4,1667	Escasa
Pholcidae sp.1	0	0	0	0	12,5	4,1667	Escasa

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Al realizar el análisis de agrupamiento utilizando el índice de Bray-Curtis, las tres estaciones dispuestas desde la parte media, hacía la parte alta del transecto, de nuevo se agrupan, pero en un orden diferente, AN3-AN2, con AN1, (porcentajes de similitud del 44% y 50%). Este grupo se asocia con la estación AN5, con una similitud cercana al 29% y posteriormente con AN4, con una afinidad del 10%, con base en la composición y abundancia (Grafica 35 B).

Grafica 33. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de arañas epigeas en las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

a) Composición y estructura de las comunidades

Se registraron en total 2366 individuos, representantes de 60 especies, 53 géneros, 30 familias y 21 órdenes (Tabla 172). Las familias que más especies aportan al listado son Asteraceae y Orchidaceae con nueve y seis especies respectivamente, seguidas de Ericaceae y Melastomataceae con seis y cinco especies respectivamente. Entre las especies más abundantes sobresalen *Espeletia harwegiana* e *Hypericum laricifolium* registradas solamente en las últimas tres (3) estaciones y *Rhynchospora caucana* registrada en todas las estaciones.

Tabla 172. Listado sistemático de las plantas registradas en el transecto altitudinal de Anzoátegui, con sus respectivas abundancias por estación y transecto. Se señalan con asterisco las especies exclusivas y su abundancia se resalta en negrita.

Taxa	AN5 3533 m	AN4 3609 m	AN3 3672 m	AN2 3741 m	AN1 3817 m	Total Transecto
Alismatales						
Araceae						
<i>Anthurium oxybellium</i> *		33				33
Apiales						
Araliaceae						
<i>Hydrocotyle humboldtii</i> *		4				4
<i>Oreopanax discolor</i>	16	3				19
<i>Schefflera sp.</i> *	29					29
Asparagales						
Orchidaceae						
<i>Cyrtocilum sp.</i> *		1				1
<i>Elleanthus sp.</i>	2	8				10
<i>Epidendrum megalospathum</i> *	5					5
<i>Lepanthes sp.</i>	1	12				13
<i>Oncidium cultratum</i> *		11				11
<i>Pleurothallis sp.</i> *		3				3
Asterales						
Asteraceae						
<i>Achyrocline satureioides</i>			1	7		8
<i>Baccharis prunifolia</i> *					3	3
<i>Baccharis rupicola</i>			1	9	4	14
<i>Baccharis tricuneata</i>			4	1	2	7
<i>Bidens andicola</i> *					8	8
<i>Conyza sp.</i> *					1	1
<i>Espeletia hartwegiana</i>			140	74	119	333
<i>Eupatorium sp.</i>			2		1	3
<i>Hieracium avilae</i>			5	3	3	11
Chloranthales						
Chloranthaceae						
<i>Hedyosmum racemosum</i>	53	48				101
Cucurbitales						
Begoniaceae						
<i>Begonia sp.</i>	2	9				11
Cyatheales						
Cyatheaceae						

Taxa	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	Total
	3533 m	3609 m	3672 m	3741 m	3817 m	Transecto
<i>Cyathea sp.</i>	30	65				95
Ericales						
Clethraceae						
<i>Clethra sp.</i>		13	3			16
Ericaceae						
<i>Cavendishia bracteata</i>	12	27				39
<i>Gaultheria anastomosans</i>				14	1	15
<i>Gaultheria foliolosa</i>			57	8		65
<i>Gaultheria sp.</i>			11	9		20
<i>Pernettya prostrata</i>			5	25		30
<i>Plutarchia monantha</i>	4	11		3	1	19
Fabales						
Polygalaceae						
<i>Monnina involuta*</i>			7			7
Gentianales						
Rubiaceae						
<i>Galium hypocarpium</i>		14	1	1		16
Lamiales						
Lamiaceae						
<i>Clinopodium brownei</i>			1	3		4
Orobanchaceae						
<i>Bartsia santolinifolia</i>				1	2	3
Scrophulariaceae						
<i>Scrophulariaceae sp.*</i>			1			1
Liliales						
Alstroemeriaceae						
<i>Bomarea linifolia</i>	1	55	2			58
Lycopodiales						
Lycopodiaceae						
<i>Lycopodium clavatum</i>			57	49	6	112
Malpighiales						
Hypericaceae						
<i>Hypericum laricifolium</i>			109	130	82	321
Myrtales						
Melastomataceae						
<i>Brachyotum strigosum</i>			1	15		16
<i>Miconia chlorocarpa*</i>	9					9
<i>Miconia jahnii</i>	31	45		2		78
<i>Miconia salicifolia</i>			13	1		14
<i>Miconia tinifolia</i>	16	5				21
Oxalidales						
Brunelliaceae						

<i>Brunelia</i> sp.	20	13				33

Taxa	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	Total
	3533 m	3609 m	3672 m	3741 m	3817 m	Transecto
Cunoniaceae						
<i>Weinmannia mariquitae</i>	39	32				71
Elaeocarpaceae						
<i>Vallea stipularis</i>	4	5				9
Piperales						
Piperaceae						
<i>Peperomia verticillata</i> *					16	16
Poales						
Bromeliaceae						
<i>Aechmea</i> sp.	3	4				7
<i>Greigia</i> sp.			1		4	5
<i>Guzmania</i> sp.*		22				22
Cyperaceae						
<i>Oreobolus</i> sp.*			1			1
<i>Rhynchospora caucana</i>	2	133	108	17	46	306
Poaceae						
<i>Calamagrostis effusa</i>			77	3	2	82
<i>Chusquea scandens</i> *	16					16
Polypodiales						
Dennstaedtiaceae						
<i>Histiopteris incisa</i>	1		6		1	8
Dryopteridaceae						
<i>Elaphoglossum engelii</i>	15	83				98
Pteridaceae						
<i>Eriosorus</i> sp.	10	5				15
<i>Jamesonia bogotensis</i>			44	15	11	70
Ranunculales						
Berberidaceae						
<i>Berberis goudotii</i> *		7				7
Rosales						
Rosaceae						
<i>Lachemilla orbiculata</i>			4		1	5
<i>Rubus compactus</i> *		8				8
Total General	321	679	662	390	314	2366

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

La riqueza y abundancia de especies registradas en las estaciones se presentan en la Tabla 173. Las cifras más altas se registraron en las estaciones AN3 y AN4 (26 y 28 especies, respectivamente). En la estación AN1, ubicada en la parte más alta, la riqueza y la abundancia disminuyeron y fueron las menores de todas las estaciones del transecto. La riqueza se redujo 28,6% con relación al máximo valor. 31,7% de las especies registradas en el transecto (19 de 60) representan especies únicas o exclusivas de alguna estación. Al respecto, el número máximo se registró en la estación AN4 (8) y el mínimo en la estación AN2 (0) (WCS, 2015).

Tabla 173. Riqueza, diversidad, abundancia, especies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa para cada estación altitudinal de Anzoátegui, Tolima.

	AN 5	AN 4	AN 3	AN 2	AN 1
	3533 m	3609 m	3672 m	3741 m	3817 m
Riqueza	23	28	26	21	20
Abundancia	321	679	662	390	314
Especies únicas	4	8	3	0	4
Riqueza relativa	0,2	0,24	0,22	0,18	0,17
Abundancia relativa	0,14	0,29	0,28	0,17	0,13

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Según los resultados de la prueba de permutación, existen diferencias estadísticamente significativas entre las cifras de riqueza de las estaciones AN5-AN4 (p -valor=0,0275) (Tabla 174). Se observa que la comunidad vegetal más diversa y equitativa se encontró en la estación AN4, mientras que la menos diversa y equitativa, se encontró en la estación AN1, ubicada en el límite superior del transecto.

Tabla 174. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima.

	AN 5	AN 4	AN 3	AN 2	AN 1	Total Transecto
	3533 m	3609 m	3672 m	3741 m	3817 m	
Riqueza ($q = 0$)	23	28	26	21	20	60
Equidad(Shannon)	2,68	2,774	2,284	2,189	1,844	3,195
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	14,59	16,02	9,82	8,93	6,32	24,41
Inverso del índice de Simpson ($q = 2$)	11,67	11,3	7,56	5,71	4,19	14,34

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

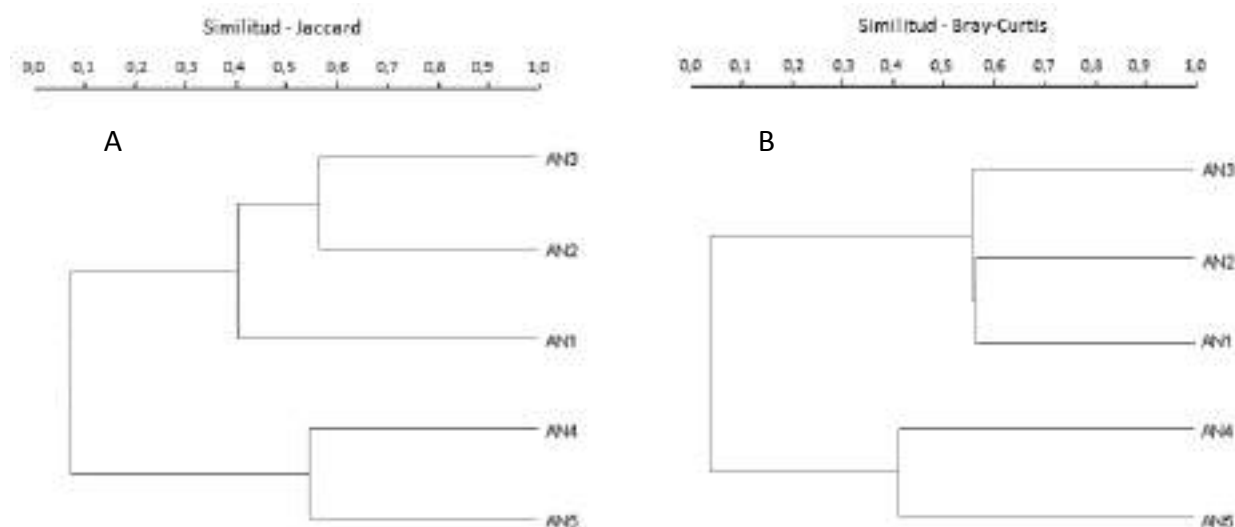
b) Análisis de la diversidad Beta

En el dendrograma resultante del análisis de agrupamiento, basado en el índice de similitud de Jaccard (Grafica 36 A), se observan inicialmente dos grupos; el primero conformado por las estaciones AN5 y AN4, ubicadas en la parte baja del transecto, en hábitats descritos como bosque alto andino, con un porcentaje de similitud de 54,55%; y el segundo conformado por las estaciones AN3, AN2 y AN1, ubicadas a mayor altura del bosque alto andino hacia el páramo (AN3 y AN2) y en páramo (AN1), con un porcentaje de similitud de 39,39%. En el segundo grupo, las estaciones

AN3 y AN2 se asocian a su vez en el grupo con el mayor porcentaje de similitud (56,67%) (WCS, 2015).

Mediante el análisis con el índice de diversidad de Bray-Curtis se mantienen agrupadas las estaciones AN5 y AN4 (similitud de 42,6%). Las estaciones AN1, AN2 y AN3 se mantienen agrupadas con una similitud de 56,6%; sin embargo, dentro de este grupo se forma un subgrupo interno entre las estaciones AN2 y AN1 (similitud de 57,7%), siendo este subgrupo diferente al formado al hacer el análisis mediante el índice de Jaccard. Los dos grupos formados tienen un grado de similitud muy bajo entre ellos (0,8%) (Grafica 36 B) (WCS, 2015).

Grafica 34. Dendrograma de similitud de Jaccard para la flora de las estaciones del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima.

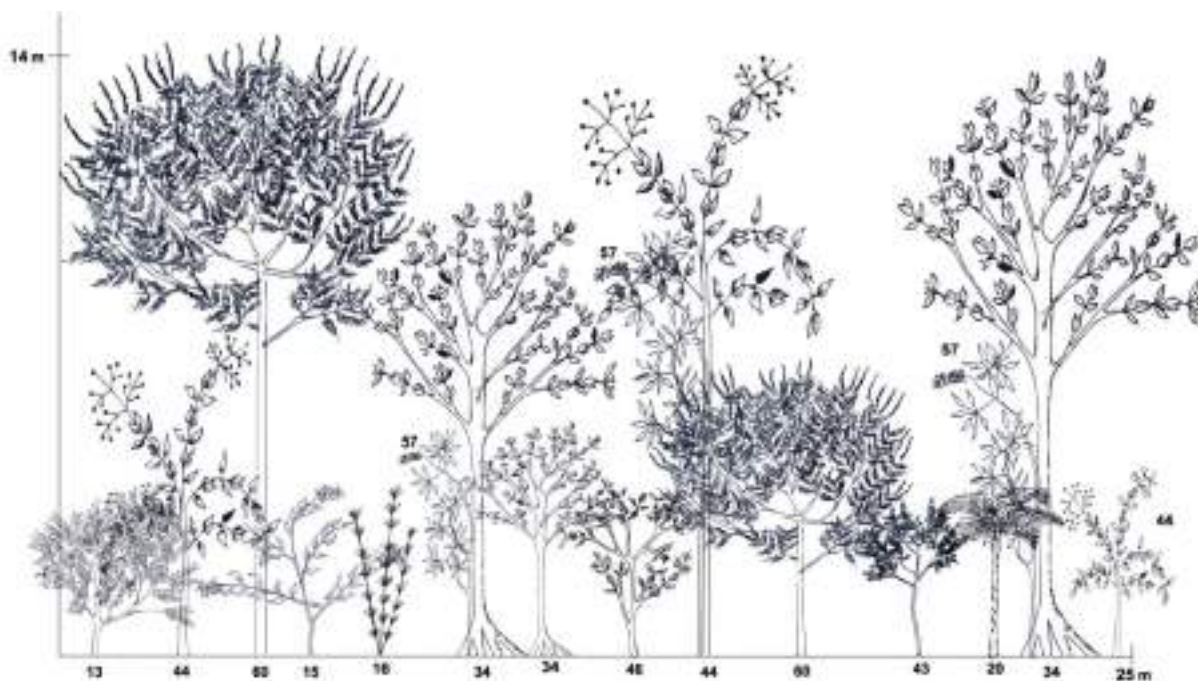


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

c) Resultados y análisis dasométrico por estación

Estación AN5 (3533 m): ubicada en un hábitat descrito como bosque alto andino, la comunidad vegetal presenta tres estratos; un estrato arbóreo con un dosel a 13,9 m de altura y una cobertura del 14% del área de muestreo; un estrato arbustivo, con elementos de 3,7 m de altura en promedio y una cobertura del 81%, y un estrato herbáceo con el 3% de cobertura, en un terreno con 14 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 310°. Se registraron 23 especies en un área de muestreo de 300 m² y un total de 321 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Chloranthaceae, Cunoniaceae, Melastomataceae, Cyatheaceae y Araliaceae, como *Hedyosmum racemosum*, *Weinmannia mariquitae*, *Miconia jahnii*, *Cyathea* sp. y *Schefflera* sp. Las menores abundancias se registraron en especies de las familias Alstroemeriaceae, Dennstaedtiaceae y Orchidaceae, como *Bomarea linifolia*, *Histiopetis incisa* y *Lepanthes* sp. En la Grafica 37, se presenta el perfil de la vegetación.

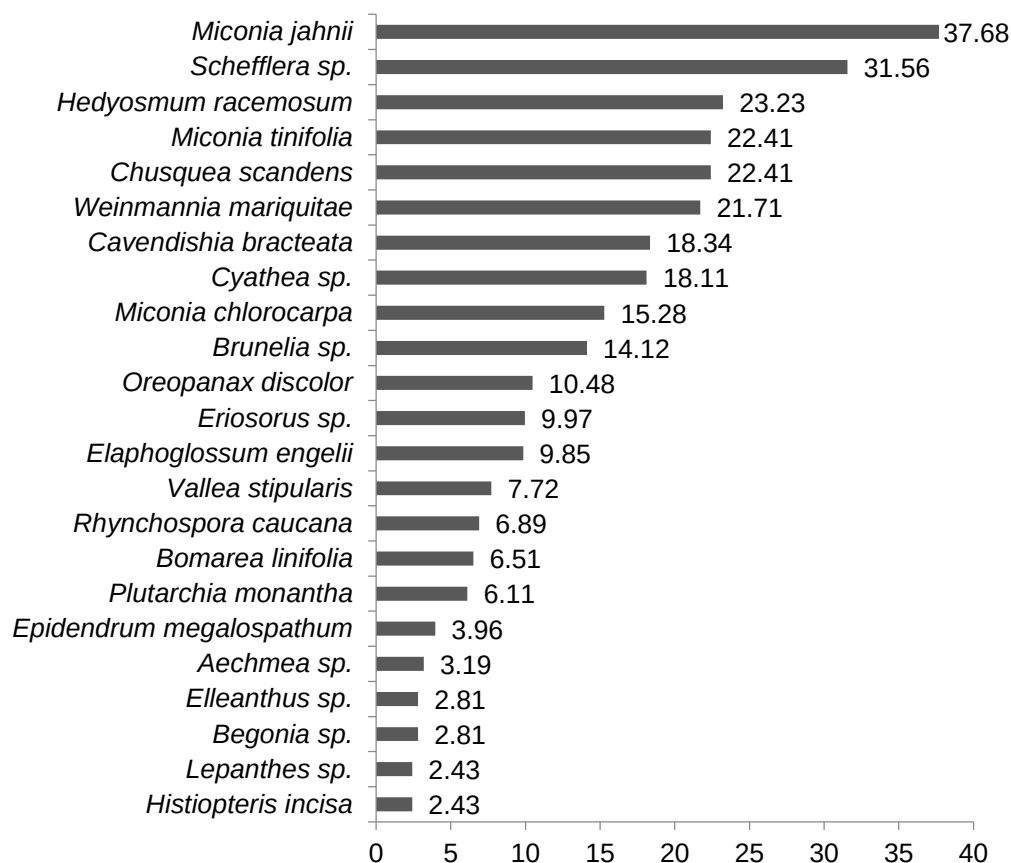
Grafica 35. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación AN5 del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima. 13. *Brunelia* sp.; 15. *Cavendishia bracteata*; 16. *Chusquea scandens*; 20. *Cyathea* sp.; 34. *Hedyosmum racemosum*; 43. *Miconia chlorocarpa*; 44. *Miconia jahnii*; 46. *Miconia tinifolia*; 57. *Schefflera* sp.; y 60. *Weinmannia mariquitae*.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Miconia jahnii (Melastomataceae), *Schefflera* sp. (Araliaceae) y *Hedyosmum racemosum* (Chloranthaceae), son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (37,68%; 31,56% y 23,23%, respectivamente) (Grafica 38).

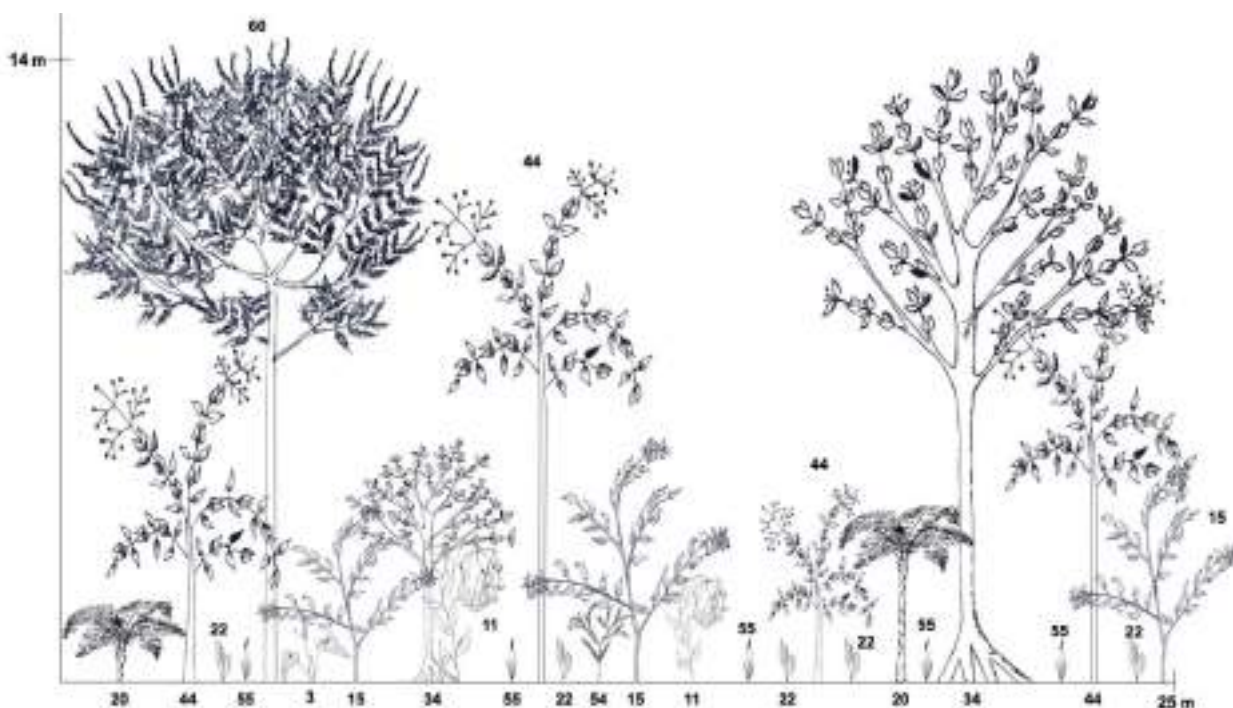
Grafica 36. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación AN5 del transecto altitudinal de Anzoátegui. Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Estación AN4 (3609 m): ubicada en un hábitat descrito como bosque alto andino, la comunidad vegetal presenta tres (3) estratos; un estrato arbóreo con un dosel a 14 m de altura en promedio y una cobertura del 9,0% del área de muestreo; un estrato arbustivo con elementos de 2,5 m de altura en promedio y una cobertura del 67%, y un estrato herbáceo con 8,0% de cobertura, en un terreno con cuatro grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 331°. Se registraron 28 especies en un área de muestreo de 300 m² y un total de 679 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias, Cyperaceae, Dryopteridaceae y Cyatheaceae, como *Rhynchospora caucana*, *Elaphoglossum engelii* y *Cyathea sp.* Las menores abundancias se registraron en especies de las familias Araliaceae y Orchidaceae, como *Oreopanax discolor*, *Cyrtochilum sp.*, y *Pleurothallis sp.* En la Grafica 39 se presenta el perfil de la vegetación (WCS, 2015).

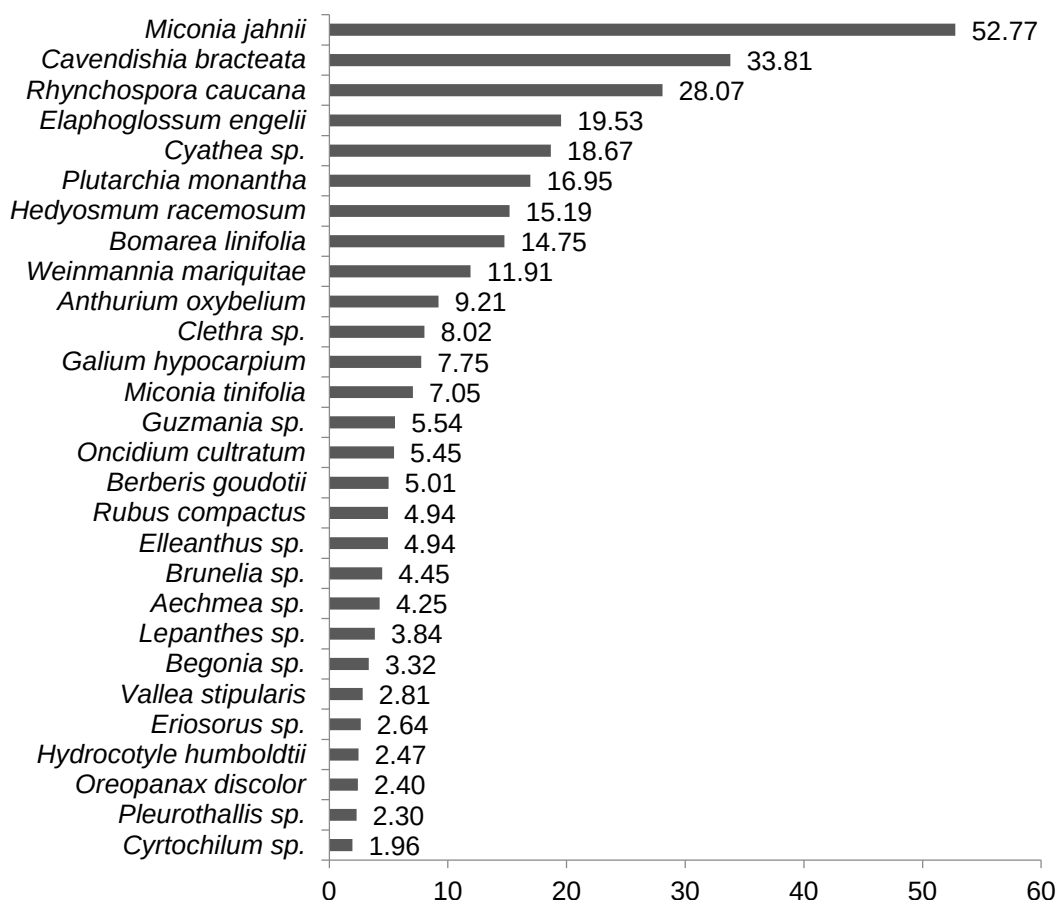
Grafica 37. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación AN4 del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima. 3. *Anthurium oxybelium*; 11. *Bomarea linifolia*; 15. *Cavendishia bracteata*; 20. *Cyathea* sp.; 22. *Elaphoglossum engelii*; 34. *Hedyosmum racemosum*; 44. *Miconia jahnii*; 54. *Plutarchia monantha*; 55. *Rhynchospora caucana*; y 60. *Weinmannia mariquitae*.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Miconia jahnii (Melastomataceae), *Cavendishia bracteata* (Ericaceae) y *Rhynchospora caucana* (Cyperaceae), son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (52,77%; 33,81% y 28,07%, respectivamente) (Grafica 40). Si bien, *Miconia jahnii* y *Cavendishia bracteata* no son mencionadas dentro de las especies más abundantes, sus porcentajes de cobertura contribuyen para que sus valores de importancia sean los más altos (WCS, 2015).

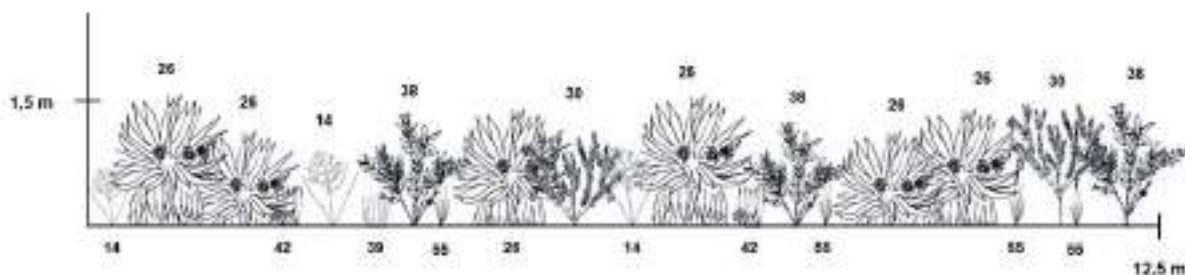
Grafica 38. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación AN4 del transecto altitudinal de Anzoátegui. Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Estación AN3 (3672 m): ubicada en un hábitat descrito como arbustal entre bosque alto andino y páramo, la comunidad vegetal presenta dos estratos; un estrato arbustivo con elementos de 1,54 m de altura en promedio, que cubren el 25% del área de muestreo, y un estrato herbáceo con un 75% de cobertura, en un terreno con 35 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 111°. Se registraron 26 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 662 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias, Asteraceae, Hypericaceae y Cyperaceae como *Espeletia hartwegiana*, *Hypericum laricifolium* y *Rhynchospora caucana*. Las menores abundancias se registraron en especies de las familias Asteraceae, Bromeliaceae, Cyperaceae, Lamiaceae, Melastomataceae y Rubiaceae, como *Baccharis rupicola*, *Greigia sp.*, *Oreobolus sp.*, *Clinopodium brownei*, *Brachyotum strigosum* y *Galium hypocarpium* (WCS, 2015). En la Grafica 41 se presenta el perfil de la vegetación.

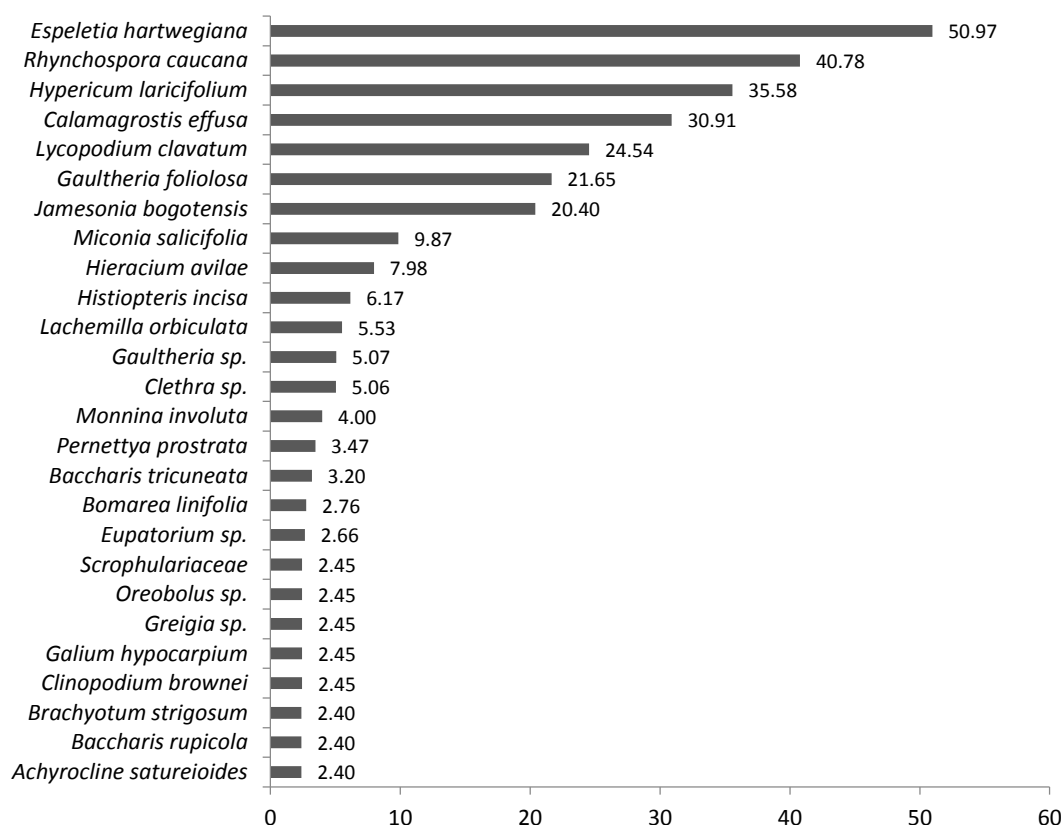
Grafica 39. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación AN3 del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima. 14. *Calamagrostis effusa*; 26. *Espeletia hartwegiana*; 30. *Gaultheria foliolosa*; 38. *Hypericum laricifolium*; 39. *Jamesonia bogotensis*; 42. *Lycopodium clavatum*; y 55. *Rhynchospora caucana*.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Espeletia hartwegiana (Asteraceae), *Rhynchospora caucana* (Cyperaceae) e *Hypericum laricifolium* (Hypericaceae), son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (50,97%; 40,78% y 35,58%, respectivamente) (Grafica 42). Estas especies se mencionan como las que tienen mayores abundancias (WCS, 2015).

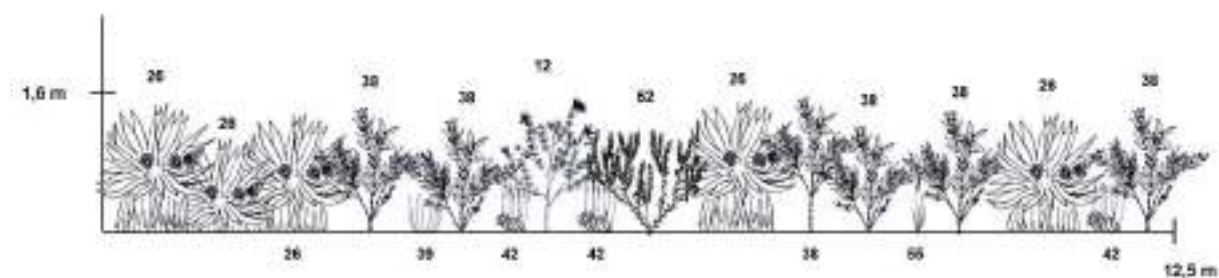
Grafica 40. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación AN3 del transecto altitudinal de Anzoátegui. Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Estación AN2 (3741 m): ubicada en un hábitat descrito como arbustal entre bosque alto andino y páramo, la comunidad vegetal presenta dos estratos; un estrato arbustivo con elementos de 1,6 m de altura en promedio, que cubren el 19% del área de muestreo y un estrato herbáceo con 81% de cobertura, en un terreno con 15 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 45°. Se registraron 21 especies en un área de 150 m² de muestreo y un total de 390 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Hypericaceae, Asteraceae, y Lycopodiaceae como, *Hypericum laricifolium*, *Espeletia hartwegiana* y *Lycopodium clavatum*. Las menores abundancias se registraron en especies de las familias Asteraceae, Melastomataceae, Orobanchaceae y Rubiaceae, como *Baccharis tricuneata*, *Miconia salicifolia*, *Bartsia santolinifolia* y *Galium hypocarpium*. En la Grafica 43 se presenta el perfil de la vegetación (WCS, 2015).

Grafica 41. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación AN2 del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima. 12. *Brachyotum strigosum*; 26. *Espeletia hartwegiana*; 38. *Hypericum laricifolium*; 39. *Jamesonia bogotensis*; 42. *Lycopodium clavatum*; 52. *Pernettya prostrata*; y 55. *Rhynchospora caucana*.

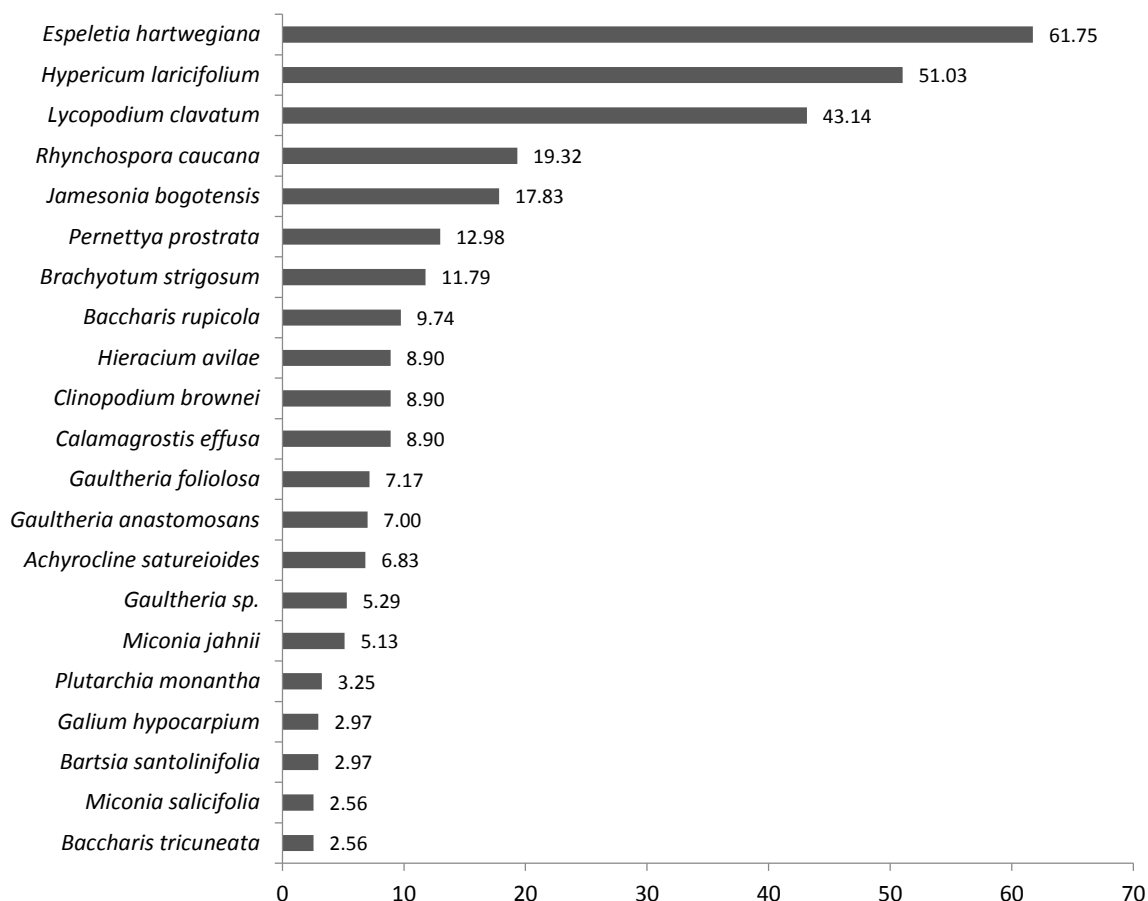


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Espeletia hartwegiana (Asteraceae), *Hypericum laricifolium* (Hypericaceae), y *Lycopodium clavatum* (Lycopodiaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (61,75%; 51,03% y 43,14%, respectivamente) (Grafica 44). Estas especies se mencionan como las que tienen mayores abundancias.

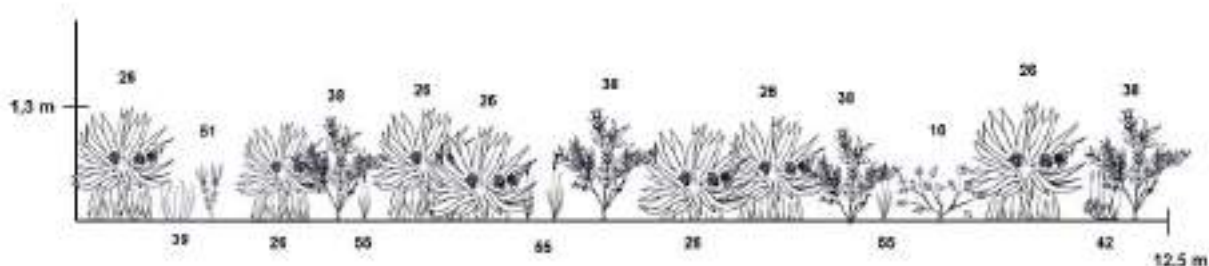
Estación AN1 (3817 m): ubicada en un hábitat descrito como páramo, la comunidad vegetal presenta dos estratos; un estrato arbustivo con elementos de 1,34 m de altura en promedio, que cubren el 13% del área de muestreo, y un estrato herbáceo con 87% de cobertura, en un terreno con 15 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 29,2°. Se registraron 20 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 314 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias, Asteraceae, Hypericaceae y Cyperaceae como *Espeletia hartwegiana*, *Hypericum laricifolium* y *Rhynchospora caucana*. Las menores abundancias se registraron en especies de las familias Asteraceae, Dennstaedtiaceae, Ericaceae y Rosaceae como *Conyza* sp., *Eupatorium* sp., *Histiopteris incisa*, *Gaultheria anastomosans*, *Plutarchia monantha* y *Lachemilla orbiculata*. En la Grafica 45 se presenta el perfil de la vegetación (WCS, 2015).

Grafica 42. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación AN2 del transecto altitudinal de Anzoátegui. Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Grafica 43. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación AN1 del transecto altitudinal de Anzoátegui, Tolima. 26. *Espeletia hartwegiana*; 38. *Hypericum laricifolium*; 39. *Jamesonia bogotensis*; 42. *Lycopodium clavatum*; 51. *Peperomia verticillata*; y 55. *Rhynchospora caucana*.

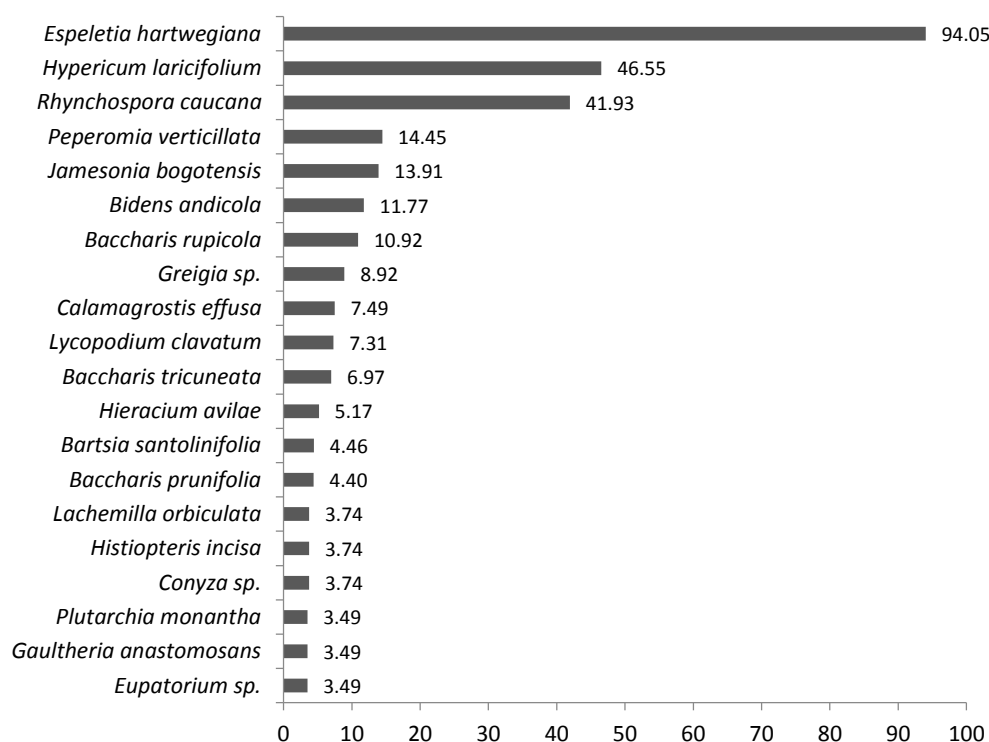


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Espeletia hartwegiana (Asteraceae), *Hypericum laricifolium* (Hypericaceae), y *Rhynchospora caucana* (Cyperaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (94,05%; 46,55% y 41,93%, respectivamente) (Grafica 46). Estas especies se

mencionan como las que tienen mayores abundancias. *Espeletia hartwegiana* es la especie más dominante comparada con las especies que le siguen en importancia.

Grafica 44. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación AN1 del transecto altitudinal de Anzoátegui. Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Discusión

Los diferentes grupos evaluados en Anzoátegui, ocuparon un cinturón altitudinal con ligeras variaciones, de acuerdo con la logística propia de cada grupo taxonómico seleccionado, aunque no en sus elevaciones mínima y máxima. No obstante, los patrones identificados varían, dado que en casi todos los grupos se evaluaron cinco niveles altitudinales, mientras que en el caso de aves y mamíferos pequeños, sólo se consideraron cuatro (WCS, 2015).

La detección efectiva, en contraste con la avifauna potencial identificada, sólo permitió hallar en el gradiente evaluado un 23% de la avifauna predicha. En el transecto altitudinal de Anzoátegui se registraron 27% de los géneros y 39% de las familias potenciales. Las familias que más aportaron a la riqueza en el transecto fueron Thraupidae y Trochilidae con 12 y 11 especies, respectivamente, contribuyendo el 42,3% del total de registros. Estas familias también presentaron el mayor número de géneros, Trochilidae (9) y Thraupidae (7). Los géneros que presentaron mayor número de especies fueron *Ochthoeca* (Tyrannidae) y *Diglossa* (Thraupidae), en los cuales se registraron tres especies. Entre las especies registradas, destaca *Grallaria milleri*, especie endémica y en peligro de extinción; el loro endémico *Bolborhynchus ferrugineifrons* y cuatro especies casi endémicas: *Eriocnemis derbyi*, *Eriocnemis mosquera*, *Metallura williamsi* y *Myioborus ornatus*. El mayor número de especies se registró en la estación AN4 (34 especies); en las siguientes estaciones (AN3

y AN1) el número de especies encontradas disminuyó, cayendo en la última estación, ubicada en la parte más alta del transecto, en un 44% con relación al máximo valor (WCS, 2015).

Se encontró que el 57% de las especies son escasas y poco comunes. Las cuatro especies más abundantes en el transecto altitudinal de Anzoátegui fueron *Turdus fuscater*, *Anisognathus igniventris*, *Bolborhynchus ferrugineifrons*, *Ochthoeca fumicolor*, cada una representando una familia diferente: Turdidae, Thraupidae, Psittacidae y Tyrannidae, respectivamente (WCS, 2015).

De acuerdo a las categorías de amenaza, el 92% de las especies reportadas de aves, se encuentran en preocupación menor (LC), solo una especie *Bolborynchus ferrugineifrons* se encuentra en categoría vulnerable (VU) esta especie también está catalogada como endémica de la zona; bajo categoría en peligro (EN) se encuentra la especie *Gallaria milleri*, también reportada como endémica; en categoría casi amenazada (NT) se encuentra la especie *Eriocnemis derbyi*. Trece (13) especies se encuentran en el Apéndice II del CITES y la especie *Colaptes rivolii* se encuentra en el Apéndice I (UICN, 2016 y CITES, 2015).

En Anzoátegui se registraron 18% de las especies y 33% de las familias de micromamíferos potenciales para la zona, de las cuales las más representativas fueron Cricetidae (Rodentia) con el 43% de las especies, seguido de Phyllostomidae y Vespertilionidae (Chiroptera) con el 29% de las especies cada una. Todas las especies reportadas se encuentran en categoría Preocupación Menor (LC). Ninguna especie está en los apéndices del CITES.

La riqueza por estación de muestreo, fue similar entre las estaciones AN4 y AN1 (bosque altoandino y páramo), con cinco y cuatro especies respectivamente, disminuyendo en las estaciones AN5 y AN3 (con dos y cero especies, respectivamente). Únicamente en las estaciones AN4 y AN1 se registraron especies exclusivas. Los pequeños mamíferos registrados en el transecto altitudinal de Anzoátegui, se encontró que cerca del 72% de las especies se clasifican como escasas y poco comunes. La única especie abundante fue *Thomasomys laniger*, mientras que especies como *Eptesicus andinus*, *Sturnira erythromos* y *Thomasomys aureus* representan la categoría de escasa. *Thomasomys laniger* sobresale como la especie dominante en las estaciones AN5 y AN4, mientras que en la estación AN1 sobresale *Microryzomys* sp. (WCS, 2015).

En el transecto altitudinal de Anzoátegui para los anfibios se registraron 24% de las especies potenciales, todas pertenecientes al género *Pristimantis*, familia Craugastoridae. Entre las especies registradas, se destaca que tres de las cinco especies son endémicas, una de ellas en estado de amenaza. Además, se destaca el registro de *P. aff. leptolophus* y *P. aff. uranobates*, posiblemente nuevas especies para la ciencia. En cuanto a la riqueza de especies por estaciones de muestreo, se encontró que el número de especies registrado en las cinco estaciones fue muy similar, registrando dos especies para todas las estaciones excepto en la estación AN1, donde sólo se registró una especie. La abundancia registrada en cada estación mostró tendencia a disminuir conforme aumenta la altitud (WCS, 2015).

Según las categorías de abundancia, las especies encontradas en el transecto en Anzoátegui fueron catalogadas como abundantes o escasas (40 y 60% de las especies, respectivamente). Las dos especies catalogadas como abundantes, representan el 90% del total de individuos. Sin embargo, es importante anotar que pese a las diferencias en las distribuciones de abundancias de las especies en las estaciones, las estaciones más bajas del gradiente (AN5 y AN6, presentan como especie dominante a *Pristimantis aff. uranobates*; y las estaciones AN3, AN2, y AN1 presentan dominio por *Pristimantis simoterus*.

Al analizar el grado de similitud de la comunidad de anfibios entre las estaciones del transecto en Anzoátegui (AN), se observa la formación de dos grupos: uno entre las estaciones AN3, AN2 y AN1; el segundo grupo está conformado por las estaciones AN4 y AN5 (WCS, 2015).

Para artrópodos se recolectaron 11 familias y 22 morfoespecies del orden Coleoptera. Se observa que las dos estaciones ubicadas a menor elevación tienen valores de riqueza más altos que las tres primeras, lo que sugiere una relación con el gradiente altitudinal. El 63,6% de las morfoespecies de coleópteros estuvieron en el rango de escasas, y poco común 22,7% respectivamente. Es relevante destacar que en la estación AN1, sólo se capturó una morfoespecie *Staphylinidae sp.4* fue la morfoespecie que ocupó la posición jerárquica más alta en todas las estaciones (WCS, 2015).

En este transecto se capturaron seis familias y ocho morfoespecies del orden Araneae. La riqueza en todas las estaciones fue baja, teniendo AN5 el mayor número de morfoespecies. La mayoría de las morfoespecies de arañas estuvo en la categoría de poco comunes. El índice de diversidad de Shannon no tuvo mayor variación entre las estaciones, la de menor diversidad fue AN2, y la de mayor fue AN5.

Las dos (2) agrupaciones AN5 y AN4, y AN3, AN2 y AN1, corresponden a los ecosistemas de bosque altoandino y páramo respectivamente. Así, AN5 y AN4 cuentan con vegetación característica de bosque altoandino como *Cyathea* sp., *Hedyosmum racemosum*, *Miconia chlorocarpa*, *M. jahnii*, *M. tinifolia*, *Schefflera* sp. y *Weinmannia mariquitae*. En este bosque altoandino el género *Weinmannia mariquitae* tiene un grado de importancia (IVI-AN5: 0,22; IVI-AN4: 0,12), sin embargo, esta importancia ecológica no es tan alta como la que se reporta en caracterizaciones vegetales realizadas en el PNN Los Nevados (Cleef *et al.* 1983, citado por WCS, 2015). La escasa representatividad de *Weinmannia* también ocurre en otros transectos analizados en el presente estudio; esto se puede deber a la tala del encenillo en esta zona lo que genera una baja abundancia de esta especie. A partir de la estación AN3 (3672 msnm) se encuentran pajonales de *Calamagrostis effusa*, frailejonales de *Espeletia hartwegiana*, y arbustales de *Gaultheria foliosa*, *Hypericum laricifolium*, *Jamesonia bogotensis*, *Lycopodium clavatum* y *Pernettya prostrata*; todas estas especies características del subpáramo y el páramo propiamente dicho. Considerando lo anteriormente expuesto en cuanto al componente vegetal, podría pensarse que el cambio de bosque altoandino a páramo es abrupto en este transecto altitudinal (WCS, 2015).

Cyathea sp., *Hypericum laricifolium* y *Chusquea scandens*, son utilizados por las comunidades locales, de la siguiente manera: *Cyathea* sp. es utilizada como Fuente de fibras para amarres y fibras, material para construcción de viviendas, asociada a madres de agua, usos medicinales, usos ornamentales, reciclaje orgánico, para recuperación de márgenes hídricas y otros usos especiales. *Hypericum laricifolium*, es utilizado para la fabricación de ceras y extracción de aceites esenciales, así como fuente de alimento de animales silvestres. Y *Chusquea scandens*, es utilizada como fuente de alimento de animales silvestres y domésticos, para elaboración de artesanías, material para elaboración de empaques y cajas, asociada a madres de agua, uso como postes muertos para cercas, reciclaje orgánico, elaboración de utensilios caseros (UASPNN, 2006).

19.3.3 Transecto Murillo (MU)

El transecto establecido en la vereda La Cabaña, sector de La Leonera, en el municipio de Murillo, sobre la vertiente oriental de la cordillera Central, con coordenadas 4°53'53.62''N. 75°13'56.52''O y 4°52'23.41''N. 75°15'47.94''O, comprende un gradiente altitudinal que va desde los 3502 msnm (estación MU6) a los 4000 msnm (estación MU1). En este transecto altitudinal definido entre

bosque altoandino y páramo, se observó en las seis estaciones un buen estado de conservación de los hábitats.

- Aves

a) Composición y Estructura de las Comunidades

De acuerdo con el estudio realizado por la WCS, en el transecto altitudinal de Murillo se registraron 1250 individuos, representantes de nueve órdenes, 21 familias, 52 géneros y 67 especies (Tabla 175). Las familias que más aportaron a la riqueza en el transecto fueron Thraupidae, Trochilidae y Furnariidae, con 14, 11 y ocho (8) especies respectivamente, contribuyendo con el 51.56% del total de registros. Estas familias también presentaron el mayor número de géneros, siendo las más diversas a este nivel Thraupidae (9) y Trochilidae (8), seguidas de Furnariidae (6). Los géneros que presentaron el mayor número de especies fueron *Eriocnemis* (Trochilidae), *Diglossa* y *Catamenia* (Thraupidae), cada uno con tres representantes.

Entre las especies registradas se destaca la presencia del loro *Bolborhynchus ferrugineifrons*, una especie endémica de Colombia registrada en las cuatro estaciones MU6, MU5, MU3 y MU1, así como la presencia de seis especies casi endémicas, cuatro especies de colibrí *Eriocnemis derbyi*, *Eriocnemis mosquera*, *Metallura williami*, *Oxypogon stubelii*, el tiránido *Anairetes agilis* y el parúlido *Myioborus ornatus* (WCS, 2015).

Tabla 175. Listado sistemático de las aves registradas en el transecto altitudinal de Murillo con sus respectivas abundancias por estación. Para las especies que aplica se indica si son Endémicas de Colombia (E) o Casi endémicas (CE). Para aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza se detalla su estado de conservación como (CR) Riesgo crítico, (EN) En peligro, (VU) Vulnerable, (NT) Casi Amenazada, o (LC) Preocupación menor. Apéndice CITES (I, II ó III). El gremio trófico se denota como (Ins) insectívoro. (Fru) frugívoro. (Carr) carroñero. (Car) carnívoro. (Gra) granívoro. Inv (Invertebrados) y (Nec) nectarívoro. Se señalan con asterisco las especies exclusivas y su abundancia se resalta en negrita.

Taxa	Categoría	Gremio	MU6 3502m	MU5 3615 m	MU3 3820 m	MU1 4000 m	Total Transecto
Accipitriformes							
Accipitridae							
<i>Accipiter striatus</i>	LC	Car	0	1	1	0	2
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	LC	Car	0	1	0	1	2
Falconiformes							
Falconidae							
<i>Caracara cheriway*</i>	LC; II	Car	0	1	0	0	1
Charadriiformes							
Scolopacidae							
<i>Gallinago nobilis</i>	NT	Inv	7	0	1	0	8
Columbiformes							
Columbidae							
<i>Patagioenas fasciata</i>	LC	Fru	9	15	1	3	28
Psittaciformes							
Psittacidae							
<i>Bolborhynchus ferrugineifrons</i>	E; VU	Fru-Gra	1	6	9	10	26
Caprimulgiformes							
Caprimulgidae							
<i>Systellura longirostris</i>	LC	Ins	0	0	1	1	2

Taxa	Categoría	Gremio	MU6	MU5	MU3	MU1	Total Transecto
			3502m	3615 m	3820 m	4000 m	
Apodiformes							
Apodidae							
<i>Streptoprocne zonaris</i>	LC	Ins	0	3	4	0	7
Trochilidae							
<i>Aglaeactis cupripennis</i>	LC	Nec-Ins	10	20	15	7	52
<i>Chalcostigma herrani</i>	LC	Nec	0	13	1	0	14
<i>Colibri coruscans*</i>	LC	Nec-Ins	17	0	0	0	17
<i>Eriocnemis derbyi *</i>	CE; NT	Nec	3	0	0	0	3
<i>Eriocnemis mosquera</i>	CE; LC	Nec	6	9	2	0	17
<i>Eriocnemis vestita</i>	LC	Nec	1	2	0	0	3
<i>Metallura tyrianthina</i>	LC	Nec-Ins	15	27	14	0	56
<i>Metallura williami</i>	CE; LC	Nec-Ins	6	21	5	1	33
<i>Oxygogon stubelii *</i>	CE	Nec	0	0	0	19	19
<i>Pterophanes cyanopterus</i>	LC	Nec-Ins	0	4	0	1	5
<i>Ramphomicron microrhynchum</i>	LC	Nec-Ins	1	3	1	0	5
Piciformes							
Picidae							
<i>Colaptes rivolii *</i>	LC	Inv	1	0	0	0	1
<i>Veniliornis nigriceps*</i>	LC	Inv	0	1	0	0	1
Passeriformes							
Grallariidae							
<i>Grallaria quitensis</i>	LC	Inv	17	22	20	12	71
<i>Grallaria rufula</i>	LC	Inv	1	5	8	0	14
Furnariidae							
<i>Asthenes flammulata</i>	LC	Ins	0	0	7	11	18
<i>Asthenes fuliginosa*</i>	LC	Ins	0	0	2	0	2
<i>Cinclodes albidiventris</i>	LC	Ins	0	0	1	7	8
<i>Cinclodes excelsior</i>	LC	Ins	0	0	1	7	8
<i>Hellmayrea gularis*</i>	LC	Ins	1	0	0	0	1
<i>Leptasthenura andicola</i>	LC	Ins	0	0	8	3	11
<i>Margarornis squamiger</i>	LC	Ins	7	1	0	0	8
<i>Synallaxis azarae*</i>	LC	Ins	3	0	0	0	3
Rhinocryptidae							
<i>Scytalopus latrans</i>	LC	Ins	3	21	6	0	30

Taxa	Categoria	Gremio	MU6	MU5	MU3	MU1	Total Transecto
			3502m	3615 m	3820 m	4000 m	
Tyrannidae							
<i>Anairetes agilis*</i>	CE; LC	Ins	0	2	0	0	2
<i>Mecocerculus leucophrys</i>	LC	Ins	12	15	1	0	28
<i>Mecocerculus stictopterus</i>	LC	Ins	3	5	0	0	8
<i>Myiotheretes fumigatus*</i>	LC	Ins	0	1	0	0	1
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	LC	Ins	4	7	11	9	31
<i>Phyllomyias nigrocapillus*</i>	LC	Ins	1	0	0	0	1
Cotingidae							
<i>Ampelion rubrocristatus</i>	LC	Fru	1	1	3	0	5
Hirundinidae							
<i>Orochelidon murina</i>		Ins	6	11	14	4	35
Troglodytidae							
<i>Cinnycerthia unirufa*</i>	LC	Ins	0	0	5	0	5
<i>Cistothorus platensis</i>	LC	Ins	42	20	35	25	122
<i>Troglodytes aedon*</i>	LC	Ins	1	0	0	0	1
<i>Troglodytes solstitialis</i>	LC	Ins	13	2	0	0	15
Turdidae							
<i>Turdus fuscater</i>	LC	Fru	22	27	7	5	61
<i>Turdus serranus*</i>	LC	Fru	1	0	0	0	1
Thraupidae							
<i>Anisognathus igniventris</i>	LC	Fru	20	29	1	0	50
<i>Anisognathus lacrymosus</i>	LC	Fru	6	4	2	0	12
<i>Catamenia analis</i>	LC	Gra	20	2	6	6	34
<i>Catamenia homochroa</i>	LC	Gra	4	1	5	2	12
<i>Catamenia inornata</i>	LC	Gra	22	5	13	9	49
<i>Conirostrum sitticolor*</i>	LC	Ins	3	0	0	0	3
<i>Diglossa cyanea</i>	LC	Nec-Ins	10	1	2	0	13
<i>Diglossa humeralis</i>	LC	Nec-Ins	15	21	14	4	54
<i>Diglossa lafresnayii</i>	LC	Nec-Ins	3	7	3	1	14
<i>Dubusia taeniata</i>	LC	Nec-Ins	6	2	0	0	8
<i>Hemispingus atropileus*</i>	LC	Ins	11	0	0	0	11
<i>Iridosornis rufivertex</i>	LC	Nec-Ins	0	4	1	0	5
<i>Phrygilus unicolor</i>	LC	Gra-Ins	1	0	6	12	19
<i>Tangara vassorii</i>	LC	Fru	5	1	0	0	6

Taxa	Categoría	Gremio	MU6	MU5	MU3	MU1	Total Transecto
			3502m	3615 m	3820 m	4000 m	
Emberizidae							
<i>Arremon assimilis</i>		Ins	4	5	0	0	9
<i>Atlapetes pallidinucha</i>	LC	Fru-Ins	13	13	3	0	29
<i>Atlapetes schistaceus</i>	LC	Fru-Ins	14	6	3	0	23
<i>Zonotrichia capensis</i>	LC	Gra-Ins	34	6	1	0	41
Parulidae							
<i>Basileuterus nigrocristatus</i>	LC	Ins	10	10	0	0	20
<i>Myioborus ornatus</i>	CE; LC	Ins	21	14	2	0	37
Fringillidae		Ins					
<i>Sporagra spinescens</i>		Gra	0	0	8	1	9
Total			437	398	254	161	1250
Accipitriformes							
Accipitridae							
<i>Accipiter striatus</i>	LC	Car	0	1	1	0	2
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	LC	Car	0	1	0	1	2
Falconiformes							
Falconidae							
<i>Caracara cheriway*</i>	LC; II	Car	0	1	0	0	1
Charadriiformes							
Scolopacidae							
<i>Gallinago nobilis</i>	NT	Inv	7	0	1	0	8
Columbiformes							
Columbidae							
<i>Patagioenas fasciata</i>	LC	Fru	9	15	1	3	28
Psittaciformes							
Psittacidae							
<i>Bolborhynchus ferrugineifrons</i>	E; VU	Fru-Gra	1	6	9	10	26
Caprimulgiformes							
Caprimulgidae							
<i>Systellura longirostris</i>	LC	Ins	0	0	1	1	2
Apodiformes							
Apodidae							
<i>Streptoprocne zonaris</i>	LC	Ins	0	3	4	0	7
Trochilidae							
<i>Aglaeactis cupripennis</i>	LC	Nec-Ins	10	20	15	7	52
<i>Chalcostigma herrani</i>	LC	Nec	0	13	1	0	14
<i>Colibri coruscans*</i>	LC	Nec-Ins	17	0	0	0	17

Taxa	Categoría	Gremio	MU6	MU5	MU3	MU1	Total Transecto
			3502m	3615 m	3820 m	4000 m	
<i>Eriocnemis derbyi</i> *	CE; NT	Nec	3	0	0	0	3
<i>Eriocnemis mosquera</i>	CE; LC	Nec	6	9	2	0	17
<i>Eriocnemis vestita</i>	LC	Nec	1	2	0	0	3
<i>Metallura tyrianthina</i>	LC	Nec-Ins	15	27	14	0	56
<i>Metallura williami</i>	CE; LC	Nec-Ins	6	21	5	1	33
<i>Oxygogon stubelii</i> *	CE	Nec	0	0	0	19	19
<i>Pterophanes cyanopterus</i>	LC	Nec-Ins	0	4	0	1	5
<i>Ramphomicron microrhynchum</i>	LC	Nec-Ins	1	3	1	0	5
Piciformes							
Picidae							
<i>Colaptes rivolii</i> *	LC	Inv	1	0	0	0	1
<i>Veniliornis nigriceps</i> *	LC	Inv	0	1	0	0	1
Passeriformes							
Grallariidae							
<i>Grallaria quitensis</i>	LC	Inv	17	22	20	12	71
<i>Grallaria rufula</i>	LC	Inv	1	5	8	0	14
Furnariidae							
<i>Asthenes flammulata</i>	LC	Ins	0	0	7	11	18
<i>Asthenes fuliginosa</i> *	LC	Ins	0	0	2	0	2
<i>Cinclodes albidiventris</i>	LC	Ins	0	0	1	7	8
<i>Cinclodes excelsior</i>	LC	Ins	0	0	1	7	8
<i>Hellmayrea gularis</i> *	LC	Ins	1	0	0	0	1
<i>Leptasthenura andicola</i>	LC	Ins	0	0	8	3	11
<i>Margarornis squamiger</i>	LC	Ins	7	1	0	0	8
<i>Synallaxis azarae</i> *	LC	Ins	3	0	0	0	3
Rhinocryptidae							
<i>Scytalopus latrans</i>	LC	Ins	3	21	6	0	30
Tyrannidae							
<i>Anairetes agilis</i> *	CE; LC	Ins	0	2	0	0	2
<i>Mecocerculus leucophrys</i>	LC	Ins	12	15	1	0	28
<i>Mecocerculus stictopterus</i>	LC	Ins	3	5	0	0	8
<i>Myiotheretes fumigatus</i> *	LC	Ins	0	1	0	0	1
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	LC	Ins	4	7	11	9	31
<i>Phyllomyias nigrocapillus</i> *	LC	Ins	1	0	0	0	1

Taxa	Categoría	Gremio	MU6	MU5	MU3	MU1	Total Transecto
			3502m	3615 m	3820 m	4000 m	
Cotingidae							
<i>Ampelion rubrocristatus</i>	LC	Fru	1	1	3	0	5
Hirundinidae							
<i>Orochelidon murina</i>		Ins	6	11	14	4	35
Troglodytidae							
<i>Cinnycerthia unirufa*</i>	LC	Ins	0	0	5	0	5
<i>Cistothorus platensis</i>	LC	Ins	42	20	35	25	122
<i>Troglodytes aedon*</i>	LC	Ins	1	0	0	0	1
<i>Troglodytes solstitialis</i>	LC	Ins	13	2	0	0	15
Turdidae							
<i>Turdus fuscater</i>	LC	Fru	22	27	7	5	61
<i>Turdus serranus*</i>	LC	Fru	1	0	0	0	1
Thraupidae							
<i>Anisognathus igniventris</i>	LC	Fru	20	29	1	0	50
<i>Anisognathus lacrymosus</i>	LC	Fru	6	4	2	0	12
<i>Catamenia analis</i>	LC	Gra	20	2	6	6	34
<i>Catamenia homochroa</i>	LC	Gra	4	1	5	2	12
<i>Catamenia inornata</i>	LC	Gra	22	5	13	9	49
<i>Conirostrum sitticolor*</i>	LC	Ins	3	0	0	0	3
<i>Diglossa cyanea</i>	LC	Nec-Ins	10	1	2	0	13
<i>Diglossa humeralis</i>	LC	Nec-Ins	15	21	14	4	54
<i>Diglossa lafresnayii</i>	LC	Nec-Ins	3	7	3	1	14
<i>Dubusia taeniata</i>	LC	Nec-Ins	6	2	0	0	8
<i>Hemispingus atropileus*</i>	LC	Ins	11	0	0	0	11
<i>Iridosornis rufivertex</i>	LC	Nec-Ins	0	4	1	0	5
<i>Phrygilus unicolor</i>	LC	Gra-Ins	1	0	6	12	19
<i>Tangara vassorii</i>	LC	Fru	5	1	0	0	6
Emberizidae							
<i>Arremon assimilis</i>		Ins	4	5	0	0	9
<i>Atlapetes pallidinucha</i>	LC	Fru-Ins	13	13	3	0	29
<i>Atlapetes schistaceus</i>	LC	Fru-Ins	14	6	3	0	23
<i>Zonotrichia capensis</i>	LC	Gra-Ins	34	6	1	0	41
Parulidae							
<i>Basileuterus nigrocristatus</i>	LC	Ins	10	10	0	0	20
<i>Myioborus ornatus</i>	CE; LC	Ins	21	14	2	0	37
Fringillidae		Ins					
<i>Sporagra spinescens</i>		Gra	0	0	8	1	9
Total			437	398	254	161	1250

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015), UICN Red List (2015), CITES (2015).

En cuanto a la riqueza por estaciones, el mayor número de especies se registró en la estación ubicada en el límite inferior del transecto (MU6); en las siguientes estaciones (MU5, MU3 y MU1) el número de especies encontradas disminuyó, cayendo en un 50% con relación al máximo valor en

la estación MU1 (Tabla 176). Cerca del 25% de las especies registradas (25 de 57), representan especies exclusivas de alguna estación; de éstas, el mayor número se registró en la estación MU6 (10 especies) y el menor en la estación MU1 (una especie). Las familias que más aportaron especies exclusivas en las diferentes estaciones fueron Furnariidae y Tyrannidae con tres (3) especies cada una.

Tabla 176. Riqueza, abundancia y número de especies exclusivas de aves por estación en el transecto altitudinal de Murillo.

	MU6	MU5	MU3	MU1
	3502 m	3615 m	3820 m	4000 m
Riqueza	48	46	42	24
Abundancia	437	398	254	161
Especies únicas	10	4	2	1
Riqueza relativa	0,716	0,687	0,627	0,358
Abundancia relativa	0,347	0,318	0,203	0,128

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Al comparar las abundancias de aves presentes en las cuatro (4) estaciones mediante la prueba de Kruskal-Wallis, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($H=19,24$; $p=0,0001$). Mediante la prueba de Mann-Whitney se determinó que las diferencias se presentan entre las abundancias de las estaciones MU6-MU1, MU5-MU1 y MU3-MU1 (Tabla 177) (WCS, 2015).

