



ENTORNO REGIONAL Y LOCAL DEL COMPLEJO DE PARAMOS LAS HERMOSAS NEVADO DEL HUILA-MORAS

ESTUDIOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS,
SOCIALES Y AMBIENTALES A ESCALA

1:25.000

Subdirección de Planeación Ambiental y
Gestión Tecnológica 2016.

**ENTORNO REGIONAL Y LOCAL DEL COMPLEJO DE PÁRAMOS
“LAS HERMOSAS NEVADO DEL HUILA – MORAS”
EN JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA –
CORTOLIMA**

Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA
Compilación Documento

Marzo 2016

TABLA DE CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN.....	16
2. PÁRAMOS DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.....	17
2.1 Complejo Los Nevados	17
2.2 Complejo Chilí-Barragán	17
2.3 Complejo Las Hermosas	17
2.4 Complejo Nevado del Huila-Moras	18
3. ANTECEDENTES.....	20
4.FIGURAS E INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL	22
4.1 Áreas Protegidas Entorno Regional	22
4.1.1 Parque Nacional Natural Las Hermosas.....	22
4.1.2 Parque Nacional Natural Nevado del Huila	22
4.2 Estrategias Complementarias de Conservación, Instrumentos de Planificación.....	23
4.2.1 Propuesta Área Protegida Corredor PNN Hermosas – Nevado del Huila-Moras.	25
4.3 Plan de Manejo de Páramos	26
4.3.1 Parque Nacional Natural de Las Hermosas.....	31
4.3.2. Parque Nacional Natural Nevado del Huila.	32
4.4 Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS).....	33
4.5 Áreas De Importancia Para La Conservación De Las Aves – AICAS.....	35
4.6 Reservas de Biósfera	36
4.7 Determinantes Ambientales. Ley 388 de 1997	36
5. ENTORNO REGIONAL COMPLEJOS DE PARAMOS LAS HERMOSAS, NEVADO DEL HUILA-MORAS.....	37
5.1 Objetivos	37
5.2 Justificación y Alcance.....	38
5.3 Caracterización Biofísica	40
5.3.1. Clima.....	42
5.3.2 Geología	53
5.3.3 Geomorfología.	66
5.3.4 Amenazas Geológicas e Hidrológicas.....	72
5.3.5 Suelos	73
5.3.6 Hidrografía e Hidrología	95

5.3.7 Cobertura de la Tierra	134
6. SERVICIOS ECOSISTEMICOS	152
7. DEFINICIÓN DEL ENTORNO LOCAL – COMPLEJOS DE PÁRAMOS LAS HERMOSAS, NEVADO DEL HUILA-MORAS	157
8. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA.....	160
8.1 Pendiente del Terreno.....	160
8.2 Geomorfología	162
8.2.1 Geomorfología Escala 1:25.000	171
8.2.2 Fallas	172
8.2.3 Retroceso Glaciar – Monitoreo	173
8.3 Geología	176
8.4 Suelos	180
8.5 Hidrografía e Hidrología	186
8.5.1 Hidrología.....	188
8.6 Humedales y Turberas.....	202
8.7 Cobertura de la Tierra – Corine Land Cover.....	203
9. CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA	205
9.1 Área de estudio.....	206
9.2 Metodología	209
9.2.1 Flora	209
9.2.2 Edafofauna Epígea	212
9.2.3 Anfibios.....	216
9.2.4 Aves.....	218
9.3 Resultados	221
9.3.1 Flora	221
9.3.2 Edafofauna	242
9.3.3 Anfibios.....	254
9.3.4 Aves.....	264
9.4 Consideraciones Finales Transecto Municipio De Rioblanco.....	274
10..... BIBLIOGRAFIA	276

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras en el departamento del Tolima.....	19
Figura 2. Mapa complejos de páramos y límites áreas protegidas del orden nacional.....	24
Figura 3. Ubicación Reserva Forestal Central (Ley 2ª de 1959).....	25
Figura 4. POMCAS del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	34
Figura 5. Mapa Entorno Regional Complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	39
Figura 6. Red de estaciones climatológicas del IDEAM y otras estaciones ubicadas en el Entorno Regional.	42
Figura 7. Distribución de la precipitación en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	46
Figura 8. Distribución espacial de la temperatura para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.....	49
Figura 9. Distribución espacial de los tipos de clima, según clasificación Lang, para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.....	51
Figura 10. 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.	53
Figura 11. Unidades Geológicas presentes en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	60
Figura 12. Fallas geológicas presentes en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	63
Figura 13. Geomorfología Entorno Regional del complejo de páramos La Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	71
Figura 14. Suelos Entorno Regional complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.....	74
Figura 15. Zona hidrográfica Río Saldaña.	96
Figura 16. Subzonas Hidrográficas que conforman la Zona Hidrográfica del Río Saldaña.	97
Figura 17. Subcuenca Río Amoyá.....	103

Figura 18. Cuenca del Río Anamichú	114
Figura 19. Cuenca Río Hereje.....	122
Figura 20. Cuenca Río Cambrín.....	125
Figura 21. Cuenca Alto Saldaña.....	128
Figura 22. Cuenca del Río Atá.....	130
Figura 23. Humedales del Entorno Regional del complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	132
Figura 24. Cobertura de la tierra CLC, año 2002, para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.....	136
Figura 25. Cobertura de la tierra CLC, año 2007, para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.....	139
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.....	140
Figura 27. Esquema metodológico para la detección de cambios.....	143
Figura 28. Delimitación Entorno Local complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, en el departamento del Tolima.....	159
Figura 29. Pendiente de terreno del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila Moras. A: Las Hermosas; B:Nevado del Huila-Moras.	161
Figura 30. Mapa unidades geomorfológicas del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras.	164
Figura 31. Unidades Geomorfológicas (Relieves) para el Complejo Las Hermosas, Escala 1:25.000.	171
Figura 32. Fallas geológicas del Entorno Local del complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras	173
Figura 33. Unidades Geológicas del Entorno Local del complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras.	178
Figura 34. Unidades cartográficas de suelo presentes en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras.	181

Figura 35. Subzonas Hidrográficas que se encuentran en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras.	187
Figura36. Humedales ubicados en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras.	203
Figura 37. Coberturas de la tierra para el año 2007, para el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras.	204
Figura 38. Ubicación de las estaciones de muestreo para caracterización biótica del complejo de páramos Las Hermosas. En el recuadro, la localidad correspondiente al Departamento del Tolima.	207
Figura 39. Transecto y estaciones de muestreo, cuenca del río Hereje, municipio de Rioblanco (Tolima), predio el Auxilio.	208
Figura 40. Ubicación del transecto altitudinal para caracterización de flora del complejo de páramos Las Hermosas, departamento del Tolima.	209
Figura 41. Esquema de las estaciones de muestreo para vegetación y parcelas (réplicas) en su interior. Las estaciones y parcelas resaltadas en negrita corresponden a las muestreadas como formaciones de herbazales y arbustales, y las demás a formaciones boscosas.	210
Figura 42. Dimensiones de las parcelas (réplicas) y subparcelas en formaciones de herbazales y arbustales y en formaciones boscosas.	210
Figura 43. Esquema de la disposición de las trampas de caída (Pitfall), en cada estación altitudinal de muestreo.	213
Figura44. Esquema del diseño de muestreo utilizado en los transectos altitudinales para anfibios.	217
Figura 45. Representación esquemática de las metodologías empleadas en los muestreos de aves (redes de niebla y puntos de conteo).	219
Figura46. Perfil de vegetación arbustiva en la E1, parcela uno (3520 msnm). 1. <i>Myrsine</i> cf. <i>panamensis</i> , 2. <i>Pentacalia</i> sp.2, 3. <i>Blechnum</i> <i>loxense</i> , 4. <i>Chusquea</i> <i>tessellata</i> , 5. <i>Prionodon</i> sp., 6. <i>Miconia</i> sp. 6, 7. <i>Elaphoglossum</i> sp., 8. <i>Diplostephium</i> <i>bicolor</i> , 9. <i>Greigia</i> sp., 10. <i>Pernettya</i> <i>prostrata</i> , 11. <i>Maytenus</i> sp., 12. <i>Hypericum</i> <i>strictum</i> , 13. <i>Gynoxys</i> <i>laurata</i> , 14. <i>Prionodon</i> , 15. <i>Bartsia</i> sp., 16. <i>Cavendishia</i> <i>bracteata</i> , 17. <i>Hesperomeles</i> <i>obtusifolia</i> , 18. <i>Weinmannia</i> <i>mariquitae</i> , 19. <i>Varasia</i> sp., 20. <i>Myrsine</i> <i>dependens</i> , 21. <i>Bomarea</i> <i>linifolia</i> , 22. <i>Disterigma</i> cf. <i>acuminatum</i> , 23. <i>Prionodon</i> sp., 24. <i>Diplostephium</i> <i>bicolor</i> , 25. <i>Vaccinium</i> <i>floribundum</i> . Eje x, longitud del transecto (m); eje y, altura de la vegetación (m).....	227

Figura 47. Perfil de vegetación arbustiva en la E2, parcela dos (3440 msnm). 1. *Blechnum loxense*, 2. *Chusquea tessellata*, 3. *Prionodon* sp., 4. *Vaccinium floribundum*, 5. *Diplostephium* cf. *schultzii*, 6. *Pentacalia* sp., 7. *Rubus gachetensis*, 8. *Prionodon* sp., 9. *Hesperomeles obtusifolia*, 10. *Calamagrostis* sp., 11. *Lycopodium jussiaei*, 12. *Prionodon* sp., 13. *Pernettya prostrata*, 14. *Themistoclesia* cf. *mucronata*, 15. *Elaphoglossum* sp., 16. *Gaultheria sclerophylla*, 17. *Blechnum loxense*, 18. *Diplostephium* cf. *schultzii*, 19. *Rubus gachetensis*, 20. *Prionodon* sp., 21. *Gaiadendron punctatum*, 22. *Gaultheria sclerophylla*, 23. *Myrsine* cf. *panamensis*, 24. *Weinmannia mariquitae*. Eje x, longitud del transecto (m); eje y, altura de la vegetación (m)..... 229

Figura 48. Perfil de vegetación arbustiva en la E3, parcela tres (3360 msnm). 1. *Chusquea tessellata*, 2. *Calamagrostis* sp 3. *Jamesonia alstonii*, 4. *Pernettya prostrata*, 5. *Chusquea tessellata* 6. *Prionodon* sp., 7. *Disterigma empetrifolium*., 8. *Diplostephium* cf. *schultzii*, 9. *Jamesonia alstonii*, 10. *Prionodon* sp., 11. *Calamagrostis* sp, 12. *Chusquea tessellata*, 13. *Diplostephium* cf. *schultzii*, 14. *Pentacalia* cf. sp., 15. *Hesperomeles obtusifolia*, 16. *Cynanchum* cf. sp., 17. *Jamesonia alstonii*, 18. *Jamesonia alstonii*, 19. *Disterigma empetrifolium*, 20. *Diplostephium* cf. *schultzii* 21. *Calamagrostis* sp, 22. *Blechnum loxense*, 23. *Clusia* cf. *alata*, 24. *Myrsine* cf. *panamensis*. Eje x, longitud del transecto (m); eje y, altura de la vegetación (m). 230

Figura 49. Perfil de vegetación en la E4, parcela cuatro (3280 msnm). 1. *Chusquea tesellata*, 2. *Erato vulcanica*, 3. *Oxalis medicaginea*, 4. *Plutarchia monantha*, 5. *Tillandsia* sp., 6. *Parathesis* sp., 7. *Cavendishia bracteata*, 8. *Myrsine dependens*, 9. *Nertera granatensis*, 10. *Parathesis* sp., 11. *Macrocarpa macrophylla*, 12. *Schefflera* cf. *uribei*, 13. *Prionodon* sp., 14. *Anthurium oxybelium*, 15. *Ocotea infrafoveolata*, 16. *Clethra revoluta*, 17. *Erato vulcanica*, 18. *Monnina angustata*, 19. *Rubus gachetensis*, 20. *Maytenus* sp., 21. *Prionodon* sp. 22. *Palicourea* cf. *andaluciana*, 23 *Clusia* cf. *alata*, 24. *Myrsine dependens*, 25. *Hedyosmum* cf. *goudotianum*, 26. *Weinmannia mariquitae*, 27. *Themistoclesia* cf. *mucronata*, 28. *Maytenus* cf. sp., 29. *Rubus gachetensis*, 30. *Pernettya postrata*, 31. *Cyathea* sp.2, 32. *Elaphoglossum* sp., 33. *Galium hipocarpium*, 34. *Miconia plethorica*, 35. *Rynchospora* cf. *caucana*, 36. *Gaiadendron punctatum*, 37. *Gynoxis* cf. *littlei*, 38. *Blechnum loxense*, 39. *Ageratina* cf. *popayanensis*, 40. *Ugny myricoides*. Eje x, longitud del transecto (m); eje y, altura de la vegetación (m). 232

Figura 50. Perfil de vegetación boscosa en la E5, parcela cinco (3.200 msnm). 1. *Cyathea* sp., 2. *Weinmannia mariquitae*, 3. *Oreopanax discolor*, 4. *Freziera* cf. *canescens*, 5. *Clethra ferruginea*, 6. *Weinmannia rollotii*, 7. *Brunellia* sp., 8. *Axinaea macrophylla*, 9. *Schefflera* cf. *uribei*, 10. *Anthurium oxybelium*, 11. *Myrsine guianensis*, 12. *Piper* cf. *cyprium*, 13. *Clethra ovalifolia*, 14. *Weinmannia mariquitae*, 15. *Maytenus* sp. Eje x, longitud del transecto (m); eje y, altura de la vegetación (m)..... 234

Figura 51. Perfil de vegetación boscosa en la E6, parcela seis (3120 msnm). 1. *Mikania* sp., 2. *Miconia* sp. 2, 3. *Chusquea* sp., 4. *Hedyosmum* cf. *goudotianum*, 5. *Solanum* sp., 6. *Palicourea ovalis*, 7. *Oreopanax* cf. *caricaefolium*, 8. *Oreopanax discolor*, 9. *Brunellia* sp., 10. *Axinaea macrophylla*, 11. *Cyathea* sp., 12. *Brunellia* sp., 13. *Cyathea* sp., 14. *Brunellia* sp., 15. *Saurauia ursina*. Eje x, longitud del transecto (m); eje y, altura de la vegetación (m). 235

Figura52. Riqueza y composición florística en el transecto de Rioblanco (Tolima). 236

Figura 53. Abundancia florística en el transecto de Rioblanco (Tolima).....	237
Figura 54. Familias botánicas con mayor número de especies en las estaciones del transecto altitudinal de Rioblanco (Tolima).	237
Figura55. Índices de similitud para la vegetación, A. Sorensen, B. Bray-Curtis y C. Jaccard. Rioblanco (Tolima).	239
Figura 56. Distribución de individuos según estratos vegetales por estación, en el transecto de Rioblanco (Tolima).	240
Figura 57. Especies que presentaron el mayor valor en el Índice de Valor de Importancia (IVI). Rioblanco (Tolima).	241
Figura 58. Número de especies de los dos órdenes más ricos de la edafofauna presente en seis estaciones de muestreo, transecto Rioblanco (Tolima).	246
Figura 59. Abundancia neta de especies de la familia Carabidae, a través del gradiente altitudinal muestreado, transecto Rioblanco (Tolima).	247
Figura 60. Abundancia de seis morfoespecies de carábidos con preferencias altitudinales presentes en seis estaciones de muestreo, transecto Rioblanco (Tolima).	248
Figura 61. Curvas de acumulación de especies para la Edafofauna epígea para el transecto altitudinal de muestreo, Rioblanco (Tolima).....	249
Figura 62. Riqueza y abundancia relativa de especies de Edafofauna, en seis estaciones altitudinales, transecto Rioblanco (Tolima).	250
Figura 63. Clúster de similitud (Jaccard) de la edafofauna epígea presente en las seis estaciones de muestreo, transecto Rioblanco (Tolima). A. Jaccard, B. Sorensen-Dice.	252
Figura64. Curvas de acumulación de especies para el ensamblaje de anfibios de las estaciones A) E1-E2; B) E3-E4; C) E5-E6. Transecto altitudinal Rioblanco (Tolima).....	259
Figura 65. Recambio en el ensamblaje de anfibios en el transecto altitudinal. Rioblanco (Tolima).	261
Figura 66. Cluster de similitud entre estaciones del transecto altitudinal, municipio Rioblanco (Tolima). Similitud Bray-Curtis A); Jaccard B); Sorensen C). Los números de cada rama corresponden a la elevación (m) de las estaciones.	262
Figura 67. Curvas de acumulación de especies basadas en Chao2 para el transecto de Rioblanco (Tolima). A: Redes de niebla; B: Puntos de conteo.	269

Figura 68. Agrupamiento con base en la composición de la avifauna. A: Índice de Jaccard y B: Índice de Sorensen. Rioblanco (Tolima).....	271
Figura 69. Figura40. Índice de Bray- Curtis: agrupamiento con base en la composición y abundancia de la avifauna del transecto altitudinal Rioblanco (Tolima).	271
Figura 70. Gremios tróficos de las especies de aves reportadas en el transecto altitudinal de Rioblanco (Tolima).	273

LISTA DE TABLAS

Tabla1. Área (ha) de los complejos de páramos por municipio departamento del Tolima.	19
Tabla 2. Porcentaje por cobertura al interior del PNN Las Hermosas.	22
Tabla 3. Zonificación ambiental de las áreas de páramo del departamento.	27
Tabla4. Áreas de Zonificación de páramos por municipio del departamento del Tolima.	28
Tabla 5. Categorías de zonificación del PNN Las Hermosas en las zonas de páramo del departamento del Tolima.	32
Tabla 6. Categorías de zonificación del PNN Nevado del Huila en las zonas de páramo del departamento del Tolima.	32
Tabla 7. Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas presentes en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	34
Tabla 8. Municipios que conforman el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	39
Tabla 9. Coordenadas geográficas en las cuales se enmarca el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras (Coordenadas Geográficas Datum: D_Magna; Coordenadas Planas Datum: Magna-Bogotá.).	40
Tabla 10. Red de estaciones climatológicas Entorno Regional.	43
Tabla 11. Distribución en área y porcentaje de la precipitación (mm) en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	47
Tabla 12. Rangos de temperatura y su distribución por área (ha) y porcentaje para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	48
Tabla 13. Pisos térmicos (Clasificación Caldas) para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	50
Tabla1 4. Tipo de clima para el Entorno Regional, según clasificación por Factor Lang.	50
Tabla 15. Clases de clima para el Entorno Regional, según sistema de clasificación Caldas-Lang.	52
Tabla 16. Estratigrafía Entorno Regional complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras (Escala 1:250.000).	61
Tabla 17. Unidades hidrogeológicas Entorno Regional complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	66

Tabla 18. Geoformas generales presentes en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	72
Tabla 19. Amenazas geológicas e hidrológicas del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	73
Tabla 20. Área y porcentaje de unidades de suelos, respecto al Entorno Regional.	75
Tabla 21. Afluentes cuenca del río Amoyá (Subzona Hidrográfica Río Amoyá).	98
Tabla 22. Oferta hídrica cuenca Río Amoyá.	104
Tabla 23. Producción y rendimiento hídrico de la Cuenca Río Amoyá.	107
Tabla 24. Índice de escasez Cuenca Río Amoyá.	110
Tabla 25. Producción Hídrica (Caudal Medio) y Oferta Hídrica de la Cuenca del río Anamichú.	115
Tabla 26. Producción y rendimiento hídrico, Cuenca Río Anamichú.	118
Tabla 27. Índice de Escasez, Cuenca Río Anamichú.	119
Tabla 28. Área de las subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del Río Hereje.	123
Tabla 29. Aporte Hídrico cuenca del Río Hereje.	123
Tabla 30. Área de las subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del Río Cambrín.	126
Tabla 31. Aporte hídrico cuenca Río Cambrín.	127
Tabla 32. Área de las subcuencas y microcuencas del Alto Saldaña.	129
Tabla 33. Humedales presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Las Hermosas – Nevado del Huila-Moras.	132
Tabla34. Oferta hídrica Zona Hidrográfica Saldaña.	133
Tabla 35. Condición extremadamente seca Zona Hidrográfica Saldaña.	133
Tabla 36. Coberturas (CLC) para el año 2002 del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	134
Tabla 37. Coberturas (CLC) para el año 2007 del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	137
Tabla 38. Cambios en coberturas años 2002 y 2007, para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	141

Tabla 39. Cruce preliminar de Coberturas años 2002-2007.....	144
Tabla 40. Coberturas identificadas 2002-2007.....	145
Tabla 41. Deidades de la Comunidad nasa.....	154
Tabla 42. Municipios y veredas que conforman el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila - Moras, en jurisdicción del Departamento del Tolima.	157
Tabla 43. Coordenadas geográficas en las cuales se enmarca el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras (Coordenadas GeoGráficas Datum: D_Magna; Coordenadas Planas Datum: Magna-Bogotá).	159
Tabla 44. Distribución de los rangos de pendiente en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	162
Tabla 45. Unidades geomorfológicas del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	167
Tabla 46. Indicador Cambio en la Cobertura de Glaciar de los Volcanes Nevados presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.....	176
Tabla 47. Unidades Geológicas identificadas para el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras (Escala 1:250.000).	177
Tabla 48. Unidades de suelo del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	181
Tabla 49. Oferta Hídrica de las Subzonas Hidrográficas que se enmarcan dentro del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	188
Tabla 50. Área de las cuencas, subcuencas y microcuencas que se encuentran en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	193
Tabla 51. Perímetro de las cuencas, subcuencas y microcuencas que se encuentran en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	194
Tabla 52. Longitudes de los cauces de las cuencas, subcuencas y microcuencas que se encuentran en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.....	195
Tabla 53. Pendiente Media (Pm) de las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	196

Tabla 54. Coeficiente de Compacidad de Gravelius de las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.....	198
Tabla 55. Índice de Alargamiento (Ia) de las cuencas, subcuencas y microcuencas presenten en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	199
Tabla 56. Tiempo de concentración de las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	200
Tabla 57. Densidad de drenajes para las cuencas, subcuencas y microcuencas que se encuentran en el Entorno Local de los complejos de páramo Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	201
Tabla 58. Humedales presentes en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	202
Tabla 59. Coberturas según Corine Land Cover, para el año 2007, presentes en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	204
Tabla 60. Ubicación de transectos altitudinales y estaciones de muestreo, para caracterización de flora y fauna del complejo de páramos Las Hermosas, municipio de Rioblanco (Tolima).	208
Tabla 61. Familias y especies de flora registradas en el transecto altitudinal, municipio Rioblanco (Tolima).....	222
Tabla 62. Índice de Dominancia de Simpson (S) e Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H') para las estaciones estudiadas en el transecto de Rioblanco.	238
Tabla 63. Prueba de t Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H') para las estaciones estudiadas en el transecto de Rioblanco.....	238
Tabla 64. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia en las E1 a E4, transecto altitudinal Rioblanco (Tolima).	240
Tabla 65. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia en E5 y E6 del transecto de Rioblanco (Tolima).	241
Tabla 66. Listado de morfoespecies de edafofauna epigea, clasificadas a orden y con el grupo trófico al que pertenecen. Las Mercedes, Rioblanco (Tolima). Páramo El Meridiano.	243
Tabla 67. Diversidad Alfa en Edafofauna epígea de seis estaciones altitudinales, transecto Río Blanco (Tolima).	249
Tabla 68. Valores t student y P valor para las medias de la riqueza observada en cada estación altitudinal, transecto Rioblanco (Tolima). *Los valores resaltados presentan diferencias significativas.	250

Tabla69. Recambio entre pares de estaciones altitudinales según Whittaker, transecto altitudinal Rioblanco (Tolima).	251
Tabla 70. Porcentaje de disimilitud entre pares de alturas por medio del análisis SIMPER, transecto Rioblanco (Tolima).	252
Tabla 71. Listado de anfibios colectados en el transecto altitudinal de Rioblanco (Tolima).	254
Tabla 72. Riqueza, abundancia y abundancia relativa de anfibios adultos registrados en el transecto altitudinal (evento de muestreo uno y réplica). Rioblanco (Tolima). () El índice de Abundancia Relativa se muestra entre paréntesis; sus categorías son: Ab= Abundante; Com= Común; Pc= Poco común y Ra= Rara.	255
Tabla 73. Endemismo y categorías de amenaza de los anfibios en el transecto altitudinal (evento de muestreo uno y réplica). Rioblanco (Tolima) *El endemismo se obtuvo de la base de datos de la IUCN 2014.3 y Acosta (2014). LC: baja alarma, NT: casi amenazada.	256
Tabla 74. Uso de sustratos vegetales por adultos de anfibios observadas en el transecto altitudinal (evento uno y réplica). Rioblanco (Tolima).	257
Tabla 75. Patrón de diversidad en el ensamble de anfibios registrados en el transecto altitudinal. Rioblanco (Tolima) * Modificación del índice de Shannon acorde a Jost (2006). Exp (H).	260
Tabla 76. Prueba t para comparar valores de diversidad (Índice de Shannon-Wiener) entre pares de estaciones en el transecto altitudinal, Rioblanco (Tolima). Valores arriba de la diagonal indican el valor del estadístico t, valores bajo la diagonal corresponden al valor P (*= diferencia significativa).	260
Tabla 77. Índice de disimilitud de Whittaker entre estaciones para los anuros del transecto altitudinal. Rioblanco (Tolima).	263
Tabla 78. Listado de aves registradas en el transecto altitudinal de Rioblanco (Tolima).	264
Tabla 79. Aves amenazadas de extinción y endémicas registradas en el transecto de Rioblanco, Tolima. NT: Casi amenazado; LC: Preocupación menor; VU: Vulnerable.	268
Tabla 80. Diversidad alfa de aves en el transecto altitudinal de Rioblanco (Tolima).	270
Tabla 81. Tablade doble entrada para la prueba t (student) y P valor para los índices de diversidad de Shannon-Wiener, transecto altitudinal Rioblanco (Tolima).	270
Tabla 82. Índice de Whitaker para el transecto altitudinal de Rioblanco (Tolima).	272
Tabla 83. Gremios tróficos de Aves transecto de Rioblanco (Tolima)	272

LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Modelo de regresión para la vertiente oriental de la cordillera central.	41
Gráfica 2. Modelo de regresión para la vertiente occidental de la cordillera central.	41
Gráfica 3. Precipitación promedio anual (mm) por altura sobre nivel del mar.	46
Gráfica 4. Temperatura promedio mensual multianual por gradiente altitudinal del Entorno Regional complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.	48
Gráfica 5. Unidad de Territorios Artificializados.	148
Gráfica 6. Unidad Territorios Agrícolas.	149
Gráfica 7. Unidad de bosques.	150
Gráfica 8. Unidad de vegetación herbácea y/o arbustiva.	151
Gráfica 9. Unidad áreas con, sin o poca vegetación.	151
Gráfica 10. Unidad de áreas húmedas y superficies de agua.	152
Gráfica 11. Cobertura de Glaciar (Km2) para el Volcán Nevado del Huila (Años 1850 – 2007). .	175

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 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 CORTOLIMA y el Instituto Alexander Von Humboldt (IAvH), 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 Los Nevados

Comprende 15 municipios de cuatro 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. El complejo será descrito con mayor detalle en el análisis de Entorno Regional correspondiente a esta zona.

2.2 Complejo Chilí-Barragán

Se encuentra entre los 3.400 y los 4.040 msnm; se localiza principalmente en el departamento del Tolima, con áreas en los departamentos del Quindío y Valle del Cauca. El complejo Chilí-Barragán tiene un área total de 80.708 ha (Sarmiento, *et al.*, 2013). Según Morales y colaboradores (2007) se encuentran 16 unidades de ecosistemas naturales dentro de este complejo, 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 garantizan un balance hídrico tendiente a la sobreoferta.

2.3 Complejo Las Hermosas

Ubicado en los municipios de Chaparral, Planadas (una pequeña área de 46 ha) y Rioblanco en el departamento del Tolima y Buga, Palmira, Florida, Pradera, Tulúa, 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).

Las franjas de ecosistemas que aparecen en este complejo son bosques andinos, altoandinos, páramo y superpáramo (UAESPNN, 2005). De acuerdo con el Atlas de páramos de Colombia (Morales *et al.* 2007) para este complejo se identifican 20 ecosistemas naturales, entre los cuales los más representativos por extensión son el páramo muy húmedo en montaña glaciárica y montaña fluviogravitacional, con 51,1 y 9,8% respectivamente. Según este análisis, el grado de transformación es bajo e implica cerca de 8.000 ha en pastos, cultivos y vegetación secundaria.

El clima en el complejo de Las Hermosas es característico de las zonas altoandinas, de páramo y superpáramo. En la zona de páramo, se registran temperaturas desde 0 hasta 8 °C. Estas zonas se caracterizan también por fuertes variaciones en la temperatura durante el día y se registran días soleados y noches muy húmedas y frías. Los niveles de precipitación anuales en los últimos 20 años se han registrado en más de 2.000 mm/año para las zonas superiores a 2.800 msnm en el corredor de alta montaña. Según la clasificación climática de Caldas - Lang, en la zona se presentan los climas de páramo bajo entre los 3.200 y 3.700 msnm, con temperaturas entre los 7 y 12 °C y páramo alto entre los 3.700 y 4.200 msnm, con temperaturas menores a 7 °C (Morales *et al.* 2007).

2.4 Complejo Nevado del Huila-Moras

Se ubica entre los departamentos de Tolima, Cauca y Huila, en los municipios de Planadas, Corinto, Rioblanco y Jambato. Se ubican los resguardos indígenas nasa-Páez de Tacueyó, Toribío, San Francisco, San José, Wila, Toez, Vintocó y Belarcazar, 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).

Este complejo se distribuye entre las cotas altitudinales de 3.500 a 5.380 msnm, e involucra los páramos de Las Moras, Brujo, Huila y Santo Domingo. El 76,08% de la superficie del complejo se encuentra dentro del Parque Nacional Natural (PNN) Nevado del Huila. De acuerdo con el Atlas de páramos de Colombia (Morales *et al.* 2007) para este complejo se identifican 19 ecosistemas naturales. Los predominantes son los páramos muy húmedos en montaña glaciárica y montaña fluviogravitacional, seguidos de los bosques altoandinos pluviales en montaña fluviogravitacional. De acuerdo con el anterior análisis, el área transformada se aproxima a las 6.000 ha y se asocia a pastos, cultivos y vegetación secundaria. Este bajo grado de transformación (8,6%) puede deberse a que gran parte de su superficie se encuentra en el PNN Nevado del Huila y en resguardos indígenas. Sin embargo, en algunos sectores específicos este nivel de transformación puede ser más alto. Se encuentran pisos térmicos que varían desde muy frío hasta nival y condiciones de humedad de muy húmedas a pluviales, con la ocurrencia de variedad de microclimas y zonas de vida. En general se presentan variaciones de temperatura media multianual desde los 2 °C en las cúspides de la zona nival hasta los 8 °C en el subpáramo.

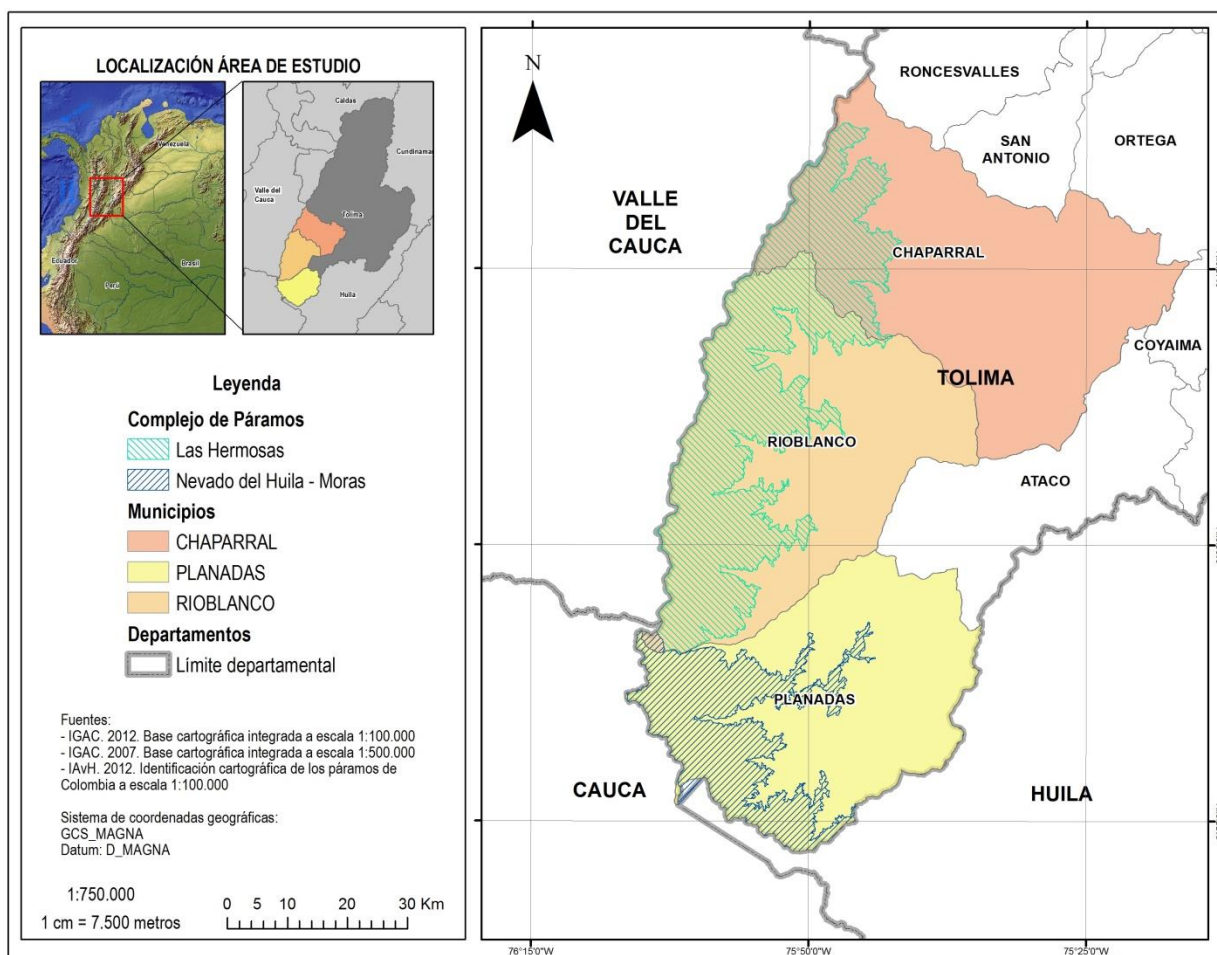
Considerando para este análisis de Entorno Regional, los complejos Las Hermosas y Nevado del Huila-Moras, en el departamento del Tolima se encuentran en rangos altitudinales entre los 3200 y 5380 msnm, con un área de 138.973 ha el complejo Las Hermosas y 58.816 ha el complejo Nevado del Huila-Moras (IAvH, 2012), superficie distribuida en tres municipios del departamento del Tolima (Tabla1) (Figura1).

Tabla1. Área (ha) de los complejos de páramos por municipio departamento del Tolima.

Municipio	Área (ha) del complejo por municipio	% del área del complejo respecto al municipio
Chaparral	39.100	18,58%
Planadas	46	0,02%
Rioblanco	99.828	48,70%
Planadas	57.921	36,06%
Rioblanco	895	0,43%

Fuente: insumos IAvH (2012) y SIGOT (2015).

Figura 1. Localización de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras en el departamento del Tolima.



Fuente: insumos cartográficos relacionados y SIG CORTOLIMA (2015).

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 de páramo que satisfaga la multiplicidad de visiones y enfoques. Para lograrlo, se contó con la asesoría de expertos; adicionalmente, se contó 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 predominantemente 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, permite tener un mejor entendimiento sobre su ecología, lo cual posibilita 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 departamento del Tolima, se han desarrollado varios estudios relacionados con las áreas de páramo presentes en el departamento, entre las instituciones que han liderado estos procesos

CORTOLIMA, el 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 de páramos 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, donde 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 planificar 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 IAvH como orientador técnico y de acompañamiento al proceso.

4. FIGURAS E INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

4.1 Áreas Protegidas Entorno Regional

4.1.1 Parque Nacional Natural Las Hermosas

El PNN Las Hermosas, fue creado por el Acuerdo No. 19 de mayo de 1977 del INDERENA y confirmado por Resolución Ejecutiva No. 158 de julio de 1977 de Ministerio de Agricultura. El parque cuenta con un área de 125.000 ha ubicadas sobre la Cordillera Central, dentro de la jurisdicción de los municipios de Chaparral y Rioblanco en el departamento del Tolima y de los municipios de Sevilla, Tulúa, Buga, Palmira, el Cerrito y Pradera en el Valle del Cauca. La mayor parte del parque se ubica en el departamento del Tolima (81%), específicamente en el municipio de Chaparral se encuentran 42.412 ha del parque y en el municipio de Rioblanco se encuentran 58.358 ha del parque (PNN Las Hermosas, 2005) (Figura 2).

El parque está ubicado en una franja altitudinal que va desde los 1600 msnm hasta los 4000 msnm, por lo cual sus coberturas y ecosistemas, corresponden a los de alta montaña. De acuerdo con el estudio del Instituto Humboldt (IAvH, 2004), las coberturas al interior del parque, se encuentran distribuidas así (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje por cobertura al interior del PNN Las Hermosas.

Cobertura	% PNN Las Hermosas
Pastos	3,97
Vegetación secundaria	0,5
Agroecosistemas	2,4
Bosques	38,73
Páramos	42
Subpáramo	6,4

Fuente: Insumos PNN Las Hermosas (2005).

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, principalmente de carácter productivo como en los distritos de riego del Tolima, en la Cuenca del río Saldaña.
- Regulador hídrico regional, principalmente para los ríos y afluentes de la cuenca del río Saldaña.
- 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 sentido norte-sur.

4.1.2 Parque Nacional Natural Nevado del Huila

El área protegida se encuentra dentro de la zona declarada por la Unesco como reserva de la Biósfera; a su vez, posee el mayor relicto glaciar de la cordillera central. Es considerada

estratégica, ya que abastece las dos cuencas más importantes del país (Cuenca alta del Río Magdalena y Cuenca alta del Río Cauca) catalogándola como una estrella hídrica del macizo colombiano que aporta bienes y servicios ambientales, representados en ecosistemas de páramo, subpáramo, bosque andino y altoandino, favoreciendo así la viabilidad de especies de flora y fauna (PNN Nevado del Huila, 2005).

Se encuentra ubicado en jurisdicción del departamento del Tolima en los municipios de Planadas y Rioblanco, en jurisdicción del departamento del Huila en los municipios de Tervel, Iquira y Santamaría y en jurisdicción del departamento del Cauca en los municipios de Páez, Corinto, Toribío y Miranda (PNN Nevado del Huila, 2005) (Figura 2).

Tiene una extensión de 158.000 ha (por Resolución), con una propuesta de ampliación a 164.120 ha. Se encuentra en un rango altitudinal entre los 1000 a los 5350 msnm con pisos térmicos que varían de frío muy húmedo, frío muy pluvial, subnival superhúmedo hasta nival.

Dada su ubicación, se presentan diversos tipos de ecosistemas con funciones de protección y conservación hídrica, oferta de hábitat y regulación del ciclo hidroclimático. 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 (PNN Nevado del Huila, 2005):

- El PNN Nevado del Huila corresponde al nacimiento y las cuencas altas de los ríos Saldaña, Páez, Simbola, Iquira y Bache.
- El río Saldaña surte de agua al distrito de riego Triangulo del Tolima.
- Las aguas del río Bache surten a los arroceros de Palermo (Huila).
- Las aguas del río Iquira le aportan al río Yaguará y de allí se surte la represa de Betania; el río Páez aporta aguas al río Magdalena y de allí a la represa de Betania.
- El Nevado del Huila equilibra el clima regional para el sur del Tolima, Huila y Cauca, pues permite la conservación de bosques desde la cota 2600 y 2800 msnm, que hasta el momento esta conservado; en sus páramos nacen numerosos ríos.
- De igual forma la biodiversidad de la zona es importante, el Nevado del Huila es un sitio AICAS, por su riqueza de aves.

4.2 Estrategias Complementarias de Conservación, Instrumentos de Planificación

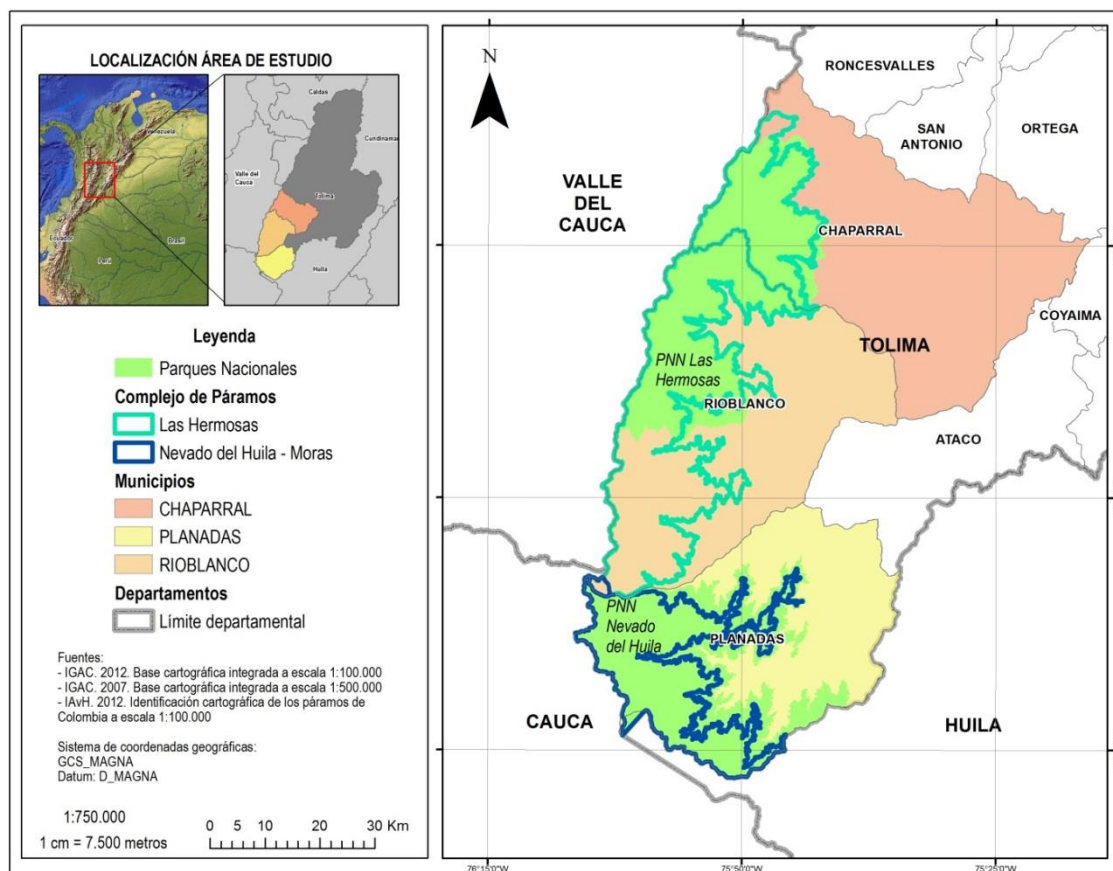
En cumplimiento al Decreto 2372 de 2010, fueron homologadas 48 de las reservas declaradas en años anteriores a la categoría de Reservas Forestales Protectoras Regionales, para lo cual fueron nucleadas en 28 áreas que cubren una extensión de 8.765,4 ha. La importancia de estas reservas radica en conservar los últimos fragmentos de bosque que se encuentran en los municipios de Alvarado, Anzoátegui, Ibagué, Murillo, Palocabildo, Prado, Roncesvalles, Rovira, Venadillo y Villahermosa (CORTOLIMA, 2013).

Adicionalmente, 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 (CORTOLIMA, 2013). Se encuentran en áreas de la Reserva Forestal Central, el 23,01% del área del complejo Las Hermosas y el 16, 65% del área del complejo Nevado del Huila-Moras (Figura 3).

Mediante el Convenio Interadministrativo No. 195040 de 2005 el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) y el Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (FONADE) adelantaron el proyecto denominado “Adecuación de Tierras Distrito de Riego - Triangulo del

Tolima”, el cual busca adecuar con obras de riego y de drenaje, una extensión de 20.402 ha netas aprovechables. El área donde se desarrolla este macroproyecto comprende las jurisdicciones de los municipios de Coyaima, Natagaima y Purificación, en la zona sur del departamento del Tolima. Se prevé que beneficie directamente 19.995 personas, de las cuales 17.502 pertenecen a comunidades indígenas (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

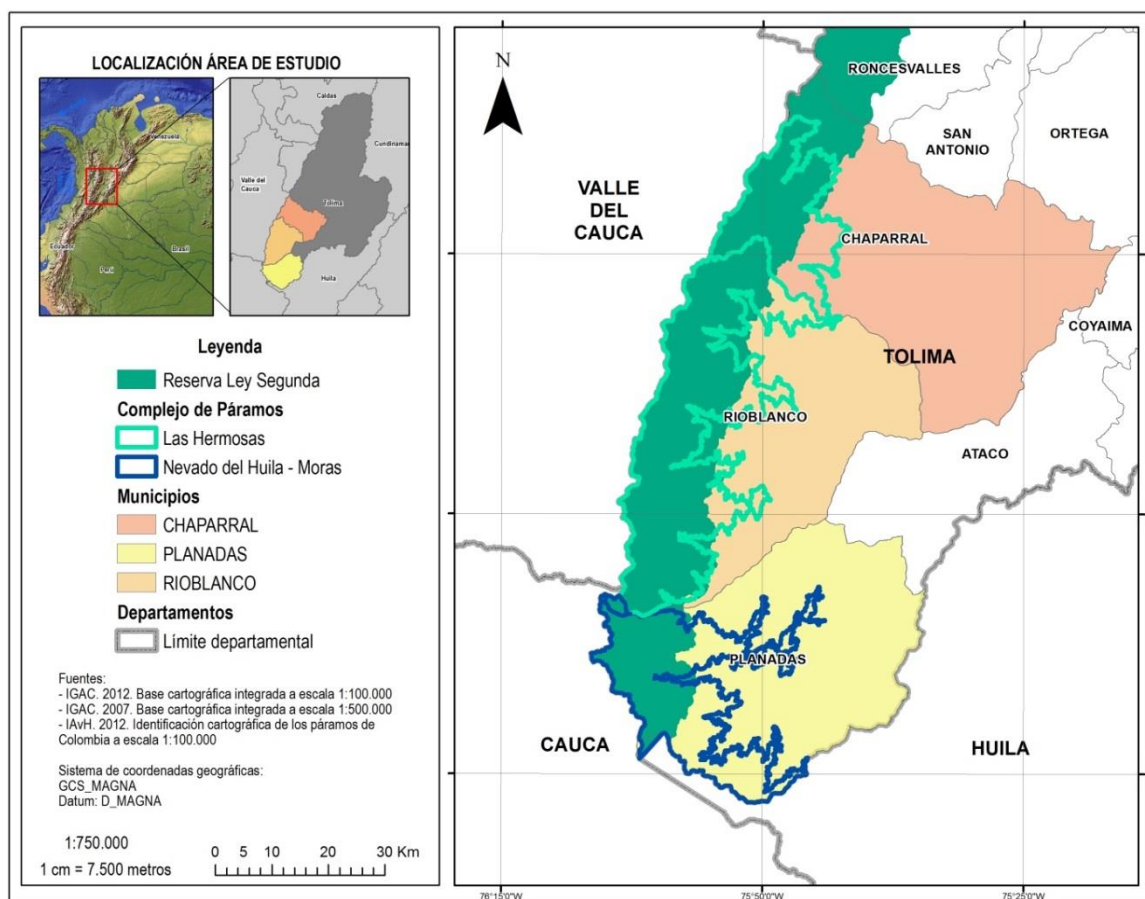
Figura 2. Mapa complejos de páramos y límites áreas protegidas del orden nacional.



Fuente: Insumos cartográficos relacionados y SIG CORTOLIMA (2015).

En el año 2009, a través del Convenio Interadministrativo No. 2082902 de 2008, y para los fines ambientales enmarcados en el Distrito de Riego, CORTOLIMA asumió la ejecución y asesoría para el desarrollo de estas actividades, lo cual culminó, entre otros, con la adquisición de los predios El Auxilio, El Auxilio I, El Porvenir y Meridiano (Municipio de Rioblanco) y Buenos Aires Mameyal, Santa Clara, El Castillo y La Germania (Municipio de Chaparral). En el año 2011 como resultado del trabajo interinstitucional, dichas áreas fueron ordenadas y planificadas junto con la participación de la comunidad relacionada con los predios, para la organización y desarrollo de programas tendientes a la conservación y preservación (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

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



Fuente: Insumos cartográficos relacionados y SIG CORTOLIMA (2015).

4.2.1 Propuesta Área Protegida Corredor PNN Hermosas – Nevado del Huila-Moras.

Aun cuando los predios cuentan con plan de manejo y fueron adquiridos con el propósito de garantizar la oferta del recurso hídrico y de preservar los servicios ecosistémicos asociados a dichas áreas, no se han declarado bajo ninguna categoría de área protegida según lo estipulado en el Decreto 2372 del 1 de Julio del 2010¹.

Por esta razón CORTOLIMA, junto con la administración del PNN Nevado del Huila y Las Hermosas viene adelantando la declaratoria de una nueva área protegida en la zona denominada “El Meridiano”, ubicada en el municipio de Rioblanco (Vereda Bejuquero), la cual incluye los predios denominados el Auxilio, Auxilio I, el Porvenir, el Meridiano y Castillo, con el propósito de darle una figura de protección normativa para garantizar la integridad biológica y cultural del territorio Nasa, garantizar la permanencia del recursos hídricos (cuenca Rio Hereje), además de conservar los bienes y servicios ambientales, y al mismo tiempo los procesos ecológicos del área, teniendo en cuenta que está localizada en el corredor de conectividad entre los Parques Nacionales Naturales Nevado del Huila y Las Hermosas.

¹ Artículo 11, Decreto 2372 (2010), Por el cual se reglamenta el Decreta Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreta Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.

Esta estrategia tiene como finalidad generar una propuesta de conservación para el área de conectividad cosmoecológica Nasa a partir de la conservación, logrando mantener los servicios ecosistémicos que sustentan el desarrollo regional y local, así como la integridad del territorio. Esta propuesta de conservación se ha venido construyendo a partir de información existente y disponible en el marco de un proceso de participación entre los equipos de los PNN, CORTOLIMA y los Resguardos Indígenas (CORTOLIMA, 2013).