Tabla 177. Resultados de la prueba de Mann-Whitney para los datos de abundancia de aves por estación en el transecto altitudinal de Murillo. Bajo la diagonal los p-valor; se resaltan en negrita los significativos.

Estación	MU6	MU5	MU3	MU1
MU6 (3502 m)		2145	1834	1373
MU5 (3615 m)	0,6545		1953	1464
MU3 (3820 m)	0,0621	0,1842		1693
MU1 (4000 m)	4,29E-05	0,00023	0,0084	

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En el transecto altitudinal de Murillo se obtuvo una eficiencia de muestreo superior al 93%.según los estimadores no paramétricos ACE y Chao1, basados en datos de abundancia; para las estaciones las eficiencias fueron superiores al 76%, exceptuando la conseguida en la estación MU6, según el estimador no paramétrico Chao1 (47%, aproximadamente) (Tabla 178).

Tabla 178. Eficiencia de muestreo de aves en las estaciones y el transecto altitudinal de Murillo.

Estimador y Eficiencia de Muestreo							
Estación	Riqueza	ACE	%	CHAO1	%	Singletons (%)	Doubletons (%)
MU6 (3502 m)	48	55,98	85,74	102,87	46,66	11 (22,91)	0 (0)
MU5 (3615 m)	46	53,25	86,38	53,48	86,01	10 (21,73)	5 (10,86)
MU3 (3820 m)	42	51,53	81,51	52,96	79,31	12 (28,57)	5 (11,90)
MU1 (4000 m)	24	27,98	85,78	31,45	76,31	6 (25,00)	1 (4,16)
Total Transecto	67	71,67	93,48	71,66	93,5	2 (11,94)	5 (7,46)

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Los resultados de los análisis de diversidad realizados por la WCs (2015) y que se presentan en la Tabla 179 se evidencia que se presenta una reducción gradual en los valores de diversidad, abundancia y riqueza a medida que aumenta la altura. La estación MU6 fue la más diversa y equitativa, mientras que la menos diversa y equitativa fue la estación MU1.

Tabla 179. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y $2e$ índice de equidad para las comunidades de aves en las estaciones de muestreo del transecto altitudinal en Murillo.

	MU6	MU5	MU3	MU1	Transecto
	3502 m	3615 m	3820 m	4000 m	
Riqueza ($q = 0$)	48	45	42	24	67
Abundancia	437	398	254	161	1250
Equidad (Shannon)	3,45	3,4	3,28	2,82	3,68
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	31,56	29,83	26,47	16,81	39,8
Inverso del índice de Simpson ($q = 2$)	24,63	24,02	19,17	13,47	29,12

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Los valores del índice de equidad de Shannon oscilaron entre 2,82 (MU1) y 3,45 (MU6); mediante la prueba t se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores del índice de la estación MU1 con los de las estaciones MU6, MU5 y MU3, así como entre los índices de las estaciones MU6 y MU3 (Tabla 180) (WCS, 2015).

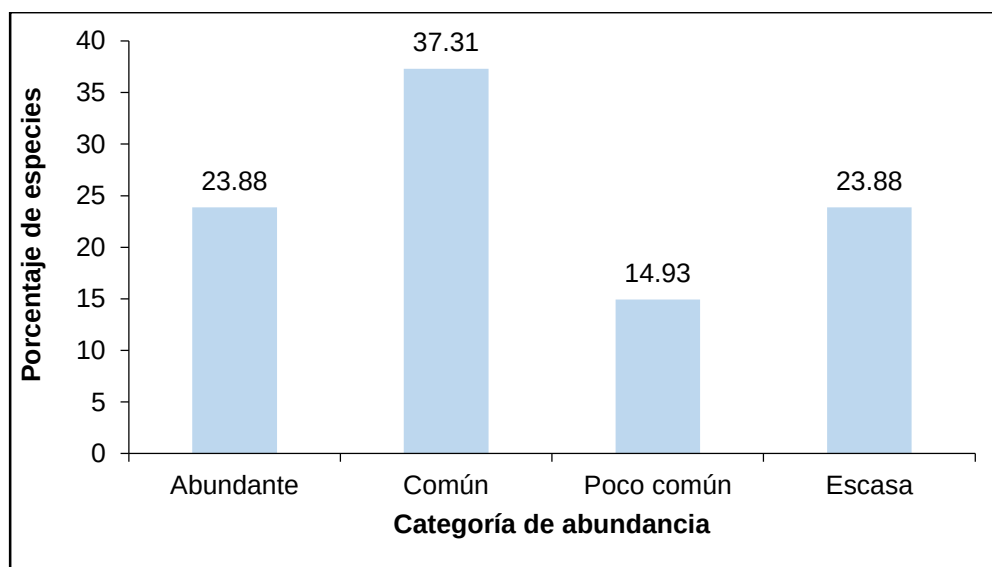
Tabla 180. Resultados de la prueba t para comparar el índice de equidad obtenido para cada estación de muestreo en el transecto altitudinal de Murillo. Bajo la diagonal se muestran los p-valor y sobre la diagonal se presentan los estadísticos estimados; se resaltan en negrita los p-valor significativos.

Estación	Índice de equidad	MU6	MU5	MU3	MU1
	(Shannon)				
MU6 (3502 m)	3,45	-	0,9937	-2,5132	8,554
MU5 (3615 m)	3,39	0,3207	-	1,6893	7,7044
MU3 (3820 m)	3,27	0,0123	0,0918	-	5,3259
MU1 (4000 m)	2,82	6,30E-16	1,80E-13	1,70E-07	-

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Al evaluar la distribución de frecuencias para las categorías de abundancia definidas para las especies registradas en Murillo (escasa, poco común, común y abundante), se encontró que con un mismo porcentaje, el 23,8% (16) se clasifican como escasas y abundantes, el 37,31% (25) como especies comunes y el 14,9% (10) como poco comunes (Grafica 47).

Grafica 45. Categorías de abundancia para las especies de aves registradas en el transecto altitudinal de Murillo.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Las seis (6) especies más abundantes en el transecto altitudinal de Murillo fueron *Cistothorus platensis* (122 individuos), *Grallaria quitensis* (71 individuos), *Turdus fuscater* (61 individuos), *Metallura tyrianthina* (56 individuos), *Diglossa humeralis* (54 individuos) y *Aglaeactis cupripennis* (52 individuos), representando familias diferentes: Troglodytidae, Grallariidae, Turdidae, Trochilidae y las dos últimas de la familia Thraupidae. No obstante, la abundancia relativa de cada una de las especies mencionadas fue diferente para cada estación (WCS, 2015) (Tabla 181).

Tabla 181. Índices de abundancia relativa (IAR) y categoría de abundancia para las especies de aves registradas en el transecto altitudinal en Murillo (MU). Los valores de IAR son presentados en porcentaje; índices calculados para cada estación de muestreo y para el transecto altitudinal, y organizados en orden descendente (de mayor a menor valor).

Taxa	MU6	MU5	MU3	MU1	Transecto	Categoría
	3502 m	3615 m	3820 m	4000 m		
<i>Aglaeactis cupripennis</i>	0,03	0,05	0	0,04	0,04	Abundante
<i>Atlapetes pallidinucha</i>	0,03	0,04	0,01	0	0,03	Abundante
<i>Atlapetes schistaceus</i>	0,04	0,02	0,01	0	0,02	Abundante
<i>Catamenia analis</i>	0,04	0,01	0,03	0,04	0,03	Abundante
<i>Catamenia inornata</i>	0,04	0,01	0,06	0,06	0,04	Abundante
<i>Cistothorus platensis</i>	0,06	0,05	0,11	0,13	0,08	Abundante
<i>Diglossa humeralis</i>	0,05	0,07	0,06	0,03	0,05	Abundante
<i>Grallaria quitensis</i>	0,05	0,01	0,08	0,08	0,05	Abundante
<i>Mecocerculus leucophrys</i>	0,03	0,04	0	0	0,02	Abundante
<i>Metallura tyrianthina</i>	0,05	0,05	0,04	0	0,04	Abundante
<i>Metallura williami</i>	0,02	0,06	0,02	0,01	0,03	Abundante
<i>Myioborus ornatus</i>	0,06	0,05	0,01	0	0,04	Abundante
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	0,01	0,02	0,05	0,07	0,03	Abundante
<i>Scytalopus latrans</i>	0,01	0,07	0,03	0	0,03	Abundante
<i>Turdus fuscater</i>	0,05	0,07	0,03	0,02	0,05	Abundante
<i>Zonotrichia capensis</i>	0,07	0,02	0	0	0,03	Abundante
<i>Anisognathus igniventris</i>	0,04	0,01	0	0	0,02	Común
<i>Anisognathus lacrymosus</i>	0,02	0,01	0,01	0	0,01	Común
<i>Arremon assimilis</i>	0,01	0,02	0	0	0,01	Común
<i>Asthenes flammulata</i>	0	0	0,03	0,08	0,02	Común
<i>Basileuterus nigrocristatus</i>	0,03	0	0	0	0,01	Común
<i>Bolborhynchus ferrugineifrons</i>	0	0	0,01	0,01	0,01	Común
<i>Catamenia homochroa</i>	0,01	0	0,02	0,01	0,01	Común
<i>Chalcostigma herrani</i>	0	0,05	0	0	0,02	Común
<i>Cinclodes albidiventris</i>	0	0	0	0,05	0,01	Común
<i>Cinclodes excelsior</i>	0	0	0	0,05	0,01	Común
<i>Colibri coruscans</i>	0,02	0	0	0	0,01	Común
<i>Diglossa lafresnayii</i>	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	Común
<i>Dubusia taeniata</i>	0,02	0,01	0	0	0,01	Común
<i>Eriocnemis mosquera</i>	0,02	0,03	0,01	0	0,02	Común
<i>Gallinago nobilis</i>	0,02	0	0	0	0,01	Común
<i>Grallaria rufula</i>	0	0,02	0,04	0	0,02	Común
<i>Hemispingus atropileus</i>	0,02	0	0	0	0,01	Común
<i>Leptasthenura andicola</i>	0	0	0,04	0,02	0,01	Común
<i>Margarornis squamiger</i>	0,02	0	0	0	0,01	Común
<i>Mecocerculus stictopterus</i>	0,01	0,01	0	0	0,01	Común

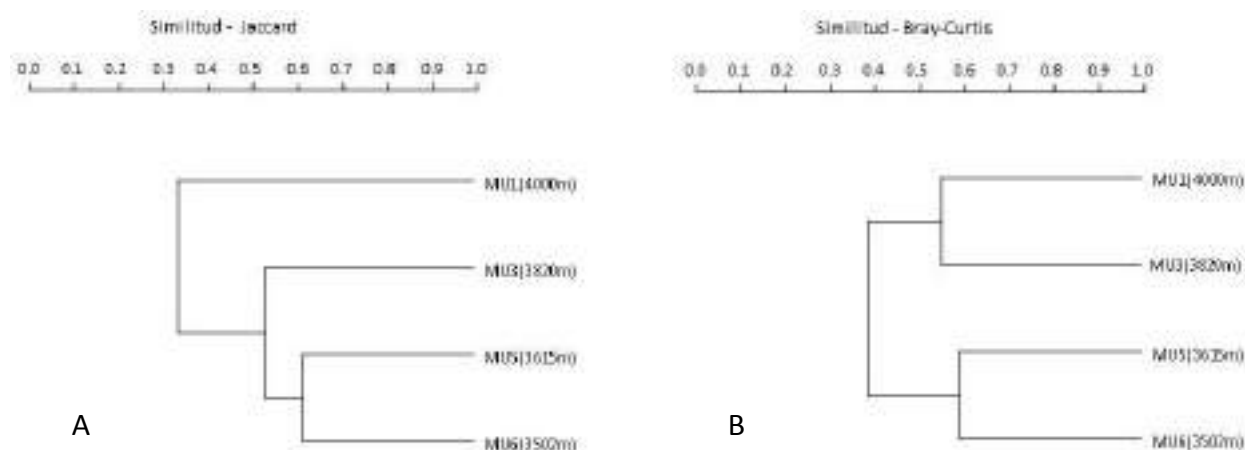
Taxa	MU6	MU5	MU3	MU1	Transecto	Categoría
	3502 m	3615 m	3820 m	4000 m		
<i>Orochelidon murina</i>	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02	Común
<i>Oxypogon stubelii</i>	0	0	0	0,13	0,02	Común
<i>Patagioenas fasciata</i>	0,03	0,02	0	0,01	0,02	Común
<i>Phrygilus unicolor</i>	0	0	0,02	0,08	0,02	Común
<i>Sporagra spinescens</i>	0	0	0,04	0,01	0,01	Común
<i>Ampelion rubrocristatus</i>	0	0	0,01	0	0	Poco común
<i>Cinnycerthia unirufa</i>	0	0	0,02	0	0,01	Poco común
<i>Diglossa cyanea</i>	0	0	0,01	0	0	Poco común
<i>Eriocnemis derbyi</i>	0,01	0	0	0	0	Poco común
<i>Eriocnemis vestita</i>	0	0,01	0	0	0	Poco común
<i>Iridosornis rufivertex</i>	0	0,01	0	0	0,01	Poco común
<i>Pterophanes cyanopterus</i>	0	0,01	0	0,01	0,01	Poco común
<i>Ramphomicron microrhynchum</i>	0	0,01	0	0	0,01	Poco común
<i>Synallaxis azarae</i>	0,01	0	0	0	0	Poco común
<i>Tangara vassorii</i>	0,01	0	0	0	0,01	Poco común
<i>Accipiter striatus</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Anairetes agilis</i>	0	0,01	0	0	0	Escaso
<i>Asthenes fuliginosa</i>	0	0	0,01	0	0	Escaso
<i>Caracara cheriway</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Colaptes rivolii</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Conirostrum sitticolor</i>	0,01	0	0	0	0	Escaso
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	0	0	0	0,01	0	Escaso
<i>Hellmayrea gularis</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Myiotheretes fumigatus</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Streptoprocne zonaris</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Systellura longirostris</i>	0	0	0	0,01	0	Escaso
<i>Troglodytes aedon</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Troglodytes solstitialis</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Turdus serranus</i>	0	0	0	0	0	Escaso
<i>Veniliornis nigriceps</i>	0	0	0	0	0	Escaso

b) Análisis de la Diversidad Beta

A partir del análisis de similitud a partir del Índice de Jaccar, se evidencia agrupaciones que las estaciones MU6 y MU5 se asocian en un grupo caracterizado por el porcentaje de similitud más alto (cercano al 60%) y este grupo a su vez se une con la estación MU3, con un porcentaje de similitud del 54% (aproximadamente). Finalmente, la estación MU1 se asocia con las tres estaciones restantes, con un porcentaje de similitud cercano al 34% (Grafica 48 A). En el dendrograma

resultante del análisis utilizando como medida de similitud el índice de Bray-Curtis, las estaciones MU6-MU5, dispuestas en la parte baja del transecto, se asocian con una similitud cercana al 60%, mientras que las estaciones MU3-MU1 lo hacen con un porcentaje inferior, cercano al 56% (Grafica 48 B).

Grafica 46. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de aves en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo (Algoritmo UPGMA).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Pequeños Mamíferos

a) Composición y estructura de las comunidades

En el transecto altitudinal establecido en el municipio de Murillo se registró un total de 31 individuos, representantes de cuatro órdenes, cuatro familias y ocho especies (Tabla 182), de las cuales las más representativas fueron Cricetidae (Rodentia) con el 62.5% de las especies, seguido de Phyllostomidae (Chiroptera), Soricidae (Soricomorpha) y Caenolestidae (Paucituberculata) con el 12.5% de las especies (WCS, 2015)

En la Tabla 183 se presentan la riqueza, abundancia y el número de especies únicas o exclusivas por estación; las cifras más altas se registraron en la estación MU5, ubicada en la parte inferior del transecto altitudinal; en las estaciones dispuestas en la parte alta (MU1 y MU3), tanto la riqueza como la abundancia disminuyeron y no se registraron especies únicas o exclusivas.

Tabla 182. Listado sistemático de pequeños mamíferos registrados en el transecto altitudinal de Murillo, con las respectivas abundancias por estación. Para aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza, se detalla su estatus de conservación como (EN) En peligro. (VU) Vulnerable o (NT) Casi Amenazada. El gremio trófico se denota como (Ins) insectívoro, (Nec) nectarívoro, (Omn) omnívoro y (Her) Herbívoro. Las especies registradas en una sola estación se señalan con asterisco (*).

Taxa	Categoría	Gremio	MU6	MU5	MU3	MU1	Total Transecto
			3502 m	3615 m	3820 m	4000 m	
Paucituberculata							
Caenolestidae							
<i>Caenolestes fuliginosus</i>	NT	Ins	1	3	1	0	5
Soricomorpha							
Soricidae							
<i>Cryptotis thomasi</i>	NE	Ins	0	1	1	1	3
Chiroptera							
Phyllostomidae							
<i>Anoura geoffroyi</i> *	NE	Ins	0	1	0	0	1
Rodentia							
Cricetidae							
<i>Akodon affinis</i>	NE	Fru	0	1	0	0	1
<i>Microryzomys</i> sp.	NE	Omn	1	2	4	2	9
<i>Thomasomys aureus</i>	NE	Her	1	3	0	0	4
<i>Thomasomys laniger</i>	NE	Her	1	1	1	4	7
<i>Thomasomys</i> sp.	NE	Her	0	1	0	0	1

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 183. Riqueza, abundancia y número de especies de pequeños mamíferos exclusivos por estación en el transecto altitudinal de Murillo.

	MU6	MU5	MU3	MU1
	3502 m	3615 m	3820 m	4000 m
Riqueza	4	8	4	3
Abundancia	4	13	7	7
Especies únicas	0	3	0	0
Riqueza relativa	0,5	1	0,5	0,38
Abundancia relativa	0,13	0,42	0,23	0,23

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

La eficiencia promedio de muestreo en el transecto altitudinal de Murillo, calculada a partir de los valores de los estimadores no paramétricos ACE y Chao1, fue superior al 73%. En las estaciones, la eficiencia de muestreo osciló entre el 32,65% en la estación MU3, y el 100% en MU1 (Tabla 184).

Tabla 184. Eficiencia del muestreo de pequeños mamíferos en las estaciones y el transecto altitudinal de Murillo.

Estimador y eficiencia de muestreo							
Estación	Riqueza	ACE	%	CHAO1	%	Singletons (%)	Doubletons (%)
MU6 (3502 m)	4	8,5	47,06	8,5	47,06	4 (100,0)	0 (0)
MU5 (3615 m)	8	14,35	55,75	12,62	63,39	5 (62,5)	1 (12,5)
MU3 (3820 m)	4	12,25	32,65	6,57	60,88	3 (75,0)	0 (0)
MU1 (4000 m)	3	3,69	81,3	3	100	1 (33,3)	1 (33,3)
Total Transecto	8	10,34	77,37	10,9	73,39	3 (37,5)	0 (0)

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En los resultados de los análisis de diversidad, que realizó la WCS (2015) se observa que la estación MU5 fue la más diversa y equitativa, mientras que la menos diversa y equitativa fue la estación MU1. Se aprecia una disminución en los índices de las estaciones, desde la parte baja hacia la parte alta del transecto (Tabla 185).

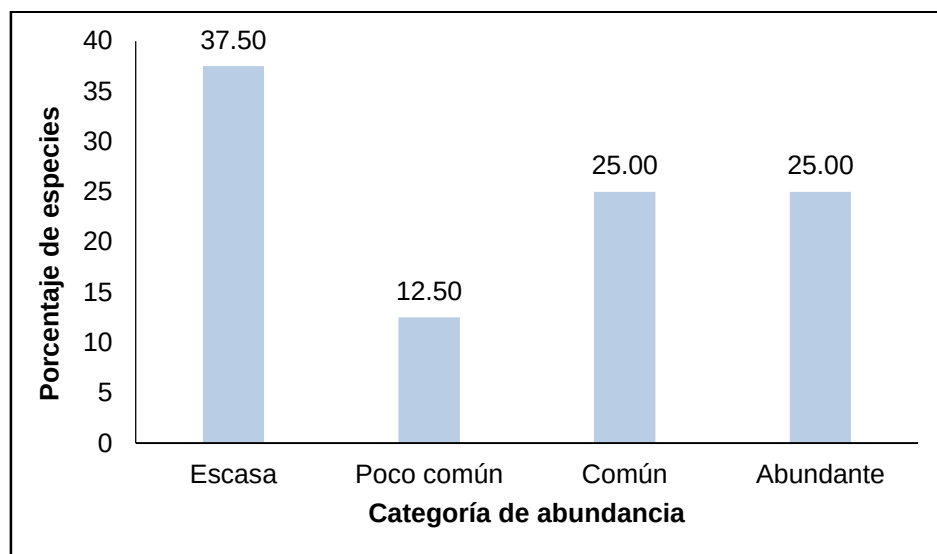
Tabla 185. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para la comunidad de pequeños mamíferos en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.

	MU6	MU5	MU3	MU1	Total
	3502 m	3615 m	3820 m	4000 m	Transecto
Riqueza ($q = 0$)	4	8	4	3	8
Abundancia	4	13	7	7	31
Equidad (Shannon)	1,39	1,95	1,15	0,96	1,81
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	4	7,04	3,17	2,6	6,12
Inverso del índice de Simpson ($q = 2$)	4	6,26	2,58	2,33	5,25

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Al evaluar la distribución de frecuencia para las categorías de abundancia, se encontró que el 37,5% de las especies registradas en el transecto se clasifican como escasas (tres especies), 12,5% como poco comunes (una especie), 25% como comunes, y 25% como abundantes (dos especies por categoría) (Grafica 49). Las especies más abundantes en el transecto altitudinal fueron *Thomasomys laniger* y *Microryzomys* sp., mientras que *Cryptotis thomasi* fue la única catalogada como poco común (Tabla 186).

Grafica 47. Categorías de abundancia para las especies de pequeños mamíferos registradas en el transecto altitudinal en Murillo.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 186. Índices de abundancia relativa (IAR) y categoría de abundancia para las especies de mamíferos pequeños encontrados en el transecto altitudinal en Murillo (MU). Los valores de IAR son presentados en porcentaje; índices calculados para cada estación de muestreo y para el transecto altitudinal, y organizados en orden descendente (de mayor a menor).

Taxa	MU6	MU5	MU3	MU1	Transecto	Categoría
	3502 m	3615 m	3820 m	4000 m		
<i>Microryzomys</i> sp.	25	15,38	57,14	28,57	29,03	Abundante
<i>Thomasomys laniger</i>	25	7,69	14,29	57,14	22,58	Abundante
<i>Caenolestes fuliginosus</i>	25	23,08	14,29	0	16,13	Común
<i>Thomasomys aureus</i>	25	23,08	0	0	12,9	Común
<i>Cryptotis thomasi</i>	0	7,69	14,29	14,29	9,68	Poco común
<i>Anoura geoffroyi</i>	0	7,69	0	0	3,23	Escasa
<i>Akodon affinis</i>	0	7,69	0	0	3,23	Escasa
<i>Thomasomys</i> sp.	0	7,69	0	0	3,23	Escasa

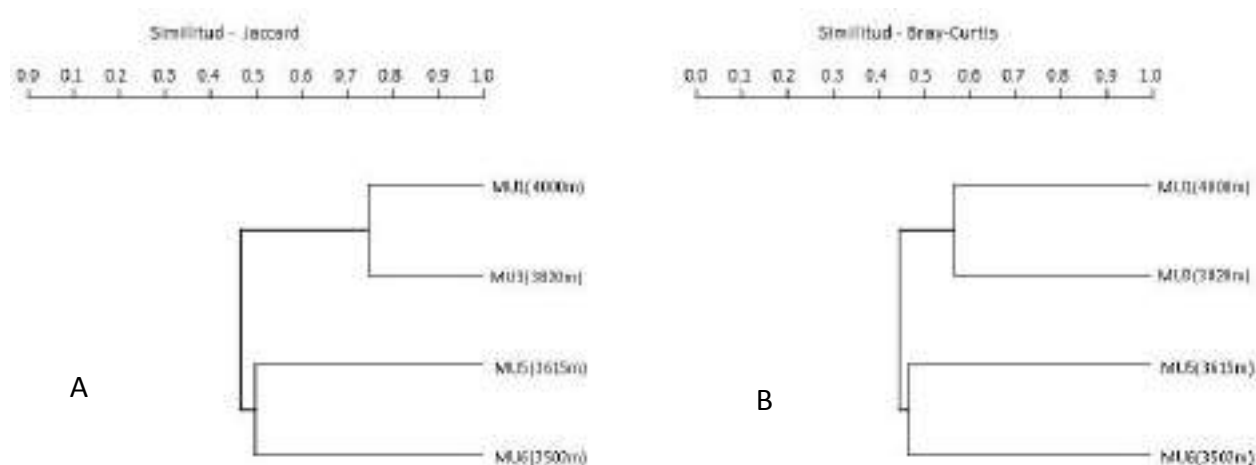
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la diversidad Beta

En el dendrograma que se obtuvo a partir del análisis de agrupamiento utilizando como medida de similitud el índice de Jaccard, se observan dos grupos con porcentajes de similitud cercanos al 40%, conformado por las estaciones RB5-RB4 y RB3-RB1. Las asociaciones, según la composición de su fauna de pequeños mamíferos, son congruentes con la disposición de las estaciones en el transecto altitudinal, el tipo de hábitat y su proximidad (Grafica 50 A) (WCS, 2015). En el dendrograma obtenido a partir del índice de Bray-Curtis, los grupos se encuentran soportados por un valor mayor

de similitud (superior al 55%) que en el agrupamiento obtenido utilizando el índice de Jaccard (grupos con más del 35% de similitud) (Grafica 50 B).

Grafica 48. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las estaciones de muestreo de pequeños mamíferos en el transecto altitudinal de Murillo (Algoritmo UPGMA).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Anfibios

a) Composición y estructura de las comunidades

En el transecto altitudinal del municipio de Murillo se registraron 39 individuos, representantes de dos familias, dos géneros y tres especies. Todas las especies registradas son endémicas; dos de ellas están en estado de amenaza. Y se destaca el registro de *Osornophryne percrassa*, especie en peligro, registrada sólo en la estación MU6, en bosque altoandino (Tabla 187).

Tabla 187. Listado sistemático de especies de anfibios registradas en el transecto altitudinal de Murillo, con sus respectivas abundancias por estación. En la columna Categoría se documenta si la especie es (E) Endémica y para aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza se detalla su estado de conservación como (CR) Riesgo crítico, (EN) En peligro, (VU) Vulnerable, (NT) Casi Amenazada o (LC) Preocupación menor. Las especies registradas en una sola estación se señalan con asterisco (*) y su abundancia se resalta en negrita.

Taxa	Categoría	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1	Total Transecto
		3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m	
Bufonidae								
<i>Osornophryne percrassa</i> *	E; EN	2	0	0	0	0	0	2
Craugastoridae								
<i>Pristimantis simoterus</i>	E; NT	0	9	0	14	12	0	35
<i>Pristimantis uranobates</i> *	E; LC	0	2	0	0	0	0	2
Total		2	11	0	14	12	0	39

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En cuanto a la riqueza de especies, se encontró que el número registrado en las cinco estaciones fue similar, sin registro de individuos en las estaciones MU4 y MU1. La abundancia registrada en cada estación mostró tendencia al aumento conforme se asciende en el transecto. Sólo se registran especies exclusivas en las estaciones más bajas del gradiente altitudinal MU6 y MU5; una especie única para cada estación (Tabla 188).

Tabla 188. Riqueza, abundancia y número de especies exclusivas de anfibios por estación de muestreo en el transecto altitudinal de Murillo.

	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m
Riqueza	1	2	0	1	1	0
Abundancia	2	11	0	14	12	0
Especies únicas	1	1	0	0	0	0
Riqueza relativa	0,33	0,67	0	0,33	0,33	0
Abundancia relativa	0,05	0,28	0	0,36	0,31	0

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Los resultados del análisis de diversidad realizado por WCS (2015), presentados en la Tabla 189, muestran que la estación más diversa y equitativa fue MU5; las demás estaciones son iguales en cuanto a riqueza y equidad de especies. Las estaciones MU4 y MU1 no están relacionadas en la tabla porque en dichas estaciones no se registraron individuos.

Tabla 189. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de anfibios en las estaciones y el transecto altitudinal de Murillo.

	MU6	MU5	MU3	Total Transecto
	3502 m	3615 m	3820 m	
Riqueza ($q = 0$)	1	2	1	3
Abundancia	2	11	12	39
Equidad (Shannon)	0	0.47	0	0.40
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	1	1.61	1	1.49
Inverso del índice de Simpson ($q = 2$)	1	1.42	1	1.23

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Los resultados de la prueba t mostraron diferencias significativas en el valor del índice de Shannon entre los pares conformados entre la estación MU5, para la cual se registró un índice de 0,47, con las estaciones MU6 ($t = -2,544$; $p=0,0272$), MU3 y MU2 ($t = 2,544$; $p=0,0272$, en ambos casos).

Según las categorías de abundancia, las especies encontradas en el transecto altitudinal de Murillo fueron catalogadas como abundantes o escasas (una y dos especies, respectivamente) (Tabla 190). La especie catalogada como abundante representa el 89,7% del total de individuos registrados. Sin embargo, debido a las bajas cifras de riqueza y abundancia registradas en las seis estaciones, no se presentan las curvas de rango - abundancia. Sólo para la estación MU5 puede sugerirse una tendencia de dominio por parte de la especie *Pristimantis simoterus*.

Tabla 190. Índices de abundancia relativa (IAR) y categoría de abundancia para las especies de anfibios encontradas en el transecto altitudinal en Murillo (MU). Los valores de IAR son presentados en porcentaje; índices calculados para cada estación de muestreo y para el transecto altitudinal, y organizados en orden descendente (de mayor a menor).

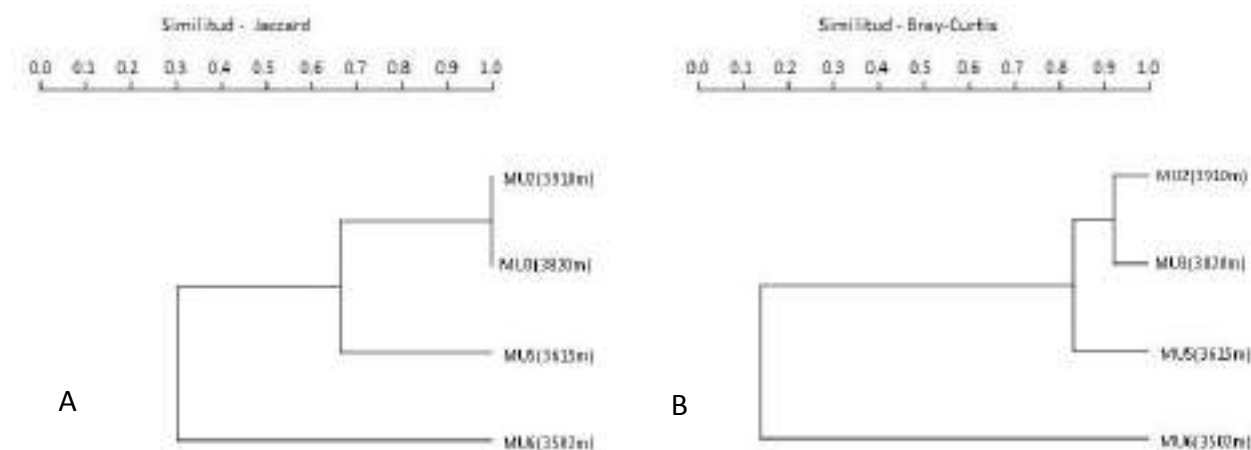
Taxa	MU6		MU5	MU3	MU2	Transecto	Categoría
	3502 m		3615 m	3820 m	3910 m		
<i>Pristimantis simoterus</i>	0	81,82		100	100	89,7	Abundante
<i>Pristimantis uranobates</i>	100	0		0	0	5,13	Escasa
<i>Osornophryne percrassa</i>	0	18,18		0	0	5,13	Escasa

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la diversidad Beta

Al analizar el grado de similitud de la comunidad de anfibios a partir del índice de Jaccard entre las cuatro estaciones del transecto altitudinal de Murillo, se observa en el dendrograma un grupo conformado por las estaciones MU5, MU3 y MU2, en el cual MU3-MU2 se asocian con un porcentaje de similitud del 100%; estas dos estaciones se asocian con MU5 con una similitud del 50%. Se observa que el grupo conformado por estas tres estaciones no presenta afinidad alguna con la estación MU6 (WCS, 2015) (Grafica 51 A). Las agrupaciones encontradas en el dendrograma obtenido utilizando como medida de similitud el índice de Bray-Curtis son las mismas que con el índice de Jaccard, aunque los valores de similitud son diferentes. Las estaciones MU3-MU2 se agrupan con una similitud aproximada del 93% y luego se asocian a MU5; finalmente, las tres se agrupan con MU6, con un bajo porcentaje de similitud, cercano al 13% (WCS, 2015) (Grafica 51 B).

Grafica 49. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las cuatro estaciones de muestreo de anfibios en el transecto altitudinal de Murillo (Algoritmo UPGMA).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Artrópodos Epigeos: Coleópteros

a) Composición y estructura de las comunidades

A partir del estudio realizado por WCS (2015), se colectaron en total 443 individuos del orden Coleoptera, representantes de 10 familias y 46 morfoespecies (Tabla 191). Las familias Staphylinidae, Chrysomelidae y Curculionidae fueron las que más aportaron a la riqueza en el transecto, con ocho, siete y seis morfoespecies respectivamente. Familias como Ptiliidae y Scirtidae se registraron con una sola morfoespecie.

Tabla 191. Listado de morfoespecies de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.

Taxa	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1	Total
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m	Transecto
Carabidae							
Carabidae sp.1	8	0	3	0	0	2	13
Carabidae sp.2	1	4	1	0	2	10	18
Carabidae sp.3	1	0	0	0	0	0	1
Carabidae sp.5	1	0	3	0	4	0	8
Carabidae sp.6	0	2	1	1	0	0	4
Carabidae sp.7	0	0	0	3	0	0	3
Ptiliidae							
Ptiliidae sp.1	0	1	5	0	1	0	7
Staphylinidae							
Staphylininae sp.1	1	1	1	0	0	0	3
Staphylininae sp.2	5	5	5	0	1	1	17
Staphylininae sp.3	4	0	0	0	0	0	4
Staphylinidae sp.4	8	17	44	76	54	85	284
Staphylinidae sp.6	2	0	2	0	0	0	4
Staphylinidae sp.7	0	0	1	0	0	0	1
Staphylinidae sp.19	0	0	2	0	0	0	2
Staphylinidae sp.21	1	0	0	0	0	0	1
Pselaphinae sp.5	0	0	1	0	0	0	1
Pselaphinae sp.6	0	0	3	0	0	0	3
Scarabaeidae							
Scarabaeidae sp.2	1	0	0	0	0	0	1
Scirtidae							
Scirtidae sp.1	1	0	0	0	0	0	1
Elateridae							
Elateridae sp.1	0	0	0	1	0	0	1
Elateridae sp.2	0	0	0	2	0	0	2
Elateridae sp.3	0	1	0	0	0	0	1
Elateridae sp.4	1	0	0	0	0	0	1
Lycidae							
Lycidae sp.1	0	0	1	0	0	0	1
Lycidae sp.2	0	0	0	3	0	0	3
Taxa	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1	Total

	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m	Transecto
Nitidulidae							
Nitidulidae sp.1	0	0	5	0	1	2	8
Nitidulidae sp.2	0	1	0	0	3	0	4
Nitidulidae sp.3	0	0	1	2	0	0	3
Nitidulidae sp.5	1	0	0	0	0	0	1
Chrysomelidae							
Alticinae sp.2	1	0	0	0	0	0	1
Alticinae sp.7	1	0	0	0	0	0	1
Alticinae sp.8	0	2	0	1	1	1	5
Chrysomelidae sp.3	0	0	0	0	1	0	1
Chrysomelidae sp.4	0	1	0	0	0	0	1
Chrysomelidae sp.12	0	0	1	0	0	0	1
Chrysomelidae sp.19	0	1	1	0	0	0	2
Chrysomelidae sp.20	0	1	0	0	1	0	2
Chrysomelidae sp.21	0	0	0	0	1	4	5
Chrysomelidae sp.22	0	0	0	0	1	0	1
Curculionidae							
Curculionidae sp.1	1	1	0	0	1	2	5
Curculionidae sp.2	1	0	3	0	0	0	4
Curculionidae sp.3	0	0	0	0	0	1	1
Curculionidae sp.4	0	1	5	0	0	0	6
Curculionidae sp.15	0	1	0	0	1	0	2
Curculionidae sp.21	0	0	2	0	0	0	2
Scolytinae sp.2	0	0	0	0	1	1	2
Total	40	40	91	89	74	109	443

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

La mayor riqueza se registró en la estación MU4, seguida de la estación MU6 dispuesta en el límite inferior del transecto. La abundancia más alta también se registró en la estación MU1, dispuesta en el límite superior del transecto, seguida de la registrada en las estaciones MU4 y MU3 (Tabla 192).

Tabla 192. Riqueza, abundancia, morfoespecies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa de coleópteros epigeos en cada estación del transecto altitudinal de Murillo.

	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m
Riqueza	18	15	21	8	15	10
Abundancia	40	40	91	89	74	109
Morfoespecies únicas	9	2	7	4	2	1
Riqueza relativa	0,39	0,33	0,46	0,17	0,33	0,22
Abundancia relativa	0,09	0,09	0,21	0,2	0,17	0,25

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

La eficiencia promedio de muestreo en el transecto, según los estimadores de riqueza no paramétricos ACE y Chao1 fue del 64%. En las estaciones, la eficiencia más baja se registró en MU6 con el 17,93%, seguida de MU2 con 20,09%. La eficiencia de muestreo más alta se registró en la estación MU3 con el 80,40% (Tabla 193)

Tabla 193. Eficiencia del muestreo de coleópteros en las estaciones y el transecto altitudinal de Murillo.

Estimador y eficiencia de muestreo									
Estación	Riqueza	ACE	%	CHAO1	%	Singletons (%)	Doubletons (%)		
MU6 (3502 m)	18	55,47	32,45	100,39	17,93	13	-72,22	1	-5,56
MU5 (3615 m)	15	39,25	38,22	39,38	38,09	10	-66,67	2	-13,33
MU4 (3713 m)	21	28,62	73,38	34,35	61,14	9	-42,86	3	-14,29
MU3 (3820 m)	8	13,88	57,64	9,95	80,4	3	-37,5	2	-25
MU2 (3910 m)	15	47,69	31,45	74,68	20,09	11	-73,33	1	-6,67
MU1 (4000 m)	10	17,14	58,34	12,64	79,11	4	-40	3	-30
Transecto	46	63,34	72,62	65,08	70,68	18	-39,13	7	-15,22

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En la Tabla 194 se presentan los resultados de los análisis de diversidad, que fueron realizados por la WCS (2015). El índice de equidad de Shannon varió desde 0,69 para la estación MU3, a 2,48 para la estación MU6. La diversidad de orden uno ($q = 1$) mostró la misma tendencia, mientras que la medida de diversidad de segundo orden ($q = 2$) tiene un valor mayor en MU5 que en MU4. La prueba t realizada para esta localidad reveló que existen diferencias significativas en la diversidad en 10 de los 15 pares de estaciones (Tabla 195).

Tabla 194. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de coleópteros en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal de Murillo.

	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1	Total
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910m	4000 m	Transecto
Riqueza ($q = 0$)	18	15	21	8	15	10	46
Abundancia	40	40	91	89	74	109	443
Equidad (Shannon)	2,48	2,08	2,14	0,69	1,26	0,93	1,86
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	11,98	7,97	8,47	1,98	3,51	2,53	6,45
Inverso índice de Simpson ($q = 2$)	8,6	4,6	3,96	1,36	1,85	1,61	2,4

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

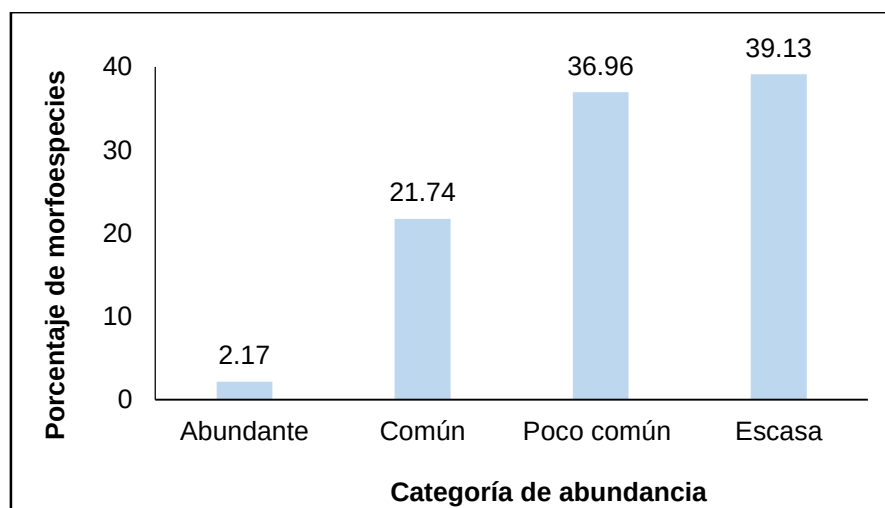
Tabla 195. Resultados de la prueba t para comparar los índices de equidad obtenidos en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo. Bajo la diagonal se muestran los p-valor y sobre la diagonal se presentan los estadísticos estimados, resaltando en negrita los p-valor significativos.

Estación	Índice de equidad (Shannon)	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1
MU6 (3502 m)	2,48		-1,6	-1,56	-8,5	-4,99	-7,54
MU5 (3615 m)	2,08	0,1128		0,25	-5,79	-3,03	-4,87
MU4 (3713 m)	2,14	0,12267	0,80703		-7,02	-3,65	-6
MU3 (3820 m)	0,69	2,20E-13	1,30E-07	4,40E-11		2,46	1,27
MU2 (3910 m)	1,26	2,20E-06	0,0031	0,0004	0,0153		-1,44
MU1 (4000 m)	0,93	2,80E-11	5,70E-06	9,80E-09	0,2044	0,15094	

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En la distribución de morfoespecies por categorías de abundancia en el transecto, el 2,17% se catalogaron como abundantes, el 21,74% como morfoespecies comunes, el 36,96% como poco comunes y el 39,13% como escasas (Grafica 52, Tabla 196).

Grafica 50. Porcentaje de morfoespecies de coleópteros en cada categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Murillo.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 196. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de coleópteros colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.

Morfoespecie	IAR por estación						IAR general	Categoría
	MU6 3502 m	MU5 3615 m	MU4 3713 m	MU3 3820 m	MU2 3910 m	MU1 4000 m		
Staphylinidae sp.4	20	42,5	48,35	85,39	72,97	77,98	64,11	Abundante
Carabidae sp.2	2,5	10	1,1	0	2,7	9,17	4,06	Común
Staphylininae sp.2	12,5	12,5	5,49	0	1,35	0,92	3,84	Común
Carabidae sp.1	20	0	3,3	0	0	1,83	2,93	Común
Carabidae sp.5	2,5	0	3,3	0	5,41	0	1,81	Común
Nitidulidae sp.1	0	0	5,49	0	1,35	1,83	1,81	Común
Ptiliidae sp.1	0	2,5	5,49	0	1,35	0	1,58	Común
Curculionidae sp.4	0	2,5	5,49	0	0	0	1,35	Común
Alticinae sp.8	0	5	0	1,12	1,35	0,92	1,13	Común
Chrysomelidae sp.21	0	0	0	0	1,35	3,67	1,13	Común
Curculionidae sp.1	2,5	2,5	0	0	1,35	1,83	1,13	Común
Carabidae sp.6	0	5	1,1	1,12	0	0	0,9	Poco común
Curculionidae sp.2	2,5	0	3,3	0	0	0	0,9	Poco común
Nitidulidae sp.2	0	2,5	0	0	4,05	0	0,9	Poco común
Staphylininae sp.3	10	0	0	0	0	0	0,9	Poco común
Staphylinidae sp.6	5	0	2,2	0	0	0	0,9	Poco común
Carabidae sp.7	0	0	0	3,37	0	0	0,68	Poco común
Lycidae sp.2	0	0	0	3,37	0	0	0,68	Poco común
Nitidulidae sp.3	0	0	1,1	2,25	0	0	0,68	Poco común
Pselaphinae sp.6	0	0	3,3	0	0	0	0,68	Poco común
Staphylininae sp.1	2,5	2,5	1,1	0	0	0	0,68	Poco común
Chrysomelidae sp.19	0	2,5	1,1	0	0	0	0,45	Poco común
Chrysomelidae sp.20	0	2,5	0	0	1,35	0	0,45	Poco común
Curculionidae sp.15	0	2,5	0	0	1,35	0	0,45	Poco común
Curculionidae sp.21	0	0	2,2	0	0	0	0,45	Poco común
Scolytinae sp.2	0	0	0	0	1,35	0,92	0,45	Poco común
Elateridae sp.2	0	0	0	2,25	0	0	0,45	Poco común
Staphylinidae sp.19	0	0	2,2	0	0	0	0,45	Poco común
Carabidae sp.3	2,5	0	0	0	0	0	0,23	Escasa
Alticinae sp.2	2,5	0	0	0	0	0	0,23	Escasa
Alticinae sp.7	2,5	0	0	0	0	0	0,23	Escasa
Chrysomelidae sp.4	0	2,5	0	0	0	0	0,23	Escasa
Chrysomelidae sp.3	0	0	0	0	1,35	0	0,23	Escasa
Chrysomelidae sp.12	0	0	1,1	0	0	0	0,23	Escasa
Chrysomelidae sp.22	0	0	0	0	1,35	0	0,23	Escasa

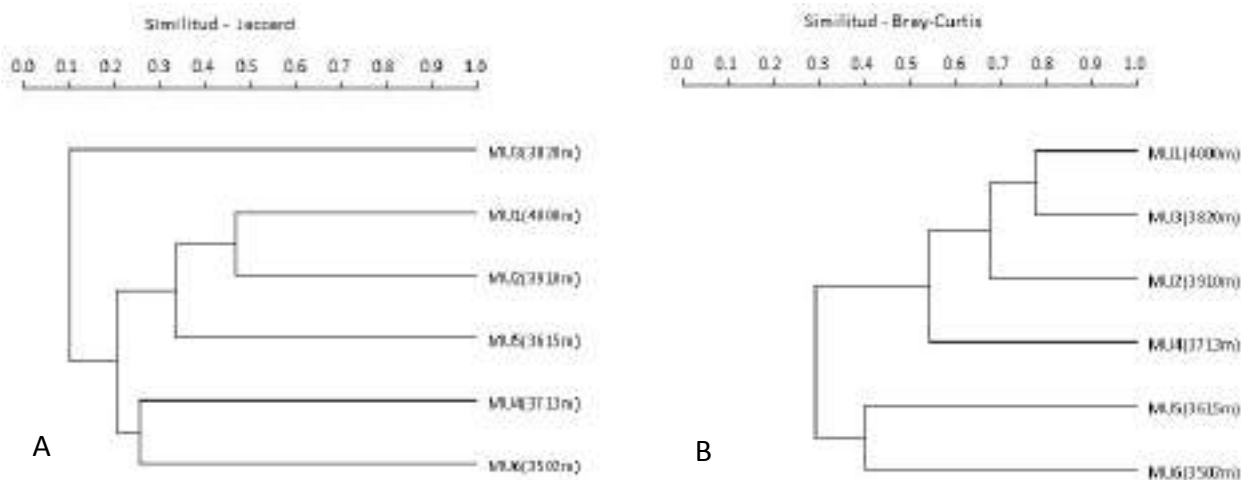
IAR por estación								
Morfoespecie	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1	IAR general	Categoría
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m		
Elateridae sp.1	0	0	0	1,12	0	0	0,23	Escasa
Elateridae sp.3	0	2,5	0	0	0	0	0,23	Escasa
Elateridae sp.4	2,5	0	0	0	0	0	0,23	Escasa
Lycidae sp.1	0	0	1,1	0	0	0	0,23	Escasa
Nitidulidae sp.5	2,5	0	0	0	0	0	0,23	Escasa
Pselaphinae sp.5	0	0	1,1	0	0	0	0,23	Escasa
Scarabaeidae sp.2	2,5	0	0	0	0	0	0,23	Escasa
Scirtidae sp.1	2,5	0	0	0	0	0	0,23	Escasa
Staphylinidae sp.7	0	0	1,1	0	0	0	0,23	Escasa
Staphylinidae sp.21	2,5	0	0	0	0	0	0,23	Escasa

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la diversidad Beta

Al evaluar la similitud entre la coleopterofauna de las seis estaciones del transecto mediante el índice de Jaccard, se observan en el dendrograma dos grupos conformados por las estaciones MU2-MU1 y MU6-MU4, con valores de similitud del 47% y 29% respectivamente. La estación MU5 se asoció al primer grupo con porcentaje de similitud del 34%, mientras que MU3 se asoció a las estaciones restantes con el menor porcentaje de similitud, cercano al 10% (Grafica 53 A) (WCS, 2015). En el dendrograma resultante del análisis utilizando como medida de similitud el índice de Bray-Curtis, se forman dos grupos conformados por las estaciones MU1-MU3, MU2 y MU4, y por MU5-MU6, con porcentajes de similitud que van del 40% al 80%. En este caso las asociaciones entre estaciones se relacionan de cierta forma con su altura, su proximidad o disposición en el transecto (Grafica 53 B) (WCS, 2015).

Grafica 51. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de coleópteros en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Arañas

a) Composición y estructura de las comunidades

A partir del estudio realizado por WCS (2015), en total se colectaron 157 individuos del orden Araneae, representantes de 14 familias y 38 morfoespecies (Tabla 197). Las familias que registraron el mayor número de morfoespecies fueron Linyphiidae con 12, seguida de Anyphaenidae con seis y Tetragnathidae con cuatro. Familias como Amaurobiidae, Anapidae, Mimetidae y Pholcidae se registraron solamente con una morfoespecie. En la Tabla 198 se puede apreciar que las estaciones con mayor riqueza fueron MU4 y MU6, con 16 y 14 morfoespecies respectivamente. La riqueza en las estaciones restantes fue similar. En cuanto a la abundancia, las cifras más altas se registraron en las estaciones MU3 y MU6, con 45 y 43 individuos, mientras que las cifras más bajas se registraron en las estaciones dispuestas en la parte alta del transecto, MU2 y MU1, con 12 y 11 individuos.

Tabla 197. Listado de morfoespecies de arañas epigeas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.

Taxa	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1	Total
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m	Transecto
Paratropididae							
Paratropididae sp.3	0	3	3	0	0	3	9
Paratropididae sp.1	0	0	0	0	1	0	1
Pholcidae							
Pomboa sp.1	1	0	0	0	0	0	1
Mimetidae							
Mimetidae sp.1	0	1	1	0	0	0	2
Theridiidae							
Theridiidae sp.6	0	0	1	0	0	0	1
Anapidae							
Anapidae sp.2	0	1	0	0	0	0	1
Linyphiidae							
Linyphiidae sp.1	0	0	0	1	1	0	2
Linyphiidae sp.2	2	0	0	0	0	0	2
Linyphiidae sp.3	0	2	0	0	0	0	2
Linyphiidae sp.4	2	0	0	0	1	0	3
Linyphiidae sp.11	8	1	5	0	0	0	14
Linyphiidae sp.15	6	2	4	3	2	2	19
Linyphiidae sp.18	0	0	0	0	1	0	1
Linyphiidae sp.21	1	0	2	0	0	0	3
Linyphiidae sp.22	1	0	0	0	0	0	1
Linyphiidae sp.23	0	0	0	0	0	1	1
Linyphiidae sp.25	0	0	0	1	0	0	1
Linyphiidae sp.27	1	0	0	0	0	0	1

Taxa	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1	Total
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m	Transecto
Tetragnathidae							
Tetragnathidae sp.2	0	0	4	0	0	0	4
Tetragnathidae sp.3	10	0	0	0	0	0	10
Tetragnathidae sp.4	0	0	1	0	0	0	1
Tetragnathidae sp.7	0	0	1	0	0	0	1
Araneidae							
Ocrepeira sp.3	0	0	1	0	0	0	1
Ocrepeira sp.4	5	0	0	0	0	0	5
Lycosidae							
Lycosidae sp.1	0	0	0	21	1	0	22
Lycosidae sp.2	0	0	0	4	0	1	5
Pisauridae							
Pisauridae sp.1	3	1	2	0	0	0	6
Pisauridae sp.2	1	0	0	0	0	0	1
Amaurobiidae							
Amaurobiidae sp.1	0	0	0	2	1	0	3
Anyphaenidae							
Anyphaenidae sp.1	0	0	1	4	0	1	6
Anyphaenidae sp.2	0	0	0	8	0	1	9
Anyphaenidae sp.7	0	0	1	0	0	1	2
Anyphaenidae sp.9	0	0	1	1	4	1	7
Anyphaenidae sp.11	0	0	1	0	0	0	1
Anyphaenidae sp.12	0	1	0	0	0	0	1
Zodariidae							
Zodariidae sp.2	0	4	0	0	0	0	4
Zodariidae sp.7	1	0	1	0	0	0	2
Prodidomidae							
Lygromma sp.1	1	0	0	0	0	0	1
Total	43	16	30	45	12	11	0

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 198. Riqueza, abundancia, morfoespecies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa de arañas epigeas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.

	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m
Riqueza	14	9	16	9	8	8
Abundancia	43	16	30	45	12	11
Morfoespecies únicas	8	4	6	1	2	1
Riqueza relativa	0,37	0,24	0,42	0,24	0,21	0,21
Abundancia relativa	0,27	0,1	0,19	0,29	0,08	0,07

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Los estimadores no paramétricos de riqueza ACE y Chao1 sugieren que en el transecto se capturó en promedio el 64,6% de las morfoespecies esperadas. Por otro lado en las estaciones dicho porcentaje de capturas varió entre 32,7% para MU2 y 71,7% para MU3. Tanto en las estaciones como en el transecto, Singletons y Doubletons tienden a aumentar o mantenerse estables a medida que aumenta el número de muestras (Tabla 199) (WCS, 2015).

Tabla 199. Eficiencia de muestreo de coleópteros epigeos en las estaciones y el transecto altitudinal de Murillo.

Estimador y eficiencia de muestreo									
Estación	Riqueza	ACE	%	CHAO1	%	Singletons (%)		Doubletons (%)	
MU6 (3502 m)	14	24,31	57,59	25,97	53,91	7	-50	2	-14,29
MU5 (3615 m)	9	14,55	61,86	12,13	74,2	5	-55,56	2	-22,22
MU4 (3713 m)	16	31,34	51,05	30,5	52,46	10	-62,5	2	-12,5
MU3 (3820 m)	9	11,71	76,86	13,4	67,16	3	-33,33	1	-11,11
MU2 (3910 m)	8	26,07	30,69	24,5	32,65	6	-75	1	-12,5
MU1 (4000 m)	8	22,48	35,59	15,24	52,49	6	-75	1	-12,5
Transecto	38	58,42	65,05	59,2	64,19	16	-42,11	6	-15,79

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En la Tabla 200 se presentan los resultados de los análisis de diversidad, realizados por WCS (2015). El índice de equidad de Shannon varió desde 0,69 para la estación MU3, hasta 2,48 para la estación MU6. La diversidad de orden uno ($q = 1$) mostró la misma tendencia, mientras que la medida de diversidad de segundo orden ($q = 2$) tiene un valor mayor en la estación MU5 que en MU4. La prueba t reveló que existen diferencias significativas entre los índices de equidad de 10 de los 15 pares de estaciones comparados.

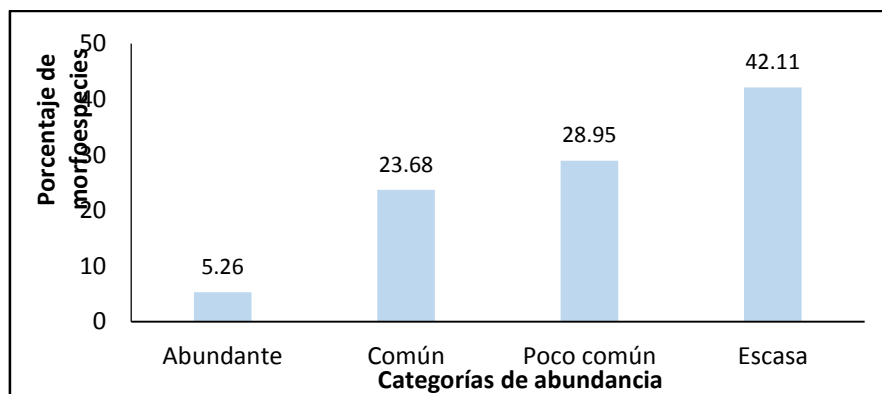
Tabla 200. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de arañas epigeas en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal de Murillo.

	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1	Total
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m	Transecto
Riqueza ($q = 0$)	14	9	16	9	8	8	38
Abundancia	43	16	30	45	12	11	157
Equidad (Shannon)	2,26	2,05	2,56	1,67	1,91	1,97	3,12
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	9,59	7,74	12,95	5,29	6,73	7,19	22,65
Inverso índice de Simpson ($q = 2$)	7,42	6,74	10,71	3,66	5,54	6,37	15,67

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En la distribución de morfoespecies por categorías de abundancia en el transecto, el 5,26% se catalogaron como abundantes, el 23,68% como morfoespecies comunes, el 28,95% como poco comunes y el 42,11% como escasas (WCS, 2015) (Grafica 54, Tabla 201).

Grafica 52. Porcentaje de morfoespecies de arañas epigeas por categoría de abundancia para el transecto altitudinal de Murillo.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 201. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de arañas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.

Morfoespecie	IAR por estación						IAR general	Categoría
	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1		
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m		
Lycosidae sp.1	0	8,33	46,67	0	0	0	14,01	Abundante
Linyphiidae sp.15	18,18	16,67	6,67	13,33	12,5	13,95	12,1	Abundante
Linyphiidae sp.11	0	0	0	16,67	6,25	18,6	8,92	Común
Tetragnathidae sp.3	0	0	0	0	0	23,26	6,37	Común
Anyphaenidae sp.2	9,09	0	17,78	0	0	0	5,73	Común

IAR por estación								
Morfoespecie	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1	IAR general	Categoría
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m		
Paratropididae sp.3	27,27	0	0	10	18,75	0	5,73	Común
Anyphaenidae sp.9	9,09	33,33	2,22	3,33	0	0	4,46	Común
Anyphaenidae sp.1	9,09	0	8,89	3,33	0	0	3,82	Común
Pisauridae sp.1	0	0	0	6,67	6,25	6,98	3,82	Común
Ocrepeira sp.4	0	0	0	0	0	11,63	3,18	Común
Lycosidae sp.2	9,09	0	8,89	0	0	0	3,18	Común
Tetragnathidae sp.2	0	0	0	13,33	0	0	2,55	Poco común
Zodariidae sp.2	0	0	0	0	25	0	2,55	Poco común
Amaurobiidae sp.1	0	8,33	4,44	0	0	0	1,91	Poco común
Linyphiidae sp.4	0	8,33	0	0	0	4,65	1,91	Poco común
Linyphiidae sp.21	0	0	0	6,67	0	2,33	1,91	Poco común
Anyphaenidae sp.7	9,09	0	0	3,33	0	0	1,27	Poco común
Linyphiidae sp.1	0	8,33	2,22	0	0	0	1,27	Poco común
Linyphiidae sp.2	0	0	0	0	0	4,65	1,27	Poco común
Linyphiidae sp.3	0	0	0	0	12,5	0	1,27	Poco común
Mimetidae sp.1	0	0	0	3,33	6,25	0	1,27	Poco común
Zodariidae sp.7	0	0	0	3,33	0	2,33	1,27	Poco común
Anapidae sp.2	0	0	0	0	6,25	0	0,64	Escasa
Anyphaenidae sp.11	0	0	0	3,33	0	0	0,64	Escasa
Anyphaenidae sp.12	0	0	0	0	6,25	0	0,64	Escasa
Ocrepeira sp.3	0	0	0	3,33	0	0	0,64	Escasa
Linyphiidae sp.18	0	8,33	0	0	0	0	0,64	Escasa
Linyphiidae sp.22	0	0	0	0	0	2,33	0,64	Escasa
Linyphiidae sp.23	9,09	0	0	0	0	0	0,64	Escasa
Linyphiidae sp.25	0	0	2,22	0	0	0	0,64	Escasa
Linyphiidae sp.27	0	0	0	0	0	2,33	0,64	Escasa
Paratropididae sp.1	0	8,33	0	0	0	0	0,64	Escasa
Pomboa sp.1	0	0	0	0	0	2,33	0,64	Escasa
Pisauridae sp.2	0	0	0	0	0	2,33	0,64	Escasa
Lygromma sp.1	0	0	0	0	0	2,33	0,64	Escasa
Tetragnathidae sp.4	0	0	0	3,33	0	0	0,64	Escasa
Tetragnathidae sp.7	0	0	0	3,33	0	0	0,64	Escasa
Theridiidae sp.6	0	0	0	3,33	0	0	0,64	Escasa

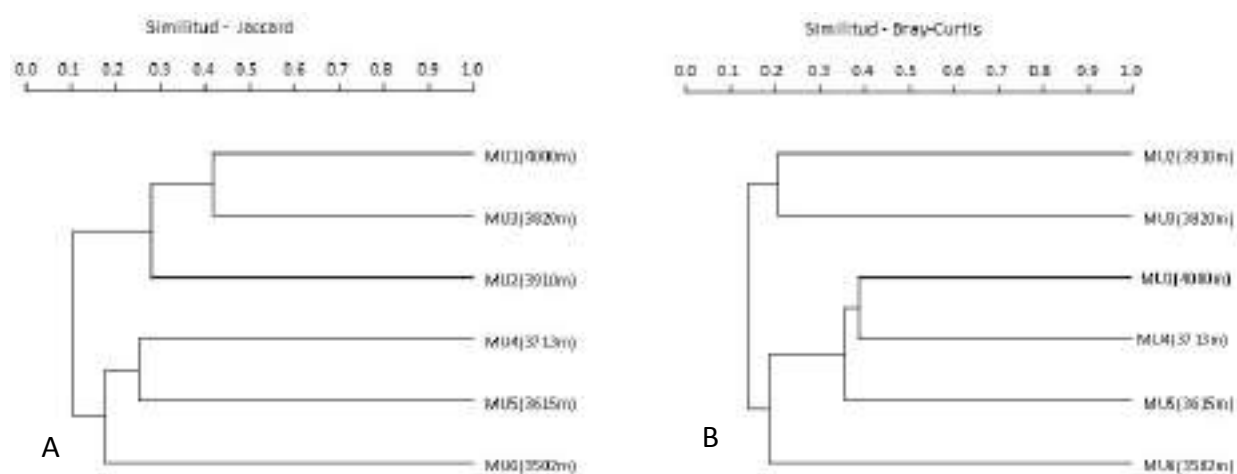
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la diversidad Beta

Al evaluar la similitud entre las estaciones mediante el índice de Jaccard, se observan en el dendrograma dos grupos conformados por estaciones dispuestas en la parte baja y en la parte alta del transecto (WCS, 2015). En el primero, las estaciones MU5-MU4 se agrupan con un porcentaje cercano al 25%, y después se asocian con MU6 con un porcentaje aproximado de similitud del 16%. En el segundo grupo, las estaciones MU3-MU1 se asocian con un porcentaje de similitud cercano al 42% y posteriormente se agrupan con MU2, con un porcentaje aproximado del 28%. Finalmente los dos grupos de tres (3) estaciones se asocian con un porcentaje cercano al 10%.

Si bien las agrupaciones presentan cierta relación con la disposición o proximidad de las estaciones en el transecto, los porcentajes de similitud en general son bajos y obedecen a la particularidad de la fauna de arañas en las diferentes estaciones (WCS, 2015) (Grafica 55 A). Al incorporar los datos de abundancia utilizando como medida de similitud el índice de Bray-Curtis, la topología del dendrograma cambia y no se detecta relación con cambios en la altura a lo largo del gradiente (WCS, 2015). Con el mayor valor de similitud se agrupan las estaciones MU4-MU1, las cuales posteriormente se asocian a MU5 y MU6. Por su parte, las estaciones MU3 y MU2 se agrupan con un porcentaje de similitud aproximado del 21%, y posteriormente se asocian a las estaciones restantes con una similitud cercana al 13% (Grafica 55 B).

Grafica 53. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de arañas en las estaciones del transecto altitudinal de Murillo.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Plantas

a) Composición y estructura de las comunidades

En las parcelas establecidas en las cinco estaciones de este transecto altitudinal se registraron en total 1486 individuos, representantes de 80 especies, 67 géneros, 40 familias y 26 órdenes (Tabla 202). Las familias que aportan más especies al listado son: Orchidaceae y Ericaceae con ocho especies cada una, seguidas de Asteraceae con siete, Rosaceae con cinco, Melastomataceae con cuatro, y Poaceae, Rubiaceae y Solanaceae con tres. Entre las especies más abundantes sobresalen *Espeletia hartwegiana* registradas en las últimas tres (MU3, MU2 y MU1), *Lachemilla orbiculata*, registrada en todas las estaciones, e *Hypericum laricifolium* registrada en las estaciones MU3 y MU2 (WCS, 2015).

Tabla 202. Listado sistemático de las plantas registradas en el transecto altitudinal de Murillo, con sus respectivas abundancias por estación y transecto. Se señalan con asterisco las especies exclusivas y su abundancia se resalta en negrita.

Taxa	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1	Total
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m	Transecto
Apiales							
Apiaceae							
<i>Eryngium humile*</i>				14			14
Araliaceae							
<i>Oreopanax discolor</i>	5	9	14	6			34
<i>Oreopanax tolimanus*</i>	4						4
Asparagales							
Orchidaceae							
<i>Cyrtorchilum auropurpureum*</i>			3				3
<i>Epidendrum megalospathum</i>	1		3	1			5
<i>Epidendrum sp.1*</i>				1			1
<i>Epidendrum sp.4*</i>	3						3
<i>Oncidium cultratum*</i>	9						9
<i>Pachyphyllum crystallinum*</i>			1				1
<i>Stelis sp.</i>	2			1			3
<i>Telipogon albertii*</i>	5						5
Asterales							
Asteraceae							
<i>Ageratina tinifolia*</i>	8						8
<i>Baccharis tricuneata*</i>					9		9
<i>Diplostephium tolimense</i>	1	13		2	5	1	22
<i>Espeletia hartwegiana</i>				12	58	102	172
<i>Gynoxys lehmannii*</i>				8			8
<i>Mutisia clematis*</i>		2					2
<i>Pentacalia vaccinioides*</i>					2		2
Campanulales							
Campanulaceae							
<i>Siphocampylus mirabilis*</i>			1				1
Canellales							
Winteraceae							
<i>Drimys granadensis*</i>	9						9
Caryophyllales							
Polygonaceae							
<i>Rumex acetosella*</i>				1			1
Cucurbitales							
Begoniaceae							
<i>Begonia urticae*</i>	13						13

Taxa	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1	Total
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m	Transecto
Ericales							
Ericaceae							
<i>Disterigma acuminatum*</i>						3	3
<i>Disterigma codonanthum*</i>					7		7
<i>Gaultheria erecta*</i>		19					19
<i>Gaultheria sp.</i>		6	3	3	1		13
<i>Macleania rupestris*</i>	9						9
<i>Pernettya prostrata</i>				2	20	39	61
<i>Plutarchia monantha</i>	8			4			12
<i>Vaccinium floribundum</i>		4		23	25		52
Escalloniales							
Escalloniaceae							
<i>Escallonia myrtilloides</i>	5	10	3	5			23
Fabales							
Polygalaceae							
<i>Monnina revoluta</i>		1		4			5
Gentianales							
Apocynaceae							
<i>aff. Cynanchum*</i>			1				1
Rubiaceae							
<i>Galium hypocarpium</i>	4	3	3	6	2		18
<i>Nertera granadensis</i>	8	13	5		2	5	33
<i>Sherardia sp.</i>			1				1
Geraniales							
Geraniaceae							
<i>Geranium sibbaldioides</i>				1		1	2
Lamiales							
Calceolariaceae							
<i>Calceolaria microbefaria*</i>		11					11
Orobanchaceae							
<i>Castilleja fissifolia*</i>					1		1
Plantaginaceae							
<i>Plantago lanceolata</i> +					2		2
<i>Plantago rigida*</i>						2	2
Scrophulariaceae							
<i>Buddleja bullata</i>	1	10	5				16

Taxa	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1	Total
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m	Transecto
Liliales							
Alstroemeriaceae							
<i>Bomarea hirsuta</i>		18	23	2			43
<i>Bomarea linifolia</i>		3	1	3			7
Lycopodiales							
Lycopodiaceae							
<i>Lycopodium clavatum</i>				3	7	2	12
Malpighiales							
Hypericaceae							
<i>Hypericum lancioides</i>					11	22	33
<i>Hypericum laricifolium</i>				17	49		66
Passifloraceae							
<i>Passiflora mixta</i> *		4					4
Myrtales							
Melastomataceae							
<i>Brachyotum lindenii</i>		11	13	4	1		29
<i>Miconia bracteolata</i> *	6						6
<i>Miconia salicifolia</i>		25	12	5			42
<i>Tibouchina grossa</i>	1	20	18	2			41
Onagraceae							
<i>Fuchsia petiolaris</i>	5	7	14	4			30
Oxalidales							
Cunoniaceae							
<i>Weinmannia mariquitae</i>	4	1	7	2			14
<i>Weinmannia tomentosa</i> *	2						2
Elaeocarpaceae							
<i>Vallea stipularis</i>	3	4					7
Oxalidaceae							
<i>Oxalis integra</i>	7	11	21	6	1		46
Piperales							
Piperaceae							
<i>Peperomia verticillata</i>	12	4	10	1			27
Poales							
Bromeliaceae							
<i>Racinaea penlandii</i> *	8						8
Poaceae							
<i>Calamagrostis effusa</i>				12	15	14	41
<i>Chusquea scandens</i>	3	8	7				18
<i>Cortaderia nitida</i>				9	29	13	51

Taxa	MU6	MU5	MU4	MU3	MU2	MU1	Total
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m	Transecto
Polypodiales							
Blechnaceae							
<i>Blechnum loxense</i>				1	11		12
Cystopteridaceae							
<i>Cystopteris fragilis</i>		9	15	6			30
Dryopteridaceae							
<i>Elaphoglossum engelii</i>	1	3	2	2			8
<i>Elaphoglossum funckii</i>		11	1	6			18
Ranunculales							
Berberidaceae							
<i>Berberis quindiuensis</i>		7	2	5			14
Rosales							
Rosaceae							
<i>Acaena elongata</i>		3	19				22
<i>Hesperomeles ferruginea</i>		7	1	16	2		26
<i>Lachemilla nivalis</i>	5	10	22		5		42
<i>Lachemilla orbiculata</i>	10	16	24	4	12	9	75
<i>Rubus compactus</i>	1	1	1	7			10
Santalales							
Loranthaceae							
<i>Gaiadendron punctatum</i>	8	26	2	5			41
<i>Tristerix longebracteatus</i>		8	1	2			11
Santalaceae							
<i>Dendrophthora clavata</i>	2			4			6
Saxifragales							
Grossulariaceae							
<i>Ribes leptostachyum*</i>		3					3
Solanales							
Convolvulaceae							
<i>Convolvulaceae sp.*</i>			1				1
Solanaceae							
<i>Saracha quitensis</i>		6	4				10
<i>Sessea crassivenosa</i>		2	2				4
<i>Solanum sp.*</i>			6				6
Total general	173	329	272	222	277	213	1486

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

La riqueza y abundancia de especies registradas en las estaciones, de acuerdo con el análisis realizado por WCS (2015), se presentan en la Tabla 203. Las cifras más altas de riqueza se registraron en las estaciones MU3, MU5 y MU4 (41, 38 y 37 especies respectivamente); A pesar de

ser la más rica, la estación MU3 tiene una abundancia baja en relación con las otras estaciones que le siguen en riqueza. En la estación MU1, ubicada en la parte más alta, la riqueza disminuyó considerablemente (12 especies) y se redujo 70,7% con relación al valor máximo. 42,5% de las especies registradas en el transecto (34 de 80) representan especies únicas o exclusivas de alguna estación. Al respecto, el número máximo se registró en la estación ubicada en el límite inferior del transecto (11 especies) y el mínimo en la estación ubicada en el límite superior (dos especies).

Tabla 203. Riqueza, diversidad, abundancia, especies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa para cada estación altitudinal de Murillo.

	MU 6	MU 5	MU 4	MU 3	MU 2	MU 1
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m
Riqueza	33	38	37	41	23	12
Abundancia	173	329	272	222	277	213
Especies únicas	11	5	7	4	5	2
Riqueza relativa	0,179	0,207	0,201	0,223	0,125	0,065
Abundancia relativa	0,116	0,221	0,183	0,149	0,186	0,143

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En los resultados de la prueba de permutación se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre las cifras de riqueza obtenidas en las estaciones MU6-MU1, MU5-MU2, MU5-MU1, MU4-MU2, MU4-MU1, MU3-MU2, MU3-MU1 y MU2-MU1. La disminución notable en la riqueza de las estaciones ubicadas en la parte alta del transecto, en relación a las otras estaciones, se sustenta por los resultados de esta prueba estadística (WCS, 2015).

Así mismo, a partir de la prueba de Kruskal-Wallis (WCS, 2015), también se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre las abundancias ($H=21,42$; $p=3,63 \times 10^{-5}$), congruentes con las diferencias en riqueza. A través de la prueba pareada de Mann-Whitney se determinó que las diferencias se presentan entre las abundancias de las estaciones MU1 y MU2 con las registradas en el resto de las estaciones.

En los resultados de los análisis de diversidad (Tabla 204), se observa que comunidades más diversas y equitativas se encuentran en las estaciones MU5 y MU3, mientras que la menos diversa y equitativa, se encuentra en la estación MU1, ubicada en el límite superior del transecto. A partir de la estación MU5 se observa una disminución progresiva en los valores de la diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 , a medida que aumenta la altura (exceptuando las cifras registradas en MU3) (WCS, 2015).

Tabla 204. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal.

	MU 6	MU 5	MU 4	MU 3	MU 2	MU 1	Transecto
	3502 m	3615 m	3713 m	3820 m	3910 m	4000 m	
Riqueza ($q = 0$)	33	38	37	41	23	12	80
Equidad(Shannon)	3,28	3,38	3,14	3,38	2,53	1,67	3,81
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	26,6	29,34	23,1	29,22	12,53	5,31	45,15
Inverso del índice de Simpson ($q = 2$)	23,4	24,64	18,42	22,5	9,03	3,52	29,67

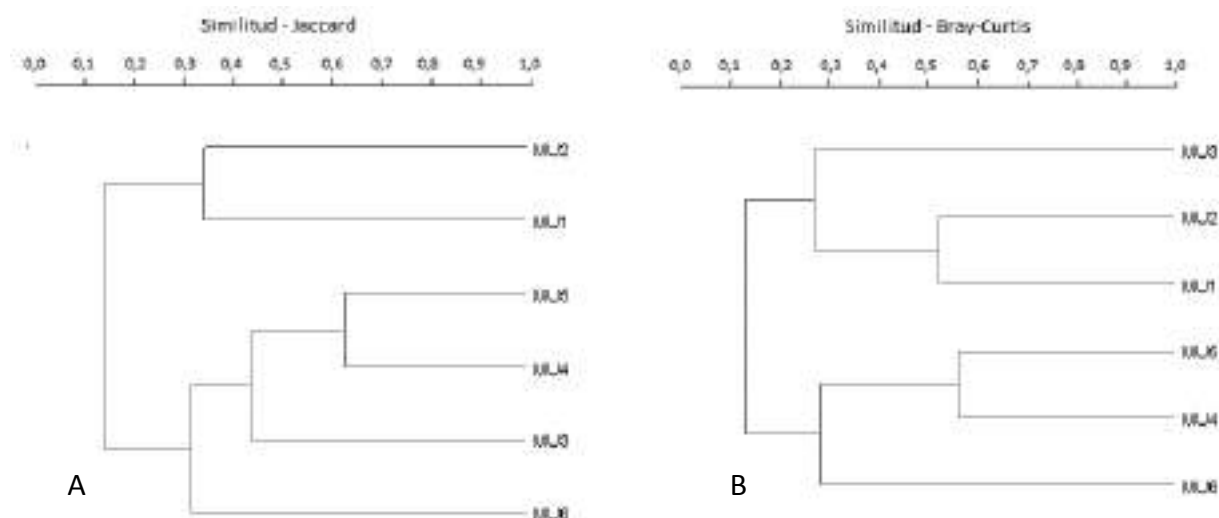
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la diversidad Beta

En el dendrograma resultante del análisis de agrupamiento, utilizando como medida de similitud el índice de Jaccard (Grafica 56 A), se observan inicialmente dos grupos. El primero conformado por las estaciones MU6, MU5, MU4 y MU3, ubicadas en la parte baja y media del transecto, con un porcentaje de similitud de 33,96%. Dentro del primer grupo se forman las asociaciones MU3, MU4 y MU5 con una similitud de 46,30%, y la asociación MU4 y MU5 con una similitud del 63,04%. El segundo está conformado por las estaciones MU2 y MU1, ubicadas en arbustal (MU2) y en páramo (MU1), con un porcentaje de similitud de 34,62%. Es importante resaltar que estas agrupaciones, basadas en la afinidad de la flora registrada en las seis estaciones, son congruentes con un su proximidad o su disposición en el transecto, según la altura (WCS, 2015).

Al incorporar los datos de abundancia en el análisis mediante el índice de Bray-Curtis, se forman dos grupos. El primero se compone por las estaciones MU3, MU2 y MU1 (similitud de 19,8%); dentro de este grupo se forma un subgrupo entre las estaciones MU2 y MU1 (similitud de 53,1%). El segundo compone por las estaciones MU6, MU5 y MU4 (similitud de 28,7%); dentro de este grupo se forma un subgrupo entre las estaciones MU5 y MU4 (similitud de 57,2%) (Grafica 56 B) (WCS, 2015).

Grafica 54. Dendrograma de similitud de Jaccard para la flora de las estaciones del transecto altitudinal de Murillo, Tolima.



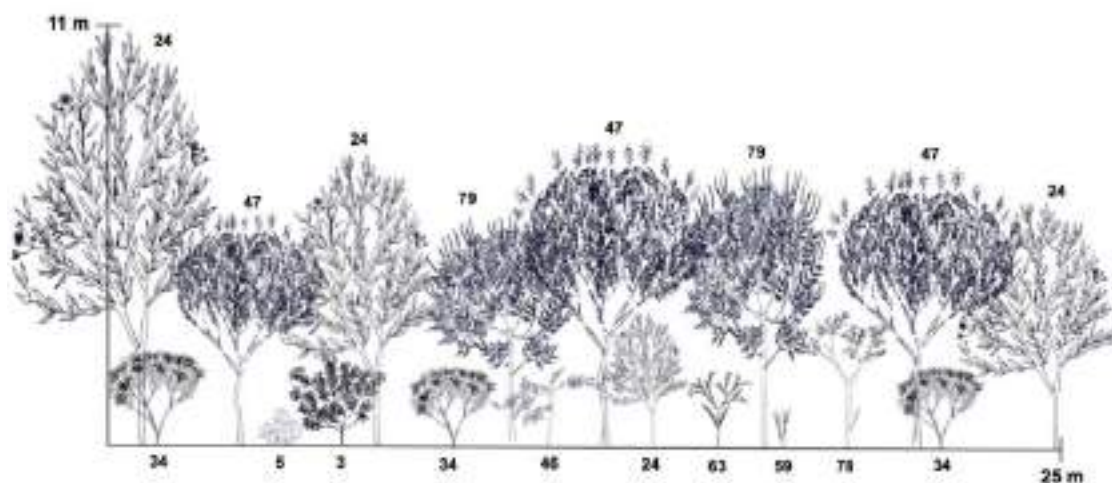
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

c) Resultados y análisis dasométrico por estación

Estación MU6 (3502 m): Ubicada en un hábitat descrito como bosque alto andino, la comunidad vegetal presenta tres estratos; un estrato arbóreo con dosel a una altura de 11 m, cubriendo 80% del área de muestreo; un estrato arbustivo con elementos de 2,9 m de altura en promedio y una cobertura del 15%; y un estrato herbáceo con una cobertura del 5%, en un terreno con seis grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 328°. Se registraron 33 especies en un área de muestreo de 300 m² y un total de 173 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Begoniaceae, Piperaceae y Rosaceae, como *Begonia urticae*, *Peperomia verticillata* y *Lachemilla orbiculata*. Las abundancias menores se registraron en especies de las familias Asteraceae, Dryopteridaceae, Melastomataceae, Orchidaceae, Rosaceae y

Scrophulariaceae como *Diplostephium tolimense*, *Elaphoglossum engelii*, *Tibouchina grossa*, *Epidendrum megalospathum*, *Rubus compactus* y *Buddleja bullata*. En la Grafica 57 se presenta el perfil de la vegetación.

Grafica 55. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación MU6 del transecto altitudinal de Murillo, Tolima. 3. *Ageratina tinifolia*; 5. *Begonia urticae*; 24. *Drimys granadensis*; 34. *Gaiadendron punctatum*; 46. *Macleania rupestris*; 47. *Miconia bracteolata*; 59. *Peperomia verticillata*; 63. *Plutarchia monantha*; 78. *Vallea stipularis*; y 79. *Weinmannia mariquitae*.

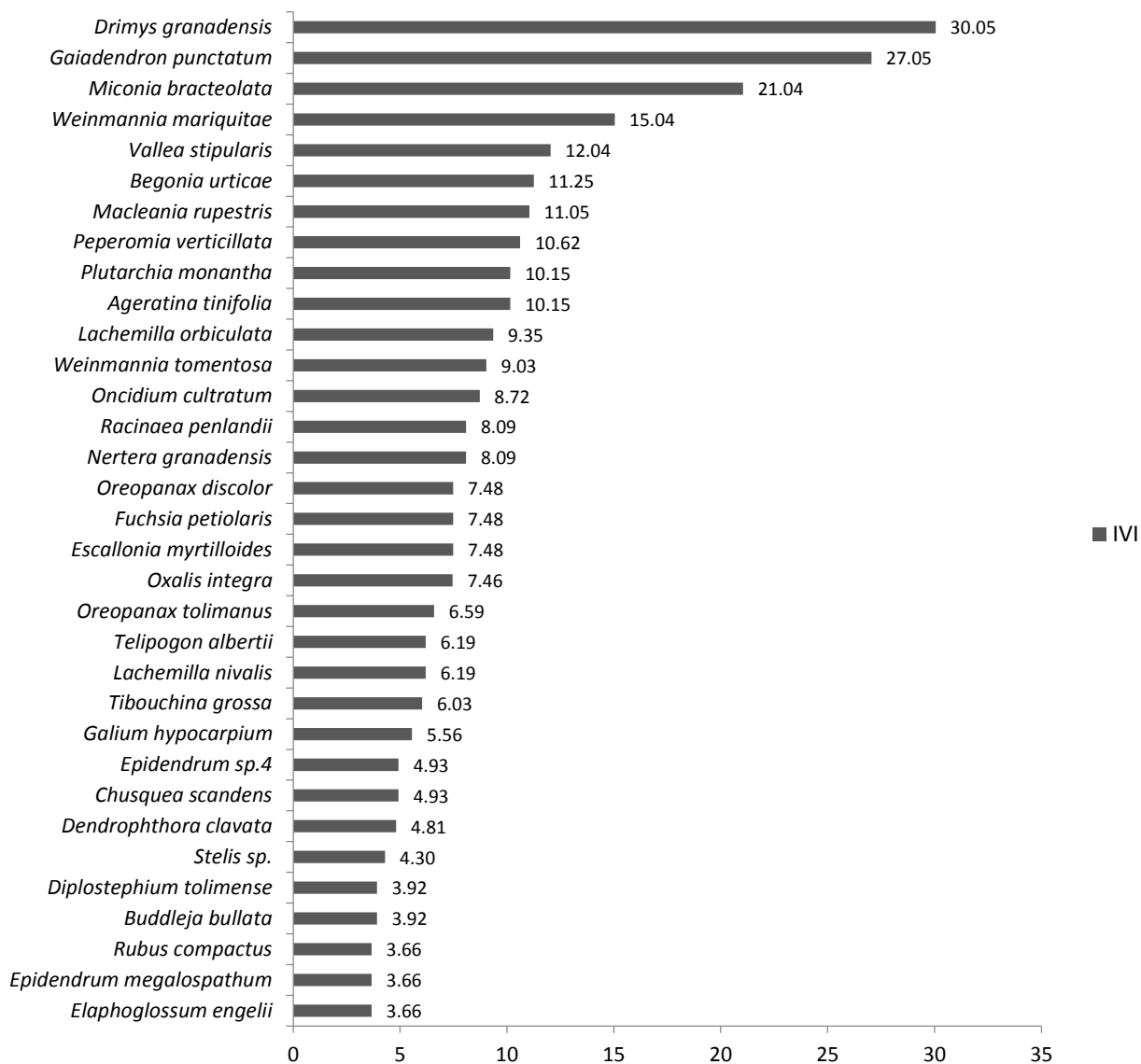


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo con WCS (2015) *Drymis granadensis* (Winteraceae), *Gaiadendron punctatum* (Loranthaceae) y *Miconia bracteolata* (Melastomataceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (30,05%; 27,05% y 21,04%, respectivamente) (Grafica 58). El porcentaje de cobertura alto de estas especies juega un papel primordial para que sean estas las especies con valor de importancia más alto en la estación MU6.

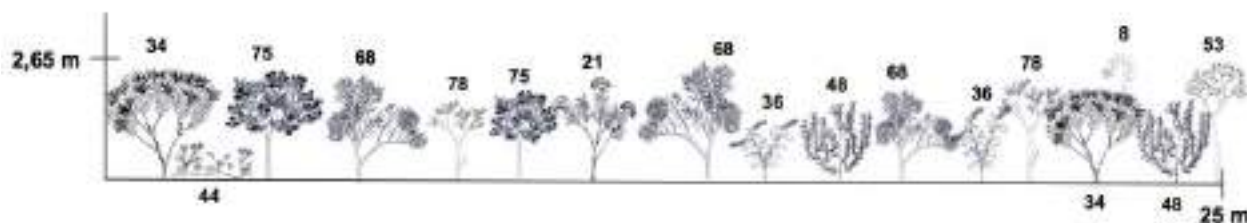
Estación MU5 (3615 m): Ubicada en un hábitat descrito como bosque achaparrado, la comunidad vegetal presenta tres estratos; un estrato arbóreo, con elementos de 2,65 m de altura promedio y una cobertura de 42%; un estrato arbustivo con elementos de 1,47 m de altura en promedio y una cobertura del 42% del área de muestreo; y un estrato herbáceo con 20% de cobertura, en un terreno con 22 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 340°. Se registraron 38 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 329 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Loranthaceae, Melastomataceae y Ericaceae, como *Gaiadendron punctatum*, *Miconia salicifolia*, *Tibouchina grossa* y *Gaultheria erecta*. Las menores abundancias se registraron en especies de las familias Cunoniaceae, Polygalaceae y Rosaceae, como *Weinmannia mariquitae*, *Monnina revoluta* y *Rubus compactus* (WCS, 2015). En la Grafica 59 se presenta el perfil de la vegetación.

Grafica 56. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación MU6 del transecto altitudinal de Murillo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Grafica 57. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación MU5 del transecto altitudinal de Murillo, Tolima. 8. *Bomarea hirsuta*; 21. *Diplostephium tolimense*; 34. *Gaiadendron punctatum*; 36. *Gaultheria erecta*; 44. *Lachemilla orbiculata*; 48. *Miconia salicifolia*; 53. *Oreopanax discolor*; 68. *Saracha quitensis*; 75. *Tibouchina grossa*; y 78. *Vallea stipularis*.

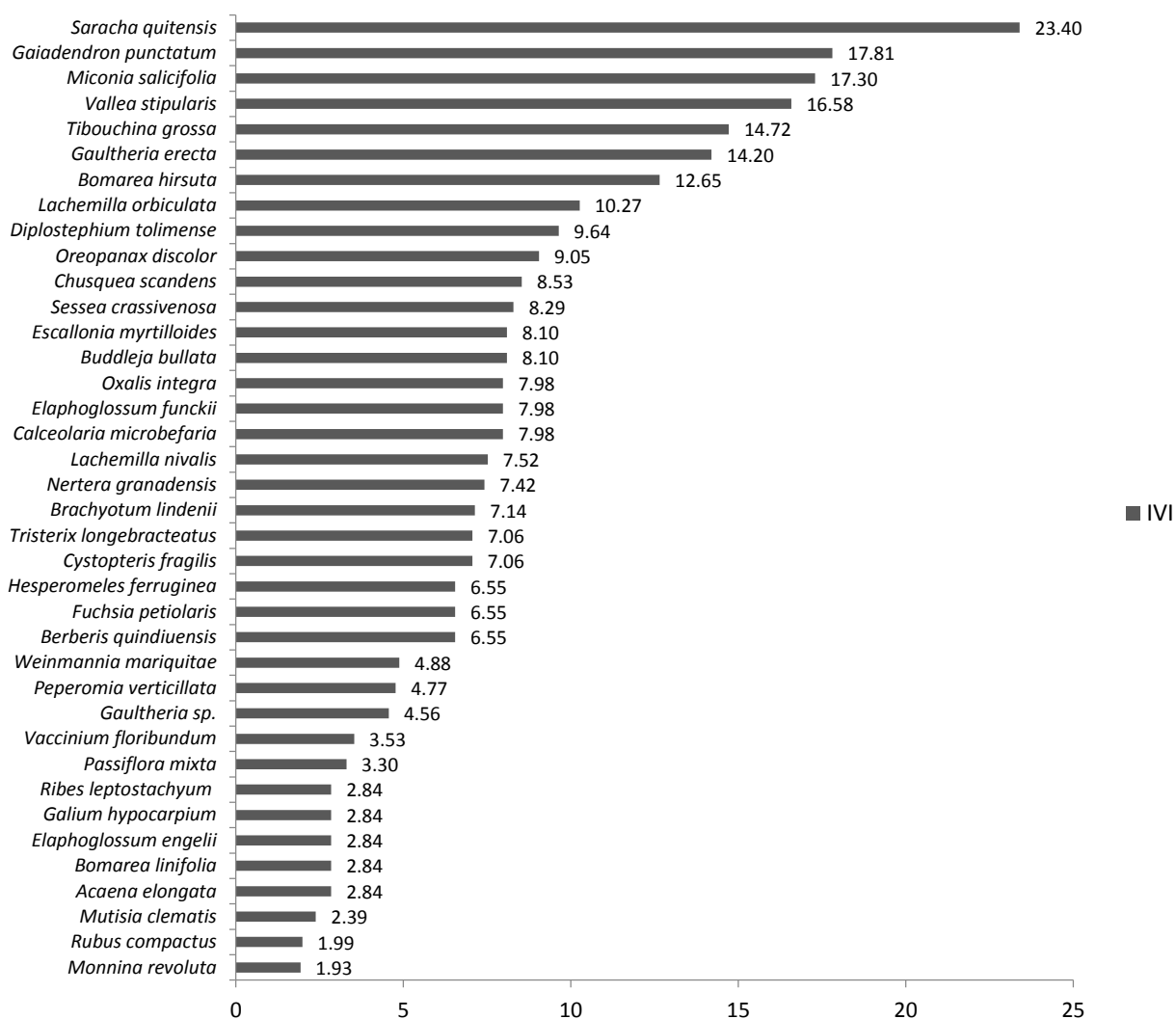


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo con el estudio realizado por WCS (2015), se obtiene que *Saracha quitensis* (Solanaceae), *Gaiadendron punctatum* (Loranthaceae) y *Miconia bracteolata* (Melastomataceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (23,40%; 17,81% y 17,30%, respectivamente) (Grafica 60). Estas especies se mencionan como las más abundantes. El porcentaje de cobertura de *Saracha quitensis* aporta para que su valor de importancia sea el más alto.

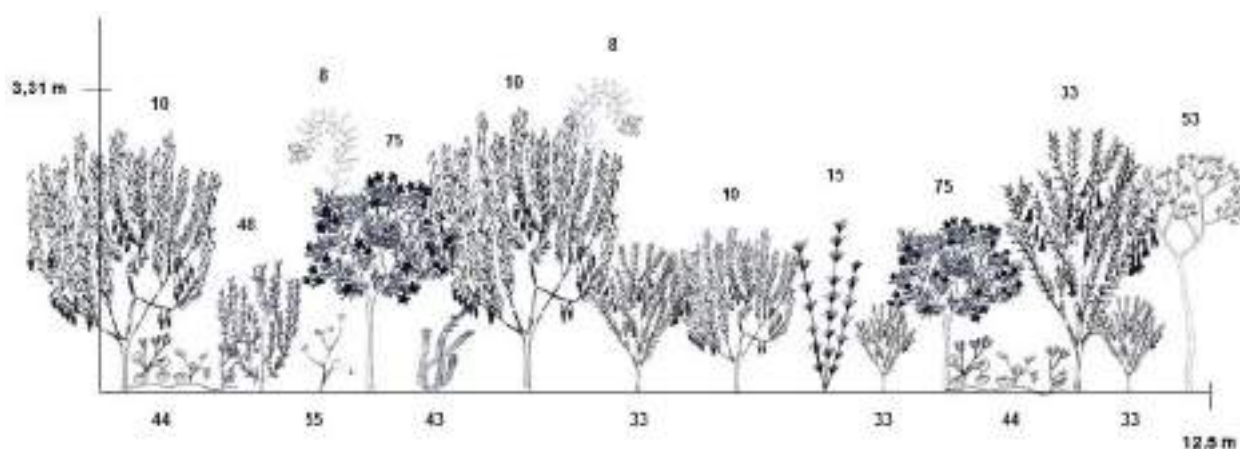
Estación MU4 (3713 m): Ubicada en un hábitat descrito como bosque achaparrado, la comunidad vegetal presenta tres estratos; un estrato arbóreo con elementos de 3,31 m de altura en promedio con 63% de cobertura; un estrato arbustivo con elementos de 1,57 m de altura en promedio, que cubren el 25% del área de muestreo; y un estrato herbáceo con 12% de cobertura; en un terreno con 22 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 220°. Se registraron 38 especies en un área de 150 m² y un total de 247 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias, Rosaceae, Alstroemeriaceae y Oxalidaceae como *Lachemilla orbiculata*, *Lachemilla nivalis*, *Bomarea hirsuta* y *Oxalis integra*. Las menores abundancias se registraron en especies de las familias Alstroemeriaceae, Campanulaceae, Dryopteridaceae, Loranthaceae, Orchidaceae y Rosaceae, como *Bomarea linifolia*, *Siphocampylus mirabilis*, *Elaphoglossum funkii*, *Tristerix longibracteatus*, *Pachyphyllum crystallinum*, *Hesperomeles ferrugina* y *Rubus compactus* (WCS, 2015). En la Grafica 61 se presenta el perfil de la vegetación.

Grafica 58. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación MU5 del transecto altitudinal de Murillo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Grafica 59. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación MU4 del transecto altitudinal de Murillo, Tolima. 8. *Bomarea hirsuta*; 10. *Brachyotum lindenii*; 15. *Chusquea scandens*; 33. *Fuchsia petiolaris*; 43. *Lachemilla nivalis*; 44. *Lachemilla orbiculata*; 48. *Miconia salicifolia*; 53. *Oreopanax discolor*; 55. *Oxalis integra*; y 75. *Tibouchina grossa*.

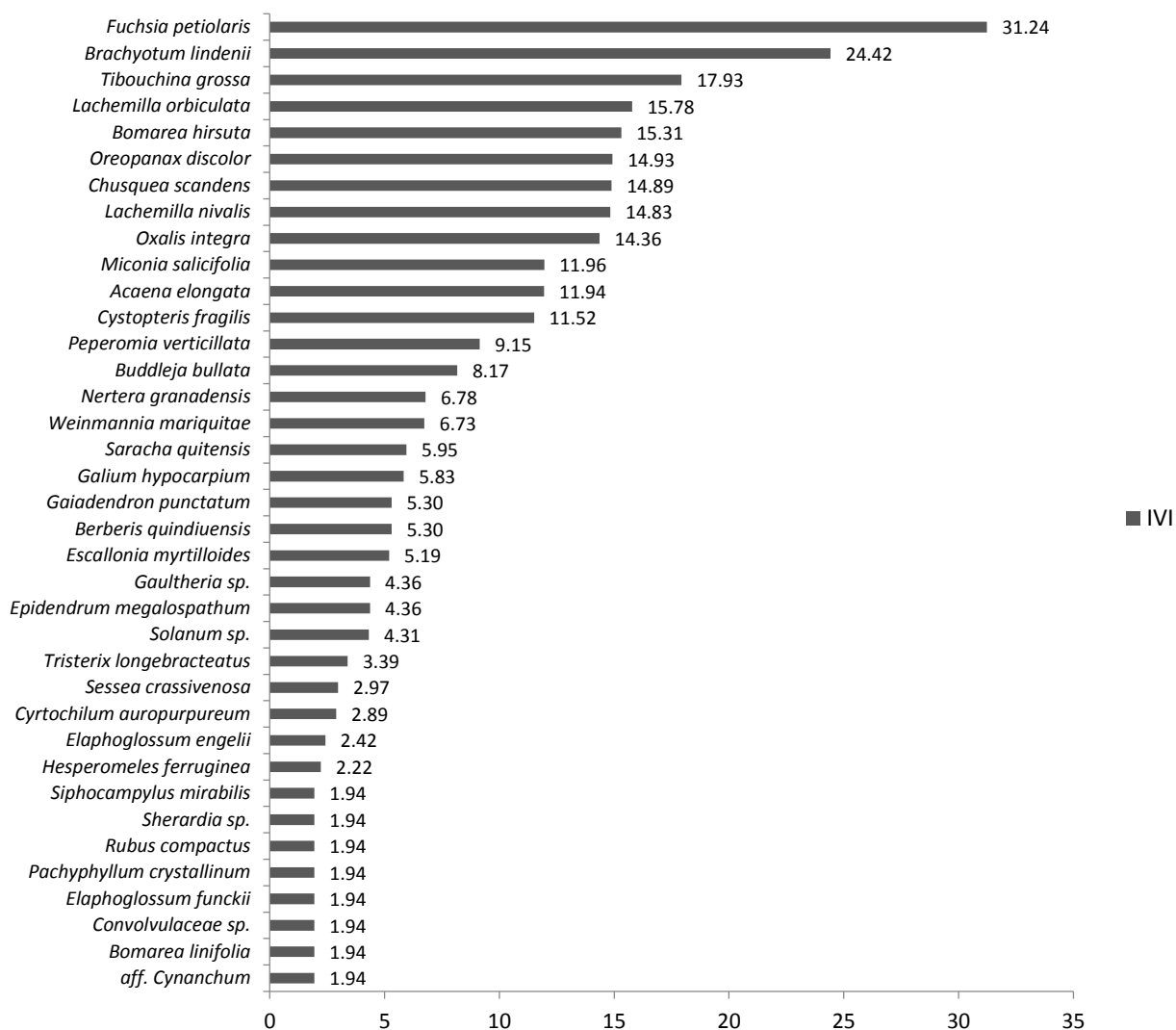


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo con los análisis realizados por WCS (2015), *Fuchsia petiolaris* (Onagraceae), *Brachyotum lindenii* y *Tibouchina grossa* (Melastomataceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (31,24%; 24,42% y 17,93%, respectivamente) (Grafica 62). Si bien estas especies no se mencionan como las más abundantes, su valor de importancia significativo se debe a sus porcentajes de cobertura altos.

Estación MU3 (3820 m): Ubicada en un hábitat descrito como bosque achaparrado, la comunidad vegetal presenta tres estratos; un estrato arbóreo, con elementos de 1,83 m de altura promedio y una cobertura de 15%; un estrato arbustivo, con elementos de 1,22 m de altura promedio, que cubren el 50% del área de muestreo, y un estrato herbáceo con 30% de cobertura, en un terreno con 6 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 240°. Se registraron 41 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 222 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Ericaceae, Hypericaceae y Rosaceae como *Vaccinium floribundum*, *Hypericum laricifolium* y *Hesperomeles ferruginea*. Las menores abundancias se registraron en especies de las familias Blechnaceae, Geraniaceae, Orchidaceae, Piperaceae y Polygonaceae como, *Blechnum loxense*, *Geranium sibbaldioides*, *Epidendrum megalospathum*, *Epidendrum* sp.1, *Stelis* sp., *Peperomia verticillata* y *Rumex asetocella* (WCS, 2015). En la Grafica 63, se presenta el perfil de la vegetación.

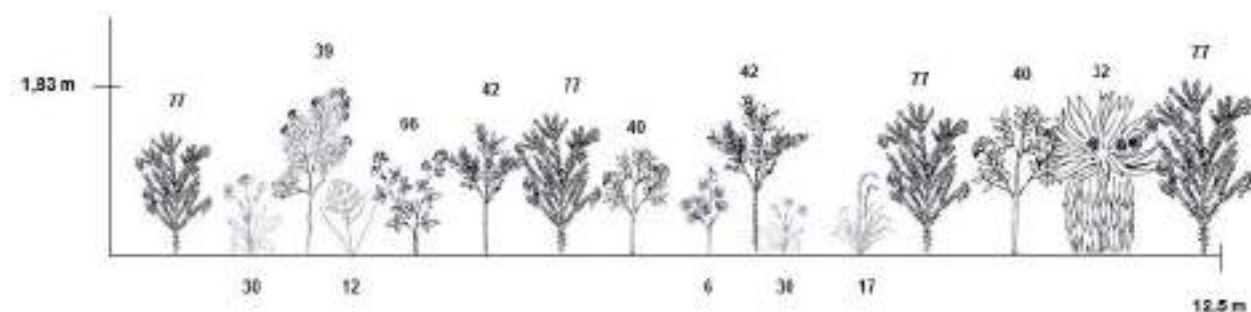
Grafica 60. Gráfica 3. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación MU4 del transecto altitudinal de Murillo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

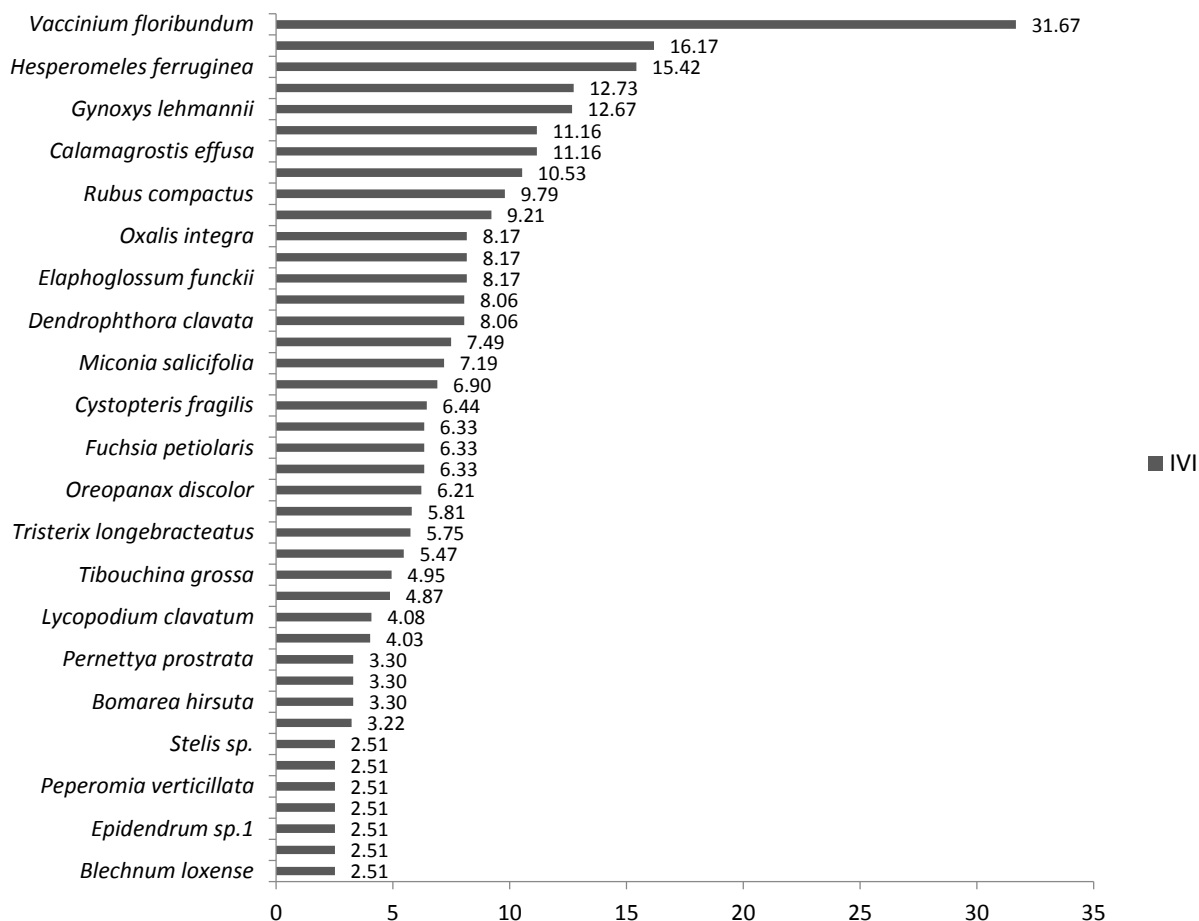
Según los resultados obtenidos por WCS (2015), *Vaccinium floribundum* (Ericaceae), *Hypericum laricifolium* (Hypericaceae) y *Hesperomeles ferruginea* (Rosaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (31,67%; 16,17% y 15,42%, respectivamente) (Grafica 64). Estas especies se mencionan como las que tienen mayores abundancias.

Grafica 61. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación MU3 del transecto altitudinal de Murillo, Tolima. 6. *Berberis quindiuensis*; 12. *Calamagrostis effusa*; 17. *Cortaderia nitida*; 30. *Eryngium humile*; 32. *Espeletia hartwegiana*; 39. *Gynoxys lehmannii*; 40. *Hesperomeles ferruginea*; 42. *Hypericum laricifolium*; 66. *Rubus compactus*; y 77. *Vaccinium floribundum*.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

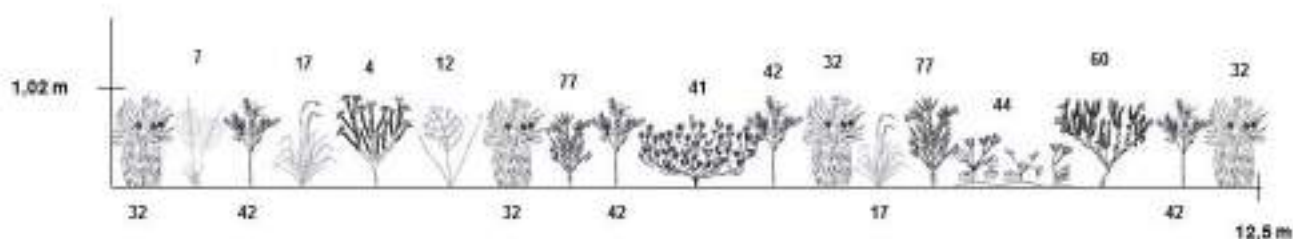
Grafica 62. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación MU3 del transecto altitudinal de Murillo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Estación MU2 (3910 m): Ubicada en un hábitat descrito como arbustal, la comunidad vegetal presenta dos estratos; un estrato arbustivo con elementos de 1,02 m de altura en promedio, que cubren el 38% del área de muestreo y un estrato herbáceo con 62% de cobertura, en un terreno con 32 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 200°. Se registraron 23 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 277 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Asteraceae, Hypericaceae y Poaceae, como *Espeletia hartwegiana*, *Hypericum laricifolium* y *Cortaderia nitida*. Las menores abundancias se registraron en especies de las familias Ericaceae, Melastomataceae, Oxalidaceae y Scrophulariaceae como *Gaultheria* sp., *Brachyotum lindenii*, *Oxalis integra*, *Gallium hypocarpium* y *Castilleja fisifolia* (WCS, 2015). En la Grafica 65 se presenta el perfil de la vegetación.

Grafica 63. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación MU2 del transecto altitudinal de Murillo, Tolima. 4. *Baccharis tricuneata*; 7. *Blechnum loxense*; 12. *Calamagrostis effusa*; 17. *Cortaderia nitida*; 32. *Espeletia hartwegiana*; 41. *Hypericum lancioides*; 42. *Hypericum laricifolium*; 44. *Lachemilla orbiculata*; 60. *Pernettya prostrata*; y 77. *Vaccinium floribundum*.

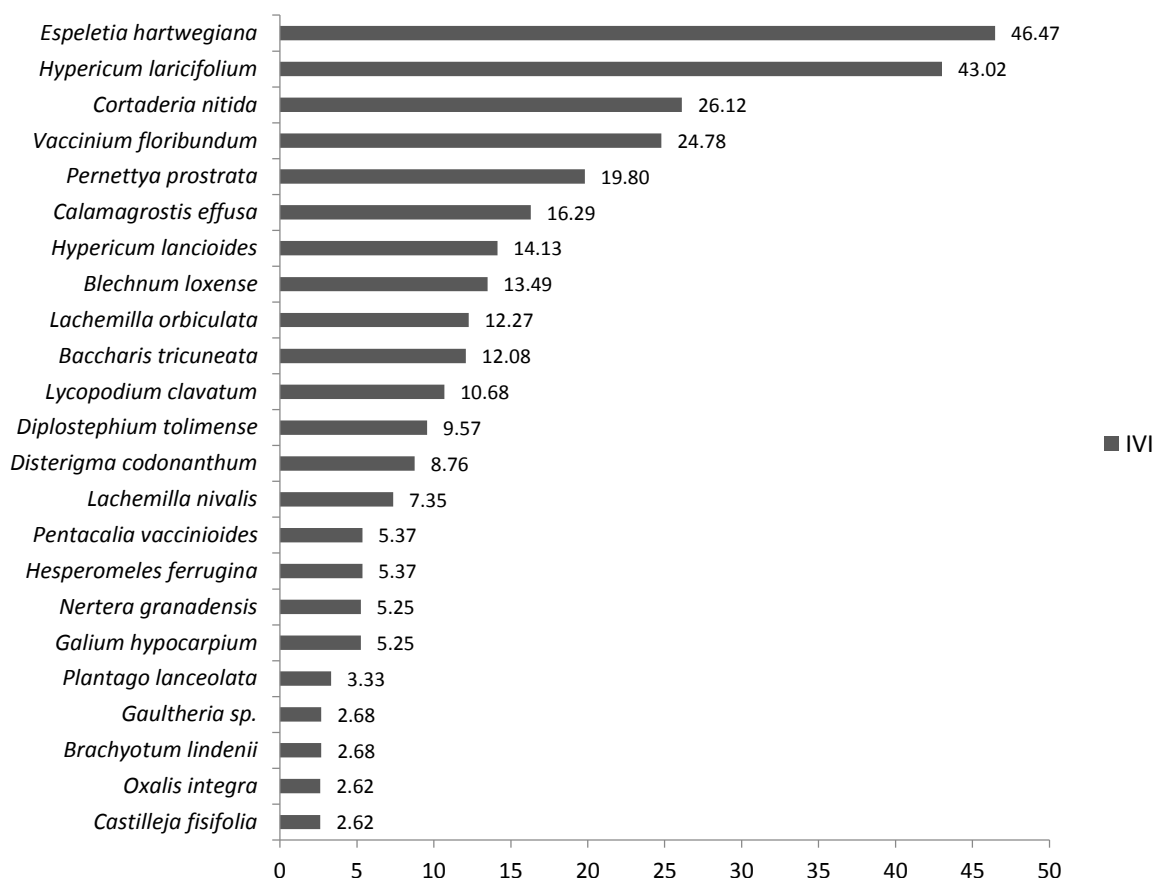


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Según los análisis realizados por WCS (2015), *Espeletia hartwegiana* (Asteraceae) e *Hypericum laricifolium* (Hypericaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (46,47% y 43,02% respectivamente) (Grafica 66). Estas especies se mencionan como las que tienen abundancias mayores.

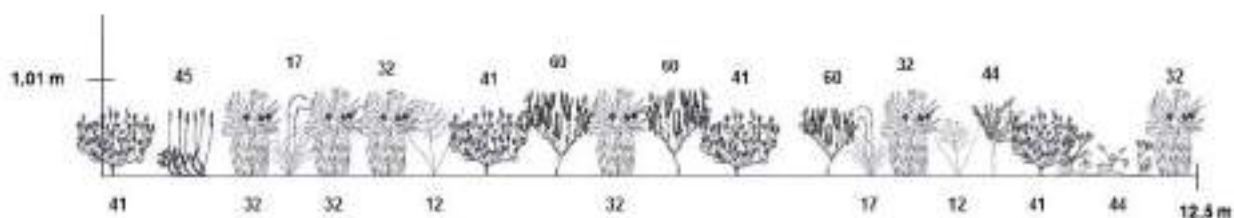
Estación MU1 (4000 m): Ubicada en un hábitat descrito como páramo, la comunidad vegetal presenta dos estratos; un estrato arbustivo con elementos de 1,01 m de altura en promedio, que cubren el 33% del área de muestreo, y un estrato herbáceo con 65% de cobertura, en un terreno con nueve grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 220°. Se registraron 12 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 212 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Asteraceae, Ericaceae e Hypericaceae, como *Espeletia hartwegiana*, *Pernettya prostrata* e *Hypericum lancioides*. Las menores abundancias se registraron en especies de las familias Asteraceae, Geraniaceae y Plantaginaceae como *Diplostephium tolimense*, *Geranium sibbaldioides* y *Plantago rigida* (WCS, 2015). En la Grafica 67 se presenta el perfil de la vegetación.

Grafica 64. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación MU2 del transecto altitudinal de Murillo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Grafica 65. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación MU1 del transecto altitudinal de Murillo, Tolima. 12. *Calamagrostis effusa*; 17. *Cortaderia nitida*; 32. *Espeletia hartwegiana*; 41. *Hypericum lancioides*; 44. *Lachemilla orbiculata*; 45. *Lycopodium clavatum*; y 60. *Pernettya prostrata*.

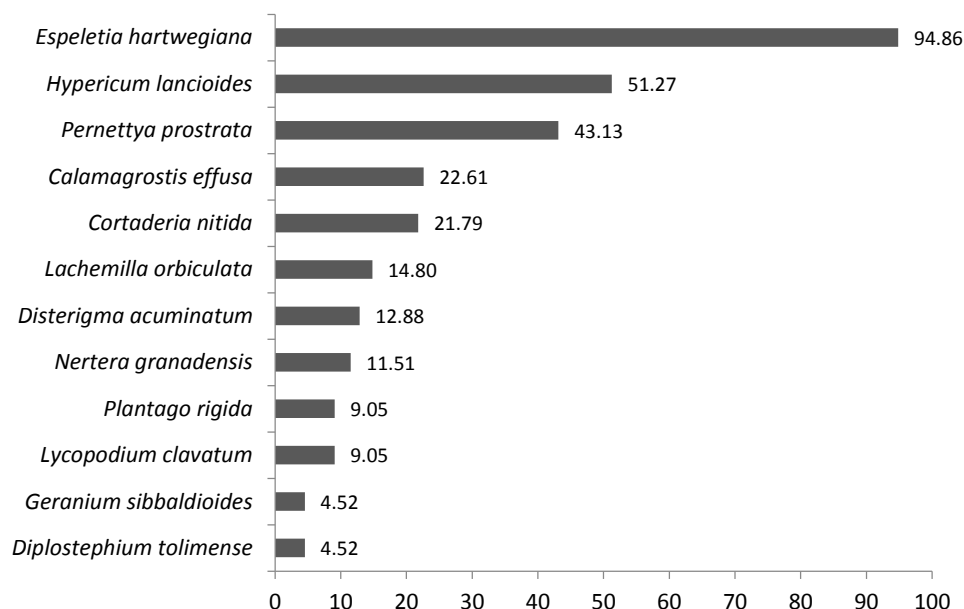


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Según el análisis realizado por WCS (2015), *Espeletia hartwegiana* (Asteraceae), *Hypericum lancioides* (Hypericaceae) y *Pernettya prostrata* (Ericaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (94,86%; 51,27% y 43,13% respectivamente) (Grafica

68). Estas especies se mencionan como las que tienen abundancias mayores. Por sus valores de abundancia y de importancia altos, la especie *Espeletia hartwegiana* es dominante comparada con las especies que le siguen en importancia.

Grafica 66. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación MU1 del transecto altitudinal de Murillo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Discusión

Los diferentes grupos evaluados en Murillo, ocuparon un cinturón altitudinal con ligeras variaciones, de acuerdo con la logística propia de cada grupo taxonómico seleccionado, aunque no en sus elevaciones mínima y máxima. No obstante, los patrones identificados varían, dado que en casi todos los grupos se evaluaron seis niveles altitudinales, mientras que en el caso de aves y mamíferos pequeños, sólo se consideraron cuatro (WCS, 2015).

En el transecto altitudinal de Murillo se registraron 67 especies de aves, las familias que más aportaron a la riqueza en el transecto fueron Thraupidae, Trochilidae y Furnariidae, con 14, 11 y ocho especies, respectivamente, contribuyendo con el 52% del total de registros. Estas familias también presentaron el mayor número de géneros, siendo las más diversas a este nivel Thraupidae (9) y Trochilidae (8), seguidas de Furnariidae (6). Los géneros que presentaron el mayor número de especies registrándose tres, fueron *Eriocnemis* (Trochilidae), *Diglossa* y *Catamenia* ambas pertenecientes a la familia Thraupidae (WCS, 2015).

Entre las especies registradas se destaca la presencia del loro *Bolborhynchus ferrugineifrons*, una especie endémica de Colombia, así como la presencia de seis (6) especies casi endémicas: *Eriocnemis derbyi*, *Eriocnemis mosquera*, *Metallura williamsi*, *Oxypogon stubelii*, *Anairetes agilis*, y *Myioborus ornatus*. En cuanto a la riqueza por estaciones, el mayor número de especies se registró en la estación ubicada en el límite inferior del transecto (MU6). Cerca del 25% de las especies registradas (25 de 57), representan especies exclusivas de alguna estación; de éstas, el mayor número se registró en la estación MU6 y el menor en la estación MU1. La estación MU6 fue

la más diversa y equitativa, mientras que la menos diversa y equitativa fue la estación MU1 (WCS, 2015).

Al evaluar la distribución de frecuencias para las categorías de abundancia, se encontró que el 39% se clasifican como escasas y poco comunes. Las seis especies más abundantes en el transecto altitudinal de Murillo fueron *Cistothorus platensis*, *Grallaria quitensis*, *Turdus fuscater*, *Metallura tyrianthina*, *Diglossa humeralis* y *Aglaeactis cupripennis*. En general se observa un incremento gradual en la complementariedad de las estaciones, a medida que aumentan las diferencias en altura (WCS, 2015).

Respecto a los pequeños mamíferos, las familias más representativas fueron Cricetidae (Rodentia) con el 62,5% de las especies, seguido de Phyllostomidae (Chiroptera), Soricidae (Soricomorpha) y Caenolestidae (Paucituberculata) con el 12,5% de las especies. Las cifras más altas de riqueza, abundancia y el número de especies únicas o exclusivas por estación, se registraron en la estación MU5, ubicada en el límite inferior del transecto altitudinal; en las estaciones dispuestas en la parte alta (MU1 y MU3), tanto la riqueza como la abundancia disminuyeron ostensiblemente y no se registraron especies únicas o exclusivas (WCS, 2015).

La distribución de frecuencia para las categorías de abundancia, se encontró que el 50% de las especies registradas en el transecto se clasifican como escasas (tres especies) y como poco comunes (una especie). Las especies más abundantes en el transecto altitudinal fueron *Thomasomys laniger* y *Microryzomys* sp., mientras que *Cryptotis thomasi* fue la única catalogada como poco común (WCS, 2105).

De anfibios, se registraron 14% de las especies potenciales. Todas las especies registradas, son endémicas; dos de ellas están en estado de amenaza, destacando el registro de *Osornophryne percrassa*, especie en peligro, registrada sólo en la estación MU6, ubicada en la zona de bosque altoandino. En cuanto a la riqueza de especies por estaciones de muestreo, se encontró que el número de especies registrado en las cinco (5) estaciones fue muy similar, sin registro de individuos en las estaciones MU4 y MU1. La abundancia registrada en cada estación mostró tendencia a aumentar conforme se aumenta en altitud. Sólo se registraron especies exclusivas en las estaciones más bajas del gradiente altitudinal, MU6 y MU5 (WCS, 2015).

La especie catalogada como abundante, representa el 90% del total de individuos registrados. Sólo para la estación MU5 puede sugerirse una tendencia de dominio por parte de la especie *Pristimantis simoterus*.

Se capturaron 10 familias y 46 morfoespecies del orden Coleoptera. El número de morfoespecies recolectadas fue menor en MU3 y mayor en MU4. También es posible ver que la abundancia de las morfoespecies capturadas fue mayor en las dos estaciones ubicadas en las elevaciones más altas mientras que en la de elevación más baja se capturó el menor número de individuos (WCS, 2015).

Se capturaron 14 familias y 38 morfoespecies del orden Araneae. Las estaciones con mayor riqueza fueron MU4 y MU6, mientras que las otras cuatro tuvieron valores similares más bajos. En cuanto a abundancia, fue la estación MU3 en la que se capturó el mayor número de individuos. Cerca de la mitad de las morfoespecies de arañas estuvieron en el rango de escasas (42,1%) (WCS, 2015).

A partir de la caracterización vegetal de este transecto no puede decirse que se distinga una zona de transición entre bosque altoandino y páramo, ya que no hay una franja continua en la que se observe el cambio gradual de un ecosistema a otro, y las especies se comparten indistintamente entre una estación y otra (WCS, 2015).

19.3.4 Transecto Herveo (HE)

El transecto establecido en la vereda de Letras, en el municipio de Herveo, sobre la vertiente Oriental de la cordillera Central, con coordenadas 4°59'51.16''N. 75°18'24.21''O y 4°59'40.44''N. 75°19'26.30''O, comprende un gradiente altitudinal que va desde los 3505 msnm (estación HE5) a los 3900 msnm (estación HE1). En general los hábitats en las cinco (5) estaciones dispuestas a lo largo del transecto desde bosque altoandino a páramo se encuentran en buen estado de conservación.

- Artrópodos Epigeos: Coleópteros

a) Composición y Estructura de las Comunidades

Se capturaron 380 individuos, representantes de 14 familias y 43 morfoespecies (Tabla 205). Las familias que más contribuyeron a la riqueza en el transecto fueron Curculionidae, Staphylinidae y Carabidae, con ocho, siete y seis especies, respectivamente. Familias como Cantharidae, Dermestidae, Phengodidae, Ptiliidae y Ptilodactylidae se registraron con una sola morfoespecie. En la Tabla 206 se observa que la riqueza no varió significativamente entre estaciones, mientras que en el número de individuos capturados sí se registraron cambios importantes; sin embargo, estos no se relacionan de manera directa con la disposición de las estaciones en el gradiente altitudinal (WCS, 2015).

Tabla 205. Listado de morfoespecies de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.

Taxa	HE5	HE4	HE3	HE2	HE1	Total
	3505 m	3600 m	3700 m	3800 m	3900 m	Transecto
Carabidae						
Carabidae sp.1	1	0	0	1	1	3
Carabidae sp.2	16	24	58	32	15	145
Carabidae sp.3	0	1	0	0	0	1
Carabidae sp.5	0	0	0	0	12	12
Carabidae sp.6	1	1	0	0	0	2
Carabidae sp.7	0	0	0	0	5	5
Ptiliidae						
Ptiliidae sp.1	0	0	0	4	0	4
Staphylinidae						
Staphylinidae sp.3	0	0	1	0	0	1
Staphylinidae sp.4	7	28	26	11	48	120
Staphylinidae sp.15	0	0	0	1	0	1
Staphylinidae sp.16	0	0	0	1	1	2
Staphylininae sp.2	0	4	12	1	0	17
Staphylininae sp.3	1	0	0	0	0	1
Staphylininae sp.4	0	3	0	0	0	3
Pselaphinae sp.3	0	1	0	0	0	1

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 206. Riqueza, abundancia, riqueza relativa, morfoespecies únicas y abundancia relativa de coleópteros epigeos en las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.

	HE5	HE4	HE3	HE2	HE1
	3505 m	3600 m	3700 m	3800 m	3900 m
Riqueza	11	16	13	15	17
Abundancia	38	74	111	59	98
Morfoespecies únicas	8	6	1	1	13
Riqueza relativa	0,26	0,37	0,3	0,35	0,4
Abundancia relativa	0,1	0,19	0,29	0,16	0,26

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

El índice de diversidad de Shannon varió entre 1,48 en HE3 y 1,84 en HE4 (Tabla 207). La diversidad de orden uno ($q = 1$) mostró la misma tendencia que el índice de Shannon. La diversidad de orden dos ($q = 2$), alcanzó el mayor valor en la estación HE5. Los resultados de la prueba t no mostraron diferencias significativas entre los índices de equidad estimados en las estaciones (WCS, 2015).

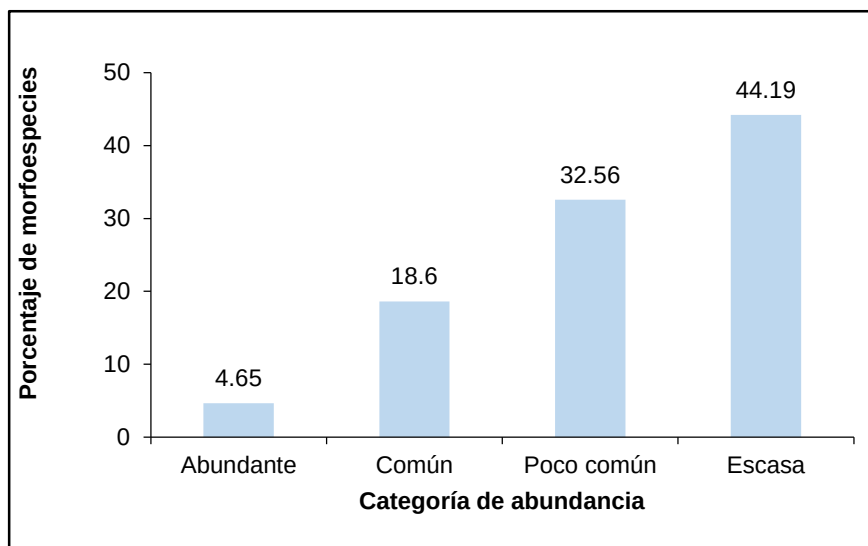
Tabla 207. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de coleópteros epigeos en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal de Herveo.

	HE5	HE4	HE3	HE2	HE1	Total
	3505 m	3600 m	3700 m	3800 m	3900 m	Transecto
Riqueza ($q = 0$)	11	16	13	15	17	43
Abundancia	38	74	111	59	98	380
Equidad (Shannon)	1,82	1,84	1,48	1,66	1,81	2,09
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	6,17	6,28	4,4	5,24	6,09	8,11
Inverso índice de Simpson ($q = 2$)	4,2	3,89	2,92	2,97	3,52	3,99

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En la distribución de morfoespecies por categorías de abundancia en el transecto altitudinal de Herveo, el 4,65% se catalogaron como abundantes, el 18,6% como morfoespecies comunes, el 32,56% como poco comunes y el 44,19% como escasas (WCS, 2015) (Grafica 69, Tabla 208).

Grafica 67. Porcentaje de morfoespecies de coleópteros por categoría de abundancia para el transecto altitudinal de Herveo.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 208. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecie de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.

IAR por estación							
	HE5	HE4	HE3	HE2	HE1	IAR general	Categoría
Morfoespecie	3505 m	3600 m	3700 m	3800 m	3900 m		
Carabidae sp.2	42,11	32,43	52,25	54,24	15,31	38,16	Abundante
Staphylinidae sp.4	18,42	37,84	23,42	18,64	48,98	31,58	Abundante
Staphylininae sp.2	0	5,41	10,81	1,69	0	4,47	Común
Carabidae sp.5	0	0	0	0	12,24	3,16	Común
Dermestidae sp.1	10,53	0	1,8	1,69	0	1,84	Común
Nitidulidae sp.1	10,53	1,35	0,9	1,69	0	1,84	Común
Curculionidae sp.4	0	2,7	3,6	0	0	1,58	Común
Carabidae sp.7	0	0	0	0	5,1	1,32	Común
Ptiliidae sp.1	0	0	0	6,78	0	1,05	Común
Ptilodactylidae sp.1	0	2,7	0,9	1,69	0	1,05	Común
Carabidae sp.1	2,63	0	0	1,69	1,02	0,79	Poco común
Chrysomelidae sp.9	2,63	0	1,8	0	0	0,79	Poco común
Chrysomelidae sp.16	0	0	0	0	3,06	0,79	Poco común
Curculionidae sp.1	2,63	2,7	0	0	0	0,79	Poco común
Elateridae sp.1	0	0	0	0	3,06	0,79	Poco común
Staphylininae sp.4	0	4,05	0	0	0	0,79	Poco común
Carabidae sp.6	2,63	1,35	0	0	0	0,53	Poco común

IAR por estación							
	HE5	HE4	HE3	HE2	HE1	IAR general	Categoría
Morfoespecie	3505 m	3600 m	3700 m	3800 m	3900 m		
Chrysomelidae sp.14	0	0	0,9	1,69	0	0,53	Poco común
Curculionidae sp.2	2,63	0	0	1,69	0	0,53	Poco común
Curculionidae sp.8	2,63	0	0,9	0	0	0,53	Poco común
Curculionidae sp.13	0	1,35	0	1,69	0	0,53	Poco común
Lycidae sp.2	0	0	0	0	2,04	0,53	Poco común
Nitidulidae sp.4	0	0	0,9	1,69	0	0,53	Poco común
Staphylinidae sp.16	0	0	0	1,69	1,02	0,53	Poco común
Cantharidae sp.1	0	0	0	0	1,02	0,26	Escasa
Carabidae sp.3	0	1,35	0	0	0	0,26	Escasa
Chrysomelidae sp.20	0	0	0	0	1,02	0,26	Escasa
Chrysomelidae sp.23	0	0	0	0	1,02	0,26	Escasa
Coccinellidae sp.1	0	0	0	0	1,02	0,26	Escasa
Curculionidae sp.3	0	0	0	1,69	0	0,26	Escasa
Curculionidae sp.15	0	1,35	0	0	0	0,26	Escasa
Curculionidae sp.16	0	0	0	0	1,02	0,26	Escasa
Elateridae sp.5	0	0	0	0	1,02	0,26	Escasa
Entiminae sp.4	0	0	0,9	0	0	0,26	Escasa
Erotylidae sp.1	0	1,35	0	0	0	0,26	Escasa
Lycidae sp.1	0	0	0	0	1,02	0,26	Escasa
Nitidulidae sp.3	0	0	0	0	1,02	0,26	Escasa
Phengodidae sp.1	0	1,35	0	0	0	0,26	Escasa
Pselaphinae sp.3	0	1,35	0	0	0	0,26	Escasa
Pselaphinae sp.6	0	1,35	0	0	0	0,26	Escasa
Staphylininae sp.3	2,63	0	0	0	0	0,26	Escasa
Staphylinidae sp.3	0	0	0,9	0	0	0,26	Escasa
Staphylinidae sp.15	0	0	0	1,69	0	0,26	Escasa

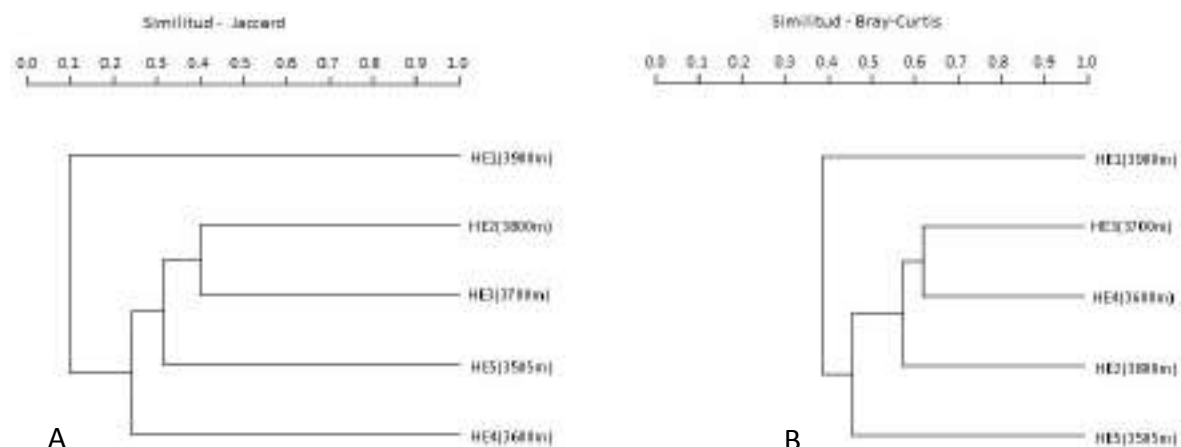
Fuente: *Wildlife Conservation Society (2015)*.

b) Análisis de la diversidad Beta

A partir del dendrograma que se obtuvo como resultado del análisis de agrupamiento utilizando como medida de similitud el índice de Jaccard, las estaciones se agrupan sin mostrar una relación directa con su disposición o proximidad en el transecto altitudinal (WCS, 2015). Con un porcentaje de similitud del 40%, inicialmente se agrupan las estaciones HE3-HE2; estas estaciones posteriormente se asocian a la estación HE5 con una similitud del 32% y después a HE4 con un porcentaje de similitud cercano al 23%. Finalmente, con un porcentaje de similitud del 10%, las cuatro estaciones mencionadas se agrupan con la estación HE1 (Grafica 70 A). En el dendrograma que se obtuvo a partir del análisis de similitud del índice de Bray-Curtis, el orden de las agrupaciones cambia, pero tampoco se relaciona de manera clara con la disposición o proximidad de las estaciones en el transecto (WCS, 2015). Con el mayor porcentaje de similitud, cercano al

62%, inicialmente se asocian las estaciones HE4-HE3; éstas posteriormente se agrupan con la estación HE2 con una similitud aproximada del 58% y con la estación HE5 con un porcentaje cercano al 45%. Finalmente, el grupo conformado por las cuatro estaciones mencionadas se asocia con la estación HE1, con un porcentaje de similitud cercano al 39% (Grafica 70 B).

Grafica 68. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Arañas

a) Composición y estructura de las comunidades

Se colectaron en total 115 individuos pertenecientes al orden Araneae, representantes de 14 familias y 33 morfoespecies (Tabla 209). Las familias Linyphiidae y Tetragnathidae aportaron el mayor número de morfoespecies en el transecto, con ocho (8) y seis (6) familias respectivamente. Familias como Corinnidae, Gnaphosidae, Pisauridae y Theridiidae se registraron con una sola morfoespecie y un solo individuo. En la Tabla 210 se observa que la riqueza fue mayor en la estación intermedia HE3 (13 morfoespecies), mientras que en la estación HE5 ubicada en el límite inferior del transecto, se registró el menor valor (seis morfoespecies). Los cambios en las cifras registradas en las cinco (5) estaciones no evidencian alguna relación con cambios en altura a lo largo del gradiente (WCS, 2015).

Tabla 209. Morfoespecies de arañas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.