Se busca que la categoría de conservación, defina la protección estricta de los ecosistemas de páramo y bosques alto andinos; así como los sitios considerados sagrados para la cultura Nasa del Sur del Tolima, los cuales se consideran estratégicos para la protección del recurso hídrico en calidad y cantidad, además de tener alto valor cultural. Igualmente, se deberá permitir el uso directo y/o aprovechamiento de los recursos naturales en áreas seminaturales donde predomine el ecosistema boscoso, pero donde además se desarrollen usos tradicionales o locales. Así mismo, evitará el desarrollo de grandes proyectos extractivos que alteren el equilibrio natural de los ecosistemas (CORTOLIMA, 2013).

4.3 Plan de Manejo de Páramos

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) 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 (las resoluciones No. 0769 del 2002 y la 0839 del 2003), CORTOLIMA mediante Acuerdo No. 016 del 02 de Septiembre de 2009 del consejo directivo de adopto el estudio de Estado Actual y el Plan de Manejo de los Páramos del departamento, el cual fue formulado en convenio 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 y Nevado del Huila y 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 subáreas, el área en hectáreas y el porcentaje respecto al área total se muestra en la Tabla 3, 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 paramo, 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 3, se sintetizan las categorías de zonificación por municipio del departamento del Tolima. Se resaltan aquellos municipios que conforman el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas y Nevado del Huila-Moras.

Tabla 3. 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

Unidad para el Manejo Ambiental	Categoría	Áreas	Descripción o Sub-área	Área (ha)	%
Páramos	Conservación	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
		AESA 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
		ZUMS	Fomento de bienes y servicios ambientales	12558,47	3,98
	Uso sostenible	Zonas de uso y manejo sostenible	Zonas urbanas	2,73	0
Total				315605,88	100

Fuente: Insumos CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

Tabla4. 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

Categoría	Áreas	Descripción o Sub- área	Municipios
Restauración	ZRAA Zonas de recuperación por alteración ambiental	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
		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

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	Bosque natural	Herveo
			Casabianca
			Villahermosa
			Murillo
			Roncesvalles
			San Antonio
			Chaparral
			Rioblanco
		Áreas escarpadas	Herveo
			Casabianca
			Villahermosa
			Murillo
			Roncesvalles
			Rioblanco
		Áreas para la preservación	Herveo
			Casabianca
			Villahermosa
			Murillo
			Santa Isabel
			Anzoátegui
			Ibagué
			Rovira
			Roncesvalles
			San Antonio
			Chaparral
			Rioblanco
		Áreas para la conservación como reservas	Santa Isabel
			Anzoátegui
			Ibagué
			Rovira
			Cajamarca
		Áreas para la conservación de la biodiversidad	Chaparral
			Santa Isabel
			Anzoátegui
			Ibagué
			Cajamarca
			Rovira

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 de alta fragilidad ambiental	Santa Isabel
			Anzoátegui
	AAN Áreas de amenaza natural	Amenaza volcánica	Cajamarca
		Remoción en masa	Ibagué
		Flujo de lodos y escombros	Santa Isabel
	AESA Áreas de especial significancia ambiental	Zona de influencia directa del PNN Los Nevados en el POMCA Totare	Santa Isabel
			Anzoátegui
		Zona amortiguadora del PNN Los Nevados en el POMCA Coello	Anzoátegui
		Zona de influencia del PNN Los Nevados en el POMCA Amoyá	Ibagué
Uso Sostenible	ZUMS Zonas de uso y manejo sostenible	Fomento de bienes y servicios ambientales	Cajamarca
			Rovira
			Roncesvalles
			Ibagué
		Zonas urbanas	Herveo

Fuente: Insumos CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

En las zonas de paramo del departamento del Tolima, se encuentran tres 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)².

4.3.1 Parque Nacional Natural de Las Hermosas

El PNN Las Hermosas, tiene dentro de las zonas de paramo alrededor de 79.492 ha, las cuales están debidamente zonificadas de acuerdo a la normatividad que compete a la administración del área protegida. Esta zonificación agrupa cuatro categorías y una zona sin información. En la zona que hace parte de los páramos, predomina la categoría definida como zona primitiva de páramo y la zona primitiva de bosque, las cuales representan el 57 y 32% respectivamente, del parque nacional natural dentro del páramo.

² En el presente documento, se incluyen únicamente los PNN Las Hermosas y Nevado del Huila, por encontrarse dentro del Entorno Regional objeto de estudio. El PNN Los Nevados, será contemplado en el documento que aborde el Entorno Regional del complejo de páramos Los Nevados.

Las zonas primitivas de páramo, se localizan en el municipio de Chaparral sobre el parque como tal y la vereda Alto Ambeima; en el municipio de Rioblanco en la vereda La Albania y la región de los territorios nacionales.

Las zonas primitivas de bosque, se encuentran, en las parte bajas del páramo sobre la vereda Alto Ambeima en el municipio de Chaparral; en Rioblanco en la zonas de los Territorios Nacionales, las veredas de Albania, La Playa y La Reina. La distribución en hectáreas y porcentaje de las demás categorías de zonificación del PNN Las Hermosas se indica en la Tabla 5.

Tabla 5. Categorías de zonificación del PNN Las Hermosas en las zonas de páramo del departamento del Tolima.

Categoría de Zonificación	Área (ha)	%
Sin información	5901,14	7,42
Zona Intangible (humedales)	708,62	0,89
Zona primitiva de bosque	25777,78	32,43
Zona primitiva de páramo	45416,26	57,13
Agroecosistemas ganaderos	1059,34	1,33
Áreas con predominancia de pastos y cultivos (>70%)	113,92	0,14
Áreas con predominancia de pastos y vegetación secundaria (>70%)	515,37	0,65
Total	79492,44	100

Fuente: Insumos CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

4.3.2. Parque Nacional Natural Nevado del Huila.

El PNN Nevado del Huila tiene dentro de las zonas de páramo alrededor de 41.531 ha, las cuales están debidamente zonificadas de acuerdo a la normatividad que compete a la administración del área protegida. Esta zonificación, agrupa tres categorías dentro de las zonas de páramo, siendo las más representativas la zona intangible y la zona histórico – cultural, las cuales representan el 47 y 31% respectivamente del área del parque nacional dentro de los páramos.

La zona intangible se encuentra en su totalidad en el municipio de Planadas en las zonas del parque como tal. Finalmente la zona histórico - cultural, se localiza sobre los resguardos indígenas del parque. La distribución en hectáreas y porcentaje de las demás categorías de zonificación del PNN Nevado del Huila se indica en la Tabla 6.

Tabla 6. Categorías de zonificación del PNN Nevado del Huila en las zonas de páramo del departamento del Tolima.

Categoría de Zonificación	Área (ha)	%
Zona histórico cultural	13103,49	31,55
Zona Intangible	19661,27	47,34
Zona Primitiva	8767,03	21,11
Total	41531,79	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 hoya hidrográfica “al área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno 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 páramo Las Hermosas – Nevado del Huila-Moras, se encuentra la Cuenca Mayor del Río Saldaña, a la cual pertenecen:

- Cuenca río Amoyá: Nace en la laguna La Rusia, en el páramo de Las Nieves en el municipio de Chaparral, a una altura de 3.900 msnm. La cuenca tiene un área de 145.730,82 ha. Los principales tributarios del río Amoyá son los ríos Ambeima, Davis y Río Negro (CORTOLIMA, 2006).
- Cuenca río Anamichú: Tiene un área de 75.845,71 ha, en la cual tiene jurisdicción el municipio de Rioblanco. El río Anamichú nace en el páramo Las Hermosas, sus afluentes más importantes son el río Blanco y el río Verde. Su principal función es la de suministrar agua para uso doméstico, agrícola y pecuario (CORTOLIMA, 2009).
- Cuenca río Cambrín: Tiene un área de 65.480,39 ha, nace en el páramo El Brillante en jurisdicción del PNN Las Hermosas (Municipio de Rioblanco) a 3.800 msnm; tiene una longitud de 46 km y desemboca en el río Saldaña. Sus afluentes son el río Negro y numerosas quebradas. Su principal función es suministrar agua para consumo humano, uso doméstico, agrícola y pecuario (Municipio Rioblanco, 2000).
- Cuenca río Hereje: Nace en la laguna El Meridiano, en el páramo de las Hermosas. Es el primer afluente por la margen izquierda del río Saldaña. Tiene un área total de 20.691,91 ha. Su principal afluente es la Quebrada Italia. Como función tiene suministrar agua para consumo humano, uso doméstico, uso agrícola y pecuario (Municipio Rioblanco, 2000).
- Cuenca Alto Saldaña: Tiene un área total de 62.324,53 ha y corresponde a todos los tributarios de las subcuencas y microcuencas que caen directamente al río Saldaña desde su nacimiento en el municipio de Planadas hasta la boca del río Atá en el municipio de Ataco, la longitud total del cauce de la cuenca es de 88,4 km. En la parte alta de la cuenca se encuentra el PNN Nevado del Huila, el cual ocupa un 20,3% del total de la cuenca. Se considera un gran reservorio de agua, gracias a la cantidad de afluentes que tiene. Su principal función es la de abastecer los acueductos veredales ubicados en la cuenca principalmente para consumo humano, uso doméstico, uso agrícola y pecuario.

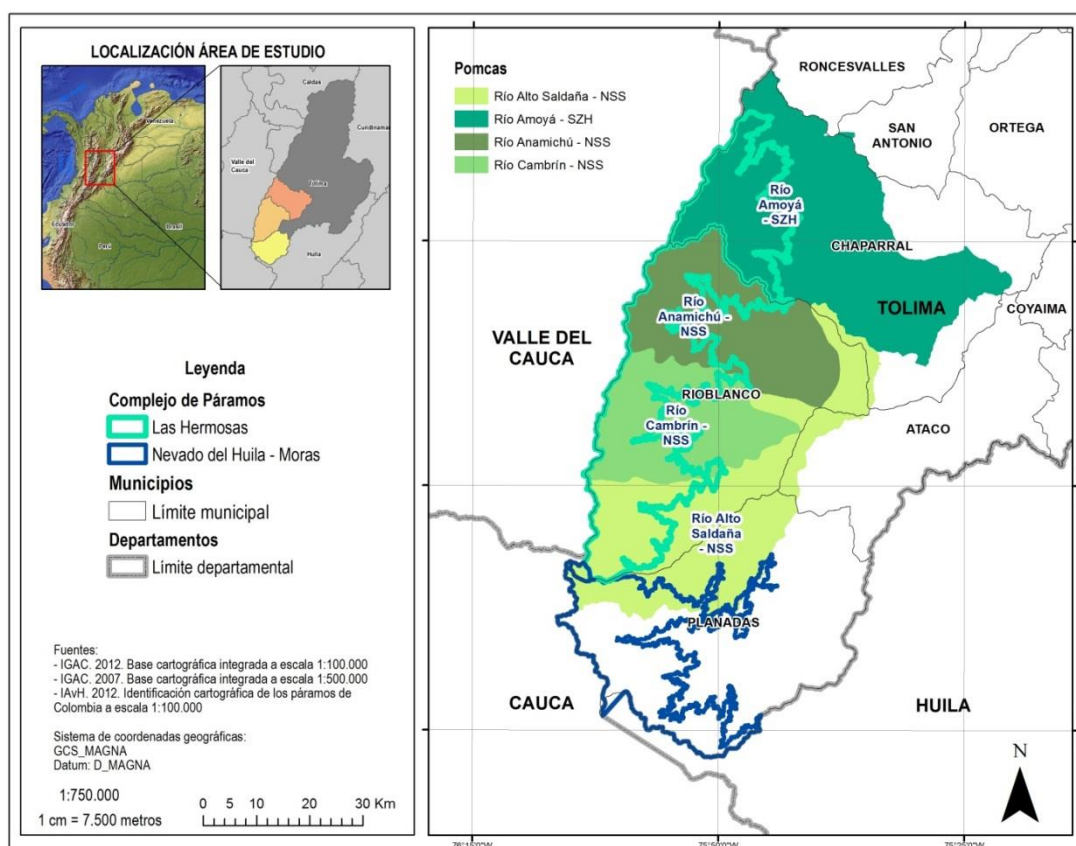
Dentro del complejo Las Hermosas- Nevado del Huila- Moras, CORTOLIMA ha ordenado cinco (5) cuencas que interceptan con la zona de Páramo dentro de los municipios de Chaparral, Rioblanco y Planadas (Tabla 7 y Figura 4).

Tabla 7. Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas presentes en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Cuenca	Extensión (ha)	Fase actual	Fecha aprobación	Norma adopción y fecha	Vigencia (años)
Amoyá	143.529,91	Adoptado y en ejecución	Diciembre 26 de 2006	Acuerdo 045 de 2006	15
Anamichú	76.111,80	Adoptado y en ejecución	Agosto de 2010	Resolución 001 de agosto de 2010	15
Cambrín	65.480,39	Formulado y en proceso de adopción	-----	-----	15
Hereje	20.691,91	Formulado y en proceso de adopción	-----	-----	15
Alto Saldaña	62.324,53	Formulado y en proceso de adopción	-----	-----	15

Fuente: CORTOLIMA (2013).

Figura 4. POMCAS del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Convenio CORTOLIMA.- IvAH (2015)

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 del 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 International; en la actualidad el programa AICAS- Colombia lo coordina el Instituto Alexander 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 de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, se encuentran declaradas las siguientes AICAS:

- Cuenca del río Hereje: Se localiza en el sector suroccidental del departamento de Tolima, sobre la vertiente oriental de la cordillera Central. Es una zona con pendientes relativamente fuertes, que hacen parte de la zona de amortiguación del PNN Las Hermosas. Presenta un terreno pedregoso en las laderas, con suelos pantanosos en las partes bajas. Principalmente, el sitio está cubierto por bosques montanos; sin embargo, en algunos sectores ha sido transformado para la implementación de zonas de cultivo, ganadería y en menor proporción cultivos ilícitos. Adicionalmente, la construcción de una vía de acceso ha generado un fuerte impacto en algunos sectores del lugar. La laguna El Meridiano, localizada en la parte alta, se encuentra rodeada por un ecotono compuesto en su mayor parte de pajonal, frailejones dispersos y pequeños potreros destinados a la ganadería. Los espacios abiertos dentro de la laguna están densamente cubiertos por parches extensos de plantas flotantes, mientras que algunas pequeñas porciones de la orilla se encuentran cubiertas por piedra de origen volcánico. En los alrededores de la laguna se observa actividad de ganado bovino. Es un AICA Categoría 1³, tiene un área de 7.500 ha, se encuentra ubicada entre los 3.280 y 3.760 msnm, fue declarada en el 2008 (BirdLife, 2015).
- Cuenca río San Miguel: El área se localiza sobre la vertiente oriental de la cordillera Central, en el departamento del Tolima, municipio de Planadas. El paisaje está dominado principalmente por dos tipos de hábitat muy bien diferenciados: a) potreros destinados al pastoreo de ganado bovino lechero y b) grandes parches de bosque nativo de tipo secundario con una marcada presencia de robles (*Quercus humboldtii*) de tercera generación. Adicionalmente, hay plantaciones compuestas por e4species forestales foráneas. La zona boscosa presenta varios tipos de suelo y cuenta con gran cantidad de epifitas y bromelias. En el sector existe un pequeño número de cuerpos de agua (nacimientos), los cuales están compuestos por vegetación riparia en las partes altas y potreros en las partes bajas. La mayoría de las corrientes de agua presentan muy buena cobertura vegetal secundaria. El principal uso que se le da al suelo es la explotación de productos agrícolas como la papa, el frijol, el tomate y en menos proporción, el café. Algunas zonas están destinadas al pastoreo de ganado bovino. Es un AICA Categoría 1, tiene un área de 10.000 ha, se encuentra entre los 1.700 y 2.100 msnm, fue declarada en el 2008 (BirdLife, 2015^a)
- El PNN Nevado del Huila: Está localizado en los departamentos del Cauca, Huila y Tolima, abarca los municipios de Páez, Toribío y Corinto en Cauca; Ataco y Rioblanco, en Tolima y Teruel, Iquira, Palermo y Neiva en Huila. Es una zona muy importante para el equilibrio y la regulación hídrica en los Andes colombianos ya que posee una enorme riqueza de

³ 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.

corrientes de agua que bajan desde las nieves perpetuas, atravesando zonas de páramo para luego bajar entre cañones profundos a los valles de los ríos Cauca y Magdalena. El Parque es un área volcánica con vegetación de páramo, en especial pajonales. Es resguardo indígena y lugar de cultos religiosos. Se destacan los páramos de Moras y de Monterredondo. Han sido registradas 237 especies, algunos de los últimos individuos del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) de Colombia se encuentran en esta zona. Es un AICA Categoría 1, tiene un área de 158.000 ha, se encuentra entre los 2.600 y 5.780 msnm, fue declarada en el 2005 (BirdLife, 2015b).

4.6 Reservas de Biósfera

Las reservas de biósfera son ecosistemas terrestres y/o marinos protegidos por los Estados y por la Red Mundial de Biósferas, cuya función principal es la conservación de la biodiversidad del planeta y la utilización sostenible. Son laboratorios en donde se estudia la gestión integrada de las tierras, del agua y de la biodiversidad. Las reservas de biósfera forman una Red Mundial en la cual los Estados participan de manera voluntaria.

En el contexto del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, se encuentra la Reserva de Biósfera Cinturón Andino, la cual se encuentra ubicada en el macizo colombiano en el sur de la Cordillera de los Andes. El Cinturón Andino, comprende tres áreas protegidas PNN La Cueva de los Guácharos, PNN Puracé y PNN Nevado del Huila. Fue declarada por la UNESCO en 1979 y es administrada por Parques Nacionales Naturales de Colombia (Parques Nacionales Naturales, 2015).

4.7 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, la 507 de 1998 y la 546 de 1999, los municipios que hacen parte del entorno regional cuentan con un Plan Básico 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 Chaparral: Cuenta con Plan Básico de Ordenamiento Territorial adoptado en el año 2000, así como con el Documento Técnico de Soporte el cual hace parte integral del PBOT. En él se reconoce el potencial ambiental del municipio, considerando su traslape con el PNN Las Hermosas; 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 Planadas: Cuenta con un Plan Básico de Ordenamiento Territorial adoptado en el 2000, así como con el Documento Técnico de Soporte el cual hace parte integral del PBOT. En él se identifican las áreas de bosque natural, páramos y nacimientos de agua, como zonas de uso condicionado. La propuesta de uso potencial del suelo está determinada a partir de cotas de nivel. Se reconoce al páramo como un ecosistema que se debe conservar por su fragilidad, su importancia para el recurso hídrico y su baja productividad agropecuaria. El uso que se establece para estas zonas, corresponde a **Tierras de Conservación y Protección**, se ubican por encima de los 3.200 msnm, se encuentran restringidas para cualquier uso agrícola o pecuario. Su vocación es el sostenimiento de la vegetación nativa y protección de la fauna silvestre.
- Municipio Rioblanco: Cuenta con un Plan Básico de Ordenamiento Territorial adoptado en el 2000, así como con el Documento Técnico de Soporte el cual hace parte integral del PBOT. En él se identifican las áreas que hacen parte de las zonas de influencia de los PNN Las Hermosas y Nevado del Huila, como **Unidades de Especial Significación Ambiental**, con un uso de conservación estricta. Aunque si bien los páramos se incluyen dentro de las zonas de influencia de los PNN, no se hace un reconocimiento particular al ecosistema en términos de su importancia ecológica, su funcionalidad y su necesidad de conservación.
- Municipio Ataco: Cuenta con un Esquema de Ordenamiento Territorial adoptado en el 2002, así como el Documento Técnico de Soporte el cual hace parte integral del EOT. No se hace un reconocimiento al ecosistema de páramo, considerando que este municipio no tiene en su jurisdicción este ecosistema, aunque es usuario directo de la Cuenca del río Saldaña.

5. ENTORNO REGIONAL COMPLEJOS DE PARAMOS LAS HERMOSAS, NEVADO DEL HUILA-MORAS

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 al Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila – Moras.
- 2) caracterizar el componente ambiental y biofísico mediante el análisis de aspectos climáticos, edafológicos, hidrológicos, 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 preciosos, así como lineamientos que permiten tomar decisiones respecto a la posibilidad o no desarrollar actividades productivas en estos ecosistemas y al mismo tiempo garantizar su integridad ecológica.

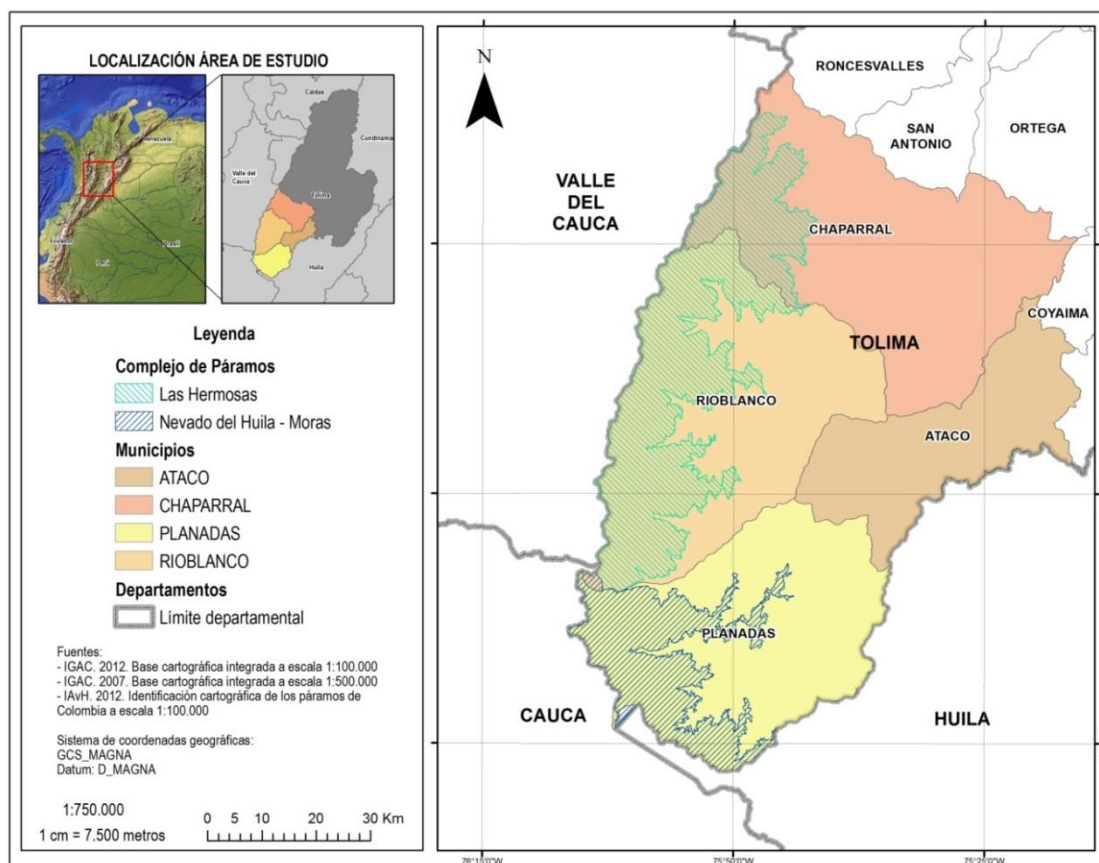
Los páramos son considerados ecosistemas estratégicos; es decir, que en una pequeña porción de territorio concentran servicios ecosistémicos que son recibidos por la población en territorios más amplios, algo así como “las fábricas de agua” según el imaginario colectivo (Andrade, 2013).

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 páramo Las Hermosas - Nevado del Huila-Moras, se define utilizando como criterios: a) localización del complejo, b) jurisdicción sobre ecosistemas de páramo por municipio, y c) beneficiarios y usuarios directos de los servicios ecosistémicos generados por el ecosistema (recurso hídrico).

Los municipios del departamento del Tolima que cumplen con dichos criterios y que por lo tanto conforman el Entorno Regional para los complejos objeto de estudio son: Municipio de Chaparral, Municipio de Rioblanco, Municipio de Planadas y Municipio de Ataco (Figura 5 y Tabla 8).

Figura 5. Mapa Entorno Regional Complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Convenio CORTOLIMA.- IvAH (2015)

Tabla 8. Municipios que conforman el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Municipio	Área del municipio (ha)	Porcentaje del área municipal respecto a la totalidad del entorno regional (%)	Superficie del complejo de páramo por municipio (ha)
Chaparral	210.438,00	30,46	39.100
Rioblanco	204.981,15	29,67	100.723
Planadas	175.185,40	25,36	57.967
Ataco	100.287,06	14,52	0
Total	690.892	100	197.790

Fuente: PBOT Municipios (Chaparral, Rioblanco y Planadas), EOT Municipio Ataco y SIGOT (2015).

El Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras se encuentra en un rango altitudinal comprendido entre los 800 msnm y 4.770 msnm; limita al norte con los municipios de Roncesvalles, San Antonio y Ortega; al sur con los departamentos del Huila y Cauca; al oriente con los municipios de Coyaima y Natagaima y al occidente con el departamento

del Valle del Cauca. El complejo se ubica en jurisdicción de los municipios de Chaparral, Rioblanco, Planadas y Ataco con un área total de 690.336 ha aproximadamente.

El Entorno Regional para los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras 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 9).

Tabla 9. Coordenadas geográficas en las cuales se enmarca el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras (Coordenadas Geográficas Datum: D_Magna; Coordenadas Planas Datum: Magna-Bogotá.).

Extremo	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas	
	Longitud Oeste	Latitud Norte	Este	Norte
Extremo Norte	75°44'47,27	4°2'39,02	814447	938948
Extremo Sur	75°50'58,47	2°52'6,03	802353	809087
Extremo Oeste	76°6'17,54	3°6'22,43	774200	835654
Extremo Este	75°15'30,50	3°30'32,61	869167	879668

Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015)

5.3 Caracterización Biofísica

La caracterización ambiental y física para el Entorno Regional, concretamente el componente climático, 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 climáticos y el posterior geoprocesamiento de archivos tipo raster y vectoriales para generar cartografía base y temática de acuerdo a la clasificación de Lang y Caldas Lang y el estudio general de suelos y zonificación de tierras del IGAC.

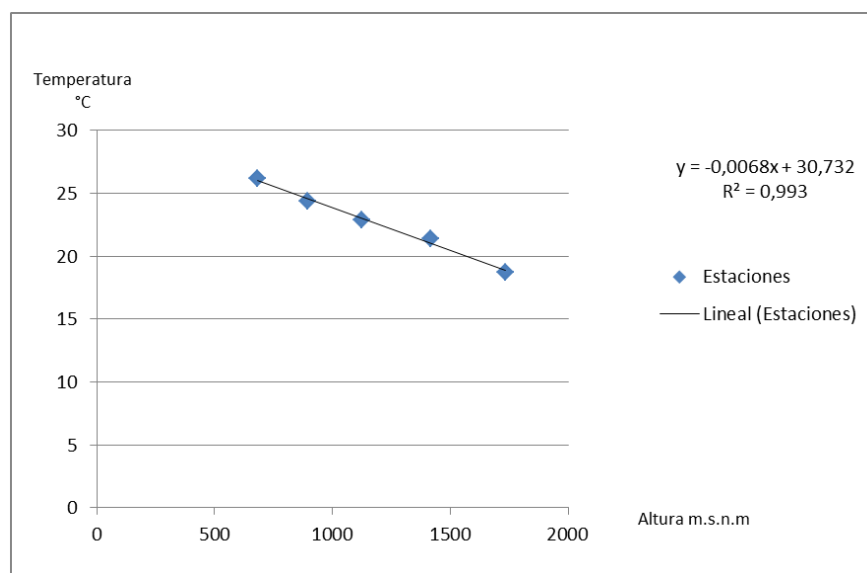
Para la generación de la cartografía base y temática, se llevó a cabo la siguiente secuencia:

- Espacialización del área de estudio, constituida por los límites administrativos de los municipios con ecosistemas de páramo correspondiente al sector del Entorno Regional.
- Generación de Geodatabase con el sistema Magna Sirgas para Colombia, la cual se dividió en cartográfica base y temática de la zona de estudio.
- Espacialización de estaciones climatológicas con influencia en el área de estudio, de acuerdo al estudio de Reducción del Riesgo de Adaptación al Cambio Climático del Centro de Investigación Tibaitata de CORPOICA.
- Geoprocesamiento aplicando métodos de interpolación “spline”, y generación de isoyetas en formato vectorial, así como el mapa de temperatura, considerando el gradiente altitudinal del entorno regional, basados en un modelo de elevación digital.

Debido a la escasa información de temperatura, donde solo 9 estaciones registraban datos, se realizó una regresión lineal simple para las demás estaciones, teniendo en cuenta que se calculó un gradiente térmico para la vertiente oriental y otro para la vertiente occidental.

El modelo de regresión utilizado para la vertiente oriental de la Cordillera Central se indica en la Gráfica 1, el cual se construyó basado en la relación altura y temperatura para 5 estaciones que tenían datos reales.

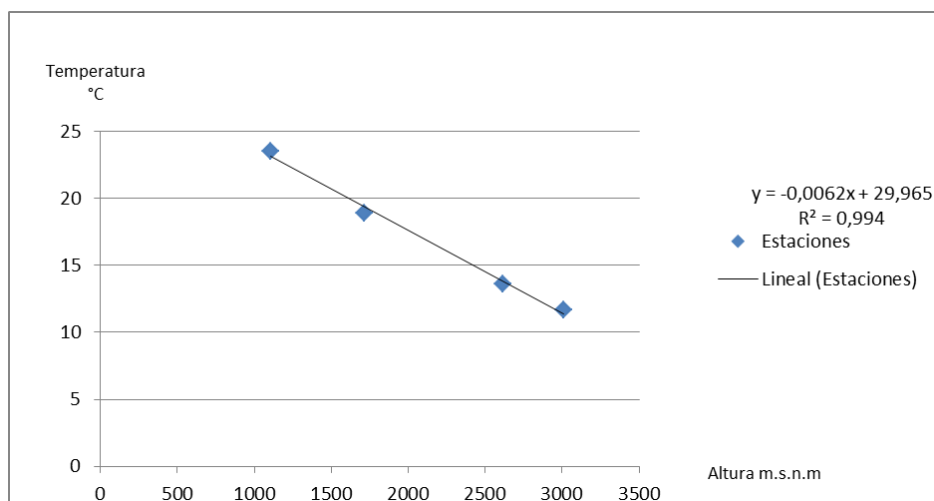
Gráfica 1. Modelo de regresión para la vertiente oriental de la cordillera central.



Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2009)

El modelo de regresión utilizado para la vertiente occidental de la Cordillera Central se indica en la Gráfica 2, el cual se construyó basado en la relación altura y temperatura para 4 estaciones que tenían datos reales.

Gráfica 2. Modelo de regresión para la vertiente occidental de la cordillera central.



Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

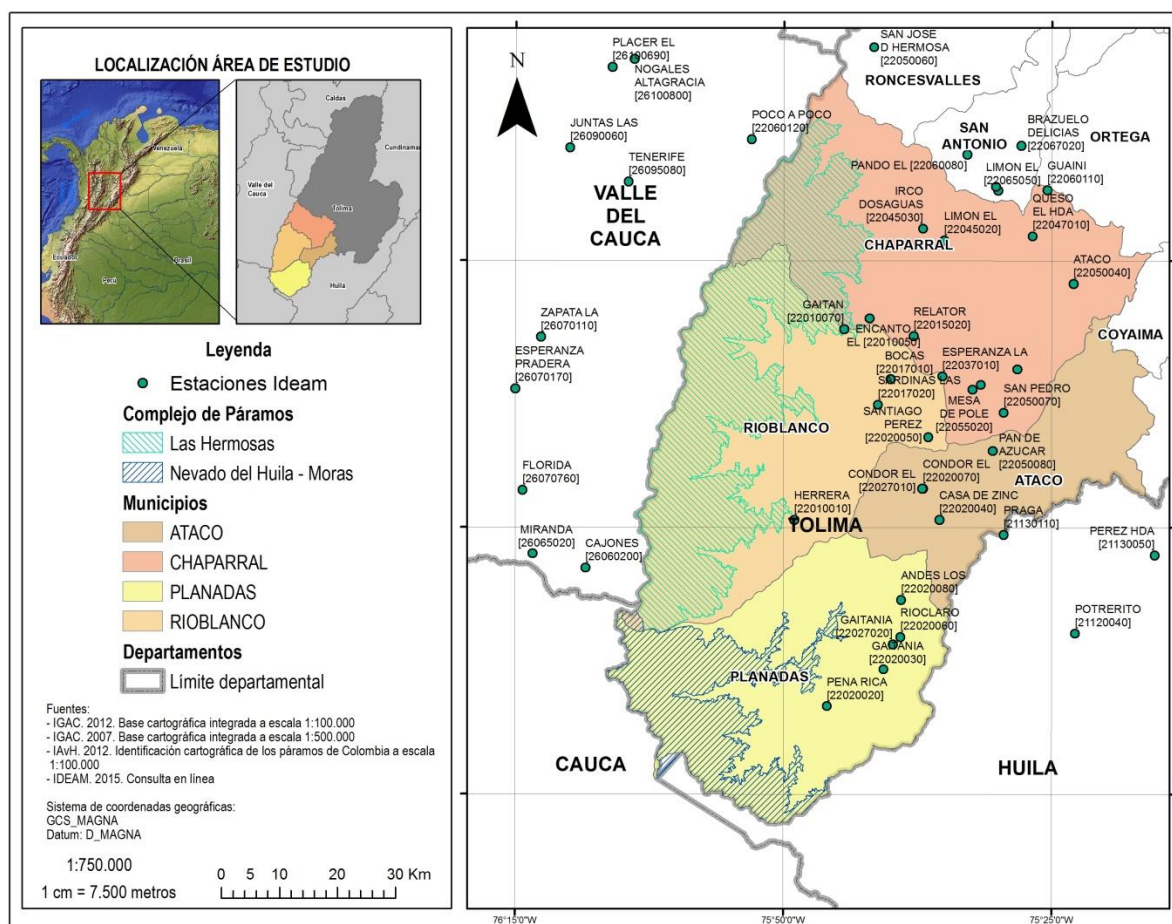
- Geoprocesamiento de capas vectoriales para la definición de los tipos de clima de acuerdo a la clasificación de Richard Lang y Caldas-Lang.

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 6) (Tabla10), considerando los datos sobre temperatura y precipitación⁴.

Figura 6. Red de estaciones climatológicas del IDEAM y otras estaciones ubicadas en el Entorno Regional.



Fuente: Convenio CORTOLIMA – IvAH (2015).

⁴ No se cuenta con información disponible sobre Humedad Relativa para la zona de estudio.

Tabla 10. Red de estaciones climatológicas Entorno Regional⁵

No	Código	Nombre	Tipo	Estado	Municipio	Altura (msnm)	Coordenadas
1	22050060	San José de Hermosa	Meteorológica	Activa	Chaparral	2490	3° 54' 13'' N
							75° 41' 36'' W
2	22060080	Pando El	Meteorológica	Activa	Chaparral	900	3° 45' 59'' N
							75° 32' 55'' W
3	22060110	Guaini	Meteorológica	Activa	Chaparral	780	3° 43' 4'' N
							75° 25' 24'' W
4	22067020	Brazuelo Delicias	Hidrológica	Activa	Chaparral	545	3° 46' 38'' N
							75° 27' 52'' W
5	22045020	Limón El	Meteorológica	Activa	Chaparral	1000	3° 39' 6'' N
							75° 35' 3'' W
6	22047010	Hda. Queso El	Hidrológica	Activa	Chaparral	418	3° 39' 31'' N
							75° 26' 46'' W
7	22045030	Ircodosaguas	Meteorológica	Activa	Chaparral	1210	3° 40' 0'' N
							75° 37' 0'' W
8	22060120	Poco a poco	Meteorológica	Activa	Chaparral	1340	3° 47' 0'' N
							75° 53' 0'' W
9	22065050	Limón El	Meteorológica	Activa	Chaparral	1000	3° 43' 0'' N
							75° 30' 0'' W
10	22045010	Granja Demostración	Meteorológica	Activa	Chaparral	1040	3° 43' 21'' N
							75° 30' 13'' W
11	22020030	Gaitania	Meteorológica	Activa	Planadas	1500	3° 5' 41'' N
							75° 40' 39'' W
12	22020060	Rioclaro	Meteorológica	Activa	Planadas	2230	3° 8' 8'' N
							75° 39' 4'' W
13	22027020	Gaitania	Hidrológica	Activa	Planadas	1667	3° 7' 39'' N
							75° 39' 46'' W
14	22020020	Pena Rica	Meteorológica	Activa	Planadas	1780	3° 2' 50'' N
							75° 45' 55'' W
15	22020080	Andes Los	Meteorológica	Activa	Planadas	1500	3° 11' 0'' N
							75° 39' 0'' W
16	22010010	Herrera	Meteorológica	Activa	Rioblanco	2000	3° 17' 19'' N
							75° 48' 59'' W

⁵ Se resaltan las estaciones con las que se cuenta con datos climáticos.

No	Código	Nombre	Tipo	Estado	Municipio	Altura (msnm)	Coordenadas
17	22015020	Relator	Meteorológica	Activa	Rioblanco	1200	3° 31' 45'' N 75° 37' 53'' W
18	22017020	Sardinas Las	Hidrológica	Activa	Rioblanco	1190	3° 26' 18'' N 75° 41' 12'' W
19	22037010	Esperanza La	Hidrológica	Activa	Rioblanco	580	3° 28' 34'' N 75° 35' 12'' W
20	22010070	Gaitán	Meteorológica	Activa	Rioblanco	1990	3° 32' 13'' N 75° 44' 21'' W
21	22017010	Bocas	Hidrológica	Activa	Rioblanco	1175	3° 28' 19'' N 75° 40' 1'' W
22	22010050	Encanto El	Meteorológica	Activa	Rioblanco	1530	3° 33' 0'' N 75° 42' 0'' W
23	22020050	Santiago Pérez	Meteorológica	Activa	Ataco	1200	3° 23' 53'' N 75° 36' 28'' W
24	22050040	Ataco	Meteorológica	Activa	Ataco	286	3° 35' 52'' N 75° 22' 58'' W
25	22050070	San Pedro	Meteorológica	Activa	Ataco	1630	3° 25' 46'' N 75° 29' 27'' W
26	22050080	Pan de Azúcar	Meteorológica	Activa	Ataco	1600	3° 22' 46'' N 75° 30' 29'' W
27	22055020	Mesa de Pole	Meteorológica	Activa	Ataco	500	3° 27' 31'' N 75° 32' 23'' W
28	22057050	Pte. La Hamaca	Hidrológica	Activa	Ataco	552	3° 27' 58'' N 75° 31' 36'' W
29	22057060	Muralla La	Hidrológica	Activa	Ataco	552	3° 29' 3'' N 75° 28' 13'' W
30	22020040	Casa de Zinc	Meteorológica	Activa	Ataco	1700	3° 17' 19'' N 75° 35' 27'' W
31	22020070	Cóndor El	Meteorológica	Activa	Ataco	770	3° 19' 52'' N 75° 37' 0'' W
32	22027010	Cóndor El	Hidrológica	Activa	Ataco	770	3° 19' 52'' N 75° 37' 3'' W
33	21120040	Potrerito	Meteorológica	Activa	Aipe (Huila)	850	3° 8' 28'' N 75° 22' 46'' W
34	21130050	Pérez Hda.	Meteorológica	Activa	Aipe (Huila)	450	3° 14' 37'' N 75° 15' 21'' W
35	21130110	Praga	Meteorológica	Activa	Aipe (Huila)	1085	3° 16' 7'' N 75° 29' 26'' W
36	26070110	Zapata La	Meteorológica	Activa	Palmira (V. del Cauca)	1120	3° 31' 38'' N 76° 12' 39'' W

No	Código	Nombre	Tipo	Estado	Municipio	Altura (msnm)	Coordenadas
37	26070170	Esperanza Pradera	Meteorológica	Activa	Pradera (V. del Cauca)	1075	3° 27' 35" N 76° 15' 1" W
38	26090060	Juntas Las	Meteorológica	Activa	Ginebra (V. del Cauca)	1850	3° 46' 24" N 76° 9' 56" W
39	26100690	Placer El	Meteorológica	Activa	Buga (V. del Cauca)	2160	3° 52' 44" N 76° 6' 2" W
40	26100800	Nogales Altagracia	Meteorológica	Activa	Buga (V. del Cauca)	2504	3° 53' 19" N 76° 3' 57" W
41	26070760	Florida	Meteorológica	Activa	Florida (V. del Cauca)	1078	3° 19' 41" N 76° 14' 19" W
42	26095080	Tenerife	Meteorológica	Activa	El Cerrito (V. del Cauca)	2609	3° 43' 48" N 76° 4' 29" W
43	26060200	Cajones	Meteorológica	Activa	Miranda (Cauca)	2370	3° 13' 35" N 76° 8' 27" W
44	26065020	Miranda	Meteorológica	Activa	Miranda (Cauca)	1128	3° 14' 44" N 76° 13' 23" W

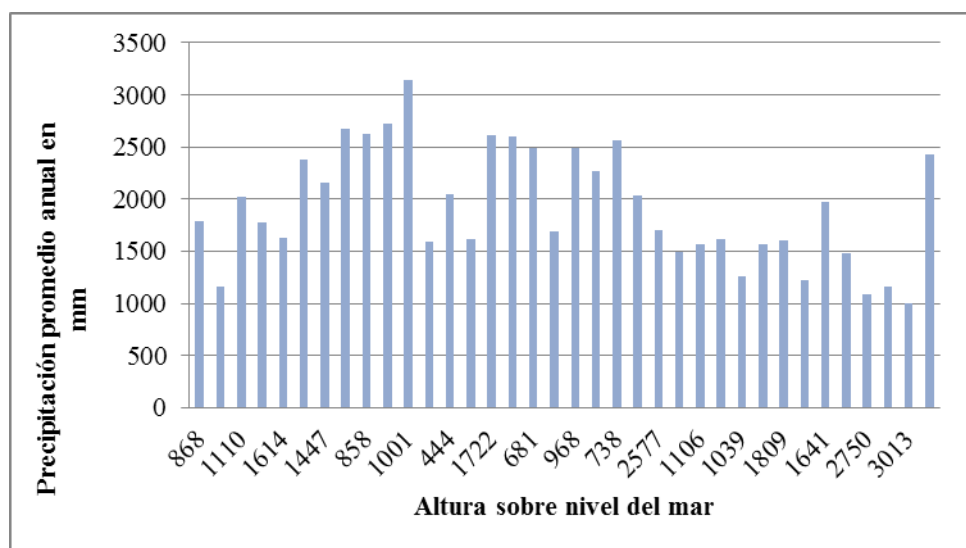
Fuente: Convenio CORTOLIMA – IvAH (2015), IDEAM (2015).

a) Precipitación

Los municipios de Chaparral, Rioblanco, Planadas y Ataco están localizados al sur del departamento del Tolima, el cual a su vez se encuentran en la región Andina, zona de alta diversidad pluviométrica de acuerdo al IDEAM (2005); se caracteriza por presentar precipitaciones 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.

De acuerdo a los datos obtenidos para cada una de las estaciones previamente identificadas, para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras se observa un aumento brusco en las precipitaciones para los rangos de altura entre los 1.400 a 1.500 msnm y 1.500 a 1.600 msnm, para posteriormente decrecer y aumentar de nuevo a partir de los 1.900 msnm y alcanzar otro máximo a los 2.500 msnm, a partir de esta altura los valores decrecen al punto de quedar por debajo de los 1.000 mm anuales (Gráfica 3).

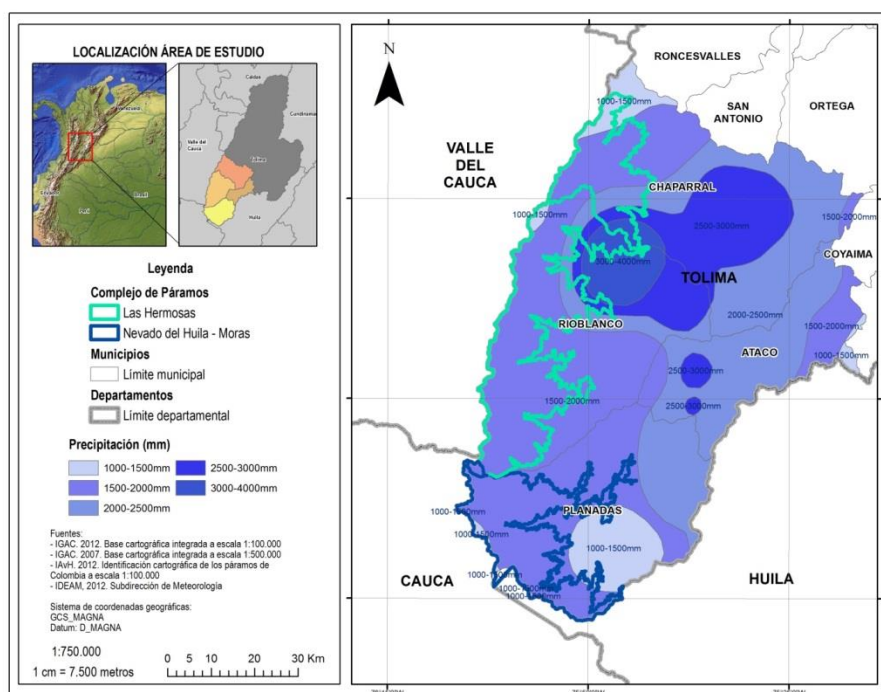
Gráfica 3. Precipitación promedio anual (mm) por altura sobre nivel del mar.



Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

La distribución espacial de las precipitaciones se muestra en la Figura 7, se observa que la distribución de las lluvias decrece hacia el occidente y sur de la zona de estudio, áreas que corresponden con las mayores elevaciones, otra disminución se observa hacia las partes bajas pero no de forma tan marcada.

Figura 7. Distribución de la precipitación en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Convenio CORTOLIMA- IvaH (2015).

La distribución en área y porcentaje de los rangos de precipitación se indica en la Tabla 11, de la que se deduce que cerca del 44% de la región tiene valores de precipitación comprendidos en el rango de los 1.500 a 2.000 mm anuales y valores mínimos de precipitación por unidad de área para los valores extremos de elevación.

Tabla 11. Distribución en área y porcentaje de la precipitación (mm) en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras

Precipitación	Área (ha)	Porcentaje (%)
3000-4000mm	29880	4,32
2500-3000mm	4582	0,66
2500-3000mm	1218	0,18
1000-1500mm	32665	4,73
1000-1500mm	1753	0,25
2500-3000mm	86932	12,58
1000-1500mm	16125	2,33
2000-2500mm	205662	29,77
1000-1500mm	2821	0,41
1500-2000mm	309255	44,76
Total	690892	100

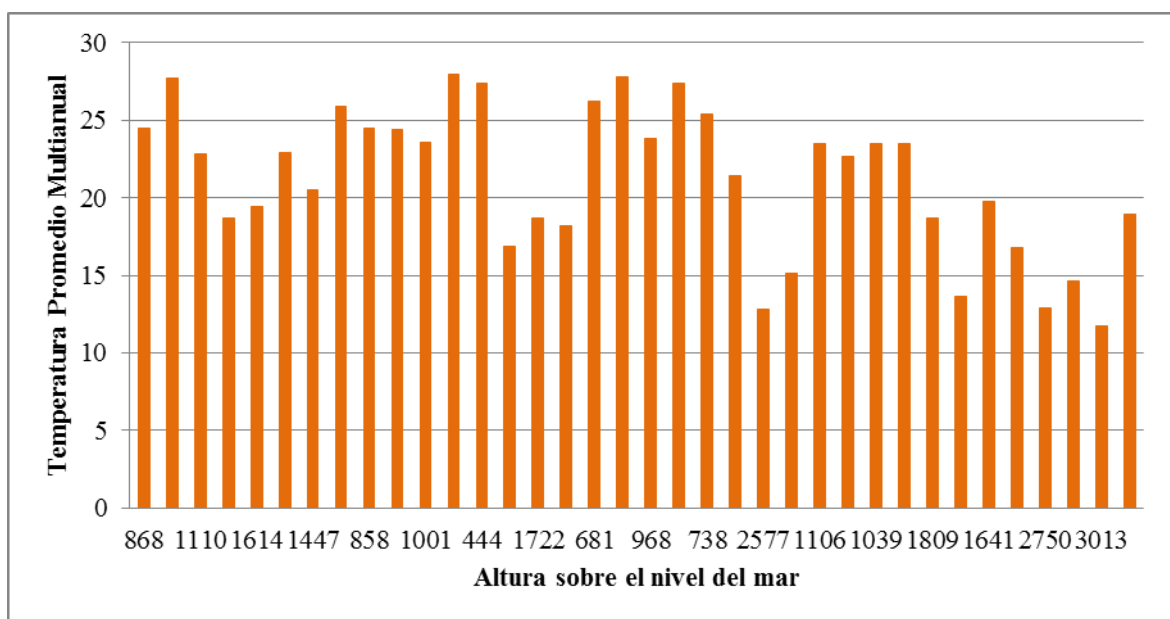
Fuente: Convenio CORTOLIMA – IvAH (2015)

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.

En el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, los valores promedios anuales multianuales de temperatura oscilan entre los 28,0 °C y un mínimo calculado de 11,7 °C, de acuerdo a la base de datos de la red de estaciones del IDEAM. Debido a la estrecha relación entre la altura y la temperatura, se puede apreciar que las estaciones con los máximos valores promedio anuales multianuales, corresponden a las de menor altura sobre el nivel del mar y valores mínimos para las estaciones ubicadas a mayor altura. En la Gráfica 4, se muestra la distribución de temperatura media mensual multianual de las estaciones identificadas para el Entorno Regional y su relación con el gradiente altitudinal.

Gráfica 4. Temperatura promedio mensual multianual por gradiente altitudinal del Entorno Regional complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.



Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015)

De acuerdo a los rangos de temperatura establecidos para el entorno regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras con base en los datos de la red de estaciones del IDEAM y otras entidades, se observa que en la zona predomina el clima muy frío (34,89%) y templado (28,44%) pues en conjunto representan el 63,33% del Entorno Regional (Tabla 12).