Taxa	HE5	HE4	HE3	HE2	HE1	Total
	3505 m	3600 m	3700 m	3800 m	3900 m	Transecto
Apiales						
Apiaceae						
<i>Eryngium humile*</i>					19	19
Araliaceae						
<i>Hydrocotyle sp.</i>		12	1	4		17
<i>Oreopanax discolor</i>	27	3	14	11		55

Taxa	HE5	HE4	HE3	HE2	HE1	Total
	3505 m	3600 m	3700 m	3800 m	3900 m	Transecto
Asparagales						
Orchidaceae						
<i>Cyrtorchilum pardinum*</i>		7				7
<i>Epidendrum megalospathum</i>			1	1		2
<i>Epidendrum sp.1*</i>				1		1
<i>Epidendrum sp.4</i>	4	6				10
<i>Lepanthes sp.*</i>	1					1
<i>Lepanthes sp.1*</i>	6					6
<i>Lepanthes sp.2*</i>	3					3
<i>Oncidium cultratum</i>	1	7	3	9		20
<i>Pachyphyllum crystallinum</i>	3	3				6
<i>Stelis sp.</i>		2		2		4
<i>Stelis sp.2*</i>			4			4
<i>Telipogon albertii*</i>				1		1
Asterales						
Asteraceae						
<i>Aequatorium polygonoides*</i>			2			2
<i>Aequatorium tatamanum</i>	1	21	14	19		55
<i>Ageratina tinifolia</i>	2	1	11			14
<i>Asteraceae sp.</i>	1	1	6	2		10
<i>Diplostephium revolutum</i>		6		1		7
<i>Diplostephium tolimense</i>		12	18		4	34
<i>Espeletia hartwegiana*</i>					138	138
<i>Eupatorium sp.</i>		3	1	7		11
<i>Gynoxys lehmannii</i>		1	1			2
<i>Hieracium avilae*</i>					21	21
<i>Hieracium sp.*</i>					18	18
Brassicales						
Brassicaceae						
<i>Cardamine flexuosa</i>		4	2	17	10	33
Cucurbitales						
Begoniaceae						
<i>Begonia urticae</i>	13	1				14
Cyatheales						
Cyatheaceae						
<i>Cyathea sp.</i>			7	5		12

Taxa	HE5	HE4	HE3	HE2	HE1	Total
	3505 m	3600 m	3700 m	3800 m	3900 m	Transecto
Ericales						
Ericaceae						
<i>Cavendishia bracteata*</i>	2					2
<i>Disterigma codonanthum</i>	31	16	19			66
<i>Gaultheria sp.</i>	2	6	2	1		11
<i>Gaultheria sp.2*</i>	11					11
<i>Macleania rupestris*</i>	20					20
<i>Pernettya prostrata</i>				1	32	33
<i>Plutarchia monantha</i>	1	10		5		16
<i>Vaccinium floribundum</i>		1			6	7
Escalloniales						
Escalloniaceae						
<i>Escallonia myrtilloides</i>	3	12	13	14		42
Fabales						
Polygalaceae						
<i>Monnina revoluta</i>	1			1	4	6
Gentianales						
Rubiaceae						
<i>Galium hypocarpium</i>	1	11	6	28	3	49
<i>Nertera granadensis</i>	3	8		24	14	49
Geraniales						
Geraniaceae						
<i>Geranium sibbaldioides*</i>					7	7
Lamiales						
Scrophulariaceae						
<i>Buddleja bullata</i>	1	7	4			12
<i>Buddleja incana</i>		4	5	5		14
Liliales						
Alstroemeriaceae						
<i>Bomarea hirsuta</i>	7	1	10	1		19
<i>Bomarea linifolia</i>	1	2		16		19
Lycopodiales						
Lycopodiaceae						
<i>Lycopodium clavatum*</i>					9	9
Malpighiales						
Hypericaceae						
<i>Hypericum lancioides*</i>				2		2
<i>Hypericum laricifolium</i>				1	22	23

Taxa	HE5	HE4	HE3	HE2	HE1	Total
	3505 m	3600 m	3700 m	3800 m	3900 m	Transecto
Malvales						
Malvaceae						
<i>Acaulimalva</i> sp.*		1				1
Myrtales						
Melastomataceae						
<i>Brachyotum lindenii</i> *	3					3
<i>Miconia bracteolata</i>	18	16	9	18		61
<i>Miconia orcheotoma</i>	3	1				4
<i>Miconia salicifolia</i>		6	6	9	7	28
<i>Miconia</i> sp.3	5	1				6
<i>Tibouchina grossa</i>	8	5	10	3		26
Onagraceae						
<i>Fuchsia petiolaris</i>	8	25	14	30		77
Oxalidales						
Cunoniaceae						
<i>Weinmannia mariquitae</i>	11	3	2	1		17
<i>Weinmannia</i> sp.	3	1				4
<i>Weinmannia tomentosa</i> *	13					13
Oxalidaceae						
<i>Oxalis integra</i>	5	31	18	30	13	97
Piperales						
Piperaceae						
<i>Peperomia</i> sp.2*			6			6
<i>Peperomia verticillata</i>		5	2	10		17
Poales						
Bromeliaceae						
<i>Greigia</i> sp.		24	5	15		44
<i>Racinaea penlandii</i>	7	1		8		16
Poaceae						
<i>Calamagrostis effusa</i> *					30	30
<i>Chusquea scandens</i>	8	3		8		19
<i>Cortaderia nitida</i>		21		1	23	45
Polypodiales						
Blechnaceae						
<i>Blechnum cordatum</i>	29	5				34
<i>Blechnum loxense</i> *					1	1
Cystopteridaceae						
<i>Cystopteris fragilis</i>		4	4	1		9

Taxa	HE5	HE4	HE3	HE2	HE1	Total
	3505 m	3600 m	3700 m	3800 m	3900 m	Transecto
Dryopteridaceae						
<i>Elaphoglossum funckii</i>		6	2	14		22
<i>Elaphoglossum sp.2</i>	39	21	4	18		82
<i>Elaphoglossum sp.3</i>	8	7	2			17
Ranunculales						
Berberidaceae						
<i>Berberis quindiuensis</i>	6	11	5	7		29
Rosales						
Rosaceae						
<i>aff. Prunus*</i>				1		1
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	2	4	3	10	5	24
<i>Lachemilla nivalis</i>			4	6	12	22
<i>Lachemilla orbiculata</i>		11	6	21		38
<i>Prunus sp.*</i>		1				1
<i>Rubus compactus</i>	17	47	28	37		129
<i>Rubus guyanensis*</i>	2					2
Santalales						
Loranthaceae						
<i>Gaiadendron punctatum</i>	13	12	19	28		72
Saxifragales						
Grossulariaceae						
<i>Ribes leptostachyum</i>	1		6	9		16
Solanales						
Solanaceae						
<i>Saracha quitensis</i>	3		1	2		6
<i>Solanum sp.*</i>	15					15
<i>Solanum sp.1</i>		7	1			8
<i>Solanum sp.2</i>	1	3	1			5
Total general	374	451	302	466	398	1991

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo con los análisis realizados por la WCS (2015), los valores del índice de diversidad de Shannon oscilaron entre 1,59 para HE5 y 2,30 para HE2 (Tabla 211). La prueba *t* realizada posteriormente reveló que existen diferencias significativas entre los valores de equidad de las estaciones HE5-HE2 y HE5-HE3. Las medidas de diversidad de orden uno y dos ($q = 1, 2$) exhibieron la misma tendencia que el índice de Shannon, registrando los valores más altos para HE2, seguida de HE3 y HE4.

Tabla 210. Riqueza, abundancia, riqueza relativa, morfoespecies únicas y abundancia relativa de arañas epigeas en las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.

	HE 5	HE 4	HE 3	HE 2	HE 1
	3505 m	3600 m	3720 m	3800 m	3900 m
Riqueza	48	55	44	48	21
Abundancia	374	451	302	466	398
Especies únicas	10	3	3	4	8
Riqueza relativa	0,222	0,255	0,204	0,222	0,097
Abundancia relativa	0,188	0,227	0,152	0,234	0,2

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

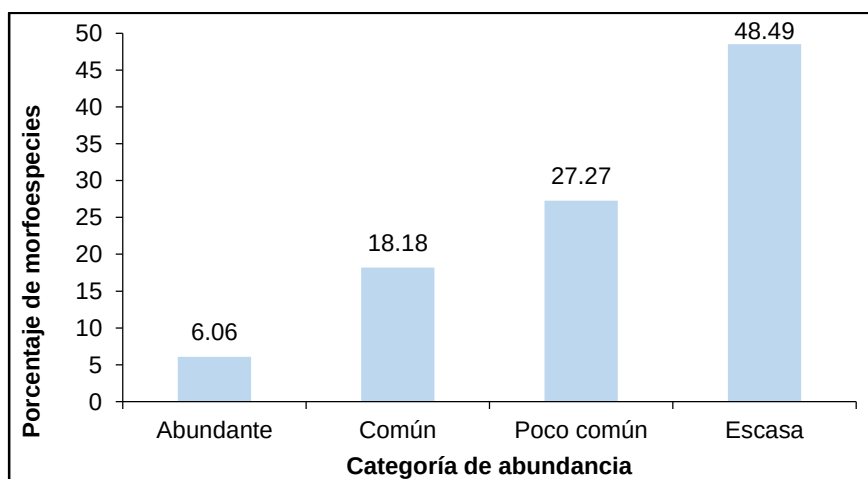
Tabla 211. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de arañas epigeas en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal de Herveo.

	HE5	HE4	HE3	HE2	HE1	Total Transecto
	3505 m	3600 m	3720 m	3800 m	3900 m	
Riqueza ($q = 0$)	48	55	44	48	21	88
Equidad(Shannon)	3,36	3,55	3,42	3,41	2,45	3,96
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	28,73	34,95	30,54	30,33	11,57	52,35
Inverso del índice de Simpson ($q = 2$)	21,08	25,59	24,09	24,46	6,6	37,29

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En la distribución de morfoespecies por categorías de abundancia en el transecto altitudinal de Herveo, el 6,1% se catalogaron como abundantes, el 18,2% como morfoespecies comunes, el 27,3% como poco comunes y el 48,5% como escasas (WCS, 2015) (Grafica 71, Tabla 212).

Grafica 69. Porcentaje de morfoespecies de arañas epigeas por categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Herveo.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 212. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de arañas colectadas en la estaciones del transecto altitudinal de Herveo.

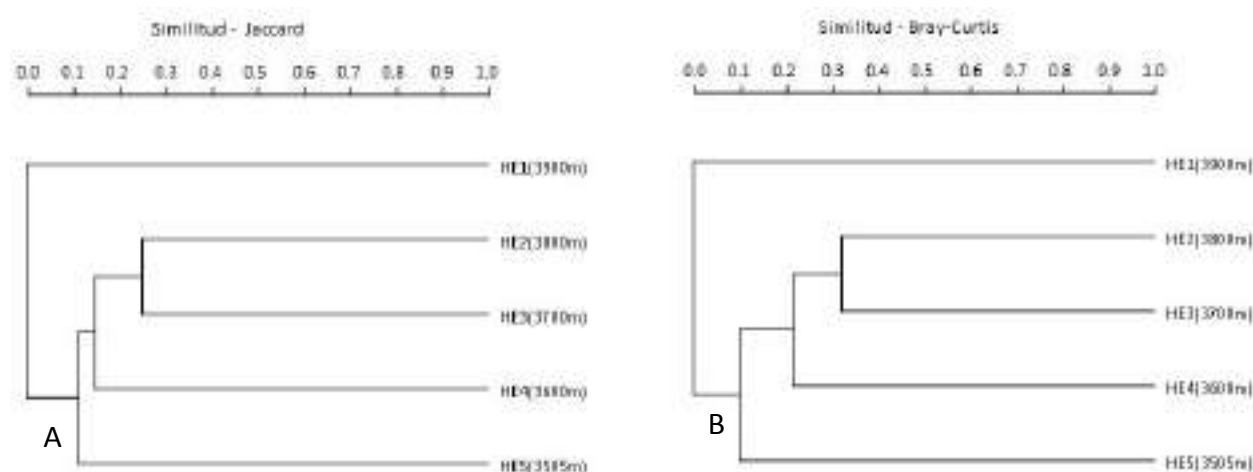
Taxa	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	Total
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m	Transecto
Carabidae						
Carabidae sp.2	4	0	3	0	0	7
Carabidae sp.3	1	0	0	0	0	1
Carabidae sp.6	0	1	2	0	0	3
Carabidae sp.7	0	0	0	0	1	1
Ptiliidae						
Ptiliidae sp.1	2	0	0	0	0	2
Staphylinidae						
Staphylininae sp.2	0	1	0	0	0	1
Staphylininae sp.3	1	0	0	0	0	1
Staphylinidae sp.4	2	0	6	2	0	10
Staphylinidae sp.10	0	1	0	0	0	1
Staphylinidae sp.20	1	0	0	0	0	1
Staphylinidae sp.22	1	0	0	0	0	1
Pselaphinae sp.3	1	1	0	0	1	3
Pselaphinae sp.6	1	0	0	0	0	1
Elateridae						
Elateridae sp.1	0	0	1	0	0	1
Lycidae						
Lycidae sp.1	0	0	2	0	0	2
Dermestidae						
Dermestinae sp.1	0	0	0	0	3	3
Nitidulidae						
Nitidulidae sp.1	0	0	1	0	0	1
Nitidulidae sp.3	2	0	0	0	0	2
Chrysomelidae						
Alticinae sp.1	0	10	1	0	0	11
Alticinae sp.5	1	0	1	0	0	2
Alticinae sp.16	0	0	0	0	1	1
Chrysomelidae sp.16	0	1	0	4	0	5
Chrysomelidae sp.22	0	0	0	1	0	1
Curculionidae						
Curculionidae sp.1	4	0	1	0	0	5
Curculionidae sp.4	0	0	1	0	0	1
Curculionidae sp.5	0	0	1	0	0	1
Entiminae sp.5	0	0	0	4	0	4
Total	21	15	20	11	6	73

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la Diversidad Beta

En el dendrograma que se obtuvo del análisis de agrupamiento realizado por la WCS (2015), utilizando como medida de similitud el índice de Jaccard, se observa una topología anidada, en la cual inicialmente las estaciones adyacentes HE3-HE2 se asocian con el mayor porcentaje de similitud (cercano al 24%); posteriormente a este grupo se asocia la estación HE4 y después HE5, con valores de similitud cercanos al 15% y 12%. La estación HE1 no presenta ningún rastro de afinidad con las restantes, dado que no comparte ningún elemento de su aracnofauna (Grafica 72 A). Utilizando como medida de similitud el índice de Bray-Curtis, que incorpora datos de abundancia, la topología del dendrograma resultante no cambia, pero los valores de similitud aumentan un poco (Grafica 72 B).

Grafica 70. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de arañas entre las estaciones del transecto altitudinal de Herveo.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Plantas

a) Composición y estructura de las comunidades

Se registraron en total 1991 individuos, representantes de 88 especies, 62 géneros, 32 familias y 26 órdenes (Tabla 213) producto del estudio realizado por WCS (2015). Las familias con mayor número de especies en el listado son Orchidaceae con 12, Asteraceae con 11, Ericaceae con 8, Rosaceae con 7 y Melastomataceae con 6. Entre las especies más abundantes sobresalen *Espeletia hartwegiana*, registrada únicamente en la estación dispuesta en la parte más alta del transecto (HE1), *Rubus compactus* (HE5, HE4, HE3, HE2) y *Oxalis integra*, registrada en todas las estaciones.

Tabla 213. Listado sistemático de las plantas registradas en el transecto altitudinal de Herveo, con sus respectivas abundancias por estación y transecto. Se señalan con asterisco las especies exclusivas y su abundancia se resalta en negrita.

	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m
Riqueza	12	6	11	4	4
Abundancia	21	15	20	11	6
Morfoespecies únicas	7	2	5	2	3
Riqueza relativa	0,44	0,22	0,41	0,15	0,15
Abundancia relativa	0,29	0,21	0,27	0,15	0,08

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

La riqueza y abundancia de especies registradas en las estaciones se presentan en la Tabla 214. De acuerdo con los resultados obtenidos por WCS (2015), las cifras más altas de riqueza se registraron en las estaciones HE2 (48 especies) HE4 (55 especies) y HE5 (48 especies). En la estación HE1, ubicada en la parte más alta, la riqueza disminuyó considerablemente (21 especies) y se redujo en un 61,8% en relación al valor máximo. El 31,8% de las especies registradas en el transecto (28 de 88) representan especies únicas o exclusivas de alguna estación. Al respecto, el número máximo se registró en la estación HE5, ubicada en el límite inferior del transecto (10) y el mínimo en las estaciones HE4 y HE3 (tres).

Tabla 214. Riqueza, diversidad, abundancia, especies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa de las especies para cada estación altitudinal de Herveo - Tolima.

	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	Total Transecto
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m	
Riqueza (q = 0)	12	6	11	4	4	27
Abundancia	21	15	20	11	6	73
Equidad (Shannon)	2,31	1,17	2,15	1,26	1,24	2,91
Exponencial de Shannon (q = 1)	10,15	3,23	8,62	3,53	3,46	18,52
Inverso del índice de Simpson (q = 2)	8,65	2,14	6,66	3,27	3	13,55

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En los resultados de los análisis de diversidad (Tabla 215), se observa que comunidad vegetal más diversa y equitativa se encontró en la estación HE4, mientras que la menos diversa y equitativa, en la estación HE1, ubicada en el límite superior del transecto. A partir de la estación HE4, la diversidad de orden $q = 1$ y 2, decrece de manera progresiva a medida que aumenta la altitud.

Tabla 215. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal de Herveo.

Morfoespecie	IAR por estación					IAR general	Categoría
	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1		
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m		
Alticinae sp.1	0	66,67	5	0	0	15,07	Abundante
Staphylinidae sp.4	9,52	0	30	18,18	0	13,7	Abundante
Carabidae sp.2	19,05	0	15	0	0	9,59	Común
Curculionidae sp.1	19,05	0	5	0	0	6,85	Común
Chrysomelidae sp.16	0	6,67	0	36,36	0	6,85	Común
Entiminae sp.5	0	0	0	36,36	0	5,48	Común
Carabidae sp.6	0	6,67	10	0	0	4,11	Común
Dermestinae sp.1	0	0	0	0	50	4,11	Común
Pselaphinae sp.3	4,76	6,67	0	0	16,67	4,11	Común
Alticinae sp.5	4,76	0	5	0	0	2,74	Poco común
Lycidae sp.1	0	0	10	0	0	2,74	Poco común
Nitidulidae sp.3	9,52	0	0	0	0	2,74	Poco común
Ptiliidae sp.1	9,52	0	0	0	0	2,74	Poco común
Carabidae sp.3	4,76	0	0	0	0	1,37	Escasa
Carabidae sp.7	0	0	0	0	16,67	1,37	Escasa
Alticinae sp.16	0	0	0	0	16,67	1,37	Escasa
Curculionidae sp.4	0	0	5	0	0	1,37	Escasa
Curculionidae sp.5	0	0	5	0	0	1,37	Escasa
Chrysomelidae sp.22	0	0	0	9,09	0	1,37	Escasa
Elateridae sp.1	0	0	5	0	0	1,37	Escasa
Nitidulidae sp.1	0	0	5	0	0	1,37	Escasa
Pselaphinae sp.6	4,76	0	0	0	0	1,37	Escasa
Staphylininae sp.2	0	6,67	0	0	0	1,37	Escasa
Staphylininae sp.3	4,76	0	0	0	0	1,37	Escasa
Staphylinidae sp.10	0	6,67	0	0	0	1,37	Escasa
Staphylinidae sp.20	4,76	0	0	0	0	1,37	Escasa
Staphylinidae sp.22	4,76	0	0	0	0	1,37	Escasa

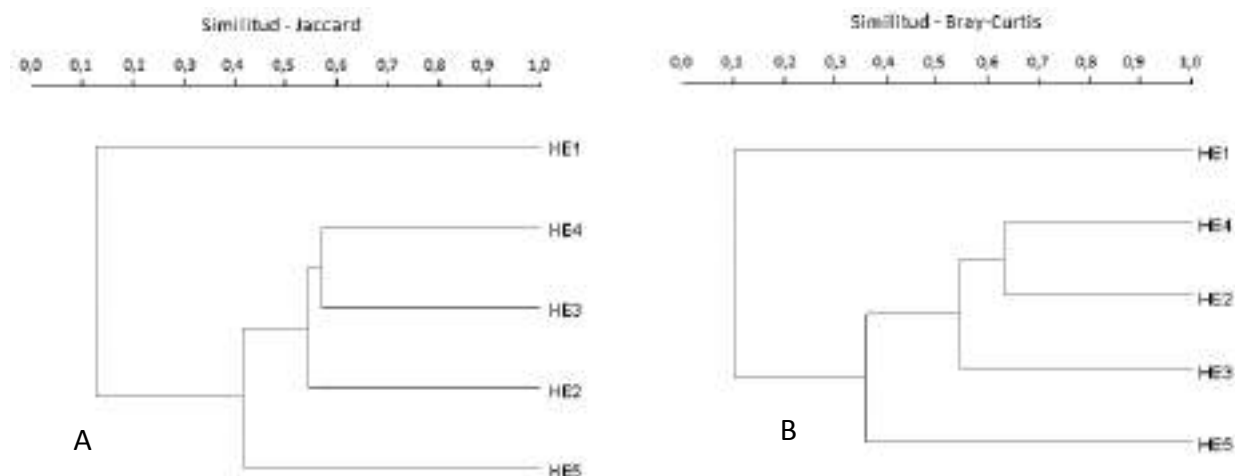
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la diversidad Beta

En el dendrograma resultante del análisis de agrupamiento, utilizando como medida de similitud el índice de Jaccard (Grafica 73 A), se observa que las asociaciones no se relacionan con la disposición de las estaciones a lo largo del transecto altitudinal o con el tipo de hábitat que se encuentra en las mismas. El bajo porcentaje de similitud de la estación HE1 con el resto de estaciones obedece en cierta medida a la particularidad de su flora; si bien esta no es la estación con el mayor número de especies únicas o exclusivas, si presenta la relación más alta entre esta cifra (ocho especies) y su riqueza (21); es decir, cerca del 36,36% de especies registradas en esta estación

son especies únicas, en tanto que en la estación con el mayor número de especies exclusivas y la mayor riqueza, este porcentaje es del 20,83% (WCS, 2015). Mediante el análisis con el índice de Bray-Curtis (Grafica 73 B) se observa la asociación de las estaciones HE2, HE3, HE4 y HE5 (similitud de 38,5%), y la formación de dos subgrupos: uno entre las estaciones HE4, HE3 y HE2 (similitud de 56,5%); y otro entre las estaciones HE4 y HE2 (similitud de 63,2%). En este caso, como sucedió con el índice de Jaccard, la estación HE1 se separa de las demás (similitud de 3,1%) (WCS, 2015).

Grafica 71. Dendrograma de similitud de Jaccard para la flora de las estaciones del transecto altitudinal de Herveo, Tolima.

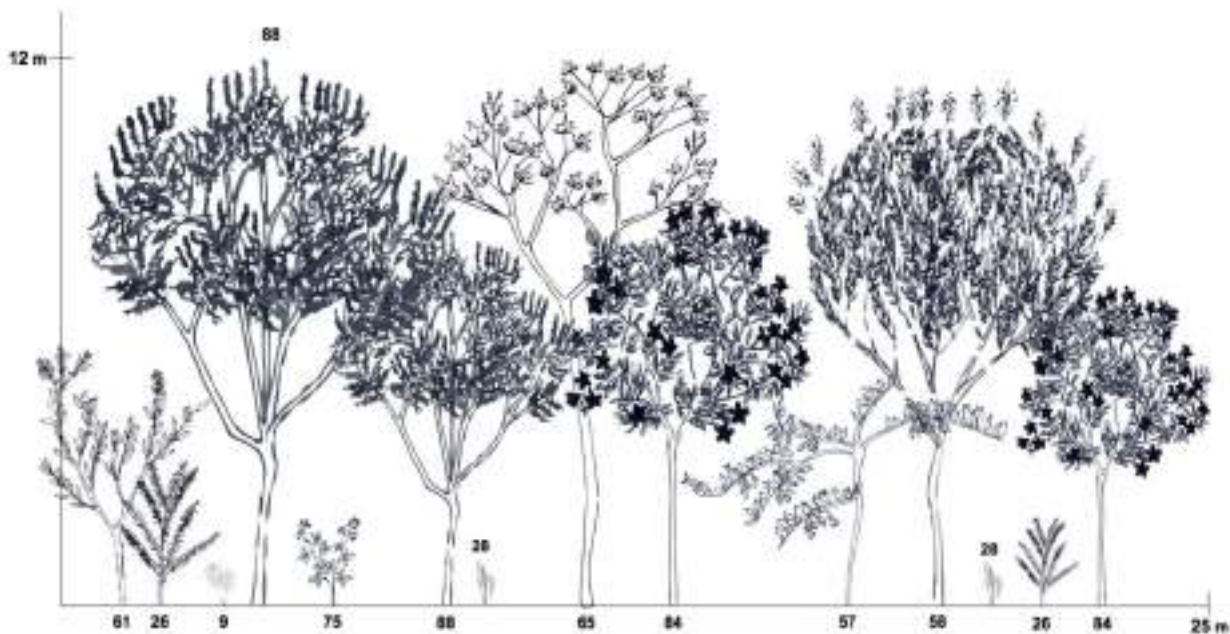


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

c) Resultados y análisis dasométrico por estación

Estación HE5 (3505 m): Ubicada en un hábitat descrito como bosque alto andino, la comunidad vegetal presenta tres estratos; un estrato arbóreo con dosel a 12 m de altura y una cobertura del 63% del área de muestreo; un estrato arbustivo, con elementos de 1,5 m de altura promedio y cobertura del 15%, y un estrato herbáceo con 22% de cobertura, en un terreno con 30 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 336°. Se registraron 48 especies en un área de muestreo de 300 m² y un total de 374 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Dryopteridaceae, Ericaceae, Blechnaceae y Araliaceae como *Elaphoglossum* sp.2., *Disterigma condonathum*, *Blechnum cordatum* y *Oreopanax discolor*. Las abundancias menores se registraron en especies de las familias Alstroemeriaceae, Asteraceae, Ericaceae, Orchidaceae, Polygalaceae, Rosaceae, Rubiaceae y Scrophulariaceae, como *Bomarea linifolia*, *Aequatorium tatamanum*, *Plutarchia monantha*, *Lepanthes* sp., *Oncidium cultratum*, *Monnina revoluta*, *Galium hypocarpium* y *Buddleja bullata* (WCS, 2015). En la Grafica 74 se presenta el perfil de la vegetación.

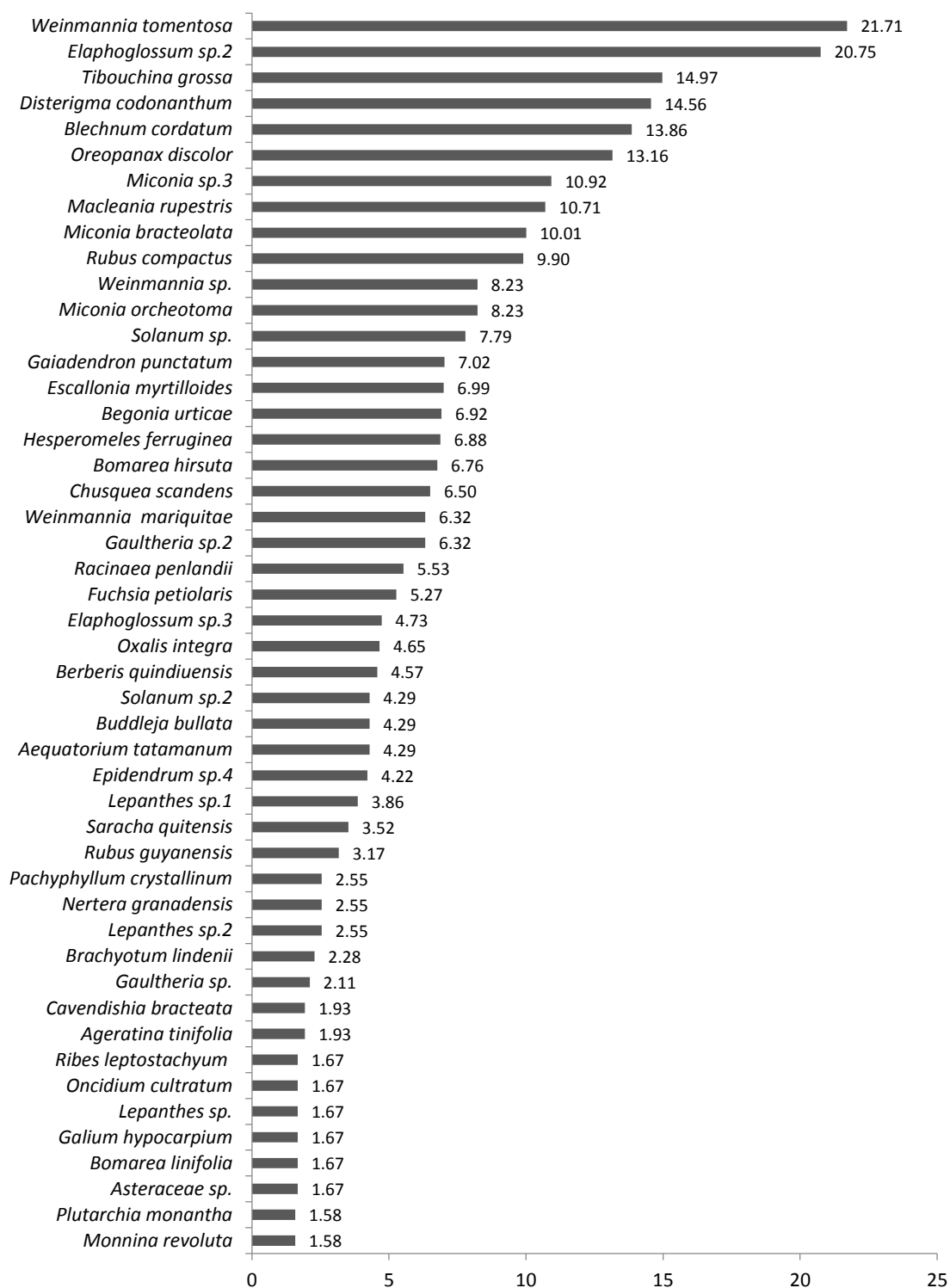
Grafica 72. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación HE5 del transepto altitudinal de Herveo, Tolima. 9. *Blechnum cordatum*; 26. *Disterigma codonanthum*; 28. *Elaphoglossum* sp.2; 58. *Miconia bracteolata*; 61. *Miconia* sp.3; 65. *Oreopanax discolor*; 75. *Rubus compactus*; 84. *Tibouchina grossa*; y 88. *Weinmannia tomentosa*.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Según los análisis realizados por WCS (2015), *Weinmannia tomentosa* (Cunoniaceae) y *Elaphoglossum* sp.2 (Dryopteridaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (21,71% y 20,75% respectivamente) (Grafica 75). Si bien no se menciona *Weinmannia tomentosa* como una especie con abundancia significativa, su valor de importancia se debe a su porcentaje de cobertura alto.

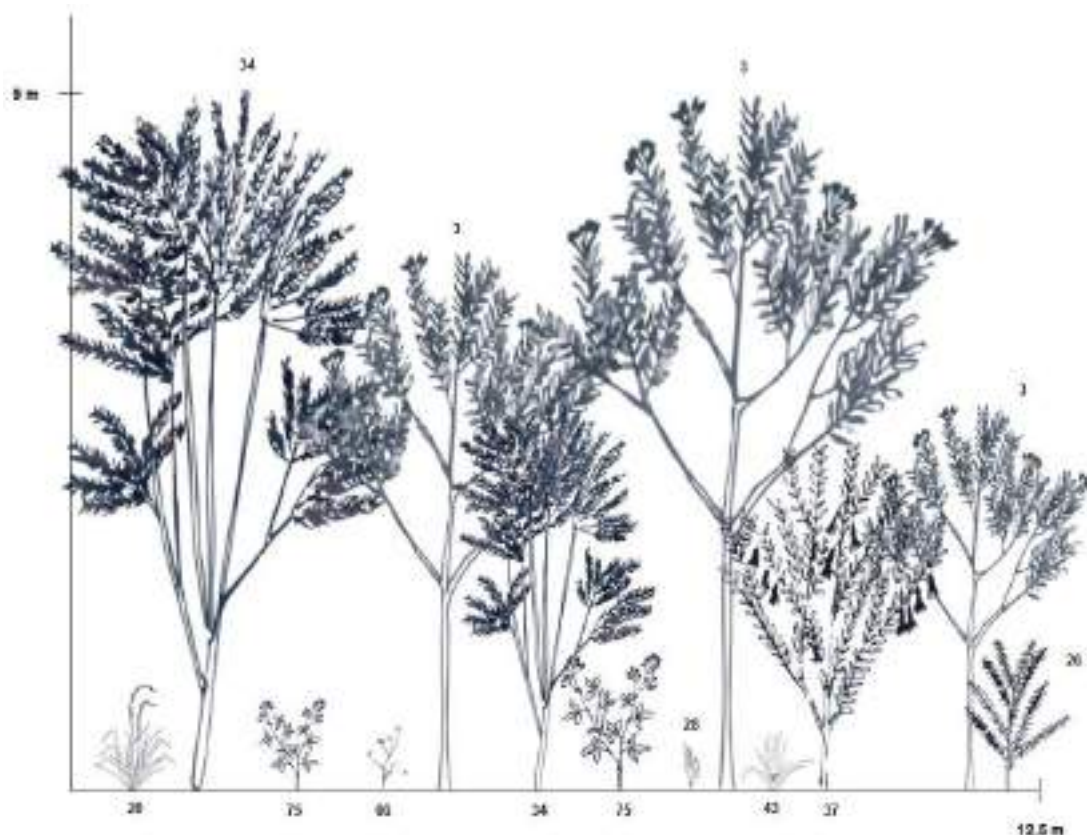
Grafica 73. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación HE5 del transepto altitudinal de Herveo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Estación HE4 (3600 m): Ubicada en un hábitat descrito como bosque altoandino, la comunidad vegetal presenta un estrato arbóreo, con un dosel a 9 m de altura y 45% de cobertura en el área de muestreo; un estrato arbustivo, con elementos de 1,7 m de altura en promedio y una cobertura del 30%; y un estrato herbáceo, con 25% de cobertura; en un terreno con 10 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 312°. Se registraron 55 especies en un área de muestreo de 300 m² y un total de 451 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Rosaceae, Oxalidaceae, Onagraceae y Bromeliaceae como *Rubus compactus*, *Oxalis integra*, *Fuchsia petiolaris* y *Greigia* sp. Las más bajas se registraron en especies de las familias Alstroemeriaceae, Asteraceae, Begoniaceae, Bromeliaceae, Cunoniaceae, Ericaceae, Malvaceae, Melastomataceae y Rosaceae como *Bomarea hirsuta*, *Ageratina tinifolia*, *Gynoxys lehmannii*, *Begonia urticae*, *Racinaea penlandii*, *Weinmannia* sp., *Vaccinium floribundum*, *Acaulimalva* sp. y *Miconia orcheotoma* (WCS, 2015). En la Grafica 76 se presenta el perfil de la vegetación.

Grafica 74. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación HE4 del transepto altitudinal de Herveo, Tolima. 3. *Aequatorium tatamanum*; 20. *Cortaderia nitida*; 26. *Disterigma codonanthum*; 28. *Elaphoglossum* sp.2; 34. *Escallonia myrtilloides*; 37. *Fuchsia petiolaris*; 43. *Greigia* sp.; 66. *Oxalis integra*; y 75. *Rubus compactus*.

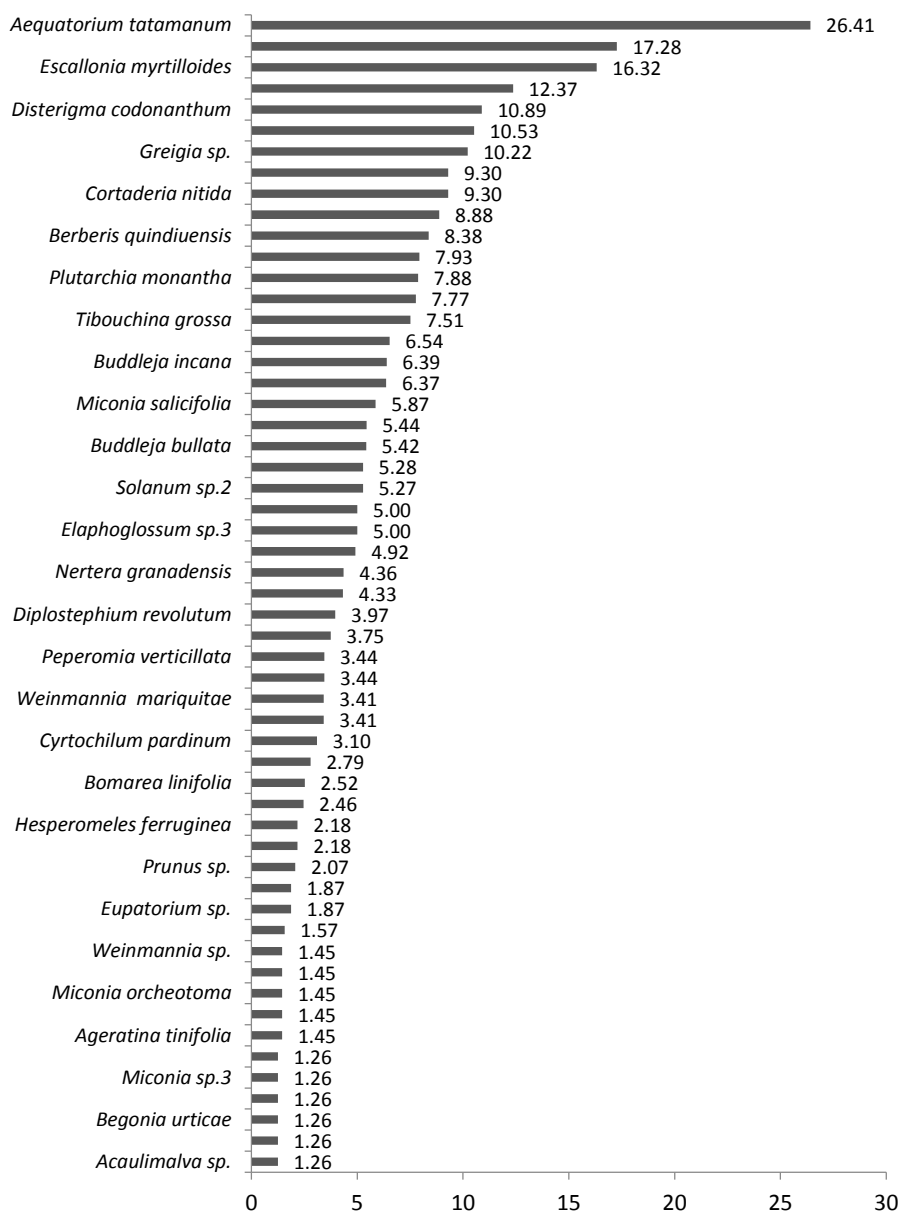


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Según el análisis realizado por la WCS (2015) *Aequatorium tatamanum* (Asteraceae), *Rubus compactus* (Rosaceae) y *Escallonia myrtilloides* (Escalloniaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (26,41%; 17,28% y 16,32%, respectivamente) (Grafica 77). *Rubus compactus* se menciona como una de las especies más abundantes. Si bien,

Aequatorium tatamanum y *Escallonia myrtilloides* no se mencionan como las especies más abundantes, su valor de importancia significativo se debe a sus porcentajes de cobertura altos.

Grafica 75. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación HE4 del transepto altitudinal de Herveo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).

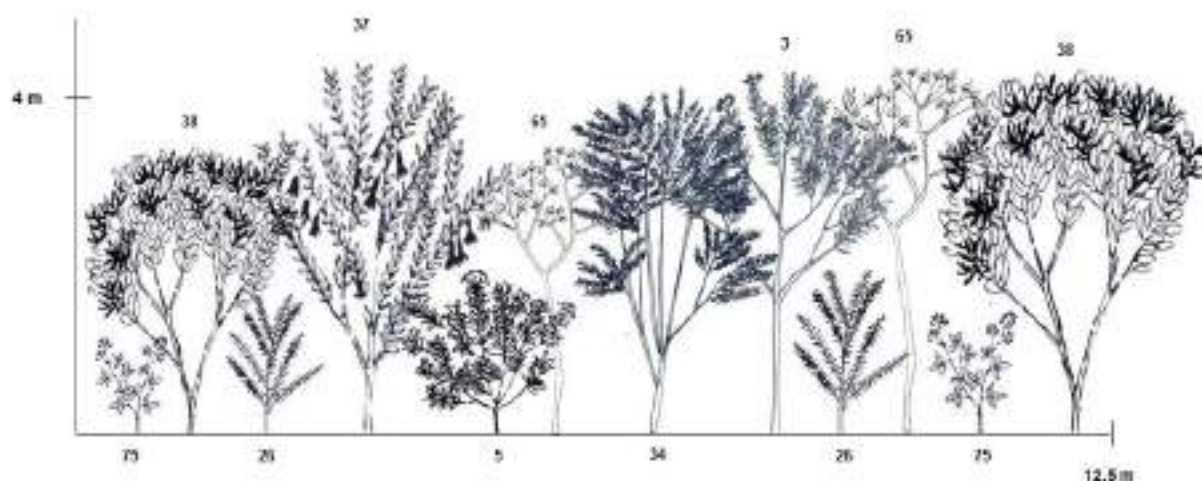


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Estación HE3 (3700 m): Ubicada en un hábitat descrito como bosque enano en matriz ganadera entre bosque alto andino y páramo, la comunidad vegetal presenta tres estratos; un estrato arbóreo con elementos de 4,4 m de altura y cobertura de 60%; un estrato arbustivo con elementos de 2,2 m de altura en promedio y una cobertura del 25% en el área de muestreo y un estrato herbáceo con 15% de cobertura, en un terreno con 10° de inclinación promedio y exposición de la cordillera a

154°. Se registraron 44 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 302 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Rosaceae, Ericaceae, Loranthaceae, Asteraceae y Oxalidaceae como *Rubus compactus*, *Disterigma condonanthum*, *Gaiadendron punctatum*, *Diplostephium tolimense* y *Oxalis integra*. Las abundancias menores se registraron en especies de las familias Araliaceae, Asteraceae, Orchidaceae y Solanaceae, como *Hydrocotyle* sp., *Gynoxys lehmannii*, *Eupatorium* sp., *Epidendrum megalospathum* y *Saracha quitensis* (WCS, 2015). En la Grafica 78 se presenta el perfil de la vegetación.

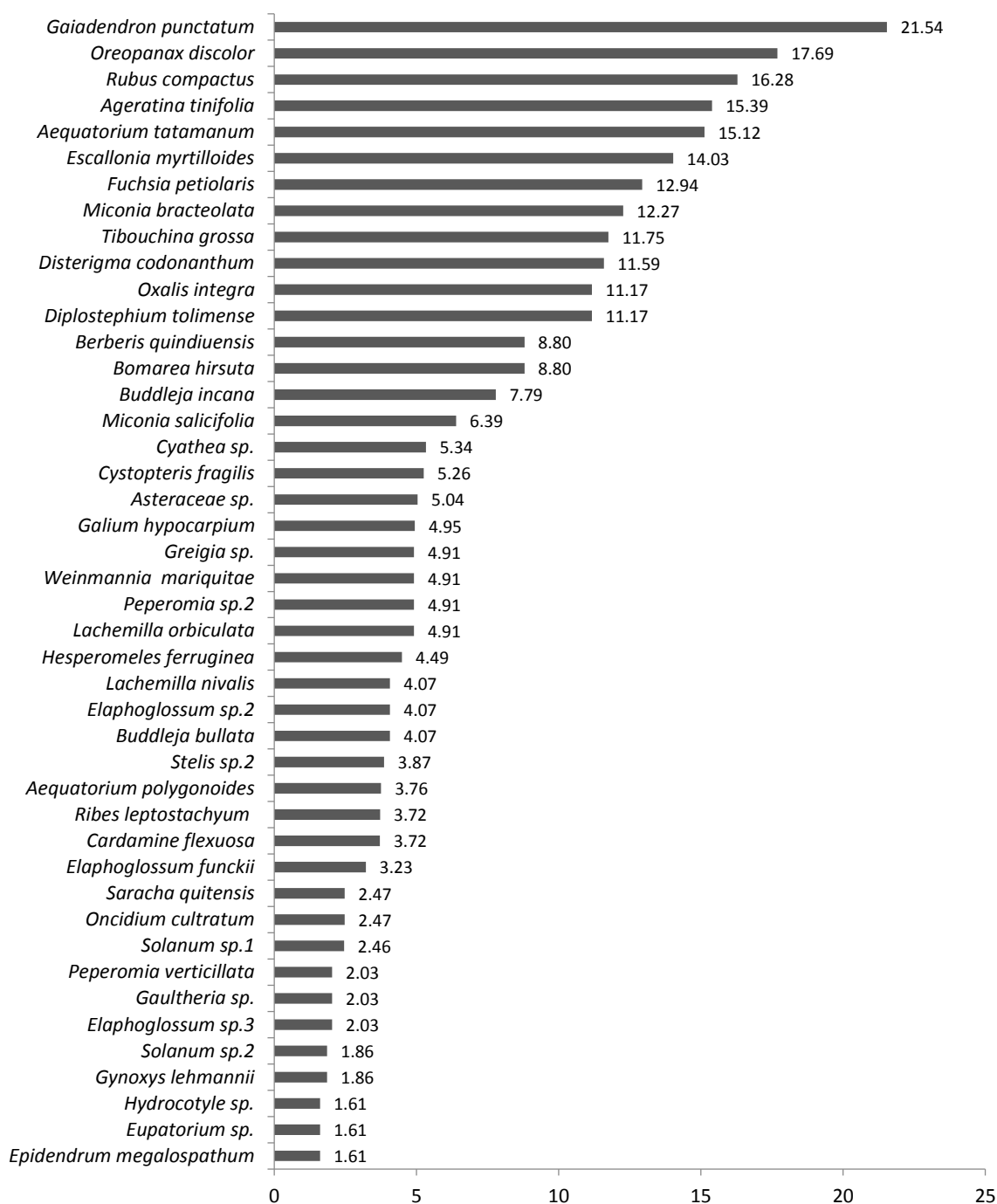
Grafica 76. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación HE3 del transepto altitudinal de Herveo, Tolima. 3. *Aequatorium tatamanum*; 5. *Ageratina tinifolia*; 26. *Disterigma codonanthum*; 34. *Escallonia myrtilloides*; 37. *Fuchsia petiolaris*; 38. *Gaiadendron punctatum*; 65. *Oreopanax discolor*; y 75. *Rubus compactus*.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo a los resultados del estudio realizado por WCS (2015), se concluye que *Gaiadendron punctatum* (Loranthaceae), *Oreopanax discolor* (Araliaceae) y *Rubus compactus* (Rosaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (21,54%; 17,69% y 16,28% respectivamente) (Grafica 79). Cabe mencionar que, aunque *Oreopanax discolor* no es una especie con abundancia significativa, su valor de importancia se debe a su porcentajes de cobertura alto.

Grafica 77. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación HE3 del transepto altitudinal de Herveo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).

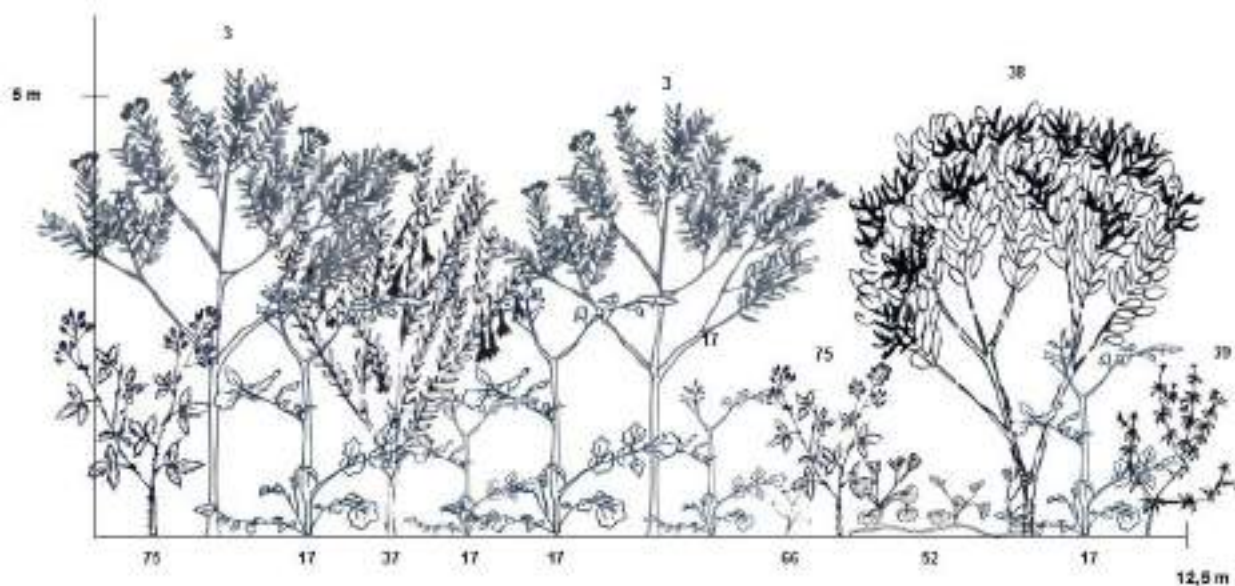


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Estación HE2 (3800 m): Ubicada en un hábitat descrito como bosque achaparrado entre bosque altoandino y páramo, la comunidad vegetal presenta tres estratos; un estrato arbóreo con elementos de 5,1 m de altura y cobertura de 38%; un estrato arbustivo, con elementos de 2,6 m de altura en promedio y una cobertura del 22% en el área de muestreo y un estrato herbáceo con 40% de

cobertura, en un terreno con 10 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 168°. Se registraron 48 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 466 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Rosaceae, Onagraceae, Oxalidaceae y Loranthaceae, como *Rubus compactus*, *Fuchsia petiolaris*, *Oxalis integra* y *Gaiadendron punctatum*. Las abundancias menores se registraron en especies de las familias Alstroemeriaceae, Asteraceae, Cystopteridaceae, Cunoniaceae, Ericaceae, Hypericaceae, Orchidaceae, Poaceae y Polygalaceae, como *Bomarea hirsuta*, *Diplostephium revolutum*, *Cystopters fragilis*, *Weinmannia mariquitae*, *Gaultheria* sp., *Pernettya prostrata*, *Hypericum laricifolium*, *Epidendrum megalospathum*, *Telipogon albertii*, *Cortaderia nitida* y *Monnina involuta* (WCS, 2015). En la Grafica 80 se presenta el perfil de la vegetación.

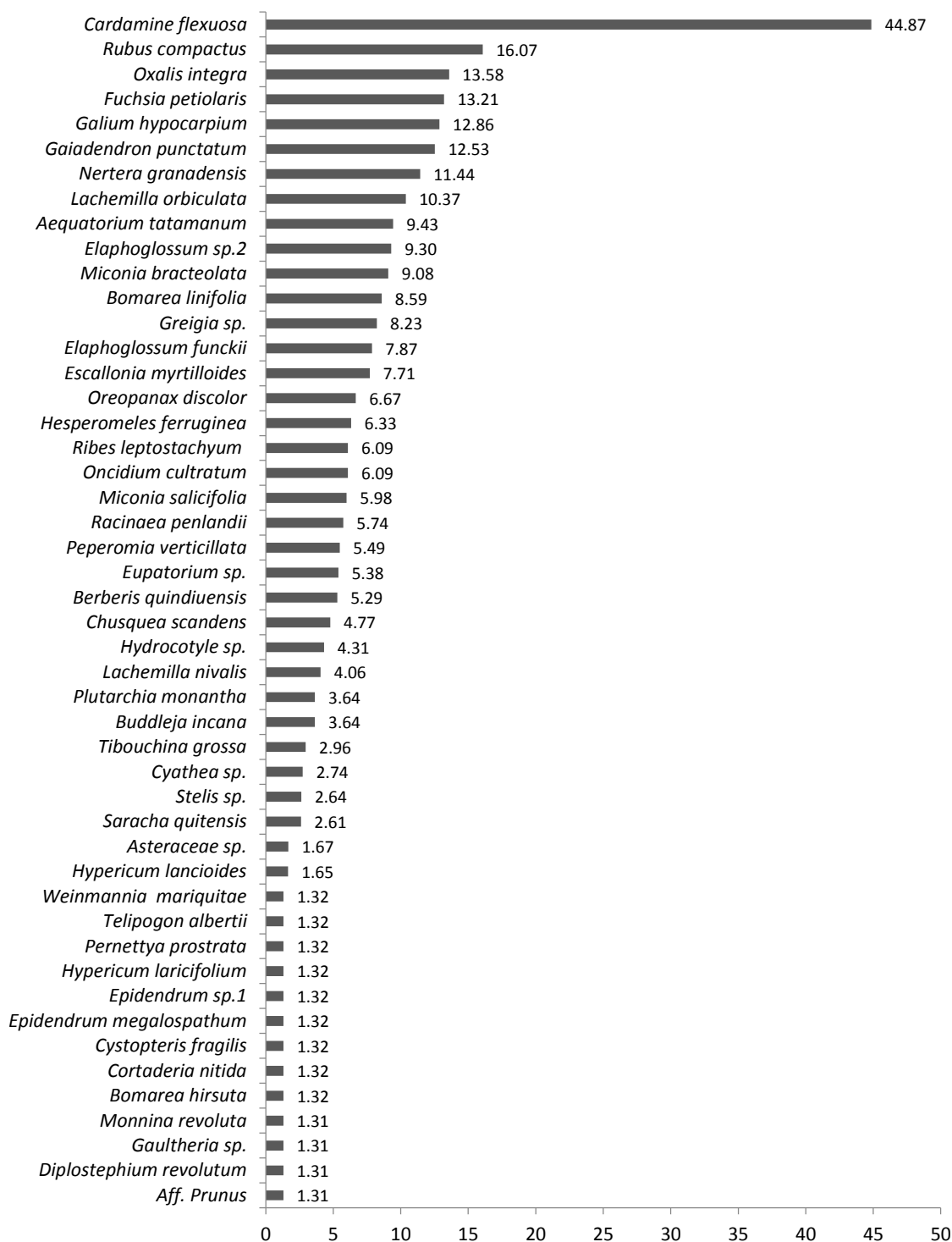
Grafica 78. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación HE2 del transepto altitudinal de Herveo, Tolima. 3. *Aequatorium tatamanum*; 17. *Cardamine flexuosa*; 37. *Fuchsia petiolaris*; 38. *Gaiadendron punctatum*; 39. *Galium hypocarpium*; 52. *Lachemilla orbiculata*; 66. *Oxalis integra*; y 75. *Rubus compactus*.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Según los resultados del análisis realizado por WCS (20155) *Cardamine flexuosa* (Loranthaceae) y *Rubus compactus* (Rosaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (44,87%; y 16,07% respectivamente) (Grafica 81). *Cardamine flexuosa* no tiene una abundancia significativa, sin embargo tiene un alto porcentaje de cobertura que le confiere el valor de importancia más alto; además, es la especie dominante en HE2.

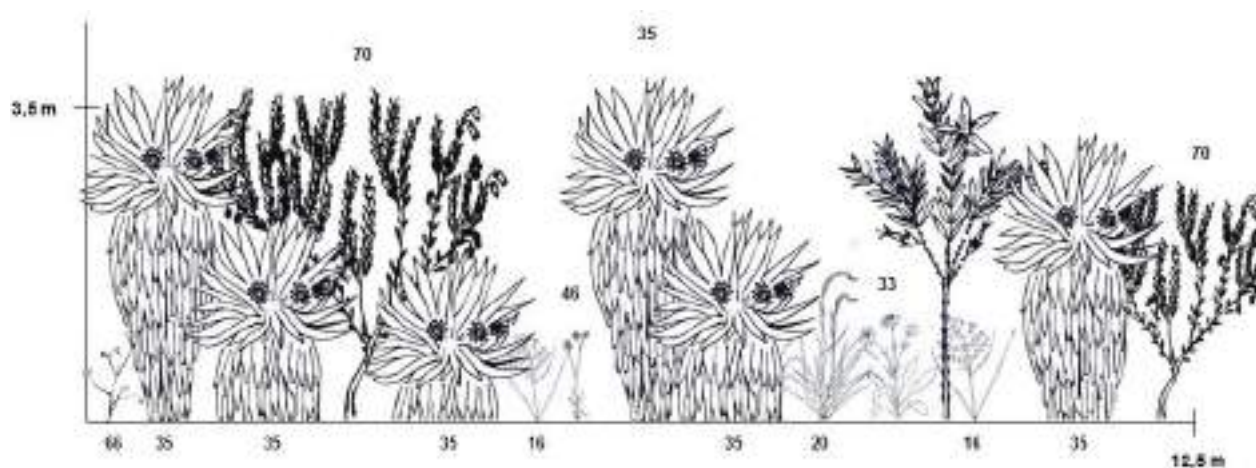
Grafica 79. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación HE2 del transecto altitudinal de Herveo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Estación HE1 (3900 m): Ubicada en un hábitat descrito como páramo, la comunidad vegetal presenta dos estratos; un estrato arbustivo, con elementos de 3,8 m de altura en promedio, que cubren el 60% del área de muestreo y un estrato herbáceo con 37% de cobertura, en un terreno con tres grados de inclinación y exposición de la cordillera a 163°. Se registraron 21 especies en un área de 150 m² y un total de 398 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Asteraceae, Ericaceae y Poaceae, como *Espeletia hartwegiana*, *Pernettya prostrata* y *Calamagrostis effusa*. Las abundancias menores se registraron en especies de las familias Blechnaceae y Rubiaceae, como *Blechnum loxense* y *Galium hypocarpium* (WCS, 2015). En la Grafica 82 se presenta el perfil de la vegetación.

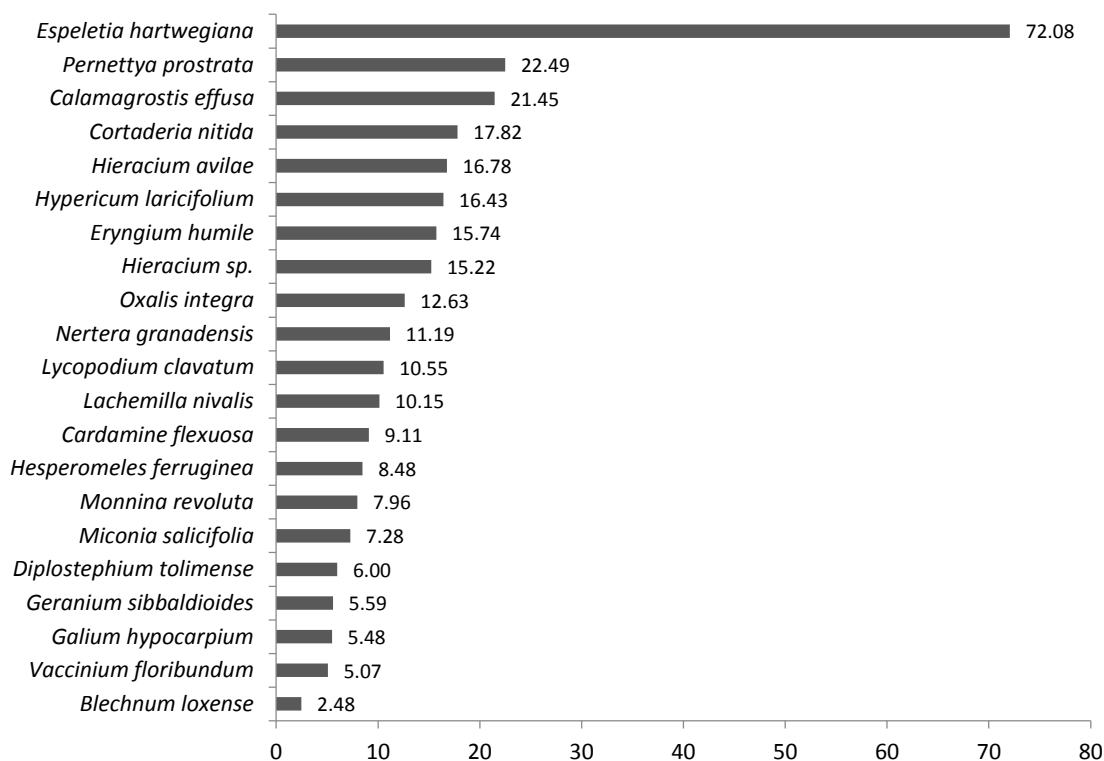
Grafica 80. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación HE1 del transepto altitudinal de Herveo, Tolima. 16. Calamagrostis effusa; 20. Cortaderia nitida; 33. Eryngium humile; 35. Espeletia hartwegiana; 46. Hieracium avilae; 50. Hypericum laricifolium; 66. Oxalis integra; y 70. Pernettya prostrata.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo con los resultados del análisis realizado por la WCS (2015), *Espeletia hartwegiana* (Asteraceae), *Pernettya prostrata* (Ericaceae) y *Calamagrostis effusa* (Poaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (70,08%; 22,49% y 21,45% respectivamente) (Grafica 83). Estas especies se mencionan como las que tienen abundancias mayores. Por sus valores de abundancia y de importancia altos, la especie *Espeletia hartwegiana* es dominante comparada con las especies que le siguen en importancia.

Grafica 81. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación HE1 del transecto altitudinal de Herveo (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Discusión

Los resultados obtenidos en la caracterización de la diversidad de coleópteros y arañas epigeas en el transecto altitudinal de Herveo, referentes a la diversidad alfa en las cinco estaciones de muestreo, no muestran patrones relacionados con cambios graduales en altura a lo largo del gradiente. Así, la información cuantitativa obtenida a partir del estudio de la diversidad de estos dos grupos, no provee elementos que contribuyan a la delimitación de franjas de determinadas coberturas o zonas de vida en el área de interés (WCS, 2015).

No obstante, al analizar los resultados de los análisis de agrupamiento y complementariedad, se observa que la artropofauna registrada en la estación dispuesta en el límite superior del transecto, HE1, muestra una singularidad tal que la separa claramente de las estaciones restantes, dado el escaso número de elementos compartidos; 13 de las 17 morfoespecies de coleópteros registradas allí constituyen grupos exclusivos de esta estación, mientras que en el caso de las arañas, todas las morfoespecies allí registradas constituyen elementos únicos en todo el transecto (WCS, 2015).

En cuanto al componente vegetal, se hace la diferenciación de HE1 con el resto de estaciones. Aquí, se encuentran elementos vegetales indicadores del ecosistema paramuno como *Espeletia hartwegiana* con el IVI más alto (0,72) arbustales de *Pernettya prostrata* (IVI: 0,22) e *Hypericum laricifolium* (IVI: 0,16) y pastizales-pajonales de *Calamagrostis effusa* (IVI: 0,21) *Cortaderia nitida* (IVI: 0,18) (WCS (2015).

En el transecto Herveo, el páramo propiamente dicho aparece a los 3900 m de altitud, lo que concuerda con el rango de altitud (3000 a 4400 msnm) en el que probablemente se encontraría un páramo propiamente dicho (Cleef *et al.* 1983; Citado por WCS, 2015).

19.3.5 Transecto Ibagué (IB)

El transecto establecido en la vereda La Primavera, del municipio de Ibagué, sobre la vertiente Oriental de la cordillera Central, con coordenadas 4°38'55,58''N. 75°24'47,98''O y 4°39'29,90''N.75°24' 57,96''O, comprende un rango altitudinal que va desde los 3607 msnm (estación IB5) a los 3896 msnm (estación IB1).

- Artrópodos Epigeos: Coleópteros

a) Composición y Estructura de las Comunidades

En el estudio realizado por WCS (2015), se colectaron 73 individuos, representantes de nueve familias y 27 morfoespecies (Tabla 216). La familia Staphylinidae aportó la mayor riqueza en el transecto con ocho morfoespecies, seguida por Chrysomelidae con cinco, Carabidae y Curculionidae con cuatro. Familias como Dermestidae, Elateridae, Lycidae y Ptiliidae se registraron con una sola morfoespecie. En la Tabla 217 se presentan las cifras de riqueza y abundancia. Las estaciones IB2 e IB1, dispuestas en la parte alta del transecto, registran los menores valores de riqueza, con cuatro morfoespecies cada una, mientras que las estaciones IB5 e IB3 registran las cifras más altas, con 12 y 11 morfoespecies respectivamente. La abundancia más alta se registró en la estación IB5, dispuesta en el límite inferior del transecto (21 individuos), seguida de las estaciones IB3 (20), IB4 (15), IB2 (11)e IB1 (6).

Tabla 216. Listado de morfoespecies de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.

Taxa	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	Total
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m	Transecto
Carabidae						
Carabidae sp.2	4	0	3	0	0	7
Carabidae sp.3	1	0	0	0	0	1
Carabidae sp.6	0	1	2	0	0	3
Carabidae sp.7	0	0	0	0	1	1
Ptiliidae						
Ptiliidae sp.1	2	0	0	0	0	2
Staphylinidae						
Staphylininae sp.2	0	1	0	0	0	1
Staphylininae sp.3	1	0	0	0	0	1
Staphylinidae sp.4	2	0	6	2	0	10
Staphylinidae sp.10	0	1	0	0	0	1
Staphylinidae sp.20	1	0	0	0	0	1
Staphylinidae sp.22	1	0	0	0	0	1
Pselaphinae sp.3	1	1	0	0	1	3
Pselaphinae sp.6	1	0	0	0	0	1
Elateridae						
Elateridae sp.1	0	0	1	0	0	1

Taxa	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	Total
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m	Transecto
Lycidae						
Lycidae sp.1	0	0	2	0	0	2
Dermestidae						
Dermestinae sp.1	0	0	0	0	3	3
Nitidulidae						
Nitidulidae sp.1	0	0	1	0	0	1
Nitidulidae sp.3	2	0	0	0	0	2
Chrysomelidae						
Alticinae sp.1	0	10	1	0	0	11
Alticinae sp.5	1	0	1	0	0	2
Alticinae sp.16	0	0	0	0	1	1
Chrysomelidae sp.16	0	1	0	4	0	5
Chrysomelidae sp.22	0	0	0	1	0	1
Curculionidae						
Curculionidae sp.1	4	0	1	0	0	5
Curculionidae sp.4	0	0	1	0	0	1
Curculionidae sp.5	0	0	1	0	0	1
Entiminae sp.5	0	0	0	4	0	4
Total	21	15	20	11	6	73

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 217. Riqueza, abundancia, morfoespecies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa de coleópteros epigeos en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.

	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m
Riqueza	12	6	11	4	4
Abundancia	21	15	20	11	6
Morfoespecies únicas	7	2	5	2	3
Riqueza relativa	0,44	0,22	0,41	0,15	0,15
Abundancia relativa	0,29	0,21	0,27	0,15	0,08

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En los resultados de los análisis de diversidad, realizados por WCS (2015) se observa que la estación IB5, ubicada en el límite inferior del transecto fue más diversa y equitativa; las estaciones menos diversas fueron IB2 y IB1, y la estación menos equitativas IB4. El índice de diversidad de Shannon varió desde 1,17 para la estación IB4 hasta 2,31 para la estación IB5. Las medidas de diversidad de orden uno y dos ($q = 1, 2$) mostraron la misma tendencia que el índice de Shannon (Tabla 218).

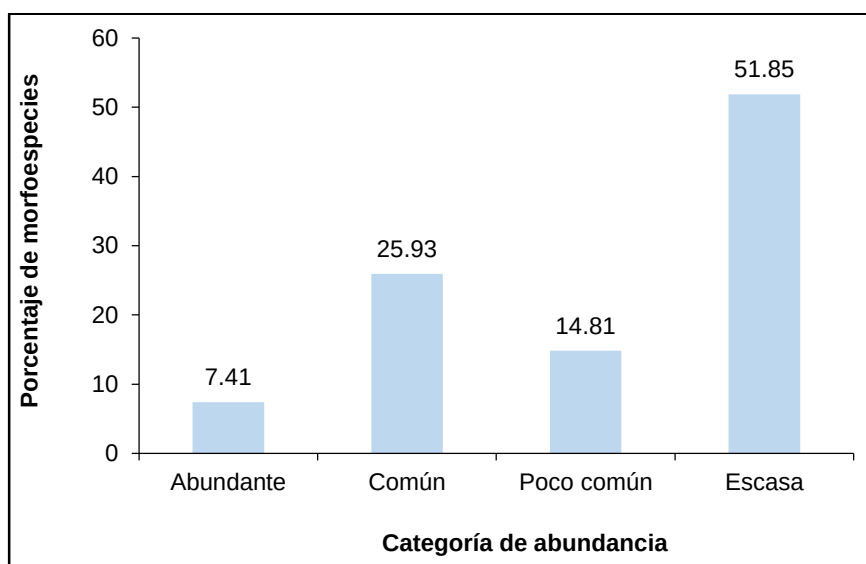
Tabla 218. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para la comunidad de coleópteros en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.

	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	Total Transecto
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m	
Riqueza ($q = 0$)	12	6	11	4	4	27
Abundancia	21	15	20	11	6	73
Equidad (Shannon)	2,31	1,17	2,15	1,26	1,24	2,91
Exponencial de Shannon ($q =$	10,15	3,23	8,62	3,53	3,46	18,52
Inverso del índice de Simpson	8,65	2,14	6,66	3,27	3	13,55

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En la distribución de morfoespecies por categorías de abundancia en el transecto altitudinal de Ibagué, el 7,4% se catalogaron como abundantes, el 25,9% como morfoespecies comunes, el 14,8% como poco comunes y el 51,9% como escasas (Grafica 84, Tabla 219).

Grafica 82. Porcentaje de morfoespecies de coleópteros epigeos por categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Ibagué.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la Diversidad Beta

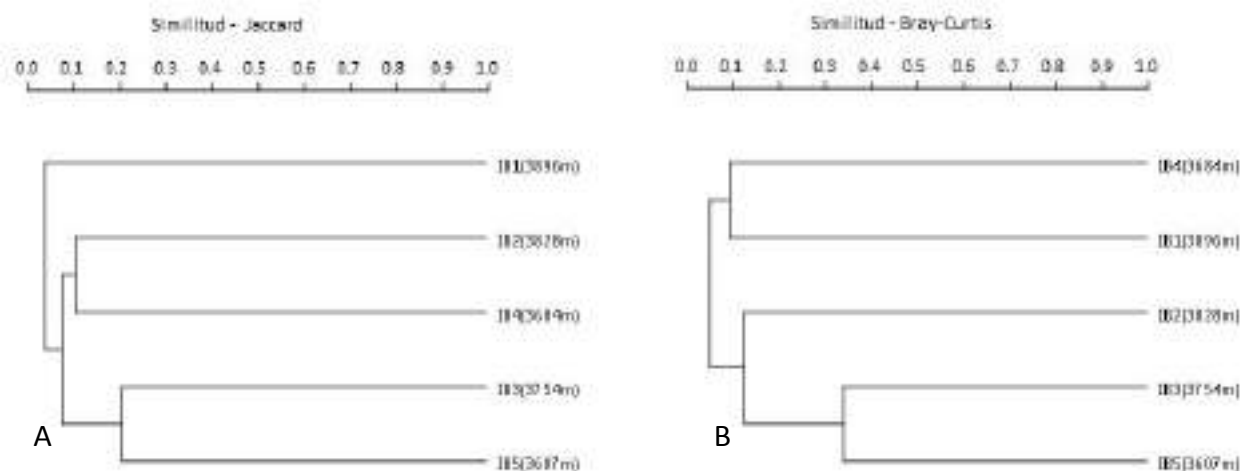
En el dendrograma resultante del análisis de agrupamiento utilizando como medida de similitud el índice de Jaccard, se observan dos grupos conformados por las estaciones IB5-IB3 e IB4-IB2, que se asocian entre sí y después lo hacen con la estación IB1 (Grafica 85 A). Los grupos conformados no se relacionan con la proximidad de las estaciones en el transecto o sus correspondientes alturas (WCS, 2015). En el dendrograma que se obtuvo a partir de este análisis utilizando como medida de similitud el índice de Bray-Curtis, las agrupaciones cambian, pero tampoco muestran alguna relación con la disposición de las estaciones en el gradiente según la altura (Grafica 85 B).