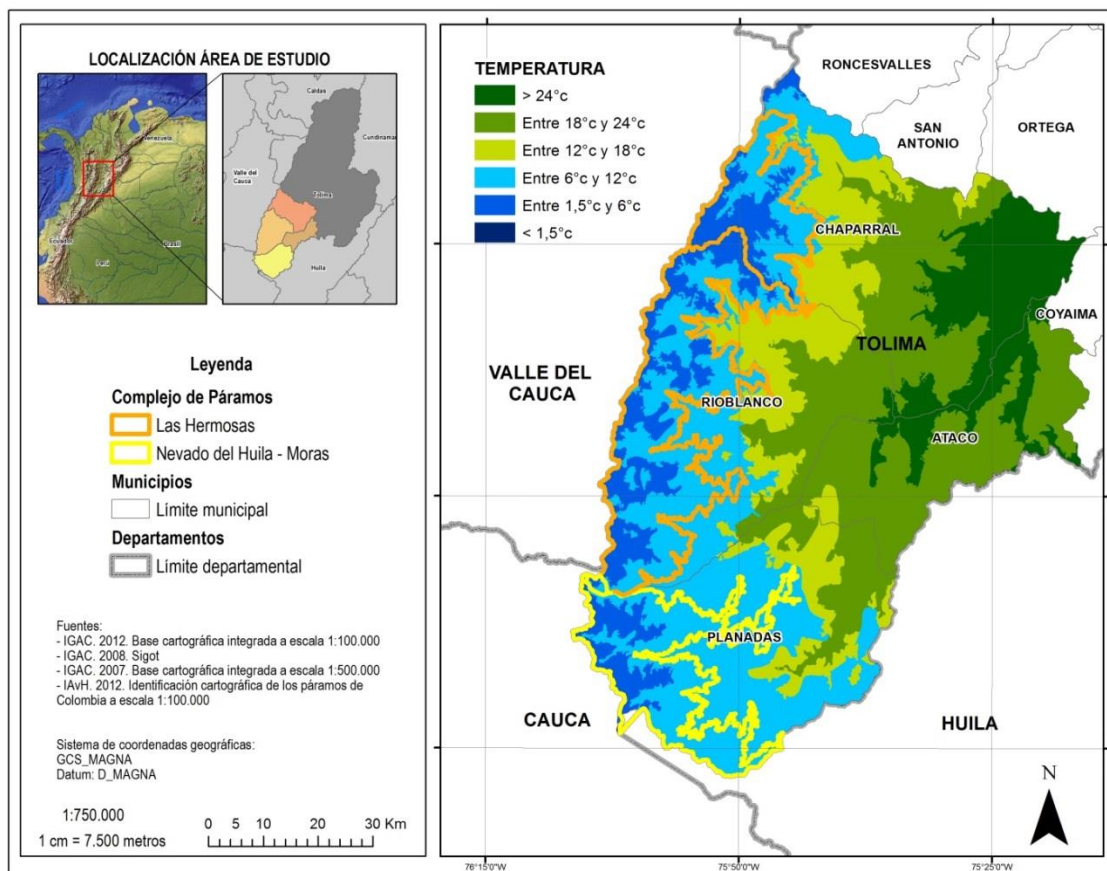
Tabla 12. Rangos de temperatura y su distribución por área (ha) y porcentaje para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Clima	Rango de Temperatura	Rango Altitudinal	Área (ha)	Porcentaje
Cálido	> 24°C	0 - 800 msnm	78794,85	11,405
Templado	Entre 18°C y 24°C	800 - 1.800 msnm	196500,79	28,442
Frío	Entre 12°C y 18°C	1.800 - 2.800 msnm	101841,64	14,741
Muy Frío	Entre 6°C y 12°C	2.800 - 3.700 msnm	241055,24	34,89
Extremadamente Frío	Entre 1,5°C y 6°C	3.700 - 4.500 msnm	72620,25	10,511
Nival	< 1,5°C	> 4.500 msnm	79,26	0,011
Total			690892,028	100

Fuente: Convenio CORTOLIMA – IvAH (2015), insumos red estaciones IDEAM y cálculos a partir de la cartografía.

La distribución espacial de la temperatura se ilustra en la Figura 8, se observa que los climas frío, muy frío y extremadamente frío, corresponden a las zonas más altas del entorno regional, muy relacionadas con los ecosistemas de páramo. Ya en las partes bajas de los municipios, predominan los climas templado y cálido.

Figura 8. Distribución espacial de la temperatura para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Convenio CORTOLIMA – IAH (2015).

c) Clasificación climática

Temperatura y gradiente altitudinal - Clasificación del clima según 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 13 muestra la clasificación en área y porcentaje de los pisos térmicos para el entorno regional, en ella se puede apreciar que la mayor parte de la región se encuentra entre los 3.000 a 3.700 msnm correspondiendo al piso térmico Páramo bajo y entre los 2.000 a 3.000 msnm, correspondiendo al piso térmico Frío, entre ambas categorías ocupan un poco más del 49% de la superficie de la zona.

Tabla 13. Pisos térmicos (Clasificación Caldas) para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Piso térmico	Rango de Temperatura	Rango Altitudinal	Área (ha)	Porcentaje
Cálido	> 24 °C	0 - 800 msnm	78794,85	11,405
Templado	Entre 18 °C y 24 °C	800 - 1.800 msnm	196500,79	28,442
Frío	Entre 12 °C y 18 °C	1.800 - 2.800 msnm	101841,64	14,741
Muy Frío	Entre 6 °C y 12 °C	2.800 - 3.700 msnm	241055,24	34,89
Extremadamente Frío	Entre 1,5 °C y 6 °C	3.700 - 4.500 msnm	72620,25	10,511
Nival	< 1,5 °C	> 4.500 msnm	79,26	0,011
Total			690892,028	100

Fuente: Convenio CORTOLIMA – IvAH (2015), insumos red estaciones IDEAM y CORPOICA (2014). Cálculos a partir de la cartografía.

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, 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 14 indica los tipos de clima obtenidos, el área y porcentaje de cada uno, para el entorno regional del complejo de páramos Las Hermosas – Nevado del Huila-Moras según la clasificación climática de Richard Lang. Los valores obtenidos indican un clima predominantemente Húmedo y Superhúmedo ya que se tiene porcentajes de cobertura del 40,17% y 37,21% respectivamente, en relación con el área total del entorno regional.

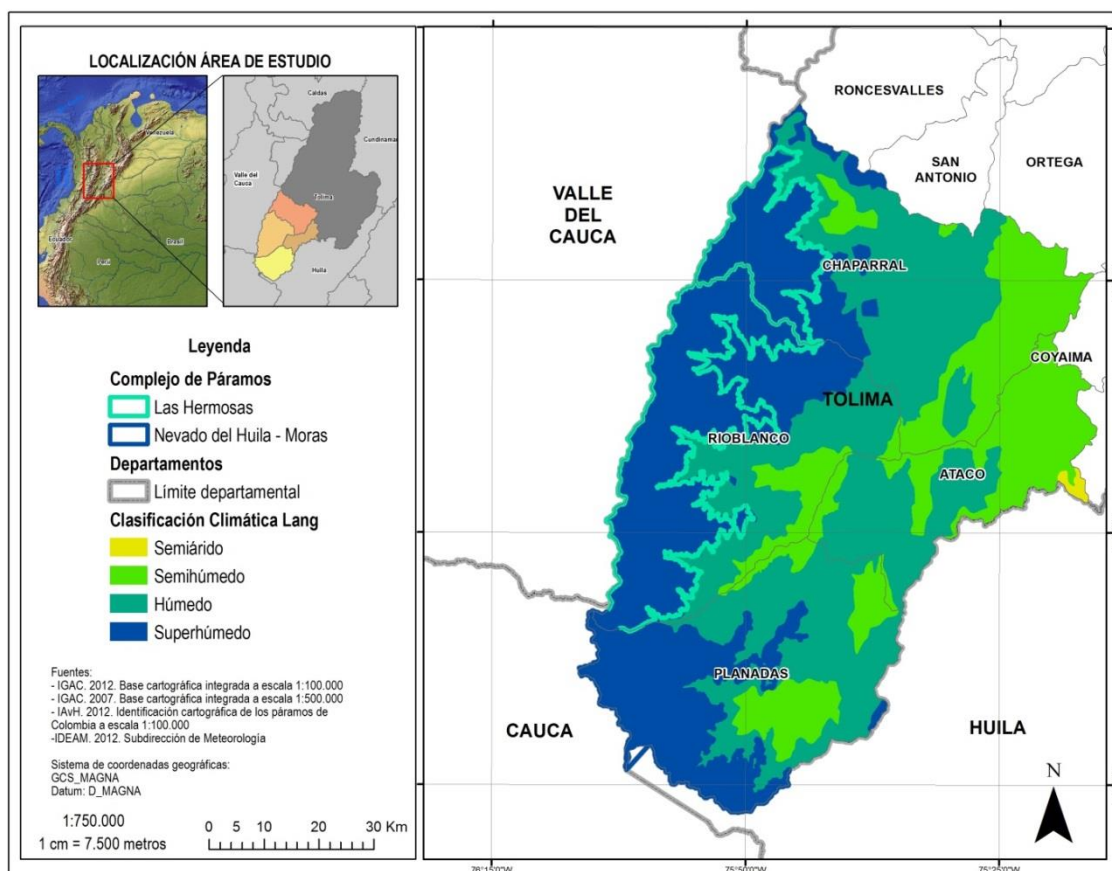
Tabla 14. Tipo de clima para el Entorno Regional, según clasificación por Factor Lang.

Tipo de clima	Área (ha)	Porcentaje respecto al Entorno Regional (%)
Húmedo	277501	40,17
Semihúmedo	154644	22,38
Superhúmedo	257068	37,21
Semiárido	1679	0,24
Total	690892	100

Fuente: Convenio CORTOLIMA – IvAH (2015).

La distribución espacial de los tipos de clima de acuerdo al factor Lang, se presenta en la Figura 9, en la que se evidencia que las zonas Superhúmedas (37,21%) se encuentran hacia el área correspondiente a los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, y los demás tipos de clima (Húmedo 40,17% y Semihúmedo 22,38%), se distribuyen a lo largo del resto del entorno regional.

Figura 9. Distribución espacial de los tipos de clima, según clasificación Lang, para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Convenio CORTOLIMA- IvAH (2015).

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 (26,77%) se encuentra dentro de la clase de clima Muy Frío Superhúmedo, siguiendo en un 16,72% el área ocupada por las zonas que se clasifican dentro del clima Templado Húmedo. Los tipos de clima identificados para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, se indican en la Tabla 15.

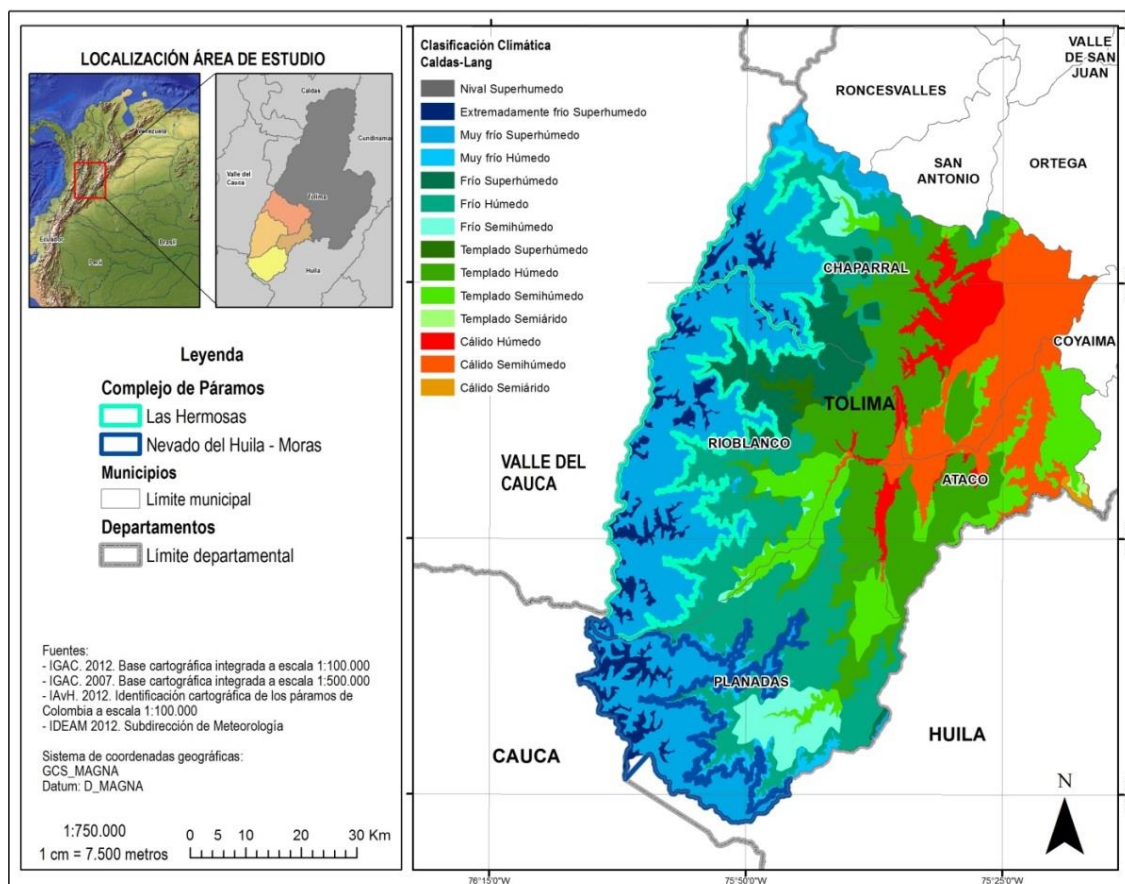
Tabla 15. Clases de clima para el Entorno Regional, según sistema de clasificación Caldas-Lang.

Clase clima	Área (ha)	Porcentaje respecto a Entorno regional (%)
Cálido Húmedo	26576	3,85
Cálido Semiárido	1147	0,17
Cálido Semihúmedo	72850	10,54
Extremadamente frío Superhúmedo	31553	4,57
Frío Húmedo	113156	16,38
Frío Semihúmedo	20687	2,99
Frío Superhúmedo	37248	5,39
Muy frío Húmedo	22274	3,22
Muy frío Superhúmedo	184985	26,77
Nival Superhúmedo	100	0,01
Templado Húmedo	115495	16,72
Templado Semihúmedo	61106	8,84
Templado Semiárido	532	0,08
Templado Superhúmedo	3182	0,46
Total	690892	100

Fuente: Convenio CORTOLIMA- IvAH (2015).

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 10, 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 está 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 10. 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: Convenio CORTOLIMA- IvAH (2015)..

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 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 Saldña (lavas y piroclásticas).

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 volcánico-clástico. 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.

Los complejos de páramos Las Hermosas y Nevado del Huila- Moras se localizan 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 32 Unidades Geológicas, a partir de la revisión de información del INGEOMINAS (Escala 1:250.000), las planchas 262, 281, 282, 300 y 301 del IGAC y los Planes Básicos de Ordenamiento Territorial de los municipios de Chaparral, Planadas, Rioblanco y Ataco (Figura 11). A continuación se describen⁶:

Período Precámbrico - Eón Proterozoico

- Complejo Icarco (P_{ci}): Esta unidad está conformada por anfibolitas, neises anfibólicos y neises cuarzo-feldespáticos, en menor proporción se presentan neises biotíticos, cuarcitas y granulitas. Es denominada como complejo debido a su conformación estructural y a la superposición de eventos ígneos y metamórficos que impiden determinar con claridad la secuencia de formación de este conjunto litológico. Es considerada como una secuencia ígnea sedimentaria metamorfizada, en la cual se mezclan rocas pelíticas y arenáceas con rocas intrusivas y quizás volcánicas o subvolcánicas las cuales están en contacto intrusivo con el Batolito de Ibagué (Jgdi). Los afloramientos más representativos se encuentran en la Quebrada Icarco, al occidente de la carretera El Limón-Río Blanco; en los carreteables a la María y la Profunda y en los lechos de los ríos Blanco y Mendarco.
- Neisis Bióticos del Davis (P_{end}): Unidad litológica de carácter metamórfico, conformada por gneises de cuarzo-feldespáticos, con algunas intercalaciones de anfibolitas y mármoles. Esta unidad aflora a manera de xenolitos y techos pendientes desde pocos metros a 50 km² dentro del batolito de Ibagué. Los afloramientos más representativos se encuentran entre los ríos Davis, Amoyá y Ambeima.
- Neises y Anfibolitas de Tierradentro (P_{nat}): 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 la vereda Las Señoritas (Municipio Ataco).

⁶ 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 el sector Noroccidental del municipio de Rioblanco, en los límites con el departamento del Valle, así mismos se encuentran a manera de pequeños xenolitos dentro del Batolito de Ibagué y sobre la margen izquierda del río Anamichú, al occidente del municipio de Chaparral.
- Formación Amoyá (Pza): Secuencia monótona de rocas finogranulares oscuras, con intercalaciones esporádicas de areniscas cuarzosas, de grano fino. Las rocas más comunes de esta formación, corresponden a pelitas finamente laminadas de color gris oscuro a negro con intercalaciones de areniscas finas de color oscuro. Las rocas presentan una fuerte deformación por metamorfismo dinámico incipiente, representado en un fuerte replegamiento de las rocas, se presentan texturas cataclásticas y efectos hidrotermales. Los principales afloramientos se encuentran en los ríos Amoyá y Ambeima y en las Quebradas Grande y La Soledad, al occidente del municipio de Chaparral.

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 las estribaciones orientales de la Cordillera Central, entre el río Coello al norte, y la cuchilla La Tigra al oeste de Chaparral. Las mejores exposiciones se encuentran en los ríos Luisa, Cucana y Tetuán este último al nororiente de la cabecera municipal de Chaparral.
- Formación Payandé (Trp): Aflora exclusivamente en la Cordillera Central, en la parte sur del municipio de Planadas en límites con el departamento del Huila, así como al sur del municipio de Chaparral entre las Quebradas el Totumo y el Guanábano. Compuesta casi exclusivamente de calizas grises y negras, con matices azulosos e intercalaciones menores de areniscas, limolitas, arcillolitas y margas.
- 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. Las mejores exposiciones se presentan al suroccidente de Natagaima, en el carretable a la vereda Monte Frío y en las carreteras Prado – Dolores, Ataco – Planadas y Planadas – Aipe.

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 incluye al Complejo Icarco y a las formaciones Luisa, Payandé y Saldaña.
- 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 en la carretera que conduce desde la cabecera municipal de Ataco hacia la vereda Balsillas.

Período Cretácico

- Formación Yaví (K2): Consta 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, conocidos hasta el momento en el área departamental, se encuentran sobre las carreteras Coyaima - Ataco y Prado-Dolores, los cuales se prolongan hacia el sur, en límites con el Huila.
- 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 mejores afloramientos de esta formación, se encuentran sobre ambos flancos del sinclinal de la Calera, el cual es cortado por el río Saldaña, hacia el noroccidente de Chaparral entre los

ríos Amoyá y Tetuán, se presenta una escama tectónica, conformando una franja estrecha de areniscas en contacto fallado con rocas de la Formación Honda.

- 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 ambos flancos de los sinclinales de Ataco y Copilicua, presentando buenos afloramientos en la carretera Ataco – Santiago Pérez a la altura de la vereda Pastalito, en el carretable de Bocas de San Pedro y la Q. Paipa.
- Grupo Olini (K1): Se divide en tres unidades 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. En el municipio Ataco el Grupo Olini, aflora en el flanco este del sinclinal de Ataco y los dos flancos del sinclinal de Copilicua. Su mejor exposición se presenta en el corte de la carretera Ataco – Balsillas.
- Formación La Tabla (K1): Esta constituida principalmente por capas de areniscas de grano medio formadas por cuarzo y feldespato con capas menores de conglomerados y lodolitas. Aflora en el municipio Ataco en el flanco este del sinclinal de Ataco y en el eje del sinclinal Copilicua. Su mejor exposición se presenta en el corte de la carretera Ataco – Balsillas y en la carretera Ataco – Coyaima.
- Formación Seca: Esta unidad aflora en la vereda El Viso (Municipio Ataco), como una franja de dirección norte-sur en la vereda Monte Loro y en el eje del Sinclinal de Copilicua (Municipio Ataco). Es fácil de diferenciar debido a que siempre está asociada a valles amplios. Esporádicamente se distinguen niveles de arcillas con intercalaciones de areniscas lúccas de grano grueso.
- Areniscas, Liditas y Shales del Mendarco: Secuencia sedimentaria que aflora sobre el río Mendarco, sobre la vía El Limón – Rioblanco, cuyo espesor puede alcanzar hasta 300m. Aflora al oriente del municipio de Rioblanco, observándose areniscas cuarzosas de shales y lutitas calcáreas con ocasionales bancos de calizas grises biomicríticas impregnadas de asfalto. El contacto es discordante con el Batolito de Ibagué (Jgdi) y fallado con las rocas del Grupo Guandalay (Tmg).

Era Cenozoica (anteriormente período Terciario)

- Formación Gualanday Inferior (PgGi): Está conformada por conglomerados polimíccos 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. Aflora al oriente del municipio de Rioblanco en la vía que conduce a Chaparral y a orillas del río Mendarco.
- 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, se encuentran localizados al oriente del municipio de Chaparral.

- Formación Gualanday Superior (PgGs): Está conformada principalmente por bancos de conglomerados rojizos, de lodolita silíceas 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 asociados a la estructura sinclinal de Olaya Herrera y en la parte noreste del Abanico de Chaparral.
- Rocas sedimentarias de la Quebrada Barranco (Kb): Sucesión de rocas sedimentarias marinas de forma alargada, que afloran hacia el norte de Santiago Pérez y sur de la cabecera municipal de Planadas. Está conformada por areniscas cuarcíticas en base y techo, calizas, shales y lutitas, con delgados niveles de liditas en la parte media.
- 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, tal como ocurre en las laderas que bordean la cabecera municipal de Planadas. 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.
- 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, los mejores afloramientos se pueden observar en el sector de la Marmaja sobre la vía que conduce a Herrera, sobre la cabecera municipal y al oriente del municipio de Planadas sobre el río Mendarco, así mismo al norte y occidente del municipio de Chaparral se encuentra este grupo, formando amplias depresiones entre las rocas ígneas del Batolito de Ibagué y las rocas volcano-sedimentarias de la Formación Saldaña.
- 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 pirita diseminada. Se presenta a manera de diques y plutones asociados a fallas geológicas que atraviesan el municipio de Rioblanco, se caracterizan por su color gris. Algunas de las intrusiones presentan mineralizaciones de cobre (Cu).

Período Cuaternario

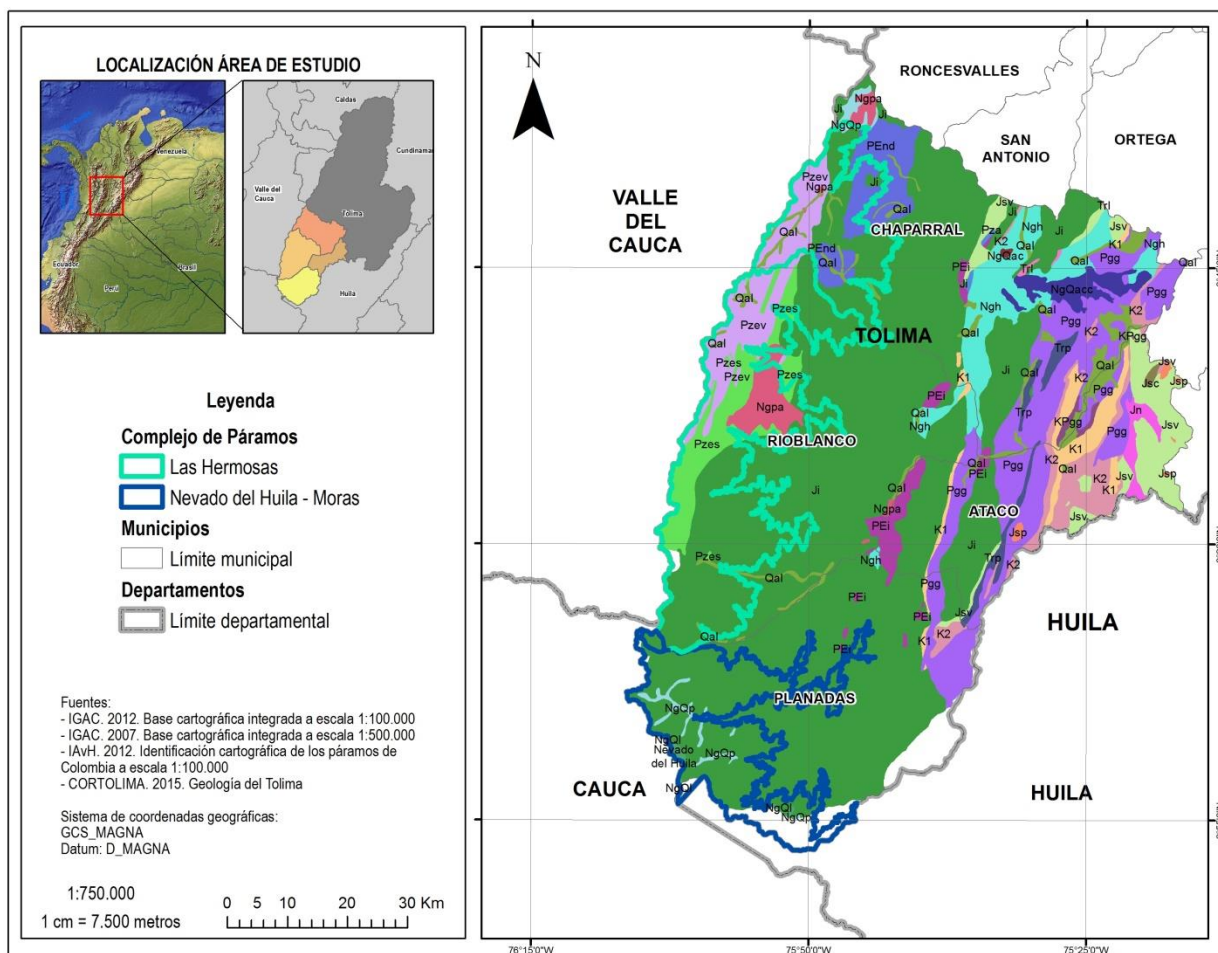
- Formación Nevado del Huila (QH): Este nombre fue propuesto para denominar las rocas y depósitos volcánicos que forman los edificios volcánicos del Complejo Volcánico Nevado

del Huila, en el límite de los departamentos del Tolima, Valle y Huila (PBOT Municipio Planadas). La unidad consta de lavas andesíticas y dacíticas con interrelaciones menores de aglomerados volcánicos. Las lavas tienen estructuras columnares, masivas y macrocordadas.

- 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 la vereda Betania (municipio Rioblanco), sobre la vía que conduce al municipio de Puerto Saldaña.
- 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 retrabajados gracias a la dinámica fluvial y se encuentran embebidos en una matriz areno arcillosa, cubriendo discordantemente las rocas subyacentes. Aflora principalmente en los márgenes de los ríos Hereje, Saldaña, Mendarco, Blanco y en general sobre las quebradas que bañan el municipio de Rioblanco.
- Depósitos Morrenicos (Qm): Estas acumulaciones están formadas por acillas, limos, arenas y gravas derivadas de glaciaciones cuaternarias. Se encuentran localizadas en las partes altas de la zona montañosa en el sector del páramo de Las Hermosas y en las cabeceras del río Amoyá (en el Municipio de Chaparral), igualmente se encuentran en las cabeceras y cuerpos medios de los ríos Atá, Támara y Guayabo (en el municipio de Planadas). Tienen una forma topográfica abrupta y dentada, valles amplios en forma de U, valles colgados, estrías y otros rasgos menores.
- Abanico de Chaparral (NgQacc): Conformado por un depósito de gravas, de origen fluvio-torrencial, alimentado por descargas de materiales clásticos de grandes dimensiones provenientes de las partes altas de la zona montañosa y canalizados a lo largo del río Amoyá hacia la parte baja entre las cuencas de los ríos Tetuán hacia el norte y Saldaña hacia el este.
- 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 Lérida – Venadillo, Ibagué, El Espinal – Guamo y Chaparral. Su morfología es plana y están suavemente inclinados hacia el valle del Magdalena.
- Depósitos de Terrazas (Qt): Corresponden a depósitos aluviales más antiguos localizados sobre las márgenes de los ríos Tetuán, Amoyá y Saldaña (en el municipio de Chaparral). Los depósitos están conformados por cantos de rocas ígneas sedimentarias y metamórficas de diferente tamaño y composición en matriz areno-arcillosa.
- 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. Los mayores depósitos se encuentran asociados a las planicies aluviales, así como a las cuencas de los

ríos Tetuán y Amoyá (en el municipio de Chaparral), y a las partes bajas de los ríos Saldaña, Guayabo, Támara y Atá (en el municipio de Planadas). Los depósitos asociados al río Saldaña, tienen una alta riqueza aurífera, y desde hace varios años han sido objeto de explotación.

Figura 11. Unidades Geológicas presentes en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras⁷.



Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015).

Unidades Geológicas			
Ji	NgQp	K1	Pza
Jn	Ngh	K2	Pzan
Jsc	Ngpa	KPgg	Pzes
Jsp	PEi	Nevado del Huila	Pzev
Jsv	PEnd	NgQac	Qal
	Pgg	NgQacc	Trl
		NgQl	Trp

⁷ Las unidades geológicas cartografiadas corresponden a aquellas establecidas por INGEOMINAS (2001). Escala 1:250.000. Los archivos cartográficos facilitados por CORTOLIMA, tienen un vacío en la zona sur del departamento del Tolima.

La unidad litológica más representativa en el Entorno Regional de los complejos Las Hermosas, Nevado del Huila- Moras 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 16).

Tabla 16. Estratigrafía Entorno Regional complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras (Escala 1:250.000).

Eón	Era	Período	Nombre	Área (ha)	Porcentaje (%)
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Depósitos de Aluviones y Terrazas (Qal)	19008,16	2,843
			Abanicos (NgQac)	249,73	0,0374
			Abanico de Chaparral (NgQacc)	8272,17	1,2373
			Depósitos Volcánicos, Depósitos Piroclásticos (NgQp)	4613,48	0,69
			Lavas (NgQl)	1049,5	0,157
			Formación Nevado del Huila	15,1	0,0023
			Rocas / Cuerpos Hipoabisales (Ngpa)	11170,51	1,6708
			Formación Honda (NgH)	27616,76	4,1306
			Formación Guaduas (Kpgg)	1339,43	0,2003
			Formación Gualanday (PgG)	60629,52	9,0683
	Mesozoica	Cretácico	Formación Yaví – Formación Caballos (K2)	17241,62	2,5788
			Grupo Onili, Formación Villeta (K1)	11763,98	1,7595
		Jurásico - Triásico	Batolito de Ibagué (JI)	397698,59	59,4837
			Stock de San Cayetano (Jsc)	523,44	0,0783

Eón	Era	Período	Nombre	Área (ha)	Porcentaje (%)
Fanerozoico	Mesozoica	Jurásico - Triásico	Formación Saldaña (Jsp – Jsv))	25006,94	3,7403
			Formación Payandé (Trp)	5860,14	0,8765
			Formación Luisa (Trl)	444,85	0,0665
	Paleozoico		Formación Amoyá (Pza)	485,44	0,0726
			Formación Cajamarca (Pzes – Pzev)	46711,12	6,9866
			Formación Anabá (Pzan)	1,41	0,0002
Proterozoico			Complejo Icarco (PCi)	9443,21	1,4124
			Neisis Bióticos del Davis (PCnd)	19438,99	2,9075

Fuente: INGEOMINAS (1999), Convenio CORTOLIMA- IvAH (2015)..

5.3.2.1 Geología Estructural

Desde el punto de vista del marco geológico estructural, en la región predominan las estructuras plegadas formando anticlinales y sinclinales de diferentes dimensiones, desarrollados en forma dominante sobre las rocas sedimentarias tanto del Cretáceo, Terciario y secuencias un poco más antiguas pertenecientes a las Formaciones Luisa, Payandé y Saldaña que afloran al noreste y sur de Chaparral, constituyendo morfologías destacadas de relieve escarpado y escarpado, limitadas por fallas regionales (PBOT Municipio Chaparral).

La tectónica dominante es de tipo compresivo, con el desarrollo de grandes fallas inversas, las cuales han tenido su formación desde el Cretáceo hasta el Cuaternario, estando íntimamente ligadas a los procesos orogénicos de levantamiento de las actuales cordilleras. Estos procesos generan fracturamientos y diaclasamientos, los cuales favorecen dependiendo de las condiciones hidrometereológicas, la descomposición acelerada de la roca y desarrollo de movimientos en masa de diferente magnitud (PBOT Municipio Rioblanco).

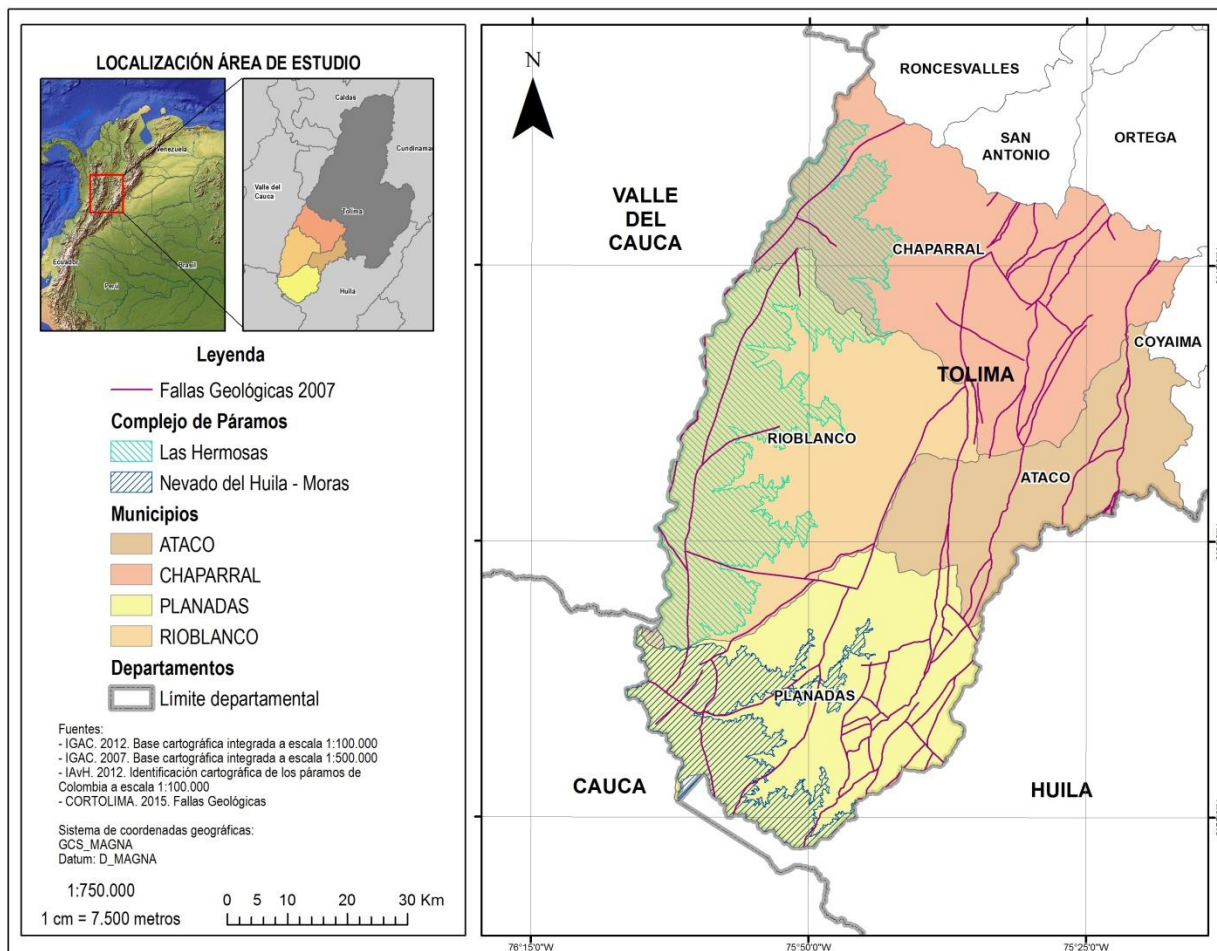
Las estructuras geológicas, fallas y pliegues, tienen dirección marcada norte - sur; existen dos componentes transversales importantes: NW - SE y NE - SW. Una de estas fallas, la de Chapetón - Pericos también conocida como Megasutura Otú - Pericos, marca la línea de sutura entre el Bloque Andino autóctono, y el Terreno Tahamí, alóctono. Igualmente, en el Entorno Regional, se presenta el sistema de Fallas de Mendarco – Santiago Pérez, que marca el contacto entre las rocas del Grupo Honda y unidades litológicas más antiguas como el Batolito de Ibagué y las Arenicas, liditas y shales del Mendarco, esta estructura tiene movimiento vertical, con descenso del bloque Oriental respecto al bloque Occidental (PBOT Municipio Rioblanco). Algunas de las fallas geológicas tienen evidencias claras de haber tenido movimientos importantes en tiempos recientes (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

a) Fallas:

Las fallas geológicas cartografiadas en el departamento del Tolima se pueden asociar a tres grupos o sistemas principales: norte - sur (N - S a N 30° E), este - oeste (N 60° E a E - W) y noroeste (N 30° W a N 60° W). El primer sistema es importante en los bordes de las cordilleras y fueron

posiblemente, las responsables del levantamiento de ellas durante la Orogenia Andina, en el Paleógeno y Neógeno (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015) (Figura12).

Figura 12. Fallas geológicas presentes en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Convenio CORTOLIMA-IVAH (2015)..

Dentro del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, se presentan las siguientes fallas:

- **Falla Saldaña:** Es la falla más destaca en la región del Municipio de planadas, esta falla produce el alineamiento de los ríos Siquila y Saldaña. El movimiento de la falla es de tipo vertical y el plano de falla tiene un buzamiento bastante alto. El bloque localizado al Oriente de la falla se encuentra levantado con relación al bloque Occidental A esta falla están asociadas algunas mineralizaciones de cobre.
- **Falla Herrera:** Ejerce control sobre el río Saldaña, tiene una dirección Suroccidente – Nororiente. Esta estructura corta principalmente con el Batolito de Ibagué.
- **Falla Hereje:** Ejerce control sobre el río Hereje, tiene una dirección predominante Oriente – Occidente. Por sus características, parece ser una falla de rumbo porque rompe y desplaza

la Falla Saldaña, en la cuenca alta de este río. La estructura alinea casi en su totalidad el curso del río Hereje desde su confluencia con el río Saldaña hasta cerca de su nacimiento.

- Falla Meridiano: Se encuentra expuesta al occidente del área de estudio, en la parte alta de las cuencas del río Cambrín y Hereje. Marca el contacto entre el Batolito de Ibagué, las rocas metamórficas del Complejo Cajamarca. No se tienen estudios detallados sobre esta falla, por lo cual no se tiene precisión sobre su comportamiento actual y grado de actividad.
- Falla Mendarco - Santiago Pérez: Se halla en el sector oriental del Municipio de Planadas, marcando el contacto entre el Batolito de Ibagué y las Arenicas, liditas y shales del Mendarco y la Formación Gualanday Inferior. Su rumbo es NS y continúa hacia el Norte. La falla tiene movimiento vertical, con el bloque Este descendiendo en relación al bloque Oeste. Hacia el sur se entrecruza con otras fallas menores. Controla el cauce del río Ata. También es llamada Falla Atá (Núñez y Flórez, 1991)
- Falla Monte Loro: Falla dirección Norte – Sur. Afecta rocas de las formaciones Seca y Gualanday Inferior. Controla el cauce de varias quebradas y presenta rasgos morfotectónicos como sillars de falla. Se identifica en el Municipio de Ataco.
- Falla Pole: Falla de dirección Norte – Noreste, localizada al este del valle de la quebrada Pole en el municipio Ataco. La Falla Pole finaliza contra la Falla Borbón al sur del Caserío Santiago Pérez. Esta falla pone en contacto el Batolito de Ibagué con rocas de las formaciones Gualanday Medio y Superior.
- Falla Borbón: Expuesta al oeste del caserío San Antonio (municipio Ataco). Esta falla es el límite entre la Formación Payandé y las Formaciones Gualanday Medio, Superior y Saldaña y el Batolito de Ibagué.
- Falla Cajones: Falla rumbo Norte – Noreste. Pone en contacto las formaciones Gualanday Medio y Saldaña con las Formaciones Yaví, Caballos, Villeta, Grupo Olini y La Tabla. La Falla Cajones de sur a norte, empieza en la Falla Chilirco y finaliza contra la Falla La Vieja en la vereda Balsillas del municipio de Ataco.
- Falla Chilirco: Falla localizada en la vereda Chilirco del municipio de Ataco. Esta falla trunca el sinclinal de Copilicua, poniendo en contacto las Formaciones Caballos, Villeta, Olini, La Tablay Seca, con la Formación Gualanday Medio.
- Falla Paipa: Falla de rumbo Norte – Sur que controla un tramo de dos kilómetros de la quebrada Paipa, en el municipio de Ataco. Tiene una longitud aproximada de 10 km, que junto con la Falla La Vieja, limita un lente tectónico con rocas de las Formaciones Saldaña y Gualanday Medio
- Falla La Vieja: Su nombre procede de la quebrada La Vieja (controla su cauce por 1,5 km) en el sur del municipio de Ataco. Es el límite Este del sinclinal de Copilicua donde la Formación Saldaña cabalga sobre las Formaciones Caballos, Villeta, Olini, La Tablay Seca. Al norte de la vereda Copilicua, la Falla La Vieja afecta rocas de las Formaciones Gualanday Medio y Saldaña y del Stock de San Cayetano, perdiendo el carácter inverso que se le observa al sur del municipio Ataco.

- Falla El Cauca: Su nombre proviene de la quebrada el Cauca en el municipio de Ataco, aflora al sur en las veredas Copilicua y Canoas La Vaga, afectando rocas del Stock de San Cayetano y de la Formación Saldaña.

b) Plegamiento:

Como producto de las deformaciones causadas por los eventos tectónicos que han afectado a la Cordillera Central durante la Orogenia andina, se han desarrollado grandes y complejas estructuras plegadas que controlan la mayor parte del relieve de la región. Las estructuras plegadas más destacadas del Entorno Regional, corresponden a los sinclinales de Ataco, Olaya Herrera y La Calera, que dominan la mayor parte de las áreas del sector Oriental hacia las cuencas de los ríos Saldaña y Tetuán. Estas estructuras presentan ejes cuya dirección dominante es Noreste – Suroeste y controlan trenes estructurales mayores, tanto a nivel de pliegues como de las principales fallas (PBOT Municipio Chaparral).

- Sinclinales: Las estructuras más importantes, se encuentran en las depresiones de Ataco, Olaya Herrera y La Calera, dominando la mayor parte del sector Oriental de la región.
- Alticlinales: Están estrechamente asociados a las estructuras de tipo sinclinal, se presentan estructuras de tipo anticlinal, caracterizados por su menor dimensión y más estrechos, localizados entre las estructuras mayores de tipo sinclinal, siguiendo los ejes paralelos a las estructuras mayores. Las estructuras más representativas, se encuentran al extremo sur del sinclinal de La Calera, donde se presentan algunos replegamientos desarrollados sobre rocas del Cretáceo. Se encuentran también algunas estructuras de tipo anticlinal asociadas a núcleos donde afloran rocas volcánicas y en cuyos flancos se encuentran rocas sedimentarias tanto del Cretácico como del Terciario (PBOT municipio Chaparral).

5.3.2.2. Hidrogeología⁸

Las aguas subterráneas constituyen importantes reservorios de agua dulce con una menor susceptibilidad a procesos de contaminación y degradación en comparación con las fuentes 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 tolimese, corresponden a rocas sedimentarias de la Formación Mesa y el Grupo Honda y los depósitos cuaternarios de los abanicos de Ibagué, Espinal, Guamo y Lérica y las terrazas y aluviones de los ríos Magdalena, Saldaña y Ortega, entre otros.

⁸ Información disponible a escala departamental.

De acuerdo al ENA 2014, se identificaron para el país 16 provincias hidrogeológicas distribuidas en 5 áreas hidrográficas, en las cuales se identificaron 61 sistemas de acuíferos de carácter local y regional. El área del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, se ubica dentro de la provincia hidrogeológica Valle Alto del Magdalena (PM2), esta provincia tiene dos sistemas acuíferos, para el Entorno Regional se identifica el Sistema Purificación – Saldaña (SAM 2.2) (Tabla 17).

Tabla 17. Unidades hidrogeológicas Entorno Regional complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Provincia hidrogeológica	Código	Sistema acuífero	Unidades hidrogeológicas	Tipos de acuíferos	Área superficial (km2)
PM2 Valle alto del Magdalena	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: 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 vienen 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 agradación⁹ 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.

De acuerdo a los PBOT de los municipios Rioblanco, Chaparral y Planadas y el EOT del municipio Ataco, se describen a continuación las geoformas presentes en el Entorno Regional (haciendo particularidades sobre cada municipio). En la Figura 13 se presentan las formas generales del paisaje.

- **Municipio Rioblanco:** Se encuentran geoformas en proceso de denudación, se presentan dos zonas montañosas y una colinada, además tiene una zona de paisaje o valle conformada por depósitos aluviales con procesos de origen depositacional.
- **Municipio Chaparral:** A partir de las formas iniciales de relieve determinadas por los procesos tectodinámicos, se ha generado un relieve secuencial actual modelado en el bloque occidental más elevado, por procesos de denudación glaciárica, glacifluvial y fluvio gravitacional.

⁹ Agradación: Conjunto de procesos a través de los cuales se produce una nivelación de la superficie terrestre mediante el relleno de las áreas deprimidas (Monkhuse, 1978).

- Municipio Planadas: De acuerdo al origen y forma general, en el municipio se presentan cuatro unidades, entre ellas, relieve montañoso denudativo, montañas y colinas estructurales, relieve estructural denudacional y formas de origen deposicional.
- Municipio Ataco: Se identifican cuatro unidades, formadas cada una de ellas por diferentes procesos geomorfológicos. Su descripción se realiza de acuerdo a la clasificación propuesta por Villota (1991), agrupándose en unidades formadas por procesos degradacionales, identificándose dentro de ellas geoformas de relieve montañoso fluvio -erosional, de relieve montañoso y colinado estructural erosional, de lomerío; y unidades originadas por procesos agradacionales o constructivos, representadas por coluvios y valles aluviales.

a) Municipio Rioblanco (PBOT Municipio Rioblanco)

- Zona Montañosa Estructural: En el sector Nor-Occidental del municipio se encuentra una zona montañosa representada principalmente por rocas Paleozoicas, las cuales litológicamente corresponden al Complejo de Cajamarca (Pzen); estas rocas presentan una zona de pendiente fuertemente inclinada a inclinada, laderas largas a medianas, asimétricas a simétricas afectadas tectónicamente, con pendiente fuerte a moderada y cimas angulares a subangulares que tienen estrecha relación con la dirección y buzamiento de los estratos. El drenaje es de tipo angular a subangular, evidenciando un control litológico, de baja a moderada densidad y grado de disección moderado, excepto algunos drenajes principales, que desarrollan valles en “V”. Los principales procesos que afectan esta zona son los desplomes, deslizamientos planares y caídas de roca, influenciados por el material litológico (buzamiento de los estratos a favor de la pendiente), que hace que la zona esté fracturada y diaclasada¹⁰, donde los bloques de esquistos son más débiles y se desploman con mayor facilidad.
- Zona Montañosa Fluvioerosional: Representada litológicamente por las rocas granodioríticas del Batolito de Ibagué (Jgdi) ubicada hacia la parte Centro y Sur del municipio. Las rocas graníticas del Batolito de Ibagué (Jgdi) presentan las geoformas representativas de estas unidades, las cuales muestran cimas subangulares a subredondeadas, pendientes abruptas a moderadas, laderas medianas a cortas, donde el drenaje se ramifica en varias direcciones formando drenajes subdendríticos, donde hay control estructural, subangular, formando valles en "V". Morfodinámicamente esta zona está afectada por movimientos en masa dada la composición y meteorización del material, al igual que por procesos de erosión laminar y en surcos; llegando en algunos sectores a existir cárcavamientos en zonas que se encuentran sin buena cobertura vegetal.
- Zona Colinada a Semiondulada: Se encuentra ubicada en el sector Oriental del municipio y en cercanías al casco urbano y constituida por rocas del Grupo Honda (Tsh) y del Grupo Gualanday (Tmg), las rocas sedimentarias de poca compactación que la conforman y que no están sometidas a fuerte tectonismo, tienden a formar relieves suaves, fácilmente cambiables debido a la erosión. Esta unidad en el municipio presenta unas geoformas

¹⁰ Diaclasa: Superficie de disyunción en una masa rocosa, resultado de desgarro bajo tensión, o bien de corte bajo compresión, pero sin que suponga ningún o muy escaso movimiento o desplazamiento de las rocas (opuesto a falla). Una diaclasa es habitualmente transversal a la estratificación. Otros tipos de diaclasa ocurren en rocas ígneas (por ej. granitos) a través de tensiones causadas durante el enfriamiento y solidificación, y en rocas sedimentarias durante la consolidación. La diaclasa forma planos de debilidad a lo largo de los cuales pueden actuar la meteorización y la erosión (Monkhuse, 1978).

representadas por un conjunto de colinas inclinadas, onduladas y suavemente onduladas, de cimas convexas redondeadas a planas; laderas cortas y pendientes moderadas, con un tipo de drenaje subangular a subparalelo, moderada a baja densidad y disección, siendo algunos afluentes efímeros. Los procesos morfodinámicos dominantes son de tipo erosivo generando desde erosión laminar hasta surcos y cárcavas en algunos sectores; también presenta erosión diferencial por la composición de las rocas sedimentarias que lo conforman.

- Zona de Valle: Corresponde a depósitos aluviales y terrazas antiguas de los drenajes actuales, formando zonas alargadas y planas, es una zona con procesos de origen depositacional, restringida a los valles de los ríos Saldaña, Mendarco, Blanco y Anamichú principalmente, los cuales forman zonas planas a ligeramente onduladas.

b) Municipio Chaparral (PBOT Municipio Chaparral):

- Geoformas de las Cumbres Montañas Glacifluviales: A esta unidad corresponden paisajes heredados, localizados en el extremo sur del municipio (páramos de El Tambor, Carrizales y de Las Hermosas), por encima de la cota de los 3.000 msnm. Dentro de esta agrupación se encuentran: campos de circos y artesas glaciáricas heredadas, y los campos de morrenas.
- Geoformas Montañas Fluio-erosionales: Se agrupan todas las elevaciones del relieve cuya altura y morfología se deben exclusivamente al trabajo erosivo de la esorrentía y de los movimientos en masa de tipo gravitacional e hidrogravitacional, actuando sobre los mantos de meteorización generados principalmente por rocas ígneas intrusivas y metamórficas. Se presentan en altitudes menores a los 3.000 msnm.
- Montañas y Colinas Ramificadas (granodiorita, corzodiorita y neis cuarzo-feldespático): Las rocas agrupadas bajo este paisaje presentan una composición mineralógica similar, bajo condiciones climáticas y topográficas equivalentes, aquellas tienden a generar relieves y suelos igualmente similares. El paisaje incluye los mantos continuos y discontinuos de ceniza volcánica, las montañas crestadas, las montañas semitabulares y los valles estrechos coluvio-aluviales intramontanos.
- Geoformas Montañas y Colinadas Estructural Erosionales: Comprenden las montañas y colinas cuya altura y morfología actual ha sido determinada inicialmente por plegamiento y fracturamiento de estratos sedimentarios, para ser posteriormente afectadas en diverso grado por los procesos de denudación fluviogravitacional, pero aún conservan algunos de los rasgos estructurales originales. Estas geoformas se localizan exclusivamente en el bloque oriental, extendiéndose más allá de los límites municipales. Dependiendo de la composición litológica, sea compuesta o simple, resultan los siguientes paisajes: Espinazo homoclinal en limolita y conglomerado, Espinazo homoclinal en arenisca, lutita y limolita interestratificadas, Montaña anticlinal degradada en arenisca cuarzosa, Colinas homoclinales degradadas en conglomerados y Colinas ramificadas en arcillolitas.
- Geoformas de piedemonte diluvial-aluvial: Aquí se agrupan las geoformas agradacionales determinadas por la sedimentación de lodos y aluviones acarreados por las corrientes que emergen de terrenos elevados hacia zonas más bajas, en donde explayan su carga, dando origen a abanicos de lodo (diluviales) y de aluviones (aluviales) de diferente edad, tamaño y composición. Lo más frecuente es que los diferentes abanicos se dispongan en forma coalescente, formando una unidad genética continua. No obstante, en municipio éstos

aparecen un tanto dispersos y, los más antiguos, bastante afectados por la denudación. En este paisaje se encuentran, Abanicos-Terrazas antiguos en lodo y escombros, Abanicos recientes en aluviones graníticos y Taludes de abanicos y terrazas.