Tabla 219. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de coleópteros colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Ibaqué.

IAR por estación							
Morfoespecie	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	IAR general	Categoría
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m		
Alticinae sp.1	0	66,67	5	0	0	15,07	Abundante
Staphylinidae sp.4	9,52	0	30	18,18	0	13,7	Abundante
Carabidae sp.2	19,05	0	15	0	0	9,59	Común
Curculionidae sp.1	19,05	0	5	0	0	6,85	Común
Chrysomelidae sp.16	0	6,67	0	36,36	0	6,85	Común
Entiminae sp.5	0	0	0	36,36	0	5,48	Común
Carabidae sp.6	0	6,67	10	0	0	4,11	Común
Dermestinae sp.1	0	0	0	0	50	4,11	Común
Pselaphinae sp.3	4,76	6,67	0	0	16,67	4,11	Común
Alticinae sp.5	4,76	0	5	0	0	2,74	Poco común
Lycidae sp.1	0	0	10	0	0	2,74	Poco común
Nitidulidae sp.3	9,52	0	0	0	0	2,74	Poco común
Ptiliidae sp.1	9,52	0	0	0	0	2,74	Poco común
Carabidae sp.3	4,76	0	0	0	0	1,37	Escasa
Carabidae sp.7	0	0	0	0	16,67	1,37	Escasa
Alticinae sp.16	0	0	0	0	16,67	1,37	Escasa
Curculionidae sp.4	0	0	5	0	0	1,37	Escasa
Curculionidae sp.5	0	0	5	0	0	1,37	Escasa
Chrysomelidae sp.22	0	0	0	9,09	0	1,37	Escasa
Elateridae sp.1	0	0	5	0	0	1,37	Escasa
Nitidulidae sp.1	0	0	5	0	0	1,37	Escasa
Pselaphinae sp.6	4,76	0	0	0	0	1,37	Escasa
Staphylininae sp.2	0	6,67	0	0	0	1,37	Escasa
Staphylininae sp.3	4,76	0	0	0	0	1,37	Escasa
Staphylinidae sp.10	0	6,67	0	0	0	1,37	Escasa
Staphylinidae sp.20	4,76	0	0	0	0	1,37	Escasa
Staphylinidae sp.22	4,76	0	0	0	0	1,37	Escasa

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Grafica 83. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de coleópteros epigeos en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Arañas

a) Composición y estructura de las comunidades

En el transecto altitudinal de Ibagué se colectaron 71 individuos del orden Araneae, representantes de 14 familias y 25 morfoespecies (Tabla 220). La familia Linyphiidae es la que más aporta a la riqueza, con cinco morfoespecies, seguida por Anyphaenidae, Salticidae, Pisauridae, Lycosidae, Pholcidae y Dipluridae, cada una con dos especies registradas. En la Tabla 221 se observa que en la estación IB3 se registró el mayor número de morfoespecies, seguida de IB1, IB5, IB2 e IB4. En cuanto a las cifras de abundancia, el mayor número de individuos se registró en la estación IB2, seguida por IB3, IB5, IB1 e IB4. Al igual que ocurrió con los coleópteros, no se observa una relación evidente entre los cambios en riqueza y abundancia de arañas en las estaciones, con cambios en altura a través del gradiente (WCS, 2015).

Tabla 220. Listado de morfoespecies de arañas epigeas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.

Taxa	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	Total
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m	Transecto
Dipluridae						
Dipluridae sp.4	0	0	2	0	0	2
Dipluridae sp.5	0	0	0	0	1	1
Paratropididae						
Paratropididae sp.1	1	0	0	0	0	1
Pholcidae						
Pholcidae sp.1	2	0	0	0	0	2
Pholcidae sp.2	2	0	0	0	0	2

Taxa	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	Total
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m	Transecto
Caponiidae						
Caponiidae sp.1	0	0	0	0	1	1
Mimetidae						
Mimetidae sp.1	6	0	3	0	0	9
Anapidae						
Anapidae sp.2	0	0	1	0	0	1
Linyphiidae						
Linyphiidae sp.2	0	0	1	0	0	1
Linyphiidae sp.4	0	1	0	1	2	4
Linyphiidae sp.11	0	0	1	0	0	1
Linyphiidae sp.15	1	0	0	0	2	3
Linyphiidae sp.28	0	0	1	0	0	1
Lycosidae						
Lycosidae sp.2	0	1	0	3	0	4
Lycosidae sp.1	0	0	0	0	2	2
Pisauridae						
Pisauridae sp.1	0	0	1	0	0	1
Pisauridae sp.2	0	0	3	0	0	3
Amaurobiidae						
Amaurobiidae sp.1	0	0	0	0	1	1
Anyphaenidae						
Anyphaenidae sp.2	0	0	0	18	2	20
Anyphaenidae sp.13	0	0	0	2	2	4
Corinnidae						
Corinnidae sp.1	0	0	1	0	0	1
Zodariidae						0
Zodariidae sp.2	1	0	0	0	0	1
Prodidomidae						
<i>Lygromma</i> sp.1	0	0	3	0	0	3
Salticidae						
Salticidae sp.4	1	0	0	0	0	1
Salticidae sp.5	0	0	1	0	0	1
Total	14	2	18	24	13	71

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 221. Riqueza, abundancia y número de morfoespecies de arañas epigeas exclusivas por estación de muestreo en el transecto altitudinal de Ibagué.

	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m
Riqueza	7	2	11	4	8
Abundancia	14	2	18	24	13
Morfoespecies únicas	3	3	5	6	7
Riqueza relativa	0,28	0,08	0,44	0,16	0,32
Abundancia relativa	0,2	0,03	0,25	0,34	0,18

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

A pesar de la escasa riqueza, en la estación IB4 se registró el mayor valor del índice de equidad de Shannon, mientras que el menor valor se registró en la estación IB2; este patrón fue similar al encontrado para las medidas de diversidad de orden uno y dos ($q = 1, 2$) (Tabla 222).

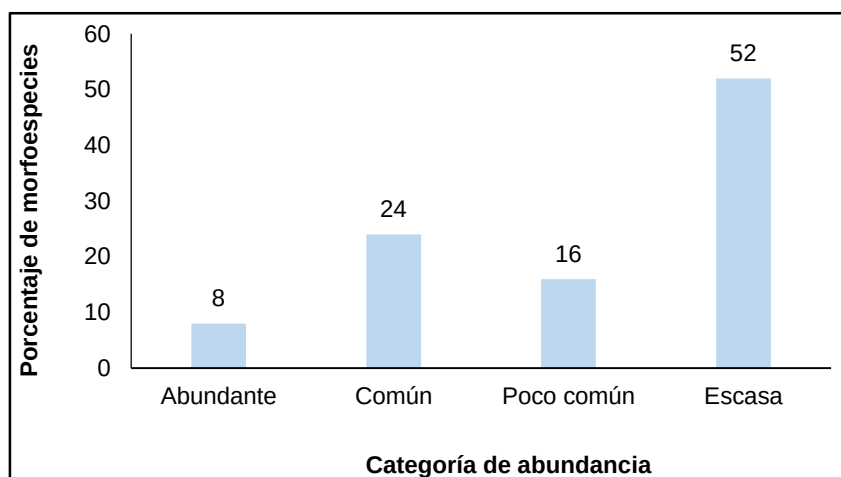
Tabla 222. Diversidad de orden $Q = 0,1$ y 2 e índice de equidad para la comunidad de arañas epigeas en las estaciones de muestreo del transecto de Ibagué.

	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	Transecto
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m	
Riqueza ($q = 0$)	7	2	11	4	8	25
Abundancia	14	2	18	24	13	71
Equidad (Shannon)	1,67	2,26	0,81	0,69	2,03	2,68
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	5,32	9,62	0,81	0,69	2,03	2,68
Inverso índice de Simpson ($q = 2$)	4,08	8,52	1,7	2	7,34	8,62

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En la distribución de morfoespecies por categorías de abundancia en el transecto altitudinal de Ibagué, el 8% se catalogaron como abundantes, el 24% como morfoespecies comunes, el 16% como poco comunes y el 52% como escasas (WCS, 2015) (Grafica 86, Tabla 223).

Grafica 84. Porcentaje de morfoespecies de arañas epigeas por categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Ibaqué.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 223. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de arañas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Ibaqué.

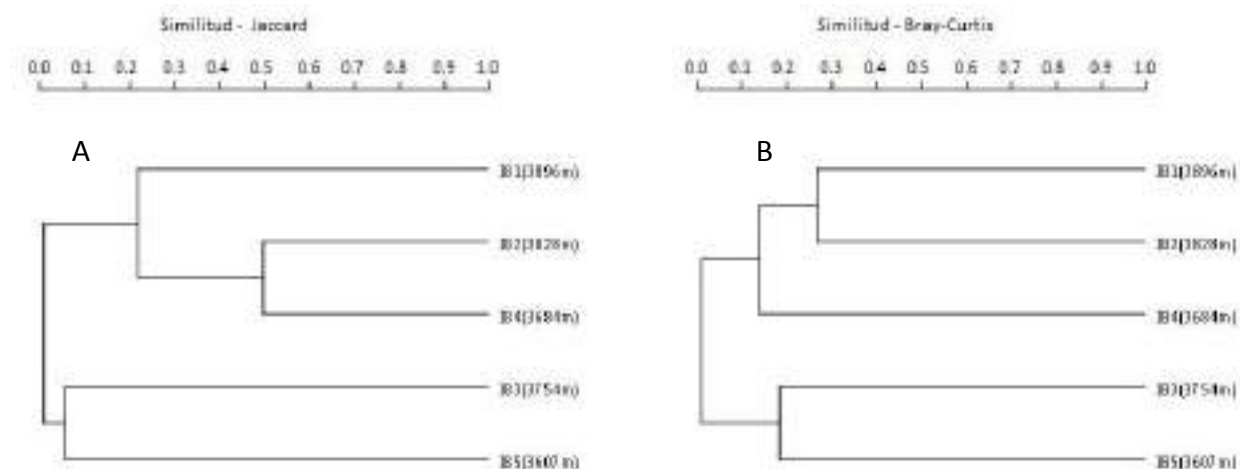
Morfoespecie	IAR por estación					IAR general	Categoría
	IB5 3607 m	IB4 3684 m	IB3 3754 m	IB2 3828 m	IB1 3896 m		
Anyphaenidae sp.2	0	0	0	75	15,38	28,17	Abundante
Mimetidae sp.1	42,86	0	16,67	0	0	12,68	Abundante
Anyphaenidae sp.13	0	0	0	8,33	15,38	5,63	Común
Linyphiidae sp.4	0	50	0	4,17	15,38	5,63	Común
Lycosidae sp.2	0	50	0	12,5	0	5,63	Común
Linyphiidae sp.15	7,14	0	0	0	15,38	4,23	Común
Pisauridae sp.2	0	0	16,67	0	0	4,23	Común
Lygromma sp.1	0	0	16,67	0	0	4,23	Común
Dipluridae sp.4	0	0	11,11	0	0	2,82	Poco común
Lycosidae sp.1	0	0	0	0	15,38	2,82	Poco común
Pholcidae sp.1	14,29	0	0	0	0	2,82	Poco común
Pholcidae sp.2	14,29	0	0	0	0	2,82	Poco común
Amaurobiidae sp.1	0	0	0	0	7,69	1,41	Escasa
Anapidae sp.2	0	0	5,56	0	0	1,41	Escasa
Caponiidae sp.1	0	0	0	0	7,69	1,41	Escasa
Corinnidae sp.1	0	0	5,56	0	0	1,41	Escasa
Dipluridae sp.5	0	0	0	0	7,69	1,41	Escasa
Linyphiidae sp.2	0	0	5,56	0	0	1,41	Escasa
Linyphiidae sp.11	0	0	5,56	0	0	1,41	Escasa
Linyphiidae sp.28	0	0	5,56	0	0	1,41	Escasa
Paratropididae sp.1	7,14	0	0	0	0	1,41	Escasa
Pisauridae sp.1	0	0	5,56	0	0	1,41	Escasa
Salticidae sp.4	7,14	0	0	0	0	1,41	Escasa
Salticidae sp.5	0	0	5,56	0	0	1,41	Escasa
Zodariidae sp.2	7,14	0	0	0	0	1,41	Escasa

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la Diversidad Beta

En el dendrograma que se obtuvo del análisis de agrupamiento, utilizando como medida de similitud el índice de Jaccard, se observan dos grupos conformados por las estaciones IB4-IB2 e IB1, y las estaciones IB5-IB3, cuyas asociaciones no se relacionan de manera evidente con su disposición en el transecto a lo largo del gradiente altitudinal (WCS, 2015) (Grafica 87 A). En el dendrograma resultante del análisis realizado utilizando como medida de similitud el índice de Bray-Curtis, las estaciones IB2-IB1 se asocian con una similitud aproximada del 27%, y posteriormente se agrupan con IB4, con un 13% de similitud. El grupo conformado por las estaciones IB5-IB3 se conserva, pero con un porcentaje de similitud mayor, cercano al 18%. En este caso, el grupo conformado por IB2-IB1 es congruente con la proximidad o disposición de las estaciones en el transecto (Grafica 87 B).

Grafica 85. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de arañas epigeas en las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Plantas

a) Composición y estructura de las comunidades

Como resultado del estudio realizado por WCS (2015), se registraron en total 862 individuos, representantes de 73 especies, 60 géneros, 38 familias y 21 órdenes (Tabla 224). Las familias con mayor número de especies en el listado son Asteraceae con 12, seguida de Rosaceae con ocho (8), y Melastomataceae con seis representantes. Entre las especies más abundantes sobresalen *Hypericum laricifolium* (IB1, IB2 e IB3), y *Miconia tinifolia* (IB3, IB4 e IB5).

Tabla 224. Listado sistemático de las plantas registradas en el transecto altitudinal de Ibagué, con sus respectivas abundancias por estación y transecto. Se señalan con asterisco las especies exclusivas y su abundancia se resalta en negrita.

Taxa	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	Total
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m	Transecto
Apiales						
Apiaceae						
<i>Eryngium humile</i>				4	1	5
<i>Myrrhidendron sp.*</i>		2				2
Araliaceae						
<i>Hydrocotyle bonplandii*</i>	1					1
<i>Oreopanax discolor</i>	12	13				25
<i>Oreopanax incisus*</i>		4				4
Asterales						
Asteraceae						
<i>Aequatorium tatamanum*</i>	2					2
<i>Asteraceae sp.*</i>			2			2
<i>Baccharis latifolia</i>	6		9			15
<i>Baccharis tricuneata*</i>	11					11
<i>Diplostephium alveolatum</i>			7	1	1	9
<i>Diplostephium revolutum</i>		4	7			11
<i>Diplostephium tolimense</i>	7	1	2		1	11
<i>Espeletia hartwegiana</i>				29	47	76
<i>Gynoxys lehmannii*</i>				1		1
<i>Hieracium avilae*</i>	1					1
<i>Pentacalia andicola*</i>					1	1
<i>Verbesina sp.*</i>	5					5
Campanulaceae						
<i>Centropogon ferrugineus</i>	4	9				13
Canellales						
Winteraceae						
<i>Drimys granadensis*</i>		1				1
Caryophyllales						
Nyctaginaceae						
<i>Colignonia ovalifolia*</i>	5					5
Polygonaceae						
<i>Rumex acetosella*</i>				2		2
Equisetales						
Equisetaceae						
<i>Equisetum bogotense*</i>		2				2

Taxa	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	Total
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m	Transecto
Ericales						
Ericaceae						
<i>Disterigma empetrifolium*</i>	1					1
<i>Gaultheria foliolosa*</i>			1			1
<i>Gaultheria sp.</i>			3	3	3	9
<i>Plutarchia monantha</i>		21	1			22
Escalloniales						
Escalloniaceae						
<i>Escallonia myrtilloides*</i>				4		4
Fabales						
Fabaceae						
<i>Lupinus microphyllus*</i>			1			1
Polygalaceae						
<i>Monnina involuta*</i>					1	1
Gentianales						
Rubiaceae						
<i>Galium hypocarpium</i>	2	4		1		7
<i>Nertera granadensis</i>	1	7		1		9
Geraniales						
Geraniaceae						
<i>Geranium sibbaldioides*</i>		6				6
Lamiales						
Lamiaceae						
<i>Satureja nubigena*</i>				2		2
Orobanchaceae						
<i>Castilleja fissifolia</i>			11		1	12
Liliales						
Alstroemeriaceae						
<i>Bomarea linifolia</i>	1	3		1		5
Lycopodiales						
Lycopodiaceae						
<i>Lycopodium clavatum*</i>					2	2
Malpighiales						
Hypericaceae						
<i>Hypericum laricifolium</i>			35	54	25	114
Myrtales						
Melastomataceae						
<i>Brachyotum lindenii*</i>				1		1
<i>Miconia bracteolata</i>	6	2				8
<i>Miconia jahnii</i>	2	4	2			8
<i>Miconia sp.*</i>	1					1
<i>Miconia tinifolia</i>	38	121	3			162

Taxa	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	Total
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m	Transecto
<i>Tibouchina grossa</i>	7	1	9			17
Onagraceae						
<i>Fuchsia corollata</i>	1	1				2
Oxalidales						
Cunoniaceae						
<i>Weinmannia mariquitae</i>	20	20	14			54
Elaeocarpaceae						
<i>Vallea stipularis*</i>		1				1
Oxalidaceae						
<i>Oxalis integra</i>	6	5	1	3	1	16
Poales						
Bromeliaceae						
<i>Greigia sp.</i>	1	4	4			9
Cyperaceae						
<i>Carex bonplandii</i>				6	7	13
<i>Rhynchospora caucana</i>	10	9	2			21
Poaceae						
<i>Calamagrostis effusa</i>			2	7	7	16
<i>Chusquea scandens</i>		3	1	7	2	13
<i>Cortaderia nitida*</i>			5			5
<i>Poaceae sp.</i>	1	5				6
Xyridaceae						
<i>Xyris subulata</i>				3	1	4
Polypodiales						
Aspleniaceae						
<i>Asplenium sp.*</i>	1					1
Blechnaceae						
<i>Blechnum loxense*</i>	2					2
Dennstaedtiaceae						
<i>Histiopteris incisa</i>	4	1	1			6
Dryopteridaceae						
<i>Elaphoglossum engelii</i>	2	8		2		12
Pteridaceae						
<i>Jamesonia goudotii</i>			1	5	6	12
Ranunculales						
Berberidaceae						
<i>Berberis quindiuensis</i>	1		2			3
Ranunculaceae						
<i>Ranunculus geranioides*</i>	3					3
<i>Ranunculus peruvianus*</i>		1				1

Taxa	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1	Total
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m	Transecto
Rosales						
Rosaceae						
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1	1				2
<i>Hesperomeles heterophylla</i> *			2			2
<i>Hesperomeles sp.*</i>					4	4
<i>Lachemilla nivalis</i>			2	1	1	4
<i>Lachemilla orbiculata</i>	1			1		2
<i>Polylepis sericea</i>		1	11			12
<i>Rubus compactus</i>	2	2				4
<i>Rubus sp.</i>	2	1	1			4
Urticaceae						
<i>Pilea sp.</i>	13	14	1			28
Solanales						
Solanaceae						
<i>Sessea crassivenosa</i> *		2				2
Total general	184	284	143	139	112	862

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

La riqueza y abundancia de especies registradas en las estaciones se presentan en la Tabla 225. Las cifras más altas de riqueza se registraron en las estaciones IB5 e IB4, ubicadas en la parte baja del transecto (36 y 34 especies respectivamente). En la estación HE1, ubicada en el límite superior, la riqueza disminuyó considerablemente (18 especies) y se redujo en un 50% en relación al valor máximo. El 45,2% de las especies registradas en el transecto (33 de 73) representan especies únicas o exclusivas de alguna estación (WCS, 2015).

Tabla 225. Riqueza, diversidad, abundancia, especies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa para cada estación altitudinal de Ibagué.

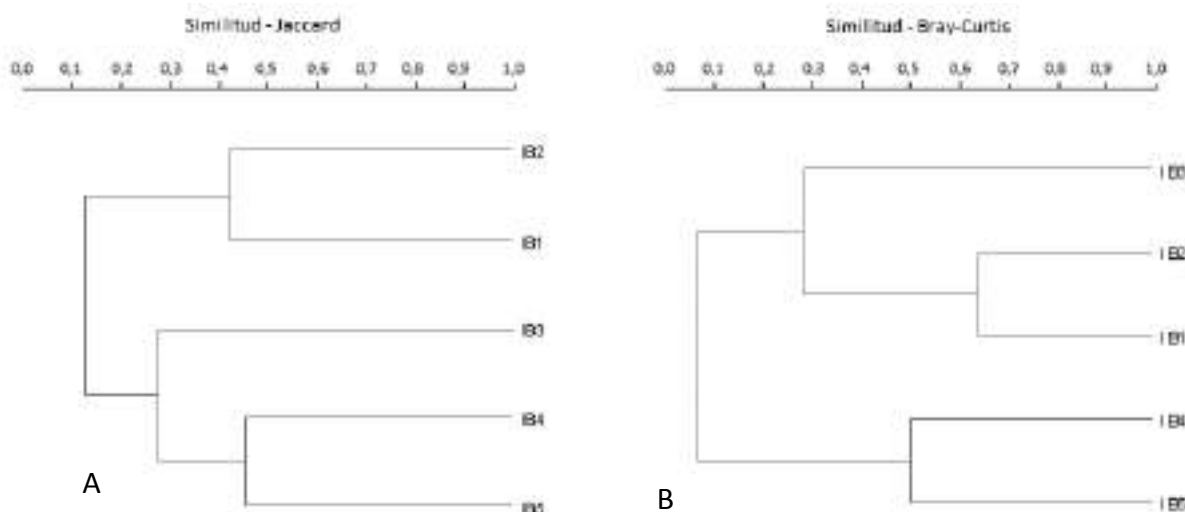
	IB5	IB4	IB3	IB2	IB1
	3607 m	3684 m	3754 m	3828 m	3896 m
Riqueza	36	34	29	22	18
Abundancia	184	284	143	139	112
Especies únicas	11	8	5	5	4
Riqueza relativa	0,26	0,25	0,21	0,16	0,13
Abundancia relativa	0,21	0,33	0,17	0,16	0,13

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la Diversidad Beta

En el dendrograma resultante del análisis de agrupamiento, utilizando como medida de similitud el índice de Jaccard (Grafica 88 A), se observan inicialmente dos agrupaciones. La primera conformada por las estaciones IB5, IB4 e IB3, ubicadas en la parte baja del transecto, con un porcentaje de similitud de 25%, dentro de la que se forma el subgrupo IB4-IB5 con una similitud del 45,83%. La segunda conformada por las estaciones IB2 e IB1, ubicadas a mayor altura, entre bosque altoandino y páramo (IB2) y en páramo (IB1), con un porcentaje de similitud del 42,85%. Es posible afirmar que estas agrupaciones, basadas en la flora registrada en las cinco estaciones, son congruentes con el tipo de hábitat, su proximidad o disposición en el transecto, según la altura (WCS, 2015). La agrupación resultante a partir del análisis de Bray-Curtis muestra dos agrupaciones diferentes a las dadas en el dendrograma del análisis Jaccard (Grafica 88 B). Así, se observa la asociación entre las estaciones IB3, IB2 e IB1 (similitud de 29,0%), con un subgrupo conformado por las estaciones IB2 e IB1 (similitud de 65,3%); cabe resaltar que las estaciones de este subgrupo pertenecen al ecosistema de páramo. Además, se observa la formación de un segundo grupo entre las estaciones IB5 e IB4 (Bosque altoandino) con similitud de 51,7% (WCS, 2015).

Grafica 86. Dendrograma de similitud de Jaccard para la flora de las estaciones del transecto altitudinal de Ibagué, Tolima.



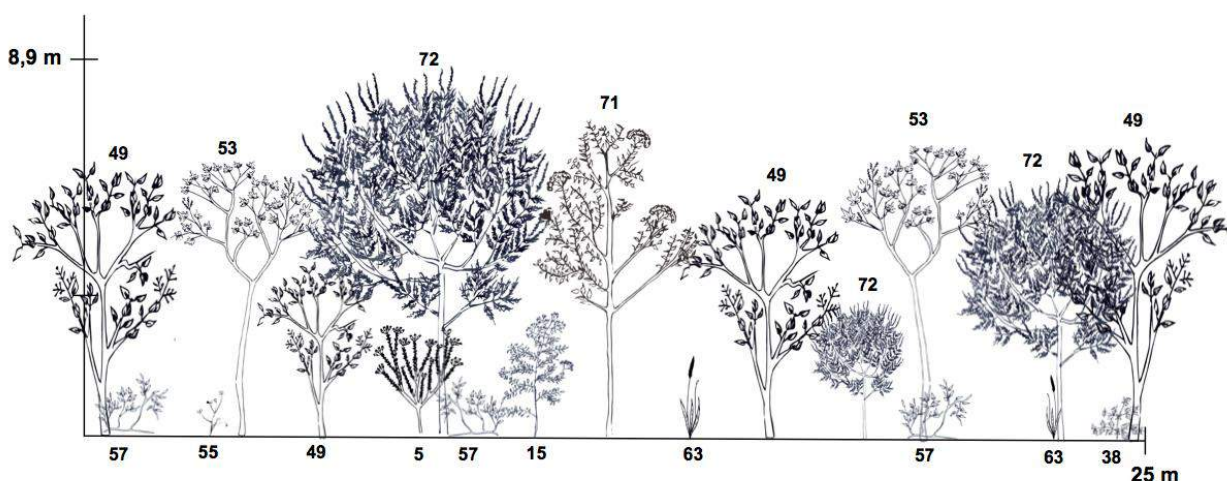
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

c) Resultados y análisis dasométrico por estación

Estación IB5 (3607 m): Ubicada en un hábitat descrito como bosque alto andino, la comunidad vegetal presenta tres estratos; un estrato arbóreo con dosel a 8,9 m de altura y una cobertura del 15,2% del área de muestreo; un estrato arbustivo, con elementos de 3,3 m de altura promedio y cobertura del 19% y un estrato herbáceo con 48% de cobertura, en un terreno con 43 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 140°. Se registraron 36 especies en un área de muestreo de 300 m² y un total de 184 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Melastomataceae, Cunoniaceae y Urticaceae, como *Miconia tinifolia*, *Weinmannia mariquitae* y *Pilea* sp. Las abundancias menores se registraron en especies de las familias Alstroemeriaceae, Aspleniaceae, Asteraceae, Berberidaceae, Bromeliaceae, Ericaceae, Melastomataceae, Onagraceae, Rosaceae y Rubiaceae, como *Bomarea linifolia*, *Asplenium* sp., *Hieracium avilae*, *Berberis dumaniana*, *Greigia* sp., *Disterigma empetrifolium*, *Miconia* sp.,

Fuchsia corolata, *Hesperomeles ferruginea*, *Lachemilla orbiculata* y *Nertera granadensis* (WCS, 2015). En Grafica 89 se presenta el perfil de la vegetación.

Grafica 87. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación IB5 del transecto altitudinal de Ibagué, Tolima. 5. *Baccharis tricuneata*; 15. *Colignonia ovalifolia*; 38. *Histiopteris incisa*; 49. *Miconia tinifolia*; 53. *Oreopanax discolor*; 55. *Oxalis integra*; 57. *Pilea sp.*; 63. *Rhynchospora caucana*; 71. *Verbesina sp.*; y 72. *Weinmannia mariquitae*.

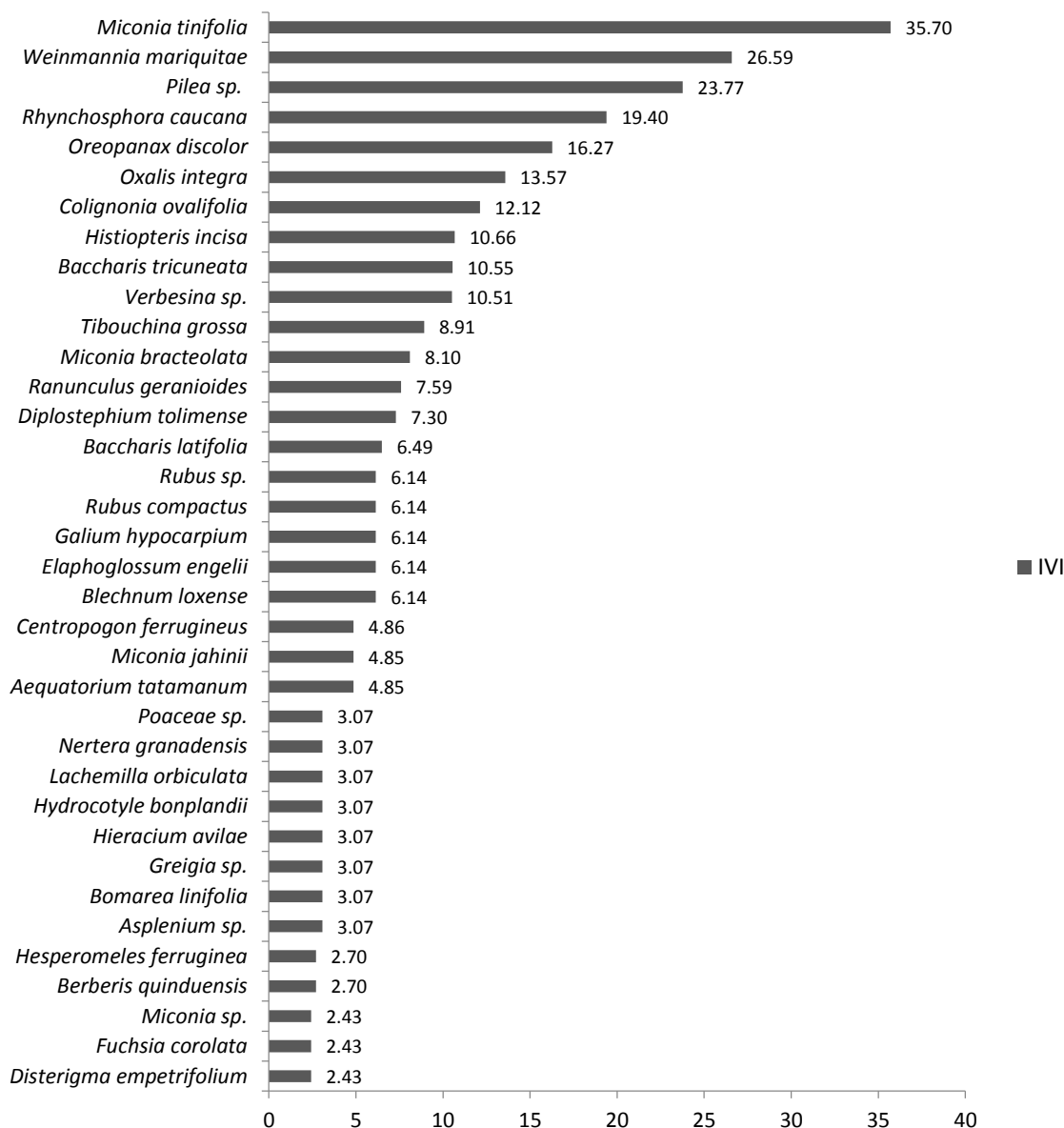


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo con WCS (2015) *Miconia tinifolia* (Melastomataceae), *Weinmannia mariquitae* (Cunoniaceae) y *Pilea sp.* (Urticaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (35,70%; 26,59% y 23,77% respectivamente) (Grafica 90). Estas especies se mencionan como las que tienen abundancias mayores.

Estación IB4 (3684 m): Ubicada en un hábitat descrito como bosque altoandino, la comunidad vegetal presenta tres estratos; un estrato arbóreo, con un dosel a 12 m de altura y 14,6% de cobertura en el área de muestreo; un estrato arbustivo, con elementos de 3,8 m de altura en promedio y una cobertura del 13%, y un estrato herbáceo, con 5% de cobertura, en un terreno con 15 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 100°. Se registraron 34 especies en un área de muestreo de 300 m² y un total de 284 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Melastomataceae, Ericaceae y Cunoniaceae como *Miconia tinifolia*, *Plutarchia monantha* y *Weinmannia mariquitae*. Las abundancias menores se registraron en especies de las familias Asteraceae, Dennstaedtiaceae, Elaeocarpaceae, Onagraceae, Ranunculaceae, Rosaceae y Winteraceae como *Diplostephium tolimense*, *Histiopteris incisa*, *Vallea stipularis*, *Tibouchina grossa*, *Fuchsia corolata*, *Ranunculus peruvianus*, *Hesperomeles ferruginea* y *Drymis granadensis* (WCS, 2015). En la Grafica 91 se presenta el perfil de la vegetación.

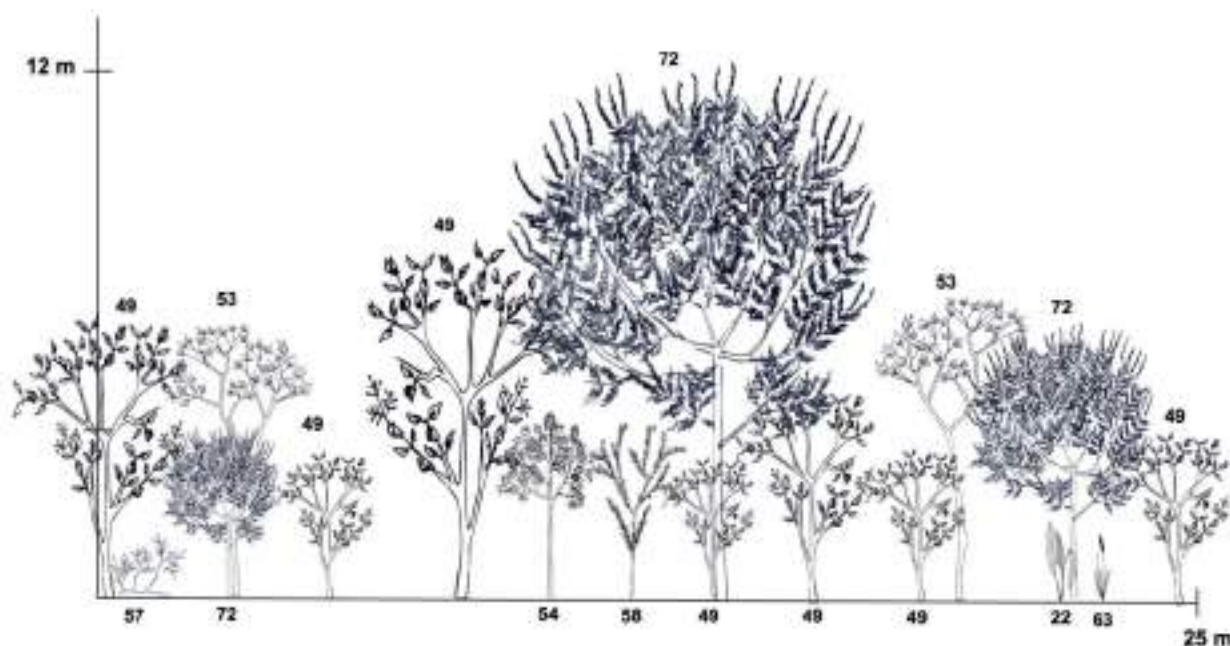
Grafica 88. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación IB5 del transepto altitudinal de Ibagué (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo con los resultados obtenidos por WCS (2015), *Miconia tinifolia* (Melastomataceae), *Weinmannia mariquitae* (Cunoniaceae) y *Oreopanax discolor* (Araliaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (79,82%; 133,50% y 23,39% respectivamente) (Grafica 92). Cabe mencionar que, aunque *Oreopanax discolor* no es una especie con abundancia significativa, su valor de importancia se debe a su porcentaje de cobertura alto. *Miconia tinifolia* es una especie dominante, dado su alto valor de importancia y de cobertura (WCS, 2015).

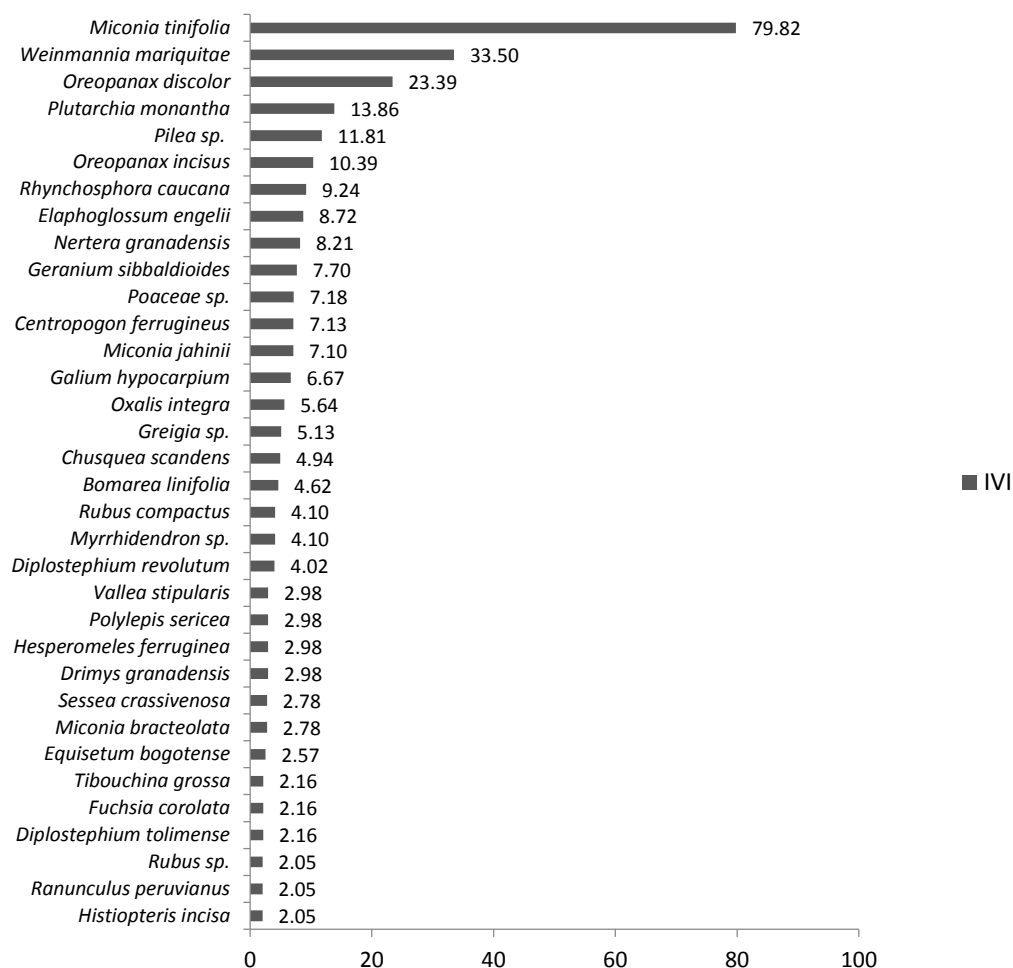
Grafica 89. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación IB4 del transecto altitudinal de Ibagué, Tolima. 22. *Elaphoglossum engelii*; 49. *Miconia tinifolia*; 53. *Oreopanax discolor*; 54. *Oreopanax incisus*; 57. *Pilea sp.*; 58. *Plutarchia monantha*; 63. *Rhynchosphora caucana*; y 72. *Weinmannia mariquitae*.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Estación IB3 (3754 m): Ubicada en un hábitat descrito como arbustal, entre bosque alto andino y páramo; la comunidad vegetal presenta dos estratos; un estrato arbustivo con elementos de 3,2 m de altura en promedio, que cubren el 16,6% del área de muestreo y un estrato herbáceo, con 36,6% de cobertura, en un terreno con 9,2 grados de inclinación y exposición de la cordillera a 110°. Se registraron 29 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 143 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Hypericaceae, Cunoniaceae, Orobanchaceae y Rosaceae como *Hypericum laricifolium*, *Weinmannia mariquitae*, *Castilleja fissifolia* y *Polylepis sericeae*. Las menores abundancias se registraron en especies de las familias Dennstaedtiaceae, Ericaceae, Fabaceae, Poaceae, Rosaceae y Urticaceae como *Histiopteris incisa*, *Gaultheria foliolosa*, *Plutarchia monantha*, *Lupinus microphyllus*, *Chusquea scandens*, *Rubus sp.* y *Pilea sp* (WCS, 2015). En la Grafica 93 se presenta el perfil de la vegetación.

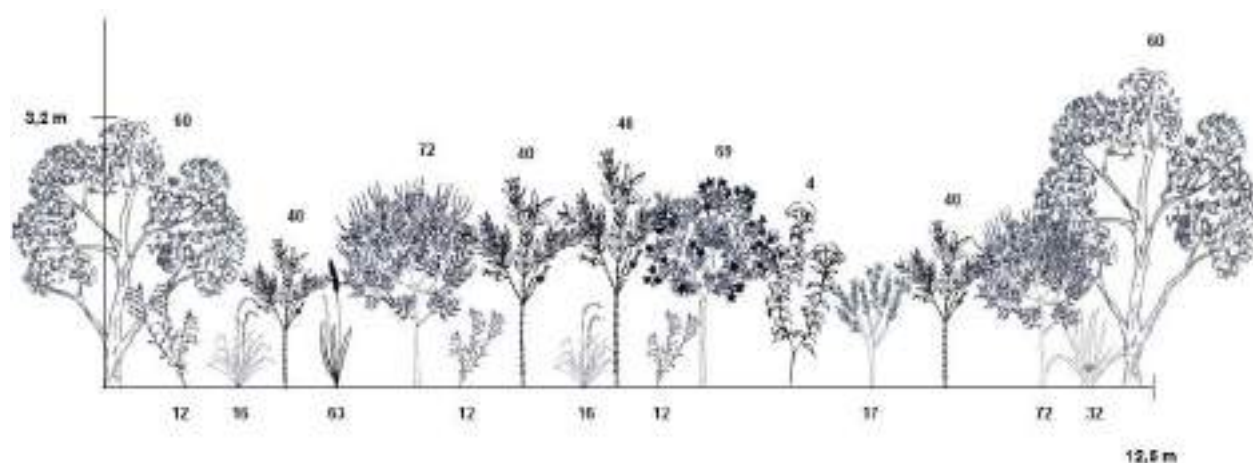
Grafica 90. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación IB4 del transepto altitudinal de Ibagué (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Hypericum laricifolium (Hypericaceae) y *Castilleja fissifolia* (Orobanchaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (42,47%; y 33,27% respectivamente) (Grafica 94). Así mismo, estas especies se mencionan como las más abundantes (WCS, 2015).

Grafica 91. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación IB3 del transepto altitudinal de Ibagué, Tolima. 4. *Baccharis latifolia*; 12. *Castilleja fissifolia*; 16. *Cortaderia nitida*; 17. *Diplostephium alveolatum*; 32. *Greigia* sp.; 40. *Hypericum laricifolium*; 60. *Polylepis sericea*; 63. *Rhynchospora caucana*; 69. *Tibouchina grossa*; y 72. *Weinmannia mariquitae*.

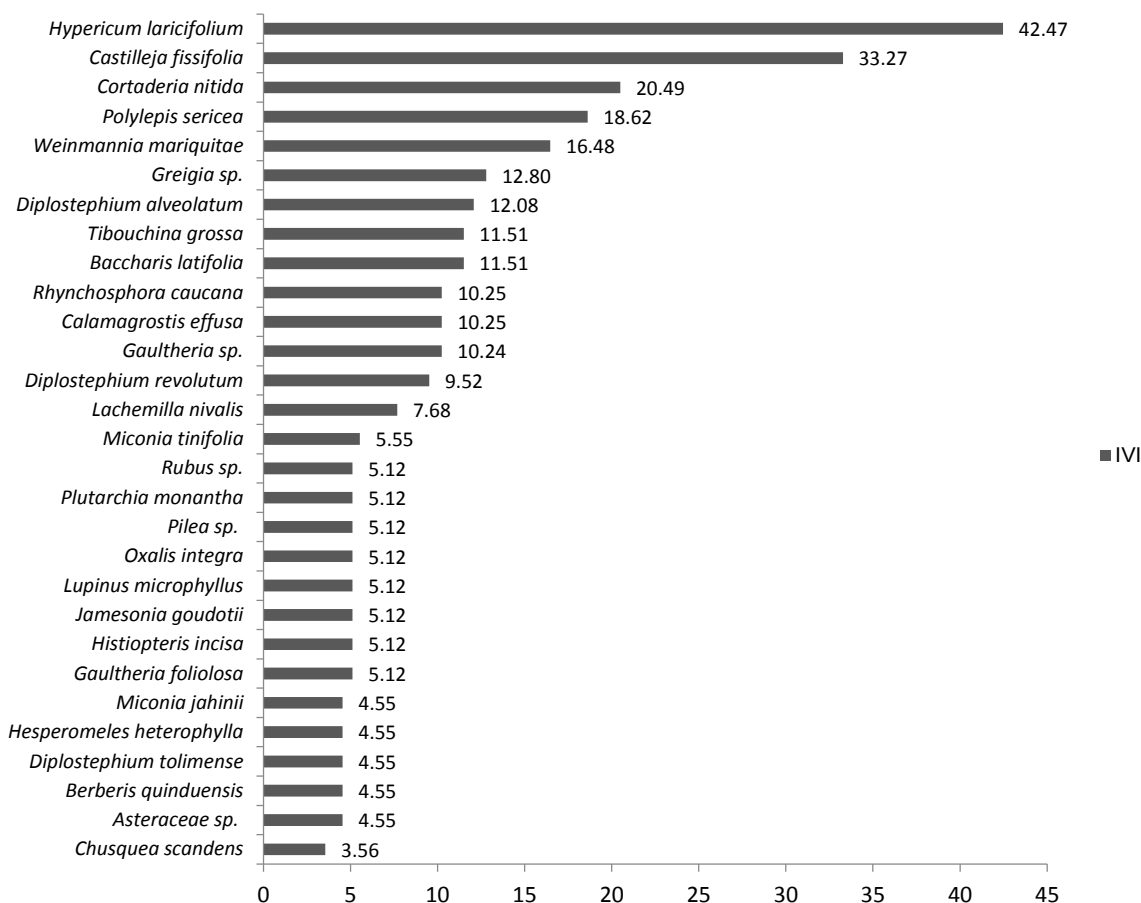


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Estación IB2 (3828 m): Ubicada en un hábitat descrito como herbazal, entre bosque alto andino y páramo. La comunidad vegetal presenta dos estratos; un estrato arbustivo con elementos de 3,4 m de altura en promedio, que cubren el 3% del área de muestreo, y un estrato herbáceo con 83,3% de cobertura, en un terreno con cuatro grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 140°. Se registraron 22 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 139 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Hypericaceae, Asteraceae y Poaceae, como *Hypericum laricifolium*, *Espeletia hartwegiana*, *Calamagrostis effusa* y *Chusquea scandens*. Las abundancias menores se registraron en especies de las familias Alstroemeriaceae, Asteraceae, Melastomataceae Rosaceae y Rubiaceae, como *Bomarea linifolia*, *Diplostephium alveolatum*, *Gynoxys lehemanii*, *Brachyotum lindenii*, *Lachemilla nivalis*, *Lachemilla orbiculata*, *Nertera granadensis* y *Galium hipocarpium* (WCS, 2015). En la Grafica 95 se presenta el perfil de la vegetación.

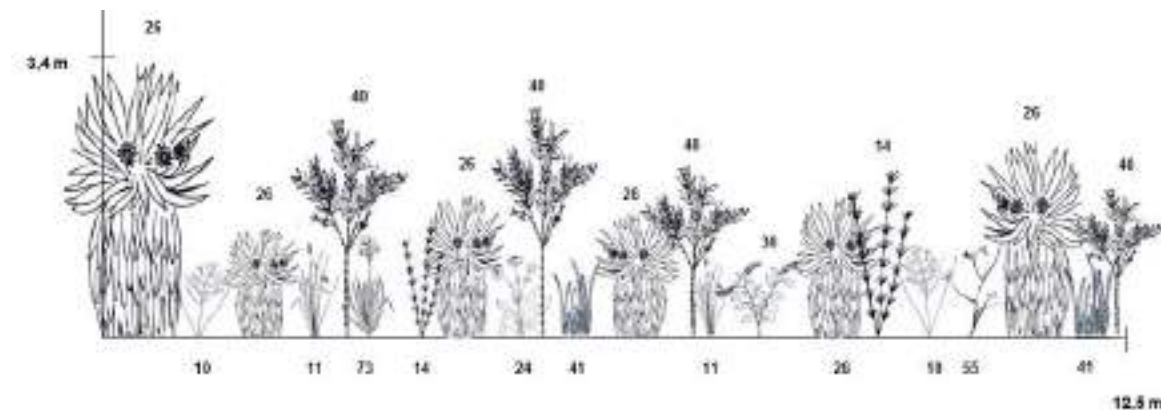
De acuerdo con el análisis realizado por WCS (2015), se evidencia que *Hypericum laricifolium* (Hypericaceae) y *Espeletia hartwegiana* (Asteraceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (63,89%; y 49,07% respectivamente) (Grafica 96). Estas especies se mencionan como las más abundantes. Así mismo, son especies dominantes dado su alto valor de importancia y de cobertura.

Grafica 92. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación IB3 del transepto altitudinal de Ibagué (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



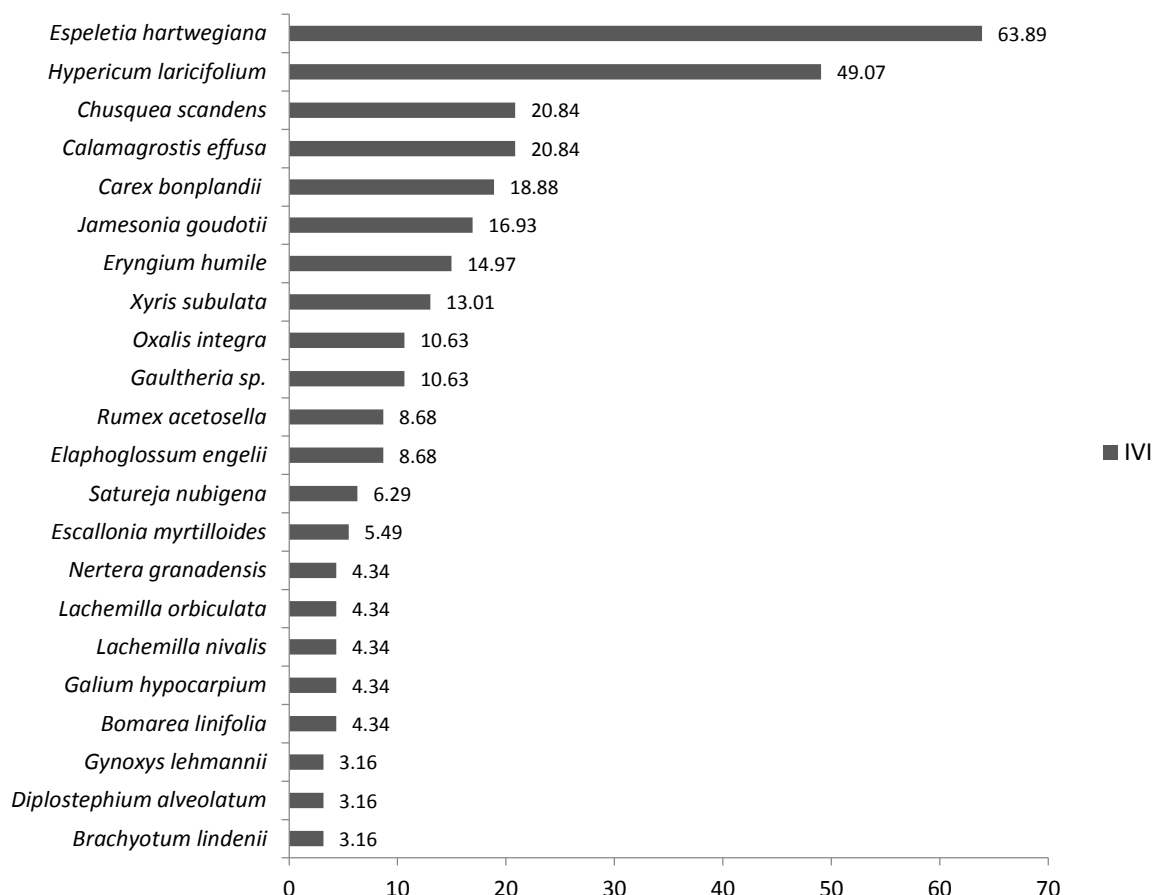
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Grafica 93. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación IB2 del transepto altitudinal de Ibagué, Tolima. 10. *Calamagrostis effusa*; 11. *Carex bonplandii*; 14. *Chusquea scandens*; 24. *Eryngium humile*; 26. *Espeletia hartwegiana*; 30. *Gaultheria sp.*; 40. *Hypericum laricifolium*; 41. *Jamesonia goudotii*; 55. *Oxalis integra*; y 73. *Xyris subulata*.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Grafica 94. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación IB2 del transepto altitudinal de Ibagué (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



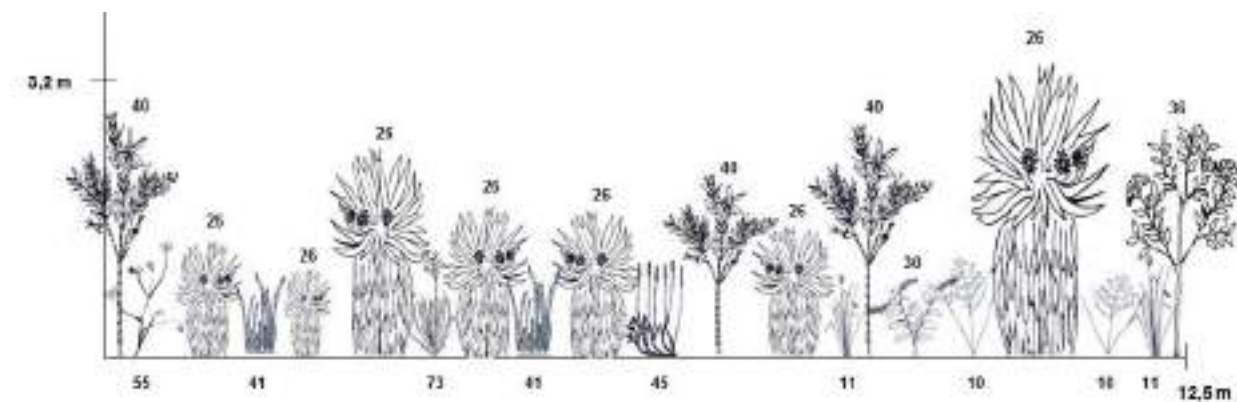
Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Estación IB1 (3896 m): Ubicada en un hábitat descrito como páramo. La comunidad vegetal presenta dos estratos; un estrato arbustivo con elementos de 3,2 m de altura promedio, que cubren el 2,3% del área de muestreo y el estrato herbáceo, con una cobertura del 81,6%, en un terreno con 12 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 130°. Se registraron 18 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 112 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Asteraceae, Hypericaceae, Poaceae y Cyperaceae, como *Espeletia hartwegiana*, *Hypericum laricifolium*, *Calamagrostis effusa* y *Carex bonplandii*. Las abundancias menores se registraron en especies de las familias Apiaceae, Orobanchaceae, Polygalaceae, Oxalidaceae, Rosaceae y Xyridaceae como *Eryngium humile*, *Diplostephium alveolatum*, *Diplostephium tolimense*, *Castilleja fissifolia*, *Monnina involuta*, *Oxalis integra*, *Lachemilla nivalis* y *Xyris subulata* (WCS, 2015). En la Grafica 97 se presenta el perfil de la vegetación.

Según lo obtenido por WCS (2015) en su estudio de caracterización de la flora y fauna del complejo de páramos Los Nevados, *Espeletia hartwegiana* (Asteraceae), *Hypericum laricifolium* (Hypericaceae), *Calamagrostis effusa* (Poaceae) y *Carex bonplandii* (Cyperaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (112,04%; 31,42%; 25,81% y 25,81% respectivamente) (Grafica 98). Estas especies se mencionan como las mencionan como las

más abundantes. *Espeletia hatwegiana* domina sobre las especies que le siguen en importancia dado su alto valor de importancia y de cobertura.

Grafica 95. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación IB1 del transecto altitudinal de Ibagué, Tolima. 10. *Calamagrostis effusa*; 11. *Carex bonplandii*; 26. *Espeletia hartwegiana*; 30. *Gaultheria* sp.; 36. *Hesperomeles* sp.; 40. *Hypericum laricifolium*; 41. *Jamesonia goudotii*; 45. *Lycopodium clavatum*; 55. *Oxalis integra*; y 73. *Xyris subulata*.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Discusión

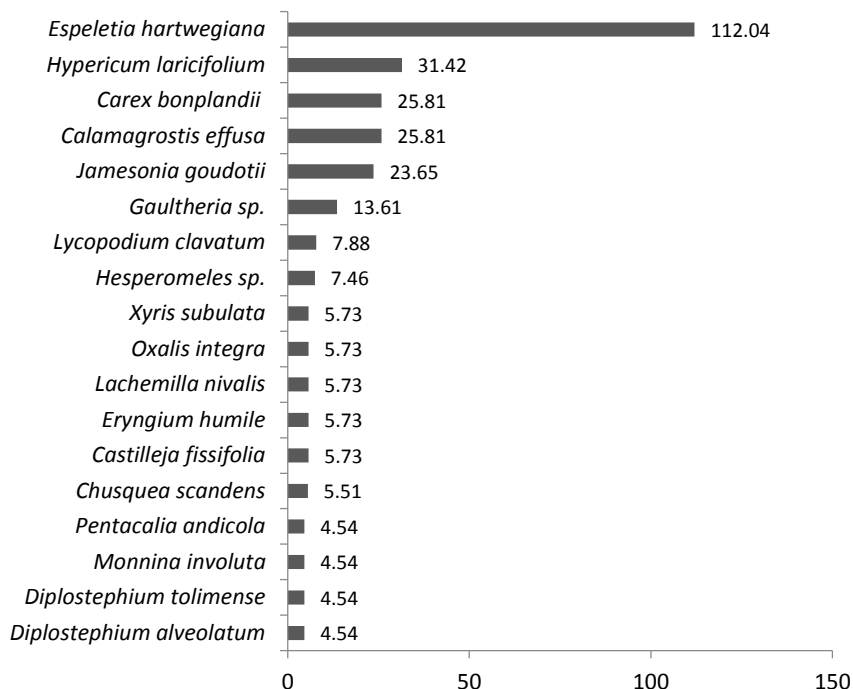
Los resultados obtenidos en la caracterización de la diversidad de coleópteros y arañas epigeas en el transecto altitudinal de Ibagué, referentes a la diversidad alfa, no muestran patrones relacionados con cambios graduales en altura a lo largo del gradiente. De acuerdo con la WCS (2015) es posible afirmar que la información cuantitativa obtenida a partir del estudio de la diversidad de estos dos grupos, no provee elementos que contribuyan a la delimitación de franjas de determinadas coberturas o zonas de vida en el área de interés en el complejo.

Los bajos porcentajes de afinidad entre la artropofauna de las estaciones evidencian la singularidad de este componente de la biota en cada estación y evidencian la importancia de la conservación de las coberturas nativas a través de todo el gradiente, como refugio de una artropofauna poco conocida, pero taxonómica y funcionalmente heterogénea (WCS, 2015).

Con relación al componente vegetal, en el transecto altitudinal de Ibagué pueden diferenciarse dos agrupaciones, teniendo en cuenta lo obtenido en los análisis de agrupamiento de Jaccard y Bray-Curtis. Así, las estaciones IB5 e IB4 se agrupan dado que comparten especies de estrato arbóreo con IVI altos como *Weinmannia mariquitae* y *Oreopanax discolor* y especies de estrato arbustivo como *Miconia tinifolia* que es ecológicamente importante por poseer el valor de IVI más alto en las dos estaciones (IB5: 0,36, e IB4: 0,80). Estas especies son características del bosque altoandino y representan gran parte de la cobertura de las dos (2) estaciones. Se resalta en la estación IB3 la presencia de *Polylepis sericea*. En el presente estudio, el transecto Ibagué es el único donde se reporta la presencia de esta especie. Cleef y colaboradores (1983; Citados por WCS, 2015) describen los bosque enanos de *Polylepis sericea* que hacen parte de la vegetación azonal en el PNN Los Nevados. Generalmente, *Polylepis sericea* se presenta en sitios protegidos con un clima local favorable. En la estación IB3, todavía pueden apreciarse individuos de *Weinmannia mariquitae*, especie propia del bosque altoandino; así como también se observa la presencia de

individuos de especies del páramo propiamente dicho como *Castilleja fissifolia*, *Baccharis latifolia* e *Hypericum laricifolium*.

Gráfica 4. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación IB1 del transecto altitudinal de Ibagué (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Las estaciones IB2 e IB1 representan el ecosistema de páramo. En estas estaciones, las especies con alto valor ecológico dados sus valores altos de IVI son *Espeletia hatwegiana* e *Hypericum laricifolium*. También pueden encontrarse pajonales de *Calamagrostis effusa* y herbazales de *Jamesonia goudotii*, *Carex bonplandii*, *Eryngium humile* y *Xyris subulata*, especies reportadas como elementos de importancia en el páramo propiamente dicho (Cleef *et al.* 1983; Citados por WCS, 2015).

Finalmente, se puede concluir que en este transecto no es posible establecer una franja de zona de transición entre Bosque altoandino y Páramo, dado que algunas especies de Bosque altoandino pueden encontrarse casi en los límites con el páramo; y las especies que podrían representar una zona de transición no forman una franja continua que pueda diferenciarse de los ecosistemas en cuestión.

19.3.6 Transecto Santa Isabel (SI)

El transecto establecido en la vereda Totarito, del municipio de Santa Isabel, sobre la vertiente Oriental de la cordillera Central, con coordenadas 4°43'29,17"N, 75°15'10,2"O y 4°43'41,74"N, 75°19'5,09"O, comprende un rango altitudinal que va desde los 3567 m (estación SI5) a los 3955 m (estación SI1).

- Artrópodos Epigeos: Coleópteros

a) Composición y estructura de las comunidades

Se colectaron en total 95 individuos, representantes de ocho familias y 18 morfoespecies (Tabla 226). Sobresale Curculionidae como la familia más diversa en el transecto con cuatro morfoespecies, seguida de Chrysomelidae y Staphylinidae, cada una con tres representantes (WCS, 2015).

Tabla 226. Listado de morfoespecies de coleópteros epigeos colectados en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.

Taxa	IB5 3607 m	IB4 3684 m	IB3 3754 m	IB2 3828 m	IB1 3896 m	Total Transecto
Carabidae						
Carabidae sp.2	4	0	3	0	0	7
Carabidae sp.3	1	0	0	0	0	1
Carabidae sp.6	0	1	2	0	0	3
Carabidae sp.7	0	0	0	0	1	1
Ptiliidae						
Ptiliidae sp.1	2	0	0	0	0	2
Staphylinidae						
Staphylininae sp.2	0	1	0	0	0	1
Staphylininae sp.3	1	0	0	0	0	1
Staphylinidae sp.4	2	0	6	2	0	10
Staphylinidae sp.10	0	1	0	0	0	1
Staphylinidae sp.20	1	0	0	0	0	1
Staphylinidae sp.22	1	0	0	0	0	1
Pselaphinae sp.3	1	1	0	0	1	3
Pselaphinae sp.6	1	0	0	0	0	1
Elateridae						
Elateridae sp.1	0	0	1	0	0	1
Lycidae						
Lycidae sp.1	0	0	2	0	0	2
Dermestidae						
Dermestinae sp.1	0	0	0	0	3	3
Nitidulidae						
Nitidulidae sp.1	0	0	1	0	0	1
Nitidulidae sp.3	2	0	0	0	0	2
Chrysomelidae						
Alticinae sp.1	0	10	1	0	0	11
Alticinae sp.5	1	0	1	0	0	2
Alticinae sp.16	0	0	0	0	1	1
Chrysomelidae sp.16	0	1	0	4	0	5
Chrysomelidae sp.22	0	0	0	1	0	1
Curculionidae						
Curculionidae sp.1	4	0	1	0	0	5
Curculionidae sp.4	0	0	1	0	0	1
Curculionidae sp.5	0	0	1	0	0	1
Entiminae sp.5	0	0	0	4	0	4
Total	21	15	20	11	6	73

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En la estación SI1, dispuesta en el límite superior del transecto, se registró la mayor riqueza, mientras que en las estaciones ubicadas a elevaciones más bajas la riqueza no presentó mucha variación, siendo SI3 la de menor valor (Tabla 227). El número de morfoespecies únicas o exclusivas fue bajo en general, exceptuando la estación SI1, en la cual se registró el número máximo (seismorfoespecies). En las estaciones SI5 y SI3 no se registraron morfoespecies exclusivas (WCS, 2015).

Tabla 227. Riqueza, abundancia, morfoespecies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa de coleópteros epigeos en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.

	SI5	SI4	SI3	SI2	SI1
	3567 m	3648 m	3703 m	3830 m	3955 m
Riqueza	5	5	4	7	11
Abundancia	45	12	7	8	23
Morfoespecies únicas	0	2	0	1	6
Riqueza relativa	0,28	0,28	0,22	0,39	0,61
Abundancia relativa	0,47	0,13	0,07	0,08	0,24

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Según los análisis realizados por WCS (2015) el índice de diversidad de Shannon varió desde 0,57 para la estación SI5, hasta 2,02 para SI1 (Tabla 228). La diversidad de orden uno ($q = 1$) mostró esta misma tendencia, mientras que la medida de diversidad de orden dos ($q = 2$) registró el valor más alto en la estación SI2, seguida de SI1, SI3, SI4 y SI5. En general, los cambios en las cifras no revelan una relación con cambios en altura a través del gradiente.

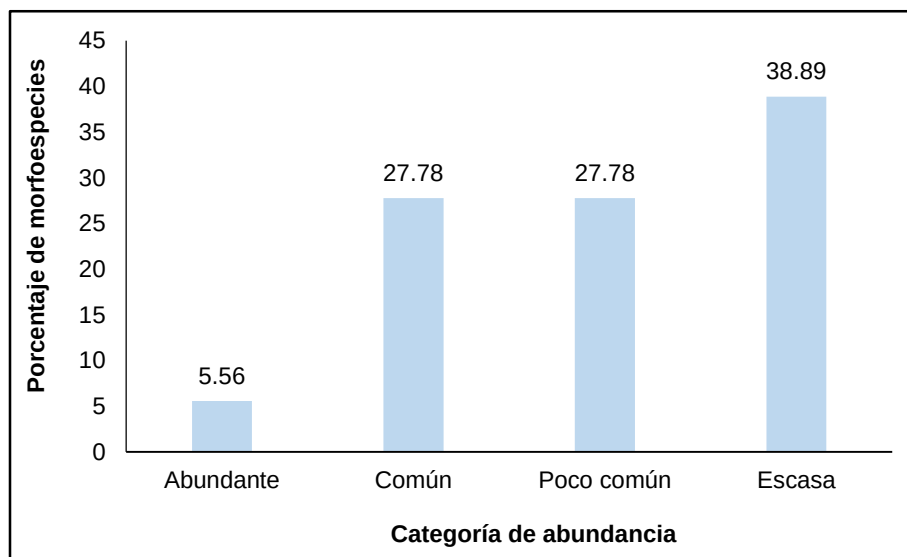
Tabla 228. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades de coleópteros epigeos en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.

	SI5	SI4	SI3	SI2	SI1	Transecto
	3567 m	3648 m	3703 m	3830 m	3955 m	
Riqueza ($q = 0$)	5	5	4	7	11	18
Abundancia	45	12	7	8	23	95
Equidad (Shannon)	0,57	1,35	1,27	1,9	2,01	1,97
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	1,76	3,88	3,58	6,72	7,5	7,17
Inverso del índice de Simpson	1,32	3,13	3,26	6,39	5,45	3,6

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En la distribución de morfoespecies por categorías de abundancia en el transecto altitudinal de Santa Isabel, el 5,56% se catalogaron como abundantes, el 27,78% como morfoespecies comunes, el 27,78% como poco comunes y el 38,89% como escasas (WCS, 2015) (Grafica 99, Tabla 229).

Grafica 96. Porcentaje de morfoespecies de coleópteros por categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Santa Isabel.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 229. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de coleópteros colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.

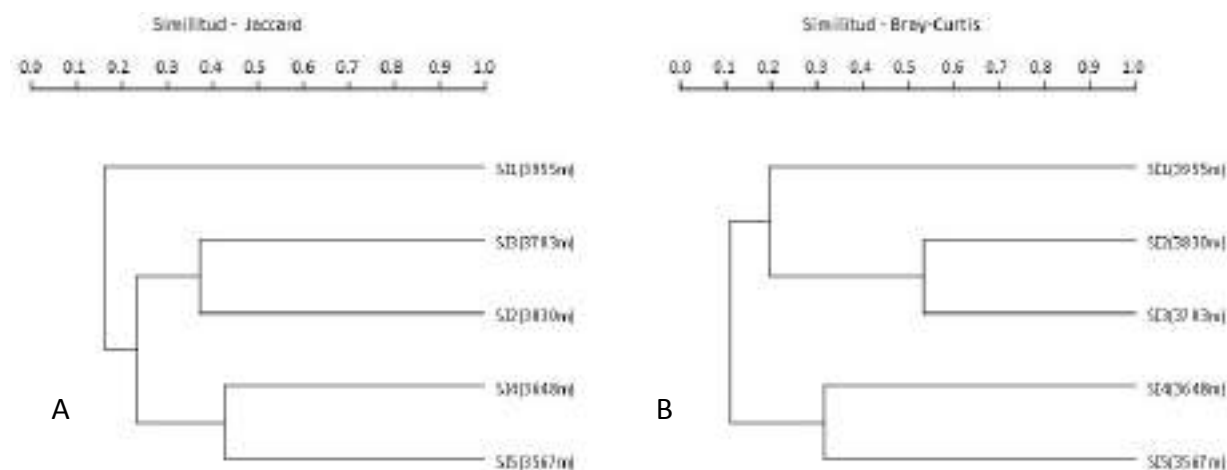
Morfoespecie	IAR por estación					IAR general	Categoría
	SI5	SI4	SI3	SI2	SI1		
	3567 m	3648 m	3703 m	3830 m	3955 m		
Staphylinidae sp.4	86,67	50	14,29	12,5	4,35	50,53	Abundante
Alticinae sp.1	0	0	0	12,5	26,09	7,37	Común
Elateridae sp.1	0	0	0	0	30,43	7,37	Común
Carabidae sp.2	4,44	0	28,57	0	4,35	5,26	Común
Alticinae sp.8	0	0	42,86	25	0	5,26	Común
Dermestinae sp.1	4,44	16,67	0	0	0	4,21	Común
Ptilodactylidae sp.1	0	0	14,29	12,5	4,35	3,16	Poco común
Staphylininae sp.2	2,22	8,33	0	12,5	0	3,16	Poco común
Curculionidae sp.13	2,22	0	0	12,5	0	2,11	Poco común
Elateridae sp.5	0	0	0	0	8,7	2,11	Poco común
Staphylinidae sp.3	0	16,67	0	0	0	2,11	Poco común
Carabidae sp.5	0	0	0	0	4,35	1,05	Escasa
Chrysomelidae sp.1	0	0	0	0	4,35	1,05	Escasa
Curculionidae sp.3	0	0	0	12,5	0	1,05	Escasa
Entiminae sp.3	0	0	0	0	4,35	1,05	Escasa
Scolytinae sp.3	0	0	0	0	4,35	1,05	Escasa
Melolonthinae sp.1	0	0	0	0	4,35	1,05	Escasa
Dynastinae sp.1	0	8,33	0	0	0	1,05	Escasa

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la diversidad Beta

Según el análisis de similitud, realizado por WCS (2015) entre las estaciones altitudinales mediante el índice de Jaccard, permitió distinguir de manera clara dos grupos formados por las estaciones SI4-SI5 y SI2-SI3 y la estación SI1 no se asoció con ninguno de los grupos en particular (Grafica 100 A). Al evaluar la similitud entre las estaciones con el índice de Bray-Curtis se conformaron los mismos grupos que con el índice de Jaccard, pero cambió el valor de los índices siendo de 0.53 para el grupo SI2-SI3 y 0,32 para SI4-SI5. En este caso SI1 se asoció más a SI2-SI3 con valor de 0,20. Las estaciones más diferentes entre sí fueron SI1-SI4 con índice de 0,057 (Grafica 100 B).

Grafica 97. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de coleópteros epigeos en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Arañas

a) Composición y Estructura de las Comunidades

Se colectaron en total 90 individuos, representantes de cinco familias y nueve morfoespecies (Tabla 230). La familia Linyphiidae es la que más aporta a la riqueza en el transecto con cuatro morfoespecies, seguida por Lycosidae con dos morfoespecies; las demás familias solo estuvieron representadas por una morfoespecie. En la Tabla 231 se presentan las cifras de riqueza y abundancia. El número máximo de morfoespecies únicas o exclusivas se registró en las estaciones SI2 y SI3 (dos morfoespecies). En la estación SI1, ubicada en el límite superior del transecto altitudinal no se registraron morfoespecies exclusivas (WCS, 2015).

Tabla 230. Listado de morfoespecies de arañas epigeas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.

Taxa	SI5	SI4	SI3	SI2	SI1	Total
	3567 m	3648 m	3703 m	3830 m	3955 m	Transecto
Linyphiidae						
Linyphiidae sp.15	1	0	0	0	0	1
Linyphiidae sp.21	0	0	1	0	0	1
Linyphiidae sp.22	0	1	0	0	0	1
Linyphiidae sp.23	0	0	0	1	0	1
Lycosidae						
Lycosidae sp.1	1	0	8	10	59	78
Lycosidae sp.2	0	0	1	2	0	3
Amaurobiidae						
Amaurobiidae sp.2	0	0	2	0	0	2
Anyphaenidae						
Anyphaenidae sp.2	0	0	0	1	1	2
Corinnidae						
Corinnidae sp.1	0	0	0	1	0	1
Total	2	1	12	15	60	90

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Tabla 231. Riqueza, abundancia, morfoespecies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa de arañas epigeas en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.

	SI5	SI4	SI3	SI2	SI1
	3567 m	3648 m	3703 m	3830 m	3955 m
Riqueza	2	1	4	5	2
Abundancia	2	1	12	15	60
Morfoespecies únicas	1	1	2	2	0
Riqueza relativa	0,22	0,11	0,44	0,56	0,22
Abundancia relativa	0,02	0,01	0,13	0,17	0,67

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

El índice de equidad de Shannon estimado alcanzó el mayor valor en la estación SI2, seguido de los registrados en las estaciones SI4 y SI5; en la estación SI1 presentó el valor más bajo. La respuesta de las medidas de diversidad de orden uno y dos ($q = 1, 2$) en las cinco estaciones fue la misma (WCS, 2015) (Tabla 232).

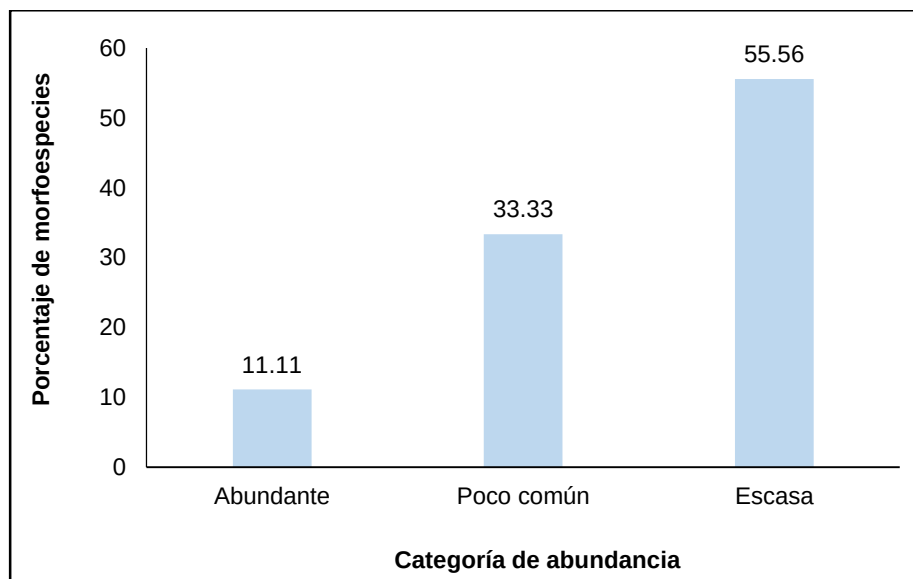
Tabla 232. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para la comunidad de arañas en las estaciones de muestreo en el transecto altitudinal de Santa Isabel.

	SI5	SI4	SI3	SI2	SI1	Total Transecto
	3567 m	3648 m	3703 m	3830 m	3955 m	
Riqueza ($q = 0$)	2	4	2	5	1	20
Abundancia	9	19	7	12	8	90
Equidad (Shannon)	0,69	0,98	0,08	1,08	0	0,65
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	1,99	2,67	1,08	2,94	1	1,92
Inverso del índice de Simpson	2	2,05	1,03	2,1	1	1,32

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

En la distribución de morfoespecies por categorías de abundancia en el transecto, el 33,3% se catalogaron como abundantes, el 33,3% se catalogaron como poco comunes y el 11,1% como escasas; no se registró ninguna morfoespecie como taxa común (WCS, 2015) (Grafica 101, Tabla 233).

Grafica 98. Porcentaje de morfoespecies de arañas epigeas por categoría de abundancia en el transecto altitudinal de Santa Isabel.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la Diversidad Beta

En el dendrograma que se obtuvo a partir del análisis de agrupamiento, utilizando como medida de similitud el índice de Jaccard, las estaciones SI2 y SI1, dispuestas en la parte alta del transecto, se agrupan con el mayor porcentaje de similitud (40%). Este grupo a su vez se agrupa con las estaciones SI5 y SI3, con porcentajes cercanos al 25% y 23%, respectivamente (Grafica 102 A). Al incorporar los datos de abundancia en el análisis, utilizando como medida de similitud el índice de Bray-Curtis, se obtuvo un dendrograma en el cual cambió el orden de las agrupaciones, con las estaciones SI3-SI2 conformando el grupo con mayor afinidad; este grupo posteriormente se asocia

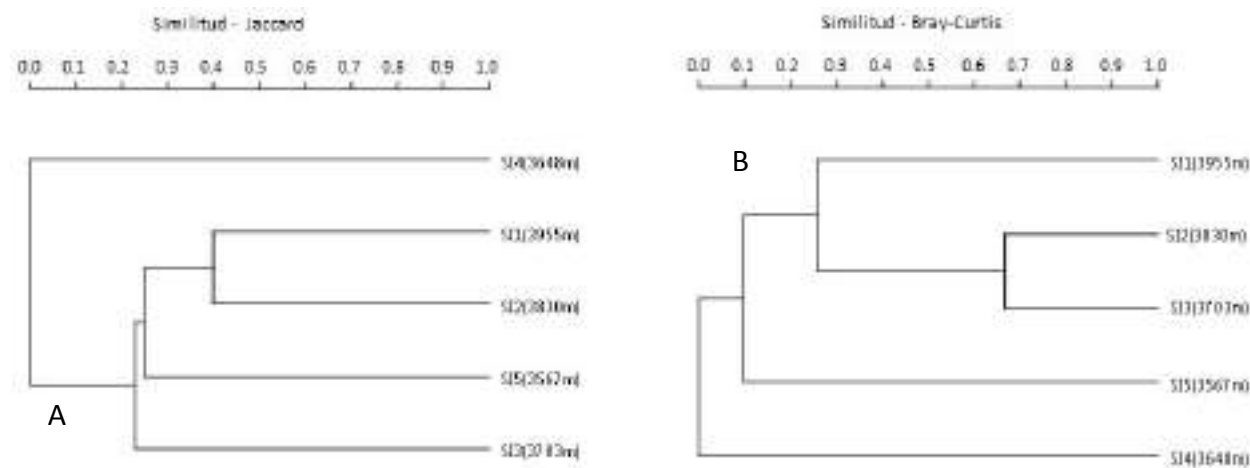
con las estaciones SI1 y SI5 con porcentajes de similitud del 25% y 10%, respectivamente. De nuevo se observa que la aracnofauna de la estación SI4 no presenta ninguna afinidad con la registrada en las estaciones restantes (Grafica 102 B) (WCS, 2015).

Tabla 233. Índice de abundancia relativa y categoría de abundancia de las morfoespecies de arañas colectadas en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.

Morfoespecie	IAR por estación					IAR general	Categoría
	SI5 3567 m	SI4 3648 m	SI3 3703 m	SI2 3830 m	SI1 3955 m		
Lycosidae sp.1	98,33	66,67	66,67	0	50	86,67	Abundante
Lycosidae sp.2	0	13,33	8,33	0	0	3,33	Poco común
Amaurobiidae sp.2	0	0	16,67	0	0	2,22	Poco común
Anyphaenidae sp.2	1,67	6,67	0	0	0	2,22	Poco común
Corinnidae sp.1	0	6,67	0	0	0	1,11	Escasa
Linyphiidae sp.15	0	0	0	0	50	1,11	Escasa
Linyphiidae sp.21	0	0	8,33	0	0	1,11	Escasa
Linyphiidae sp.22	0	0	0	100	0	1,11	Escasa
Linyphiidae sp.23	0	6,67	0	0	0	1,11	Escasa

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Grafica 99. Dendrogramas de similitud de Jaccard y Bray-Curtis para las comunidades de arañas epigeas en las estaciones del transecto altitudinal de Santa Isabel.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

- Plantas

a) Composición y estructura de las comunidades

Se registraron en total 3323 individuos, representantes de 96 especies, 72 géneros, 40 familias y 24 órdenes (Tabla 234). Las familias que contribuyen con más especies al listado son Asteraceae con 17 especies, Orchidaceae y Rosaceae con siete, y Melastomataceae con cinco. Entre las especies

más abundantes a lo largo del transepto sobresalen *Hesperomeles ferruginea* y *Oreopanax glabrifolius*, registradas en las estaciones SI4 y SI5, y *Rumex acetosella* registrada en las estaciones SI2 y SI3 (WCS, 2015).

Tabla 234. Listado sistemático de las plantas registradas en el transepto altitudinal de Santa Isabel, con sus respectivas abundancias por estación y transepto. Se señalan con asterisco las especies exclusivas y su abundancia se resalta en negrita.

Taxa	SI5 3567m	SI4 3648 m	SI3 3703m	SI2 3830m	SI1 3955m	Total Transepto
Apiales						
Araliaceae						
<i>Hydrocotyle humboldtii</i>	1	4	1			6
<i>Oreopanax glabrifolius</i>	10	193				203
<i>Oreopanax incisus</i> *	16					16
<i>Oreopanax tolimanus</i> *	1					1
Asparagales						
Orchidaceae						
<i>Cyrtorchilum</i>		25				25
<i>Elleanthus graminifolius</i> *		10				10
<i>Epidendrum</i> sp.1	2	5				7
<i>Epidendrum</i> sp.2*		2				2
<i>Oncidium cultratum</i> *		8				8
<i>Pachyphyllum crystallinum</i> *		2				2
<i>Pleurothallis coriacardia</i> *		2				2
Asterales						
Asteraceae						
<i>Achyrocline satureioides</i> *				90		90
<i>Ageratina glyptophlebia</i> *				6		6
<i>Baccharis buxifolia</i>			37	3	4	44
<i>Baccharis caldasiana</i> *	18					18
<i>Baccharis genistelloides</i> *				16		16
<i>Baccharis prunifolia</i>	6	15		38		59
<i>Baccharis rupicola</i> *				12		12
<i>Baccharis tricuneata</i> *					20	20
<i>Baccharis vacciniifolia</i> *	2					2
<i>Bidens andicola</i>			3	4		7
<i>Diplostephium alveolatum</i>	3	40		79		122
<i>Diplostephium revolutum</i> *	1					1
<i>Espeletia hartwegiana</i> *					170	170
<i>Hieracium avilae</i>	3		19	51		73
<i>Munnozia</i> sp.	5	1				6
<i>Pentacalia vaccinioides</i> *					4	4
<i>Taraxacum campylodes</i>		1	4	2		7
Canellales						
Winteraceae						
<i>Drimys granadensis</i>	3	10				13

Taxa	SI5	SI4	SI3	SI2	SI1	Total
	3567m	3648 m	3703m	3830m	3955m	Transecto
Caryophyllales						
Caryophyllaceae						
<i>Cerastium sp.1*</i>			7			7
<i>Cerastium sp.2*</i>		2				2
Polygonaceae						
<i>Rumex acetosella</i>			60	134		194
Chloranthales						
Chlorantaceae						
<i>Hedyosmum racemosum</i>	59	121				180
Cucurbitales						
Begoniaceae						
<i>Begonia urticae</i>	9	53				62
Dipsacales						
Adoxaceae						
<i>Viburnum undulatum</i>	8	24				32
Ericales						
Ericaceae						
<i>Gaultheria foliolosa</i>	5	11				16
<i>Gaultheria sp.*</i>	3					3
<i>Pernettya prostrata</i>		1	30	68	4	103
<i>Plutarchia monantha</i>	5	2				7
Escalloniales						
Escalloniaceae						
<i>Escallonia myrtilloides</i>			77	58		135
Fabales						
Polygalaceae						
<i>Monnina involuta*</i>				15		15
Gentianales						
Rubiaceae						
<i>Galium hypocarpium</i>	5	6	5			16
<i>Nertera granadensis</i>	1	4				5
Lamiales						
Lamiaceae						
<i>Clinopodium brownei</i>			6	2		8
<i>Vitex sp.*</i>				10		10
Orobanchaceae						
<i>Bartsia santolinifolia</i>				20	1	21
<i>Castilleja fissifolia</i>			11	20	3	34
Plantaginaceae						
<i>Plantago lanceolata*</i>				2		2

Taxa	SI5	SI4	SI3	SI2	SI1	Total
	3567m	3648 m	3703m	3830m	3955m	Transecto
Scrophulariaceae						
<i>Buddleja incana</i>	12	18				30
Liliales						
Alstroemeriaceae						
<i>Bomarea carderi</i>	4	15				19
<i>Bomarea linifolia</i>	1	8				9
<i>Bomarea patinii</i>		20		6		26
Smilacaceae						
<i>Smilax sp.*</i>	1					1
Lycopodiales						
Lycopodiaceae						
<i>Huperzia crassa*</i>				2		2
<i>Huperzia sp.*</i>					1	1
<i>Lycopodiella cernua*</i>				1		1
<i>Lycopodium clavatum*</i>					6	6
Malpighiales						
Hypericaceae						
<i>Hypericum lancoides</i>			27	64	26	117
<i>Hypericum laricifolium*</i>					35	35
Passifloraceae						
<i>Passiflora mixta*</i>		1				1
Myrtales						
Melastomataceae						
<i>Bucquetia glutinosa*</i>	8					8
<i>Miconia bracteolata</i>	6	3				9
<i>Miconia ligustrina*</i>		1				1
<i>Miconia salicifolia</i>	2	1		2		5
<i>Miconia tinifolia</i>	28	109				137
Onagraceae						
<i>Fuchsia hartwegii</i>	1	22				23
Oxalidales						
Cunoniaceae						
<i>Weinmannia</i>	2					2
<i>Weinmannia tomentosa</i>	8	3				11
Elaeocarpaceae						
<i>Vallea stipularis</i>	52	46				98
Oxalidaceae						
<i>Oxalis integra</i>	1	3	4	22		30

Taxa	SI5	SI4	SI3	SI2	SI1	Total
	3567m	3648 m	3703m	3830m	3955m	Transecto
Piperales						
Piperaceae						
<i>Peperomia verticillata</i> *		1				1
Poales						
Bromeliaceae						
<i>Greigia</i> sp.*		2				2
<i>Tillandsia complanata</i> *		1				1
Cyperaceae						
<i>Carex bonplandii</i> *			8			8
<i>Rhynchospora caucana</i>	4	17				21
Poaceae						
<i>Agrostis breviculmis</i> *				3		3
<i>Calamagrostis effusa</i>		2	8	48	8	66
<i>Chusquea scandens</i> *	53					53
<i>Swallenochloa tessellata</i>		1	5	23	4	33
Xyridaceae						
<i>Xyris subulata</i> *			1			1
Polypodiales						
Dennstaedtiaceae						
<i>Histiopteris incisa</i>	21	134	2	27		184
Dryopteridaceae						
<i>Elaphoglossum engelii</i> *		19				19
<i>Elaphoglossum</i> sp.	8	7				15
Polypodiaceae						
<i>Campyloneurum angustifolium</i>	8	8				16
<i>Polypodium monosorum</i>	6	3				9
Pteridaceae						
<i>Jamesonia pulchra</i> *			1			1
Ranunculales						
Berberidaceae						
<i>Berberis dumaniana</i>	6	27		8		41
Rosales						
Rosaceae						
<i>Acaena elongata</i>	2		14	3		19
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	10	361				371
<i>Hesperomeles lanuginosa</i> *	1					1
<i>Hesperomeles pernettyoides</i> *			12			12
<i>Lachemilla aphanoides</i>			6	2		8
<i>Lachemilla orbiculata</i>		14	8	5		27
<i>Rubus compactus</i> *			28			28
Santalales						
Loranthaceae						
<i>Gaiadendron punctatum</i> *		2				2
Santalaceae						
<i>Dendrophthora clavata</i>	4			1		5
Total general	415	1391	384	847	286	3323

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

La riqueza y abundancia de especies registradas en las estaciones se presentan en la Tabla 235. Las cifras más altas se registraron en las estaciones SI5 (45 especies) y SI4 (51 especies), ubicadas en la parte baja del transecto. En la estación SI1, ubicada en la parte más alta, la riqueza disminuyó considerablemente (13 especies) y se redujo en un 74,5% con relación al máximo valor (WCS, 2015).

Tabla 235. Riqueza, diversidad, abundancia, especies únicas, riqueza relativa y abundancia relativa para cada estación altitudinal de Santa Isabel -Tolima.

	SI5	SI4	SI3	SI2	SI1
	3567 m	3648 m	3703 m	3830 m	3955 m
Riqueza	45	51	25	34	13
Abundancia	415	1391	384	847	286
Especies únicas	11	14	6	10	6
Riqueza relativa	0,27	0,3	0,15	0,2	0,08
Abundancia relativa	0,13	0,42	0,12	0,26	0,09

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Los resultados de los análisis de diversidad (Tabla 236), muestran que la comunidad vegetal de la estación SI5 es la más diversa y equitativa, mientras que la menos diversa y equitativa es la estación SI1, ubicada en el límite superior del transecto (WCS, 2015).

Tabla 236. Diversidad de orden $q = 0, 1$ y 2 e índice de equidad para las comunidades en las estaciones de muestreo y el transecto altitudinal.

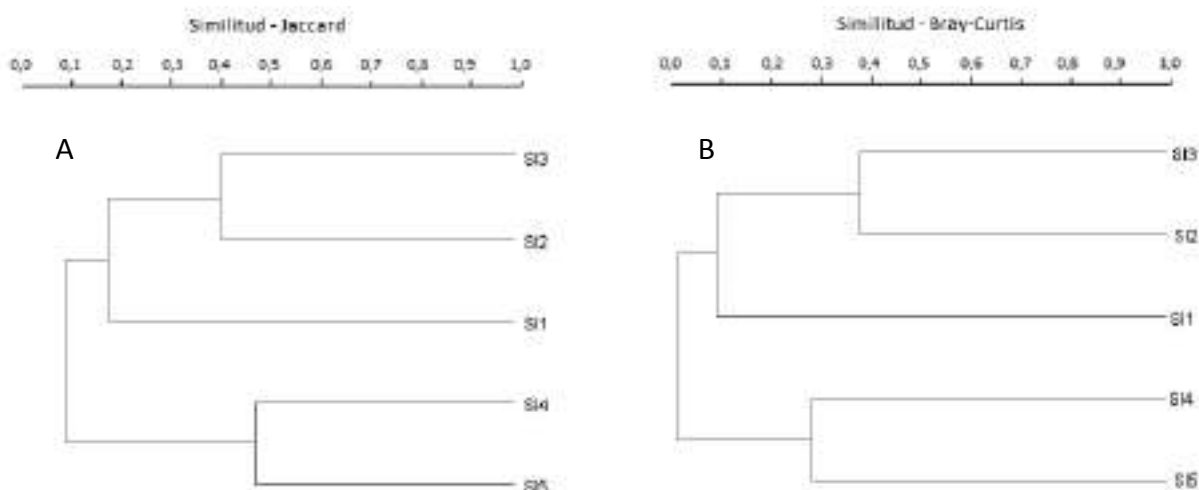
	SI 5	SI 4	SI 3	SI 2	SI 1	Total Transecto
	3567 m	3648 m	3703 m	3830 m	3955 m	
Riqueza ($q = 0$)	45	51	25	34	13	96
Equidad(Shannon)	3,14	2,74	2,66	2,87	1,48	3,67
Exponencial de Shannon ($q = 1$)	22,99	15,43	14,28	17,72	4,38	39,1
Inverso del índice de Simpson ($q = 2$)	14,47	8,65	10,14	13,23	2,61	24,82

Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

b) Análisis de la diversidad Beta

En el dendrograma resultante del análisis de agrupamiento, utilizando como medida de similitud el índice de Jaccard (Grafica 103 A), se observan inicialmente dos agrupaciones. La primera conformada por las estaciones SI5 y SI4, ubicadas en la parte baja del transecto, con un porcentaje de similitud de 47,69%. La segunda conformada por las estaciones SI3, SI2 y SI1, ubicadas a mayor altura, en zonas de arbustales (SI3 y SI2) y en páramo (SI1), con un porcentaje de similitud del 18,75%. Según WCS (2015) es posible afirmar que estas agrupaciones, basadas en la afinidad y abundancia de la flora registrada en las cinco estaciones, son congruentes con el tipo de hábitat y su proximidad o disposición en el transecto, según la altura. Las asociaciones observadas en el dendrograma basado en el índice de Jaccard, se mantienen en el dendrograma basado en el índice de Bray-Curtis (Grafica 103 B).

Grafica 100. Dendrograma de similitud de Jaccard para la flora de las estaciones del transepto altitudinal de Santa Isabel, Tolima.

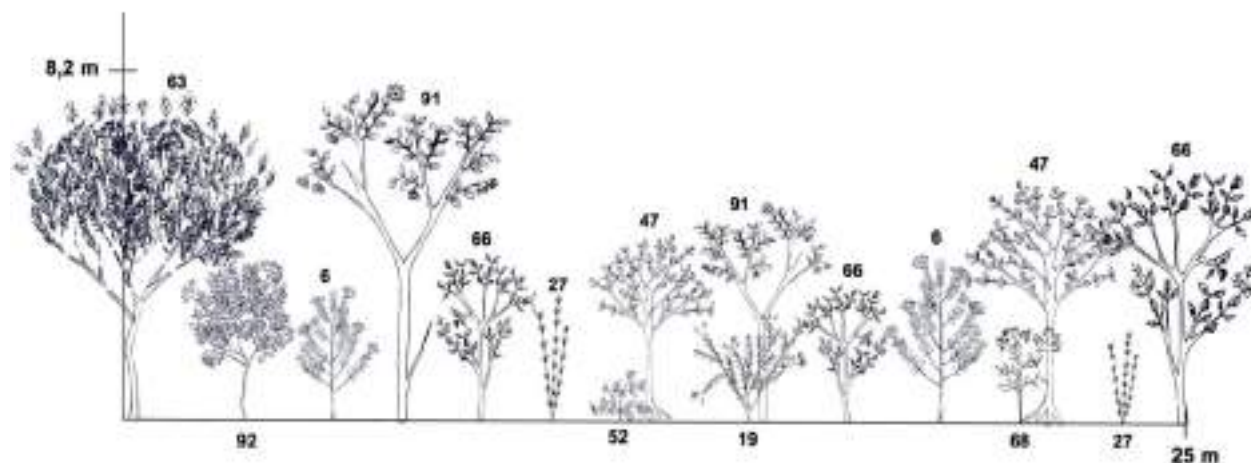


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

c) Resultados y análisis dasométrico por estación

Estación SI5 (3567 m): Ubicada en un hábitat descrito como bosque alto andino, la comunidad vegetal presenta tres estratos; un estrato arbóreo con dosel a 8,2 m de altura y cobertura del 4,0% del área de muestreo; un estrato arbustivo con elementos de 3,4 m de altura promedio y una cobertura del 90%; y un estrato herbáceo con 10% de cobertura, en un terreno con 36 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 240°. Se registraron 45 especies en un área de muestreo de 300 m² y un total de 415 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Chloranthaceae, Poaceae y Elaeocarpaceae, como *Hedyosmum racemosum*, *Chusquea scandens* y *Vallea stipularis*. Las menores abundancias se registraron en especies de las familias Alstroemericeae, Araliaceae, Asteraceae, Onagraceae, Oxalidaceae, Rosaceae, Rubiaceae y Smilacaceae como *Bomarea linifolia*, *Hydrocotyle humboldtii*, *Oreopanax tolimanus*, *Diplostephium revolutum*, *Fuchsia hartwegii*, *Oxalis integra*, *Hesperomeles lanuginosa*, *Nertera granadensis* y *Smilax* sp. (WCS, 2015). En la Grafica 104 se presenta el perfil de la vegetación.

Grafica 101. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación SI5 del transepto altitudinal de Santa Isabel, Tolima. 6. *Baccharis caldasiana*; 19. *Bucquetia glutinosa*; 27. *Chusquea scandens*; 47. *Hedyosmum racemosum*; 52. *Histiopteris incisa*; 63. *Miconia bracteolata*; 66. *Miconia tinifolia*; 68. *Munnozia* sp.; 91. *Vallea stipularis*; y 92. *Viburnum undulatum*.

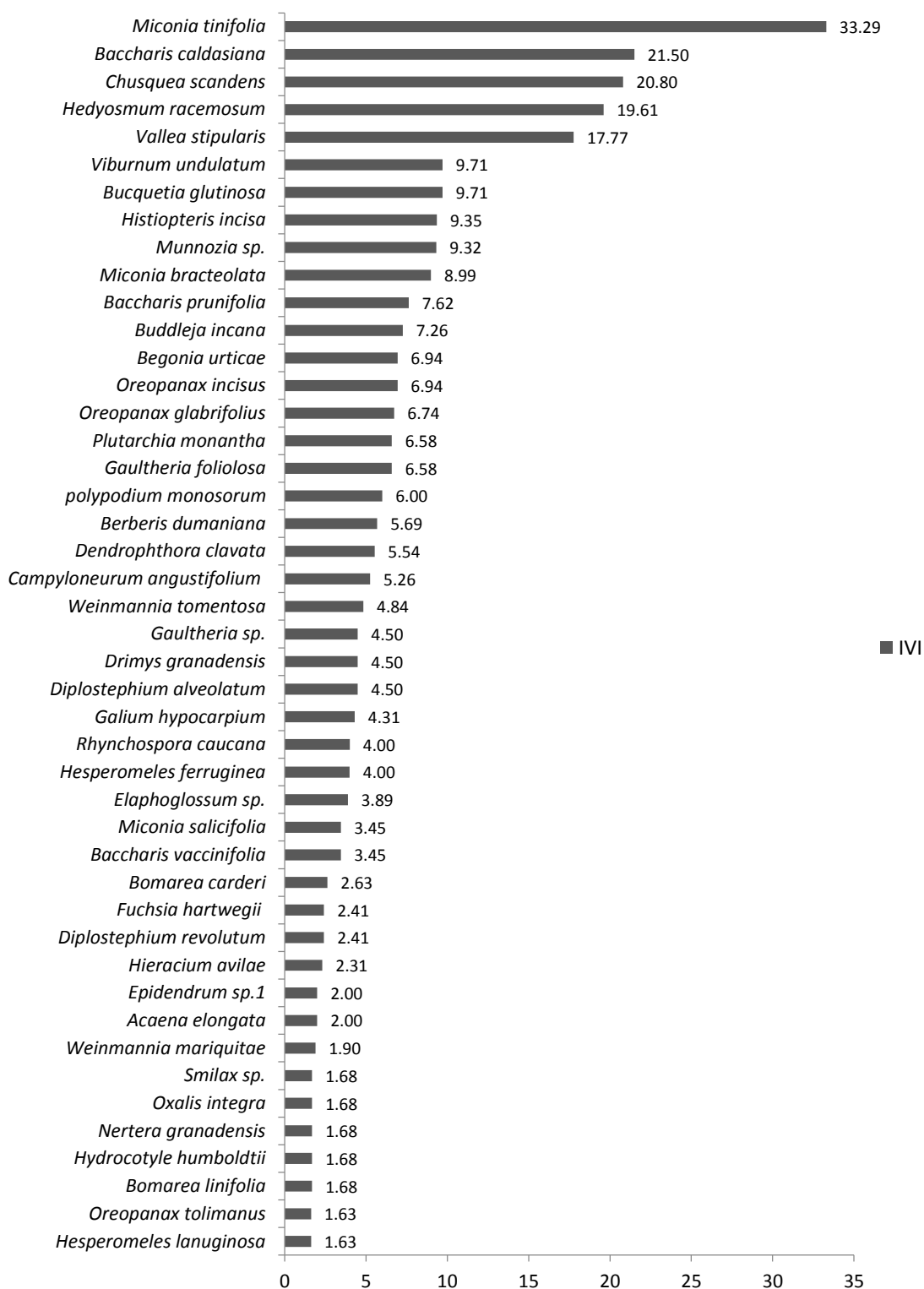


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo a los análisis de la WCS (2015) *Miconia tinifolia* (Melastomataceae), *Baccharis caldasiana* (Asteraceae) y *Chusquea scandens* (Poaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (33,29%; 21,50% y 20,80% respectivamente) (Grafica 105). Aunque *Miconia tinifolia* y *Baccharis caldasiana* no son especies con abundancia significativa, su valor de importancia se debe a sus porcentajes de cobertura alto.

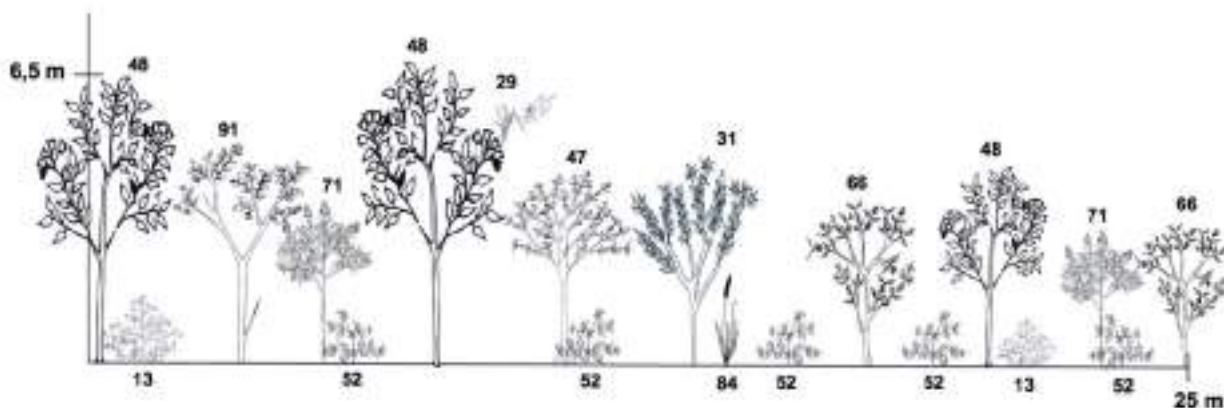
Estación SI4 (3648 m): Ubicada en un hábitat descrito como bosque alto andino, la comunidad vegetal presenta tres estratos; un estrato arbóreo con dosel a 6,5 m de altura y una cobertura del 7,0 % del área de muestreo; un estrato arbustivo, con elementos de 3,6 m de altura promedio y una cobertura del 20%; y un estrato herbáceo con 90% de cobertura, en un terreno con 32,6 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 233°. Se registraron 51 especies en un área de muestreo de 300 m² y un total de 1391 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Rosaceae, Araliaceae, Dennstaedtiaceae y Chloranthaceae como *Hesperomeles ferruginea*, *Oreopanax glabrifolius*, *Histiopteris incisa* y *Hedyosmum racemosum*. Las abundancias menores se registraron en especies de las familias Asteraceae, Bromeliaceae, Ericaceae, Melastomataceae, Passifloraceae, Piperaceae y Poaceae como *Munnozia* sp., *Taraxacum campylodes*, *Tillandsia complanata*, *Pernettya prostata*, *Miconia ligustrina*, *Miconia salicifolia*, *Passiflora mixta*, *Peperomia verticillata* y *Swallenochloa tessellata* (WCS, 2015). En la Grafica 106 se presenta el perfil de la vegetación.

Grafica 102. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación SI5 del transepto altitudinal de Santa Isabel (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Grafica 103. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación SI4 del transepto altitudinal de Santa Isabel, Tolima. 13. *Begonia urticae*; 29. *Cyrtochilum auropurpureum*; 31. *Diplostephium alveolatum*; 47. *Hedyosmum racemosum*; 48. *Hesperomeles ferruginea*; 52. *Histiopteris incisa*; 66. *Miconia tinifolia*; 71. *Oreopanax glabrifolius*; 84. *Rhynchospora caucana* y 91. *Vallea stipularis*.

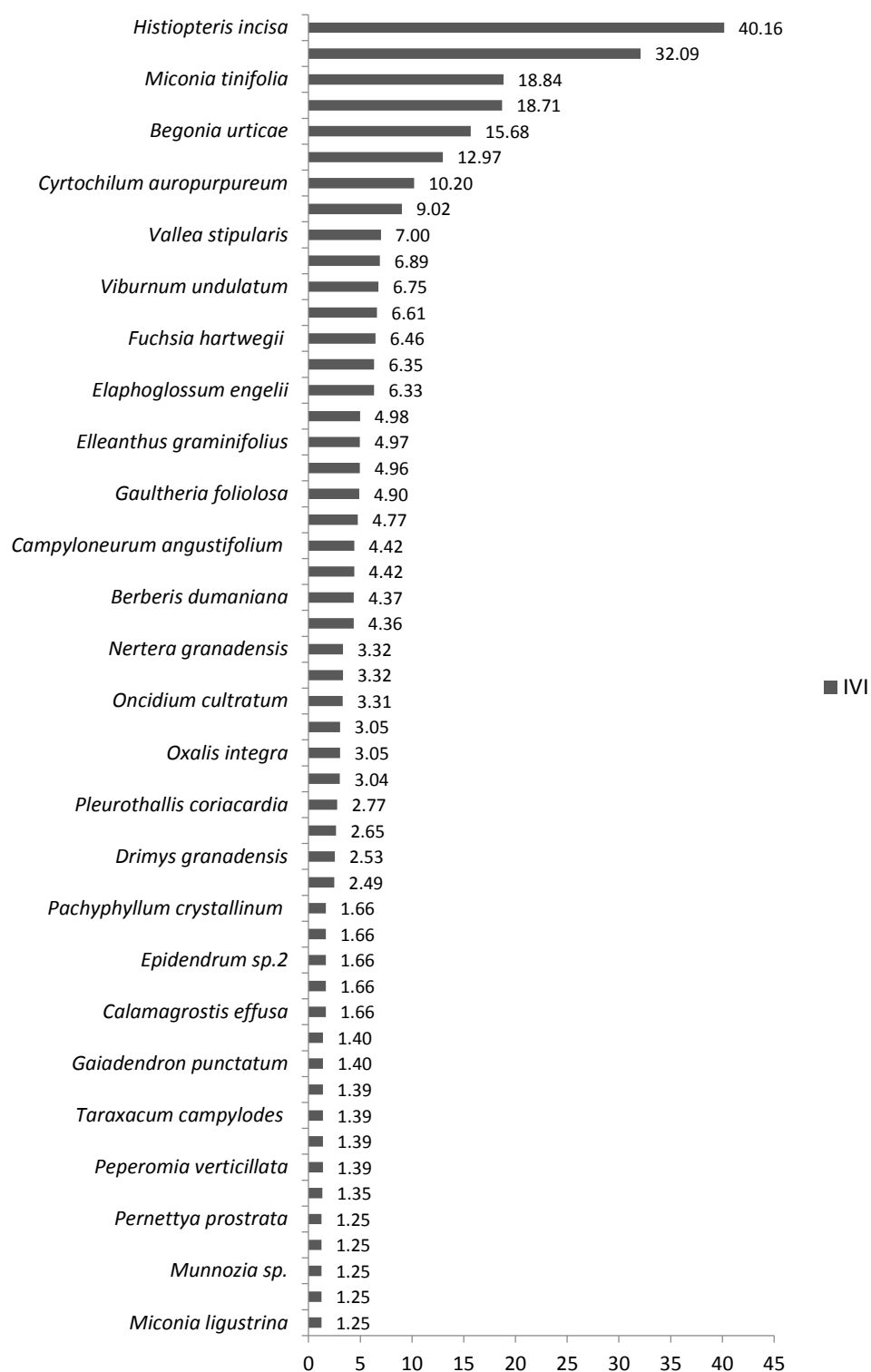


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo con los análisis realizados por WCS (2015), se puede inferir que *Histiopters incisa* (Dennstaedtiaceae) y *Hesperomeles ferruginea* (Rosaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (40,16% y 32,09% respectivamente) (Grafica 107). Estas especies se mencionan como unas de las más abundantes en la estación SI4.

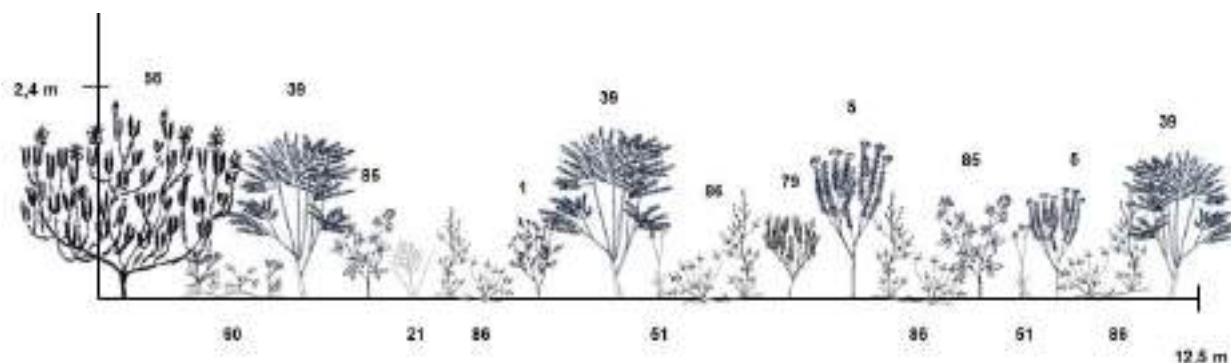
Estación SI3 (3703 m): Ubicada en un hábitat descrito como arbustal, entre bosque alto andino y páramo, la comunidad vegetal presenta dos estratos; un estrato arbustivo con elementos de 2,4 m de altura en promedio y una cobertura del 10% del área de muestreo y un estrato herbáceo con 90% de cobertura, en un terreno con 19 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 12°. Se registraron 25 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 384 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Escalloniaceae, Polygonaceae, Asteraceae y Ericaceae, como *Escallonia myrtilloides*, *Rumex acetosella*, *Baccharis buxifolia* y *Pernettya prostrata*. Las abundancias menores se registraron en especies de las familias Araliaceae, Pteridaceae y Xyridaceae, como *Hydrocotyle humboldtii*, *Jamesonia pulchra* y *Xyris subulata* (WCS, 2015). En la Grafica 108 se presenta el perfil de la vegetación.

Grafica 104. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación SI4 del transecto altitudinal de Santa Isabel (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Grafica 105. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación SI3 del transepto altitudinal de Santa Isabel, Tolima. 1. *Acaena elongata*; 5. *Baccharis buxifolia*; 21. *Calamagrostis effusa*; 39. *Escallonia myrtilloides*; 51. *Hieracium avilae*; 56. *Hypericum lancioides*; 60. *Lachemilla orbiculata*; 79. *Pernettya prostrata*; 85. *Rubus compactus*; y 86. *Rumex acetosella*.

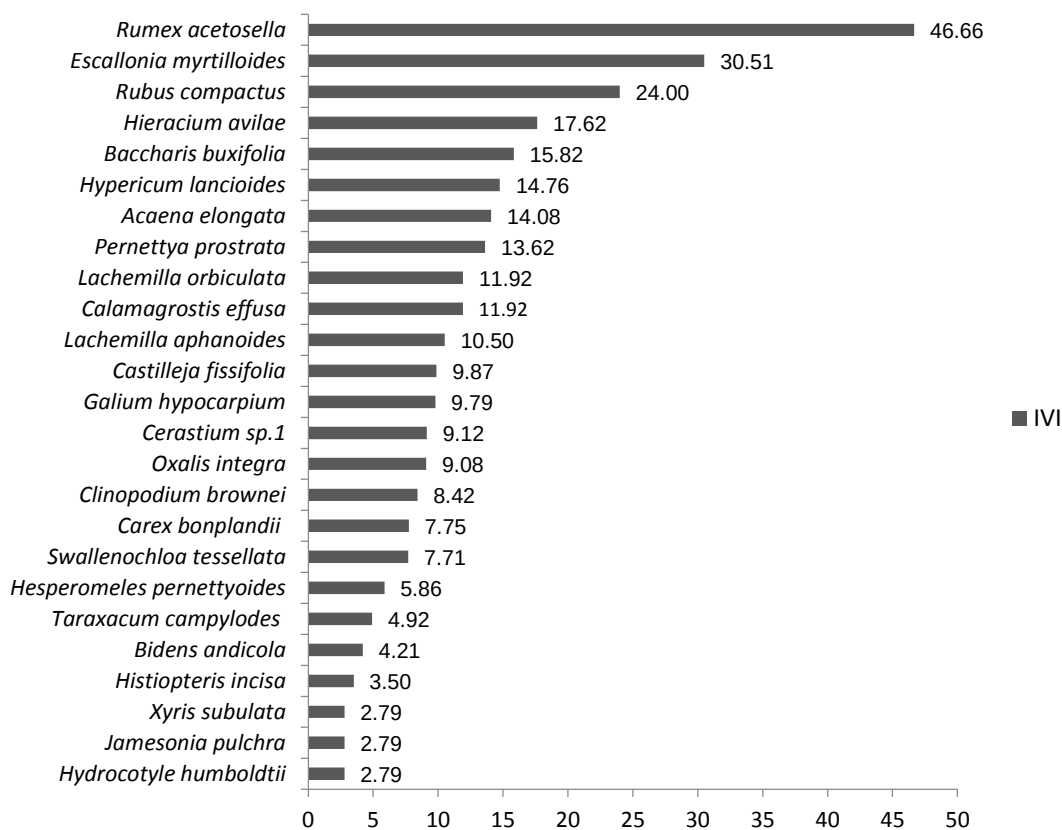


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

De acuerdo con los análisis realizados por WCS (2015) *Rumex acetosella* (Polygonaceae) y *Escallonia myrtilloides* (Escalloniaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (46,66% y 30,51% respectivamente) (Grafica 109). Estas especies se mencionan como unas de las más abundantes en la estación SI3.

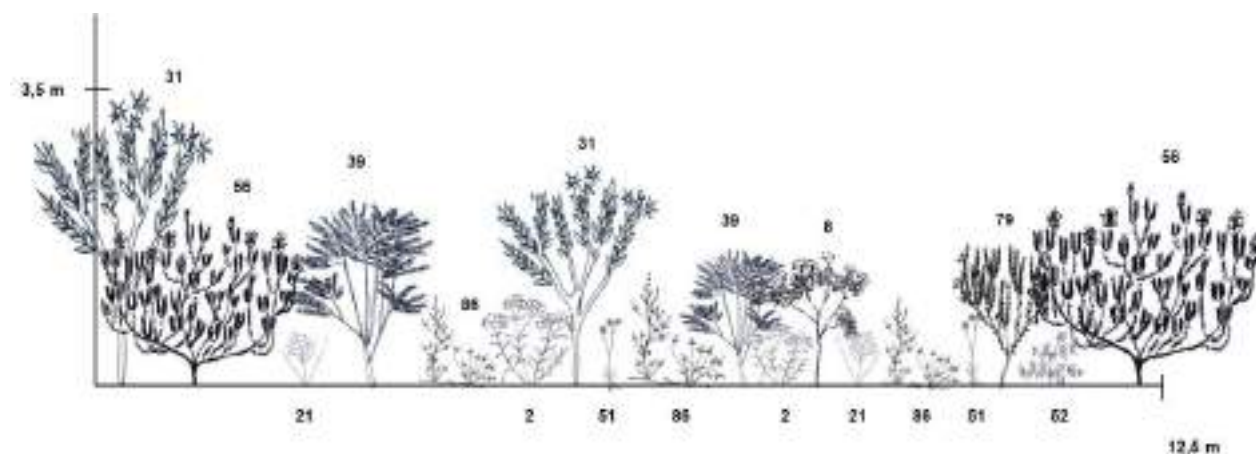
Estación SI2 (3830 m): Ubicada en un hábitat descrito como arbustal, entre bosque alto andino y páramo, la comunidad vegetal presenta dos estratos; un estrato arbustivo con elementos de 3,5 m de altura en promedio y una cobertura del 80% del área de muestreo y un estrato herbáceo con 100% de cobertura, en un terreno con 32 grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 180°. Se registraron 34 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 847 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Polygonaceae, Poaceae y Asteraceae, como *Rumex asetocela*, *Achyrocline satuireioides* y *Diplostephium alveolatum*. Las abundancias menores se registraron en especies de las familias Lycopodiaceae y Santalaceae, como *Dendrophthora clavata* y *Lycopodiella cernua* (WCS, 2015). En la Grafica 110 se presenta el perfil de la vegetación.

Grafica 106. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación SI3 del transepto altitudinal de Santa Isabel (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Grafica 107. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación SI2 del transepto altitudinal de Santa Isabel, Tolima. 2. *Achyrocline satureioides*; 8. *Baccharis prunifolia*; 21. *Calamagrostis effusa*; 31. *Diplostephium alveolatum*; 39. *Escallonia myrtilloides*; 51. *Hieracium avilae*; 52. *Histiopteris incisa*; 56. *Hypericum lancioides*; 79. *Pernettya prostrata* y 86. *Rumex acetosella*.

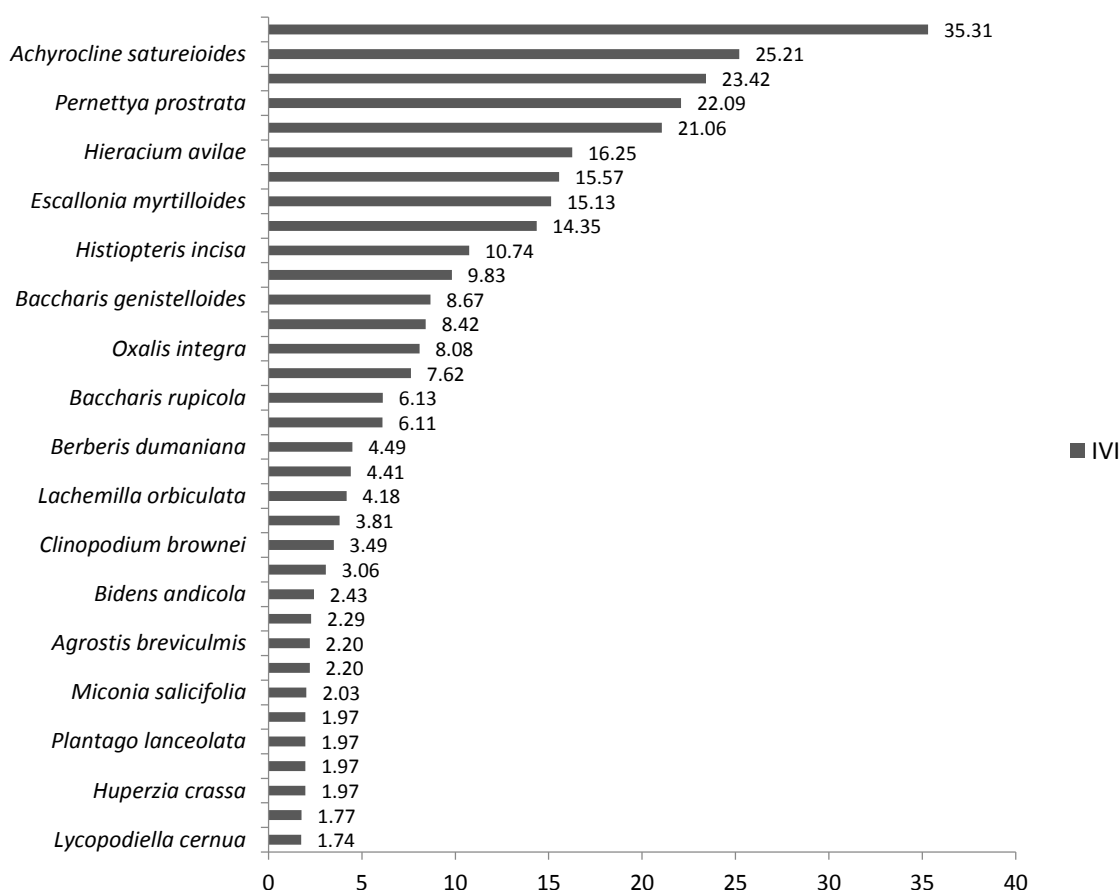


Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Según WCS (2015) *Rumex acetosella* (Polygonaceae), *Achyrocline satureioides* (Poaceae) y *Diplostegium alveolatum* (Asteraceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (Grafica 111). Estas especies se mencionan como unas de las más abundantes en la estación SI2.

Estación SI1 (3955 m): Ubicada en un hábitat descrito como páramo, la comunidad vegetal presenta dos estratos; un estrato arbustivo con elementos de 3,2 m de altura en promedio, que cubren el 50% del área de muestreo, y un estrato herbáceo con 100% de cobertura, en un terreno con cinco grados de inclinación promedio y exposición de la cordillera a 300°. Se registraron 13 especies en un área de muestreo de 150 m² y un total de 286 individuos censados. Las abundancias más altas se registraron en especies de las familias Asteraceae e Hypericaceae, como *Espeletia hartwegiana*, *Hypericum laricifolium* e *Hypericum lancioides*. Las abundancias menores se registraron en especies de las familias Lycopodiaceae y Orobanchaceae como *Huperzia* sp. y *Bartsia santolinifolia* (WCS, 2015). En la Grafica 112 se presenta el perfil de la vegetación.

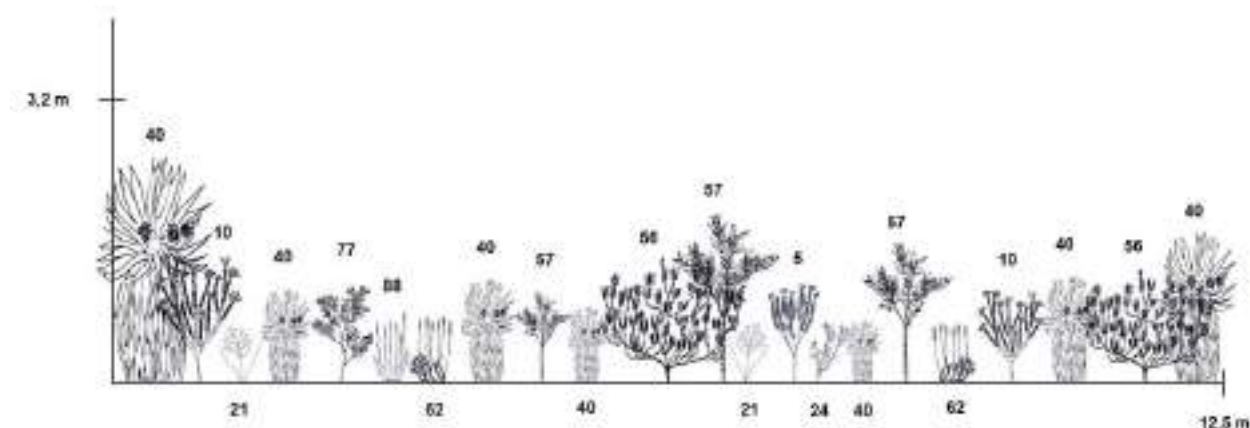
Grafica 108. Análisis asométrico de las especies registradas en la estación SI2 del transepto altitudinal de Santa Isabel (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

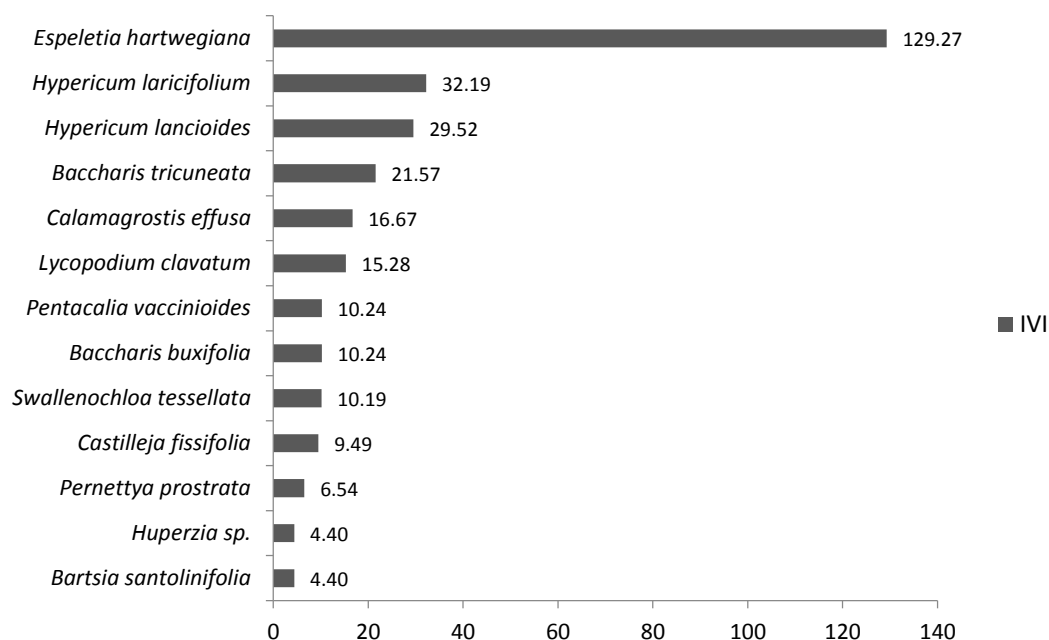
Espeletia hartwegiana (Asteraceae), *Hypericum laricifolium* e *Hypericum lancioides* (Hypericaceae) son las especies que presentan los mayores porcentajes de valor de importancia (129,27%; 32,19% y 29,52% respectivamente) (Grafica 113). Estas especies se mencionan como unas de las más abundantes en la estación SI2. Además, *Espeletia hartwegiana* domina sobre las especies que le siguen en importancia dado su alto valor de importancia y de cobertura (WCS, 2015).

Grafica 109. Perfil para el levantamiento de la vegetación en la estación SI1 del transepto altitudinal de Santa Isabel, Tolima.



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Grafica 110. Análisis dasométrico de las especies registradas en la estación SI1 del transepto altitudinal de Santa Isabel (Tolima). Se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI).



Fuente: Wildlife Conservation Society (2015).

Los resultados obtenidos en la caracterización de la diversidad de coleópteros y arañas epigeas en el transecto altitudinal de Santa Isabel, referentes a la diversidad alfa, no son la excepción a lo encontrado para estos grupos en los otros transectos del Complejo, dado que tampoco exhiben patrones relacionados con cambios graduales en altura a lo largo del gradiente o con la ubicación o proximidad de las estaciones, por tal razón, las cifras de diversidad obtenidas no constituyen información cuantitativa que contribuya de manera clara a la delimitación de la zona de transición entre bosque altoandino y páramo en este contexto local (WCS, 2015).

En las estaciones SI3 y SI2 pueden encontrarse especies características del páramo propiamente dicho, mezcladas con especies que se encuentran más en los bosque altoandinos o en zonas de transición; es el caso *Calamagrostis effusa*, *Hypericum lancioides*, *Lachemilla orbiculata* y *Pernettya prostrata* (especies propias del ecosistema de páramo) y *Escallonia myrtilloides* y *Diplosthepium alveolatum* (especies de bosque altoandino con tolerancia a cambios ambientales).

De acuerdo con WCS (2015), el páramo propiamente dicho puede encontrarse en la estación SI1 (3.955 msnm); esto se ratifica por la presencia de especies con importancia ecológica como *Espeletia hartwegiana* (IVI: 1,29), arbustales de *Hypericum laricifolium* (IVI: 0,32), *H. lancioides* (IVI: 0,30), *Bacharis tricuneata* (IVI: 0,22), y algunos pajonales de *Calamagrostis effusa* (IVI: 0,17). Es importante resaltar que la especie *Swallenochloa tessellata* ha sido reportada para el presente estudio en dos estaciones de transectos diferentes.

- Discusión General

Los resultados de las caracterizaciones de diversidad de aves en los transectos altitudinales evidencian un patrón similar entre sí y congruente con el conocido patrón de la disminución de la diversidad a medida que aumenta la elevación de las zonas de vida. La disminución de la riqueza de especies desde la franja de bosque altoandino a la franja de páramo, se puede relacionar teóricamente con la regla de Rapoport (Stevens, 1992; Citado por WCS, 2015), que establece que el área de distribución altitudinal (y latitudinal) de las especies aumenta con la altitud, por lo cual las regiones de montaña y alta montaña deben tener menor riqueza biológica porque presentan hábitats más restrictivos en términos fisiológicos y ecológicos para la mayoría de las especies.

La simplificación de la estructura vegetal a medida que aumenta la elevación de las estaciones representa una disminución en la oferta de recursos de nidificación y forrajeo para algunos de los grupos de fauna estudiados; en el caso de las aves por ejemplo, la disminución o ausencia de árboles o arbustos del bosque altoandino representa la disminución de perchas o de recursos de nidificación y alimentación; de igual manera, las limitaciones impuestas por factores como la temperatura y la humedad relativa inciden en la distribución de los grupos ectotermos. No obstante, tales limitaciones por las restrictivas condiciones también han de vislumbrarse como un motor de especializaciones fisiológicas y de especiación, que han contribuido a la particularidad de la biota de alta montaña y a un número importante de endemismos (WCS, 2015).

Los mayores valores de los índices de diversidad y abundancia, así como las cifras más elevadas de especies exclusivas, de especies bajo alguna categoría de amenaza o con algún grado de endemismo, se registraron predominantemente en las estaciones ubicadas en la parte baja de los transectos, en las franjas correspondientes a bosque altoandino.

En general, las estaciones más complejas, más diversas y con más especies únicas teniendo en cuenta el componente vegetal son aquellas que se localizan en la parte baja del transecto. En los transectos caracterizados en el complejo Los Nevados, así como en otras regiones, la riqueza de

especies leñosas y la diversidad vegetal comienzan a disminuir a medida que se asciende en el transecto; así, la estación menos diversa es aquella que se localiza más arriba. A medida que se aumenta en altitud, los hábitos en la vegetación también cambian; así, en las dos estaciones más bajas hay predominio de árboles, mientras que en las tres superiores predominan los arbustos (WCS, 2015).

Los resultados referentes a la caracterización de la diversidad de anfibios no presentan patrones que puedan asociarse de manera directa a cambios en la altitud de las estaciones. En general, en los cuatro transectos la riqueza y la abundancia fueron bajas y en todo el complejo no representa una parte importante del total documentado para los páramos en Colombia. Al respecto, se estima que las especies propias de páramo equivalen a 6% de la fauna colombiana. Lynch (2002) reporta 39 especies de anfibios exclusivas de este hábitat; sin embargo, en esta caracterización no se encontró ninguna especie exclusiva en las estaciones dispuestas en páramo. Las especies *Osornophryne percrassa* y *Pristimantis racemus* fueron las únicas presentes en un solo tipo de hábitat caracterizado como bosque altoandino; por otra parte, *Pristimantis simoterus* fue la única especie registrada en todos los tipos de hábitat; la primera de estas especies de anfibios es conocida únicamente del flanco oriental de los Andes centrales; específicamente de los páramos ubicados en los departamentos de Tolima, Caldas y Quindío. Su distribución es altamente fragmentada y su hábitat presenta una marcada disminución de calidad y cantidad, por lo que es considerada como una especie en categoría de peligro según la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (WCS, 2015).

20. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS Y SOCIECONÓMICOS

Para lograr desarrollar este documento se utilizó información de los Planes de Desarrollo Municipales, Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios, junto con los planes de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas que tienen influencia en el páramo y demás documentos de investigación realizados por el Humboldt.

20.1 Asentamientos Nucleados y Dispersos

Ocho municipios en el departamento del Tolima tienen área de páramo en el complejo Los Nevados, el municipio que mayor número de veredas tiene con influencia en páramos es Ibagué seguido del municipio de Murillo.

Las veredas en zona de páramo de estos municipios cuentan con centros poblados que funcionan como centros de acopio y abastecimientos de bienes y servicios. En el municipio de Anzoátegui es Palomar, en Herveo son Brasil y Letras siendo este el único que se encuentra ubicado dentro del páramo a aproximadamente 3.700 metros de altitud, Santa Isabel cuenta con los centros poblados de Colón, Bolívar y San Rafael. En el municipio de Ibagué el Entorno Local cuenta con los centros poblados de Villarestrepo, Toche y Tapias.

20.2 Jurisdicción Político Administrativa y Relaciones de Territorialidad Existentes en los Municipios que Integran el Área del Páramo

El departamento del Tolima cuenta con una extensa zona de páramos representados en un 13% del territorio del departamento, además de esto, el Tolima tiene una representación de 27.68% de los páramos a nivel nacional, esto quiere decir que la responsabilidad de departamento del Tolima en cuanto la protección y manejo de servicios ecosistémicos dentro del Entorno Regional y Local de los páramos es altísima. Los páramos más representativos son: Letras, Cumberco, La Línea,

Anaime, Barragán, Miraflores, Las Hermosas, los Valles, así como los volcanes nevados del Ruiz, Santa Isabel, Quindío, Tolima y Huila. Así mismo en esta zona se encuentran los parques de Los Nevados, Las Hermosas y parte del nevado del Huila. (Corpoica- Nataima, 2009)

Tabla 237. Municipios del entorno local y número de veredas.

Municipio	# de veredas
Anzoátegui	7
Cajamarca	9
Casabianca	1
Herveo	6
Ibagué	15
Murillo	11
Santa Isabel	3
Villahermosa	4

Fuente: Elaboración propia.

Dentro del complejo de páramos Los Nevados en el departamento del Tolima convergen las cuencas hidrográficas mayores de los ríos Totare, Coello, Recio, Lagunilla, Gualí y Guarínó. Las cuales están ubicadas en la parte norte del departamento, los municipios que tienen veredas en el Entorno Local del complejo colindan con los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío.

Tabla 238. Distribución de veredas por municipios y área

Municipios	Veredas	Área de la vereda (ha)	Cuenca
Anzoátegui	Quebrada Negra	5.863.33	Totare
	San Francisco	2.966.32	
	Hoyo Frio	4.324.00	
	Palomar	5.839.10	
	China Alta	7.866.61	
	La Pradera	661.63	
	Alejandro	711.38	
Cajamarca	La Ceja	4.358.53	Coello
	Las Lajas	1.120.42	
	La Bolívar	45.35	
	El Diamante	1.810.51	
	Santa Ana	1.070.92	
	Cristales La Paloma	4.472.69	
	La Luisa	1.256.85	
	Rincón Placer	668.75	
Casabianca	Altamira	734.26	Gualí
	Agua Caliente	5.624.51	
Herveo	Brasil	82.58	Gualí
	Delgaditas	1.298.34	
	Letras	830.04	
	Torre Veinte	3.144.54	
	El Angulo E	4.270.99	

Municipios	Veredas	Área de la vereda (ha)	Cuenca
Herveo	La Palma	5.289.64	Gualí
Ibagué	Zona De Paramo	4.498.69	Coello
	Toche	10.947.15	
	Juntas	8.331.31	
	Alto De Toche	2.438.03	
	Villarestrepo	2.110.17	
	El Retiro	933.64	
	La Plata El Brillante	2.630.69	Totare
	Ancón Tesorito P/A	2.877.12	
	Quebradas	2.813.78	
	La María Combeima	859.39	
	El Moral	1.041.92	
	Tapias	1.022.89	
Murillo	El Oso	13.71	Totare y Recio
	La Cabaña		Recio
	Requintaderos		
	Alfombrales		
	La Cascada		
	La Estrella		
	Rio Azul	6.37	Totare y Recio
	La Esperanza		Recio
	Las Lagunas		
	La Florida		
	Arenales		
Santa Isabel	Totarito	9.016.71	Totare
	La Estrella	5.036.67	
	Las Damas	610.35	
Villahermosa	Samaria	26.53	Lagunilla
	Entrevallas	35.49	
	El Rocio	28.74	
	Betulia	17.12	

Fuente: elaboración propia con información de los POMCAS.