- Geoformas de valle aluvial: En esta unidad genética de relieve se agrupan todos los paisajes originados por sedimentación aluvial, dentro del bloque oriental, probablemente desde el Pleistoceno superior y el Holoceno, hasta el periodo actual. Debido al menor desnivel del relieve en el mencionado bloque, ríos como el Saldaña, Ambeima, Amoyá y Tetuán y quebradas como las de Irco, Tune, Guainí, Tuluní, Totumo, Apa o Neme y Guanábano, han construido sendos valles de mayor o menor amplitud, dentro de los cuales se reconocen hoy en día sus planos de inundación y uno o más niveles de terrazas. A los anteriores se han sumado pequeños glaciares de acumulación, asociados espacialmente. En este paisaje se encuentran: Planos de inundación de río trenzado-meándrico mayor, Vallecitos aluvio-columbial de río menor, Terrazas aluviales de niveles bajo, medio y alto, así como Glaciares de acumulación.

c) Municipio Planadas (PBOT Municipio Planadas):

- Relieve Montañoso Denudativo: Conforman la mayor parte del área municipal, está relacionado con rocas ígneas y metamórficas, que después de haber sido levantadas, por procesos orogénicos, luego con la formación del suelo, han venido presentando procesos erosivos gravitacionales e hidrogravitacionales que moldean su superficie y que a la vez van generando otras unidades deposicionales en las partes bajas.
- Montañas y Colinas Estructurales: Se encuentran en la parte oriental del área municipal en las veredas Las Coloradas, Cañafisto, Bruselas, Los Andes, El Playón, El Jordán y Puerto Tolima. Están relacionadas con rocas sedimentarias antiguas, que después de haber sido depositadas, fueron inclinadas, conformando laderas estructurales y escarpes.
- Relieve Estructural Denudacional: Actualmente procesos erosivos moldean este relieve de una forma acelerada. Por su composición, dominada por arcillolitas, los procesos de expansividad, la pendiente y los factores antrópicos por el mal uso del recurso hídrico y del suelo, hacen de que esta formación sea altamente susceptible a cárcavamientos y movimientos lentos del suelo conocidos como reptación, desencadenando en última instancia desprendimientos del terreno.
- Formas de Origen Depositional: Hace referencia a procesos de acumulación de material proveniente o resultante de la denudación o erosión de las laderas. Si el agente fue la actividad glacial o de páramo, el resultado es una morrena o depresión glaciárica, pero si fue el agua de escorrentía asociada con la gravedad, entonces se forman los valles ya sean aluviales, coluviales o mixtos.

Se presentan dentro de esta clasificación, las depresiones glaciáricas, las cuales se ubican en la zona de páramo al occidente del municipio Planadas, entre los 3.600 y 4.000 msnm. Corresponden a una serie de depresiones o bajos inundados permanentemente, donde sobresale la laguna del río Bravo.

Igualmente, los campos morrénicos, constituidos por rellenos de material de suelos y derrubios de gelifracción provenientes de las áreas altas adyacentes, presentan formas de relieve ligeramente ondulados.

Se presentan también, los valles aluviales, de formas alargadas y relativamente planos y estrechos en las riberas bajas de los ríos Saldaña y Atá.

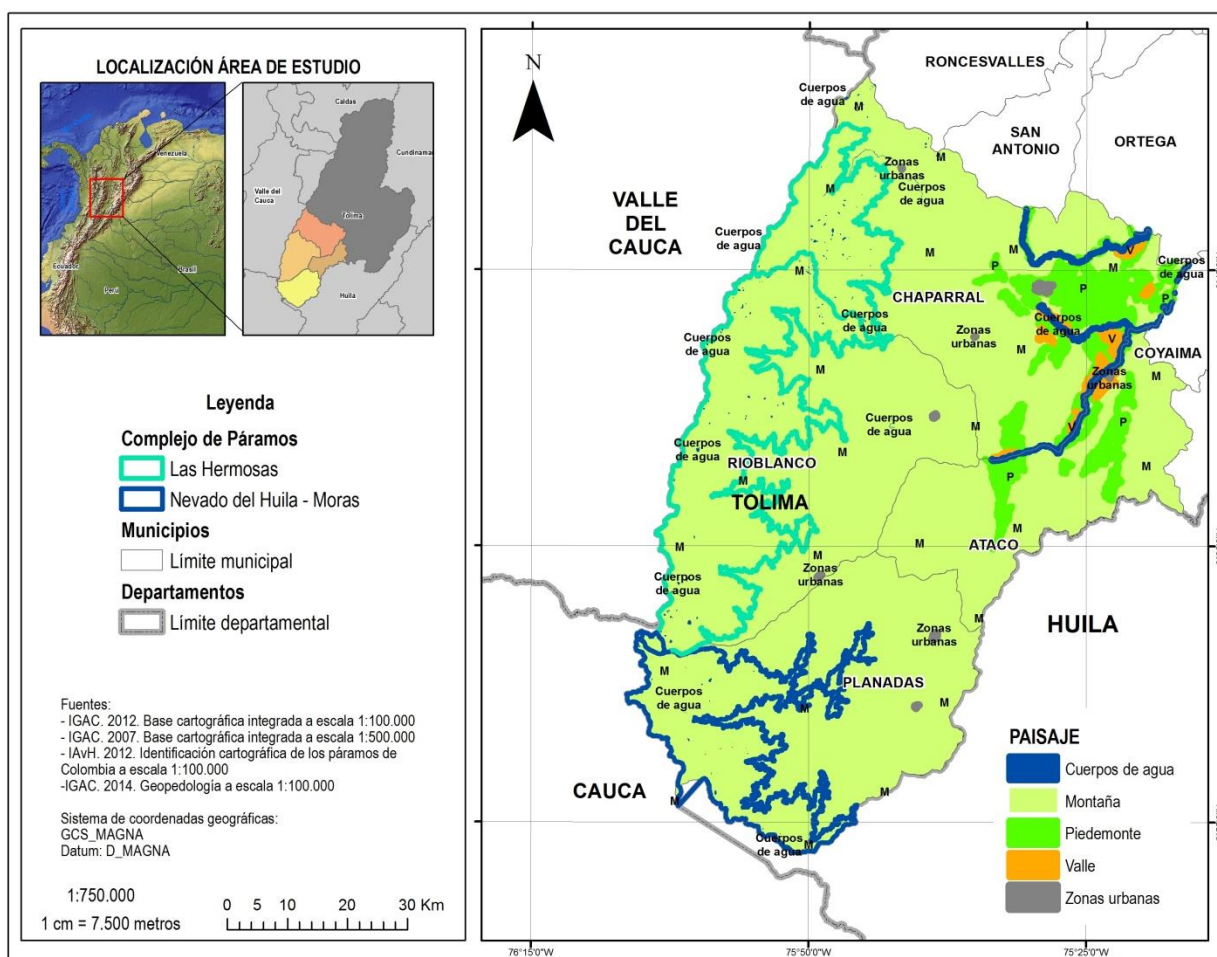
d) Municipio Ataco (EOT Municipio Ataco)

- Geoformas de Relieve Montañoso Fluvio-Erosional: En esta clasificación se incluyen aquellas elevaciones del terreno que hacen parte de cordilleras, sierras y serranías, cuya altura y geomorfología no fue causada por el plegamiento de las rocas de la corteza sino únicamente a procesos exógenos. Se incluyen dentro de esta clasificación las montañas formadas por las rocas pertenecientes al Gneises y Anfibolitas de Tierradentro (Pent), Batolito de Ibagué (Jgdi), Stock de San Cayetano (Jsc) y Formación Saldaña (Js). Tiene laderas de inclinación muy fuertes (30 – 50%) a muy empinadas (> 70%) con patrones de drenaje dentrítico a subdentrítico. Los procesos de remoción en masa más comunes son deslizamientos (rotacional) y desplomes, acelerados la mayoría de las veces por acción antrópica.
- Geoformas de Relieve Montañoso y Colinado Estructural Erosional: Se agrupa bajo esta denominación las montañas y colinas de plegamiento de las rocas sedimentarias colisionadas, que en conjunto conforman un relieve de crestas paralelas separadas por depresiones igualmente paralelas, que se prolongan linealmente siguiendo un rumbo rectilíneo, sinuoso o en zigzag, sin ramificaciones laterales. En el municipio de Ataco, se agrupan en esta geoforma las Formaciones Payandé (Trp), Yaví (Kiy), Caballos (Kic), Villeta (Ksv), La Tabla(Kslt), Seca (Pgks), Gualanday Inferior (Tmgi), Medio (Tmgm), Superior (Tmgs) y Honda (Tsh) y el grupos Olini (Kso). Presenta montañas orientadas norte-sur con un patrón de drenaje paralelo a subparalelo y laderas que varían de fuertemente inclinadas a muy escarpadas. Los procesos de remoción en masa más comunes son desplomes, favorecidos por la estratificación de las sedimentitas. Como proceso erosivo importante se destaca el carcavamiento, especialmente en la Formación Yaví.
- Geoformas de Relieve de Lomerío: Corresponden a las colinas donde aflora la Formación Honda (Tsh), provenientes de la denudación de llanuras agradacionales. En el municipio se identifica la geoforma correspondiente a altillanuras provenientes de la degradación de antiguas llanuras agradacionales.
- Altillanuras Degradadas: Corresponden a una unidad de relieve que comprende antiguas llanuras agradacionales de origen aluvial-diluvial. Está constituida por estratos sedimentarios inclinados de la Formación Honda (Tsh), que afloran al Oeste del municipio de Ataco, en límites con el municipio de Rioblanco.
- Geoformas Agradacionales: Son formas originadas por procesos geomorfológicos constructivos de la depositación y acumulación de materiales sólidos resultantes de la denudación de relieves más elevados. En el municipio de Ataco, se han identificado dos geoformas correspondientes a procesos agradacionales, los valles aluviales y coluvios.

Los coluvios son acumulaciones o depósitos de materiales heterogéneos de variado tamaño sobre rellanos y base de las laderas de montañas, colinas, lomas y escarpes ocasionadas por fenómenos de remoción en masa, en los cuales hay translocación de detritos por acción gravitacional e hidrogravitacional. En el municipio, se localizan al Este del Sinclinal de Ataco y al Este de la Falla Borbón, tienen una pendiente que varía de inclinada a fuertemente inclinada y los procesos erosivos más comunes son los surcos y cárcavas. Se destaca por su mayor extensión el coluvio localizado al Oeste de la quebrada San Pedro.

Los valles aluviales, se definen como una porción de espacio alargada plana y estrecha, intercalada entre dos áreas de relieve más alto y que tiene como eje un curso de agua. En el municipio de Ataco se han identificado los valles aluviales correspondientes a las quebradas Pole, San Pedro y Paipa, y los ríos Saldaña, Atá y Pata. Estos valles están encajonados entre montañas y colinas erosionales y estructurales. Como proceso erosivo importante se destaca la socavación lateral de las paredes del valle y bordes de terrazas, que ocasionan desprendimientos y desplomes.

Figura 13. Geomorfología Entorno Regional del complejo de páramos La Hermosas, Nevado del Huila-Moras¹¹.



Fuente: Convenio CORTOLIMA-IAvH (2015).

De acuerdo a la Figura 13, se puede deducir que en el 94% del territorio del Entorno Regional del complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras predominan las geformas montañosas, seguido del piedemonte con un 4,47% (Tabla 18).

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

Tabla 18. Geoformas generales presentes en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Unidad	Área (ha)	Porcentaje
Cuerpos de agua	2190,66	0,32
Montaña	653732,64	94,62
Piedemonte	30916,6	4,47
Valle	3583,01	0,52
Zonas Urbanas	469,09	0,07
Total	690892,01	100

Fuente: Convenio CORTOLIMA –IvAH (2015).

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) (Tabla19).

El municipio de Planadas presenta un alto riesgo por remoción en masa, debido a que están construidas sobre suelos arcillosos de alta plasticidad, lo que unido al mal manejo de las aguas servidas y de infiltración, originan procesos importantes de reptación. Así mismo presenta riesgo de erosión por presencia de cárcavas (INGEOMINAS, 2001).

El municipio de Ataco tiene una susceptibilidad baja a procesos erosivos causados por socavamiento, estos procesos se incrementan por el sobrepastoreo de las zonas montañosas, así como una amenaza sísmica intermedia. Adicionalmente posee una alta susceptibilidad a inundaciones (INGEOMINAS, 2001, EOT Municipio Ataco).

El municipio de Chaparral, tiene una susceptibilidad moderada a procesos erosivos ocasionados por cárcavas y una susceptibilidad baja a procesos erosivos por socavamiento, ocasionados por actividades agropecuarias en zonas de montaña. Presenta procesos de remoción en masa, por desprendimiento del terreno y deslizamientos, ocasionados por actividades agrícolas y remoción de cobertura vegetal. Presenta una amenaza sísmica intermedia (INGEOMINAS, 2001).

El municipio de Rioblanco, presenta una constante amenaza por remoción en masa, causada por procesos de flujo de tierra, deslizamientos, reptación. Así mismo tiene una amenaza sísmica intermedia y un alto riesgo por inundaciones (INGEOMINAS, 2001).

Tabla 19. Amenazas geológicas e hidrológicas del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

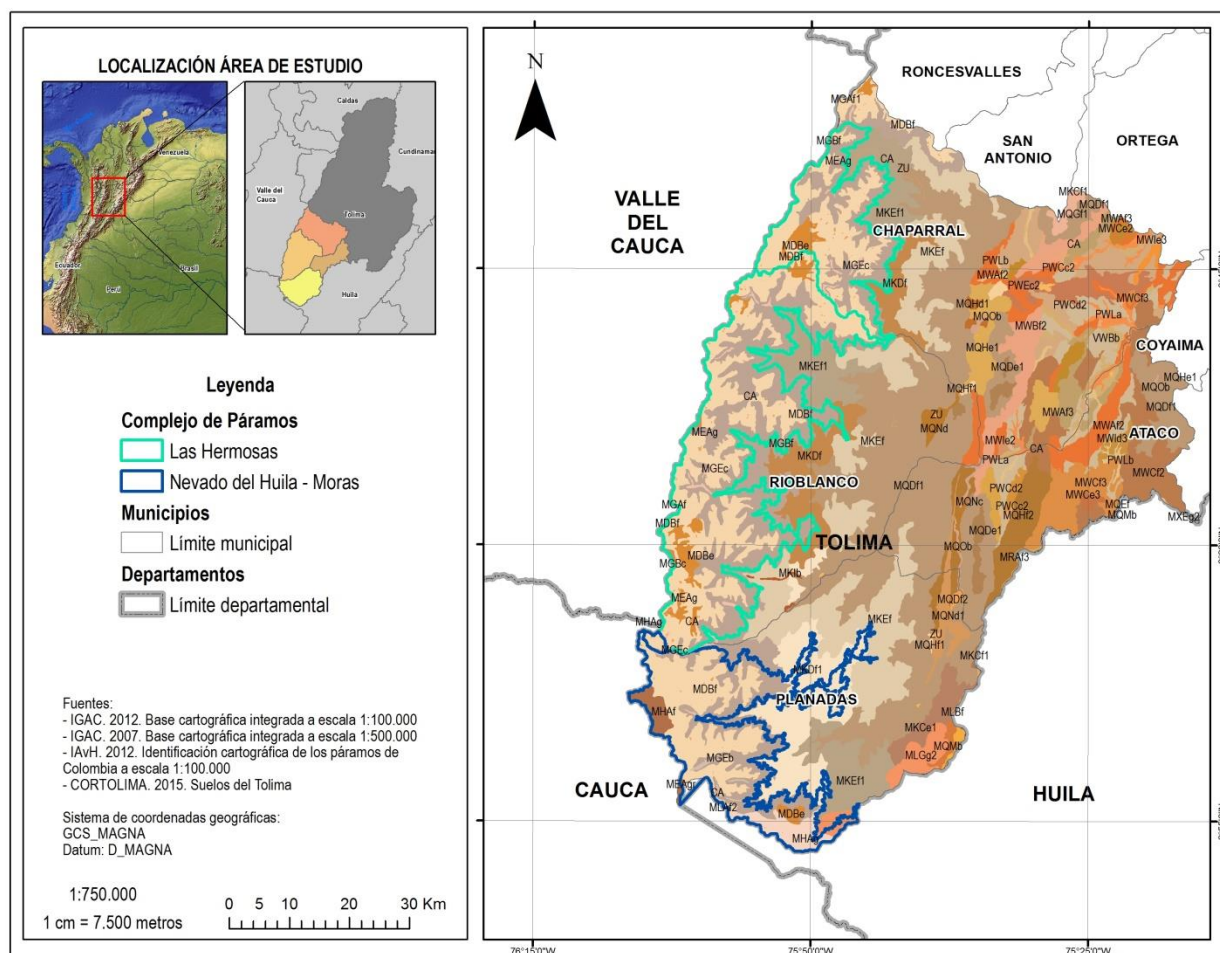
Municipio	Amenazas geológicas			Amenazas hidrológicas
	Erosión	Remoción en masa	Actividad sísmica	
Ataco	Socavación		Intermedia	Inundación
Planadas	Cárcavas	Reptación, Deslizamiento, Flujos de tierra	Intermedia	
Chaparral	Cárcavas, socavación	Deslizamiento, Desprendimiento	Intermedia	
Rioblanco		Flujos de tierra, Deslizamientos, Reptación	Intermedia	Inundación

Fuente: Convenio CORTOLIMA –IvAH (2015), INGEOMINAS (2001).

5.3.5 Suelos

Considerando el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento del Tolima (IGAC, 2005), se identificaron 59 unidades cartográficas de suelos correspondientes a 32 grupos, los cuales están asociados geomorfológicamente, en su mayoría a paisajes de montaña, piedemontes y valles presentes en el área del entorno regional (Figura 14) (Tabla 20). En los complejos de páramo Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, se encuentran 9 de las 59 unidades de suelos, clasificadas en los grupos CA, MDB, MEA, MGA, MGB y MGE.

Figura 14. Suelos Entorno Regional complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Convenio CORTOLIMA – IAvH (2015).

Leyenda

Suelos

UCSuelo

MGBc	MKDf1	MQDf2	MQNd	MWCe2	PWCc2
MGBf	MKEf	MQEf	MQNd1	MWCe3	PWCd2
CA	MGEb	MKEf1	MQGf1	MQOb	MWCf2
MDBe	MGEc	MKIb	MQHd1	MRAf3	MWCf3
MDBf	MHAf	MLAf2	MQHe1	MWAe2	MWId3
MEAg	MHAf	MLBf	MQHf1	MWaf2	MWle2
MEAgr	MKCe1	MLGg2	MQHf2	MWaf3	MWle3
MGAf	MKCf1	MQDe1	MQMb	MWBe2	MWIf3
MGAf1	MKDf	MQDf1	MQNc	MWBf2	MXEg2
					ZU

Tabla 20. Área y porcentaje de unidades de suelos, respecto al Entorno Regional.

Unidad Cartográfica	Área (ha)	Porcentaje	Unidad Cartográfica	Área (ha)	Porcentaje
CA	5197,25	0,75	MQNd	2388,42	0,35
MDBe	8176,17	1,18	MQNd1	4449,64	0,64
MDBf	94821,05	13,72	MQOb	1433,08	0,21
MGBf	91534,91	13,25	MWAe2	1659,74	0,24
MGEb	529,68	0,08	MWAf2	25638,08	3,71
MGEc	2356,34	0,34	MWAf3	7514,49	1,09
MKCe1	5874,74	0,85	MWBe2	2063,7	0,3
MKCf1	4243,4	0,61	MWBf2	13245,94	1,92
MKDf	20845,7	3,02	MWCe2	3361,91	0,49
MKDf1	29812,12	4,32	MWCe3	764,41	0,11
MKEf	69059,88	10	MWCf2	38947,32	5,64
MKEf1	32008,22	4,63	MWCf3	10935,52	1,58
MKIb	440,06	0,06	MWId3	1470,6	0,21
MQDe1	3925,23	0,57	MWle2	497,54	0,07
MQDf1	116707,38	16,89	MWle3	12557,47	1,82
MQDf2	464,39	0,07	MWlf3	1086,7	0,16
MQGf1	12285,32	1,78	PWCc2	568,09	0,08
MQHd1	765,74	0,11	PWCd2	16022,57	2,32
MQHe1	13557,5	1,96	PWEc2	7073,42	1,02
MQHf1	1039,02	0,15	PWLa	5544,79	0,8
MQHf2	13196,35	1,91	PWLb	2615,37	0,38
MQNc	160,67	0,02	VWBB	3583,01	0,52
ZU	469,09	0,07			

Total Entorno Regional	690892,03
------------------------	-----------

Fuente: Convenio CORTOLIMA –IvAH (2015).

5.3.5.1 Descripción de Unidades Cartográficas de Suelos¹²

1) 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, en el área rural de los municipios de Planadas, Rioblanco, Chaparral (pertenecientes al Entorno Regional del complejo de páramo Las Hermosas – Nevado del Huila-Moras), Roncesvalles, San

¹² Información tomada de CORTOLIMA y CORPOICA (2009) y IGAC (2004). Se describen las unidades de las cuales se encontró información.

Antonio, Rovira y Cajamarca en alturas superiores a los 3.600 msnm. 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%.

a) 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 menos a 16 cm 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.

2) 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 Troporthents 30% (Perfil PT-36).

a) 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, capacidad de intercambio catiónica muy alta, disponibilidad de fósforo para las plantas muy baja y fertilidad baja a media. Están limitados en su uso agrícola por bajas temperaturas y fuertes vientos.

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

Esta unidad cartográfica se localiza en el paisaje de montaña, principalmente en los municipios de Rioblanco, Roncesvalles, Chaparral, y Planadas; a altitudes entre 3.200 y 3.700 msnm. La unidad 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%).

a) 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.

4) Unidad MGE: Consociación Typic Hapludands

Esta unidad cartográfica pertenece al paisaje de montaña y al tipo de relieve de vallecitos; geográficamente se localiza en los municipios de Planadas, Rioblanco, Chaparral, Roncesvalles y Murillo. 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.

a) 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 húmifero 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.

5) Unidad MKC: Asociación Alic Hapludands, Typic Dystropepts y Typic Troporthents

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%.

a) 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 fósforo 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 ácida, capacidad catiónica de cambio y bases baja, materia orgánica media, fósforo 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 gravilosa y estructura granular gruesa. Este horizonte descansa sobre un horizonte C de color pardo amarillento y textura arenosa franca gravilosa, son ligeramente ácidos, tienen capacidad catiónica de cambio media a baja, bases totales y saturación de bases altas, carbono orgánico bajo a medio y contenido de fósforo asimilable para las plantas bajo y muy baja fertilidad.

6) Unidad MKD: Consociación Typic Troorthents

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 msnm., 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 Troorthents en un 90% e inclusiones de Typic Dystropepts.

a) Características de los componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Troorthents

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.

7) Unidad MKE: Asociación Typic Humitropepts - Typic Troorthents

Esta unidad cartográfica corresponde al tipo de relieve de filas y vigas de montaña; se encuentra formando una faja sur-norte entre los 2.000 y 3.000 msnm., el relieve es fuertemente quebrado a escarpado y con pendientes de 50 - 75%. Los suelos que integran esta asociación se han formado a partir de materiales ígneos (tonalitas) y presentan variables características.

La vegetación ha sido destruida casi en su totalidad para dar paso a la ganadería extensiva y a una agricultura de subsistencia. La unidad es una asociación integrada por dos suelos principales: Typic Humitropepts en un 45% y Typic Troorthents en un 45%, con un 10% de afloramientos rocosos, o sea áreas desprovistas de suelo (inclusiones de No Suelo).

a) Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Humitropepts

Estos suelos ocupan las faldas o partes bajas de las filas y vigas, son suelos húmiferos bien drenados y profundos. El perfil representativo presenta una secuencia de horizontes A/B/C. El horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franco arcillo arenosa y de estructura blocosa, moderadamente desarrollada; la profundidad efectiva es superficial. El horizonte B es de color pardo amarillento o pardo fuerte, de textura franco arcillosa y de estructura prismática; el horizonte C tiene color muy similar al B, y la textura es arcillosa, presenta estructura de roca.

Los suelos son ácidos, tienen capacidad catiónica de cambio media, bases totales altas, saturación de bases muy alta, carbón orgánico alto y contenidos adecuados de fósforo asimilable por las plantas. Su fertilidad es moderada. Los limitantes para el uso de estos suelos son las fuertes pendientes y la susceptibilidad de erosión.

- Suelos Typic Troorthents

Estos suelos ocupan las partes medias y altas de las filas y las vigas; ocurren en relieves escarpados, con pendientes entre 50 y 75%. Son excesivamente drenados y superficiales; se han desarrollado a partir de cuarzdioritas. Morfológicamente presentan un horizonte A de 10 cm de espesor, de color

amarillo parduzco, de textura franco arenosa y de estructura granular. Hay un horizonte transicional AC cuyas características dominantes son las del A, con un espesor de 7 cm y color gris oscuro, el horizonte C se subdivide en varios subhorizontes de color amarillo rojizo y de textura arenosa.

Las características químicas son: reacción ácida, capacidad catiónica de cambio y bases totales media, saturación total alta, carbón orgánico bajo, contenido de fósforo asimilable para las plantas muy bajo y fertilidad baja.

8) 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%).

a) 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.

9) Unidad MKD: Typic Eutropepts – Typic Troporthents - Entic Hapludolls

Esta unidad, se encuentra ubicada en el Batolito de Ibagué. Es de relieve quebrado a escarpado, con pendientes entre 25-50-75% y a veces mayores. Presenta erosión hídrica ligera, con frecuentes deslizamientos. La vegetación natural ha sido destruida casi por completo 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 Troporthents en un 30% y Entic Hapludolls en un 30%.

a) Características de los componente taxonómicos.

- Suelos Typic Eutropepts

Son suelos profundos, bien drenados. Se ubican generalmente en las partes bajas de las filas y vigas. Morfológicamente el perfil presenta un horizonte A de 17 cm de espesor, que se caracteriza por tener una textura franco arcillosa, estructura subangular en bloques débilmente desarrollados. El horizonte B tiene 23 cm de espesor, textura franca y estructura en bloques medios y gruesos débilmente desarrollados. Subyacente se encuentra el horizonte C de textura franca y sin estructura.

Químicamente son suelos de reacción ácida, capacidad catiónica de cambio media, materia orgánica media, 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 Troorthents

Son suelos moderadamente profundos, limitados por la roca, desarrollados de rocas cuarzodioritas. El drenaje natural es excesivo, presentan erosión hídrica. El perfil está conformado por gravilla, cascajo y piedra. El perfil presenta una secuencia de horizontes A/C, donde el horizonte A es de textura arenosa franca gravillosa, estructura en bloques débilmente desarrollados. El horizonte transicional AC es muy similar al horizonte A. El horizonte C es de textura arenosa con gravilla.

Químicamente estos suelos son ácidos, con baja a media capacidad de intercambio, alta saturación de calcio, 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 los cuales están sometidos, estos suelos presentan evidencias de deterioro y degradación severos.

- Suelos Entic Hapludolls

Se localizan principalmente en las partes bajas y media del tipo de relieve filas y vigas, presentando relieves escarpados. Son suelos bien drenados, superficiales, limitados por fragmentos de rocas cuarzodioritas. El perfil es de tipo A/C. El horizonte superficial A es de 20 cm de espesor, tiene textura franco arenosa, con una estructura en bloques medios a moderados, subyacente se encuentra el horizonte transicional AC con características similares al horizonte A, debajo de este horizonte (AC) se encuentra 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, bajo contenido de fósforo aprovechable para las plantas. Su fertilidad es moderada, se usa actualmente para café y cultivos de pancoger, sus mayores limitantes son la pendiente y la susceptibilidad a la erosión.

10) 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 rastrojos, 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%.

a) *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.

11) 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%.

a) *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.

12) Unidad MQG: Asociación Andic Dystropepts – Hydric Hapludands

El relieve de esta unidad, es quebrado a fuertemente quebrado, con pendientes largas, de gradiente 25-50 y 75%. Se presenta erosión ligera, originada por escurrimiento difuso y movimientos en masa localizados. Los materiales geológicos son rocas plutónicas faneríticas y sedimentarias clásticas que presentan recubrimientos locales de cenizas volcánicas. El uso general que se da a la unidad es para cultivos de café, plátano y prácticas de ganadería extensiva.

Esta unidad es una asociación integrada por los suelos Andic Dystropepts en un 60%, e Hydric Hapludands en un 40%.

a) *Características de los componentes taxonómicos*

- Suelos Andic Dystropepts

Estos suelos son profundos, bien drenados, desarrollados a partir de arcillolitas, con relieve quebrado y escarpado. Morfológicamente, se caracterizan por que el horizonte A es de 30 cm de espesor y se subdivide en dos por diferencias en textura. Tienen color pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro, estructura en bloques subangulares, medios y moderadamente desarrollada. El horizonte B tiene un espesor de 63 cm, color pardo fuerte y manchas de color negro debido a las concreciones de óxidos de manganeso; estructura en bloques subangulares gruesos moderadamente desarrollada. El horizonte C presenta colores pardos fuertes, pardos amarillentos y pardos oscuros.

Químicamente son suelos de reacción ácida, mediana capacidad de cambio, regular contenido de bases totales, bajas saturaciones de calcio y magnesio, muy bajo contenido de fósforo disponible para las plantas y fertilidad moderada.

- Suelos Hydric Hapludands

Estos suelos se localizan en las laderas más pendientes de la unidad; son poco evolucionados, originados de rocas areniscas, excesivamente drenados y superficiales, limitados por el material parental. El perfil representativo tiene un horizonte A de 10 cm, de color pardo oscuro, textura franco arenosa, con gravilla y de estructura granular. El horizonte transicional AC, tiene 13 cm de espesor y con más características del A que del C. El horizonte C es el material parental de color pardo muy pálido y de textura arenosa franca con gravilla.

Químicamente, son suelos pobres en materia orgánica, ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio baja, saturación total de bases media y fertilidad baja.

Las mayores limitantes del uso son la susceptibilidad a la erosión y las fuertes pendientes.

13) Unidad MQM: Asociación Typic Dystropepts – Typic Troorthents – Typic Humitropepts – Oxic Dystropepts

Los materiales parentales son predominantemente arcillolitas, con algunas inclusiones de areniscas. Esta unidad de suelos corresponde al tipo de relieve de lomas, se localiza generalmente al pie de grandes escarpes rocosos correspondientes al tipo de relieve de espinazos. La vegetación natural ha sido destruida casi en su totalidad y los suelos dedicados principalmente a la ganadería extensiva.

Es una asociación Integrada por los suelos Typic Dystropepts en un 40%, Typic Troorthents en un 30% e inclusiones de Typic Humitropepts y Oxic Dystropepts en un 15%, cada uno.

a) *Características de los componentes taxonómicos*

- Suelos Typic Dystropepts

El material parental de estos suelos consiste de arcillolitas y de arenisca. Los suelos son bien drenados y de profundidad variable, dependiendo de la presencia de bloques rocosos en el perfil. Presentan un horizonte A de 20 cm de espesor, de textura franco arenosa, de color pardo y estructura moderada y un horizonte B arcilloso, de color pardo amarillento, moderadamente estructurado, que descansa sobre un C de textura arcillosa, colores variados y sin estructura.

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

- Suelos Typic Troorthents

Ocupan los sitios de pendientes más fuertes y erosionados de la unidad; se han derivado de arcillolitas y se caracterizan por ser muy superficiales, excesivamente drenados y con abundante piedra de arenisca sobre la superficie. Tienen un horizonte A poco espeso, de texturas finas, colores pardos y estructura poco desarrollada; descansa sobre un horizonte C de colores variados, de textura arcillosa y estructura de roca.

Químicamente son muy ácidos, de capacidad catiónica de cambio mediana, saturación total de bases muy baja y contenido de fósforo disponible para las plantas muy bajo. La fertilidad es baja.

- Suelos Typic Humitropepts

Se encuentran en la zona límite entre los climas medio y frío húmedos, ocupando sectores depresionales, con buena cobertura vegetal. Son suelos húmidos, bien drenados, moderadamente profundos, de texturas arcillosas y colores negros en los horizontes superiores y rojo amarillentos en los inferiores.

- Suelos Oxic Dystropepts

Suelos derivados de areniscas. Se caracterizan por presentar colores pardos amarillentos y pardos fuertes, texturas medias y estructura blocosa poco desarrollada. Son muy ácidos, de capacidad catiónica de cambio, saturación total de bases y fertilidad bajas.

14) Unidad MQN: Asociación Typic Eutropepts – Typic Dystropepts – Andic Dystropepts

Esta unidad corresponde al tipo de relieve de lomas. Se encuentra en los municipios de Planadas, Rioblanco y Ataco a los 1000 y 1500 msnm. El relieve es predominantemente ondulado, pendientes 12-25%, y la erosión ligera en algunos sectores. El material parental está constituido por arcillolitas. La vegetación natural ha sido talada casi en toda la unidad para ser sustituida por pastos destinados a la ganadería extensiva y en menor proporción a la agricultura, con cultivos de café, plátano, yuca y frutales. Los mayores limitantes para el uso son las pendientes fuertes, y la susceptibilidad a la erosión.

La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Eutropepts en un 45%, Typic Dystropepts en un 40% e inclusiones de Andic Dystropepts en un 15%.

a) *Características de los componentes taxonómicos*

- Suelos Typic Eutropepts

Estos suelos se localizan en la parte baja de las lomas, en los límites con el paisaje de lomerío. Son derivados de arcillolitas del Terciario, presentan erosión laminar, en grado ligero; son moderadamente profundos y bien drenados. Morfológicamente el perfil presenta una secuencia de horizontes A/B/C. El horizonte A tiene 9 cm de espesor, color pardo oscuro, textura arcillosa y estructura en bloques subangulares medios, bien desarrollados. El horizonte B tiene 69 cm de espesor, color pardo rojizo, textura arcillo limosa y estructura en bloques subangulares medios y bien desarrollados. El C se caracteriza por tener 80 cm o más de espesor, color pardo rojizo oscuro, textura arcillosa y sin estructura.

Químicamente presentan reacción neutra, con alta capacidad catiónica de cambio, alta saturación de bases, carbón orgánico alto y fósforo disponible medio, lo cual se traduce en una fertilidad media a alta.

- Suelos Typic Dystropepts

Ocupan las zonas que tienen mayor pendiente en relación con los demás suelos de la unidad. El material parental está constituido de lutitas. Son suelos bien drenados y moderadamente profundos. El horizonte A es de 15 cm de espesor, de color negro, textura franco arenosa y estructura blocosa; el horizonte AB (transicional) es de 14 cm de espesor y de color pardo a pardo oscuro; el horizonte B es de 40 cm, de color rojo amarillento y bien estructurado; el C, que profundiza hasta más de 120 cm, es de color rojo amarillento y sin estructura.

Son suelos muy ácidos, ricos en materia orgánica, con alta capacidad catiónica de cambio, bajos en bases totales, muy bajos en saturación de calcio y en fósforo disponible; presentan altos contenidos de aluminio intercambiable y fertilidad baja.

- Suelos Andic Dystropepts

Suelos derivados de arcillolitas con influencia de cenizas, localizados en sitios donde aún se conserva la vegetación arbórea. Muestran un tipo de perfil A/B/C, donde el horizonte A tiene 20 cm de espesor, color pardo grisáceo oscuro y textura arenosa; el B es de color pardo amarillento, textura franco arenosa a arcillosa y descansa sobre un horizonte C arcilloso, de color pardo amarillento.

Químicamente son suelos ácidos, de capacidad catiónica de cambio media a alta, de saturación de bases, fósforo disponible y fertilidad bajos.

15) 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%.

a) *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 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 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.

16) Unidad MRA: Asociación Lithic Ustorthents – Typic Ustropepts

Esta unidad corresponde al tipo de relieve estructural denominado espinazo y caracterizado por su forma disimétrica, de laderas largas, escarpes o cornizas cortas fuertemente inclinadas, constituidas por capas o estratos de materiales sedimentarios deformados por la tectónica. El relieve es fuertemente inclinado a escarpado, con pendientes mayores de 25%, se presenta erosión moderada a severa.

El material parental está constituido por areniscas y por arcillolitas; los suelos son muy superficiales, excesivamente drenados y con abundante piedra son frecuentes los afloramientos rocosos. La asociación está integrada por los suelos Lithic Ustorthents en un 50%, Typic Ustropepts en un 30% y afloramientos rocosos en un 20%.

a) *Características de los componentes taxonómicos*

- Suelos Lithic Ustorthents

Se encuentran en los sitios escarpados de la unidad y se caracterizan por presentar un horizonte A, poco espeso, de color pardo, textura franco arcillo arenosa y estructura poco desarrollada. Sigue un horizonte C de color pardo amarillento oscuro con manchas rojizas y textura franco arcillosa, que descansa sobre areniscas fragmentadas y blandas.

Son suelos bajos en materia orgánica, fuertemente ácidos, de capacidad catiónica de cambio media a baja, saturación total de bases baja y contenido de fósforo asimilable para las plantas muy bajo. Su fertilidad es baja.

- Suelos Typic Ustropepts

Se localizan en resaltos de ladera, zonas de pendientes más suaves dentro de la unidad. Se caracterizan porque el horizonte A prácticamente se ha perdido por erosión y aflora un AB poco espeso, color pardo oscuro, textura franco arcillosa y estructura blocosa débil. El horizonte B es de color pardo rojizo con manchas rojo amarillentas, textura arcillosa y estructura blocosa moderada.

Químicamente estos suelos son fuertemente ácidos, de capacidad catiónica de cambio baja a media; la saturación total de bases, el contenido de fósforo y de fertilidad baja.

17) 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%.

a) *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.

18) Unidad MWB: Complejo Typic Ustorthents – Typic Ustropepts

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.

a) *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 cuarzodiorita 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.

19) 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%.

a) *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 gravillosa 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.

20) 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).

a) 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.

21) Unidad PWC: Consociación Vertic Ustropepts

Esta unidad se presenta en los municipios de Ortega y Chaparral principalmente, en altitudes inferiores a 750 msnm, en clima cálido. Se encuentra en el paisaje de piedemonte, en el tipo de relieve de colinas, las cuales tienen relieve ondulado / quebrado y erosión moderada, las pendientes varían entre 7-12-25%. Los suelos se han derivado de arcillolitas.

Los suelos de esta unidad están dedicados a la ganadería extensiva, con pastos mejorados y también con gramas naturales. El uso se restringe debido a la erosión y a las escasas lluvias.

La unidad es una Consociación integrada por un suelo principal, del subgrupo Vertic Ustropepts en un 90% y por una inclusión de Typic Ustorthents, en un 10%.

a) Características de los componentes taxonómicos

- Suelos Vertic Ustropepts

Los suelos de esta unidad se han desarrollado a partir de arcillolitas; son moderadamente profundos y limitados por arcillas compactadas. Morfológicamente el perfil representativo está conformado por un horizonte A de 12 cm de espesor, de color pardo rojizo, de textura arcillosa con 20% de gravilla y cascajo; estructura en bloques subangulares medios y moderadamente desarrollados, consistencia firme, pegajosa y plástica. El horizonte B (cámbico) tiene 52 cm de espesor, color rojo amarillento, textura arcillosa con gravilla y cascajo, estructura blocosa. Subyacente está el horizonte C que profundiza hasta 170 cm, es de color amarillento pardusco o rojo oscuro, de textura arcillosa y no tiene estructura.

Los suelos tienen fertilidad moderada, reacción ligeramente ácida a casi neutra, capacidad catiónica de cambio, bases totales y saturación de bases altas, contenidos de carbón orgánico y fósforo disponible para las plantas bajos. La erosión moderada de estos suelos es el mayor limitante para el uso.

- Suelos Typic Ustorthents

Son suelos desarrollados a partir de arcillolitas, son moderadamente profundos y bien a excesivamente drenados. El horizonte A es de 30 cm de espesor, de color pardo rojizo, textura arcillosa y sin estructura. El horizonte C es arcilloso y masivo.

22) Unidad PWE: Consociación Fluventic Dystropepts

Esta consociación se presenta en los municipios de Chaparral y Ortega, en altitudes comprendidas entre los 500-1000 msnm, en clima cálido seco; se encuentra en el paisaje de piedemonte, en tipo de relieve de abanico antiguo, caracterizado por relieves ligeramente inclinados y ondulados, con erosión ligera a moderada. Los suelos se han originado de flujos de lodo y aglomerados de origen volcánico.

La vegetación natural ha sido talada en su totalidad y se la ha reemplazado por pastos para ganadería extensiva. Los principales limitantes para su uso son el clima seco y la susceptibilidad a la erosión.

Esta unidad es una consociación constituida por un suelo principal del subgrupo Fluventic Dystropepts en un 90% y por inclusiones de Ustoxic Dystropepts en un 10%.

a) Características de los componentes taxonómicos

- Suelos Fluventic Dystropepts

Los suelos son muy profundos, bien drenados, desarrollados a partir de flujos de lodo y aglomerados volcánicos. El perfil modal presenta una secuencia de horizontes A/B/C. El horizonte A se caracteriza por tener un espesor de 21 cm, ser de color pardo amarillento oscuro, tener una textura arcillosa y estructura blocosa moderadamente desarrollada. Debajo de este horizonte se presenta un B de alteración, que tiene un espesor de 76 cm, colores pardo oscuro a rojo; textura arcillosa y estructura blocosa; en profundidad se encuentra un horizonte C de color rojo y sin estructura.

Químicamente, son suelos de reacción muy ácida, de baja capacidad catiónica de cambio, saturación de bases baja, contenido de carbón orgánico medio, fósforo disponible para las plantas muy bajo, niveles altos de aluminio de cambio y fertilidad baja.

- Suelos Ustoxic Dystropepts

El material parental de estos suelos está caracterizado por lodo de origen volcánico; son suelos moderadamente profundos, bien drenados y de texturas franco arenosas y franco arcillosas. Morfológicamente presentan una secuencia de horizontes tipo A/B/C, de colores pardo a pardo oscuro en los horizontes superiores y pardo amarillento en profundidad. Químicamente son ácidos, pobres en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases alta, disponibilidad de fósforo para las plantas y fertilidad bajas.

23) 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%.

a) 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.

24) 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%.

a) *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.

- Suelos Sodic 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.

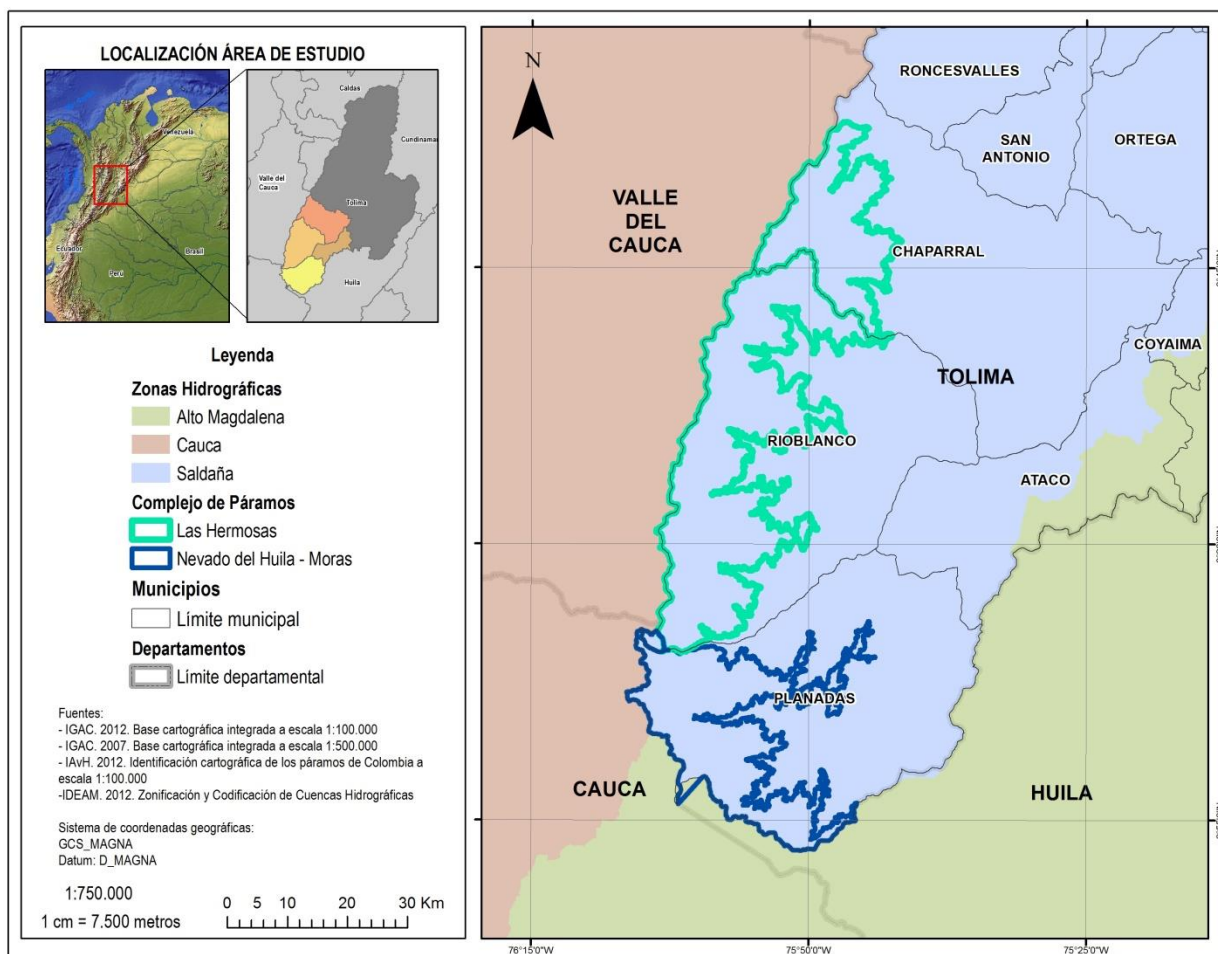
5.3.6 Hidrografía e Hidrología

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 de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, cuenta con una alta riqueza hídrica, hace parte del entorno la Zona hidrográfica del Río Saldaña (Figura 15), considerada como la cuenca hidrográfica de mayor extensión del departamento del Tolima con un área de 996.300 ha Conforman la Zona Hidrográficas las Subzonas Hidrográficas: Alto Saldaña,

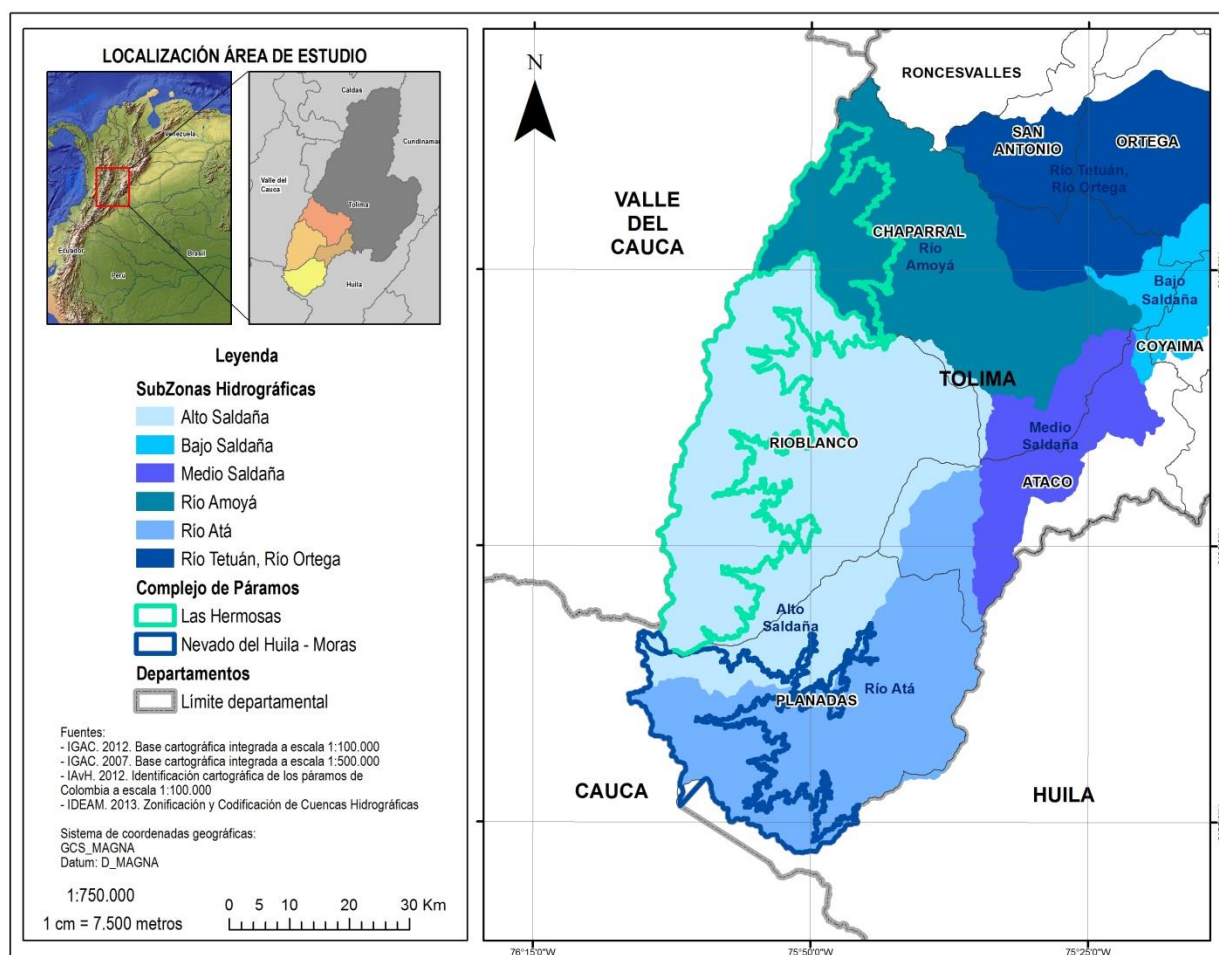
Río Atá, Medio Saldaña, Río Tetuán, Río Ortega, Río Cucuana y Bajo Saldaña (Figura 16) (IDEAM, 2013).

Figura 15. Zona hidrográfica Río Saldaña.



Fuente: Convenio CORTOLIMA- IvAH (2015).

Figura 16. Subzonas Hidrográficas que conforman la Zona Hidrográfica del Río Saldaña.



Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015).

A continuación se describen (en términos de área, afluentes, oferta hídrica, rendimiento hídrico e índice de escasez) las cuencas de los ríos Amoyá, Anamichú, Cambrín, Hereje y Alto Saldaña, todas estas hacen parte de la Cuenca Mayor del Río Saldaña, y nacen en las áreas donde se encuentra el ecosistema de páramo del Entorno Regional, igualmente, se describe la Subzona Hidrográfica del río Atá.

a) Cuenca Río Amoyá¹³

El Río Amoyá nace en la Laguna La Rusia, en el Páramo de las Nieves, integrante del Parque Nacional Natural de Las Hermosas, jurisdicción del Municipio de Chaparral a una altura de 3.900 msnm y desemboca en el Río Saldaña en las ramificaciones del Cerro Aponte a los 400 msnm, presenta una dirección de nacimiento a la desembocadura de Oeste a Este. La longitud del cauce principal es de aproximadamente 141 kilómetros, presentando una pendiente media del 3.20%.

La cuenca forma parte del Parque Nacional Natural de las Hermosas y su zona amortiguadora, del cual constituye el 20%. La existencia de por lo menos 10 lagunas naturales y al originarse en ella importantes corrientes hídricas la convierten en un gran e importante reservorio de agua; donde se

¹³ La descripción se realiza a partir del estudio realizado por CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

encuentran localizadas las fuentes abastecedoras de los cascos urbanos del municipio de Chaparral y de otros centros habitacionales de menor densidad poblacional

La cuenca del río Amoyá es drenada por diferentes subcuencas y microcuencas como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21. Afluentes cuenca del río Amoyá (Subzona Hidrográfica Río Amoyá).

Subcuenca	Microcuenca	
Quebrada El Neme	Q. Irco	
	Q. El Mulato	Q. El Tablazo
	Q. Los Azucenos	Q. Grande
		Q. El Piñal
	Q. Piñal o Santa Rosa	
Quebrada El Totumo	Q. Copete	
	Q. Tuluní	Q. El Castañal
		Q. Los Angeles
		Q. La Colorada
		Q. La Miranda
		Q. Mulicú
		Q. La Pradera
		Q. La Colorada
		Q. Guadualito
		Q. Santa Rita
		Q. Santa Marta
		Q. León
		Q. Barbacoas
		Q. Aposentos
		Q. Icarco
		Q. Barrialosa
		Q. Chunebullo

Subcuenca	Microcuenca	
Quebrada El Totumo	Q. La Arenosa	
	Q. Apá	
	Q. Profunda	
Quebrada de Irco	Q. La Chele	Q. Las Tapias
		Q. San Francisco
	Q. Linday	Q. Crete
		Q. Pedregosa
		Q. San Pedro
		Q. Mesoncito
		Q. Aguadulce
	Q. Tasajo	Q. La Horqueta
	Q. Gudalejo	
	Q. Betania	Q. Helechales
	Q. Pelarco	
	Q. El Carbonal	
	Q. Guacamayas	
	Q. Florian	
	Q. El Infierno	Q. Orquito
	Q. Las Dantas	
	Q. La Arenosa	
Río Ambeima	Q. Cafuche	
	Q. Tinaja	Q. El Salado
	Q. Las Molinas	
	Q. Malucha	

Subcuenca	Microcuenca	
Río Ambeima	Q. El Cural	
	Q. La Palmera	
	Q. La Cristalina	
	Q. La Arenosa	
	Q. Negra	
	Q. El Cajucho	
	Q. La Lejía	Laguna La Lejía
	Q. Los Saltos	
	Q. La Profunda	
	Q. Las Damas	
	Q. Pedregosa	
	Q. Las Mirlas	
	Q. La Meseta	
	Q. El Chupadero	
	Q. El Salado	
Quebrada Grande	Q. La Despensa	
	Q. El Cedral	
Quebrada San Jorge	Q. Chinchiná	
	Q. El Tibet	

Subcuenca	Microcuenca	
Quebrada San Jorge	Q. Aguabonita	
	Q. Santa Bárbara	
Río Negro	Q. El Pesar	
Río Davis	Q. Monserrate	
	Q. San Ignacio	
	Q. Aguas Claras	Q. Arenosa
	Q. La Aldea	Cñ. Yarumal,
		Za. Honda
		Q. El Roblar
	Q. El Quebradón	
	Q. El Brillante	Laguna El Brillante
Quebrada Tequendama	Q. El Quebradón	
	Q. El Cairo o Villas	
	Q. Las Abras	
	Q. El Horizonte	
Quebrada San José	Q. Australia	
	Q. Primavera	
	Q. Guataquí o la Linda	
	Q. El Oso	
	Q. El Diablo	
	Q. Villa María	
	Q. Alemania	
Quebrada La Rivera	Q. La Esperanza	
	Q. El Vagón o Rosario	

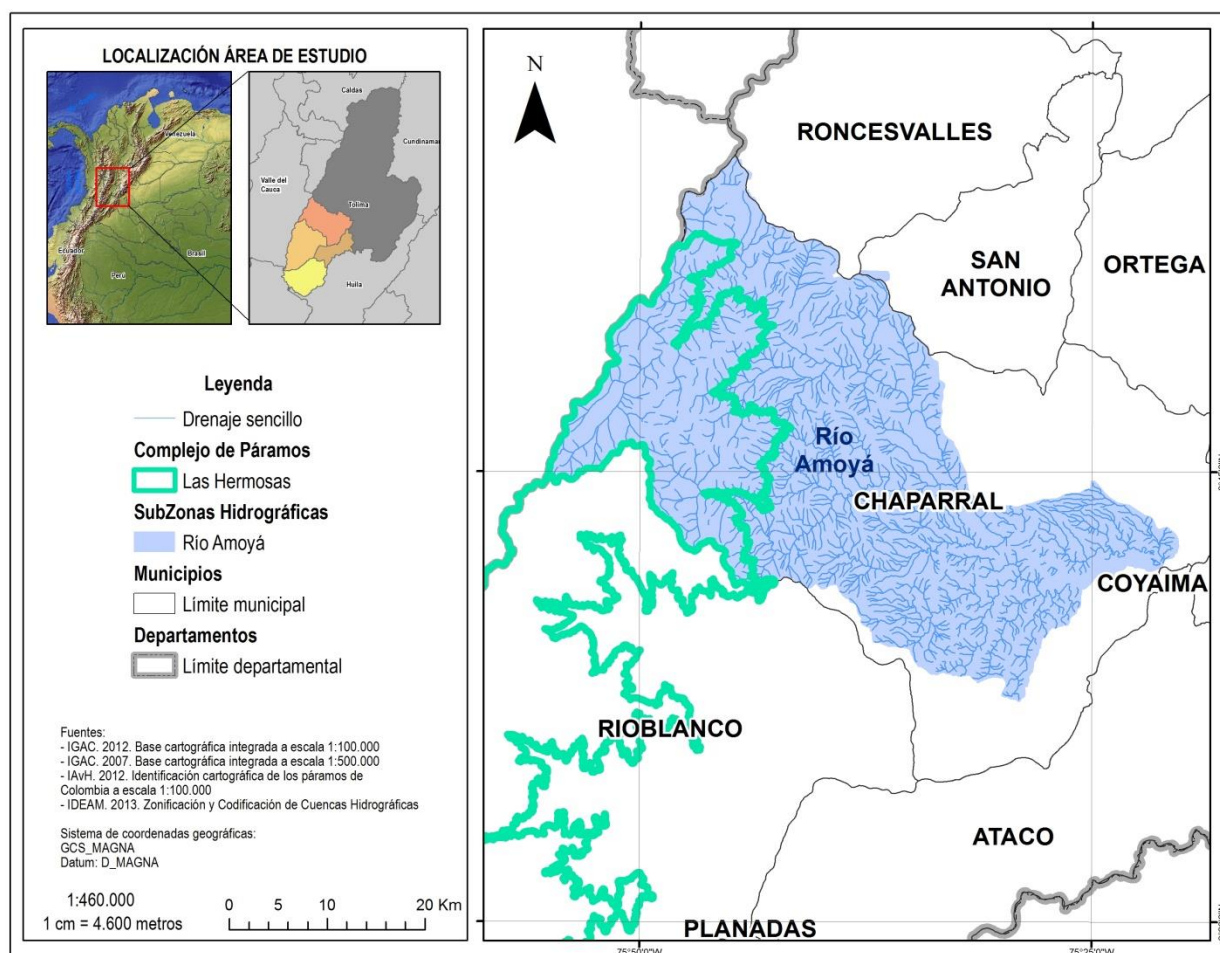
Subcuenca	Microcuenca
Quebrada La Rivera	Q. La Soledad
	Q. El Mirador
	Q. El Recodo
	Q. La Lejía
	Q. El Gallo
Quebrada Las Nieves	Q. El Salto
Quebrada El Diamante	
Quebrada Morales	Q. La Guasanera
Quebrada Guaco	Q. Ambulú
Quebrada Icurco	Q. Rafaela
	Q. Icurquito

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015)

Los principales tributarios de la Cuenca del Río Amoyá son los Ríos Ambeima que tiene su nacimiento hacia los 3.800 msnm y tributa sus aguas en la cota 800 msnm, en el corregimiento del Limón en la vereda Santuario y el Río Davis que tiene su nacimiento a los 3.800 msnm en la laguna Las Nieves y desemboca en la cota 1.600 msnm, en el corregimiento de Las Hermosas vereda La Virginia y de igual forma el Río Negro el nace a los 3.800 msnm, desembocando a los 1.600 msnm, en la vereda Río Negro del corregimiento de Las Hermosas (Figura 17).

Es de gran importancia resaltar que a esta cuenca pertenece la subcuenca del Río San Jorge la cual abastece el acueducto municipal de Chaparral, con un caudal de 123 lt/sg; el número de suscriptores actuales es de 6.603 y cuenta con 800 suscriptores potenciales (CORTOLIMA, 2013).

Figura 17. Subcuenca Río Amoyá



Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015)..

- Oferta Hídrica

La Cuenca del Río Amoyá posee una oferta hídrica total de 43.20196 m³/seg, que corresponde al valor de su caudal medio. Las mayores subcuencas aportantes son las de los ríos Ambeima y Davis con ofertas hídricas totales de 14.24341 y 5.31171 m³/seg respectivamente (Tabla22).

Tabla 22. Oferta hídrica cuenca Río Amoyá.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Precip. Max. Diaria		Q. Medio (m3/seg)	Q. Min (m3/seg)	Q. Ecológico (m3/seg)	Oferta Hídrica Neta (m3/seg)
			Vr. Med	Vr. Mín.				
AMOYA		Q. La Guasanera	58,64	24,65	0,04821	0,02026	0,00507	0,04314
	Q. Morales		58,64	24,65	0,20036	0,08422	0,02106	0,1793
	R. Amoyá 1		58,64	24,65	0,99275	0,41732	0,10433	0,88843
	Q. El Diamante		58,64	24,65	0,52263	0,21969	0,05492	0,4677
	Q. Las Nieves	Q. El Salto	58,64	24,65	0,03226	0,01356	0,00339	0,02887
		Q. Las Nieves	58,64	24,65	0,24514	0,10305	0,02576	0,21938
		Total Q. Las Nieves			0,2774		0,02576	0,25163
	R. Amoyá 2		58,64	24,65	0,25753	0,10826	0,02706	0,23047
		Q. El Gallo	58,64	24,65	0,01957	0,00823	0,00206	0,01751
		Q. La Lejía	58,64	24,65	0,01809	0,0076	0,0019	0,01619
		Q. El Recodo	58,64	24,65	0,10804	0,04542	0,01135	0,09669
		Q. El Mirador	58,64	24,65	0,0777	0,03266	0,00817	0,06953
		Q. La Soledad	60,35	12	0,31991	0,06361	0,0159	0,304
		Q. El Vagón / Rosario	60,35	12	0,14358	0,02855	0,00714	0,13644
	Q. La Rivera	Q. La Esperanza	60,35	12	0,1758	0,03496	0,00874	0,16706
		Q. La Rivera	60,35	12	1,47998	0,29428	0,07357	1,40641
		Total Q. La Rivera			1,65578		0,07357	1,58221
		Q. Alemania	58,64	24,65	0,75593	0,31776	0,07944	0,67649
		Q. Villa María	58,64	24,65	0,16686	0,07014	0,01754	0,14933
		Q. El Diablo	58,64	24,65	0,11509	0,04838	0,0121	0,103
		Q. El Oso	58,64	24,65	0,0902	0,03792	0,00948	0,08072
	R. Amoyá 2B		58,64	24,65	0,58933	0,24773	0,06193	0,5274
		Q. Guataquí / La Linda	58,64	24,65	0,176	0,07398	0,0185	0,1575
	Q. San José	Q. Primavera	58,64	24,65	0,10476	0,04404	0,01101	0,09375
		Q. Australia	58,64	24,65	0,29179	0,12266	0,03066	0,26113
		Q. San José	58,64	24,65	0,6553	0,27546	0,06887	0,58644
		Total Q. San José			1,05185		0,06887	0,98299
		Q. El Horizonte	58,64	24,65	0,34027	0,14303	0,03576	0,30451
		Q. Las Abras	58,64	24,65	0,15938	0,067	0,01675	0,14263
		Q. El Cairo / Villas	58,64	24,65	0,16491	0,06932	0,01733	0,14758

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Precip. Max. Diaria		Q. Medio (m3/seg)	Q. Min (m3/seg)	Q. Ecológico (m3/seg)	Oferta Hídrica Neta (m3/seg)
			Vr. Med	Vr. Mín.				
AMOYA	Río Ambeima	Q. La Cristalina	58,64	24,65	0,16888	0,07099	0,01775	0,15113
		Q. La Palmera	56,92	37,3	0,15191	0,09955	0,02489	0,12702
		Q. El Cural	56,92	37,3	0,47078	0,3085	0,07713	0,39365
		Q. Malucha	56,92	37,3	0,25428	0,16663	0,04166	0,21262
		Q. Las Molinas	56,92	37,3	0,10059	0,06592	0,01648	0,08411
		Q. Tinaja	56,92	37,3	0,31237	0,2047	0,05117	0,2612
		Q. Cafuche	56,92	37,3	0,53297	0,34926	0,08732	0,44566
		R. Ambeima	58,64	24,65	9,78573	4,11354	1,02839	8,75734
		Total Río Ambeima			14,24341		1,02839	13,21503
	Q. De Irco	Q. De Irco 1	56,92	37,3	0,87973	0,57649	0,14412	0,73561
		Q. La Arenosa	56,92	37,3	0,21278	0,13943	0,03486	0,17792
		Q Las Dantas	56,92	37,3	0,31067	0,20358	0,0509	0,25978
		Q. El Infierno	56,92	37,3	0,40484	0,26529	0,06632	0,33851
		Q. Florian	56,92	37,3	0,03663	0,02401	0,006	0,03063
		Q. Guacamayas	56,92	37,3	0,16749	0,10976	0,02744	0,14005
		Q. Carbonal	56,92	37,3	0,07345	0,04813	0,01203	0,06142
		Q. Pelarco	56,92	37,3	0,00102	0,00067	0,00017	0,00085
		Q. Betania	56,92	37,3	0,00068	0,00045	0,00011	0,00057
		Q. Gudalejo	95,3	77	0	0	0	0
		Q. Tasajo	95,3	77	0	0	0	0
		Q. Linday	56,92	37,3	0,03611	0,02366	0,00592	0,0302
		Q La Chele	92,13	72,5	0	0	0	0
		Q. De Irco 2	92,13	72,5	0,31002	0,24397	0,06099	0,24903
		Total Q. De Irco			2,43343		0,20512	2,22831
	R. Amoyá 3		56,92	37,3	5,02323	3,29175	0,82294	4,20029
		Q. Profunda	88,95	68	0,01906	0,01457	0,00364	0,01542
		Q. Apa	88,95	68	0,04843	0,03702	0,00926	0,03917
	Q. El Totumo	Q. La Arenosa	91,76	68,83	0,00927	0,00695	0,00174	0,00753
		Q. Tuluní	93,17	69,25	0,75802	0,56341	0,14085	0,61717
		Q. Copete	94,55	71,33	0,01155	0,00871	0,00218	0,00937
		Q. El Totumo	94,55	71,33	0,48383	0,36501	0,09125	0,39258
		Total Q. El Totumo			1,26267		0,09125	1,17142

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Precip. Max. Diaria		Q. Medio (m3/seg)	Q. Min (m3/seg)	Q. Ecológico (m3/seg)	Oferta Hídrica Neta (m3/seg)
			Vr. Med	Vr. Mín.				
AMOYA	Q. Piñal / Santa Rosa		94,55	71,33	0,04041	0,03048	0,00762	0,03278
	Q. El Neme	Q. Los Azucenos	89,99	64,75	0,11237	0,08085	0,02021	0,09216
		Q. El Mulato	91,03	61,5	0,0469	0,03168	0,00792	0,03898
		Q. Irco	91,03	61,5	0,08566	0,05787	0,01447	0,07119
		Q. El Neme	94,17	68,5	0,03425	0,02491	0,00623	0,02802
		Total Q. El Neme			0,27918		0,00623	0,27295
	R. Amoyá 4		94,17	68,5	0,25503	0,18551	0,04638	0,20866
Total Oferta Hídrica Cuenca Río Amoyá					43,20196	7,85	1,06264	42,13931

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

- Rendimiento Hídrico

La Cuenca del Río Amoyá posee un rendimiento de 0.30 litros/seg/ha. A nivel de subcuencas integrantes, las unidades hidrológicas con más alta relación de producción son las quebradas Grande y Tequendama con rendimientos de 0.68 y 0.67 litros/seg/ha, que se estiman muy altos. Los ríos Ambeima, Negro y Davis poseen rendimientos de 0.45, 0.44 y 0.41 litros/seg/ha, considerados altos.

Las quebradas San Jorge, San José, La Rivera y El Diamante, presentan rendimientos de 0.37, 0.34 y 0.23 litros/seg/ha respectivamente, considerados como medios. Las quebradas Las Nieves y De Irco poseen rendimientos de 0.10 y 0.20 litros/seg/ha, considerados como bajos, y las quebradas El Totumo y El Neme presentan las más bajas relaciones de producción, con valores de 0.06 y 0.05 litros/seg/ha, por lo que se consideran de muy bajo rendimiento.

En el río Amoyá, a nivel de microcuencas las quebradas Las Abras, El Diablo y Villa María, influenciadas por la estación de San José de Las hermosas con una extensión de 590.67 ha, presentan relaciones de 0.75 litros/seg/ha que se constituyen en los más altos rendimientos en toda la Cuenca. La microcuenca de la quebrada El Capote integrante de la subcuenca de la quebrada El Totumo y las microcuencas de las quebradas La Chele, Tasajo, Gudalejo, Betania y Pelarco que hacen parte de la subcuenca de la quebrada De Irco y que se encuentran influenciadas por la estación El Limón, presentan un rendimiento nulo.

La quebrada Linday en la subcuenca de la quebrada De Irco e influenciada por la estación El Limón, la quebrada La Arenosa integrante de la subcuenca de la quebrada El Totumo influenciada por las estaciones El Limón y Guaní y la quebrada El Neme en la subcuenca del mismo nombre e influenciada por la estación de Guaní registran uno de los más bajos rendimientos (0.02 litros/seg/ha) (Tabla 23).

Tabla 23. Producción y rendimiento hídrico de la Cuenca Río Amoyá.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Area		Caudal (m3/seg)	Rendimiento	
			(ha)	(%)		(ha)	(%)
AMOYA		Q. La Guasanera	743,04	0,52%	0,04821	0,06	0,11%
	Q. Morales		1699,06	1,18%	0,20036	0,12	0,46%
	R. Amoyá 1		6615,2	4,60%	0,99275	0,15	2,30%
	Q. El Diamante		2318,31	1,61%	0,52263	0,23	1,21%
	Q. Las Nieves	Q. El Salto	731,99	0,51%	0,03226	0,04	0,07%
		Q. Las Nieves	2078,74	1,45%	0,24514	0,12	0,57%
		Total Q. Las Nieves	2810,73	1,96%	0,2774	0,1	0,64%
	R. Amoyá 2		1385,22	0,96%	0,25753	0,19	0,60%
		Q. El Gallo	720,43	0,50%	0,01957	0,03	0,05%
		Q. La Lejia	665,86	0,46%	0,01809	0,03	0,04%
		Q. El Recodo	1206,98	0,84%	0,10804	0,09	0,25%
		Q. El Mirador	212,31	0,15%	0,0777	0,37	0,18%
		Q. La Soledad	1456,11	1,01%	0,31991	0,22	0,74%
		Q. El Vagón / Rosario	398,5	0,28%	0,14358	0,36	0,33%
	Q. La Rivera	Q. La Esperanza	487,94	0,34%	0,1758	0,36	0,41%
		Q. La Rivera	6736,38	4,69%	1,47998	0,22	3,43%
		Total Q. La Rivera	7224,32	5,03%	1,65578	0,23	3,83%
		Q. Alemania	1581,49	1,10%	0,75593	0,48	1,75%
		Q. Villa María	223,32	0,16%	0,16686	0,75	0,39%
		Q. El Diablo	154,04	0,11%	0,11509	0,75	0,27%
		Q. El Oso	133,79	0,09%	0,0902	0,67	0,21%
	R. Amoyá 2B		2193,97	1,53%	0,58933	0,27	1,36%
		Q. Guataquí / La Linda	780,7	0,54%	0,176	0,23	0,41%
	Q. San José	Q. Primavera	286,28	0,20%	0,10476	0,37	0,24%
		Q. Australia	694,55	0,48%	0,29179	0,42	0,68%
		Q. San José	2077,38	1,45%	0,6553	0,32	1,52%
		Total Q. San José	3058,21	2,13%	1,05185	0,34	2,43%
		Q. El Horizonte	630,61	0,44%	0,34027	0,54	0,79%
		Q. Las Abras	213,31	0,15%	0,15938	0,75	0,37%
		Q. El Cairo / Villas	305,63	0,21%	0,16491	0,54	0,38%
		Q. El Quebradón	606,21	0,42%	0,36672	0,6	0,85%
	Q. Tequendama		1413,43	0,98%	0,95282	0,67	2,21%

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Area		Caudal (m3/seg)	Rendimiento	
			(ha)	(%)		(ha)	(%)
AMOYA	R. Davis	R. Davis	2798,3	1,95%	1,02402	0,37	2,37%
		Q. El Brillante	2952,18	2,05%	0,66552	0,23	1,54%
		Q. El Quebradón	1395,33	0,97%	0,8441	0,6	1,95%
		Q. La Aldea	1519,59	1,06%	0,72633	0,48	1,68%
		Q. Aguas Claras	1800,28	1,25%	0,8605	0,48	1,99%
		Q. San Ignacio	930,38	0,65%	0,34046	0,37	0,79%
		Q. Monserrate	788,07	0,55%	0,42801	0,54	0,99%
		R. Davis 2	624,26	0,43%	0,42278	0,68	0,98%
		Total Rio Davis	12808,39	8,91%	5,31171	0,41	12,30%
	R. Negro	Q. El Pesar	1440,32	1,00%	0,45434	0,32	1,05%
		R. Negro	1885,35	1,31%	1,01729	0,54	2,35%
		Total Rio Negro	3325,67	2,31%	1,47163	0,44	3,41%
		Q. Santa Bárbara	428,88	0,30%	0,29046	0,68	0,67%
	Q. San Jorge	Q. Agua Bonita	375,32	0,26%	0,1515	0,4	0,35%
		Q. El Tibet	240,85	0,17%	0,16311	0,68	0,38%
		Q. Chinchiná	539,84	0,38%	0,24778	0,46	0,57%
		Q. San Jorge	937,99	0,65%	0,20485	0,22	0,47%
		Total Q. San Jorge	2094	1,46%	0,76725	0,37	1,78%
		Q. El Cedral	722,06	0,50%	0,4392	0,61	1,02%
		Q. La Despensa	197,71	0,14%	0,1339	0,68	0,31%
	Q. Grande		2233,03	1,55%	1,51231	0,68	3,50%
		Q. El Salado	269,52	0,19%	0,09975	0,37	0,23%
	R. Ambeima	Q. El Chupadero	949,59	0,66%	0,56955	0,6	1,32%
		Q. La Meseta	829,75	0,58%	0,34398	0,41	0,80%
		Q. Las Mirlas	173,76	0,12%	0,07204	0,41	0,17%
		Q. Pedregosa	1060,34	0,74%	0,33448	0,32	0,77%
		Q. Las Damas	344,58	0,24%	0,1261	0,37	0,29%
		Q. La Profunda	131,89	0,09%	0,04826	0,37	0,11%
		Q. Los Saltos	283,76	0,20%	0,10384	0,37	0,24%
		Q. La Lejia	1172,9	0,82%	0,21806	0,19	0,50%
		Q. El Cajucho	444,23	0,31%	0,16256	0,37	0,38%
		Q. Negra	682,93	0,48%	0,24992	0,37	0,58%
		Q. La Arenosa	647,97	0,45%	0,23712	0,37	0,55%
		Q. La Cristalina	535,36	0,37%	0,16888	0,32	0,39%
		Q. La Palmera	358,24	0,25%	0,15191	0,42	0,35%
		Q. El Cural	773,96	0,54%	0,47078	0,61	1,09%

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Area		Caudal (m3/seg)	Rendimiento	
			(ha)	(%)		(ha)	(%)
AMOYA	R. Ambeima	Q. Malucha	468,21	0,33%	0,25428	0,54	0,59%
		Q. Las Molinas	437,49	0,30%	0,10059	0,23	0,23%
		Q. Tinaja	575,16	0,40%	0,31237	0,54	0,72%
		Q. Cafuche	1106,41	0,77%	0,53297	0,48	1,23%
		R. Ambeima	20473	14,24%	9,78573	0,48	22,65%
		Total Rio Ambeima	31449,52	21,88%	14,24341	0,45	32,97%
	Q. De Irco	Q. De Irco 1	1826,25	1,27%	0,87973	0,48	2,04%
		Q. La Arenosa	574,98	0,40%	0,21278	0,37	0,49%
		Q Las Dantas	732,62	0,51%	0,31067	0,42	0,72%
		Q. El Infierno	840,4	0,58%	0,40484	0,48	0,94%
		Q. Florian	114,56	0,08%	0,03663	0,32	0,08%
		Q. Guacamayas	532,85	0,37%	0,16749	0,31	0,39%
		Q. Carbonal	475,24	0,33%	0,07345	0,15	0,17%
		Q. Pelarco	684,78	0,48%	0,00102	0	0,00%
		Q. Betania	461,88	0,32%	0,00068	0	0,00%
		Q. Gudalejo	260,32	0,18%	0	0	0,00%
		Q. Tasajo	662,89	0,46%	0	0	0,00%
		Q. Linday	2166,87	1,51%	0,03611	0,02	0,08%
		Q La Chele	1303,35	0,91%	0	0	0,00%
		Q. De Irco 2	1244,51	0,87%	0,31002	0,25	0,72%
		Total Q. De Irco	11881,5	8,27%	2,43343	0,2	5,63%
	R. Amoyá 3		9249,07	6,43%	5,02323	0,54	11,63%
		Q. Profunda	250,11	0,17%	0,01906	0,08	0,04%
		Q. Apa	635,4	0,44%	0,04843	0,08	0,11%
	Q. El Totumo	Q. La Arenosa	430,28	0,30%	0,00927	0,02	0,02%
		Q. Tuluní	14312,9	9,96%	0,75802	0,05	1,75%
		Q. Copete	2531,79	1,76%	0,01155	0	0,03%
		Q. El Totumo	3516,54	2,45%	0,48383	0,14	1,12%
		Total Q. El Totumo	20791,51	14,46%	1,26267	0,06	2,92%
	Q. Piñal / Santa Rosa		293,7	0,20%	0,04041	0,14	0,09%
	Q. El Neme	Q. Los Azucenos	1301,82	0,91%	0,11237	0,09	0,26%
		Q. El Mulato	1236,72	0,86%	0,0469	0,04	0,11%
		Q. Irco	883,02	0,61%	0,08566	0,1	0,20%
		Q. El Neme	2212,73	1,54%	0,03425	0,02	0,08%
		Total Q. El Neme	5634,29	3,92%	0,27918	0,05	0,65%

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Area		Caudal (m3/seg)	Rendimiento	
			(ha)	(%)		(ha)	(%)
	R. Amoyá 4		2722,39	1,89%	0,25503	0,09	0,59%
Total Cuenca Río Amoyá			143737,53	100%	43,20196	0,3	100%
Corrección por cambio de escala 1:25000 a 1:100000			-207,68				
Total Corregido Cuenca Río Amoyá			143529,85	100,00%	43,20196	0,3	100%

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

- Índice de Escasez

La Cuenca del Río Amoyá posee un Índice de Escasez de 0.03, que se considera de categoría mínima e indica una demanda muy baja de agua respecto a la oferta (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015). (Tabla 24).

Tabla 24. Índice de escasez Cuenca Río Amoyá.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Oferta hídrica Neta (m3/se g)	Total Demanda Anual (mmc)	Total Oferta Anual (mmc)		Índice de Escasez	
				Acumula da	Parci al	Acumula da	Parci al	Acumula do
AMOYA	Q. La Guasanera		0,0431 4	0	1,36	1,52	0	0
	Q. Morales		0,1793	0	5,65	7,84	0	0
	R. Amoyá 1		0,8884 3	0	28,02	39,15	0	0
	Q. El Diamante		0,4677	0	14,75	55,63	0	0
	Q. Las Nieves	Q. El Salto	0,0288 7	0	0,91	1,02	0	0
		Q. Las Nieves	0,2193 8	0	6,92	8,75	0	0
		Total Q. Las Nieves	0,2516 3	0	7,94	64,38	0	0
	R. Amoyá 2		0,2304 7	0	7,27	72,5	0	0
		Q. El Gallo	0,0175 1	0	0,55	73,11	0	0
		Q. La Lejía	0,0161 9	0,003	0,51	73,68	0,01	0
		Q. El Recodo	0,0966 9	0	3,05	77,09	0	0
		Q. El Mirador	0,0695 3	0	2,19	79,54	0	0
		Q. La Soledad	0,304	0,003	9,59	89,63	0	0
		Q. El Vagón / Rosario	0,1364 4	0,001	4,3	94,15	0	0

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Oferta hídrica Neta (m3/seg)	Total Demanda Anual (mmc)	Total Oferta Anual (mmc)		Índice de Escasez	
				Acumulada	Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulado
AMOYA	Q. La Rivera	Q. La Esperanza	0,16706	0,001	5,27	5,54	0	0
		Q. La Rivera	1,40641	0,02	44,35	52,2	0	0
		Total Q. La Rivera	1,58221	0,021	49,9	146,35	0	0
		Q. Alemania	0,67649	0,005	21,33	170,18	0	0
		Q. Villa María	0,14933	0,001	4,71	175,44	0	0
		Q. El Diablo	0,103	0,001	3,25	179,07	0	0
		Q. El Oso	0,08072	0,001	2,55	181,91	0	0
	R. Amoyá 2B		0,5274	0,01	16,63	200,49	0	0
	Q. Guataquí / La Linda		0,1575	0,004	4,97	206,03	0	0
	Q. San José	Q. Primavera	0,09375	0,003	2,96	3,3	0	0
		Q. Australia	0,26113	0,005	8,23	12,5	0	0
		Q. San José	0,58644	0,016	18,49	33,15	0	0
		Total Q. San José	0,98299	0,024	31	239,18	0	0
		Q. El Horizonte	0,30451	0,003	9,6	249,91	0	0
		Q. Las Abras	0,14263	0,001	4,5	254,94	0	0
		Q. El Cairo / Villas	0,14758	0,001	4,65	260,13	0	0
		Q. El Quebradón	0,32819	0,004	10,35	271,7	0	0
	Q. Tequendama		0,85269	0,006	26,89	301,74	0	0
	Río Davis	R. Davis	0,9164	0,002	28,9	32,29	0	0
		Q. El Brillante	0,59558	0,004	18,78	53,28	0	0
		Q. El Quebradón	0,75539	0,005	23,82	79,89	0	0
		Q. La Aldea	0,65	0,012	20,5	102,78	0	0
		Q. Aguas Claras	0,77007	0,016	24,28	129,9	0	0
		Q. San Ignacio	0,30468	0,01	9,61	140,63	0	0
		Q. Monserrate	0,35789	0,016	11,29	154,11	0	0
		R. Davis 2	0,35352	0,003	11,15	167,44	0	0
		Total Río Davis	5,13484	0,067	161,93	469,18	0	0
	Río Negro	Q. El Pesar	0,40659	0,003	12,82	14,32	0	0
		R. Negro	0,91038	0,034	28,71	46,37	0	0
		Total Río Negro	1,36472	0,038	43,04	515,55	0	0

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Oferta hídrica Neta (m3/seg)	Total Demanda Anual (mmc)	Total Oferta Anual (mmc)		Índice de Escasez	
				Acumulada	Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulado
AMOYA	Q. Santa Bárbara		0,24288	0,05	7,66	524,66	0,01	0
	Q. San Jorge	Q. Agua Bonita	0,12657	0,036	3,99	4,74	0,01	0,01
		Q. El Tibet	0,13639	0,004	4,3	9,88	0	0
		Q. Chinchiná	0,207	0,21	6,53	17,49	0,03	0,01
		Q. San Jorge	0,17114	0,033	5,4	23,91	0,01	0
		Total Q. San Jorge	0,73353	0,283	23,13	548,58	0,01	0
		Q. El Cedral	0,36725	0,073	11,58	562,35	0,01	0
	Q. La Despensa		0,11196	0,163	3,53	566,41	0,05	0
	Q. Grande		1,26456	0,478	39,88	613,63	0,01	0
		Q. El Salado	0,0834	0,009	2,63	616,76	0	0
	Río Ambeima	Q. El Chupadero	0,54124	0	17,07	17,96	0	0
		Q. La Meseta	0,32688	0	10,31	28,81	0	0
		Q. Las Mirlas	0,06846	0	2,16	31,08	0	0
		Q. Pedregosa	0,29933	0,001	9,44	41,63	0	0
		Q. Las Damas	0,11285	0,001	3,56	45,6	0	0
		Q. La Profunda	0,04319	0	1,36	47,12	0	0
		Q. Los Saltos	0,09293	0,001	2,93	50,4	0	0
		Q. La Lejía	0,19514	0,004	6,15	57,27	0	0
		Q. El Cajucho	0,14547	0,001	4,59	62,4	0	0
		Q. Negra	0,22365	0,002	7,05	70,28	0	0
		Q. La Arenosa	0,2122	0,002	6,69	77,75	0	0
		Q. Cristalina	0,15113	0,003	4,77	83,07	0	0
		Q. La Palmera	0,12702	0,002	4,01	87,86	0	0
		Q. El Cural	0,39365	0,021	12,41	102,69	0	0
		Q. Malucha	0,21262	0,107	6,71	110,6	0,02	0
		Q. Las Molinas	0,08411	0,151	2,65	113,62	0,06	0
		Q. Tinaja	0,2612	0,114	8,24	123,36	0,01	0
		Q. Cafuche	0,44566	0,17	14,05	140	0,01	0
		R. Ambeima	8,75734	0,164	276,17	448,44	0	0
		Total Río Ambeima	13,21503	0,744	416,75	1065,2	0	0
	Q. De Irco	Q. De Irco 1	0,73561	0,124	23,2	27,62	0,01	0
		Q. La Arenosa	0,17792	0,002	5,61	34,33	0	0

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Oferta hídrica Neta (m3/seg)	Total Demanda Anual (mmc)	Total Oferta Anual (mmc)		Índice de Escasez	
				Acumulada	Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulado
AMOYA	Q. De Irco	Q Las Dantas	0,25978	0,008	8,19	44,12	0	0
		Q. El Infierno	0,33851	0,073	10,68	56,81	0,01	0
		Q. Florian	0,03063	0,002	0,97	57,96	0	0
		Q. Guacamayas	0,14005	0,018	4,42	63,23	0	0
		Q. Carbonal	0,06142	0,014	1,94	65,53	0,01	0
		Q. Pelarco	0,00085	0,086	0,03	65,48	3,2	0
		Q. Betania	0,00057	0,016	0,02	65,48	0,91	0
		Q. Gudalejo	0	0,004	0	65,48		0
		Q. Tasajo	0	0,006	0	65,47		0
		Q. Linday	0,0302	0,052	0,95	66,56	0,05	0
		Q La Chele	0	0,027	0	66,53		0
		Q. De Irco 2	0,24903	0,014	7,85	76,29	0	0
		Total Q. De Irco	2,22831	0,446	70,27	1141,49	0,01	0
	R. Amoyá 3		4,20029	2,026	132,46	1297,88	0,02	0
		Q. Profunda	0,01542	0,005	0,49	1298,48	0,01	0
		Q. Apa	0,03917	0,412	1,24	1299,59	0,33	0
	Q. El Totumo	Q. La Arenosa	0,00753	0,002	0,24	0,29	0,01	0,01
		Q. Tuluní	0,61717	19,23	19,46	4,96	0,99	3,87
		Q. Copete	0,00937	0,019	0,3	5,31	0,06	0
		Q. El Totumo	0,39258	0,025	12,38	20,54	0	0
		Total Q. El Totumo	1,17142	19,276	36,94	1320,14	0,52	0,01
	Q. Piñal / Santa Rosa		0,03278	0,002	1,03	1321,41	0	0
	Q. El Neme	Q. Los Azucenos	0,09216	1,805	2,91	1,74	0,62	1,04
		Q. El Mulato	0,03898	3,193	1,23	0,02	2,6	129,98
		Q. Irco	0,07119	0,338	2,25	2,39	0,15	0,14
		Q. El Neme	0,02802	10,563	0,88	-7,1	11,95	1,49
		Total Q. El Neme	0,27295	15,9	8,61	1314,31	1,85	0,01
	R. Amoyá 4		0,20866	2,792	6,58	1319,56	0,42	0
Total Cuenca Rio Amoyá			43,20196	7,8474				

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

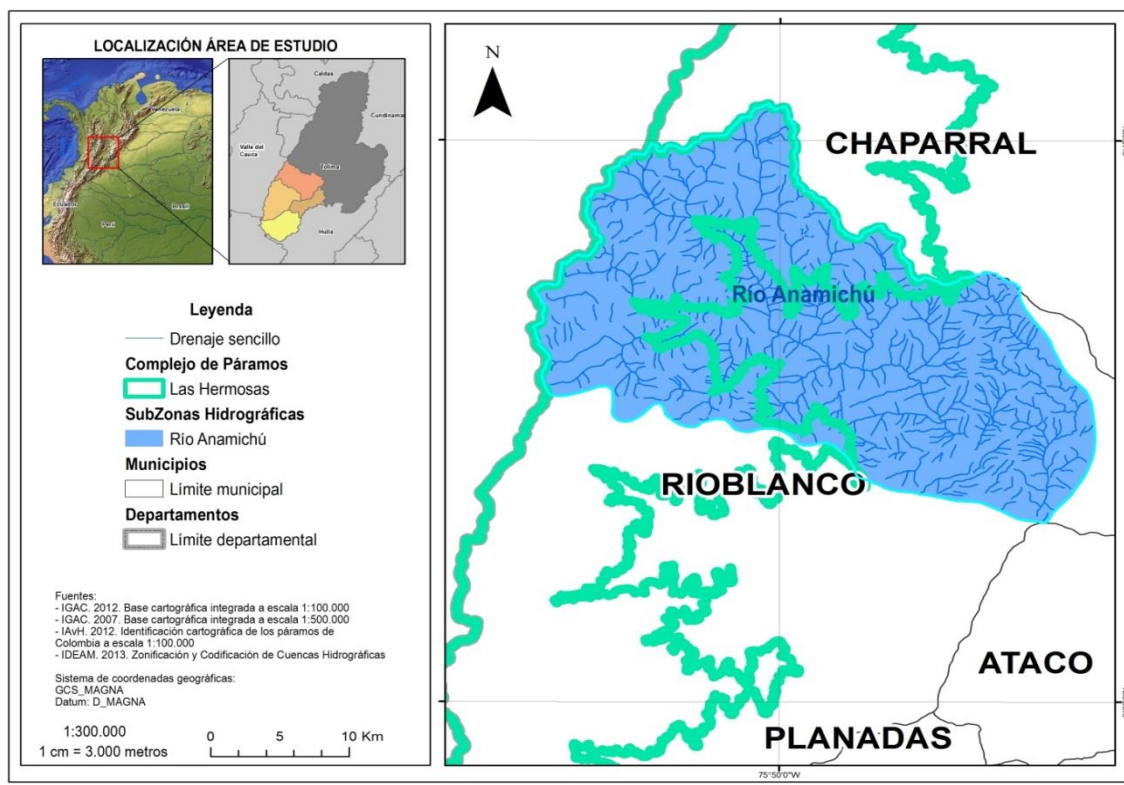
b) Cuenca Río Anamichú¹⁴

El río Anamichú nace en jurisdicción del municipio de Rioblanco en el Páramo de Las Hermosas ubicado en el flanco oriental en las estribaciones de la Cordillera Central, a una altura de 3.675 msnm, y desemboca dentro de la misma jurisdicción municipal, sobre la margen izquierda en el Río Saldaña aguas abajo a los 770 msnm presenta una dirección de nacimiento a la desembocadura de noroeste a sureste. La longitud del cauce principal es de aproximadamente 52 kilómetros, presentando una pendiente media del 5.58%.

Esta cuenca hidrográfica presenta una variación altitudinal comprendida entre los 800 y los 4.000 msnm, lo que genera dentro de su territorio una gran variedad de climas (determinados según Clasificación Caldas Lang) 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.

En la cuenca hidrográfica del río Anamichú la cobertura de uso de la tierra predominante son los bosques con un área de 31.656,93 ha, que corresponde al 41.74% área total de la cuenca y se encuentran localizados principalmente en la zona del Parque Nacional Natural Las Hermosas, seguidamente se encuentran los pastos con un área de 26.152,54 ha, las cuales ocupan el 34.48% del área total de la cuenca (Figura 18).

Figura 18. Cuenca del Río Anamichú



Fuente: Convenio CORTOLIMA – IvAH (2015).

¹⁴ La descripción se realiza de acuerdo con el estudio realizado por CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

La Cuenca hidrográfica del río Anamichú comprende 75.845,712 ha y se encuentra constituida por las Subcuencas de los ríos Anamichú, San José, Negro, Yarumal, Verde, la Quebrada, Blanco, las quebradas La Leona, el Ahogado, la Catalina, la Ilusión, San Mateo, el Duda, la Marmaja y Tolima y las Microcuencas de las quebradas el Vergel, la Lejía, Borrascosa, Maraveles, Bardana, el Bosque, la Mitaca, la Pedregosa, la Estación, Florida y el Caucho que drenan directamente a su cauce principal. Su función primordial es la de suministrar agua para consumo humano y uso doméstico, especialmente en el municipio de Rioblanco (Quebradas el Duda y el Quebradón integrantes de la Subcuenca de Rioblanco) y otros centros habitacionales de menor densidad poblacional como la Uribe y Gaitán, además de abastecer de agua para el uso agrícola y pecuario (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

- Oferta Hídrica

Se considera oferta hídrica al volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas en la cuenca. La estimación de la oferta hídrica tiene como base la dinámica y los procesos que se dan en el ciclo hidrológico (relación agua, planta suelo), que determinan en un espacio y un período dado la disponibilidad del recurso agua para los requerimientos de las actividades antrópicas.

Según el POMCA del río Anamichú, la cuenca posee una producción hídrica total de 25.83920 m³/seg que corresponde al valor de su caudal medio. Las mayores unidades hidrológicas aportantes son las de los ríos Anamichú (tomada como una sola unidad el sector de su cauce principal y microcuencas que le drenan directamente a él.) y río Blanco, con producciones hídricas totales de 6,9799 m³/seg y 5.9523 m³/seg respectivamente. El mayor aporte hídrico territorial corresponde al municipio de río blanco con el 100% de la oferta total (Tabla 25).

Tabla 25. Producción Hídrica (Caudal Medio) y Oferta Hídrica de la Cuenca del río Anamichú.

Cuenca	Subcuenca	Escorrentía (m3)	Microcuenca	Precip. Máxima Diaria		Caudal Medio (m3/seg)	Caudal de Reparto (m3/seg)	Caudal Ecológico (m3/seg)	Oferta Hídrica Neta
				Vr. Medio	Vr. Mínimo				
Río Anamichú	Río Anamichú 1	857		49,33	31,7	0,00992	0,00637	0,00159	0,00833
		1715	Q. Cambrín	49,33	31,7	0,01985	0,01276	0,00319	0,01666
	Q. La Leona	2608		49,33	31,7	0,03019	0,0194	0,00485	0,02534
	Q. El Ahogado	39586		49,33	31,7	0,45817	0,29443	0,07361	0,38456
	Río San José	14016	Q. La Dolores	49,33	31,7	0,16225	0,10426	0,02607	0,13618
		59340	Río Sincerín	49,33	31,7	0,68681	0,44135	0,11034	0,57647
		73491	Río San José	49,33	31,7	0,85059	0,5466	0,13665	0,71394
	Total Río San José					1,69964		0,13665	1,56299

Cuenca	Subcuenca	Escorrentía (m3)	Microcuenca	Precip. Máxima Diaria		Caudal Medio (m3/seg)	Caudal de Reparto (m3/seg)	Caudal Ecológico (m3/seg)	Oferta Hídrica Neta
				Vr. Medio	Vr. Mínimo				
Rio Anamichú		5471	Q. El vergel	49,33	31,7	0,06332	0,04069	0,01017	0,05315
	Q. La Catalia	77558		49,33	31,7	0,89766	0,57685	0,14421	0,75345
	Q. Yarumal	113547		49,33	31,7	1,3142	0,84452	0,21113	1,10307
		18885	Q. La Lejía	49,33	31,7	0,21858	0,14046	0,03511	0,18346
	Río Negro	111180		63,44	41,8	1,28681	0,84786	0,21197	1,07484
		21849	Q. Borrascosa	63,44	41,8	0,25288	0,16662	0,04166	0,21123
		15867	Q. Maraveles	63,44	41,8	0,18365	0,121	0,03025	0,1534
	Río Anamic hú 2	524036		63,44	41,8	6,06523	3,99632	0,99908	5,06615
	Río Verde	150308		63,44	41,8	1,73968	1,14626	0,28656	1,45311
	Río Anamic hú 3	69158		62,09	37	0,80044	0,47699	0,11925	0,68119
	Río Anamic hú 4	2723		76,87	49,5	0,03152	0,02029	0,00507	0,02644
		9327	Q. Bardana	63,44	41,8	0,10795	0,07113	0,01778	0,09017
	Q. La Ilusión	35554		63,44	41,8	0,4115	0,27114	0,06778	0,34372
	Río Anamic hú 5	14		76,87	49,5	0,00016	0,0001	0,00003	0,00014
		19090	Q. El Bosque	63,44	41,8	0,22095	0,14558	0,0364	0,18455
	Q. San Mateo	72137		63,44	41,8	0,83492	0,55012	0,13753	0,69739
		2143	Q. La Mitaca	76,87	49,5	0,0248	0,01597	0,00399	0,02081
		581	Q. La Pedragosa	76,87	49,5	0,00672	0,00433	0,00108	0,00564
	Río La Quebrada	41013	Q. El Silencio	63,44	41,8	0,47469	0,31277	0,07819	0,3965
		132415	Río La Quebrada	63,44	41,8	1,53258	1,0098	0,25245	1,28013
	Total Río La Quebrada					2,00727		0,25245	0,17548 ₂

Cuenca	Subcuenca	Escurrentía (m3)	Microcuenca	Precip. Máxima Diaria		Caudal Medio (m3/seg)	Caudal de Reparto (m3/seg)	Caudal Ecológico (m3/seg)	Oferta Hídrica Neta
				Vr. Medio	Vr. Mínimo				
Río Anamichú	Q. Tolima	93152		63,44	41,8	1,07815	0,71038	0,1776	0,90055
	Río Anamichú 6	852		82,46	48,5	0,00986	0,0058	0,00145	0,00841
		348	Q. La Estación	76,87	49,5	0,00403	0,00259	0,00065	0,00338
		3344	Q. La Florida 1	75,8	44,67	0,0387	0,02281	0,0057	0,033
		636	Q. El Caucho	75,8	44,67	0,00736	0,00434	0,000108	0,00628
	Rioblanco	92413	Q. El Quebradón	63,44	41,8	1,06959	0,70475	0,17619	0,89341
		3475011	Rioblanco 1	63,44	41,8	4,022	2,65006	0,66251	3,35949
		4242	Q. La Florida 2	76,87	49,5	0,0491	0,03162	0,0079	0,04119
		9081	Q. El Duda	76,87	49,5	0,1051	0,06768	0,01692	0,08818
		24031	Rioblanco 2	75,8	44,67	0,27814	0,16391	0,04098	0,23716
		33928	Q. Marmaja	75,8	44,67	0,39269	0,23141	0,05785	0,33483
		1330	Q. La Barrialosa	75,8	44,67	0,01539	0,00907	0,00227	0,01313
		1756	Q. El Cedro	75,8	44,67	0,02032	0,01198	0,00299	0,01733
	Total Rioblanco					5,95234		0,70349	5,24885
	Río Anamichú 7	5422		75,8	44,67	0,06275	0,03698	0,00925	0,05351
Total Cuenca Río Anamichú						25,8392		1,13572	24,70348

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

- Rendimiento Hídrico

De acuerdo al área y la producción hídrica obtenida de cada unidad hidrográfica, se calculó el rendimiento a nivel de las subcuencas integrantes de la Cuenca del río Anamichú y se establece que la Cuenca del río Anamichú posee un rendimiento de 0.34 litros /Seg/ha, que se considera medio.