Las veredas que mayor área representan son Totarito y La Estrella en el municipio de Santa Isabel, China Alta, El Palomar y Quebrada Negra en Anzoátegui y Juntas y Toche en Ibagué, Casabianca solo tiene una vereda con influencia en el páramo pero tiene un área importante de territorio.

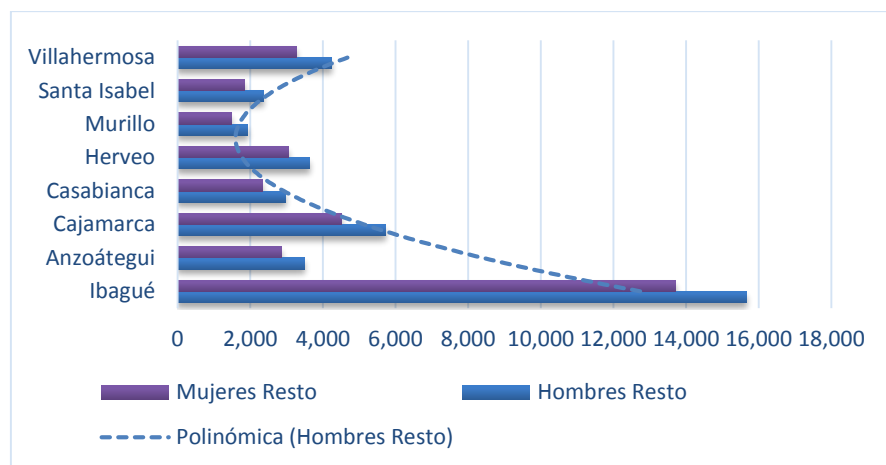
20.3 Densidad Poblacional Rural

Es complejo determinar el número de población que habita en las veredas que hacen parte del Entorno Local partiendo solo de las fuentes de información secundarias, sin embargo, teniendo en cuenta la información censal del DANE por municipios es posible relacionar la población que habita en las áreas rurales e identificar la tendencia poblacional de estos municipios. Para el DANE el concepto de “resto” se caracteriza por la disposición dispersa de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ella. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles, carreteras, avenidas, servicios públicos y otro tipo de facilidades propias de las áreas urbanas. Por tal razón se tuvo en cuenta esta información para determinar las tendencias poblacionales de las veredas de Entorno Local.

La Gráfica 114 evidencia que en las zonas rurales de los municipios del Entorno Local, la mayor población es de género masculino, en el municipio de Ibagué tiene una mayor representación poblacional puesto que se toma la totalidad de las veredas del municipio.

Según la Fundación Las Mellizas una de las características poblacionales de la zona de páramo es la alta proporción de hombres en edad productiva, en comparación con una baja proporción de mujeres y niños en edad escolar. (Fundación Ecológica Reserva Las Mellizas, 2014)

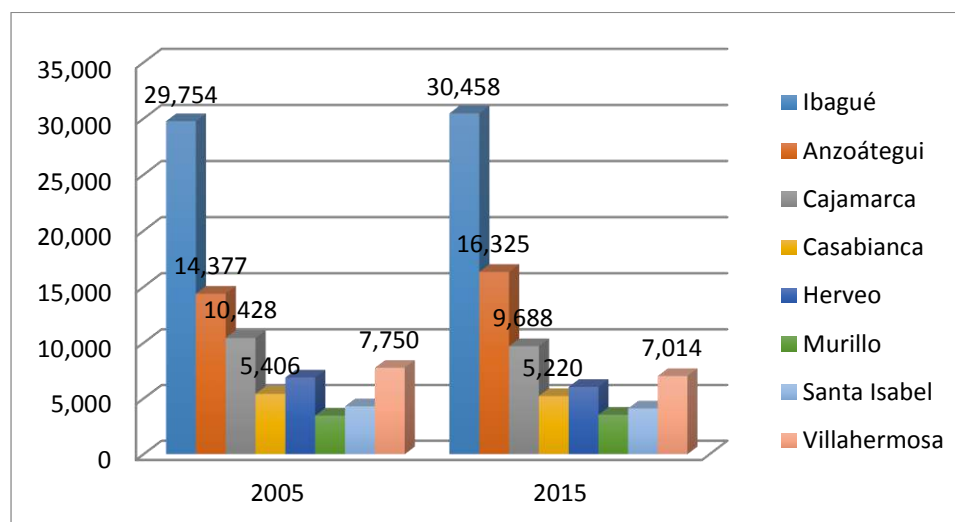
Gráfica 111. Densidad poblacional "resto" municipios entorno local Nevados, 2005.



Fuente: DANE.

Los municipios que tienen mayor población rural después de Ibagué son Villahermosa y Cajamarca; Murillo es el que presenta menor población en el área rural. En cuanto a las proyecciones de estos municipios con influencia directa en el complejo de Los Nevados, evidencia un leve aumento poblacional de los municipios de Ibagué, Anzoátegui y Murillo. Los municipios de Cajamarca, Casabianca, Herveo, Santa Isabel y Villahermosa, presentan disminuciones poblacionales en sus zonas rurales. Esto se puede dar en parte por la falta de oportunidades económicas lo que genera un desplazamiento de la población a los principales centros poblados.

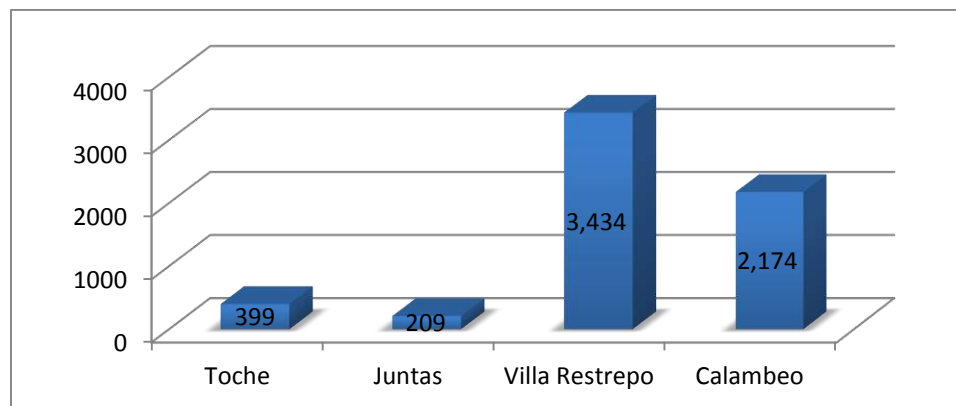
Grafica 112. Proyecciones poblacionales municipios del Entorno Local, 2005 - 2015.



Fuente: DANE.

Los corregimientos de Juntas y Toche del municipio de Ibagué para el 2013 registraban un total de 399 y 209 habitantes respectivamente, los corregimientos de Calambeo y Villarestrepo registraron mayores niveles poblacionales superando los dos mil habitantes en cada sector.

Grafica 113. Número de habitantes corregimientos del Entorno Local, municipio de Ibagué 2013.

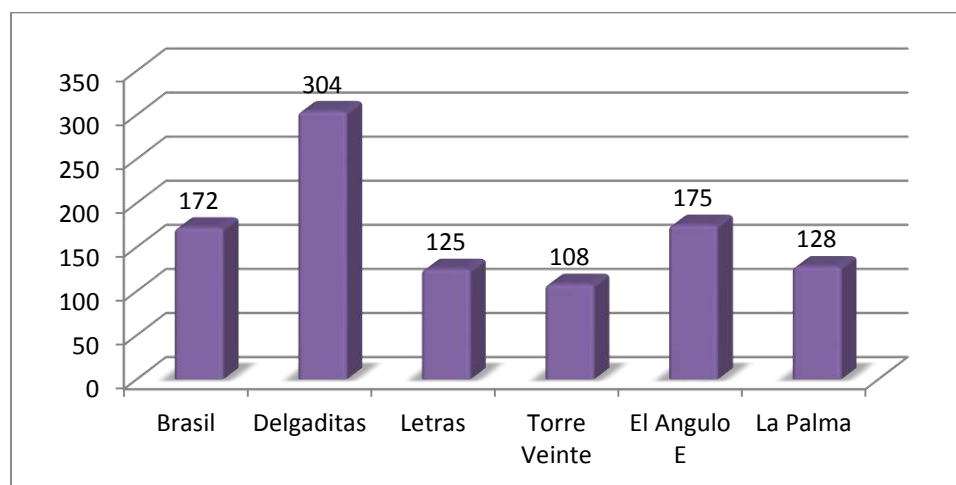


Fuente: (Consejo de Planeación Corregimental, 2013).

La vereda que cuenta con un mayor número de habitantes es Delgaditas, las demás veredas del municipio de Herveo presentan niveles poblacionales similares.

En las zonas de páramo se presentan una alta movilidad, esto debido a las actividades económicas de la zona. La población permanente, se caracteriza por ser población asentada en el páramo y que genera patrones culturales propios del territorio.

Grafica 114. Número de habitantes veredas Entorno Local, municipio de Herveo 2012.



Fuente: (Cortolima, 2013).

La población flotante se presenta debido a la inestabilidad económica y las actividades de empleo que se generen en las zonas de páramo (Agregados y Codilleros) la movilización de población joven se da por la necesidad de continuar estudios de secundaria. La población ausente que se refiere a los propietarios ausentistas que dejaron la responsabilidad de los predios a los caseros y que visitan la zona muy esporádicamente (Carbajal, 2005).

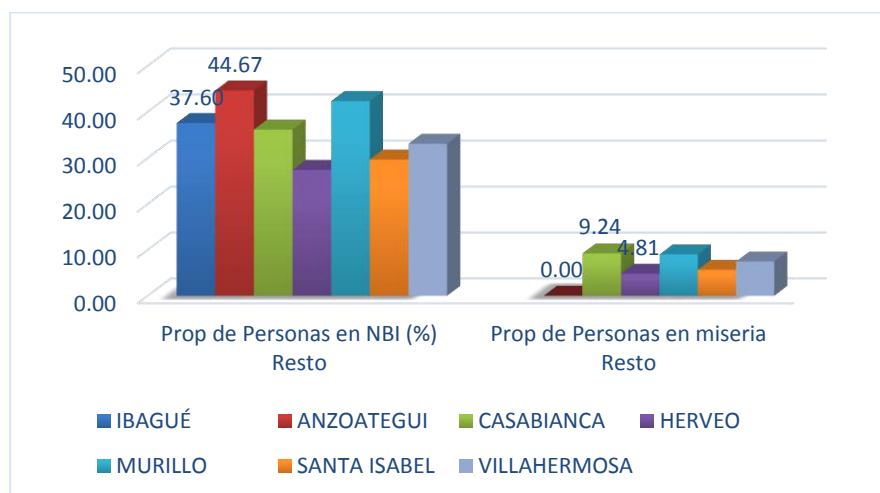
21. PROBLEMÁTICA SOCIAL

La identificación de las necesidades básicas insatisfechas NBI, en el Entorno Local permite visualizar las falencias en cuanto a las condiciones sociales de la población y como estas situaciones influyen de una manera u otra en el impacto ambiental del complejo de páramos, ya que la interacción de la población con el ecosistemas debe ser un factor de consideración para protección de los territorios.

Dentro de las características que conforman el NBI sobre los páramos y áreas de influencia del Tolima, están, vivienda y servicios inadecuados, hacinamiento crítico, alta dependencia económica, ausentismo escolar, y miseria extrema. (Corpoica- Nataima, 2009) si no se logran satisfacer dichas necesidades en los hogares se consideran en condición de pobreza o miseria.

Según Tolima en Cifras del año 2013, el municipio del Entorno Local con mayores niveles de NBI en la zona rural es Anzoátegui seguido de Murillo, el municipio que presenta menores niveles es Herveo. Casabianca por su parte, es el municipio con mayor índice de miseria en la zona rural del complejo.

Grafica 115. Necesidades Básicas Insatisfechas 2013.



Fuente: Tolima en Cifras, 2013.

El conflicto armado incrementa las condiciones desfavorables de la población asentada en los páramos del complejo, esto se da por la posición geoestratégica del territorio de páramo para los grupos armados que se ubican allí, el propósito de los grupos armados era el de convertir a la región en un corredor de movilidad hacia la zona Caribe y el Eje Cafetero, utilizando el parque de Los Nevados como punto estratégico para sus actividades ilícitas.

Las veredas del municipio que se han logrado identificar como zonas que presentan casos de expulsión por desplazamiento forzado son las Lajas y Santa Ana (Alcaldía Municipal Cajamarca, 2012).

21.1 Vivienda

El tipo de vivienda está relacionado con el clima y las formas de vida de los habitantes. En el Entorno Local del complejo Los Nevados, los asentamientos humanos se encuentran ubicados en las zonas altas de las montañas esto hace que la estructura de las viviendas se deba adecuar a el clima característico de la zona, por tal razón las viviendas en madera son las que más se utilizan en el Entorno Local ya que estas permiten conservar mejor el calor, mitigando el frío, además se facilitaba la consecución de los materiales en la misma zona para su construcción.

La estufa es de tipo hornilla con plataforma de adobe o ladrillo, tienen chimenea, planchas y tapaderas de hierro. Permanentemente se aviva el fuego, pues el sistema de alimentación y el frío así lo requieren.

Existen viviendas de propósito múltiple en donde se combina la actividad habitacional con el acopio rudimentario (cuartos para el almacenamiento de queso) y lugares para el alojamiento de turistas. (Carbajal, 2005).



Fuente: (Carbajal, 2005).

En general, la vivienda rural tiene un mal estado de conservación, exceptuando algunas viviendas de madera o de concreto que han conservado sus fachadas o han sido construidas recientemente (Valencia, 2011).

En la vereda Totarito del municipio de Santa Isabel es una zona potencialmente inundable a lo largo de las riveras del río Totarito lo cual genera un riesgo debido a la construcción de viviendas a lo largo de la rivera (Alcaldía Municipal Santa Isabel , 2012).

A continuación se presenta un estimado de viviendas que hacen parte del Entorno Local del complejo de páramos, Villavicencio y Juntas son las veredas con más cantidad de viviendas construidas y en uso, la vereda La Estrella y Ancón Tesorito parte alta, son las que menor densificación tienen.

Tabla 239. Número de viviendas por veredas del entorno local.

Vereda	Municipio	Vivienda
La Cabaña	Murillo	12 viviendas ocupadas y 3 desocupadas. Las cuales suman 39 habitaciones, representando así un índice de hacinamiento del 0.63%.
Requintaderos		Hay 25 viviendas ocupadas y 2 viviendas desocupadas. Sumando un total de 69 habitaciones, representando así un índice de hacinamiento del 0,59%.
Alfombrales		Cuenta con 18 viviendas ocupadas y 3 viviendas desocupadas. Sumando 45 habitaciones, representando así un índice de hacinamiento de 0,62%.
La Cascada		Cuenta con 13 viviendas ocupadas y 5 desocupadas. Sumando un total de 27 habitaciones, representando así un índice de hacinamiento de 0,51%.
La Estrella		Cuenta con 8 viviendas ocupadas y 1 vivienda desocupado. Sumando un total de 29 habitaciones, representando así un índice de hacinamiento de 0,73%

Vereda	Municipio	Vivienda
Río Azul	Murillo	Cuenta con 13 viviendas ocupadas y 4 viviendas desocupadas. Sumando un total de 48 habitaciones, representando así un índice de hacinamiento de 0,91%.
La Esperanza		Cuenta con 22 viviendas ocupadas y 3 viviendas desocupadas. Sumando un total de 69 habitaciones, representando así un índice de hacinamiento de 0,64%.
Las Lagunas		Cuenta con 15 viviendas ocupadas y 3 viviendas desocupadas. Sumando un total de 57 habitaciones, representando así un índice de hacinamiento de 0,56%.
La Florida		Cuenta con 16 viviendas ocupadas y 2 desocupadas. Sumando un total de 40 habitaciones, representando así un índice de hacinamiento de 0,60%.
Arenales		Cuenta con 24 viviendas ocupadas y 14 viviendas desocupadas. Sumando un total de 68 habitaciones, representando así un índice de hacinamiento de 0,55%.
Altamira	Cajamarca	Cuenta con 49 viviendas.
Rincón Placer		Cuenta con 60 viviendas.
La Luisa		Cuenta con 41 viviendas.
Cristales La Paloma		Cuenta con 44 viviendas.
Santa Ana		Cuenta con 29 viviendas.
El Diamante		Cuenta con 30 viviendas.
La Bolívar		Cuenta con 15 viviendas.
Las Lajas		Cuenta con 46 viviendas.
La Ceja		Cuenta con 9 viviendas.
Brasil	Herveo	Brasil (21 viviendas).
Letras		Letras 35 viviendas
Toche	Ibagué	Cuenta con 20 viviendas
Juntas		Cuenta con 125 viviendas.
Alto de Toche		La vereda Altos de Toche cuenta con 10 viviendas.
Villarestrepo		Cuenta con 115 viviendas
El Retiro		Cuenta con 51 viviendas.
La Plata El Brillante		Cuenta con 43 viviendas
Quebradas		Cuenta con 11 viviendas.
Ancón Tesorito parte Alta		Tiene 1 vivienda
Samaria	Villahermosa	Tiene 21 viviendas.
El Rocío		El Rocío cuenta con 13 habitantes.

Fuente: (Alcaldía de Murillo, 2002) (Varon) (Alcaldía de Herveo, 2012) (Alcaldía de Ibagué, 2013).

21.2 Salud

La accesibilidad al servicio de salud de la población asentada en la zona de páramos es dada únicamente por el SISBEN, los servicios prestados deben ser atendidos en los puestos de salud de las cabeceras municipales lo que aumenta la marginalización de la población que para recibir algún

tipo de atención médica debe desplazarse grandes distancias aumentando los costos de transporte y en algunos casos poniendo en riesgo la vida.

El caso específico de esta situación está en la vereda Toche y Alto Toche del municipio de Ibagué, la carencia de la prestación del servicio debido a la distancia en que se encuentra de un centro de salud, son jordanas de aproximadamente ocho (8) horas por lo que la población prefiere llegar a centros de salud de otros corregimientos o municipios.

Las veredas que cuentan con puestos de salud en el municipio de Ibagué son Juntas y Villa Restrepo la cual tiene tres (3) puestos de salud, las visitas de los médicos son cada dos (2) semanas.

En el sector rural de municipio de Murillo hay un puesto de salud en la vereda La Esperanza, ofreciendo la atención básica: medicina preventiva (vacunación) y atención ambulatoria, el corregimiento del Bosque también tiene un centro de salud el cual presta el mismo servicio que el de La Esperanza.

Sin embargo, para obtener un servicio más especializado los habitantes de las veredas de Murillo deben desplazarse a los hospitales de Murillo, Santa Isabel y Líbano (Valencia, 2011). La seguridad social para el municipio está dada principalmente por el sistema de seguridad social subsidiado -SISBEN- (Valencia, 2011).

La cobertura de salud es del 81.9%, el 19.1% restante no se encuentra afiliado o es beneficiario a algún sistema de salud.

21.3 Educación

En el sector rural, la educación se ofrece en su mayoría en los niveles preescolar y básica primaria, el cubrimiento en estas zonas de páramo es escaso lo que conlleva a que la población en edad escolar tenga que desplazarse grandes distancias para recibir clases lo que contribuye a la deserción escolar.

Son grandes esfuerzos los que debe hacer la población para tener derecho a la educación, que en gran parte de los casos no se adecua a los intereses de los jóvenes campesinos sumándole la baja calidad en la educación que se da en los centros educativos.

Cuando terminan básica primaria los jóvenes deben desplazarse a los centros poblados aumentando los gastos de las familias, lo que incrementa la vulnerabilidad de la población que termina abandonado las escuelas para iniciar actividades productivas.

Toche (Ibagué), La Luisa, Tunjos Altos (Cajamarca) y El Palomar (Anzoátegui), las escuelas tienen estudiantes de sexto y séptimo grado. En las escuelas restantes, se implementa la pedagogía de escuela nueva, en la que la figura del docente es multigrado, “es decir, aquel que atiende varios grados al tiempo” (El Nacional, 2014) y tiene como objetivo brindar a los niños conocimientos particulares de su contexto (Fundación Ecológica Reserva las Mellizas, 2014).

Tabla 240. Centros educativos del Entorno Local, complejo de páramos Los Nevados.

Municipio	Vereda	Nombre	# Estudiantes
Anzoátegui	Quebrada Negra	Institución Educativa Técnica Carlos Blanco Nassar	16
	San Francisco	Institución Educativa Técnica Carlos Blanco Nassar	15
	Hoyo Frío	Institución Educativa Técnica Carlos Blanco Nassar	16
	Palomar	Institución Educativa Carlos Blanco Nassar - Sede Palomar.	59
	China Alta	Institución Educativa Técnica Juan Carlos Barragán Troncoso	25
	La Pradera		
	Alejandro	Institución Educativa Técnica Carlos Blanco Nassar	26
Herveo	Brasil	Instituciones Educativas Marco Fidel Suárez y Juan XXIII	
	Delgaditas	Sede Escuela Delgaditas	18
	El Angulo E	Sede Escuela Angulo E	14
	La Palma	Sede Escuela La Palma	14
Ibagué	Toche	Institución Educativa Tapias	70 (primaria y secundaria)
	Juntas	Institución Educativa Técnica Ambiental Combeima	88
	Alto de Toche	Escuela El Amparo	Mal Estado
	Villa Restrepo	Escuela Villa Restrepo, Colegio Villa Restrepo	688
	El Retiro	Escuela El Retiro	Primaria
	Ancón Tesorito P/A	Institución Educativa La Paz	5
Santa Isabel	La Estrella	La Estrella	
	Las Damas	Las Damas	
Villahermosa	Samaria	Preescolar, básica primaria	14
	El Rocio	Preescolar, básica primaria	10
	Betulia	Preescolar, básica primaria	6

Fuente: Elaboración propia (Alcaldía de Herveo, 2012) (Alcaldía Municipal Villahermosa, 2012).

21.4 Servicios Públicos

21.4.1 Acueducto

En el Entorno Local las fuentes abastecedoras de agua son principalmente de nacimientos, ríos y cañadas, en donde se toma directamente y no se hace ningún tratamiento, algunas veredas tienen

acueductos veredales administrados por juntas comunales como El Palomar en Anzoátegui. Actualmente todos están en proceso de adquirir la concesión de agua, ya que a la fecha ninguno cuentan con este requisito, exigido por la Corporación Autónoma Regional del Tolima, CORTOLIMA (Alcaldía Municipal Anzoátegui, 2012).

En el municipio de Cajamarca la vereda que cuenta con este suministro es Rincón Placer con el 70% de cobertura (Alcaldía Municipal Cajamarca, 2012); en el municipio de Herveo los acueductos son veredales y no cuentan con la concesión de aguas otorgada por CORTOLIMA (Alcaldía de Herveo, 2012).

Las veredas del municipio de Santa Isabel poseen el mismo mecanismo mencionado anteriormente, supliendo las necesidades de agua en forma individual mediante la toma directa con mangueras a las quebradas cercanas a la zona. Estas veredas son: Estrella Colón, Las Animas, La Esmeralda, El Brasil, La Humareda, Las Palomas, La Estrella y Totarito (Alcaldía Municipal Santa Isabel , 2012).

En la zona rural del municipio de Ibagué los sistemas de acueducto se presentan en forma muy rudimentaria, artesanal y bajo una administración comunal o junta administradora que es la que se encarga de dar la operatividad en la prestación del servicio. (Consejo de Planeación Corregimental , 2013)

En el Entorno Local, los acueductos suministran el agua sin ser apta para el consumo humano. Esto se da como consecuencia de los grandes problemas de contaminación debido a las escorrentías de las aguas contaminadas con productos agroquímicos utilizados para la producción agrícola, y el inexistente tratamiento de aguas residuales.

21.4.2 Alcantarillado

En las veredas de Anzoátegui existen tres (3) sistemas combinados construidos en los corregimientos de Lisboa, Palomar y Santa Bárbara, operando en dos (2) corregimientos y uno (1) construido en un 40% y sin servicio en el caserío de Santa Bárbara, sistemas sencillos, la cobertura rural es del 2% los emisarios finales sin ningún tipo de alcantarillado tienen disposición final a campo abierto (Alcaldía Municipal Anzoátegui, 2012).

En la vereda El Brasil se encuentra una red de alcantarillado de tipo combinado para aguas lluvias aguas negras, también esta red se encuentra en mal estado y descarga directamente las aguas residuales al río Perrillo y a potreros cercanos (Alcaldía de Herveo, 2012).

En el centro poblado Letras se encuentra una red de alcantarillado en tubería de 6" y 4" de diámetro, el sistema que presenta es de tipo combinado para aguas negras y aguas lluvias. La red se encuentra en regular estado. También en este centro poblado las aguas residuales se descargan directamente a quebradas y potreros cercanos creando fuentes de contaminación (Alcaldía de Herveo, 2012).

En la zona rural del Municipio no se encuentra sistema de alcantarillado para el manejo y la disposición final de aguas residuales y el porcentaje de pozos sépticos, letrinas y a campo abierto (Alcaldía de Herveo, 2012).

Se evidencia un casi nulo tratamiento de aguas residuales, esta situación es común en todas las veredas del Entorno local, la falta de conciencia de la población y el desinterés político impiden que se generen alternativas para que se reduzcan los impactos ambientales en las fuentes hídricas.

21.4.3 Energía

El 20% de las viviendas del corregimiento de Toche del municipio de Ibagué no cuenta con la cobertura, en el corregimiento de Juntas el 13% no recibe este servicio y en Villa Restrepo solo el 3% no cuenta con el suministro, es decir la cobertura del servicio eléctrico si bien no es total, si cubre un alto porcentaje de la población, las veredas más críticas se encuentran en el corregimiento de Toche.

En el municipio de Cajamarca las veredas Las Lajas, Santa Ana cuentan con menos del 50% de suministro de energía mientras que las veredas Cristales La Paloma, La Luisa, Altamira y Bolívar cuentan con la totalidad del servicio (Alcaldía Municipal Cajamarca, 2012).

Las veredas de Samaria, El Rocio, Betulia y Entrevalles no cuentan con el servicio de energía. La problemática de este sector se ve reflejado en la quema de transformadores, por sobrecargas y problemas de lluvias y tempestades, la suspensión del servicio por estos mismos factores y la obsolescencia de los postes de madera por su alto grado de deterioro (Alcaldía Municipal Villahermosa, 2012).

21.4.4 Empleo

Las actividades más comunes y en la mayoría de los casos las únicas, están relacionadas con la producción agropecuaria, el sub empleo se presenta en la zona como mecanismo para contratar a la familia de los cuidadores para los trabajos agrícolas.

Los salarios de los trabajadores que en su mayoría son cuidadores de finca de tiempo complejo junto con los administradores, es de un salario mínimo en adelante, el valor del jornal por su parte, para el año 2005 oscilaba entre los \$12.000 y \$15.000 dependiendo de las labores y la oferta y demanda de trabajo. (Carbajal, 2005)

El incremento de actividades turísticas en las zonas de páramo está creando nuevas posibilidades de empleo, que si no se hace con las condiciones socioambientales claras la prestación de este servicio puede y está generando repercusiones en el ecosistema.

22. DINÁMICA ECONÓMICA

Las diferentes actividades productivas que se generan en el entorno local, están relacionadas con las actividades humanas y el uso y valor del territorio, es de ahí que se da una apropiación del suelo y de los bienes y servicios que este provee.

Para Arturo Escobar existe una relación entre ambiente, desarrollo; entre el capital, la naturaleza y la cultura; producción, poder y ambiente; sexo, raza y naturaleza; espacio, lugar, y territorio; conocimiento y conservación; evaluación económica y exterioridades; población, usos de la tierra y de los recursos; gobernabilidad ambiental; tecnología, biología, y política; la destrucción de la biodiversidad, tala de árboles, agotamiento de recursos, insustentabilidad, desarrollo, racismo ambiental, control de recursos genéticos y derechos de propiedad intelectual, entre otros.

La dinámica de desarrollo nacional ha comprendido lo rural como la complejidad que resulta de las relaciones entre cuatro componentes: el territorio como fuente de recursos naturales, soporte de actividades económicas y escenario de intercambios e identidades políticas y culturales; la población que vive su vida vinculada a los recursos naturales y la tierra que comparte un cierto

modelo cultural, los asentamientos que establecen relaciones entre sí mismos y con el exterior, a través del intercambio de mercancías e información, y las instituciones públicas y privadas que confiere el marco dentro del cual funciona todo el sistema (Cortolima, 2013).

Sin embargo, la interacción de estas tendencias no está contemplada en el desarrollo económico convencional, ya que este desprende el sentido ecológico y la importancia del mismo, en pro de la producción que en algunos casos no genera rendimiento económico.

22.1 Actividades Productivas

22.1.1 Principales Actividades Productivas

La principal actividad productiva en el entorno local es la agricultura, seguida de las actividades de producción pecuaria. El cultivo más representativo y característico de las zonas de páramo es el de la papa.

En el páramo de Letras es común ver cultivos de papa, tomate de árbol, yuca, curuba, maíz, frijol y aguacate, el municipio de Herveo centra sus estrategias de mercado en el cultivo de aguacate gracias a su gran potencial de mercados internacionales (Alcaldía de Herveo, 2012).

En las veredas del municipio de Murillo la principal actividad también es la agricultura, donde se producen los productos de papa, arveja, arracacha maíz, frijol, haba, tomate de árbol, mora, curuba, granadilla, durazno, cebolla, café yuca y caña (Alcaldía Municipal Murillo, 2012). El cultivo de la papa, es el principal producto agrícola del municipio de Murillo, ha sido motor de su desenvolvimiento económico, social y cultural. Junto con la ganadería se constituyen en las principales fuente de empleo en el sector rural. Se siembra en todo el área rural del municipio, con excepción de las pequeñas franjas cafeteras (Valencia, 2011).

El cultivo de la papa ocupa un lugar importante en la economía de las zonas de páramo del municipio de Villahermosa en un total de seis veredas de la 41 existentes, llegando a las 700 hectáreas en producción, las cuales son comercializadas en un 80% en el departamento de Caldas y el municipio de Murillo, debido al mal estado de la vía que conduce de la región a la zona urbana local (Alcaldía Municipal Villahermosa, 2012).

Cabe resaltar que los bajos precios de comercialización y los altos costos en los insumos de este producto afectan la rentabilidad para sus cultivadores, motivo por el cual la baja producción en los últimos años.

22.1.2 Actividades Complementarias

El sector Pecuario en el municipio de Villahermosa (ganadería y otros) representa un 30% de la economía, se destacan bovinos doble propósito, leche y carne, equinos de labor, porcicultura, avicultura, piscicultura (Alcaldía Municipal Villahermosa, 2012).

La producción de ganado vacuno en el municipio de Murillo en conjunto con el cultivo de papa, uno de los renglones productivos más importantes, un gran porcentaje de los predios, destina áreas para el manejo de ganado. La ganadería es un componente siempre presente en predios de mediano a grandes hectáreas, en donde los propietarios ausentistas ejercen dicha producción, entre otras razones, por las facilidades que representa la posibilidad de su administración a distancia (Alcaldía Municipal Murillo, 2012).

En las fincas en las cuales existe el componente de producción vacuno, se definen diferentes énfasis productivos, que no son excluyentes entre sí, y que se describen así: Ganadería de Cría y Levante: Característica de las zonas altas del municipio, áreas superiores a los 2.500 msnm en donde predomina la topografía pendiente a ondulada, predios aptos para promover la formación muscular en el periodo de cría y levante (Valencia, 2011).

La producción de porcinos está a nivel básicamente artesanal, desarrollada en improvisados espacios destinados para ello en las mismas casas y fincas, al igual que la producción de aves de corral pollos y gallinas para la obtención de huevos y carne, también de manera artesanal (Alcaldía de Herveo, 2012).

En las diferentes fincas del municipio de Murillo es común encontrar la producción de cerdos a pequeña escala (1 a 5 cerdos), como una de las vías de sostenimiento económico de la familia que vive en el predio (Valencia, 2011).

Turismo

El ecoturismo se está posicionando como actividad económica dentro del entrono local del complejo de páramos, sin embargo se debe regular estas actividades turística para que no generen impactos negativos en el entorno.

También se realiza turismo, pero sin ningún enfoque ambiental lo que genera una depredación al entrono debido a que no existe ninguna regulación. El municipio de Herveo tiene importantes lugares para el turismo el Volcán Cerro Bravo, las Aguas Termales de Delgaditas (Alcaldía de Herveo, 2012).

En el municipio de Murillo, el principal sitio de atracción turística, el Parque Nacional Natural de Los Nevados; entre los sitios turísticos se tienen Termales La Cabaña, Laguneros Mozul, Laguna Verde, Laguna La Frontera, Caída Río Azul - Río Recio, Bosque de Palmas de Cera, caída Cascada La Planta y el Nevado del Ruiz; todos estos sitios ubicados en el sector rural (Alcaldía Municipal Murillo, 2012).

El cañón del Combeima se destaca como una de las principales zonas turísticas del entrono local, sin embargo presenta los mismos inconvenientes por la de falta de planeación y de regulación siendo en esta zona uno de los principales factores de contaminación. Uno de los problemas radica en que las frecuentes visitas se hacen generalmente en vehículos particulares y la zona no tiene la capacidad de carga suficiente, además, los constantes atascos y los ruidos hacen que algunas especies de fauna sufran violentos cambios en sus dinámicas naturales (Cortolima).

22.2 Volúmenes de Producción y Flujos de Mercado

En el complejo de páramos, el sector ganadero realizan diferentes procesos para la comercialización de varios productos, la leche, el queso y el ganado de levante y ceba hacen parte de los sistemas tradicionales y regularmente son para la venta y el consumo dentro de los mismos municipios.

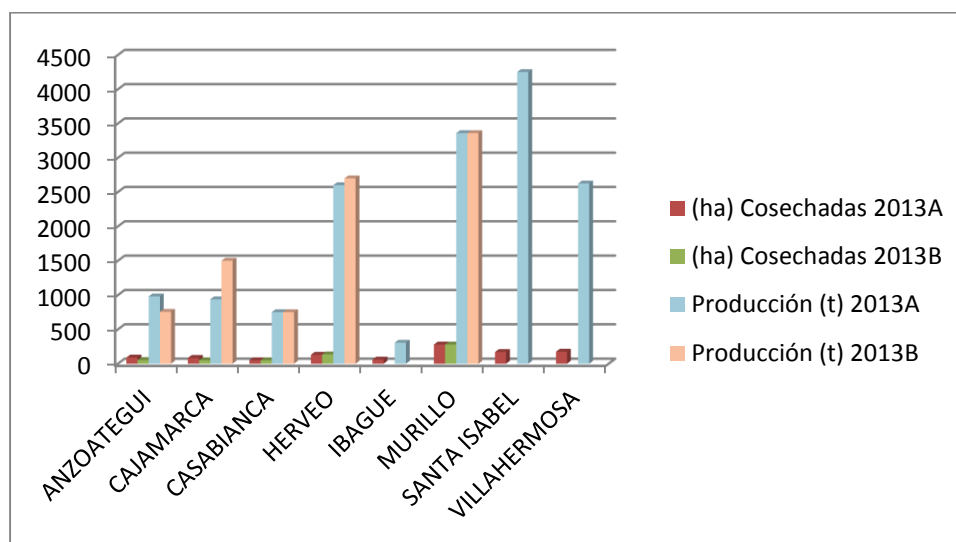
En términos generales, el queso se comercializa en panaderías de los municipios y ciudades con influencia en páramo, por intermediarios o directamente por los productores. Se destaca la presencia de una fábrica de quesillo semindustrial en el centro poblado El Palomar, de Anzoátegui, Tolima, con una producción diaria de 70 libras y la producción de queso artesanal en Murillo, donde puede llegar a 40 arrobas de queso semanales, provenientes de veredas con influencia en páramo,

comercializadas en la cabecera municipal y en el municipio del Líbano (Fundación Ecológica Reserva las Mellizas, 2014).

La rentabilidad de la producción de papa no es altas, los altos costos de los insumos, los jornales, y los bajos precios del mercado en ocasiones hasta han generado pérdidas y un alto impacto ambiental. Las pocas oportunidades de los productores, la poca capacitación, son tan solo unos de los limitantes para lograr una buena competitividad en el mercado.

- Alta fluctuación de precios pagados al productor.
- Escasas opciones de crédito para los agricultores.
- Acelerados procesos erosivos por pendientes muy prolongadas.
- Escasa presencia institucional.
- Alta intermediación para el mercadeo y comercialización.
- Inadecuadas formas de negociación entre el agricultor y el comerciante.
- Bajo nivel de organización de productores (Cortolima).

Grafica 116. Área cosechada y producción de papa en los municipios del Entorno Local.



Fuente: Elaboración propia.

23. CARACTERIZACIÓN CULTURAL

Las veredas que integran el entorno local del complejo de páramos Los Nevados presentan características culturales similares, las poblaciones que se asentaron en estos territorios compartieron el mismo proceso migratorio caracterizado por la colonización antioqueña y las migraciones Cundiboyacenses.

Por tal razón, estas poblaciones presentan características propias de esas culturas sobre todo en el estilo de viviendas, actividades productivas y alimentación entre otras. La religión es católica, transmitida generacionalmente y tiene mucha fuerza en la familia. La música está ligada al bambuco paisa, al tango y al corrido (Cortolima, 2007).

La cultura paisa está más marcada en las veredas de los municipios de Herveo, Casabianca, Villa Hermosa, Líbano, Murillo. Anzoátegui, Cajamarca; y la Cundiboyacense: en Murillo y Santa Isabel.

23.1 Niveles de Arraigo, Identidad y Sentido de Pertenencia Respecto al Ecosistema

En los periodos prehispánicos los páramos eran considerados como lugares sagrados y de cercanía con la divinidad, a partir de la colonia se generó una transformación de este arraigo, y en las zonas de páramo del complejo los nevados las poblaciones indígenas se desplazaron quedando únicamente población colona.

El Entorno Local al ser el un epicentro de migración desde diferentes regiones de país y con diferentes formas de ver el territorio y desarrollarse desde el mismo, ha traído dificultades en la apropiación del entorno, las culturas antioqueñas y cundiboyacenses, son extractivistas y con un fuertemente marcado sentido de la producción, la forma como se apropian del territorios no está ligado a las concepciones ambientales y de conservación esto incrementa el impacto a los suelos, fuentes hídricas y a las especies de plantas y animales que habitan allí.

No obstante, actualmente existen varias organizaciones que muestran un interés especial en la protección y preservación de los páramos, estas organizaciones han promovido acciones en pro de la protección por medio de investigaciones con enfoque de acción participativa, educación ambiental, ejercicios colectivos de identidad cultural e intercambio de saberes de generación en generación. Lo anterior ha dado como resultado que desde finales del Siglo XX e inicios del Siglo XXI, campesinos, campesinas y ambientalistas apropiados del discurso de la conservación y el buen vivir, creen y fortalezcan asociaciones de campesinos paramunos y organizaciones ambientales, cuyo objetivo es la recuperación y conservación de los ecosistemas de alta montaña (Fundación Ecológica Reserva las Mellizas, 2014).

24. IDENTIFICACIÓN HISTÓRICA Y CULTURAL

Los páramos no se encuentran deshabitados. Se sabe que en el período prehispánico fueron ocupados temporalmente por poblaciones aborígenes, que los utilizaron siguiendo ciclos rituales, alimentarios y reproductivos propios de la fauna asociada a estos ambientes (MMA, 2002). Posteriormente, partir de la Conquista y Colonización españolas, los páramos se transformaron en términos de sus relaciones de propiedad y de producción. Varios grupos de campesinos e indígenas se ubicaron en resguardos por encima de los 3000 msnm (MMA, 2002) y generaron diversos conflictos entre la conservación y el uso de estos ecosistemas (Avellaneda, 2013).

Desde la década de 1860 los pioneros antioqueños habían venido cruzando la cordillera central desde el Valle del río Cauca, para colonizar los valles templados de la cordillera, aldeas como Herveo, Fresno, Casabianca, Villahermosa y santa Isabel se convirtieron con el tiempo en cabeceras de una serie de municipios que se extendían del páramos casi hasta el llano (Centro de Estudios Regionales CERE, 2004)

Estos procesos de colonización se realizaron entre finales del siglo XIX e inicios del XX, los cuales estaban respaldados por el Decreto 1110 de 1928 que destinó varias zonas de país para su colonización, esto como una medida para frenar los conflictos entre hacendados y campesinos. A causa de las disputas se parceló la llamada Hacienda Tolima que se encontraba entre las veredas Juntas y Villa Restrepo en el Municipio de Ibagué la cual había sido objeto de la colonización Antioqueña y Cundiboyacense.

El proceso de colonización Cundiboyacense marca especialmente la transformación y explotación de los páramos en los Nevados, la llegada de la producción agropecuaria se marcó e inició la expansión de la frontera agrícola en los páramos. Cuando sus ancestros llegaron al territorio, las características del suelo, clima y vegetación eran diferentes: había más áreas en bosques, hacía más frío y se observaban más frailejones (Fundación Ecológica Reserva las Mellizas, 2014).

Estos procesos de colonización y la búsqueda incansable de tierras conllevaron a que se intensificaran los conflictos a mediados del siglo XX ligados a la violencia bipartidista, las migraciones y desplazamientos continuaron, ya sea en búsqueda de oportunidades o huyendo de la violencia, Cajamarca fue un municipio que recibió un gran número de población perteneciente a los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Santanderes. El café se impone como el monocultivo esencial para las economías campesinas de la región.

La fuerte movilización campesina de esa época ligada a liberación de las tierras de las grandes haciendas y la búsqueda de la reforma agraria que aboliera las relaciones serviles de la producción, llevó al fin de la hegemonía conservadora, sin embargo los cambios nunca se dieron y la reforma agraria nunca se llevó a cabo.

En la segunda mitad del Siglo XX el conflicto continúa desde una línea más radical y se levantan los grupos armados que nacieron de movimientos sociales como respuesta a los grupos de autodefensas campesinas, estos grupos encontraron en los territorios del entorno local un refugio y un lugar estratégico para sus actividades.

En la época de los 80 el narcotráfico llega a estos territorios y su dinámica afecta directamente el ecosistema, los cultivos ilícitos contribuyeron a la devastación de bosques alto andinos y incrementaron el desplazamiento forzado hacia las cabeceras municipales.

La llegada de la apertura económica generó nuevos problemas para la población campesina dedicada a la agricultura y la ganadería en la zona de páramo, los cultivos dejan de ser rentables y la población entra en una crisis.

El abandono de la población que había el entorno local durante todo su proceso de asentamiento ha sufrido de indiferencia estatal lo que la ha hecho vulnerable a los hechos de violencia y a las condiciones de extrema pobreza.

24.1 Relación Población y Sistemas de Producción

Algunos autores identifican el sistema de producción rural, como una unidad espacial en la que se adelanta una actividad productiva agropecuaria, forestal, y/o agroindustrial, regulada por un agente económico, quien toma las decisiones de acuerdo a un cierto grado de autonomía, aunque condicionado por el entorno socioeconómico, político y cultural (Leal, 2007) para el caso específico de entorno local, los sistemas de producción predominantes son de economía campesina familiar, caracterizados por prácticas agrícolas de subsistencia, comunitarias e integradas al mercado.

24.1.1 Tecnologías Tradicionales v/s Tecnificadas

La economía campesina en el entorno local aún utiliza métodos rudimentarios para la producción agrícola, esto hace que se genere un mayor impacto ambiental y un deterioro del suelo, además de lo anterior, sin las adecuadas técnicas ambientales y de producción, se da baja competitividad,

desabastecimiento de productos y bajo rendimiento en las zonas, esto por falta de políticas agropecuarias adecuadas que involucren el desarrollo y la investigación para el sector rural (Alcaldía Municipal Villahermosa, 2012).

El cultivo de papa es el principal producto en la zonas de páramo del entrono local, para la preparación de los suelos, se realiza rocería, quema con fuego o con químico; los productores preparan el suelo haciendo surcos a través de las pendientes, utilizando yunta de bueyes, con arado de vertedera o manualmente, utilizando el azadón (Cortolima , 2011).

En el sector pecuario también se presenta un atraso tecnológico debido a la falta de recursos propios y a la falta de políticas estatales que apoyen este sector y que se comprometan en las causas que están generando el atraso y estancamiento. Los productores campesinos en su gran mayoría son pequeños, con muy bajos ingresos que no les permiten ofrecer garantías reales ante cualquier entidad financiera, para el trámite de un crédito bancario, esta situación sumada a la inexistencia de un modelo de trabajo y de las herramientas informativas podría mitigarse facilitando el acceso del pequeño productor a las líneas que el gobierno destina para este fin (Alcaldía Municipal Villahermosa, 2012).

Las actividades relacionadas con la alimentación de ganado se realizan utilizando la técnica del pastoreo alterno de praderas, con rotación cada 45 y 4 veces al año, estas prácticas se realizan en directamente en la zona de páramo y para lograr esto los campesinos realizan quemas en zonas de vegetación y de frailejones con el fin que nazca pasto para el ganado.

Otra práctica que se relaciona con la producción pecuaria es la tala de bosques para cercas y corrales, el pisoteo del ganado causando un deterioro del entorno y en especial de los frailejones por el paso del ganado por estos espacios. La sola presencia de ganado bovino en las áreas de paramo, afecta negativamente el ecosistema, en el que la peor parte la sufre la vegetación de Frailejón aun existente, estas 2 especies generan conflicto de convivencia (Cortolima).

Las vías en mal estado, la baja presencia institucional, la poca capacitación y organización de los productores son otros problemas que se presentan en el sistema de producción del Entorno Local.

24.1.2 Impacto en la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

La sostenibilidad biofísica de los agroecosistemas es entendida como dependiente de la cantidad y calidad de las interacciones internas del sistema, tendientes a optimizar el aprovechamiento de los recursos autóctonos y a minimizar la dependencia externa de recursos manteniendo el potencial productivo del agroecosistema. (Valdés, 2003)

El uso de agroquímicos, la tala, la ampliación de la frontera agrícola y la producción pecuaria generan efectos negativos que afectan directamente al suelo, lo que conlleva a una pérdida de capacidad productiva.

Un efecto negativo que se presenta en las veredas del municipio de Anzoátegui es la erosión, donde predominan las áreas de erosión potencial fuerte con 22.470,78 ha de extensión equivalentes al 48.26%, seguida por la erosión potencial de tipo fuerte con 14.329,30 ha (30.77%), lo que implica que el municipio de Anzoátegui a mediano y largo plazo podría tener problemas serios de erosión si no se realizan prácticas adecuadas de uso y conservación de suelos. Las veredas que presentan este tipo de erosiones son: China Alta, San Antonio y Palomar (Alcaldía Municipal Anzoátegui, 2012).

En la subcuenca del Río Azul en el municipio de Murillo nace el humedal Santa Isabel y Mosul a 4600 msnm estos humedales se encuentran muy afectados por el pisoteo de ganado vacuno y las quemadas constantes. Presenta una cobertura en la zona de páramo de pastos y turberas de calamagrostis y plántagos; en la parte baja presenta bosque denso, pastos y cultivos de papa (Alcaldía municipal Murrillo, 2010).

Los cultivos transitorios también generan diferentes problemas, por el manejo inadecuado de suelos y aguas por efecto de las quemadas; alta dependencia de insumos; contaminación de las aguas y falta de rotación de cultivos. Los procesos erosivos, también se presentan en las áreas de cultivos transitorios la contaminación ambiental por agroquímicos, los bajos rendimientos y los bajos ingresos al agricultor, la escasa presencia y apoyo institucional, la alta desorganización de los agricultores y la alta intermediación para la comercialización de los productos. (Cortolima, 2011)

Es de vital importancia buscar medidas para mitigar el impacto ambiental en las zonas de páramos estas actividades de depredación unido al calentamiento global están acabando con los ecosistemas que benefician a miles de personas, los problemas del entorno local son persistentes y preocupantes y no son únicos de este entorno local, lo que lo hace una problemática nacional, las poblaciones dependen directamente del agua que nace en los páramos, es necesario que la población que habita en estos territorios asuma la responsabilidad de vivir en estos.

No obstante, la responsabilidad no recae únicamente en la población que habitan en estos territorios, el Estado y las instituciones deben ser coherentes y garantizarles condiciones dignas a la población, entornos adecuados, derechos fundamentales y oportunidades reales para mejorar sus sistemas de producción.

Si no hay una apropiación del territorio y si no se asumen las responsabilidades es imposible detener el deterioro ambiental en las zonas de páramo y por ende en todas sus áreas de influencia.

25. ANÁLISIS SECTORIAL

25.1 Análisis y localización de las actividades productivas y extractivas desarrolladas dentro del páramo

En el departamento del Tolima para el 2015 el 45% de los títulos están en etapa de exploración, el 36% ya se encuentran en etapa de explotación y un 19% se encuentra en etapa de montaje.

Los tipos de extracción más sobresalientes en el departamento son materiales de construcción, metales preciosos, metales, minerales industriales. Actualmente en el Entorno Local, se encuentran las siguientes solicitudes mineras.

Sin embargo, la actividad minera más importante dentro del entorno local del complejo de páramos está ubicada en la vereda La Luisa del municipio de Cajamarca, el proyecto La Colosa de gran magnitud liderado por AngloGold Ashanti (AGA) uno de los principales productores de oro del mundo, ha captado la atención de diferentes organizaciones sociales dentro del entorno local como fuera de este. La preocupación de las autoridades ambientales es el inminente impacto ambiental que generaría si se llegara a realizar este proyecto que actualmente se encuentra en etapa de exploración y el cual ha tenido muchas dificultades debido a la gran oposición y rechazo de la población.

Tabla 241. Solicitudes mineras en el Entorno Local.

Solicitantes	Municipio	Estado
Asociación de Mineros Artesanales del Norte del Tolima	Ibagué	En trámite
Comunidad Minera	Ibagué	En trámite
Asociación de Mineros de Anzoátegui	Anzoátegui	En trámite
Asociación de Pequeños Mineros Artesanales de Explotación de Material de Arrastre del Río Combeima y sus Afluentes - ASOMINEROSCOMBEIMA	Ibagué	En trámite

La minería de Cajamarca (La Colosa) se encuentra por debajo de áreas de páramos (tiene estimadas unas reservas de oro cercanas a 13 millones de onzas y que la empresa AngloGold Ashanti explora y eventualmente explotaría) (Cortolima).

En los otros municipios la actividad minera no es un factor relevante en la economía, no obstante la minería ilegal se ha tomado varios municipios que tiene influencia en el Entorno Local lo que ahonda el impacto ambiental en las zonas de paramos que de por sí ya es elevado.

26. ANÁLISIS DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Los ecosistemas naturales son definidos como un complejo sistémico formado por comunidades de plantas, animales, hongos y microorganismos que permiten la existencia de diferentes funciones y relaciones que crean determinados atributos y potencialidades definidos como bienes y servicios que desarrolla y brindan estos ecosistemas para el uso en sus diferentes formas por parte del ser humano. Las funciones ecosistémicas son entendidas como flujos energéticos y de elementos entre las distintas partes de un ecosistema. Los bienes ambientales son producto de la naturaleza directamente aprovechada por el ser humano, cuyo proceso de aprovechamiento los transforma y agota, pues si bien entendidos como las funciones ecosistémicas que brindan a las personas y comunidades un beneficio, es de aclarar que estos no se transforman ni se gastan de manera directa a medida que satisfacen las necesidades de la población; a diferencia de los bienes que en términos generales son utilizados como insumos en los sistemas productivos.” (Cruz Bonilla, Hernández Montoya, Paz, & Saavedra M., 2013)

La importancia de abarcar el análisis de los servicios ecosistémicos radica en la necesidad de establecer la capacidad del área de páramo para proveer dichos servicios a la población y satisfacer sus demandas. La Política Nacional para la Gestión de la Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos clasifica estos en cuatro grupos:

- **Aprovisionamiento:** en este grupo se encuentran la provisión de agua para actividades domésticas y agropecuarias; las plantas usadas para combustible, madera, medicina y artesanía; y las especies animales con fines de cacería y pesca.
- **Regulación y soporte:** con las categorías del servicio; regulación hídrica y soporte y hábitat para especies.
- **Culturales:** investigación científica, ecoturismo, recreación y patrimonio cultural e histórico (MinAmbiente).

Según CORPOICA (2008) el desarrollo de actividades agropecuarias en las zonas de páramos del departamento del Tolima ha dado lugar a la degradación progresiva de estos ecosistemas, viéndose reflejada en la pérdida de la calidad de bienes y servicios ambientales, especialmente en la provisión futura del recurso hídrico superficial.

26.1 Provisión y Regulación Hídrica

La importancia del estudio hidrológico en la zona de páramos radica en la importancia de éstos para el aprovisionamiento del recurso hídrico, que es fundamental para la vida. “El desarrollo de los asentamientos humanos, así como el crecimiento agrícola y pecuario están condicionados por la cantidad y aprovechamiento racionalizado de los cuerpos de agua existentes en la zona. Por ello es importante conocer el comportamiento hidrológico de las cuencas hidrográficas que bañan la zona de páramos.” (CORTOLIMA , 2009)

CORPOICA (2009) define la Oferta Hídrica como el volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del sistema. La estimación de la oferta hídrica tiene como base la dinámica y los procesos que se dan en el ciclo hidrológico, que determinan en un espacio y un período dado la disponibilidad del recurso.

En primer lugar es necesario tener en cuenta que las cuencas hidrográficas del departamento del Tolima tiene la siguiente clasificación: Gran Cuenca, Cuenca Mayor, Cuenca, Subcuenca y Microcuenca. También se resaltan las cuencas abastecedoras de acueductos municipales y las cuencas compartidas con otros departamentos. El departamento del Tolima cuenta con dieciocho (18) cuencas mayores, que son: Guarinó, Gualí, Sabandija, Lagunilla, Recio, Venadillo, Totare, Opia, Coello, Sumapaz, Luisa, Saldaña, Chenche, Prado, Anchique, Los Ángeles, Cabrera y Patá. De estas cuencas, 14 nacen y tributan en el departamento, mientras cuatro (4) de ellas son compartidas con otros departamentos, estas son: la cuenca del río Guarinó (Caldas), Sumapaz (Cundinamarca), Cabrera y Patá (Huila) (Corporación Autónoma del Tolima-CORTOLIMA, 2012). En este análisis nos centraremos en las cuencas Totare, Coello, Gualí, Guarinó y Recio. La Tabla 243 describe las principales características de las cuencas que hidrográficas en jurisdicción de CORTOLIMA y que se encuentran en la zona del complejo de páramos Los Nevados y su zona de influencia.

Así mismo, CORPOICA (Corpoica- Nataima, 2009) realiza la siguiente caracterización de cada una de estas cuencas en la zona de páramo:

- La cuenca del río Gualí desemboca sobre el río Magdalena, entre sus afluentes están los ríos Aguacatal, Cajones, San Luis, entre otros; esta cuenca abastece los acueductos de los municipios de Fresno, Mariquita y Honda. El río Gualí presenta una extensión de 4470.79 hectáreas en la zona de páramos.
- El río Lagunilla nace en el flanco Oriental del nevado del Ruiz y el río Azufrado que es su afluente, nace en el noroeste del mismo, desembocando en el río Magdalena. El río Lagunilla presenta una extensión de 3.180.37 hectáreas en la zona de páramos.
- La cuenca del río Recio desemboca en el río Magdalena, entre sus afluentes principales están el río Azul y el río Yuca. El río Recio se origina en el nevado del Ruiz por el sector Suroeste y presenta un área de 3.508.73 hectáreas en la zona de páramos.
- La cuenca del río Coello desemboca en el río Magdalena y nace en el sector Oriental del nevado del Tolima, en la zona de estudio presenta afluentes como el río Combeima, río Toche y río Bermellón. La zona de estudio el río Coello presenta un área de 5.114.65 hectáreas.
- la cuenca del río Totare desemboca sobre el río Magdalena, en la zona de páramos se presentan tramos de los ríos Totarito, Frío, La China y San Romualdo. El río Totare presenta un área de 6.019.08 hectáreas en la zona de páramos.

Tabla 242. Características de las cuencas hidrográficas en jurisdicción de CORTOLIMA y que se encuentran en las zona del complejo de páramos Los Nevados.

Cuenca	Localización	Área total (ha)	Longitud del cauce (km)	Caudal (m ³ /s)	Nacimiento (msnm)	Desembocadura	Municipios que las conforman
						(msnm)	
Río Guarinó	Norte del departamento del Tolima en límites con el departamento de Caldas, al oeste con el departamento de Risaralda y al sur con la cuenca del río Gualí.	83,568.60	106.8	357.837	3.679	186 msnm en el río Magdalena	Honda, Mariquita, Fresno, Herveo, Caldas.
Río Gualí	Se encuentra al norte del departamento y comparte jurisdicción con el PNN Los Nevados.	80,568.60	104.5	1.822.964	4.800	196 msnm en el río Magdalena	Herveo, Casabianca, Mariquita, Honda, Fresno, Palocabildo y Fálán.
Río Recio	Norte del departamento, entre las cuencas de Lagunilla (norte), Venadillo (oriente) y Totare (sur).	75,288.70	100	1.901.286	5.200 m en la parte alta de la cordillera Central en el volcán Nevado del Ruiz	240 msnm en el río Magdalena	Ambalema, Venadillo, Lérída, Líbano, Santa Isabel y Murillo.
Río Totare	Norte del departamento entre las cuencas de Recio al norte, Venadillo al nororiente y Opia y Coello al sur.	143,020.50	88.5	1.815.207	3.963 m en la laguna del Encanto	216 msnm en el río Magdalena	Venadillo, Ibagué, Piedras, Alvarado, Anzoátegui y Santa Isabel.
Río Coello	De gran importancia para el departamento debido a que surte a los acueductos de Ibagué, Cajamarca y Espinal, se ubica en el centro de este entre las cuencas de Totare y Opia al norte, Saldaña y Luisa al sur.	178,292.20	123	43.413	Páramo de Don Simón a 3.850 m.	Río Magdalena a 300 msnm	Cajamarca, Ibagué, Rovira, Coello y Espinal.
Río Lagunilla	Norte del departamento, entre las cuencas Gualí al norte, Recio al sur y Venadillo al Oriente.	83,335.50	88.5	1.574.697	4.800 m en Cordillera Central en el Nevado del Ruiz	205 msnm en el río Magdalena	Ambalema, Lérída, Armero Guayabal, Líbano, Casabianca y Villahermosa.

Fuente: CORTOLIMA 2012.

26.2 Oferta Hídrica

CORPOICA (2009) define la oferta hídrica como el volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del sistema. La estimación de la oferta hídrica tiene como base la dinámica y los procesos que se dan en el ciclo hidrológico, que determinan en un espacio y un período dado la disponibilidad del recurso.

Por medio de un estudio realizado por CORTOLIMA, se determinó la oferta hídrica superficial de las principales cuencas del departamento del Tolima, de las cuales destacamos las que son objeto de nuestro estudio en Tabla 243.

Tabla 243. Oferta Hídrica superficial para las cuencas hidrográficas de la zona de influencia del complejo de páramos Los Nevados.

Cuenca	Oferta hídrica %
Coello	6%
Gualí	4%
Guarinó	1%
Lagunilla	4%
Totare	4%
Recio	4%

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de CORTOLIMA 2012.

Se puede observar que la cuenca del río Coello presenta la mayor oferta hídrica con 31,2 m³/s, (6%), mientras las cuencas Gualí, Totare y Recio suministran el 4%, y el Guarinó tan solo el 1%. En la Tabla 244 se puede apreciar con mayor detalle la oferta hídrica en la zona objeto de estudio.

De la tabla se puede inferir que la cuenca del río Totare es la que mayor oferta hídrica neta ofrece en la zona, con un total de 6,5 M3/Seg, seguida por las cuencas mayores de Gualí, Lagunilla y Recio, con un promedio de 5,2 M3/Seg. La que menor oferta hídrica ofrece son las cuencas mayores de Coello y Guarinó con un total de 1,7 y 0,20 M3/Seg respectivamente.

En Tabla 245 se presenta un inventario de las fuentes hídricas que abastecen las cabeceras municipales en la zona de influencia del complejo de páramos Los Nevados.

26.3 Demanda Hídrica Superficial

Según estimaciones de CORTOLIMA, la demanda hídrica superficial y subterráneo es de 171.794,2 l/s que corresponden a (171,8 m³/s), utilizados por 3.768 usuarios que poseen concesiones, esta demanda es utilizada prioritariamente para adelantar actividades de tipo agrícola, para la generación de energía eléctrica y para uso doméstico, entre otros. Según lo establece la Corporación, las concesiones de agua en litros, para los diferentes usos, se muestran en la Tabla 246.

Tabla 244. Oferta hídrica en el complejo de páramos Los Nevados.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca		Área (ha)	Oferta hídrica Neta (M3/seg)
Guarinó					162,16	0,0166
	R. Perrillo				224,68	0,023
		Q. La Plata			1096,34	0,0906
			Q. Peñas		142,26	0,0146
			Letras Viejas		124,81	0,0061
			Q. Farallones		286,29	0,0575
Total Cuenca Guarinó						0,20846
Gualí	R. Aguacatal				4470,79	0,9007
					270,16	0,0544
		Q. Los Micos			255,91	0,023
			Q. Tolda Seca		15,7	0,0002
		Q. Tasajera		1410,91	0,0291	
			Q. El Ángulo		188,35	0,0379
	Q. Peñales			333,5	0,0826	
	R. Cajones				943,49	0,1901
		R. San Luis			1522,02	0,3066
			Q. Pitalito		165,7	0,0334
			Q. Aguacaliente		704,57	0,0921
			Q. Los Alpes		9,45	0,0023
			Q. La Popa		103,01	0,0255
			Q. Lisa		834,22	0,4378
			Q. Alambrados		140,92	0,0084
		Q. La Cachucha		589	0,1848	
Total Cuenca Gualí						2,409
Lagunilla					3180,37	0,6753
	R. Azufrado				2756,02	0,5852
		Q. Cañada			377,42	0,03
		Q. Entrevalles			1117,17	0,1974
		Q. Guayabal			361,02	0,0526
		Q. Mina Pobre			224,16	0,1964
		Q. Negra			1717,48	0,5431
		R.. Vallecitos			1279,97	0,2421
			Q. San Miguel		25,75	0,0004
Total Cuenca Lagunilla						2,5225

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca		Área (ha)	Oferta hídrica Neta (M3/seg)
Recio					3508,73	0,559
		Q. Las Dantas			221,79	0,073
			Q. La Cascada		64,78	0,0131
		Q. El Oso			728,75	0,2146
			Q. Corralitos		918,8	0,1643
		Q. El Cisne			1829,64	0,4619
			Q. El Crimen		1656,25	0,2433
		Q. Chupadero			39,7	0,0124
			Q. El Chumbulún		37,99	0,001
	R. Azul				6374,53	0,4492
			Q. Seca		443,32	0,0651
			Q. Los Palos		223,01	0,0157
			Q. El Escudo		723,21	0,1826
	R. La Yuca	Q. Romeral			682,27	0,2674
			Q. Corazón		254,54	0,1135
			Q. Las Damas		157,87	0,0103
Total Cuenca Recio						2,8463
Coello	R. Combeima				5114,65	0,2557
					1945,27	0,0973
		Q. La Plata			740,14	0,0823
		Q. Las Perlas			851	0,1549
			Q. La Nieves		252	0,0126
			Q. Los Andes		337,94	0,0028
			Q. El Termal		253,84	0,1106
		Q. El Billar			775,2	0,0347
	R. Toche				5891,75	0,3084
		Q. San José			390,72	0,0303
			Q. La Sonadora		363,5	0
		Campoalegre			1308,81	0,0358
		R. Tohecito			614,5	0,0498
			Q. San Rafael		447,1	0,0362
			Q. Pajarito		494,26	0,0297
			Q. Dantas		828,37	0,0349
			Q. Las Lajas		118,43	0
	R. Bermellón				737,6	0,0369

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca		Área (ha)	Oferta hídrica Neta (M3/seg)
Coello	R. Bermellón		Q. Chorros Blancos		116,7	0
			Q. Dos Quebradas		1060,6	0,053
		Q. Chorros Blancos			294,9	0
			Q. El Rincón		70,08	0
		Q. Guala			637,96	0
			Q. Carrizales		1321,36	0,2731
		R. Anaime		Q. La Urania	430,02	0,0215
				Q. Maravelez	2032,2	0,1016
Total Cuenca Coello						1,7622
Totare			Q. Hoyo Frío		943,47	0,1813
		Q. Las Pavas			1102,86	0,2538
		Q. La Estrella			1744,42	0,223
			Q. El Queso		582,84	0,045
			Q. La Noria		792,64	0,1016
	R. Totarito				5290,75	1,1261
			Q. El África		870,53	0,3414
			Q. Pan de Azúcar		352,93	0,0429
			Q. El Cebollal		929,39	0,1688
			Q. Los Cazadores		981,71	0,1473
		Q. Aguablanca			1231,38	0,314
			Q. El Placer		524,27	0,0952
			Q. El Istmo		524,77	0,1137
		R. San Romualdo			5909,58	0,8807
			Q. Las Colonias		804,12	0,1494
			Q. La Argelia		716,98	0,1332
		Q. La Negra			383,28	0,1597
		Q. El Fierro			73,95	0,0077
		R. Frío			1800,4	0,3345
			Q. La Sierra		528,36	0,0982
			Q. Dardanelos		228,55	0,0425
			Q. Loreno		809,62	0,1504
			Q. El Bosque		487,53	0,0905
		R. La China				977,5
Total Cuenca Totare						6,5007

Fuente: CORPOICA.

Tabla 245. Fuentes abastecedoras de acueductos urbanos en la zona de influencia del complejo de páramos Los Nevados.

Municipio	Cuenca Abastecedora	Cuenca Mayor
Anzoátegui	Río Frío	Totare
	Quebrada El Fierro	Totare
Cajamarca	Quebrada Chorros Blancos	Coello-Bermellón
	Quebrada Dos Quebradas	Coello-Anaime
Casabianca	Quebrada La Española	Lagunilla-Azufrado
Herveo	Quebrada El Matadero	Gualí
	Quebrada Yolombal	Gualí
	Quebrada Agua Blanca	Gualí
	Quebrada La Vida	Gualí
Ibagué	Río Combeima	Coello
	Quebrada Cay	Coello-Combeima
	Quebrada la Chumba	Totare
Murillo	Quebrada Aguas Blancas	Lagunilla
	Río Vallecitos	Lagunilla
Santa Isabel	Quebrada Aguitas	Totare
	Quebrada Agua Linda	Totare
	Quebrada Bellavista	Totare
	Quebrada Nacimiento Las Minas	Totare
	Quebrada Las Águilas	Totare
	Quebrada Las Animas	Totare
	Quebrada Agua Bonita	Totare
	Arroyo Los Cárdenas	Totare
Villahermosa	Quebradas Guayabal y La Bonita	Lagunilla

Fuente: CORTOLIMA 2012.

Tabla 246. Concesiones de agua en litros para diferentes usos.

Usos	Porcentaje
Agrícola	81,48%
Eléctrico	13,91%
Doméstico	3,19%
Recreativo	0,53%
Industrial	0,17%

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CORTOLIMA (2012).

26.3 Índice del uso del agua (IUA)

El IUA es un indicador que permite evaluar el nivel de presión sobre los recursos hídricos superficiales y es expresado en forma porcentual. Por este medio es la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo determinado y unidad espacial de análisis (cuenca hidrográfica) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales.

Según cálculos de CORPOICA (2012) el IUA para las cuencas de la zona de influencia del complejo de páramos Los Nevados presenta el siguiente comportamiento:

- Las cuencas hidrográficas de los ríos Lagunilla, Recio, Totare, Coello, presentan un índice de uso de aguas muy alto ($IUA > 50\%$).
- Las cuencas hidrográficas de los ríos Gualí, presenta un índice de uso de aguas alto ($20.01\% \leq IUA \leq 50\%$).
- La cuenca hidrográfica del río Guarinó, presenta un índice de uso de aguas muy bajo ($IUA \leq 1\%$).

CORTOLIMA resalta que el 68 % de los municipios del departamento del Tolima presentan un índice de uso del agua muy alto y alto, siendo el consumo doméstico del municipio de Ibagué y los Distritos de Riego para el cultivo de arroz las actividades de mayor demanda hídrica.

En este orden de ideas, y según la información obtenida de los planes de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas de los ríos Gualí, Lagunilla, Recio y Coello, la principal problemática que presenta el servicio ecosistémico hídrico es el aumento de la presión sobre el recurso hídrico, debido al aumento progresivo de la demanda, pues cada vez más se requiere agua en mayores cantidades y calidades, sumado al hecho de que las fuentes hídricas presentan descensos vertiginosos en su cantidad y calidad.

Esta situación obliga a las comunidades, tanto rurales como urbanas a ampliar su frontera hídrica e identificar nuevas fuentes de abastecimiento, lo cual se ve reflejado en el aumento de los costos para acceder al servicio, a la vez que genera problemas de salud debido a la ausencia de tratamiento químicos al agua que se consume. El crecimiento vertiginoso de la población va de la mano con la ampliación de la frontera agropecuaria, deteriorando las áreas de conservación que se encuentran en buenas condiciones, incluyendo las áreas de conservación en las cuencas abastecedoras, humedales y bosques reguladores del recurso hídrico.