A nivel de subcuencas integrantes, las unidades hidrológicas río la Quebrada y quebrada Tolima, influenciadas por las estaciones Gaitán, Santiago Pérez y Casa de Teja registran las más altas relaciones con rendimientos de 0.77 y 0.64 litros/seg/ha que se estiman de categoría muy alta. Igualmente se destacan las subcuencas del río Verde, las quebradas la Ilusión y San Mateo que registran 0.57 litros/seg/ha y el río Blanco con una relación de 0.56 litros/seg/ha que se estiman de

categoría alta. La más baja relación de rendimiento la presenta la subcuenca de la quebrada el Ahogado que registra 0.02 litros/seg/ha y se estima de categoría muy baja (Tabla 26).

A nivel de microcuencas, la quebrada Maraveles influenciada por las estaciones Gaitán, Santiago Pérez y Casa de Teja presenta un rendimiento de 1.04 litros/seg/ha y se constituye en el mayor índice de la cuenca del río Anamichú. Igualmente, los sectores de la parte alta de los ríos la Quebrada y Blanco y las microcuencas de las quebradas Borrascosa, el Silencio y el Quebradón influenciadas por las mismas estaciones, registran relaciones de 0.79 y 0.72 litros/seg/ha y se consideran de rendimiento muy alto.

Las microcuencas de las quebradas Cambrín, la Dolores, la Pedregosa, la Estación, la Florida 1 y los sectores 1, 5, 6 y 7 del río Anamichú presentan relaciones menores a 0.10 litros/seg/ha, por lo que se consideran de muy bajo rendimiento.

Tabla 26. Producción y rendimiento hídrico, Cuenca Río Anamichú.

Nombre Subcuenca	Área	Producción	Rendimiento
	(ha)	(L/Seg)	(L/Seg/ha)
Q. El Ahogado	4942,9512	458,17	0,02
Q. La Catalina	4073,5496	897,66	0,22
Q. La Ilusión	717,1372	411,5	0,57
Q. La Leona	1581,8438	30,19	0,02
Q. San Mateo	1454,6832	834,92	0,57
Q. Tolima	1677,9635	1078,15	0,64
Q. Yarumal	5963,8274	1314,2	0,22
R. Anamichu	20105,0565	8128,68	0,4
R. La Quebrada	2599,826	2007,27	0,77
R. Negro	3818,3311	1286,81	0,34
R. San José	15205,119	1699,64	0,11
R. Verde	3031,7885	1739,68	0,57
Rioblanco	10673,6355	5952,34	0,56
Total cuenca	75845,7125	25839,21	0,34

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

- Demanda Hídrica

De acuerdo con el POMCA del río Anamichú, la cuenca tiene una demanda para consumo humano en el sector urbano de 0.265 millones de m³/año y 0.606 millones de m³/año para consumo humano en el sector rural.

El total de la demanda para consumo bovino en la cuenca del río Anamichú se estimó en 0.080 millones de m³/año. El cultivo de café se constituye en la principal actividad agrícola y económica de la cuenca del río Anamichú, dada la cantidad del área sembrada en dicho cultivo, se constituye además en la actividad con mayores necesidades de consumo, 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 de acuerdo a la encuesta Nacional Agropecuaria 2003 se estimó una producción

promedio de 0.8 Ton/ha En concordancia con la información del censo cafetero suministrada por el Comité de Cafeteros del Tolima a nivel veredal, en la cuenca del río Anamichú se registra una demanda de 0,7349 millones de m³/año, calculada para este cultivo.

Aunque el benéfico 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 (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

- Índice de Escasez.

La cuenca del río Anamichú posee un Índice de Escasez de 0.002, que se considera de categoría no significativa e indica una demanda muy baja de agua respecto a la oferta. En la Tabla 27, se registra el índice de escasez calculado a nivel de cuenca, subcuencas y microcuencas.

Tabla 27. Índice de Escasez, Cuenca Río Anamichú.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Oferta Hídrica Neta	Total Demanda Anual (millones m3)	Total Oferta Anual (Millones m3)		Índice de Escasez	
					Parcial	Acum.	Parcial	Acum.
Río Anamichú	Río Anamichú 1		0,00833	0	0,26	0,31	0	0
		Q. Cambrín	0,01666	0	0,53	0,94	0	0
	Q. La Leona		0,02534	0	0,8	1,89	0	0
	Q. El Ahogado		0,38456	0	12,13	16,34	0	0
	Río San José	Q. La Dolores	0,13618	0	4,29	5,12	0	0
		Río Sincerín	0,57647	0	18,18	26,78	0	0
		Río San José	0,71394	0,001	22,51	53,6	0	0
	Total Río San José		1,56299	0,001	49,29	69,94	0	0
		Q. El Vergel	0,05315	0,001	1,68	71,93	0	0
	Q. La Catalina		0,75345	0,002	23,76	100,24	0	0
	Q. Yarumal		1,10307	0,01	34,79	141,67	0	0
		Q. La Lejía	0,18346	0,004	5,79	148,56	0	0
	Río Negro		1,07484	0,013	33,9	189,13	0	0
		Q. Borrascosa	0,21123	0,015	6,66	197,09	0	0
		Q. Maraveles	0,1534	0,004	4,84	202,88	0	0
	Río Anamichú 2		5,06615	0,01	159,77	394,14	0	0
	Río Verde		1,45311	0,066	45,83	448,94	0	0
	Río Anamichú 3		0,68119	0,033	21,48	474,15	0	0

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Oferta Hídrica Neta	Total Demanda Anual (millones m3)	Total Oferta Anual (Millones m3)		Índice de Escasez	
					Parcial	Acum.	Parcial	Acum.
Río Anamichú	Río Anamichú 4		0,02644	0,004	0,83	475,14	0	0
		Q. Bardana	0,09017	0,006	2,84	478,53	0	0
	Q. La Ilusión		0,34372	0,014	10,84	491,5	0	0
	Río Anamichú 5		0,00014	0,035	0,004	491,47	8,13	0
		Q. El Bosque	0,18455	0,003	5,82	498,43	0	0
	Q. San Mateo		0,69739	0,035	21,99	524,73	0	0
		Q. La Mitaca	0,02081	0,013	0,66	525,5	0,02	0
		Q. La Pedragosa	0,0564	0,007	0,18	525,7	0,04	0
	Río La Quebrada	Q. El Silencio	0,3965	0,009	12,5	14,96	0	0
		Río La Quebrada	1,28013	0,053	40,37	63,24	0	0
	Total Río La Quebrada		1,75482	0,062	55,34	588,94	0	0
	Q. Tolima		0,90055	0,083	28,4	622,86	0	0
	Río Anamichú 6		0,00841	0,028	0,27	623,14	0,11	0
		Q. La Estación	0,00338	0,014	0,11	623,25	0,14	0
		Q. La Florida 1	0,033	0,036	1,04	624,44	0,03	0
		Q. El Caucho	0,00628	0,002	0,2	624,67	0,01	0
	Rioblanco	Q. El Quebradón	0,89341	0,061	28,17	33,67	0	0
		Rioblanco 1	3,35949	0,186	105,94	160,32	0	0
		Q. La Florida 2	0,04119	0,026	1,3	161,84	0,02	0
		Q. El Duda	0,08818	0,332	2,78	164,83	0,12	0
		Rioblanco 2	0,23716	0,041	7,48	173,56	0,01	0
		Q. Marmaja	0,33483	0,084	10,56	185,86	0,01	0
		Q. La Barrialosa	0,01313	0,004	0,41	186,34	0,01	0
		Q. El Cedro	0,01733	0,022	0,55	186,96	0,04	0
	Total Rioblanco		5,24885	0,698	165,53	811,68	0	0
	Río Anamichú 7		0,05351	0,077	1,69	813,59	0,05	0
Total Cuenca Río Anamichú			24,70348	1,279	779,05	813,59	0,002	0,002

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015)

Los sistemas de producción predominantes en la cuenca del río Anamichú son: pastos con ganadería extensiva, café en asocio con plátano y con cultivos de pancoger que se encuentran ubicados principalmente en la parte media de la cuenca; y caña panelera y cacao en asocio con aguacate que se localizan en la parte baja de la cuenca.

De esta manera se puede analizar que en la parte baja de la cuenca, por debajo de los 2.000 msnm, se presenta una fuerte presión por los sistemas de producción predominantes en la zona, ya que la mayor área es ocupada por pastos con ganadería extensiva, donde se han inducido procesos de deforestación, que han llevado a la ampliación de la frontera agrícola. La presencia del sobrepastoreo y la baja rotación de estos, han deteriorado el recurso suelo y ocasionado procesos de erosión fuerte y severa; por otro lado se presenta un déficit en el recurso hídrico determinado por las bajas precipitaciones y por la poca cobertura vegetal que no facilita la retención del agua, esto se ve reflejado en los altos índices de escasez, localizados principalmente en las subcuencas de las quebradas Tolima, San Mateo, Quebradón, el Duda y el río Ríoblanco (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

En la parte alta y media de la cuenca, no se presentan índices de escasez altos, debido a que hay una gran oferta hídrica por la buena cobertura vegetal y la buena precipitación y una baja demanda del recurso hídrico.

En la parte alta de la cuenca, se observa vegetación de páramo, con presencia de pajonales y pastos naturales, los cuales han generado una buena protección al recurso suelo; tampoco se manifiesta una fuerte intervención, ni un deterioro en esta zona ya que la densidad poblacional es mínima.

El estudio del índice de escasez, arroja que la Cuenca del Río Anamichú, presenta un índice de 0,03, es decir un índice muy bajo - demanda no significativa, en este se resaltan las subcuencas de la quebrada La leona, El ahogado y el río San José las cuales deben tener un régimen de manejo especial para conservar estas características de oferentes hídricos.

c) Cuenca del Río Hereje¹⁵

La Cuenca del río Hereje se localiza en el sector suroccidental del departamento de Tolima, sobre la vertiente oriental de la cordillera Central. Es una zona con pendientes relativamente fuertes que hacen parte de la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Las Hermosas. Presenta un terreno pedregoso en las laderas, con suelos pantanosos en las partes bajas. Principalmente, el sitio está cubierto por bosques montanos; sin embargo, en algunos sectores ha sido transformado para la implementación de zonas de cultivo, ganadería y en menor proporción cultivos ilícitos. Adicionalmente, la construcción de una vía de acceso ha generado un fuerte impacto en algunos sectores del lugar. La laguna el Meridiano localizada en la parte alta, se encuentra rodeada por un ecotono compuesto en su mayor parte de pajonal, frailejones dispersos y pequeños potreros destinados a la ganadería. Los espacios abiertos dentro de la laguna están densamente cubiertos por parches extensos de plantas flotantes, mientras que algunas pequeñas porciones de la orilla se encuentran cubiertas por piedra de origen volcánico. En los alrededores de la laguna se observa actividad de ganado bovino (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

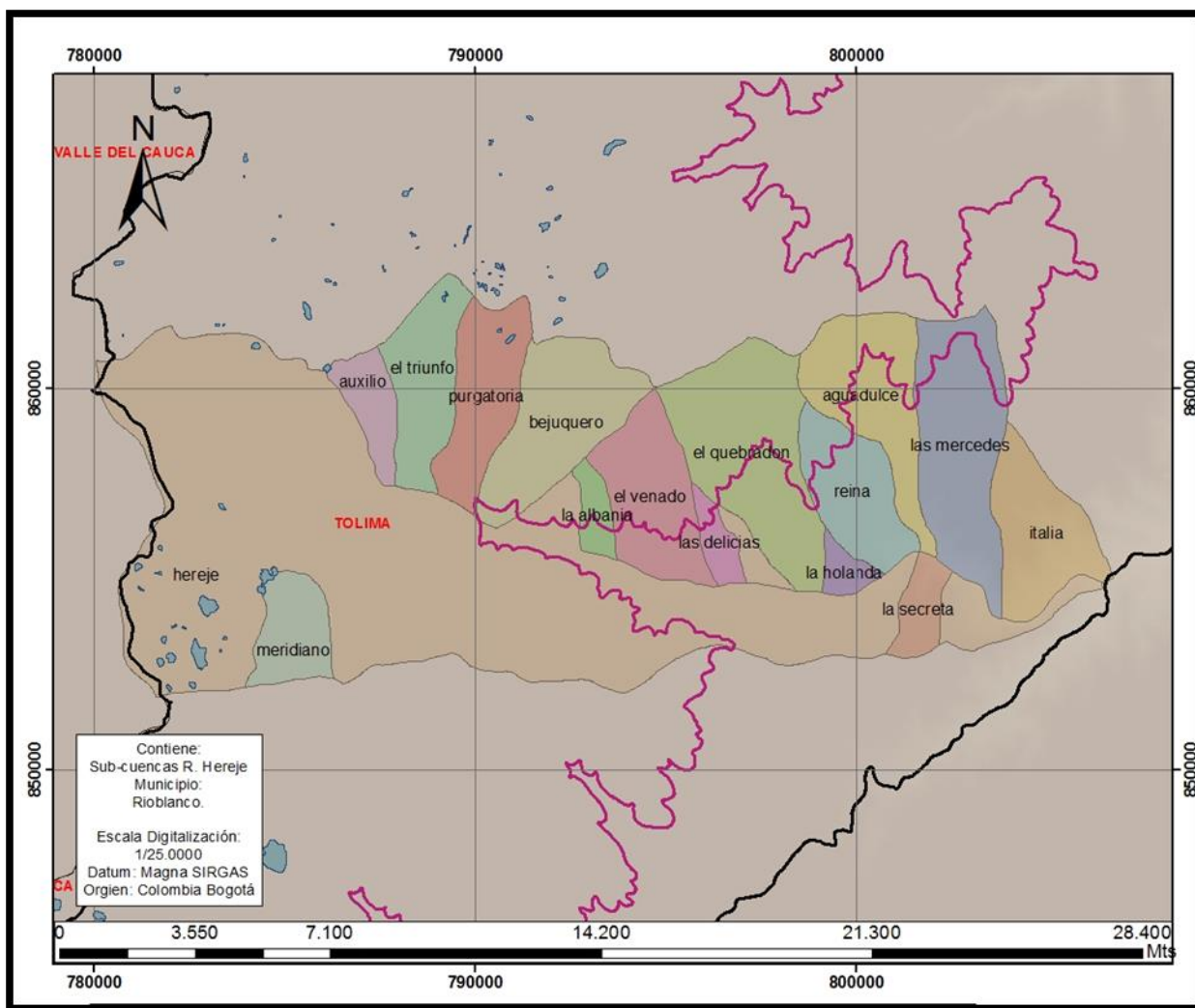
La cuenca del río Hereje es considerada un gran reservorio de agua gracias a los ecosistemas de humedales presentes en la zona y al páramo Meridiano, que constituye el 57,8% de la cuenca. Otra característica de la cuenca es su alta pluviometría, que crea condiciones agrometeorológicas aptas

¹⁵ Para la cuenca del río Hereje solo se cuenta con información de aporte hídrico. Descripción realizada a partir del estudio realizado por CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

para el desarrollo de la agricultura, cumpliendo un rol fundamental en el sistema social y económico de la cuenca, en áreas designadas por ordenamiento territorial para el desarrollo de actividades agropecuarias, manteniendo la protección del ecosistema de páramo y la producción del recurso hídrico.

La extensión de la cuenca del río Hereje es de 20.691,91 ha, subdividida en 5 subcuencas y 15 microcuencas, a continuación se presenta el área de cada una de ellas, con su porcentaje de ocupación (Figura 19 y Tabla 28).

Figura 19. Cuenca Río Hereje.



Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015)

Tabla 28. Área de las subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del Río Hereje.

Subcuenca	Microcuenca	Área (Ha)
Río Hereje		9056,361
	Quebrada La Italia	500,604
	Quebrada La Secreta	214,829
Quebrada Las Mercedes		1217,901
Quebrada Aguadulce		1087,224
	Quebrada La Reina	718,689
	Quebrada Holanda	45,28
Quebrada El Quebradón		1614,516
	Quebrada Las Delicias	93,244
	Quebrada NN2	444,879
	Quebrada El Venado	399,825
	Quebrada NN3	550,104
	Quebrada Albania	94,45
Quebrada Bejuquero		1012,922
	Quebrada NN5	757,219
	Quebrada Purgatorio	751,799
	Quebrada El Triunfo	778,082
	Quebrada El Auxilio	301,915
	Quebrada NN6	792,886
	Quebrada Meridiano	259,184
Total		20.691,91

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

A continuación se presenta el aporte hídrico de cada una de las subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Hereje (Tabla 29).

Tabla 29. Aporte Hídrico cuenca del Río Hereje.

Subcuenca	Microcuenca	Área (ha)	Escorrentía (m3)	Q. Escorrentía (m3/seg)
Río Hereje		9056,361	146849	1,69964
	Quebrada NN2	444,879		
	Quebrada NN3	550,104		
	Quebrada NN5	757,219		
	Quebrada NN6	792,886		

Subcuenca	Microcuenca	Área (ha)	Escorrentía (m3)	Q. Escorrentía (m3/seg)	
Río Hereje	Quebrada La Italia	500,604	38563	0,44633	
	Quebrada La Secreta	214,829	17289	0,2001	
Quebrada Las Mercedes		1217,901	33073	0,38279	
Quebrada Aguadulce		1087,224	53029	0,61376	
		Quebrada La Reina	718,689	27716	0,32079
		Quebrada Holanda	45,28	5081	0,05881
Quebrada El Quebradón		1614,516	81847	0,9473	
	Quebrada Las Delicias	93,244	5010	0,05799	
	Quebrada El Venado	399,825	72366	0,83757	
	Quebrada Albania	94,45	16021	0,18543	
Quebrada Bejuquero		1012,922	20047	0,23203	
	Quebrada Purgatorio	751,799	11884	0,13755	
	Quebrada El Triunfo	778,082	7	0,00008	
	Quebrada El Auxilio	301,915	243	0,00281	
	Quebrada Meridiano	259,184	1059	0,01226	
Total Área Cuenca Río Hereje		20691,913	Total Caudal Cuenca Río Hereje	6,13524	

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

d) Cuenca Río Cambrín¹⁶

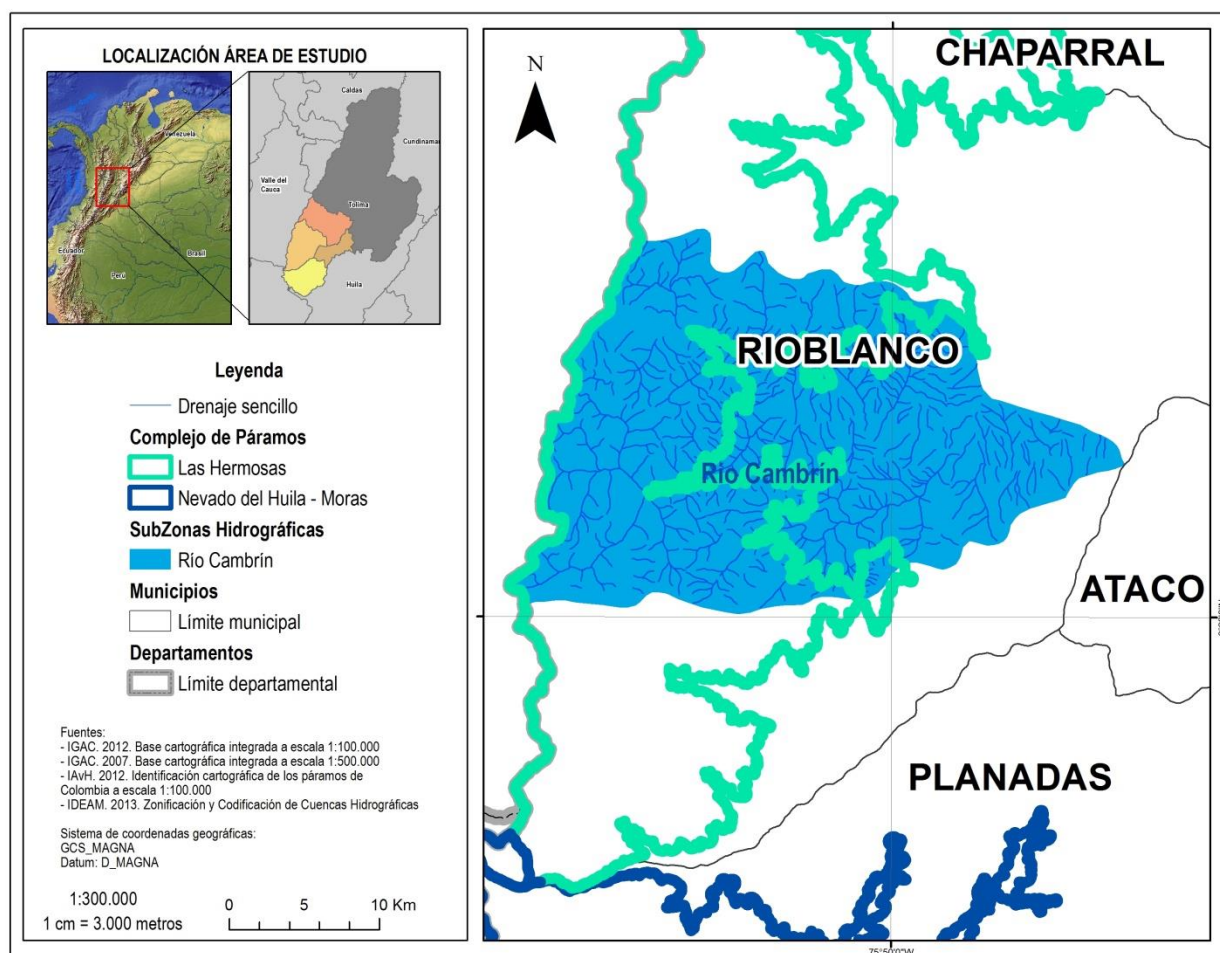
El río Cambrín nace en la cordillera Central en el páramo el Brillante, en la quebrada las Arrugas a 4.050 msnm, en su recorrido llega a la quebrada la Virgen y se une con la quebrada el Bosque a una altura de 2.000 msnm, en este punto toma el nombre de río Cambrín hasta su desembocadura en el río Saldaña (800 msnm), en la vereda del mismo nombre. La longitud de cauce es de 27,2 Km, con una pendiente media de 4,4%.

En la cuenca del río Cambrín se encuentra el Parque Nacional Natural Las Hermosas, que ocupa el 35,7% de la cuenca, considerándose un gran reservorio de agua; además abastece los acueductos de las veredas ubicadas dentro de la cuenca.

La cuenca Cambrín comprende 65.480,39 ha distribuidas en 19 subcuencas (Río Cambrín, Negro y Jabón, quebradas Maracaibo, el Tabor, NN1, las Pavas, la Esmeralda, NN2, la Borrascosa, el Bosque, Lejía, Valle Bonito, la Golondrina, la Virgen, la Argentina, las Arrugas, el Brillante y los Indios) y 12 microcuencas (Quebradas la Laguna, la Soledad, la Ocasión, la Aurora, Costa Rica, Campo Alegre, Esmeralda, el Hoyo, el Jabón, Lejía, las Mejoras y Tres Espejos), que abastecen el cauce principal (Figura 20 y Tabla 30).

¹⁶ Para la cuenca del río Cambrín, solo se cuenta con información de aporte hídrico. Descripción realizada de acuerdo al estudio realizado por CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

Figura 20. Cuenca Río Cambrín.



Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015).

Tabla 30. Área de las subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del Río Cambrín.

Subcuenca	Microcuenca	Área (ha)
Río Cambrín		8.226,87
	Quebrada La Laguna	589,969
	Quebrada La Soledad	521,404
	Quebrada La Ocasión	161,789
	Quebrada La Aurora	584,283
	Quebrada Costa Rica	347,658
Quebrada Maracaibo		1.470,32
Río Negro		11127
Quebrada El Tabor		1.180,83
Quebrada NN		1.258,91
	Quebrada Campo Alegre	291,449
Quebrada Las Pavas		2.893,54
Quebrada La Esmeralda		2516,2
Quebrada NN		2.664,96
Quebrada La Borrascosa		2.231,96
Quebrada El Bosque		6.243,08
	Quebrada Esmeralda	117,26
Quebrada Lejía		1.186,93
Río Jabón		1.766,28
	Quebrada El Hoyo	217,761
Quebrada Valle Bonito		1.477,25
Quebrada La Golondrina		1.574,99
Quebrada La Virgen		5.824,15
	Quebrada El Jabón	681,477
	Quebrada Lejía	378,134
	Quebrada Las Mejoras	438,218
Quebrada La Argentina		1.287,12
Quebrada Las Arrugas		4.418,19
Quebrada El Brillante		1.927,71
Quebrada Los Indios		1.033,59
	Quebrada Tres Espejos	841,114
Total		65.480,39

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

A continuación se presenta el aporte hídrico de cada una de las subcuencas y microcuencas que conforman la cuenca del río Cambrín (Tabla 31).

Tabla 31. Aporte hídrico cuenca Río Cambrín.

Subcuenca	Microcuenca	Área (ha)	Escorrentía (m3)	Q. Escorrentía (m3/seg)
Río Cambrín		8226,865	67154	0,77725
	Quebrada La Laguna	589,969	0	0
	Quebrada La Soledad	521,404	6	0,00007
	Quebrada La Ocasión	161,789	0	0
	Quebrada La Aurora	584,283	280	0,00324
	Quebrada Costa Rica	347,658	78	0,0009
Quebrada Maracaibo		1470,321	10297	0,11918
Río Negro		12385,909	385287	4,45934
Quebrada NN		1258,909		
Quebrada El Tabor		1180,826	17236	0,19949
	Quebrada Campo Alegre	291,449	788	0,00912
Quebrada Las Pavas		2893,543	288973	3,34459
Quebrada La Esmeralda		2516,2	162368	1,87926
Quebrada NN		2664,955	191843	2,22041
Quebrada La Borrascosa		2231,959	112974	1,30757
Quebrada El Bosque		6243,078	65715	0,76059
	Quebrada Esmeralda	117,26	9758	0,11294
Quebrada Lejía		1186,931	10291	0,11911
Río Jabón		1766,283	82381	0,95348
	Quebrada El Hoyo	217,761		
Quebrada Valle Bonito		1477,248	40861	0,47293
Quebrada La Golondrina		1574,992		
Quebrada La Virgen		5824,154	118033	1,36612
Quebrada El Brillante		1927,707		
	Quebrada El Jabón	681,477	25867	0,29939
	Quebrada Lejía	378,134	10716	0,12403
	Quebrada Las Mejoras	438,218	1138	0,01317
Quebrada La Argentina		1287,124	1626	0,01882
Quebrada Las Arrugas		4418,192	2237	0,02589
Quebrada Los Indios		1033,588	139	0,00161
	Quebrada Tres Espejos	841,114	9302	0,10766
Total Área Cuenca		65480,391	Total Caudal	18,69616

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

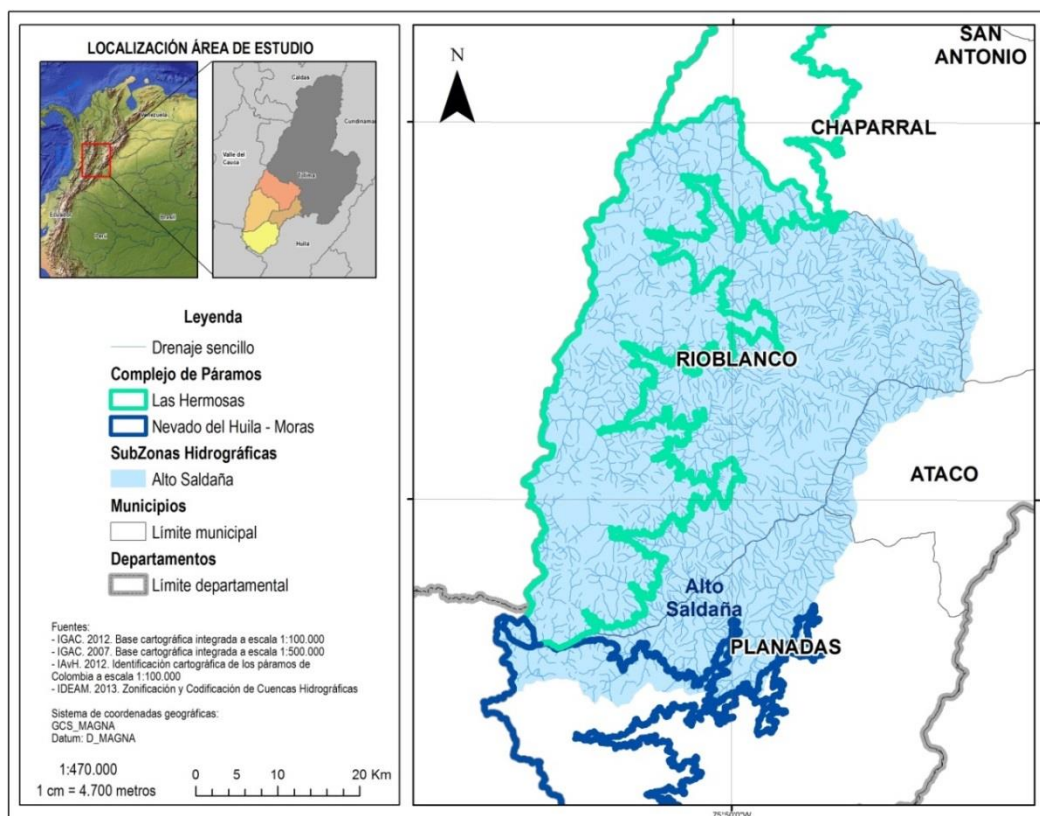
e) Cuenca Alto Saldaña¹⁷

La parte alta de la cuenca del río Saldaña es el área que corresponde a todos los tributarios de las subcuencas y microcuencas que caen directamente al río Saldaña desde su nacimiento en el municipio de Planadas hasta las bocas del río Atá en el municipio de Ataco. La longitud de cauce es de 88,4 Km, con una pendiente media de 3,79%.

En la parte alta de la cuenca de Saldaña se encuentra el Parque Nacional Natural Nevado del Huila, ocupando un 20,3% del total de la cuenca, considerada un gran reservorio de agua gracias a la cantidad de afluentes que tiene; además abastece los acueductos de las veredas ubicadas en la cuenca.

La cuenca comprende 62.324,53 ha distribuidas en 13 subcuencas (Río Saldaña sector 1, 2 y 3, quebradas la Lindosa, La Pradera, El Agarre, Barbacoas, El Jardín, Providencia, Malpaso, Los Ángeles, Bravo y Pilonas) y 27 microcuencas (Quebradas El Infierno, El Cafetal, NN, El Quebradón, La Sardina, El Infierno, El Placer, El Cairo, Cayucha, Vuelta de Buey, Horizonte, El Topacio, El África, Las Cruces, San Jorge, La Horqueta, Las Mirlas, El Yarumo, El Borugo, El Guayabo, Patagonia, Santa Rosa, La Estación, Aguas Claras, La Palmera, El Carmen y Las Dantas), que abastecen el cauce principal (Figura 21) (Tabla32).

Figura 21. Cuenca Alto Saldaña.



Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015).

¹⁷ Para la Cuenca del Alto Saldaña, solo se cuenta con información relacionada con el área de la cuenca, las subcuencas y microcuencas que lo abastecen. Descripción a partir del estudio realizado por CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

Tabla 32. Área de las subcuencas y microcuencas del Alto Saldaña.

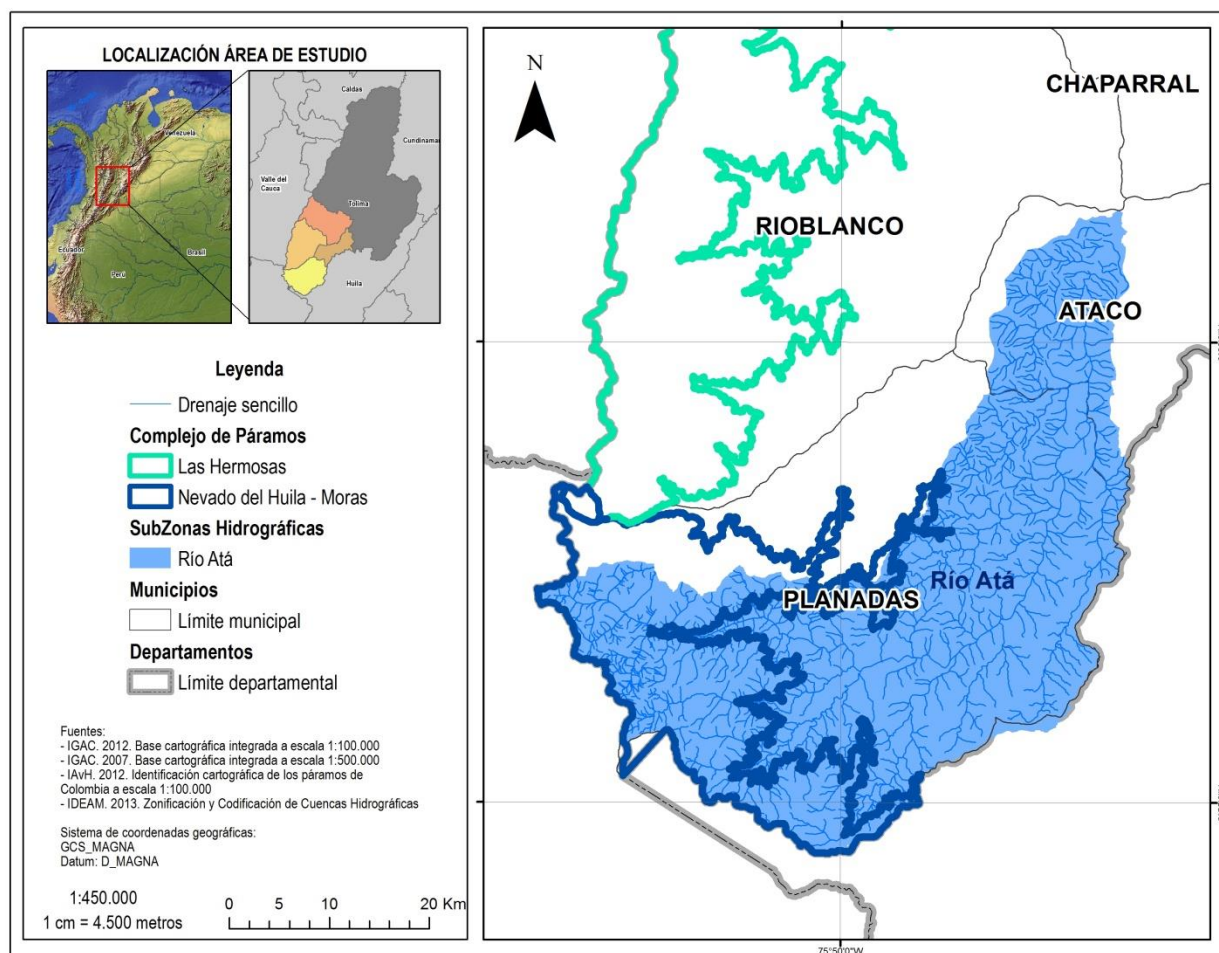
Subcuenca	Microcuenca	Área (ha)
Río Saldaña Sector 1		8.903,65
	Quebrada El Infierno	580,1
	Quebrada El Cafetal	230,28
Quebrada La Lindosa		3.408,37
	Quebrada NN	85,85
	Quebrada El Quebradón	458,22
	Quebrada La Sardina	328,69
	Quebrada El Infierno	277,94
	Quebrada El Placer	236,29
Quebrada La Pradera		1.097,64
	Quebrada El Cairo	265,6
	Quebrada Cayucha	537,43
	Quebrada Vuelta de Buey	177,59
	Quebrada Horizonte	547,87
	Quebrada El Topacio	473,67
	Quebrada El África	672,27
Quebrada El Agarre		2.105,02
	Quebrada Las Cruces	926,29
	Quebrada San Jorge	808,08
	Quebrada La Horqueta	143,54
	Quebrada Las Mirlas	94,84
	Quebrada El Yarumo	382,73
Río Saldaña Sector 2		2.959,87
Quebrada Barbacoas		2.518,69
	Quebrada El Borugo	761,59
	Quebrada El Guayabo	570,91
	Quebrada Patagonia	826,61
	Quebrada Santa Rosa	481,48
	Quebrada La Estación	230,14
	Quebrada Aguas Claras	733,42
	Quebrada La Palmera	591,3
	Quebrada El Carmen	309,59
Quebrada El Jardín		1.562,23
	Quebrada Las Dantas	328,8
Quebrada Providencia		1.039,42
Río Saldaña Sector 3		11.995,18
Quebrada Malpaso		3147,53
Quebrada Los Ángeles		2.390,33
Quebrada Bravo		4.499,14
Quebrada Pilonos		4.636,17
Total		62.324,53

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

f) Cuenca Río Atá¹⁸

Constituye el 73.77% del área municipal y donde está asentada la mayor parte de la población. El mayor frente de colonización de esta región ha ingresado principalmente por el río Atá, ubicándose en primera instancia en su cabecera municipal que está en el extremo nororiental y expandiéndose a sus alrededores. A unos 15 Km al sur de la cabecera municipal en la ribera del mismo río se encuentra Gaitania, segundo centro poblado. De ahí hacia arriba siempre a lo largo del cauce principal y de sus afluentes más grandes, se pueden observar asentamientos humanos hasta inmediaciones de la vereda Aguas Blancas (PBOT Municipio Planadas) (Figura 22).

Figura 22. Cuenca del Río Atá



Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015).

¹⁸ Para la cuenca del Río Atá, se cuenta únicamente con información descriptiva y limitada al municipio de Planadas.

- Subcuenca Río Atá Parte Alta

Con un área de 30.852 ha, nace en la parte alta cerca de los límites con el departamento del Cauca en tierras de páramo, su territorio se encuentra totalmente en el parque Natural Nevado del Huila, aguas abajo atraviesa en sentido oeste este al territorio municipal, predomina la cobertura de bosque natural y de vegetación de páramo, limita al sur con la subcuenca del río Guayabo y al norte con la del río Saldaña parte alta, río Bravo, quebrada Los Angeles y río Candelario.

- Subcuenca Río Atá parte Baja

Con 13.504 hectáreas es la cuenca en donde se desarrolla la mayor parte de la vocación económica del municipio y por ende en donde se encuentran ubicados los procesos de colonización, en ella se encuentran los asentamientos del corregimiento de Gaitania y de la cabecera municipal, también se encuentran una buena parte de las veredas con vocación agrícola donde la cobertura predominante es la del cultivo del café.

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 tales 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 de los complejos de páramos Las Hermosas – Nevado del Huila-Moras, de acuerdo con CORTOLIMA y CORPOICA (2009), se localizan humedales en los municipios de Chaparral (163 humedales), Rioblanco (290 humedales) y Planadas (19 humedales), representados por lagunas de alta montaña y turberas (Tabla 33) (Figura 23).

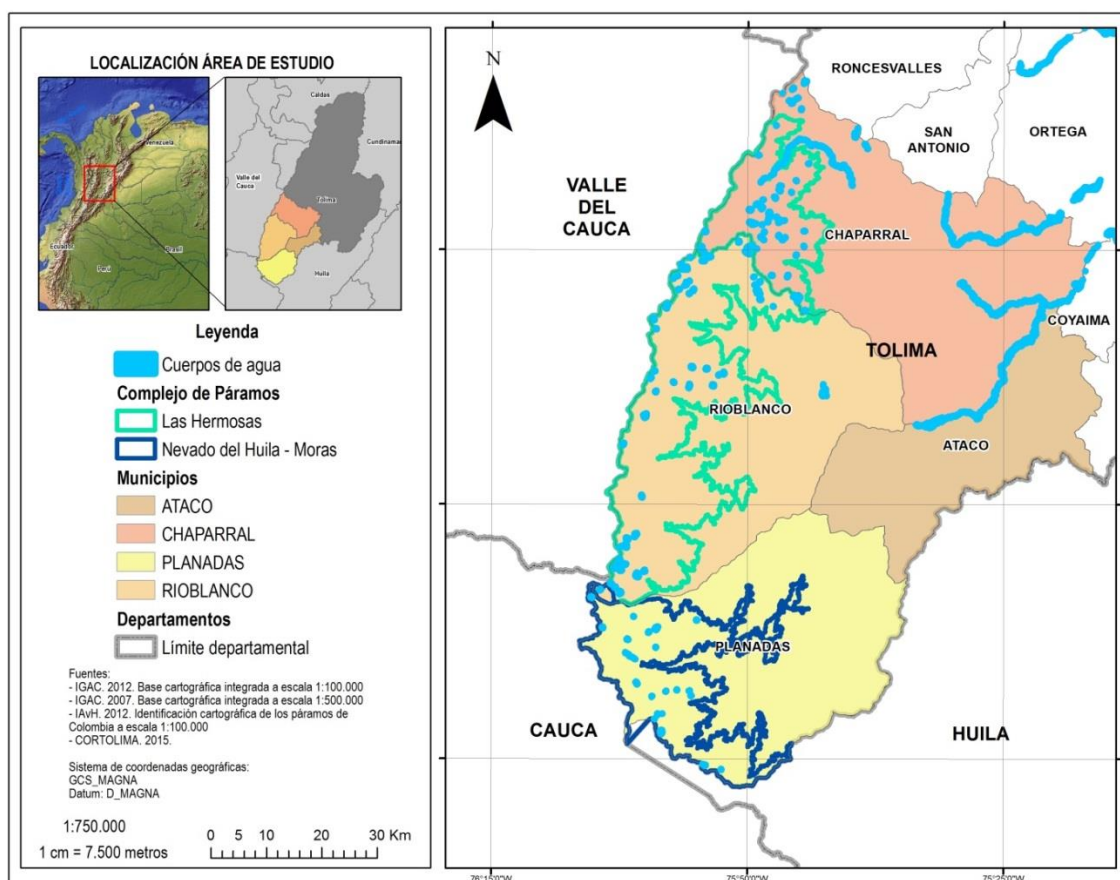
Tabla 33. Humedales presentes en el Entorno Regional del complejo de páramos Las Hermosas – Nevado del Huila-Moras.

Municipio	Número de humedales	Área (ha)	Porcentaje respecto al entorno regional	Rango altitudinal
Chaparral	163	345,24	0,05	3.250 a 3.900 msnm
Rioblanco	290	518,68	0,0751	3.150 a 4.050 msnm
Planadas	19	87	0,0126	3.400 a 3.800 msnm
Total	472	950,92		

Área total Entorno Regional	690892,02
-----------------------------	-----------

Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015) y CORPOICA (2009).

Figura 23. Humedales del Entorno Regional del complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Convenio CORTOLIMA –IvAH (2015).

A continuación, se resumen los análisis realizados para la Zona Hidrográfica Saldaña (IDEAM, 2015), la cual abarca el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. Se presenta la síntesis de resultados en términos de oferta hídrica (Tabla 34) y sequía (Tabla 35).

Tabla34. Oferta hídrica Zona Hidrográfica Saldaña.

Zona	Área (ha)	Caudal medio anual (m³/s)	Caudal año seco (m³/s)	Oferta hídrica año medio (Mm³)	Oferta hídrica año seco (Mm³)	Escorrentía año medio (mm/año)	Escorrentía año seco (mm/año)
Saldaña	996.400	357	145	11.257	4.584	1.130	460

Fuente: Convenio CORTOLIMA – IvAH (2015), ENA 2014 (IDEAM, 2015).

Se puede observar que respecto al valor de caudal medio anual, se presenta una reducción cerca al 40% del caudal en años secos, lo que implica una afectación directamente proporcional en términos de la oferta hídrica y escorrentía de la subzona.

Tabla 35. Condición extremadamente seca Zona Hidrográfica Saldaña.

Años	Período	Precipitación acumulada (meses)	Persistencia (meses con SIP <-2) ¹⁹
1995, 1998, 2010	Febrero - Marzo	3	2,3
1976, 1982, 1983, 1997, 2012	Agosto - Septiembre	3	2,3

Fuente: Convenio CORTOLIMA – IvAH (2015), ENA 2014 (IDEAM, 2015).

De acuerdo con el IDEAM (2015), en la zona hidrográfica de Saldaña, se identificaron años en condición extremadamente seca, durante el periodo agosto-septiembre o julio-septiembre; el cual corresponde al período intermedio entre los dos períodos húmedos de la zona. Por ser este periodo menos bajo, en términos de caudales mensuales respecto al del primer trimestre del año, esas condiciones no alcanzan por lo general a provocar déficit marcados de agua, pero si corresponden a reducciones sustanciales de la precipitación.

La afectación por los eventos de sequía, que implican reducción de volúmenes de precipitación, es directamente proporcional a su duración e intensidad; es decir, largos períodos de déficit de precipitación se verán reflejados de manera secuencial en cada una de las etapas del ciclo hidrológico (Mishra, 2010 en IDEAM, 2015).

En términos de uso del recurso hídrico, la zona hidrológica Saldaña, tiene un total de 324 usuarios registrados ante CORTOLIMA, el caudal concesionado es de 76.786,65 l/s. La cuenca de Saldaña, representa el 49% de la oferta hídrica para el departamento del Tolima. Más del 80% del agua concesionada es utilizada para fines agrícolas (CORTOLIMA, 2013).

¹⁹ SPI: Standard Precipitation Index (OMM, 2012 en IDEAM, 2015). Índice de Precipitación Estándar.

5.3.7 Cobertura de la Tierra

La descripción de la cobertura y uso de la tierra del entorno regional de los complejos de Páramos Las Hermosas y Nevado del Huila- Moras, se elaboró con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000, por parte del IDEAM (2010). Donde se identificaron 32 tipos de coberturas diferentes, teniendo en cuenta seis niveles de clasificación según la leyenda CLC, pero utilizando como base de análisis la clasificación de cobertura hasta el nivel 2.

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 de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

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 3 y 4 (Metodología Corine Land Cover) agrupadas en el nivel 1, como territorios artificializados, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales y cuerpos de agua (Figura24).

La cobertura que dentro del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, presentaba la mayor área para el año 2002, era el Bosque denso alto de tierra firme con un total de 179.458,12 ha, lo que corresponde al 25,97% del área total del Entorno Regional. Le sigue la cobertura herbazal denso de tierra firme no arbolado con un total de 110.026,92 ha, lo que corresponde al 15,92% del área total del Entorno Regional. Ocuparon un 12,27% del área total del Entorno Regional, los Mosaicos de pastos con espacios naturales, los cuales presentaron para el 2002 un total de 84.825,02 ha (Tabla 36).

Tabla 36. Coberturas (CLC) para el año 2002 del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Código	Cobertura	Área (ha)	Porcentaje (%)
99	Sin determinar	12809,21	1,85
111	Tejido urbano continuo	430,82	0,06
112	Tejido urbano discontinuo	23,28	0
121	Zonas industriales o comerciales	693,2	0,1
211	Otros cultivos transitorios	174,19	0,03
231	Pastos limpios	78405,1	11,35
232	Pastos arbolados	34,49	0
233	Pastos enmalezados	24398,23	3,53
241	Mosaico de cultivos	208,62	0,03
242	Mosaico de pastos y cultivos	12089,58	1,75
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	66138,64	9,57
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	84825,02	12,28
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	651,12	0,09

Código	Cobertura	Área (ha)	Porcentaje (%)
314	Bosque de galería y ripario	14975,15	2,17
323	Vegetación secundaria o en transición	30254,46	4,38
332	Afloramientos rocosos	578,2	0,08
333	Tierras desnudas y degradadas	1703,48	0,25
334	Zonas quemadas	853,15	0,12
335	Zonas glaciares y nivales	72,12	0,01
511	Ríos (50m)	15008,75	2,17
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	199,74	0,03
2222	Café	87,74	0,01
3131	Bosque fragmentado	6455,9	0,93
3221	Arbustal denso	41424,59	6
3222	Arbustal abierto	8861,69	1,28
31111	Bosque denso alto de tierra firme	179458,12	25,97
32111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	110026,92	15,93
32122	Herbazal abierto rocoso	50,32	0,01
Total		690892	100

Fuente: Convenio CORTOLIMA – IvAH (2015), IDEAM (2010), SIG IAvH.

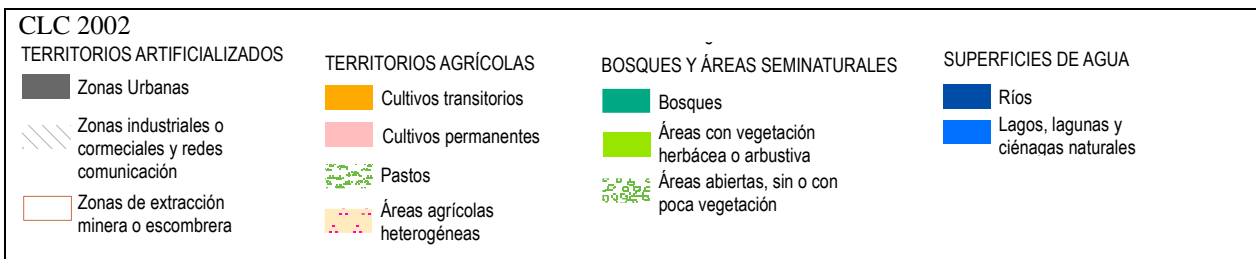
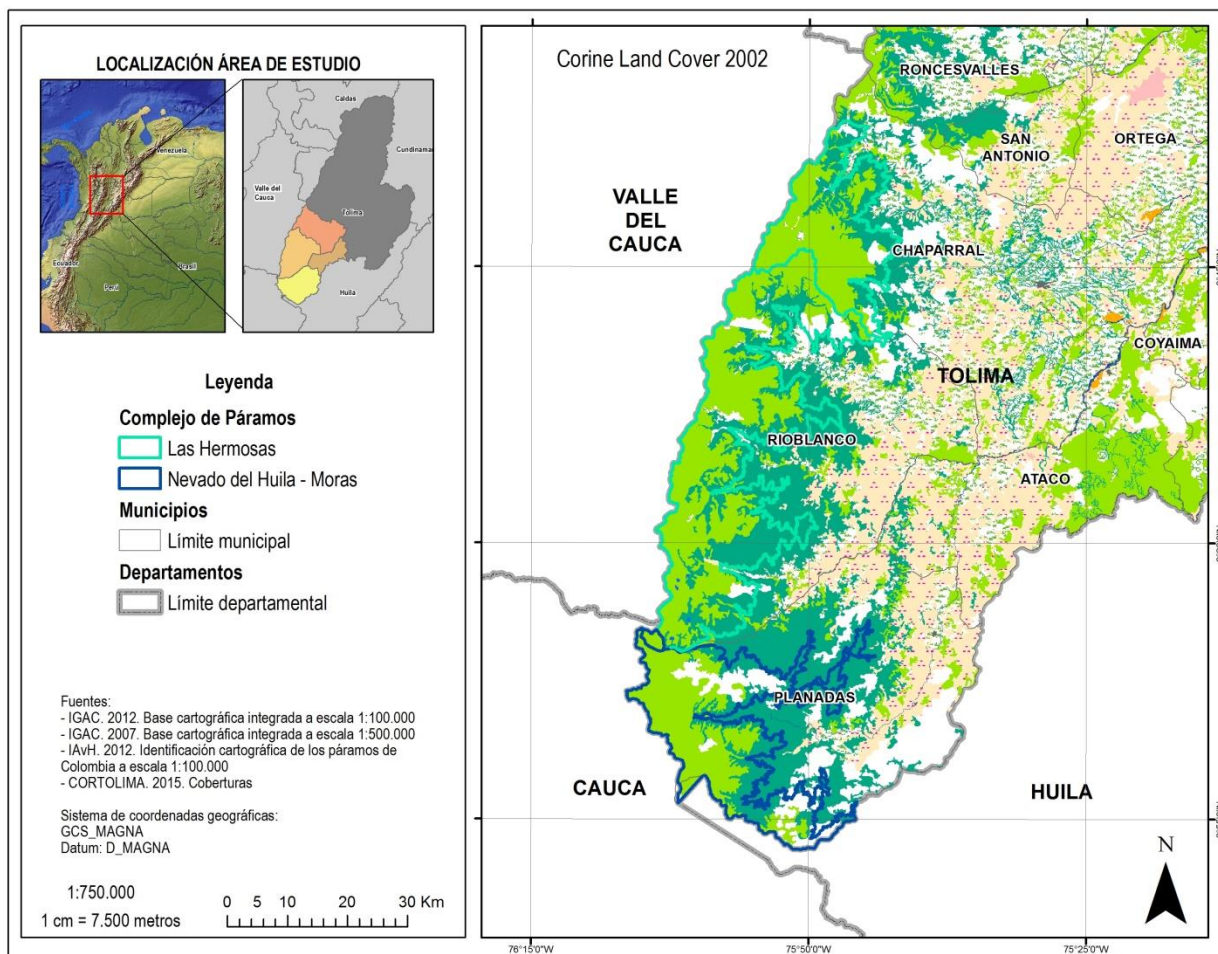
El bosque denso alto de tierra firme según IDEAM (2010), se define como la cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas más o menos continuo; su área de cobertura arbórea representa más del 70% del área total de la unidad. La altura promedio del dosel es superior a los 15 metros, estas unidades se encuentran localizadas en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos. Como se puede observar en la Figura 24, esta cobertura corresponde a las zonas ubicadas en el límite inferior de los ecosistemas de páramos del Entorno Regional, en la parte sur del área de estudio es continua; sin embargo, a medida que se dirige hacia el norte se empieza a fragmentar.