El PNN Los Nevados y su Zona Amortiguadora es una zona de gran importancia para el país en la medida en que son una gran fuente de riqueza natural y de reserva hídrica. Los servicios ecosistémicos que ofrece la zona para la población rural y para los municipios que la rodean de los departamentos del Caldas, Risaralda, Quindío y Tolima, la constituye en un área estratégica ambiental. Las relaciones parque-entorno en el contexto de la cuenca del Cauca, cordillera Central y cuenca del Magdalena son de vital importancia, pues la eco-región abastece el agua de aproximadamente 3.000.000 de habitantes, que depende directamente del recurso hídrico que se produce en la zona.

Adicionalmente, en el contexto regional, el parque se constituye en un eje articulador del corredor ambiental de la cordillera Central desde el páramo de Sansón en el suroriente de Antioquia continuando con los páramos de San Félix en Caldas y extendiéndose hacia el sur por el páramo de Chile en el municipio de Génova hasta el PNN Las Hermosas. En el plan de manejo se destacan la

oferta hídrica y el ecoturismo como principales ofertas ecosistémicas que ofrece el Parque en el contexto regional.

El área del parque presenta una gran importancia hidrográfica en la medida en que allí nacen un gran número de fuentes de agua como producto de deshielo de las nieves perpetuas, que dan inicio a los ríos que van a desembocar en las cuencas del río Cauca y Magdalena. También, la red fluvial de la zona se abastece de las lagunas de alta cordillera.

El territorio del PNN Los Nevados, comprende 10 subcuencas y 19 corrientes de diferente tamaño y características, de los cuales, 10 drenan en la hoya hidrográfica del magdalena (Gualí, Lagunilla, Recio, Totare, Frío y Coello, y los cuatro (4) restantes (Chinchiná, Campoalegre, Otún y Quindío) desembocan en el río Cauca. Se estima que esta importante red hidrográfica suministra el agua necesaria para el consumo humano de aproximadamente 2.000.000 de habitantes (Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, 2006).

El recurso hídrico dentro del parque también se utiliza para la generación de energía eléctrica; también abastece distritos de riego, como el de USOCOELLO, ASOCOMBEIMA, ASOTOTORE – CHINA, ASORECIO Y ASOLAGUNILLA; adicionalmente, se presenta una demanda recreativa del recurso hídrico, especialmente en las aguas termales del Otoño, termales del Ruiz, termales de Santa Rosa, termales San Vicente, termales El Rancho y termales Casabianca.

26.4 Turismo

La principal atracción turística en el complejo de páramos Los Nevados se concentra en el PPN Los Nevados. En el Plan de Manejo del Parque se indica que este cuenta con la infraestructura necesaria para el desarrollo de la actividad turística, dentro de las cuales se destacan: Refugio Brisas, Chalet Arenales, Cabaña El Cisne, 2 Cabañas en la Laguna del Otún, una propiedad del MIN Ambiente y otra propiedad de la Empresa de Aguas y Aguas de Pereira y la Cabaña Dulima, zonas de camping, el Ruiz, senderos de interpretación ambiental, sectores señalizados que hacen del parque uno de los más visitados del país. Para el parque, el ecoturismo representa la principal actividad económica, el cual se constituye en un modelo alternativo del uso y ocupación del territorio.

Según indica el plan, ha tenido lugar un incremento en el número de visitantes, lo cual beneficia el contexto local y regional de los habitantes, en la medida en que las comunidades relacionadas al Parque participan activamente desde varias funciones: prestación de servicios de alojamiento, la guía de visitantes por los sectores del parque, producción de artesanías y productos de biocomercio para turistas, entre otras.

El parque se ha venido especializando en la atención a visitantes extranjeros, en el sector norte del parque (Brisas-Refugio del Ruiz), sector en el cual se encuentra ubicada la mayoría de la infraestructura eco turística. Dentro de esta infraestructura se destacan el centro de instrucción de Brisas, en donde se presentan a los visitantes los servicios de recaudo de ingresos, de inducción y alojamiento. Por otro lado, se destaca el centro de visitantes de El Cisne, que ofrece servicio de alojamiento, servicio de cafetería y restaurante, eco tienda y auditorio, sumado a una zona de camping.

Por otro lado, se presentan zonas en donde la presentación de este servicio ecosistémico es baja, los POMCA's estudiados coinciden en que la principal consecuencia del bajo desarrollo del turismo es la carencia de infraestructura y servicios que proyecten el agro y eco turismo como una alternativa de progreso económico y social, que no solo se vea reflejada en la generación de ingresos, sino que permita el desarrollo de actividades económicas que no generen impactos negativos al medio

ambiente. Según los datos obtenidos, se requieren directrices y acciones desde la planeación municipal, pero también de una fuerte inyección económica para el desarrollo de infraestructura, en vías de acceso, sostenibilidad y sustentabilidad de algunos recursos ecológicos, lugares de hospedaje; así mismo una buena promoción y publicidad para dar a conocer los lugares. También se insisten en la necesidad de fortalecer el sentido de pertenencia de los habitantes hacia la como estrategia para estimular el sector turístico.

27. USO DEL SUELO

CORPOICA (2009) indica que la condición superficial en la cuenca hidrográfica se refleja en el uso del suelo y las clases de tratamiento. Según la corporación, el uso del suelo está asociado a las coberturas forestales y vegetales de la cuenca como son el tipo de vegetación, los usos agrícolas, tierras en descanso, superficies impermeables y área urbanas. El tratamiento del suelo se aplica a las prácticas mecánicas como uso de curvas de nivel y prácticas de manejo propias de cultivos agrícolas, como rotación de potreros y controles de pastoreo.

Los estudios de CORPOICA-NATAIMA y de CORTOLIMA ha evidenciado que en las zonas de páramo predominan las coberturas asociadas a la vegetación de páramo como pastos, y parches de bosques. A estas zonas los habitantes de la región han dado un uso pecuario y agrícola (cultivos de papa) principalmente.

Por otro lado, al interior del PNN Los Nevados, se pudo evidenciar que las principales actividades económicas relacionadas con el uso del suelo son la ganadería extensiva y cultivos de papa en aproximadamente 2740 ha que representan el 4.7% del área, actividades que se desarrollan desde antes de la declaración del parque, representando un conflicto con el uso de la tierra, en la medida en que el decreto 622 del 16 de marzo de 1997 no deberían realizarse este tipo de actividades en las zonas de protección. el carácter privado de los terrenos en los cuales se llevan a cabo estas actividades económicas dificultan el tratamiento del tema.

El turismo aparece en este escenario como la actividad económica más viable en la zona del páramo, pues se constituye en un modelo alternativo de uso y ocupación del territorio, permitiendo el desarrollo de un proceso productivo que genere beneficios y procesos de educación ambiental para la conservación (Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, 2006).

27.1 Tenencia de la Tierra

En el POMCA de la cuenca mayor del río Gualí se refiere a la tenencia de la tierra como “el monopolio y control establecido por los propietarios territoriales que cobran un tributo a la sociedad por su utilización a raíz de que la tierra no se puede reproducir. En todas partes el monopolio sobre la tierra se convierte en un obstáculo para el desarrollo de las fuerzas productivas en la agricultura. La tenencia se concibe como “un sistema de relaciones jurídico-políticas de dominación sobre la tierra. Las formas clásicas de tenencia de la tierra en América Latina han sido: el latifundio, el minifundio, la comunidad indígena, la explotación familiar y la mediana explotación intensiva.” (POMCA Gualí)

Empezaremos hablando de la tenencia en el PNN Los Nevados. Para hablar de la tenencia de la tierra al interior del parque es importante mencionar que la población que reside en éste son oriundas de otras regiones del país, especialmente de los departamentos de Caldas, Risaralda y

Tolima, que representan el 60% de la población, seguidas por Cundinamarca y Boyacá, que representan el 35% de los pobladores. Sin embargo, muchas de éstas se asentaron en la zona hace más de 50 años, por lo que hablar de colonos resulta complicado, pues ya existe un arraigo y una tradición sobre la tierra. Según se afirma en el Plan de Manejo del PNN Los Nevados, el proceso de poblamiento más organizado tuvo lugar en la zona correspondiente al departamento del Tolima, con la fundación y consolidación de pueblos como Anzoátegui, Casabianca, Santa Isabel y Murillo. La Tabla 247 presenta la distribución predial veredal de los municipios del departamento del Tolima para el parque los nevados.

Tabla 247 Distribución predial según división veredal para el PNN Los Nevados en el departamento del Tolima.

Municipio	Vereda	No. de Predios
Anzoátegui	Totare	10
	Totare Alto	2
	Hoyo Frío	1
	La Vega	2
	Siberia	2
	San Romualdo	1
	El Placer	2
Casabianca	Aguas Calientes	5
Ibagué	Juntas	9
	San José	13
	Santa Rita	9
	Toche	9
Murillo	Romerales	1
	Alfombrales	14
	Santa Bárbara	2
	Mozul	18
	La Estrella	5
Santa Isabel	Totarito	5
Villahermosa	Guayabal	6

Fuente: Plan de Manejo Ambiental PNN Los Nevados.

En el Plan de Manejo del PNN Los Nevados especifican que las comunidades campesinas dentro del parque se encuentran diseminadas en fincas dispersas, registrándose un total de 42 familias constituidas por aproximadamente 252 personas.

Por otro lado, la información obtenida en el POMCA de la cuenca del río Gualí, nos permite observar el siguiente comportamiento del tamaño de los predios en los municipios de Herveo y Casabianca.

Tabla 248. Distribución porcentual del tamaño de los predios de los municipios Herveo y Casabianca.

Tamaño	Herveo	Casabianca
0 - 1 ha	0.94	0.73
1 - 5 ha	8.11	11.78
5 - 20 ha	14.78	18.41
20 - 50 ha	16.89	11.95
50 - 100 ha	17.11	5.97
> 100 ha	42.16	51.16

Fuente: POMCA Gualí.

Por otro lado, en el POMCA Totare se presenta el número de predios en el sector rural dentro de unos rangos de área para cada uno de los municipios de Anzoátegui, Ibagué y Santa Isabel.

Tabla 249. Distribución rural por rango de superficie, municipios Anzoátegui, Ibagué y Santa Isabel, pertenecientes a la cuenca mayor del río Totare.

Rango Área (ha.)	Anzoátegui		Ibagué		Santa Isabel	
	Predios		Predios		Predios	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
< de 1	163	8.37%	256	16.31%	45	7.41%
de 5 - 10	403	20.70%	287	18.28%	133	21.91%
de 20 - 50	255	13.10%	173	11.02%	122	20.10%
de 200 - 500	22	1.13%	12	0.76%	10	1.65%
de 1000 - 2000	4	0.21%	4	0.25%	-	-

Fuente: POMCA Totare.

En el POMCA Totare se pudo determinar que dentro del perímetro de la cuenca hidrográfica mayor del río Totare, se encuentran alrededor de 7.421 predios en el sector rural, de los cuales el 43,54% se encuentra en un rango de área inferior a las 5 ha; el 3,94% es ocupado por predios superiores a las 200 ha y el 52,52% restante se encuentra en un rango entre 5 ha - 200 ha. Se puede observar que dentro de la cuenca hidrográfica mayor del río Totare, un poco más de la mitad de los predios en cuanto a la distribución rural de los municipios que la conforman, son minifundios, ya que son los más abundantes al presentar un porcentaje de 43.54% (POMCA Totare).

Se puede observar que la continua colonización y el irregular crecimiento de la población en la zona de estudio, ha dado lugar a una estructura de la propiedad en la cual prima el latifundio en las partes bajas de las cuencas hidrográficas, en las que se desarrollan actividades productivas a gran escala, y la presencia del minifundio en las demás zonas. En el POMCA Gualí se enfatiza en el hecho de que esta estructura de la propiedad trae como consecuencia el aumento en el precio de la tierra.

- o Análisis de la configuración actual de la institucionalidad ambiental a diferentes escalas (desde lo local hasta lo nacional) en torno a la gestión del páramo.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT a nivel nacional el MAVDT es la máxima autoridad en materia de gestión del medio ambiente. De acuerdo con el artículo 5 de la Ley 99 de 1993, algunas de las funciones del MAVDT, son:

1. Formular la política nacional en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y establecer las reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del medio ambiente;
2. Regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural(...)
3. Administrar las áreas que integran el Sistema de Parques Nacionales Naturales, velar por la protección del patrimonio natural y la diversidad biótica de la Nación, así como por la conservación de las áreas de especial importancia ecosistémica; (...)

Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP): Parque Nacional Natural (PNN) Los Nevados

El análisis de actores dentro del PNN tiene como objetivo la identificación de los actores relacionados con el área protegida, teniendo en cuenta su nivel de competencia en el manejo (planificación-gestión), y el estado de la relación parque-actores.

El PNN Los Nevados está ubicado en la cordillera Central de Colombia, comprende un área aproximada de 58.00 ha, en jurisdicción de los departamentos de Caldas, con un área total de 8074 ha, Risaralda 19939 ha. , Quindío, 1714 ha y Tolima, con un total de 28573, siendo el departamento con mayor zona dentro del parque. La Tabla 250 presenta los municipios del departamento del Tolima que hacen presencia en el parque, junto con su área.

Tabla 250. Distribución espacial por municipio del departamento del Tolima del PNN Los Nevados.

Municipio	Área (ha)	Porcentaje
Ibagué	5603	9.6
Anzoátegui	6378	10.9
Santa Isabel	4367	7.5
Murillo	8966	15.4
Villahermosa	1434	2.5
Casabianca	1481	2.5
Herveo	344	0.6
Total	28573	49.0

Fuente: Plan de Manejo PNN Hermosas.

Se puede concluir que a nivel municipal en el interior del departamento del Tolima, es Murillo el municipio que más área tiene dentro del parque con un total de 8966 ha, seguido por Anzoátegui e Ibagué. Y los que menos área presentan son los municipios de Villahermosa, Casabianca y Herveo, con un total de 1434 ha, 1481 ha, y 344 respectivamente, siendo este último municipio el que menor área presenta.

El Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Los Nevados se basa en los Objetivos de Conservación, que son la razón de ser de las Áreas Protegidas. Por lo tanto, el Plan de Manejo debe estar dirigido a superar las dificultades que se puedan presentar para alcanzar dichos objetivos, o simplemente para monitorear su cumplimiento. Las acciones para su cumplimiento se desarrollan tanto en el Área Protegida como en su Zona Amortiguadora.

El Plan de Manejo del PNN Los Nevados plantea una política de participación social en la conservación, dentro de la cual se definen tres objetivos de carácter misional generales:

- Biodiversidad, con la cual se busca asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, el flujo genético necesario para preservar la diversidad de especies de flora y fauna terrestre y acuática.
- Los servicios ambientales, relacionado con garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible.
- Los aspectos culturales, relacionados con garantizar la permanencia del medio natural necesario para la integridad y pervivencia de las culturas tradicionales del país.

Los objetivos o valores de conservación para el parque, son los siguientes:

- Mantener una muestra representativa de las biomasas de páramos y bosques alto andino del sistema centro andino colombiano, por su importancia en diversidad ecológica, recursos genéticos representados y los valores culturales asociados.
- Preservar las unidades de origen glacial y volcánico como escenarios de gran espectacularidad paisajística y ecológica que encierran el complejo volcánico Ruiz-Tolima.
- Conservar poblaciones viables de fauna y flora endémicas y amenazadas de extinción del sistema centro andino colombiano.
- Proteger las cuencas altas de los ríos Chinchiná, Campoalegre, Otún, Quindío, Gualí, Frío, Coello, Lagunilla, Recio y Totare con sus afluentes, en jurisdicción del Parque, que cubre la demanda hídrica del 50% de la población actual de la Eco- Región del Eje Cafetero.

Corporación Autónoma del Tolima - CORTOLIMA

Las Corporaciones Autónomas Regionales - CAR es la máxima autoridad en cuanto al manejo y cuidado ambiental los departamentos. Para esta tarea, la corporación tiene a su cargo la elaboración de planes de manejo ambiental a nivel departamental y los Planes de Ordenación y Manejo del recurso Hídrico – POMCAS - de las cuencas mayores presentes en el departamento, como instrumento que garantiza la restauración, protección y conservación del recurso hídrico.

El artículo 5 de la Ley 99 de 1993, establece las funciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible obligándolo a formular las Políticas Nacionales en relación al Medio Ambiente y los recursos naturales renovables, y a establecer las reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio fijando las pautas generales para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas y demás áreas de manejo especial. El Decreto 1640 del 2 de agosto de 2012, asigna a las CAR's y a las Comisiones Conjuntas (en cuencas compartidas) la responsabilidad de elaborar "Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas", POMCAS, con el fin principal de atender necesidades de prevención, protección, restauración y conservación de los recursos naturales, especialmente del recurso hídrico con sustento en estudios de oferta y demanda" (Corporación Autónoma Regional del Cauca, 2015).

Es importante resaltar que en cada POMCA se establece un Plan de Zonificación Ambiental de la Cuenca, que es realizado conforme a un análisis previo de sus aptitudes, características y cualidades biofísicas, antrópicas y socioeconómicas, con el fin de garantizar la plena administración y el buen manejo de la tierra y del recurso hídrico. Adicionalmente, en cada unidad de zonificación ambiental se establecen áreas de especial significancia ambiental, que son lugares que merecen ser conservados y protegidos por razones de su biodiversidad, como los sistemas de parques naturales, las zonas de páramos, zonas de influencia de los PNN, áreas para la conservación como reserva, áreas para la conservación como reserva, entre otras.

A continuación se mencionan las principales características en torno a la gestión y conservación ambiental y del recurso hídrico de los POMCA's de las cuencas mayores de los ríos Gualí, Lagunilla, Recio y Coello.

- **POMCA Río Lagunilla**

Las Áreas de Especial Significancia Ambiental cubre un área de 24.575,5 ha, que representan en el 30 % del área total de la cuenca mayor del río Lagunilla, y comprende las siguientes áreas o categorías:

- o **Sistema de Parques Nacionales Naturales:**

El área del Sistema de Parques Nacionales Naturales presente en la cuenca mayor del río Lagunilla, corresponde al “Parque Nacional Natural Los Nevados”, que posee un área de 2.621,6 hectáreas y corresponde al 3.2% de área de la cuenca mayor. La administración y manejo de esta importante áreas está bajo la jurisdicción de la Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Tabla 251. Parques Nacionales Naturales en las veredas de los municipios de Murillo y Casabianca de la cuenca mayor del río Lagunilla.

Área	Subárea	Descripción	Municipio	Vereda
Sistemas de Parques Nacionales (subárea parque nacional natural Los Nevados)	ZI	Zona Intangible	Murillo	La Cabaña
	ZP	Zona Primitiva	Casabianca	Agua Caliente
			Murillo	El Oso
				La Cabaña
			Villahermosa	Betulia
				Entrevalles
	ZRN	Zona de Recuperación Natural	Casabianca	Agua Caliente Entrevalles
			Villahermosa	
	RGE	Zona de Recreación General	Casabianca Villahermosa	Agua Caliente
		Exterior		
				Entrevalles

Fuente: POMCA Lagunilla.

o **Zona de influencia³⁷ del Parque Nacional Natural los Nevados**

La zona de influencia del Parque Nacional Natural Los Nevados, posee un área de 5.468 hectáreas que corresponden al 6.6% del área de la cuenca mayor del río Lagunilla, y se encuentra distribuida en áreas de conservación, áreas para la recuperación, áreas para la preservación, áreas de reserva (POMCA Lagunilla).

o **Áreas para la Conservación como Reserva³⁸**

Incluye áreas adquiridas por el estado a través de entidades locales como las alcaldías municipales y entidades regionales como CORTOLIMA con la ayuda del sector.

o **Áreas para la protección, regulación y el abastecimiento del recurso hídrico superficial³⁹**

La Tabla 252 presenta municipios y veredas que poseen áreas para la conservación.

Tabla 252. Veredas que poseen áreas para la conservación como reserva forestal, subárea bosques municipales de los municipios de Casabianca, Murillo y Villahermosa, dentro de la cuenca mayor del río Lagunilla.

Subárea	Municipio	Vereda
Bosque natural (bn)	Casabianca	El Coral La Meseta
		Hoyo Caliente Palma Penitas
		La Esperanza (C) Penolcitos
		La Joya Potreros
	Murillo	El Recodo Pajonales
		La Gloria Sabanalarga
		Las Novillas Santa Bárbara
	Villahermosa	Alto Bonito La Flor
		Alto Del Naranjo La Julia y Bagazal
		Betulia La Linda
		Buenavista La Uribe
		Buenos Aires Llano Alto
		El Castillo Lorena P/Alta P/Baja
		El Raizal Minapobre
		El Resguardo Pavas
		El Rocío Potosí
		Entrevalles Primavera Alta
		Guayabal Samaria
		La Colorada Siberia
		La Esmeralda Yarumal
		La Estrella Z R Villahermosa

Fuente: POMCA Lagunilla.

37 Las zonas de influencia son aquellas áreas que colindan y son aledañas a un área del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). Se caracterizan por su fragilidad ambiental en la medida en que se encuentran expuestas a la intervención del hombre.

38 Las Áreas para la Conservación como Reserva se establecieron con el objetivo de la protección y conservación de la biodiversidad florística y faunística aún existente, la captura de

CO₂, producción de Oxígeno, la regulación hídrica y climática, se establecieron como zonas donde aún se conserva en forma natural, sin intervención algunos relictos de bosque nativo, los cuales por su biodiversidad existente deben ser conservados a posteridad.

39 Son las zonas que abastecen a los acueductos de las cabeceras municipales y centros poblados, así como a los acueductos veredales. De ahí deriva la gran importancia de conservar estas zonas, en especial en el contexto del calentamiento global y el aumento de la demanda del recurso hídrico.

Tabla 253. Veredas que poseen áreas de protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, subárea de abastecimiento hídrico urbano y de centros poblados de los municipios de Casabianca, Murillo y Villahermosa, cuenca mayor río Lagunilla.

Subárea	Municipio	Vereda
Abastecimiento hídrico urbano y centros poblados	Casabianca	La Joya
		Potreros
	Murillo	El Recodo
		La Gloria
		Pajonales
		Sabanalarga
	Villahermosa	Buenavista
		Buenos Aires
		Campo Alegre
		Z R Villahermosa

Fuente: POMCA Lagunilla.

Tabla 254. Veredas que poseen áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, subárea abastecimiento hídrico rural, de los municipios de Casabianca Murillo y Villahermosa, cuenca mayor del río Lagunilla.

Subárea	Municipio	Vereda
Abastecimiento hídrico rural	Casabianca	El Cardal
		Oromazo
		Hoyo Caliente
		Palma Penitas
	Murillo	La Cristalina
		Potreros
		La Gloria
	Villahermosa	Sabanalarga
		Santa Bárbara
		Alto Bonito
		La Linda
		Buenavista
		Lorena P/Alta P/Baja
		Buenos Aires
		Platanillal
		Campo Alegre
		Yarumal

Fuente: POMCA río Lagunilla.

- **POMCA Río Recio**

Dentro de la zonificación ambiental propuesta para la cuenca mayor del río Recio fueron identificadas cuatro (4) categorías, las cuales fueron concertadas con las comunidades presentes en el área que son: áreas de especial significancia ambiental, áreas de recuperación y o protección ambiental, áreas de protección por amenazas naturales y áreas de producción económica (POMCA Río Recio) Las áreas de especial significancia ambiental comprende las siguientes áreas:

o Parque Nacional Natural Los Nevados

El área del Parque Nacional Natural Los Nevados presenta un área de 7.901,27 hectáreas dentro de la cuenca, que corresponde al 10,57% del área total de la cuenca. La administración y manejo de esta importante área, está bajo la jurisdicción de la Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Tabla 255. Parques Nacionales Naturales en los Municipios y Veredas de la cuenca mayor del río Recio.

Sub-área	Símbolo	Categoría propuesta	Municipio	Vereda
Parque Nacional Natural Los Nevados	ZIN	Zona Intangible	Murillo	El Oso
				La Cabaña
				Rio Azul
	ZP	Zona Primitiva	Murillo	El Oso
				La Cabaña
				Rio Azul
	ZRN	Zona de Recuperación Natural	Murillo	El Oso
				Rioazul
	RGE	Zona de Recreación General	Murillo	El Oso
		Exterior		

Fuente: POMCA río Recio.

o Páramos

Las áreas de paramos ocupan el 13,28% del área de la cuenca que corresponden a 9.929,71 hectáreas. Por tratarse de zonas con sistemas naturales complejos y variados de alta montaña, y por ser zonas de recarga de acuíferos tienen una protección especial. Esta área comprende una zonificación donde se encuentran las categorías para la conservación y para la restauración.

Tabla 256. Municipios y veredas que se encuentran dentro del área de páramos, cuenca mayor río Recio.

Subárea	Simbolo	Categoría propuesta	Municipio	Vereda
Páramos	Par-conser	Conservación	Murillo	Alfómbrales
				Arenales
				Canaán
				El Oso
				La Cabaña
				La Cascada
				La Esperanza
				La Florida
				Las Lagunas
				Requintaderos
				Rio Azul
				La Estrella
			Santa Isabel	Vallecitos
	Par-restaur	Restauración	Murillo	Alfómbrales
				Arenales
				El Oso
				La Cabaña
				La Cascada
				La Estrella
				La Florida
				Requintaderos
				Rio Azul

Fuente: POMCA río Recio.

o Tierras para la conservación como reserva

Estas zonas ocupan un área 457,28 hectáreas, que representan en total el 0,61% del área de la cuenca. Los predios para la conservación, han sido adquiridos conjuntamente por CORTOLIMA y las administraciones municipales y asociaciones de usuarios de distritos de riego. Esta categoría ocupa un área de 457,28 hectáreas, que corresponden al 0.61% de la superficie de la cuenca; estos deben ser destinados a usos de protección, restauración y conservación.

o Tierras para la conservación y protección

Las tierras para conservación y protección ocupan una extensión de 14.023,89 hectáreas que corresponde al 18,76% del área total de la cuenca.

o Tierras para la protección y regulación del recurso hídrico superficial

Son zonas de donde proviene el recurso hídrico para el abasteciendo de agua los acueductos de las cabeceras municipales y centros poblados y de los acueductos veredales. Por esta importante razón, estas zonas deben ser protegidas, adquiridas y/o manejadas con criterios de sostenibilidad. Las áreas para la protección y abastecimiento del recurso hídrico superficial presentan en total un área de 7.521,26 hectáreas que representan el 10,06% del área total de la cuenca. La categoría de abastecimiento hídrico urbano y centros poblados ocupan el 2,72% del área total de la cuenca.

Tabla 257. Veredas que se encuentran dentro de la categoría de tierras para la protección, regulación y abastecimiento hídrico urbano y de centros poblados, municipio Santa Isabel, Cuenca mayor Río Recio

Subárea	Símbolo	Municipio	Vereda
Abastecimiento hídrico urbano y centros poblados	a.h.u	Santa Isabel	Buenavista
			Estrella Colón
			La Pava
			Las Animas

Fuente: POMCA río Recio.

La categoría de abastecimiento hídrico rural, presenta una superficie de 2.737,78 hectáreas que corresponden al 3,66% del área total de la cuenca.

Tabla 258. Veredas que se encuentran dentro de la categoría de tierras para la protección, regulación y abastecimiento hídrico rural, municipio de Santa Isabel, cuenca mayor río Recio.

Subárea	Símbolo	Municipio	Vereda
Abastecimiento hídrico rural	a.h.r	Santa Isabel	Bolívar
			Estrella Colón

Fuente: POMCA río Recio.

La categoría de abastecimiento hídrico rural, presenta una superficie de 2.737,78 hectáreas que corresponden al 3,66% del área total de la cuenca.

Tabla 259. Veredas que se encuentran dentro de la categoría de alto rendimiento hídrico superficial, municipios de Murillo y Santa Isabel, cuenca mayor río Recio.

Subárea	Simbolo	Municipio	Vereda
Rendimiento Hídrico	r.h	Murillo	Arenales
			Canaan
			Centro Poblado El Bosque
			El Bosque
			La Cascada
			La Esperanza
			La Estrella
			Requintaderos
			Sinaí
		Santa Isabel	Estrella
			Colón

Fuente: POMCA río Recio.

- **POMCA Río Totare**

Dentro de las Unidades de Zonificación Ambiental y Económica de la propuesta de Ordenación y Manejo (Zonificación Ambiental y Económica) realizada de manera concertada con las comunidades presentes en el área, se resaltan las siguientes categorías y áreas que forman parte de las áreas de especial significancia ambiental, que en total cubren un área de 57.846,6 ha, que representan en el 40.5 % del área total de la cuenca mayor del río Totare. Se destacan las siguientes áreas dentro de esta categoría.

- o **Sistema de Parques Nacionales Naturales**

Corresponde al Parque Nacional Natural Los Nevados, que posee un área de 10.701,6 ha y corresponde al 7.5% de área de la cuenca mayor del río Totare. La administración y manejo de esta importante áreas está bajo la jurisdicción de la Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Tabla 260. Parques Nacionales Naturales en las veredas de los municipios Anzoátegui y Santa Isabel de la cuenca mayor del río Totare.

Área	Municipios	Veredas
Sistemas de Parques Nacionales (Subárea Nacional Natural Los Nevados)	Anzoátegui	Quebrada Negra
		San Francisco
		Hoyo Frío
		La Cascada
		China Alta
	Santa Isabel	Totarito

Fuente: POMCA río Totare.

o Zonas Influencia Parque Nacional Natural Los Nevados

Esta zona posee un área de 11.410,6 ha que corresponden al 8% del área de la cuenca mayor del río Totare. Esta área se encuentra dividida en las siguientes subáreas:

- Subárea de Conservación (conser): Esta zona tiene una extensión del 3.051,2 ha, correspondiente al 2,1% del área total de la cuenca mayor del río Totare.
- Subárea de Preservación (pres): Esta zona tiene una extensión de 7.495, 9 ha, correspondiente al 5,2% del área total de la cuenca mayor del río Totare.
- Subárea de Recuperación (recu): Esta zona tiene una extensión de 860,8 ha, correspondiente al 0,6% del área total de la cuenca mayor del río Totare.
- Subárea de Reserva (reser): Esta zona tiene una extensión de 2.7 ha, del área total de la cuenca mayor del río Totare.

o Áreas para la protección, regulación y el abastecimiento del recurso hídrico superficial

Estas áreas cubren un total de 17.173,1 ha que representan el 12,0% del área total de la cuenca mayor del río Totare. Las subáreas de abastecimiento hídrico urbanos y de centros poblados en la cuenca mayor del río Totare ocupan un área de 2.670,3 hectáreas que corresponden al 1.9 % del área total de la cuenca.

Tabla 261. Veredas que poseen áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, de los municipios de Anzoátegui e Ibagué, subárea abastecimiento hídrico urbano y de centro poblados en la cuenca mayor del río Totare.

Subárea	Municipios	Veredas
Área para la Protección, Regulación y Abastecimiento del Recurso Hídrico Superficial (Subárea Abastecimiento Hídrico Urbano y Centros Poblados)	Anzoátegui	Palomar
		La Alejandría
		Puerto Colombia
		Cp Palomar
		Caldas Viejo
		Rincón Chipalo
		La Palmita
		Zu Alvarado
		Hatico Tamarindo
	Ibagué	China Alta (I)
		Carrizales
		Ambalá P/A
		Ancón Tesorito P/B
		El Colegio
		Bellavista
		Calambeo
		La Esperanza
		La Elena
		Alaska
		La Victoria
		Zu Ibagué
		Picaleña Sector Rural

Fuente: POMCA río Totare.

Las subáreas para el abastecimiento hídrico rural priorizadas presentan un área total de 14.376,1 has y corresponden al 10.1% del área total de la cuenca mayor del río Totare, estas áreas se encuentran en los municipios de Ibagué, Piedras, Santa Isabel, Venadillo, Alvarado y Anzoátegui, este último en la vereda San Francisco

La Tabla 262 presenta los municipios y veredas con áreas para la protección del recurso hídrico que abastece la zona rural de los municipios Anzoátegui, Ibagué y Santa Isabel.

Tabla 262. Veredas que poseen áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, subárea abastecimiento hídrico rural, de los municipios Anzoátegui, Ibagué y Santa Isabel, cuenca mayor río Totare.2

Subárea	Municipios	Veredas
Área para la Protección, Regulación y Abastecimiento del Hídrico Superficial (Subárea abastecimiento Hídrico Rural)	Anzoátegui	Quebrada Negra
		Betulia
		La Cascada Palomar
		La Flor
		El Placer
		La Unión
		La Pradera
		La Palmera
		Zu Anzoátegui
		La Esmeralda
		San Antonio (A)
		Santa Rita (A)
		La Alejandría
		El Brillante
		Santa Helena
		China Media
		Río Frío Pueblo Nuevo
	Santa Isabel	La Estrella
		Las Damas

Fuente: POMCA río Totare.

- **POMCA Río Coello**

En las Unidades de Zonificación Ambiental y Económica (ZAE) y la propuesta de Ordenación y Manejo (Zonificación Ambiental y Económica) realizada de manera concertada con las comunidades presentes en el área, destaca dentro de las Áreas de Espacial Significancia Ambiental las siguientes:

- o **Sistema de Parques Nacionales Naturales**

El área del Sistema de Parques Nacionales Naturales presente en la cuenca mayor del Río Coello, corresponde al “Parque Nacional Natural Los Nevados”, que posee un área de

4.946.06 hectáreas y corresponde al 2.68% de área de la cuenca mayor. La administración y manejo de esta importante áreas está bajo la jurisdicción de la Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

o **Zonas Amortiguadora Parque Nacional Natural Los Nevados**

La zona amortiguadora del Parque Nacional Natural Los Nevados, posee un área de 14853,50 hectáreas que corresponden al 8,06% del área de la cuenca mayor del Río Coello, y se encuentra distribuida en áreas de conservación, Áreas para la recuperación, Áreas para la producción, áreas para la preservación, áreas de reserva; así mismo existen áreas de gran interés para el abastecimiento hídrico rural representada en 11.102,31 hectáreas que equivalen a un 6.03% del total de la cuenca (POMCA Coello).

o **Áreas para la protección y el abastecimiento del recurso hídrico superficial**

Las áreas para la protección y abastecimiento del recurso hídrico superficial presentan en total un área de 25.261,43 hectáreas que representan el 13,71% del área total de la cuenca mayor del río Coello. Las subáreas de abastecimiento hídrico urbanos y de centros poblados en la cuenca mayor del río Coello ocupan un área de 5.957,78 hectáreas que corresponden al 3,23 % del área total de la cuenca. Estas áreas se encuentran distribuidas en los Municipios de Ibagué, Cajamarca y Coello; la Tabla 263 presenta los municipios y veredas que poseen este tipo de categoría. Las subáreas para el abastecimiento hídrico rural priorizadas presentan un área total de 11.102,31 hectáreas y corresponden al 6,03% del área total de la cuenca mayor del río Coello, estas áreas se encuentran en los municipios Cajamarca, Ibagué, Rovira y Coello.

Tabla 263. Veredas que poseen áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, subárea abastecimiento hídrico urbano y centros poblados de los municipios de Ibagué y Cajamarca, cuenca mayor río Coello.

Subárea	Municipios	Veredas
Abastecimiento Hídrico Urbano y Centros Poblados	Cajamarca	Altamira
		El Águila
		La Bolívar
		La Luisa
		La Plata

Fuente: POMCA Coello.

Las subáreas de rendimientos hídricos ocupan un área de 1.773,88 hectáreas que corresponden al 0,96% del área total de la cuenca mayor del río Coello y se distribuye en los municipios Cajamarca, Ibagué, Rovira.

Tabla 264. Veredas que poseen áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, subárea abastecimiento hídrico rural, de los municipios de Ibagué y Cajamarca, cuenca mayor del río Coello.

Subáreas	Municipios	Veredas
Abastecimiento Hídrico Rural	Ibagué	La María Piedra Grande
		Alto de Toche
		La María Villa Restrepo
		La Plata
		El Brillante
		Tapias
		Ibagué
		Toche
		Juntas Villa Restrepo
		La Cascada
		Zona de Páramo
	Cajamarca	El Águila
		Las Hormas
		El Oso
		Potosí
		La Ceja Recreo Bajo
		La Despunta
		Rodano Arenillal
		La Plata Montebello

Fuente: POMCA Coello.

Asociaciones de Acueducto

En el estudio fueron identificados unos actores de gran importancia por su papel en torno al manejo y conservación de las fuentes hídricas que abastecen los municipios. Se trata de las Asociaciones o Juntas de Acueducto de los municipios de Anzoátegui, Ibagué y Santa Isabel, pertenecientes a la cuenca mayor del río Totare. En el caso de Ibagué las asociaciones de acueducto están agrupados en la Asociación de Acueductos Comunitarios de Ibagué “ASACI”, organización sin ánimo de lucro que busca la conservación de las micro cuencas abastecedoras y por la optimización del servicio. La Tabla 265 presenta las asociaciones de acueducto de los municipios en cuestión.

Tabla 265. Veredas que poseen áreas para la protección, regulación y abastecimiento del recurso hídrico superficial, subárea de rendimiento hídrico, de los municipios de Ibagué y Cajamarca, cuenca mayor río Coello.

Subárea	Municipios	Veredas
Rendimiento Hídrico	Cajamarca	Recreo Alto
		La Fonda Puente Hierro
		La Alsacia
	Ibagué	Coello San Juan
		La María Villa Restrepo
		El Guaico
		Quebradas
		El Moral
		San Cristóbal
		El Retiro El Resbalón
		San Isidro
		La Cima
		Tapias
		Toche
		Villa Restrepo

Fuente: (POMCA Coello).

Tabla 266. Asociaciones o juntas administradoras de acueducto de los municipios de Anzoátegui, Ibagué, y Santa Isabel, presentes en la cuenca hidrográfica mayor del río Totare.

Municipio	Nombre
Anzoátegui	Junta de Acueducto Bolívar
Ibagué	Acueducto Comunitario Vereda Bellavista
	Acueducto Comunitario Barrio Modelia
	Acueducto Comunitario Barrio Clarita Botero "ACUACLARITA"
	Acueducto Rural Comunitario Vereda La María El Salado
	Asociación Acueducto Urbano Barrio La Paz
	Asociación de Acueducto Barrio Ambalá "ACUAMBALÁ"
	Asociación de Acueductos Comunitarios de Ibagué "ASACI"
	Asociación de Acueducto Los Ciruelos
	Junta Directiva Administradora Acueducto Local Barrio La Gaviota "ACUAGAVIOTA"
	Asociación de Usuarios del Acueducto Barrio San Antonio
Santa Isabel	Asociación de Acueducto Rural La Rica - San Carlos
	Junta de Acueducto Bolívar
	Junta de Acueducto Vereda Guaimaral
	Junta de Acueducto Vereda La Congoja

Fuente: POMCA Totare.

Se resalta la presencia de instituciones como el Comité de Cafeteros a través del programa de Seguridad Alimentaria; el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF con los programas de Jardines Infantiles, Refrigerios o Desayunos Escolares, la Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA con planes de Reforestación, programas de Conservación de Suelos y en la actualidad con el Proyecto: Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas Mayores y las administraciones municipales con Compra de Predios, Construcción de Acueductos Rurales, Plantas de Tratamiento de Residuos Sólidos y Unidades Sanitarias. Las comunidades igualmente cuentan con el SENA, como la institución que satisface las necesidades de estudios técnicos de la zona mediante programas de Capacitación en Ganadería y Derivados Lácteos. También brinda apoyo en la gestión de obras de infraestructura como son salones para laboratorios de investigación y polideportivos.

o Deficiencias y potencialidades que presenta esta configuración para el cumplimiento de la misión de la institucionalidad ambiental orientada a la gestión adecuada del páramo.

Para abordar este capítulo se parte del principio de la interrelación existente entre los problemas ambientales, sociales y económicos, pues son analizados como una red en la que los problemas de cada uno de estos ámbitos va a afectar a los otros dos (2), y así sucesivamente. Es decir, no se puede abordar ninguna de estas problemáticas sin abordar las otras dos (2).

En este capítulo se presentan las principales problemáticas y potencialidades de las instituciones que intervienen en la gestión ambiental de los páramos, junto con la descripción de los principales problemas ambientales que fueron identificados a lo largo de la investigación.

En los estudios realizados por CORPOICA para la elaboración de los POMCA's, se identificaron unas problemáticas, tanto ambientales como en el ámbito institucional, que resultaron comunes entre las cuencas analizadas. La Tabla 267 presenta las deficiencias y potencialidades institucionales, junto con las problemáticas ambientales asociadas a estas.

Tabla 267. Deficiencias y potencialidades de las instituciones entorno al manejo ambiental del páramo.

Deficiencias y/o debilidades institucionales	Potencialidades y/o Oportunidades institucionales	Problemas ambientales identificados
Carencia de recursos económicos para adquirir predios y realizar una adecuada administración de los ejidos municipales y/o estatales ejidos municipales y/o estatales	Existencia y desarrollo de herramientas de planificación para el desarrollo regional de la zona y de las cuencas hidrográficas como los Planes de Manejo ambiental del departamento, y de los Páramos; los POMCAS, los Planes de Manejo de los PNN, entre otros.	Presión creciente de núcleos poblacionales ubicados en la zona de influencia, así como la expansión de la frontera agropecuaria aunado a la propiedad, tenencia y administración de los predios ubicados sobre esta área, que ha ocasionado la desaparición paulatina de relictos boscosos y la disminución del caudal de las fuentes hídricas, obligando a la “ampliación de la frontera hidrológica”[1].

[1] Término utilizado para referirse a la necesidad de ir en busca de nuevas fuentes de abastecimiento del recurso hídrico como consecuencia del crecimiento demográfico y, por ende, de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria.

Deficiencias y/o debilidades institucionales	Potencialidades y/o Oportunidades institucionales	Problemas ambientales identificados
Falta de investigación e inventario de los recursos naturales que permita conocer la oferta o impactos existentes en esta zona.	Presencia de instituciones con conocimiento científico e infraestructura, y medios de comunicación que permiten implementar, tecnologías de producción más limpia y agricultura orgánica, en respuesta a las nuevas tendencias del mercado, (CORTOLIMA, SENA, CORPOICA y otras).	Usos desmedido de los recursos y perdida de la Biodiversidad.
Carencia de plantas de tratamiento de aguas residuales y de unidades sépticas familiares las cuales son vertidas directamente a las fuentes de agua y falta de mantenimiento de las unidades sépticas de la zona rural.		Contaminación de fuentes hídricas en la zona rural por aguas residuales.
Carencia o insuficiencia de enfoques ambientalistas en las instituciones educativas, que permitan generar sentido de pertenencia y un cambio en la cultura del uso del suelo.		Manejo inadecuado de residuos sólidos: quemas, a campo abierto y/o vertidos a fuentes hídricas.
Poca asistencia técnica y/o carencia de un enfoque de producción agropecuaria ecológica. Escasos procesos de capacitación y proyectos de inversión.		Alta contaminación por el manejo inadecuado del suelo, debido al uso de agroquímicos, producción porcícola y residuos sólidos.
Baja gestión de las juntas de acción comunal debido al desconocimiento de la legislación y normatividad de la participación comunitaria y a una cultura asistencialista determinada por prácticas clientelistas.	Mecanismos de participación que se apoyan en la legislación como la Ley 134 de 1994, que permiten la veeduría y contribución de la comunidad y los distintos actores sociales.	Los intereses institucionales no obedecen a las necesidades de protección y conservación ambiental y en muchos casos estas decisiones van en detrimento de la conservación de la zona.
Insuficiente presencia institucional (poca asistencia técnica, escasos procesos de capacitación y proyectos de inversión).	Políticas de Estado relacionadas con: Uso eficiente de Agua, Ley 373/97; ordenación y manejo de cuencas Decreto 1729/02; Gestión del riesgo decreto 919/89; Plan Nacional Prevención y Atención de Desastres Decreto 93/98; Ordenamiento Territorial Ley 388/97; Apoyo y Desarrollo productivo; mecanismos de participación ley 134/94.	
La escasa transferencia de tecnología para la producción que permita la mitigación del impacto ambiental de las actividades del sector agropecuario	Existencia de políticas institucionales de orden público y privado (Nacional y Local) con recursos financieros para el desarrollo productivo, organizativo, gestión empresarial y de mercados para productos agropecuarios y agroindustria.	Uso inadecuado del suelo y crecimiento desmedido de la demanda de servicios eco sistémicos.

**Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales:
Parque Nacional Natural Los Nevados**

En el plan se destacan las siguientes oportunidades y limitaciones en cuanto a la gestión ambiental de la zona de páramos:

Tabla 268. Oportunidades y limitaciones de la gestión ambiental en el PNN Los Nevados.

Oportunidades	Límites
Visión de conservación del Tolima (Plan Estratégico del Occidente Colombiano, CORPES).	Presupuesto asignado para el SPNN.
Trabajo interinstitucional del sector ambiental al interior de la región: Comité Intercorporativo, Convenios, SIRAP, Mesas departamentales, Comité Interinstitucional de educación ambiental del Risaralda, Nodo de Producción más Limpia, Acuerdo de Voluntades del Tolima, Café de Conservación del Cauca.	Asignación de recursos a nivel de municipios y departamentos para gestión ambiental.
Trabajo interinstitucional entre regiones: Red de biodiversidad, grupo de páramos, red de turismo sostenible.	Supremacía de los intereses de los políticos y económicos sobre el manejo de las áreas protegidas desarticulados a las funciones de protección del área.
Asociaciones de productores de agricultura orgánica.	Crisis en el sistema educativo que limita procesos de educación ambiental.
Cooperación internacional=convenios.	Agudización del conflicto armado y social; y dinámicas actuales de dinámica social.
PNNC= la permanencia de Unidad como unidad administrativa especial.	Desconocimiento de los actores sociales institucionales de los objetivos de conservación.

Fuente: Plan de Manejo PNN Las Hermosas.

Se puede concluir que la principal problemática relacionada con la presencia institucional en torno a la gestión ambiental de páramos es la nula o poca presencia o escasa influencia de las instituciones estatales en torno a la gestión ambiental de la zona. Si bien se han diseñado e implementado planes de gestión ambiental, aun los recursos son insuficientes para alcanzar todas las metas. La poca intervención en términos de capacitaciones y asistencia técnica aumenta la tensión sobre los recursos y servicios eco sistémicos, en la medida en que no se tiene conciencia ni habilidades entre los productores para desarrollar sus actividades agropecuarias sin afectar de manera considerable el entorno del páramo.

27.2 Manejo, Gobernanza y uso de páramos

Según la institución, la gobernanza ambiental abarca las reglamentaciones, prácticas, políticas e instituciones que configuran la manera en que las personas interactúan con el medio ambiente, por lo tanto, se requiere de una gobernanza ambiental eficaz a todos los niveles, es decir, que se tiene en

cuenta la función de todos los agentes que repercuten en el medio ambiente, desde los gobiernos hasta las ONG, el sector privado y la sociedad civil, la cooperación es fundamental para lograr una gobernanza eficaz que nos pueda ayudar a transitar hacia un futuro más sostenible.” (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2009)

Dentro de las instituciones y organizaciones que intervienen en el manejo, gobernanza y el uso de páramos del Complejo de Páramos Los Nevados, se encuentra el Parque Nacional Natural Los Nevados, el cual cuenta con un Plan de Manejo, cuyo principal objetivo es dar cumplimiento a los objetivos de conservación y protección ambiental dispuestos por el Ministerio de Ambiente. Adicionalmente como en toda la región que comprende el Complejo del Páramos Los Nevados, las Juntas de Acción Comunal (JAL) son los principales espacios comunitarios y de organización, las cuales son entes primarios de consulta para la Unidad de Parques, con quienes se lleva a cabo la gestión y la concertación para llevar a cabo los distintos programas. Según se indica el Plan de Manejo del PNN Los Nevados, el 50% de las veredas tienen cierto nivel de organización comunitaria como Juntas de acción Comunal (JAC) y/o asociaciones de padres de familia.

Según se indica en el Plan de Manejo PNN Los Nevados, la gobernabilidad dentro del Parque en el territorio es parcial ya que en algunos sectores de este no se hace presencia institucional como consecuencia del orden público, dificultando la administración, especialmente del sector del departamento del Tolima.

Así mismo, CORTOLIMA también juega un papel muy importante en materia de manejo y gobernanza de la zona de páramos, pues se encarga de diseñar e implementar planes de manejo, como lo son El Plan de Manejo de Páramos y los Planes de Ordenación y Manejo Ambiental de las Cuencas Hidrográficas en las cuales se lleva a cabo un proceso de zonificación mediante la sectorización de un territorio en unidades espaciales relativamente homogéneas y generalmente está relacionada a factores biofísicos, sociales, económicos, culturales y políticos o administrativos. La Zonificación Ambiental y Económica (ZAE) como una forma de planificación del uso de la tierra, se constituye en un instrumento técnico para la gestión del desarrollo sostenible.

Por otro lado, se identifican las Juntas de Acción Comunal –JAC, las Juntas de Acción Local- JAL, y las asociaciones de productores, quienes también tienen injerencia en términos de gobernabilidad. Lamentablemente, en la zona predomina una apatía de la comunidad hacia las instituciones, el desconocimiento de la legislación y la normatividad que los ampara, el poco interés de trabajar de manera mancomunada en la consecución de fines colectivos, el desarraigo hacia su territorio y la politiquería que rodea el entorno donde se desenvuelve entre otros, esto se presenta porque las instituciones estatales no generan un sentimiento de pertenencia con el territorio local y además porque su visión de desarrollo se fragmenta al momento de concebir lo social como secundario y el campo de los resultados económicos como el eje principal para el desarrollo de una región. (POMCA Río Recio)

Así mismo, la gestión de las JAC`s se ve limitada como consecuencia del desconocimiento de la legislación y normatividad de la participación comunitaria, a la presencia de prácticas clientelistas y a la desarticulación institucional, dificultando la apropiación, manejo y gobernanza de las comunidades presentes en la zona sobre el páramo, dando lugar al manejo y uso inadecuado del suelo y de los bienes y servicios ecosistémicos ofrecidos por el Complejo de Páramos Los Nevados.

BIBLIOGRAFÍA

- ACNUR. (2005). Diagnóstico departamental del Tolima . Ibagué.
- Alcaldía de Anzoátegui. (2012). Por el cambio y el progreso de Anzoátegui. Anzoátegui.
- Alcaldía de Herveo. (2012). Plan de Desarrollo Municipal: Municipio con visión de futuro. Herveo.
- Alcaldía de Ibagué. (2013). Plan de Desarrollo Corregimiento 6, Toche del municipio de Ibagué. Ibagué.
- Alcaldía de Murillo. (2002). Murillo hacia un desarrollo ambiental, agropecuario y ecoturístico. Murillo.
- Alcaldía de Murillo. (2012). Plan de Desarrollo Municipal: Es el momento de creer en lo nuestro. Murillo.
- Alcaldía Municipal de Cajamarca. (2012). Plan de Desarrollo: Para volver a creer. Cajamarca.
- Alcaldía Municipal de Murillo. (2010). Plan local de emergencia y contingencias PLEC`S. Murillo.
- Alcaldía Municipal Santa Isabel. (2012). Plan de Desarrollo Municipal: Santa Isabel merece lo mejor. Santa Isabel.
- Alcaldía Municipal Villahermosa. (2012). Plan de Desarrollo Municipal: Trabajando con la gente por la gente. Villahermosa.
- Alexander Von Humboldt. (2014) Insumos técnicos para la delimitación de páramos. Bogotá: Instituto Alexander Von Humboldt.
- Andrade, G. 2013. La delimitación del páramo y la incierta gestión de los servicios ecosistémicos de la alta montaña en escenarios de cambio ambiental. 127-139. En: Cortés-Duque, J. y C. Sarmiento (Eds.). 2013. Visión ecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. Colombia. 235 p.
- Avellaneda, L. (2013) Agricultura y vida en el Páramo: Una Mirada desde la vereda El Bosque (PNN Los Nevados). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- BirdLife International. 2015. Important Bird and Biodiversity Area factsheet: Cuenca del Río Jiménez. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on (Noviembre 11 de 2015).
- BirdLife International. 2015a Important Bird and Biodiversity Area factsheet: Finca Paraguay. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on (Noviembre 11 de 2015).
- BirdLife International. 2015b. Important Bird and Biodiversity Area factsheet: Cañón del Río Combeima. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on (Noviembre 11 de 2015).
- BirdLife International. 2015c. Important Bird and Biodiversity Area factsheet: Cuenca del Río Toche. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on (Noviembre 11 de 2015).

BirdLife International. 2015d. Important Bird and Biodiversity Area factsheet: Reserva Natural Semillas de Agua. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on (Noviembre 11 de 2015).

BirdLife International. 2015e. Important Bird and Biodiversity Area factsheet: Lagunas Bombona y Vancouver. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on (Noviembre 11 de 2015).

BirdLife International. 2015f. Important Bird and Biodiversity Area factsheet: Reserva Comunitaria de Roncesvalles. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on (Noviembre 11 de 2015).

Carbajal, C. (2005). Plan de ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas de Ibagué. Ibagué: Cortolima.

Ceballos-L. J. L., E. Real, I. Meneses y C. Rodríguez. 2011. Informe de actividades glaciológicas: Volcán nevado Santa Isabel y Sierra Nevada de El Cocuy. Colombia. Año: 2010. IDEAM. Bogotá D. C. Colombia. 122 p.

Ceballos-L. J. L. y E. Tobón-Q. 2008. Informe de actividades glaciológicas: Sierra Nevada del Cocuy y Volcán Nevado Santa Isabel. Colombia. Años: 2006 – 2007. IDEAM. Bogotá D. C. Colombia. 75 p.

Centro de Estudios Regionales CERE. (2004). Diagnóstico general del Tolima. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.

Consejo de Planeación Corrigemental. (2013) Plan de desarrollo socioeconómico y territorial, corregimiento 7 Juntas, “Camino al Ecoturismo”. Ibagué.

Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre - CITES. 2015. Apéndices I, II y III. Consulta on line <https://www.cites.org/esp/app/appendices.php> (Enero 03 de 2016).

Corpoica. (2014). Entorno regional del complejo de páramos de la zona norte del departamento del Tolima. Ibagué: Cortolima.

Corporación Autónoma Regional de Caldas - Corpocaldas, Corporación Autónoma Regional del Tolima - Cortolima, Corporación Aldea Global. 2009. Diagnóstico socio ambiental río Guarínó. Manizales, Caldas. 80 p.

Corporación Autónoma Regional de Caldas - Corpocaldas (2009). Diagnóstico Socio ambiental. Manizales.

Corporación Autónoma Regional del Tolima - Cortolima. 2015. Parque Natural Regional Coello. Consulta on line. <http://www.cortolima.gov.co/parque-natural-regional-coello> (Noviembre 10 de 2015).

Corporación Autónoma Regional del Tolima - Cortolima. 2015a. Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Totare. Consulta on line. <http://www.cortolima.gov.co/parque-natural-regional-coello> (Noviembre 10 de 2015).

Corporación Autónoma Regional del Tolima – Cortolima. 2014. Plan de Ordenación y Manejo Cuenca Río Coello. Fase Diagnóstica. Consulta on line <http://www.cortolima.gov.co/cortolima/estudios> (Noviembre 10 de 2015).

Corporación Autónoma Regional del Tolima - Cortolima. 2014a. Plan de Ordenación y Manejo Cuenca Río Gualí, Departamento del Tolima. Reino de los Países Bajos, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Asocars. Ibagué. Tolima.

Corporación Autónoma Regional del Tolima - Cortolima. 2013. Plan de Gestión Ambiental y Regional del Tolima 2013 – 2023. Ibagué. 201 p.

Corporación Autónoma Regional del Tolima – Cortolima y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica. 2015. Entorno Regional del complejo de páramos de la zona norte del departamento del Tolima. Ibagué. Tolima. 101 p.

Corporación Autónoma Regional del Tolima - Cortolima y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica. 2009. Estudio de estado actual (EEA) y plan de manejo (PM) de los páramos del departamento del Tolima. Informe Final. Contrato de Cooperación 422/08. Espinal, Tolima. 274 p.

Corporación Autónoma Regional del Tolima - Cortolima y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica. 2015. Entorno Regional del complejo de páramos de la zona norte del departamento del Tolima. Ibagué. Tolima. 101 p.

Corporación Autónoma Regional del Tolima - Cortolima. 2014. Plan de Ordenación y Manejo Cuenca Río Coello. Fase Diagnóstica. Consulta on line <http://www.cortolima.gov.co/cortolima/estudios> (Noviembre 10 de 2015).

Corporación Autónoma Regional del Tolima - Cortolima. 2014a. Subproyecto Plan de Ordenación y Manejo Cuenca Río Gualí, Departamento del Tolima. Reino de los Países Bajos, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Asocars. Ibagué. Tolima.

Corporación Autónoma Regional del Tolima – Cortolima. 2015. Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Totare. Consulta on line. <http://www.cortolima.gov.co/coparque-natural-regional-coello> (Noviembre 10 de 2015).

Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA. (s.f.). Sistemas de producción en la cuenca mayor del río coello. Ibagué: CORTOLIMA.

Corporación Autónoma Regional del Quindío - CRQ. 2002. Conservación de los ecosistemas de alta montaña en la cordillera Central, departamentos de Caldas, Quindío, Valle del Cauca y Tolima, un aporte a las ecorregiones estratégicas. Informes finales. Armenia, Colombia.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Corpoica. 2014. Modelos de adaptación y prevención agroclimática – MAPA. Convenio 002 de 2013 Corpoica – Fondo Adaptación. Proyecto Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático. En ejecución.

Cruz Bonilla, M.D., Hernández Montoya, Y.H., Paz, M.D., & Saavedra M., M.E. (2013). PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE EXPLOTACIÓN AURÍFERA DE PEQUEÑA MINERÍA ASOCIADA CON MINERÍA ARTESANAL EN LA MICROCUEENCA LLINDAY, VEREDA YAGUARA, MUNICIPIO DE CHAPARRAL, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA. Ibagué: UNIVERSIDAD DEL TOLIMA FACULTAD INGENIERIA FORESTAL.

Delgado, M., & Ulloa, C. (2015). La Economía del Departamento del Tolima: Diagnóstico y Perspectivas a Mediano Plazo. Bogotá: FEDESARROLLO.

Departamento Nacional de Planeación. (2007). Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad. Bogotá: dnp.

Domínguez, J. (09 de 09 de 2014). Hay escasez de mano de obra para ir a coger café. Pootafolio . Hofstede, R. 2013. Lo mucho que sabemos del páramo. Apuntes sobre el conocimiento actual de la integridad, la transformación y la conservación del páramo. 113-125. En: Cortés-Duque, J. y C.

Fresneda, O., & Martinez, P. (s.f.). IDENTIFICACIÓN Y AFILIACIÓN DE BENEFICIARIOS – SISBEN. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia .

Fundación Ecológica Las Mellizas . (2014). Caracterización socio cultural y económica de los complejos de Páramos los Nevados y Chilí Barragán . Bogota: Instituto de Investigación Alexander Von Humboldt.

Gobernación del Tolima Dep Planeación . (2012). Estadísticas Sisben Tolima. Ibagué.

Hernández, A. F. (2010). Configuración Regional de la provincia del Norte, Municipio de Palocabildo. Ibagué: Universidad del Tolima.

ICESI. (2005). ICESI. Obtenido de <http://www.icesi.edu.co/cienfi/images/stories/pdf/glosario/necesidades-basicas-insatisfechas.pdf>

Instituto de Estudios Urbanos . (s.f.). Instituto de Estudios Urbanos . Recuperado el 1 de 11 de 2015, de <http://institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0200/02-020-salud/docs/mnna.pdf>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. 2004. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento del Tolima. Bogotá D. C. Colombia. 358 p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2015. Consulta on line. <http://www.ideam.gov.co/solicitud-de-informacion>. (Octubre 18 de 2015).

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2015a. Tomo 1: Colombia afectada por el Niño y la Niña en el período 2012 y 2014 y proyecciones climáticas a 90 años. Bogotá D. C. Colombia. 100 p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2014. Hoja metodológica del indicador Cambio de Superficie de Glaciar (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Bogotá D. C. Colombia. 8 p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2014a. Indicador Cambio de Superficie de Glaciar. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, Grupo de Suelos y Tierras. Bogotá D. C. Colombia. Archivo Excel.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2010. Sistemas morfogénicos del territorio Colombiano. Bogotá D. C. Colombia. 252 p. + 2 anexos. + 26 planchas en DVD.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 2010a. Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000. Bogotá D. C. Colombia. 72 p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 2005. Atlas climatológico de Colombia. MADS. Bogotá D. C. Colombia. 219 p.

Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química - INGEOMINAS. 2001. Geología del departamento del Tolima. Bogotá D. C. Colombia.

Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH. 2012. Proyecto: Actualización del Atlas de Páramos de Colombia. Convenio Interadministrativo de Asociación 11-103. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Esc.: 1:100.000. Bogotá D. C. Colombia. Mapas
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt -IAvH. 2006. Mapa de ecosistemas de los Andes colombianos para el año 2000, escala 1:250.000. Información cartográfica digital en formato *shapefile*. Coordenadas planas origen Bogotá. Bogotá, D. C., Colombia.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – IAvH. 2004. Mapa de ecosistemas de los Andes colombianos del año 2000. Escala 1:1.000.000. Bogotá D. C. Colombia.

Leal, N. (2007) Contribución a estudio de los sistemas de producción campesinos del municipio de Ocaña: Caso cooperativo multiactiva agroecológica. Bogotá: Universidad Javeriana.

Lozano, J. (2004). Tolima diagnóstico general. Ibagué.

Lozano, J. (2008). Política pública de generación de empleo y condiciones dignas para el departamento del Tolima Fase diagnostico . Ibagué: Universidad del Tolima .

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. 2014. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. POMCAS. Bogotá D. C. Colombia. 104 p.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. 2012. Términos de Referencia para la elaboración de estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la identificación y delimitación de complejos de páramos a escala 1:25.000. Bogotá D. C. Colombia. 20 p.

MinAmbiente, M.d. (s.f.). Política Nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE). Dirección de esosistemas, Bogotá.

Monkhouse, F. J. 1978. Diccionario de Términos Geográficos. Oikos-tau Ed. Barcelona, 560 p.

Morales, M., J. Otero, T. Van der Hammen, A. Torres, C. Cadena, C. Pedraza, N. Rodríguez, C. Franco, J. C. Betancourth, E. Olaya, E. Posada y L. Cárdenas. 2007. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. Colombia. 208 p.

Municipio Herveo. 2005. Esquema Ordenamiento Territorial. Documento Técnico. Herveo. Tolima. 270 p.

MinAmbiente, M. d. (s.f.). POLITICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (PNGIBSE) . Dirección de Ecosistemas, Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Informe de Gestión al Congreso 2014 2015. Bogotá.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Alternativas tecnologicas en agua y saneamiento para el sector rural . Bogota.

Ministerio de Cultura . (2008). Historia y patrimonio de la Ruta Mutis . Bogotá .

Ministerio de Educación Nacional. (2014). Estadísticas sectoriales. Recuperado el 09 de 2015.

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. . (2012). SINOPSIS NACIONAL DE LA MINERÍA. Bogotá.

Morales, M., Otero, J., Van der Hammen, T., & Torres, A. (2007). Atlas de páramos de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos.

Moreno, A. (2007). Campesinos en el Sur del Tolima. Estudio de caso 1960- 1965. Cali.

Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2015. Reservas Naturales de la Sociedad Civil. Consulta on line. <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/reservas-naturales-de-la-sociedad-civil/> (Noviembre 10 de 2015).

Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2015. Reservas de Biósfera. Consulta on line. <https://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/> (Octubre 14 de 2015).

Parque Nacional Natural Los Nevados. 2006. Plan de Manejo del área protegida. Parques Nacionales Naturales de Colombia. 531 p.

Parque Nacional Natural Los Nevados. (2006). Plan de Manejo 2006-2010 Parque Nacional Natural Los Nevados.

Parque Nacional Natural Los Nevados. (2006). Plan de Manejo 2006-2010 Parque Nacional Natural Los Nevados.

Parques nacionales naturales de colombia dirección territorial noroccidente. (2007). Resumen ejecutivo plan de manejo 2007 - 2011 parque nacional natural los nevados. Medellín.

Procuraduría General de la Nación. (2008). Situación de los páramos en Colombia frente a la actividad antópica y el cambio climático. Bogotá.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2009). Gobernanza ambiental. Copenhague.

Reinoso-Flórez, G, F. A. Villa-Navarro, H. E. Esquivel, J. E. Garciamelo y M. A. Vejarano-Delgado. 2008. Biodiversidad faunística y florística de la Cuenca del Río Lagunilla – Biodiversidad Regional Fase IV. Universidad del Tolima, Grupo de Investigación en Zoología. Ibagué. Colombia. 27 p.

Renza, J. H. (2012). Análisis de la estructura económica del Tolima y del mercado laboral en Ibagué 2005 -2011. Universidad del Tolima.

Rivera, D., H. Arrellano, M. C. Pinilla, C. Gamba-Triminiño, C. Rodríguez, F. Rubio Torgler, N. León, C. Londoño, M. García y A. Gómez. 2013. Marco de principios, criterios e indicadores para la delimitación de los páramos del país. 211-235. En: Cortés-Duque, J. y C. Sarmiento (Eds.). 2013.

UICN Red Liste of Threatened Species. 2015. Consulta on line <http://www.iucnredlist.org/> (Enero 03 de 2016).

Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. (2006). Plan de manejo parque nacional natural Las Hermosas).

Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Tolima. (2004). Diagnostico del Tolima. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Valdés. C. (2003). La sostenibilidad biofísica de los agrosistemas: componente básico del desarrollo local. Bogotá: Universidad Javeriana.

Valencia, B. (2011). Enfoque territorial para una propuesta de planificación y gestión de desarrollo local en el municipio de Murillo. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.

Varon, J.L. (s.f.). Conozcamos Cajamarca. Cajamarca.

Visión ecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. Colombia. 235 p.

Sarmiento, C., C. Cadena, M. Sarmiento, J. Zapata y O. León. 2013. Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia: Actualización de la cartografía de los complejos de páramo a escala 1:100.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. Colombia. 89 p.

Sarmiento (Eds.). 2013. Visión ecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. Colombia. 235 p.

Schaufleberger, P. 1962. Apuntes ecológicos y pedológicos de la zona cafetera de Colombia: genética y clasificación de los suelos tropicales. Cenicafe. Chinchina, Caldas. Colombia. 238 p. + mapas.

Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC. 2015. Consulta on line. <http://www.siac.gov.co/portal/> (Noviembre 10 de 2015).

Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial –SIGOT- 2015. Consulta on line. <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn> (Octubre 15 de 2015).

Thouret, J. C. y P. Faivre. 1989. Suelos de la Cordillera Central, transecto Parque Los Nevados. En: van der Hammen, T., S. Díaz-P. y V. J. Álvarez (eds.). La Cordillera Central Colombiana: Transecto Parque Los Nevados (segunda parte). Estudios de Ecosistemas Tropaandinos. Vol. 3. J. Cramer, Berlín. 293 – 441 pp.

Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN. 2005. Plan de manejo del Parque Nacional Natural Las Hermosas 2005 -2009, Edición Técnica. UAESPNN – Dirección Territorial Suroccidental. Versión digital. Cali, Colombia. 212 p. (más anexos).

Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales – UAESPNN. 2005a. Plan de manejo ambiental del Parque Nacional Natural Los Nevados y su zona amortiguadora. UAESPNN – Dirección Territorial Occidente. Versión digital.

Vilardy, S., U. Jaramillo, C. Flórez, J. Cortés-Duque, L. Estupiñan, J. Rodríguez y C. Aponte. 2014. Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales: una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. Colombia. 100 p.

Villota, H. 1991. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. Primera parte: Geomorfología de zonas montañosas, colinadas y onduladas. IGAC. Bogotá D. C. Colombia. 212 p.

Wildlife Conservation Society – WCS. 2015. Caracterización de fauna y flora en el complejo de páramos Los Nevados en Caldas, Risaralda y Tolima. Informe Final Convenio Cooperación No. 13-13-014-360CE. Santiago de Cali. Colombia. 581 p.

ESTUDIOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES COMPLEJO DE PÁRAMOS LOS NEVADOS

**Convenio de Cooperación No. 13-13-014-228CE Instituto
Humboldt – Corporación Autónoma Regional del Tolima –
CORTOLIMA**

Objeto: Aunar esfuerzos científicos, técnicos y administrativos con el fin de identificar, compilar, actualizar y analizar los estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la identificación de los complejos de páramos: “Las Hermosas”, “Los Nevados” y “Nevado del Huila – Moras”, los cuales deben cumplir con los criterios y requisitos definidos en los términos de referencia “Para la elaboración de estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la identificación y delimitación de complejos de páramo a escala 1:25.000”, emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Así como la identificación de los humedales en la jurisdicción de la Corporación que contribuyan a la conservación y uso sostenible de su biodiversidad y servicios ecosistémicos.



Convenio interadministrativo 13-014 (FA 005 de 2013) Instituto de Investigación de Recursos
Biológicos Alexander von Humboldt - Fondo Adaptación

Subdirección de Servicios Científicos y Proyectos Especiales
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Bogotá, D.C., 2016