El herbazal denso de tierra firme no arbolado, según IDEAM (2010), se define como una cobertura natural constituida por un herbazal denso, donde no existe presencia de elementos arbóreos y/o arbustivos, o en casos de existir no ocuparan en ningún caso más del 2% del área total de la unidad. Esta unidad está localizada principalmente en área con limitaciones de suelos y de clima, como los páramos y subpáramos de alta montaña, así como la altillanura de la Orinoquía. En la Figura 24, se puede observar que esta unidad se localiza en las áreas correspondientes a los complejos de páramos, es una cobertura continua a lo largo de las partes altas del Entorno Regional.

En el mosaico de pastos con espacios naturales según IDEAM (2010), las zonas de pastos representan entre el 30% y 70% de la superficie total del mosaico, los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de

uso por sus características biofísicas, permanecen en estado natural o casi natural. En la Figura 24, se observa que para el año 2002 ocupaba toda la parte media del Entorno Regional, lo que se puede relacionar con áreas de cultivo, áreas destinadas a actividades de ganadería y pastoreo, actividades productivas características de la zona.

Figura 24. Cobertura de la tierra CLC, año 2002, para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Convenio CORTOLIMA-IAvH (2015).

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 1, como territorios artificializados, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales y cuerpos de agua (Figura 25).

La cobertura que dentro del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, presentaba la mayor área para el año 2007, era el Bosque denso alto de tierra firme con un total de 191.650,07 ha lo que corresponde al 27,74% del área total del Entorno Regional. Le sigue la cobertura Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales con un total de 94.554,20 ha lo que corresponde al 13,69% del área total del Entorno Regional. Ocuparon un 12,73% del área total del Entorno Regional los Mosaicos de pastos con espacios naturales, los cuales presentaron para el 2007 un total de 87.940,55 ha (Tabla 37).

Tabla 37. Coberturas (CLC) para el año 2007 del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Código	Cobertura	Área (ha)	Porcentaje (%)
111	Tejido urbano continuo	425,02	0,06
112	Tejido urbano discontinuo	23,28	0
121	Zonas industriales o comerciales	53,54	0,01
124	Aeropuertos	12,89	0
131	Zonas de extracción minera	75,51	0,01
211	Otros cultivos transitorios	244,55	0,04
231	Pastos limpios	63454,79	9,18
232	Pastos arbolados	328,69	0,05
233	Pastos enmalezados	20686,01	2,99
242	Mosaico de pastos y cultivos	26960,2	3,9
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	94554,2	13,69
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	87940,55	12,73
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	2980,04	0,43
314	Bosque de galería y ripario	12690,65	1,84
323	Vegetación secundaria o en transición	9422,24	1,36
332	Afloramientos rocosos	569,23	0,08
333	Tierras desnudas y degradadas	1506,69	0,22
334	Zonas quemadas	131	0,02
335	Zonas glaciares y nivales	52,7	0,01
511	Ríos (50 m)	15284,91	2,21
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	97,19	0,01
2121	Cereales	1030,95	0,15
2222	Café	2266,38	0,33
3131	Bosque fragmentado	17399,73	2,52
3221	Arbustal denso	28072,37	4,06
3222	Arbustal abierto	18183,08	2,63
31111	Bosque denso alto de tierra firme	191650,07	27,74

Código	Cobertura	Área (ha)	Porcentaje (%)
31121	Bosque denso bajo de tierra firme	6593,36	0,95
31122	Bosque denso bajo inundable	522,34	0,08
32122	Herbazal abierto rocoso	5137,17	0,74
32111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	76219,22	11,03
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	6323,25	0,92
Total		690892	100

Fuente: IDEAM (2010). Convenio CORTOLIMA- IAvH (2015)..

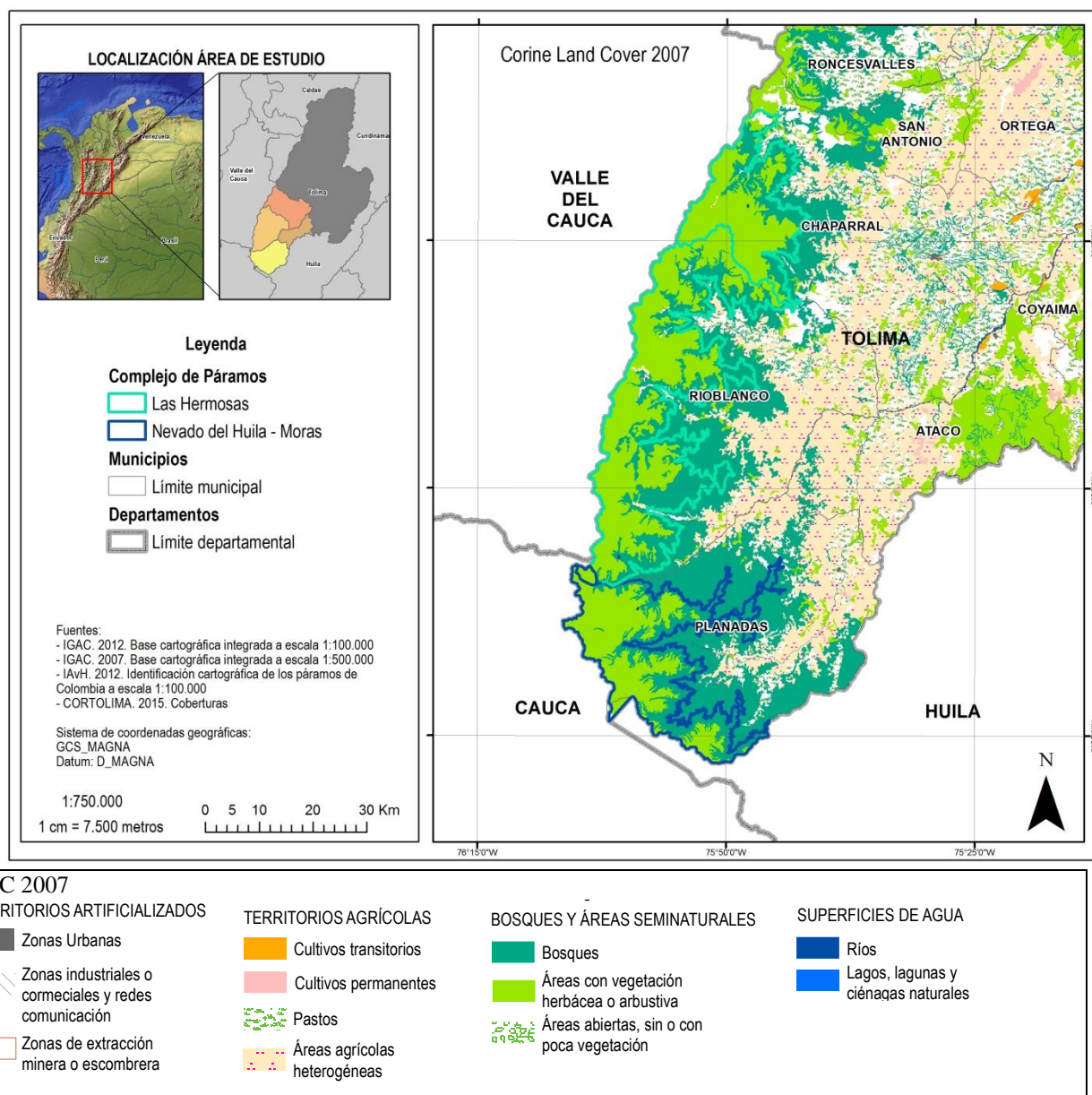
Al igual que en el año 2002, para el año 2007, se puede observar que la cobertura de bosques (Bosque denso alto de tierra firme), se encuentra ubicado en el límite inferior de los ecosistemas de páramo, es una cobertura homogénea y continua (Figura 25).

Las coberturas de mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales según IDEAM (2010), pertenecen al grupo Áreas agrícolas heterogéneas (Nivel 2), estas unidades presentan dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales, dispuestas en un patrón de mosaicos geométricos, por lo que es difícil su separación en coberturas individuales. Estos mosaicos, se deben a los espacios reducidos de los predios destinados al uso agrícola, las condiciones locales del suelo, prácticas de manejo y formas locales de tenencia de la tierra.

El mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, comprende aquellas superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con áreas no transformadas. El patrón de distribución de estas coberturas no puede ser representado individualmente. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre el 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Los espacios naturales por lo general, están conformados por áreas cubiertas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, lo cual se debe a sus características físicas o por limitaciones de uso (IDEAM, 2010). Como se puede observar en la Figura 25, esta cobertura se encuentra principalmente en las zonas bajas de las coberturas boscosas, son áreas destinadas a actividades agropecuarias, favorecidas por el paisaje y condiciones climáticas, además de que son áreas cercanas a los centros poblados, lo que facilita su uso por parte de los pobladores locales.

Así mismo, el mosaico de pastos con espacios naturales, se clasifica dentro de las áreas agrícolas heterogéneas (Nivel 2). Según el IDEAM (2010), este mosaico está constituido por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos, combinadas con áreas naturales. El patrón de distribución de esta cobertura, no es fácilmente discriminado y las parcelas por lo general presentan un área menor a 25 ha. Las coberturas de pastos ocupan entre el 30% y 70% de la matriz; por lo general los espacios naturales están conformados por áreas cubiertas de relictos de bosque, arbustales, bosques de galería o ripario, pantanos y otras áreas naturales, que conservan su estado natural, debido a condiciones físicas o a limitaciones de uso. Esta cobertura se encuentra en las zonas bajas de los bosques, relacionada con los centros poblados, destinadas a usos pecuarios (Figura 25).

Figura 25. Cobertura de la tierra CLC, año 2007, para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.



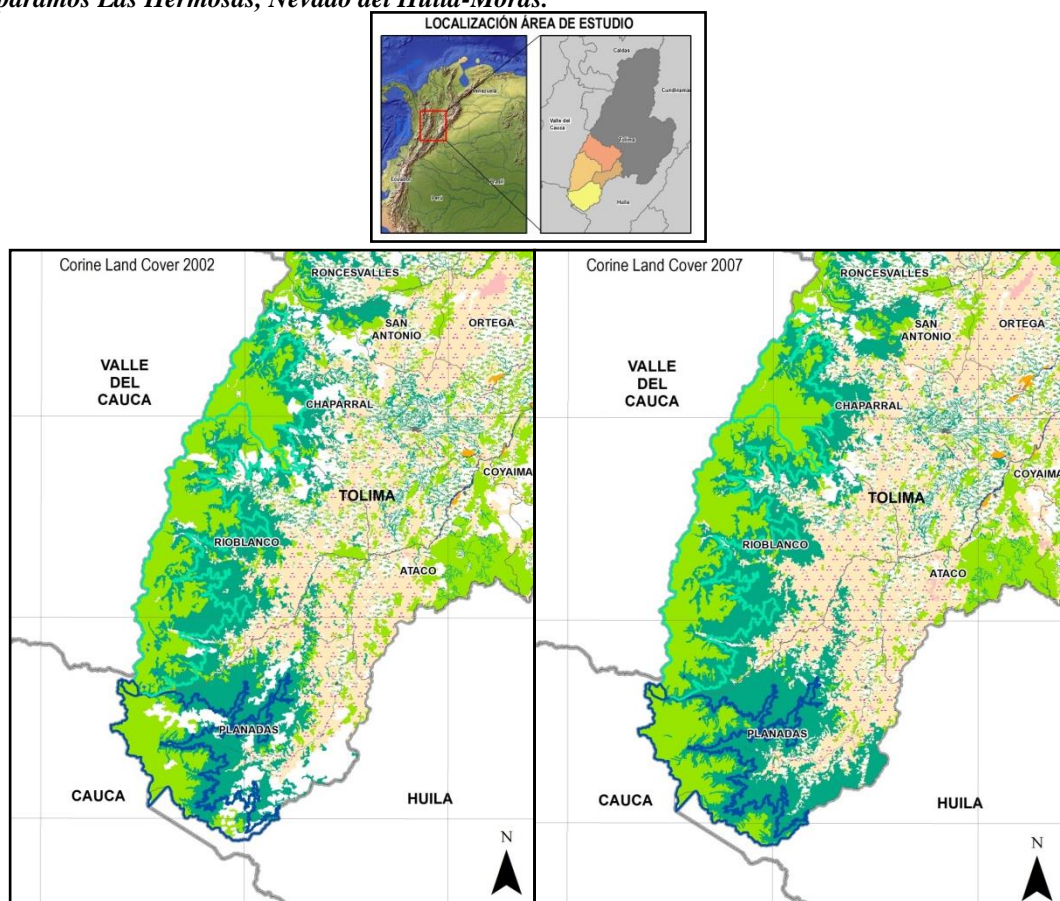
Fuente: Convenio CORTOLIMA- SIG IAvH (2015).

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 Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

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, se observa en primer lugar, que para el año 2007 existen áreas en la cobertura de bosque que no fueron interpretadas para el año 2002, debido a presencia de nubes, situación que debe tenerse en cuenta al momento de interpretar los resultados.

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.



CLC 2002 - 2007			
TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	TERRITORIOS AGRÍCOLAS	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	SUPERFICIES DE AGUA
Zonas Urbanas	Cultivos transitorios	Bosques	Ríos
Zonas industriales o comerciales y redes comunicación	Cultivos permanentes	Áreas con vegetación herbácea o arbustiva	Lagos, lagunas y ciénagas naturales
Zonas de extracción minera o escombrera	Pastos	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	
	Áreas agrícolas heterogéneas		

Fuente: Convenio CORTOLIMA- IAvH (2015).

Para realizar una mejor interpretación de los cambios para cada año, a continuación se presenta la Tabla 38, 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 38. Cambios en coberturas años 2002 y 2007, para el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Código	Cobertura	Área (ha)		Cambio en Área
		2002	2007	
99	Sin determinar	12809,21		12809,21
111	Tejido urbano continuo	430,82	425,02	-5,8
112	Tejido urbano discontinuo	23,28	23,28	23,28
121	Zonas industriales o comerciales	693,2	53,54	-639,67
124	Aeropuertos		12,89	12,89
131	Zonas de extracción minera		75,51	75,51
211	Otros cultivos transitorios	174,19	244,55	70,36
231	Pastos limpios	78405,1	63454,79	-14950,31
232	Pastos arbolados	34,49	328,69	294,2
233	Pastos enmalezados	24398,23	20686,01	-3712,22
241	Mosaico de cultivos	208,62		208,62
242	Mosaico de pastos y cultivos	12089,58	26960,2	14870,62
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	66138,64	94554,2	28415,56
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	84825,02	87940,55	3115,53
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	651,12	2980,04	2328,93
314	Bosque de galería y ripario	14975,15	12690,65	-2284,49
323	Vegetación secundaria o en transición	30254,46	9422,24	-20832,22
332	Afloramientos rocosos	578,2	569,23	-8,97
333	Tierras desnudas y degradadas	1703,48	1506,69	-196,79
334	Zonas quemadas	853,15	131	-722,16
335	Zonas glaciares y nivales	72,12	52,7	-19,42
511	Ríos (50m)	15008,75	15284,91	276,15
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	199,74	97,19	-102,54
2121	Cereales		1030,95	1030,95
2222	Café	87,74	2266,38	2178,65
3131	Bosque fragmentado	6455,9	17399,73	10943,83
3221	Arbustal denso	41424,59	28072,37	-13352,22
3222	Arbustal abierto	8861,69	18183,08	9321,39
31111	Bosque denso alto de tierra firme	179458,12	191650,07	12191,95
31121	Bosque denso bajo de tierra firme		6593,36	6593,36
31122	Bosque denso bajo inundable		522,34	522,34
32111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	110026,92	76219,22	-33807,7
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos		6323,25	6323,25
32122	Herbazal abierto rocoso	50,32	5137,17	5086,85
Total		690892	690892	

Fuente: Convenio CORTOLIMA –IvAH (2015), IDEAM (2010).

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.

De acuerdo a la Tabla 38, las coberturas “tejido urbano continuo” y “zonas industriales o comerciales” presentan una disminución entre el año 2002 y 2007, sin embargo se puede inferir, que dicho cambio obedece más a la interpretación de las imágenes, a partir de las cuales se obtiene la cartografía que a una disminución real, ya que son coberturas que tienen a mantenerse estables en el tiempo o por lo general a aumentar, salvo desastres de origen natural que transformen de manera abrupta el paisaje, eventos de los cuales no se tienen reportes durante los años analizados.

Se observa una disminución de las coberturas de “pastos limpios” y “pastos enmalezados”, la cual puede estar asociada al aumento de las coberturas “otros cultivos transitorios” y “pastos arbolados”. Esta transición, puede estar relacionada con el uso del suelo y algunos cambios en la tecnología de adecuación del terreno, así mismo, cambios en el manejo de las áreas destinadas a cultivo y aquellas destinadas a actividades pecuarias.

De igual manera, las coberturas de “mosaico de cultivos y pastos”, “mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales”, “mosaico de pastos con espacios naturales” y “mosaico de cultivos y espacios naturales”; presentaron un aumento entre los años 2002 y 2007, lo que indica un aumento en la destinación de tierras al uso agropecuario, lo que implica transformación de paisaje, utilización de recursos naturales, mayores requerimientos de recurso hídrico, manejo de suelos, entre otros. A su vez, implica una transformación de coberturas naturales, que con el paso del tiempo pierden su vocación de conservación y protección. Sin embargo, al mantener el mosaico con espacios naturales, se garantiza de un cierto grado, el nivel de funcionalidad del sistema.

La cobertura de vegetación secundaria o en transición, presenta una disminución cercana al 31% en el año 2007, respecto al año 2002. Esta disminución puede estar asociada con el aumento de zonas de cultivos o pastos, como se evidencia tanto en la tabla como en los mapas. Sin embargo; más allá de los datos con los que se cuenta, es difícil inferir cuáles son las causas de esta disminución.

Llama también la atención, la disminución de la cobertura “herbazal denso de tierra firme no arbolado”, en donde en el año 2007, presenta una disminución cercana al 69% respecto al año 2002. Esta cobertura, según IDEAM (2010), corresponde a las zonas de páramo y subpáramo. Esta transformación, evidencia la necesidad de acciones de conservación, protección y regulación de usos sobre estas coberturas.

Se observa un aumento en la cobertura de “bosque denso alto de tierra firme” para el año 2007, al analizar con detalle la cartografía y considerando las transformaciones de las demás coberturas que conforman el entorno regional, este aumento, puede deberse a la inclusión de áreas que quedaron bajo la categoría “sin identificación” para el año 2002. Así mismo, se debe tener en cuenta que los bosques densos altos de tierra firme, se caracterizan por tener coberturas boscosas continuas con alturas del dosel superiores a los 15 metros, considerando las condiciones biofísicas de la zona, es poco factible que en un lapso de 5 años, se presente un cambio tan drástico en el terreno.

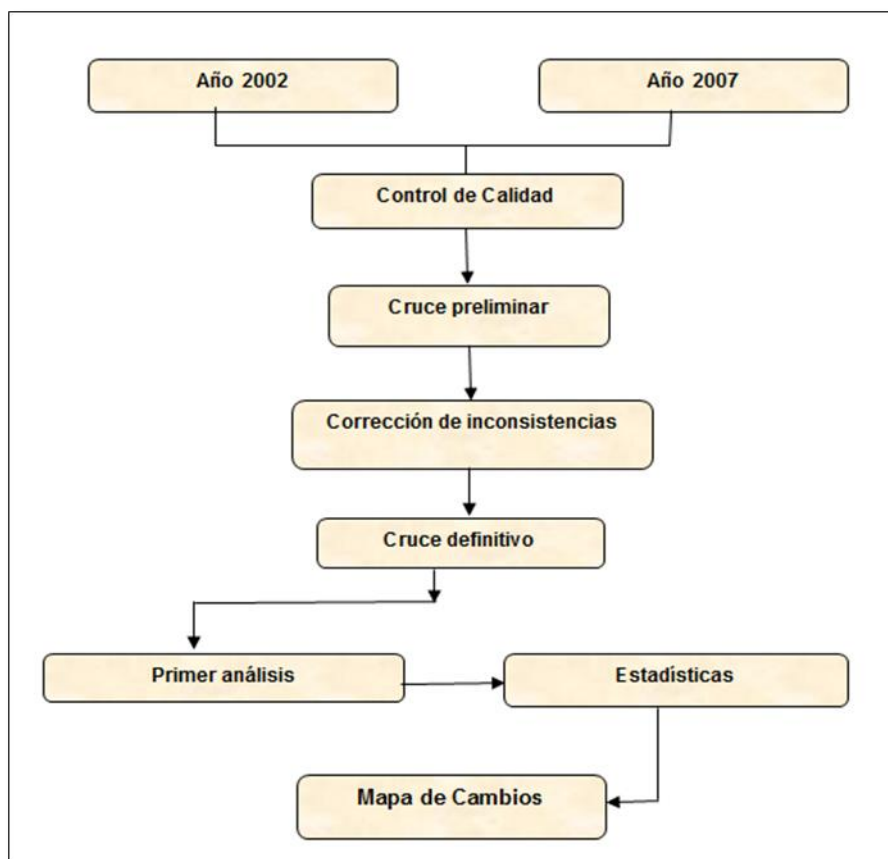
En términos generales, se evidencian cambios y aumentos en las demás coberturas, los cuales pueden deberse a dinámicas naturales de los ecosistemas, ciclos de uso y manejo de terrenos por parte de pobladores locales, destinación de nuevas áreas para usos agropecuarios, construcción de infraestructura, entre otros. También se debe considerar, los cambios en los sensores, tecnología para la interpretación de imágenes, el intérprete de la imagen, entre otros.

5.7.3.2 Análisis Multitemporal Complementario²⁰

Para la elaboración del análisis multitemporal se utilizó como base la metodología propuesta por (Murcia *et al.*, 2011; citado por CORTOLIMA y CORPOICA, 2015) la cual permitió llevar a cabo el análisis de cambios de coberturas (Figura 27).

Estas capas fueron proporcionadas por el Instituto Humboldt - IAVH, información básica para elaborar los análisis de coberturas y multitemporal de las mismas. Con este paso se pretendió evitar errores topológicos los cuales puedan afectar las estadísticas de cambio.

Figura 27. Esquema metodológico para la detección de cambios.



Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015)

²⁰ Análisis multitemporal realizado por CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

- Control de Calidad

Se utilizaron dos capas en formato Shape y el software Arcgis 10.2. El control de calidad consistió en realizar una revisión de cada capa, con el fin de determinar posibles errores antes de iniciar el proceso de análisis, el cual consistió en observar la tabla de atributos y corregir con la metodología de coberturas de la tierra adoptada para Colombia (IDEAM 2010), esperando que no se presentaran códigos erróneos ni polígonos adyacentes con los mismo códigos, posteriormente se fusionan ambas capas (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

Para el año 2002, después del control de calidad con sus respectivos códigos y leyenda se presenta un total de 29 coberturas. Para el año 2007 después del control de calidad y con sus códigos y leyenda se presenta un total de 34 coberturas.

- Cruce Preliminar

Para este paso se realizó una unión entre ambas capas 2002 y 2007 donde se pretendió analizar el posible cambio ocurrido en este lapso de tiempo, sin embargo se deben analizar polígono por polígono, ya que existen cambios muy poco probables que ocurran en este periodo de tiempo como por ejemplo cambios de pastos limpios a bosques densos, o de tejido urbano continuo a pastos limpios (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

En la Tabla 39 se presenta un ejemplo de la comparación de coberturas en ambos sentidos para determinar los cambios ocurridos en este intervalo de tiempo.

Tabla 39. Cruce preliminar de Coberturas años 2002-2007.

LEYENDA 2002	CÓDIGO 2002	CÓDIGO 2007	LEYENDA 2007	Ha
Vegetación secundaria o en transición	323	231	Pastos limpios	6,01
Bosque de galería y ripario	314	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	6,71
Mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales	243	231	Pastos limpios	6,83
Vegetación secundaria o en transición	323	244	Mosaico de pastos con espacios naturales	6,89
Bosque de galería y ripario	314	244	Mosaico de pastos con espacios naturales	6,89
Pastos limpios	231	244	Mosaico de pastos con espacios naturales	7,06

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

- Correcciones de inconsistencia

Se modifican los cambios que sean poco probables de ocurrir en este intervalo de tiempo, un ejemplo es el de pastos limpios a bosques densos altos de tierra firme, son cambios que podrían ocurrir pero en un periodo de tiempo más prolongado; sin embargo se parte de información cartográfica oficial de coberturas de la tierra (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

- Cruce definitivo

Se realizó el cruce definitivo donde se procede a analizar las coberturas presentes y determinar las pertenecientes a cada periodo con el fin de comparar los cambios de 2002 hacia 2007 (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

- Primer análisis

Una vez realizados los análisis pertinentes se elabora una tabla, la cual muestra las coberturas presentes en cada año y la inclusión de nuevas coberturas en el siguiente año, se determina la diferencia entre las mismas coberturas y su porcentaje con respecto al total (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015) (Tabla 40).

Tabla 40. Coberturas identificadas 2002-2007.

CÓDIGO	COBERTURA	2002		2007		DIFERENCIA
		2002 Ha	%	2007 Ha	%	
111	Tejido urbano continuo	255,72	0,06	255,72	0,06	0
112	Tejido urbano discontinuo	23,27	0,01	23,27	0,01	0
121	Zonas industriales o comerciales	53,53	0,01	53,53	0,01	0
124	Aeropuertos	12,89	0	12,89	0	0
131	Zonas de extracción minera	36,86	0,01	36,86	0,01	0
211	Otros cultivos transitorios		0	70,42	0,02	70,42
2121	Arroz	412,8	0,1	636,4	0,15	223,6
2222	Café		0	159,61	0,04	159,61
231	Pastos limpios	62159,74	15,01	51566,73	12,46	10593,01
232	Pastos arbolados	34,49	0,01	327,25	0,08	292,76
233	Pastos enmalezados	17018,9	4,11	16103,3	3,89	915,6
241	Mosaico de cultivos	208,61	0,05		0	208,61
242	Mosaico de pastos y cultivos	3924,88	0,95	16054,64	3,88	12129,76
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	18614,2	4,5	37529,04	9,06	18914,84

CÓDIGO	COBERTURA	2002		2007		DIFERENCIA
		2002 Ha	%	2007 Ha	%	
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	52339,3	12,64	44695,25	10,8	7644,05
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	233,86	0,06	1603,33	0,39	1369,47
31111	Bosque denso alto de tierra firme	101972,47	24,63	103447,56	24,99	1475,09
31121	Bosque denso bajo de tierra firme		0	3614,64	0,87	3614,64
31122	Bosque denso bajo inundable		0	522,34	0,13	522,34
3131	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	744,33	0,18	5813,25	1,4	5068,92
3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	4005,59	0,97	3576,37	0,86	-429,22
314	Bosque galería y ripario	12427,88	3	10199,09	2,46	2228,79
32111	Herbazal denso de tierra firme	59978,77	14,49	4700,05	1,14	55278,72
32122	Herbazal abierto rocoso	50,31	0,01	798,65	0,19	748,34
321111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado		0	49806,59	12,03	49806,59
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos		0	6282,7	1,52	6282,7
3221	Arbustal denso	23426,04	5,66	24413,02	5,9	986,98
3222	Arbustal abierto	7253,13	1,75	11307,36	2,73	4054,23
323	Vegetación secundaria o en transición	17767,45	4,29	7567,19	1,83	10200,26
332	Afloramientos rocosos	472,44	0,11	472,44	0,11	0
333	Tierras desnudas y degradadas	1385,25	0,33	1188,46	0,29	196,79
334	Zonas quemadas	532,03	0,13	43,8	0,01	488,23
511	Ríos	1311,35	0,32	1299,6	0,31	11,75
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	199,73	0,05	69,38	0,02	130,35
99	Sin información (nubes)	27161,18	6,56	9766,31	2,36	17394,87
Total		414017,2	100	414017,2	100	

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

De acuerdo con los análisis realizados por CORTOLIMA y CORPOICA (2015), se observó que para el año 2002 existe un total de 29 coberturas, donde las más representativa es la de Bosque Denso Alto de Tierra Firme, en una franja de sur a norte en zonas de alta montaña en grandes parches de bosque por encima de los 2800 msnm, con un 24,63% equivalente a 101972,47 ha, seguido de los Pastos Limpios presentándose a lo largo del territorio, principalmente al nororiente cerca a los centros poblados de Chaparral con 15,01%, equivalente a 62159,74 ha, por otro lado el Herbazal Denso de Tierra Firme se presenta en una franja de norte a sur por encima de los 3500 msnm con 14,49% equivalente a 59978,77 ha, los Mosaicos de Pastos con Espacios Naturales se presentan alrededor de los 1000 msnm, asociados a otras coberturas naturales con 12,64% equivalente en 52339,3 ha, el Arbustal Denso se presenta en las zonas de transición del páramo en alturas superiores a los 3000 msnm representa el 5,66% equivalente a 23426,04 ha Los Mosaicos de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales se encuentran en mayor medida en las zonas bajas del municipio de Rioblanco y en fragmentos en la zona norte del municipio de Chaparral, representan un 4,50% equivalentes a 37529,04 ha, siendo éstas las coberturas más representativas en el área analizada.

Para el año 2007, se encuentra un total de 34 coberturas con la inclusión de 6 nuevas categorías las cuales corresponden a Otros Cultivos Transitorios con 70,42 ha, cultivos Permanentes Arbustivos como el café con 159,61 ha, el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme con 3614,64 ha, el Bosque Denso Bajo Inundable con 522,34 ha, el Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado con 49806,59 ha y finalmente el Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos con 6282,7 ha (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

Se puede observar que la cobertura más representativa corresponde al Bosque Denso Alto de Tierra Firme con 24,99% con 103447,56 ha, presentando el mismo comportamiento de franja de norte a sur desde las zonas de alta montaña de los municipios de Rioblanco y Chaparral, reflejando un aumento de esta cobertura en 1475,09 ha con respecto a 2002, observándose un aumento de zonas boscosas en esta franja (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

Los Pastos Limpios representan un 12,46% con 51566,73 ha, presentándose en su mayoría en el municipio de Chaparral, presentan una disminución de 10593,01 ha, con respecto al año 2002 (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

El Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado se encuentra en la franja de Rioblanco y Chaparral en aproximadamente los 3800 msnm en frontera con el departamento del Cauca, presenta el 12,03% equivalentes a 49806,59 ha; esta categoría hace parte de una nueva inclusión para el año 2007, hace parte de la transformación de la zona de páramo dentro de la misma categoría de herbazales (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

Los Mosaicos de Pastos con Espacios Naturales representan el 10,80% equivalente a 44695,25 ha, donde con respecto a 2002 se presenta una disminución de esta cobertura en 7644,05 ha, posiblemente se debe a la inclusión de nuevas actividades económicas como los cultivos o la aparición de vegetación secundaria en algunos casos. Los Mosaicos de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales con 9,06% equivalente a 37529,04 ha, presentan un aumento con respecto al año 2002 de 18914,84 ha, donde se puede observar la inclusión de nuevos cultivos y potreros para llevar a cabo actividades económicas agropecuarias (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

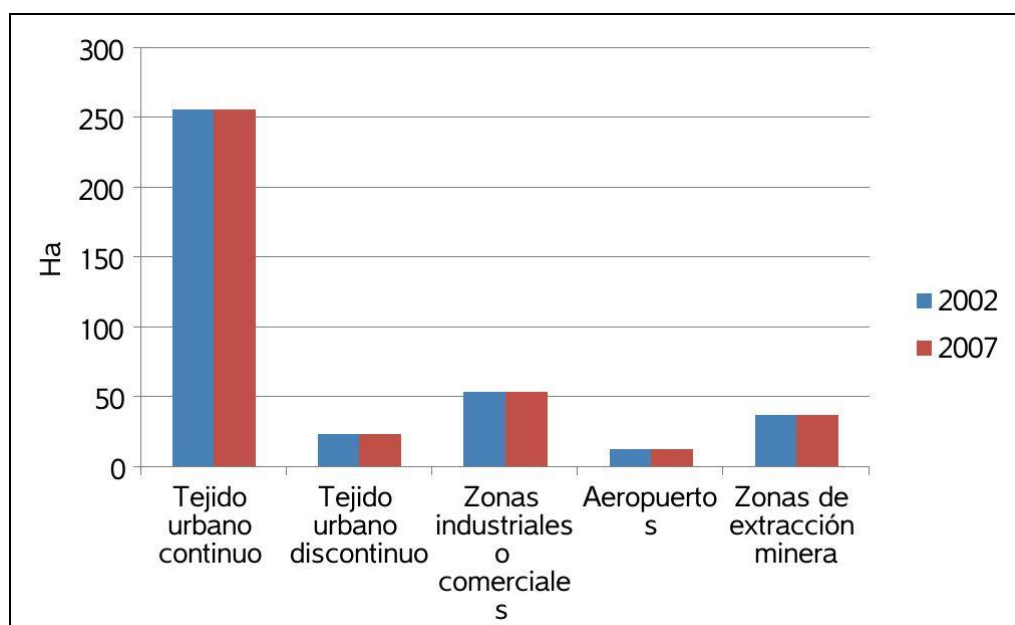
El Arbustal Denso representa el 5,90% equivalente a 24413,02 ha, presenta un ligero aumento con respecto al 2002 de 986,98 ha, puede deberse a que esta cobertura presenta una nueva colonización

de territorios con respecto a las zonas de transición de páramos (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

- Territorios Artificializados

En la Gráfica 5 se puede observar que hay una inclusión para 2007 de otros cultivos transitorios con 70,42 ha, el cultivo del arroz aumenta su cobertura para 2007 en 223,6 ha, y se presenta una nueva actividad económica agrícola con la siembra de café en el municipio de Chaparral con 159,61 ha registradas (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

Gráfica 5. Unidad de Territorios Artificializados.



Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

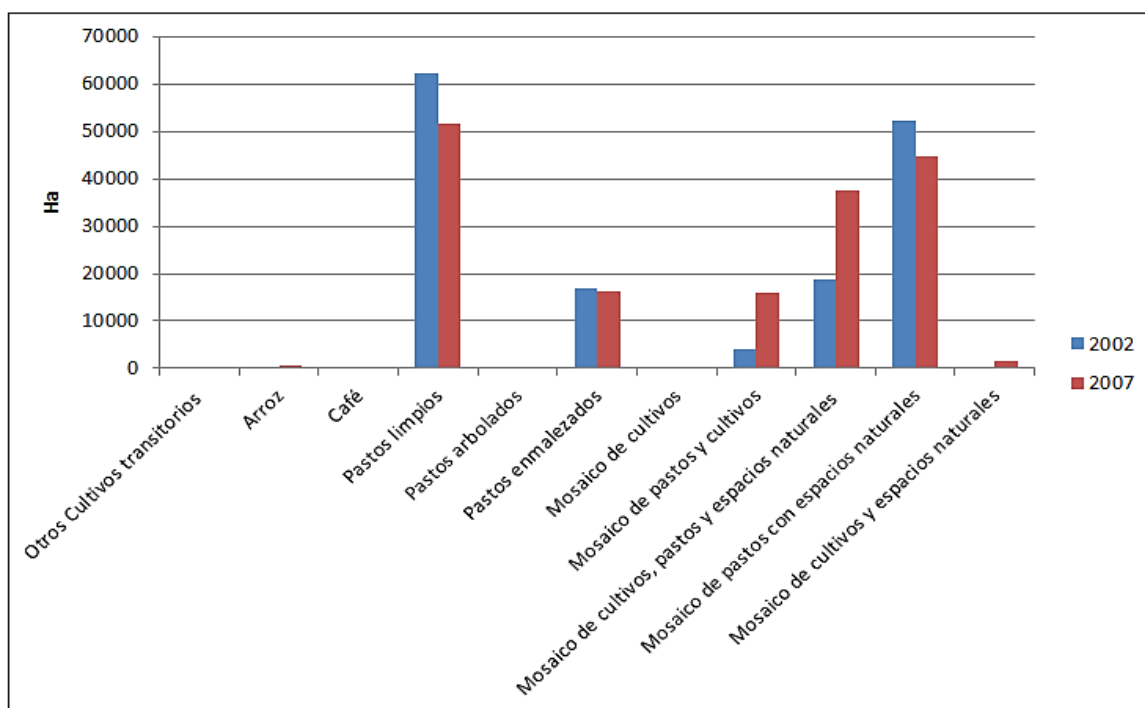
- Territorios agrícolas que contienen cultivos, pastos y mosaicos

Los pastos limpios presentan una disminución de 10593,01 ha, con respecto al año 2002, por otro lado los pastos arbolados aumentan su presencia para el 2007 en 292,76 ha, los pastos enmalezados disminuyen en 2007 con 915,6ha, esto puede deberse a la transformación de nuevas tierras y a simple vista se puede observar la dinámica del territorio en actividades agrícolas (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

Por otro lado los mosaico de cultivos desaparecen en 2007, los mosaicos de pastos y cultivos aumentan su presencia para 2007 en 12129,76 ha, los mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales aumentan su presencia en 2007 con 18914,84 nuevas hectáreas distribuidas en una franja altitudinal aproximada a los 2600 msnm compartidas por los municipios de Chaparral y Rioblanco (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

Los mosaicos de pastos con espacios naturales disminuyen su presencia en 2007 con 7644,05 ha menos con respecto a 2002, seguido de los mosaico de cultivos y espacios naturales que aumentaron su presencia en 1369,47 nuevas ha (Gráfica 6).

Gráfica 6. Unidad Territorios Agrícolas.



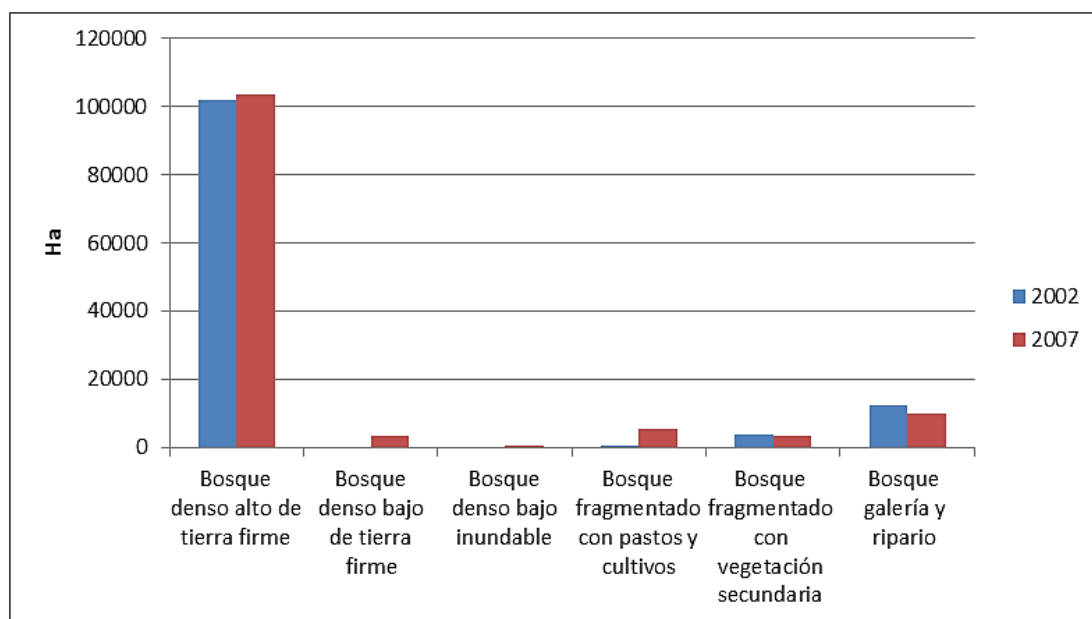
Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

- Bosques diferenciados en categorías

En la Gráfica 7 se presentan los resultados obtenidos para las coberturas de bosques, donde el bosque denso alto de tierra firme presenta un aumento de su cobertura para el año 2007 de 1475,09 ha con respecto al año 2002, el bosque denso bajo de tierra firme aparece en 2007 con 3614,64 ha, y el bosque denso bajo inundable con 522,34 ha principalmente cerca de las riveras de los ríos del municipio de Chaparral (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

Por otro lado, el bosque fragmentado con pastos y cultivos presenta un aumento de su cobertura en 5068,92 ha con respecto año 2002, el bosque fragmentado con vegetación secundaria disminuye para 2007 en 429,22 ha, el bosque de galería y ripario presenta una disminución en 2007 de 2228,79 ha (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

Gráfica 7. Unidad de bosques.



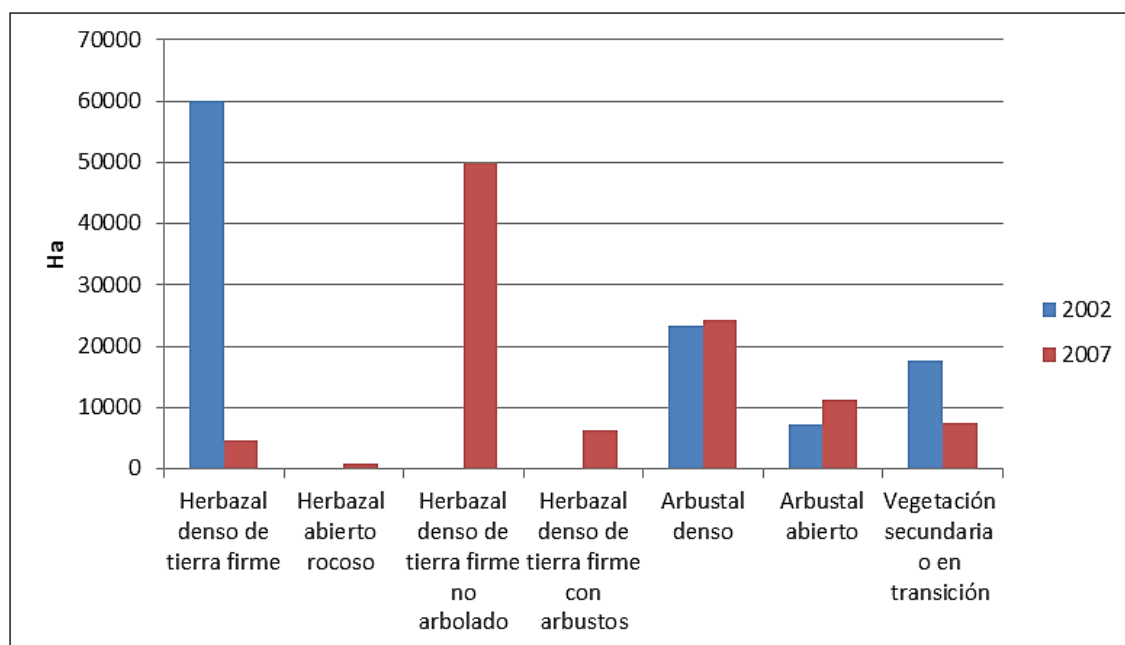
Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

- Áreas con vegetación herbácea y arbustiva

En la Gráfica 8 se puede observar que para 2007 la cobertura de herbazal denso de tierra firme presenta una disminución de 55278,72 ha que representa la vegetación típica de paramo; sin embargo, aparecen dos nuevas coberturas en 2007 las cuales son: herbazal denso de tierra firme no arbolado y herbazal denso de tierra firme con arbustos con 49806,59 ha y 6282,7 ha respectivamente; lo que se considera un cambio a otro nivel dentro de la misma categoría Corine land cover. Por otro lado, el herbazal abierto rocoso presenta un aumento en 2007 con 748,34 ha, presentándose principalmente en el municipio de Chaparral (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

El Arbustal denso presenta un aumento en su cobertura de 986,98 ha y el Arbustal abierto igualmente en 4054,23 ha, esta cobertura principalmente se da en zonas de transición al paramo. Por otro lado la vegetación secundaria o en transición presenta una disminución con respecto al año 2007 en 10200,26 ha (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

Gráfica 8. Unidad de vegetación herbácea y/o arbustiva.

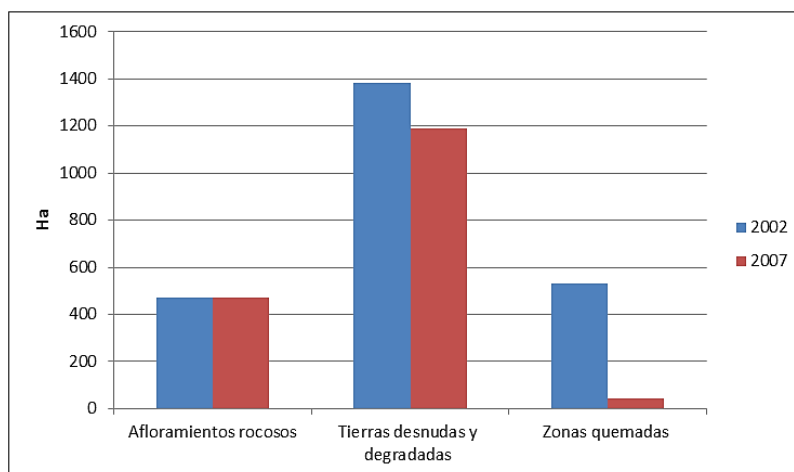


Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

- Áreas con, sin o poca vegetación

En la Gráfica 9, se puede observar que los afloramientos rocosos no presentan cambio con respecto a 2007, por otro lado las tierras desnudas y degradadas presentan una disminución de 196,79 ha con respecto a 2002, las zonas quemadas también presentan una disminución considerable con 488,23 ha menos con respecto a 2002 (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

Gráfica 9. Unidad áreas con, sin o poca vegetación.

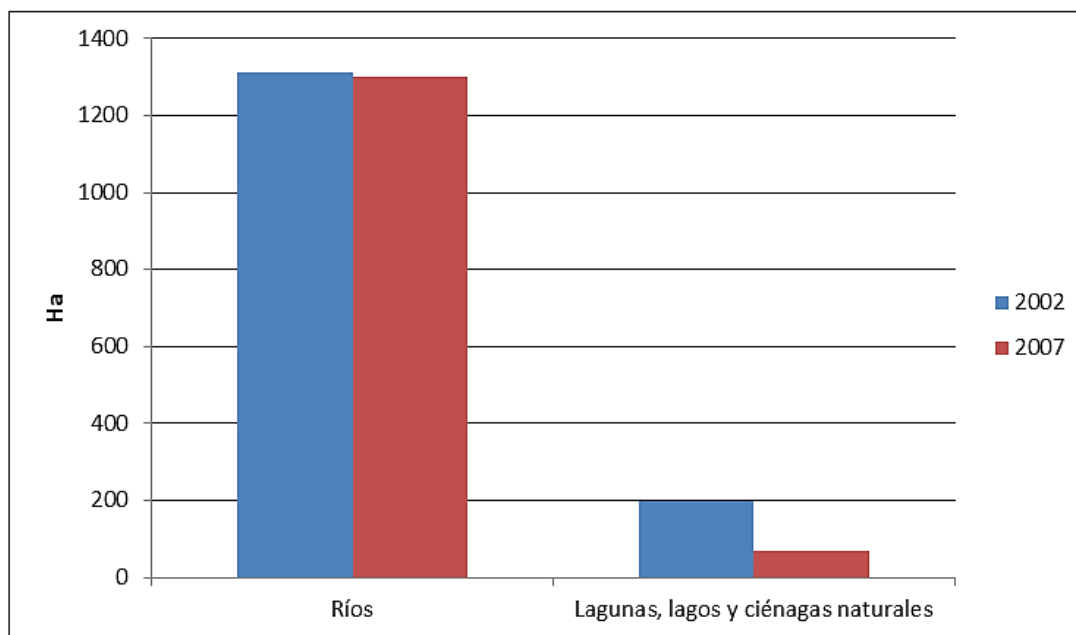


Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

- Áreas Húmedas y Superficies de Agua

En la Gráfica 10 se puede observar que para la cobertura de ríos se presenta una leve disminución en el año 2007 con una diferencia de 11,75 ha, para la cobertura de lagunas, lagos y ciénagas naturales disminuye la presencia para el 2007 con 130,35 ha, donde pueden presentarse otras coberturas naturales (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

Gráfica 10. Unidad de áreas húmedas y superficies de agua.



Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2015).

6. SERVICIOS ECOSISTEMICOS

Los páramos son ecosistemas estratégicos, debido a su gran poder de captación y regulación de agua. En ellos nacen 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 ecosistémicos más sobresalientes, se encuentra su papel en la producción y regulación hídrica (PGN, 2008) y el almacenamiento de carbono (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 páramos sirven como captadores de CO₂, dadas las bajas temperaturas que presentan, así como las bajas tasas de mineralización y reciclaje de nutrientes, lo cual favorece la lenta pero continua absorción de CO₂ atmosférico, el cual es acumulado como parte de la materia orgánica presente en el suelo. Y combinado con la alta capacidad de retención de agua, favorece la prevalencia de condiciones anaeróbicas durante largos periodos de tiempo (PGN, 2008; Hofstede *et al.*, 2003).

De acuerdo al diagnóstico presentado del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, 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, salvo manejos adecuados.

La compleja red hídrica es un reflejo del papel que cumplen estos complejos de páramo como reguladores hídricos de la región, son 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).

Recalcando la importancia de los complejos de páramos como proveedores de servicios ecosistémicos, entre ellos el recurso hídrico en la zona, a partir del año 2006 viene en proceso de desarrollo el Distrito de Riego Triángulo del Tolima, mediante Resolución 2710 del 27 de diciembre de 2006 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial²¹, otorgó Licencia Ambiental. El distrito tiene como finalidad, la adecuación de tierras en el sur del departamento del Tolima, con el propósito de incorporar a la producción agraria del país 24607 ha netas con infraestructura adecuada de río, drenaje, vías y modernas tecnologías de desarrollo agrícola.

El área de influencia directa del Distrito de Riego, está conformada por los municipios de Coyaima, Natagaima y Purificación (Departamento del Tolima). El área está habitada en un 95% por población indígena de ascendencia Pijao. Dentro del área de influencia del distrito, cerca de 30.000 ha de riego, existen 46 comunidades indígenas, de las cuales 17 son Resguardos y 29 Cabildo. El número de familias indígenas es de 2549, para un total de 11672 personas. 40 comunidades del área de influencia pertenecen territorialmente al municipio de Coyaima, 3 a Natagaima y 3 a Purificación.

La fuente de abastecimiento del distrito de riego, es el río Saldaña (el cual nace en las partes más altas del Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras), del río Saldaña se proyecta captar un caudal máximo de 30 m³/seg, la bocatoma se localiza sobre la margen derecha del río, en la vereda el Refugio (Municipio de Coyaima).

Así mismo, paisajísticamente y culturalmente los complejos de páramos Las Hermosas y Nevado del Huila-Moras tienen gran valor intangible, ya que en ellos se encuentran lugares sagrados para la comunidad indígena Nasa. El Pueblo Nasa Yuwe o “gente del agua” también se conocen de manera

²¹ Actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

generalizada como el pueblo Paéz, principalmente se han congregado en la región de Tierradentro, entre los departamentos del Huila y Cauca, algunos se han radicado al sur del departamento del Tolima (Ministerio de Cultura, 2015).

Dentro de su cosmovisión del territorio, los Nasa poseen una cartografía sagrada y social. Dentro de ella, se encuentran los Lugares Prohibidos que corresponden a zonas de reservan en las cuales no se pueden realizar actividades de caza, pesca, recolección, siembra, desmonte, aserrío de madera, entre otros, ya que son considerados como lugares habitados por los creadores. Entre estos lugares se encuentran los páramos, los nevados, volcanes, montañas, lagunas, ciénagas, sitios de origen, cementerios y quebradas (Ministerio de Cultura, 2015).

Reconocen también los Lugares Encantados, los cuales son espacios reconocidos por la cultura Nasa, como zonas en las cuales no se puede entrar sin el debido permiso de los seres espirituales mediante, rituales de limpieza, purificación y armonización. Entre estos lugares se encuentran entre otros, las montañas del Macizo Colombiano, los páramos, lagos, lagunas y nacederos de agua (Ministerio de Cultura, 2015).

Dentro de las deidades más populares de la Comunidad Nasa y que se asocian a los ecosistemas de páramo (Tabla 41), se encuentran:

Tabla 41. Deidades de la Comunidad nasa.

<i>Deidad</i>	<i>Características</i>
El trueno (<i>Eakthe</i>)	Es un ser espiritual, que habita en las lagunas, en los páramos (sitios sagrados). Él es el guía de los abuelos Nasa, ayudante exclusivo del médico tradicional (The ´wala), sabio de la comunidad quien tiene como obligación guiar a todos los Nasa en familia y comunidad en la integración con la naturaleza.
El arco (<i>Pxthus</i>)	Tiene por casa los ojos de agua, las ciénagas o sitios pantanosos. Pxthus se enoja, cuando no se pide permiso para utilizar el agua, cuando se tumba “el monte” alrededor del nacimiento, entre otros.
El vigilante de las montañas (<i>Daatxi</i>)	Es el vigilante y protector del bosque, montañas y páramos (cuencas, microcuencas). Él es el encargado de proteger las diferentes especies que habitan las montañas. Se le conoce como el espíritu del “control social” porque a él se le pide permiso para extraer madera, cazar y pescar. Este espíritu codifica parte de las leyes sagradas de la madre naturaleza.

Fuente: Adaptado de Cunda y Ruales (2000).

Otro de los sitios sagrados para la comunidad Nasa, es el Volcán Nevado del Huila (ubicado en el PNN Nevado del Huila), ya que es el lugar donde el The Wala (médico tradicional) equilibra las energías para proteger al pueblo Nasa, el Nevado pre avisa acontecimientos futuros, además es un punto de referencia para el calendario, ya que a través de él, se establecen y miden las épocas de invierno y verano, así como las temporadas de crisis y hambrunas (Cunda y Ruales, 2000).

Es evidente que estos ecosistemas deben ser de exclusiva conservación, con el objeto de preservar recursos hídricos esenciales, el mantenimiento del carbono almacenado, además de garantizar la prestación de servicios que favorezcan un adecuado desarrollo económico, pecuario y agrícola de la región, así como la conservación de los lugares culturalmente importantes para las comunidades indígenas que tienen en ellos sitios sagrados.

ENTORNO LOCAL

7. DEFINICIÓN DEL ENTORNO LOCAL – COMPLEJOS DE PÁRAMOS LAS HERMOSAS, NEVADO DEL HUILA-MORAS

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 2.500 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, esta 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 msnm incrementando altitud.

De acuerdo con los criterios anteriores, el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, está definido por los municipios de Chaparral, Río Blanco y Planadas (Tabla 42) (Figura 1).

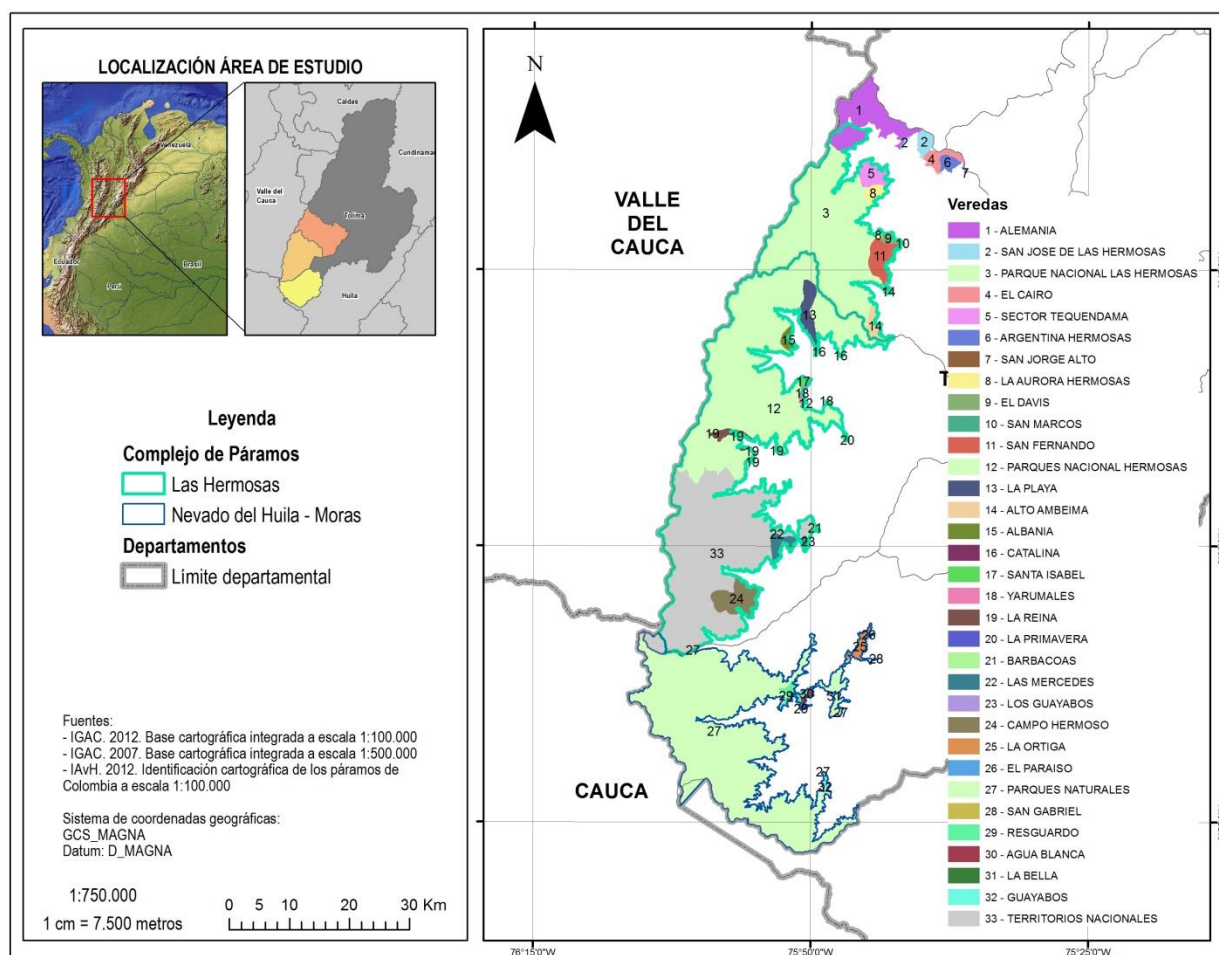
Tabla 42. Municipios y veredas que conforman el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila - Moras, en jurisdicción del Departamento del Tolima.

Municipio	Vereda	Área (ha) de la vereda en el complejo de páramo	Porcentaje (%) de la vereda al interior del complejo de páramo
Chaparral	Alemania	8001,32	3,87
	San José de las Hermosas	1065,81	0,52
	Parque Nacional Las Hermosas	30467,03	14,75
	El Cairo	1196,59	0,58
	Sector Tequendama	1761,78	0,85
	Argentina	741,53	0,36
	San Jorge Alto	6,58	0
	La Aurora Hermosas	1026,32	0,5

Municipio	Vereda	Área (ha) de la vereda en el complejo de páramo	Porcentaje (%) de la vereda al interior del complejo de páramo
Chaparral	El Davis	442,08	0,21
	San Marcos	4,64	0
	San Fernando	2388,33	1,16
	Alto Ambeima	1121,45	0,54
Rioblanco	Parque Nacional Las Hermosas	50977,17	24,67
	La Playa	2076,89	1,01
	Albania	656,04	0,32
	Catalina	7,28	0
	Santa Isabel	222,29	0,11
	Yarumales	260,5	0,13
	La Reina	819,43	0,4
	La Primavera	4,83	0
	Barbacoas	218,23	0,11
	Las Mercedes	1429,5	0,69
	Los Guayabos	10,41	0,01
	Campo Hermoso	3282,54	1,59
	Territorios Nacionales	40649,18	19,68
	Parques Nacionales	55519,49	26,87
Planadas	La Ortiga	885	0,43
	El Paraiso	51,97	0,03
	San Gabriel	4,18	0
	Resguardo	810,83	0,39
	Agua Blanca	295,45	0,14
	La Bella	41,01	0,02
	Guayabos	154,73	0,07
Total		206600,4	100

Fuente: Convenio IAvH-CORTOLIMA (2015). Total calculado a partir del área de cada vereda dentro de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, con base en la cartografía.

Figura 28. Delimitación Entorno Local complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, en el departamento del Tolima.



Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015).

El Entorno Local para el complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras 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 43).

Tabla 43. Coordenadas geográficas en las cuales se enmarca el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras (Coordenadas GeoGráficas Datum: D_Magna; Coordenadas Planas Datum: Magna-Bogotá).

Entorno Local Complejo Las Hermosas

Coordenadas Geográficas

Norte	Oeste	Sur	Este
3° 58' 11,44" N	3° 12' 4,94" N	3° 10' 9,80" N	3° 47' 21,34" N
75° 46' 45,27" W	76° 3' 40,73" W	76° 1' 25,87" W	75° 41' 50,35" W

Coordenadas Planas

Norte	Oeste	Sur	Este
810884,13 X	779422,17 X	783703,1	820010,19 X
931036,10 Y	846014,53 Y	842463,94	911058,53 Y

Entorno Local Complejo Nevado del Huila-Moras

Coordenadas GeoGráficas

Norte	Oeste	Sur	Este
3° 12' 58,27'' N	3° 6' 34,08'' N	2° 52' 12,44'' N	3° 9' 44,48'' N
75° 44' 34,28'' W	76° 6' 21,60'' W	75° 50' 42,67'' W	75° 44' 0,29'' W

Coordenadas Planas

Norte	Oeste	Sur	Este
814873,50 X	774445,36 X	803429,79 X	815935,03 X
847601,31 Y	835825,89 Y	809308,11 Y	841606,01 Y

Fuente: Convenio CORTOLIMA- IvAH (2015).

8. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

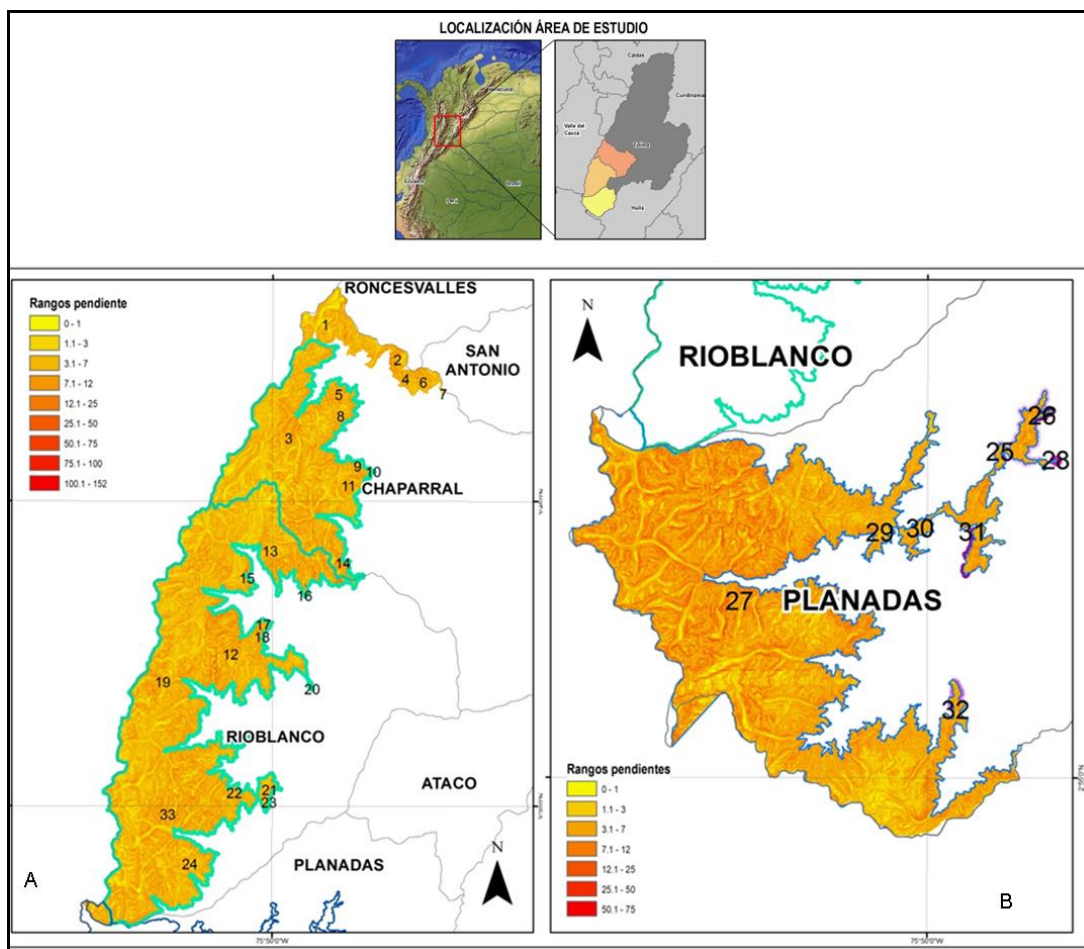
8.1 Pendiente del Terreno

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 de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, 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 Inclinada, 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 de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila Moras. A: Las Hermosas; B: Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Convenio CORTOLIMA – IvAH (2015); a partir del procesamiento de un Modelo Digital de Elevaciones (Resolución de 30 metros por pixel).

Dentro del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras los rangos de pendientes que presentaron el mayor número de hectáreas fueron (Tabla 44):

- Ligeramente inclinada, 3.1 – 7 %: con 107.732,94 ha que representan dentro del Entorno Local de los complejos de páramos el 52,15%
- Moderadamente inclinada, 7.1 - 12%: con 53.012,80 ha que representan dentro del Entorno Local de los complejos de páramos el 25,66%

Tabla 44. Distribución de los rangos de pendiente en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Rango de Pendiente	Área (ha)	Porcentaje
0 - 1 %	5037,68	2,44
1.1 - 3 %	33323,58	16,13
3.1 - 7 %	107732,94	52,15
7.1 - 12 %	53012,8	25,66
12.1 - 25 %	6313,69	3,06
25.1 - 50 %	841,54	0,41
50.1 - 75 %	182	0,09
75.1 – 100%	95,3	0,05
> 100%	60,87	0,03
Total	206600,4	100

Fuente: Convenio CORTOLIMA – IvAH (2015); partir del Modelo Digital de Elevaciones realizado por la consultoría.

8.2 Geomorfología

Las provincias geomorfológicas que cubren parcialmente el Macizo Colombiano, están conformadas por unidades litológicas y estructurales diferentes (IDEAM, 1999; Citado por CORTOLIMA y CI, 2014). Dentro de estas provincias se encuentra la Cordillera Central, donde se encuentra localizada el área de estudio. Los páramos son un fenómeno reciente y específicamente posteriores a la orogenia andina de finales del Terciario (Flórez, 2000; Citado por CORTOLIMA y CI, 2014). Constituyen un complejo físico-biótico del período Cuaternario, desde el comienzo del Pleistoceno.

A partir de las formas iniciales de relieve determinadas por procesos tectodinámicos, se ha generado el relieve secuencial actual modelado en el bloque occidental más elevado, por procesos de denudación glaciática, glacifluvial y fluvio gravitacional (PBOT municipio de Chaparral, 2001). La orogenia final de la Cordillera Central parece haber tenido lugar en el Terciario superior, prolongándose hasta comienzos del Cuaternario.

El departamento del Tolima hace parte del sistema montañoso andino, conformado por tres 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 la 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).

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 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. Los vallecitos se localizan en los municipios de Murillo, Villahermosa, Roncesvalles, Chaparral, Planadas y Rioblanco en un área de 3.907,55 ha equivalentes al 1.2% de las zonas de paramo (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

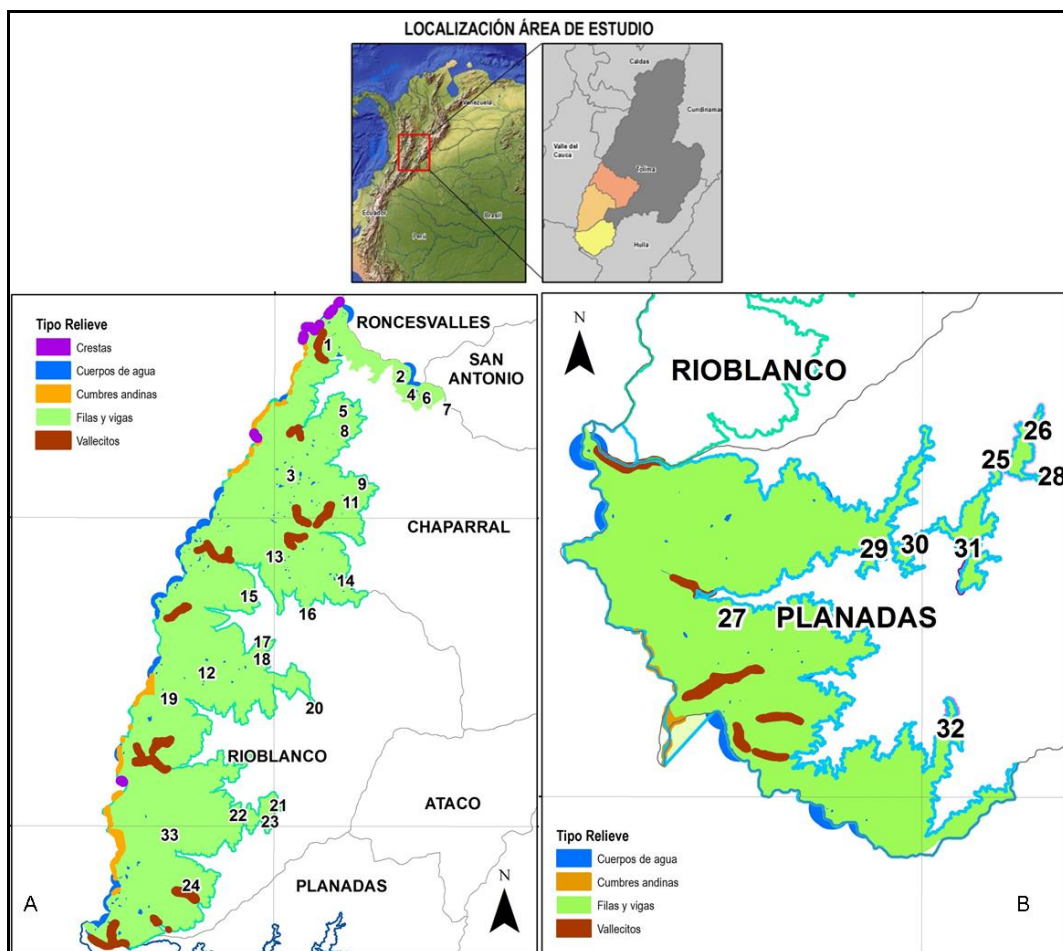
Los Campos de Lava y Campos Morrenicos, son extensiones irregulares cubiertas por flujos de lava de composición andesítica arrojada por los volcanes situados en las cimas de las cordilleras. Están localizadas en toda la zona norte de la zona de páramos en un área de 43.417,96 ha; en Ibagué en 5.459 ha y en Planadas con solo 45,97 ha, para un total de 48.923,12 ha equivalentes al 15,5% de las zonas de paramo (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 descienden hasta zonas cálidas sobre cenizas, arcillolitas, granodioritas y esquistos (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

- Geología Estructural

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 (Figura 30 y Tabla 45).

Figura 30. Mapa unidades geomorfológicas del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras²². A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Convenio CORTOLIMA –IavH (2015).

Se describen a continuación las geoformas que se presentan en el Entorno Local de los complejos de páramos Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

a) Municipio de Rioblanco

- Zona Montañosa Estructural: En el sector Nor-Occidental del municipio de Rioblanco, se encuentra una zona montañosa representada principalmente por rocas Paleozoicas, las cuales litológicamente corresponden al Complejo de Cajamarca (Pzen); estas rocas presentan una zona de pendiente fuertemente inclinada a inclinada, laderas largas a medianas, asimétricas a simétricas afectadas tectónicamente, con pendiente fuerte a moderada y cimas angulares a subangulares que tienen estrecha relación con la dirección y buzamiento de los estratos. El drenaje es de tipo angular a subangular, evidenciando un control litológico, de baja a moderada densidad y grado de disección moderado, excepto algunos drenajes principales, que desarrollan valles en “V”. Los principales procesos que afectan esta zona son los desplomes, deslizamientos planares y caídas de roca, influenciados por el material litológico (buzamiento de los estratos a favor de la pendiente),

²² Se presentan en el mapa las unidades geomorfológicas, disponibles en archivos cartográficos.

que hace que la zona esté fracturada y diaclasada, donde los bloques de esquistos son más débiles y se desploman con mayor facilidad.

- Zona de Valle: Corresponde a depósitos aluviales y terrazas antiguas de los drenajes actuales, formando zonas alargadas y planas; es una zona con procesos de origen depositacional, restringida a los valles de los ríos Saldaña, Mendarco, Blanco y Anamichú principalmente, los cuales forman zonas planas a ligeramente onduladas.

b) Municipio Chaparral

- Geoformas de las Cumbres Montañas Glacifluviales: A esta unidad corresponden paisajes heredados, localizados en el extremo sur del municipio (páramos de El Tambor, Carrizales y de Las Hermosas), por encima de la cota de los 3.000 msnm. Dentro de esta agrupación se encuentran: campos de circos y artesas glaciáricas heredadas, y los campos de morrenas.
- Geoformas Montañas Fluio-erosionales: Se agrupan todas las elevaciones del relieve cuya altura y morfología se deben exclusivamente al trabajo erosivo de la escorrentía y de los movimientos en masa de tipo gravitacional e hidrogravitacional, actuando sobre los mantos de meteorización generados principalmente por rocas ígneas intrusivas y metamórficas. Se presentan en altitudes menores a los 3.000 msnm.
- Montañas y Colinas Ramificadas (granodiorita, corzodiorita y neis cuarzo-feldespático): Las rocas agrupadas bajo este paisaje presentan una composición mineralógica similar, bajo condiciones climáticas y topográficas equivalentes, aquellas tienden a generar relieves y suelos igualmente similares. El paisaje incluye los mantos continuos y discontinuos de ceniza volcánica, las montañas crestadas, las montañas semitabulares y los valles estrechos coluvio-aluviales intramontanos.
- Geoformas Montañas y Colinadas Estructural Erosionales: Comprenden las montañas y colinas cuya altura y morfología actual ha sido determinada inicialmente por plegamiento y fracturamiento de estratos sedimentarios, para ser posteriormente afectadas en diverso grado por los procesos de denudación fluviogravitacional, pero aún conservan algunos de los rasgos estructurales originales. Estas geoformas se localizan exclusivamente en el bloque oriental, extendiéndose más allá de los límites municipales.

Dependiendo del tipo de composición litológica, sea compuesta o simple, resultan los siguientes paisaje: Espinazo homoclinal en limolita y conglomerado, espinazo homoclinal en arenisca, lutita y limolita interestratificadas, montaña anticlinal degradada en arenisca cuarzosa, colinas homoclinales degradadas en conglomerados y colinas ramificadas en arcillolitas.

- Geoformas de piedemonte diluvial-aluvial: Aquí se agrupan las geoformas agradacionales determinadas por la sedimentación de lodos y aluviones acarreados por las corrientes que emergen de terrenos elevados hacia zonas más bajas, en donde explayan su carga, dando origen a abanicos de lodo (diluviales) y de aluviones (aluviales) de diferente edad, tamaño y composición. Lo más frecuente es que los diferentes abanicos, se dispongan en forma coalescente, formando una unidad genética continua. No obstante, en municipio éstos aparecen un tanto dispersos y, los más antiguos, bastante afectados por la denudación. En este paisaje se encuentran: Abanicos-Terrazas antiguos en lodo y escombros, abanicos recientes en aluviones graníticos y taludes de abanicos y terrazas.

- Geoformas de valle aluvial: En esta unidad genética de relieve se agrupan todos los paisajes originados por sedimentación aluvial, dentro del bloque oriental, probablemente desde el Pleistoceno superior y el Holoceno, hasta el periodo actual. Debido al menor desnivel del relieve en el mencionado bloque, ríos como el Saldaña, Ambeima, Amoyá y Tetuán y quebradas como las de Irco, Tune, Guainí, Tuluní, Totumo, Apa o Neme y Guanábano, han construido sendos valles de mayor o menor amplitud, dentro de los cuales se reconocen hoy en día sus planos de inundación y uno o más niveles de terrazas. A los anteriores se han sumado pequeños glacis de acumulación, asociados espacialmente. En este paisaje se encuentran: Planos de inundación de río trenzado-meándrico mayor, vallecitos aluvio-coluvial de río menor, terrazas aluviales de niveles bajo, medio y alto, así como glacis de acumulación.

c) Municipio Planadas

- Relieve Montañoso Denudativo: Conforman la mayor parte del área municipal, está relacionado con rocas ígneas y metamórficas, que después de haber sido levantadas, por procesos orogénicos, luego con la formación del suelo, han venido presentando procesos erosivos gravitacionales e hidrogravitacionales que moldean su superficie y que a la vez van generando otras unidades deposicionales en las partes bajas.
- Formas de Origen Depositional: Hace referencia a procesos de acumulación de material proveniente o resultante de la denudación o erosión de las laderas. Si el agente fue la actividad glacial o de páramo, el resultado es una morrena o depresión glaciárica, pero si fue el agua de escorrentía asociada con la gravedad, entonces se forman los valles, ya sean aluviales, coluviales o mixtos.

Se presentan dentro de esta clasificación, las depresiones glaciáricas, las cuales se ubican en la zona de páramo al occidente del municipio Planadas, entre los 3.600 y 4.000 msnm. Corresponden a una serie de depresiones o bajos inundados permanentemente, donde sobresale la laguna del río Bravo.

Igualmente, los campos morrénicos, los cuales están constituidos por rellenos de material de suelos y derrubios de gelifracción provenientes de las áreas altas adyacentes, presentan formas de relieve ligeramente ondulados.

Se presentan también, los valles aluviales, de formas alargadas y relativamente planos y estrechos en las riberas bajas de los ríos Saldaña y Atá.

Tabla 45. Unidades geomorfológicas del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Tipo de Relieve	Área (ha)	Porcentaje respecto al Entorno Local (%)
Crestas	253,44	0,12
Cuerpos de agua	1124,9	0,54
Cumbres andinas	886,82	0,43
Filas y Vigas	201648,96	97,6
Vallecitos	2686,29	1,3
Total	206600,4	100

Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015).

A continuación se listan los Sistemas Morfogénicos que se encuentran en la zona del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. (IDEAM 2010)

- Montaña Alta (MA)

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

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 correspondiente 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 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:

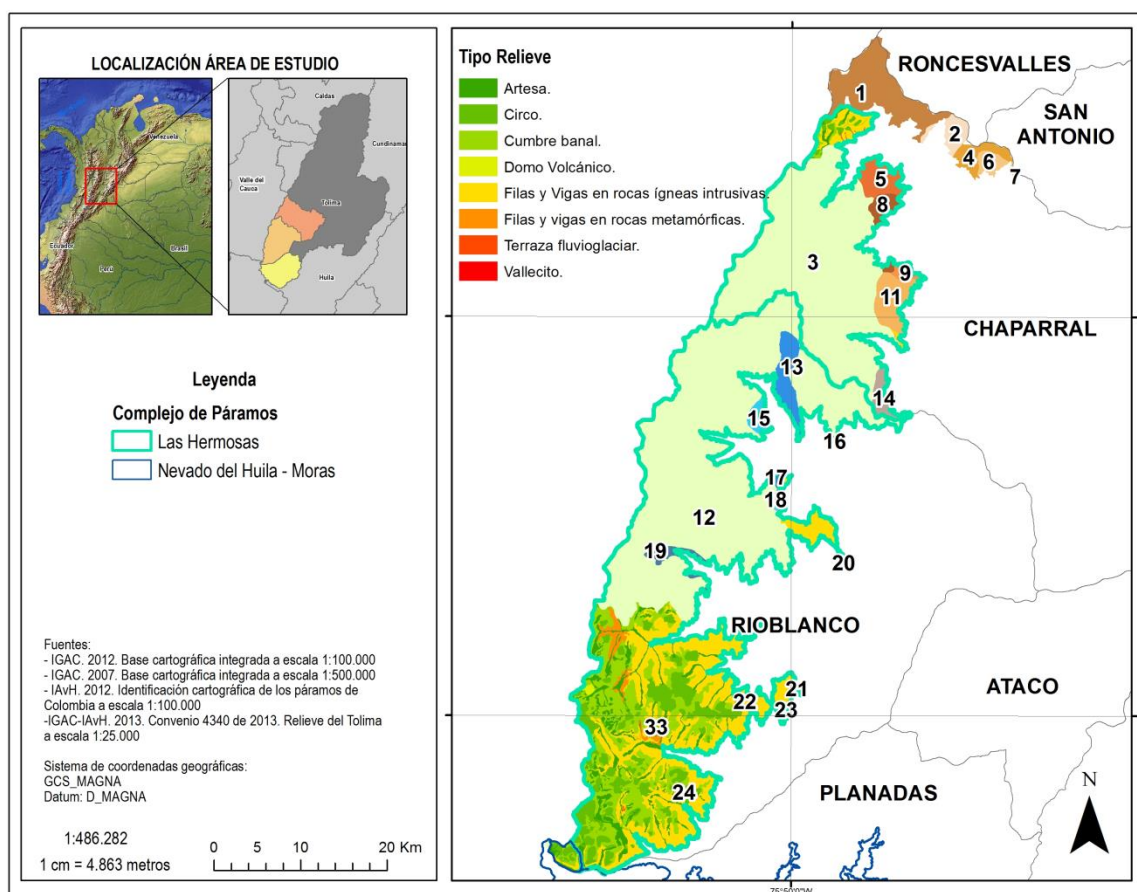
- ✓ La protección mecánica de las formaciones superficiales ejercida por la vegetación, se pierde por quema y pastoreo facilitando la acción del escurrimiento superficial difuso y concentrado.
- ✓ Con las quemas, no sólo arde la vegetación sino que también los suelos turbosos se queman y pueden hacerlo 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.

8.2.1 Geomorfología Escala 1:25.000

Para la zona del complejo de páramo de Las Hermosas, que se encuentra ubicada por fuera del límite del Parque Nacional Natural Las Hermosas, se cuenta con información a escala 1:25.000 de la geomorfología, esta información es producto del “Levantamiento semidetallado de Suelos en las zonas de influencia de los páramos de Colombia: Distrito páramos Viejo Caldas-Tolima”, realizado por el IGAC en el marco del Convenio No. 4340 de 2013 firmado entre el IGAC y el IavH. En la Figura 31, se presentan las unidades geomorfológicas correspondientes a la zona del complejo Las Hermosas.

Figura 31. Unidades Geomorfológicas (Relieves) para el Complejo Las Hermosas, Escala 1:25.000.



Fuente: IGAC –IavH (2013).

A continuación se describen cada uno de los tipos de relieve, de acuerdo a IGAC – IAvH (2013):

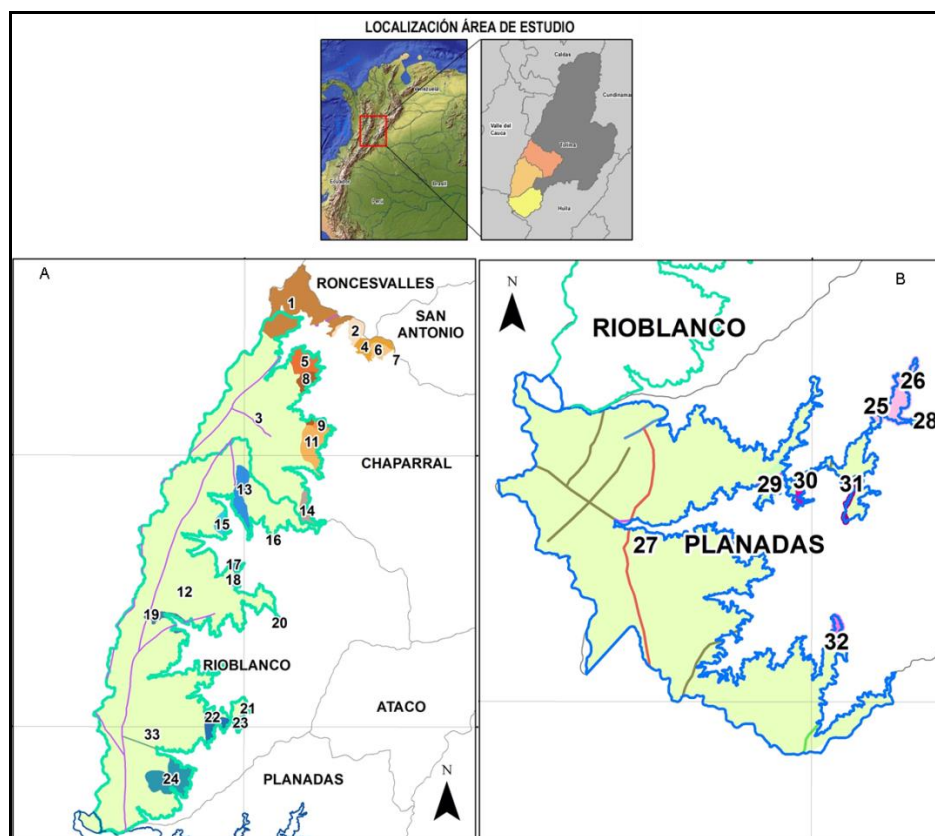
- Artesa / Valles Glaciares: Junto con los circos, son los modelados más importantes originados por la acción directa de las masas de hielo en las glaciaciones. Varían en extensión y pendiente y en ocasiones pueden estar controlados estructuralmente por el tipo de roca o la existencia de fallas geológicas. Generalmente tienen una forma alargada y en ocasiones semicircular con un perfil de forma en U conteniendo varios modelados asociados al retroceso glaciar y deposición de material detrítico.

- **Circos:** Son depresiones semicirculares o semielípticas dominadas por laderas inclinadas o escarpadas, que estuvieron ocupadas por hielo durante las últimas glaciaciones. Generalmente presentan un fondo cóncavo, donde es frecuente la formación de cubetas de sobreexcavación con cuerpos de agua, así mismo, es posible encontrar laderas de circo sin fondos asociados.
- **Cumbres:** Se aplica este término a los relieves localizados en las divisorias cordilleranas con alturas superiores a los 3600 msnm, en la mayoría de los casos. Siendo esta altura, donde los glaciares tuvieron una mayor influencia, por lo menos en el último período glacial culminado hace aproximadamente 12.000 años. Este tipo de relieves, por lo general son afloramientos rocosos en posición de divisoria de rocas ígneas intrusivas, metamórficas, metasedimentarias y volcanosedimentarias con poca o nula vegetación.
- **Domo Volcánico:** Este término, se refiere a cuerpos con formas convexas o cilíndricas, con laderas muy empinadas. Son formados por el enfriamiento del magma empujado a través de un ducto volcánico.
- **Filas y Vigas:** Término adaptado a modelados producidos por la disección de corrientes de varios tipos de roca metamórfica, metasedimentaria, volcanosedimentaria e ígnea intrusiva; se asemejan a la estructura de un techo, con un eje axial (fila) y elementos transversales perpendiculares a la fila (vigas). Debido al potencial hidrogravitatorio de los drenajes, las laderas son largas con pendientes muy inclinadas a escarpadas, obteniendo cimas estrechas.
- **Terraza Fluvioglacial:** Tipo de relieve plano que resulta de dos fases morfogénicas, a) una fase de acumulación, que comienza generalmente por un asentamiento de material grueso y termina por uno de material fino y b) una fase de entalle fluvial que tiene como resultado, colocar la capa de acumulación de posición de terraza.
- **Vallecito:** Este modelado está asociado a las redes de drenaje de los páramos. Los vallecitos son incisiones del drenaje con poca acumulación de sedimentos.

8.2.2 Fallas

La tectónica dominante en la zona es de tipo compresivo con el desarrollo de grandes fallas inversas, las cuales han tenido su formación desde el Cretáceo hasta el Cuaternario, estando ligadas a los procesos orogénicos de levantamiento de las cordilleras (POT Municipio Rioblanco). El fallamiento presente, se caracteriza por presentar direcciones predominantes Norte-Sur, Norte-Este y Sur-Oeste, con algunos sistemas transversales asociados a fallas mayores (Figura 32).

Figura 32. Fallas geológicas del Entorno Local del complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras



Fuente: Convenio CORTOLIMA- IvAH (2015).

La falla geológica más destacada del área es la Falla Saldaña, que controla estructuralmente al río Saldaña, el movimiento de esta falla es de tipo vertical y el plano falla tiene un buzamiento alto. El bloque Este se encuentra levantado respecto al bloque Oeste. A esta falla se encuentran asociadas mineralizaciones de cobre (Cu) (POT municipio de Planadas).

Se encuentran también, las fallas de Herrera y el Hereje causan el control de los ríos Saldaña y Hereje, donde la primera tiene una dirección Sur-Occidente – Nor-Oriente, mientras la segunda tiene dirección predominante Oriente - Occidente. Estas dos estructuras cortan principalmente las rocas del Batolito de Ibagué (Jgdi), por lo que es difícil determinar el tipo de movimiento de ellas (POT municipio Rio Blanco).

8.2.3 Retroceso Glaciar – Monitoreo

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.

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 (Ceballos y Tobón, 2008).

El Retroceso de los glaciares en Colombia como evidencia del Cambio Climático Global, se estudia en seis glaciares: Nevados Ruiz (9,7 Km²), Santa Isabel (1,8 Km²), Huila (9,7 Km²), Tolima (0,74 Km²) y dos sierras nevadas, El Cocuy o Güicán (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 glaciar calculadas de las últimas tres décadas, es posible manifestar que para el año 2010, en Colombia, se había reducido el área glaciar en un 51% con respecto a la de hace 30 años y con una tendencia actual de disminución del 3% por año (IDEAM, 2015).

Para el Volcan Nevado del Huila (el cual se encuentra en el Entorno Local del Complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras), 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 momentos de tiempo diferentes t1 y t2 (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 t1 y t2.

$SG1_{t1}$: 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 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 (t1 y t2), el cual se interpreta como el cambio de superficie sucedido para el periodo de tiempo t1-t2.

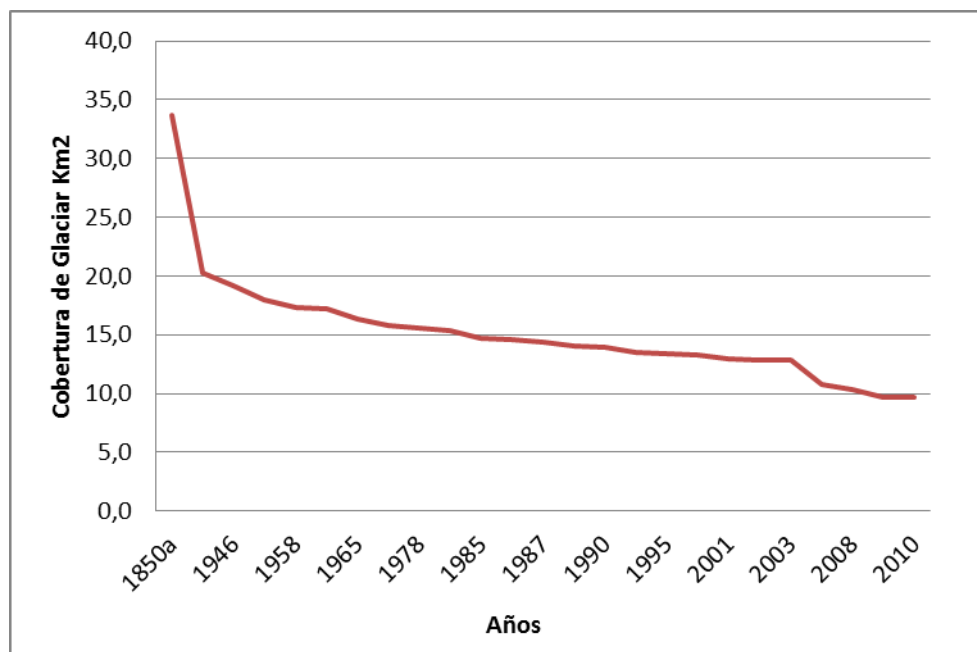
La periodicidad del indicador depende de la disponibilidad en cantidad y calidad (nubosidad y resolución espacial) de las imágenes de satélite o fotografías aéreas utilizadas para realizar el cálculo. La exactitud del cálculo del cambio de superficie glaciar depende de: a) resolución temporal, espacial 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 t1 y t2. 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 el Volcán Nevado del Huila presente en el Entorno Local del Complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, se presentan en la Gráfica 11, los datos de cobertura de glaciar expresados en Km², para los años 1850 – 2010.

Gráfica 11. Cobertura de Glaciar (Km²) para el Volcán Nevado del Huila (Años 1850 – 2007).



Fuente: Convenio CORTOLIMA – IvAH (2015), IDEAM (2014a).

En la Grafica anterior, se puede evidenciar que se ha presentado una disminución en la cobertura del glaciar, presentando las disminuciones más pronunciadas durante los últimos treinta años. De acuerdo con el IDEAM (2014a), en la Tabla 46 se presentan los datos del Indicador de Cambio de Cobertura de Glaciar (Km²) para el Volcan Nevado del Huila, presente en el Entorno Local de los Complejos de Páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras²³

²³ Se presentan los datos disponibles por parte del IDEAM (2014a), estos datos no establecen diferenciación entre los costados de la cordillera, por lo que se asume que corresponden a la totalidad de la cobertura de glaciar que presenta el Volcán Nevado objeto de estudio.

Tabla 46. Indicador Cambio en la Cobertura de Glaciar de los Volcanes Nevados presentes en el Entorno Local del complejo de páramos Los Nevados.

Año	Volcán-Nevado del Huila	Periodo de Cambio	Cambio de Superficie Glaciar (Km2)
1850 ^a	33,7		
1939	20,2	1850-1939	13,5
1946	19,2	1939-1946	1,1
1954	18	1946-1954	1,2
1958	17,4	1954-1958	0,6
1959	17,2	1958-1959	0,2
1965	16,3	1959-1965	0,9
1975	15,7	1965-1975	0,6
1978	15,6	1975-1978	0,2
1981	15,4	1978-1981	0,2
1985	14,7	1981-1985	0,7
1986	14,6	1985-1986	0,2
1987	14,4	1986-1987	0,2
1989	14,1	1987-1989	0,3
1990	13,9	1989-1990	0,2
1994	13,5	1990-1994	0,4
1995	13,4	1994-1995	0,1
1997	13,3	1995-1997	0,1
2001	13	1997-2001	0,4
2002	12,9	2001-2002	0,1
2003	12,8	2002-2003	0,1
2007	10,8	2003-2007	2
2008	10,3	2007-2008	0,5
2009	9,7	2008-2009	0,6
2010	9,7	2009-2010	0
^a El Área glaciar de 1850 se calculó utilizando métodos de reconstrucción de paleoclima (mediante el método de depósitos morrénicos).			

8.3 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 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.

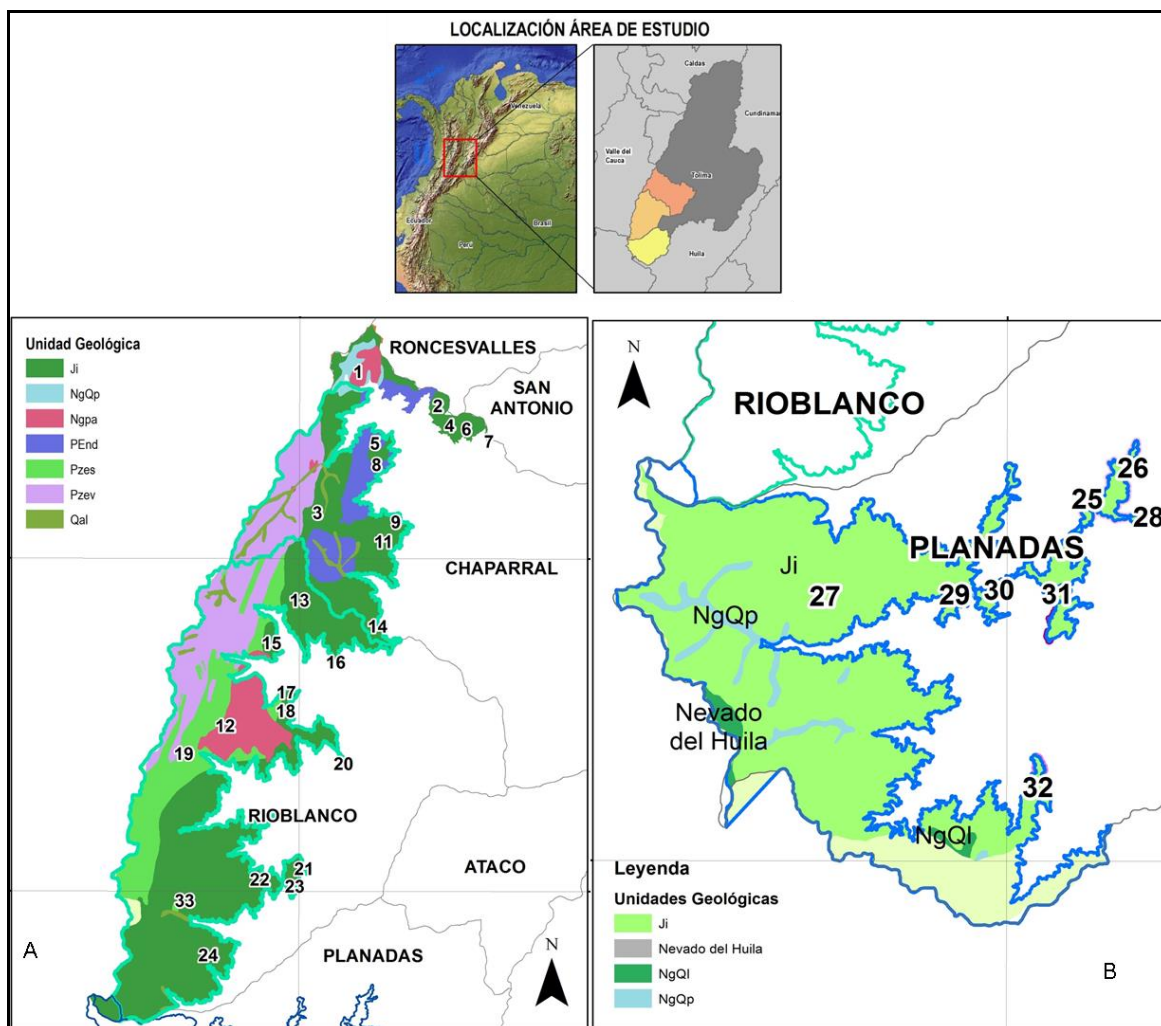
El Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, está geológicamente constituido por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas con edades que comprenden desde el Proterozoico hasta el Cuaternario (Tabla 47, Figura 33). A continuación se describen las unidades litológicas por orden cronológico

Tabla 47. Unidades Geológicas identificadas para el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras (Escala 1:250.000).

Período	Unidad Geológica	Símbolo	Área (ha)	Porcentaje (%) respecto al Entorno Local
Cuaternario	Depósitos Aluviales	Qal	5220,21	2,526717638
	Depósitos Coluviales	NgQl - NgQp	6476,9	3,134989551
	Formación Nevado del Huila	NgQH	1324,24	0,640965946
Cenozoico	Rocas Hipoabisales	Ngpa	11188,56	5,415553816
Jurásico	Batolito de Ibagué	Ji	125982,83	60,97898443
Paleozoico	Grupo Cajamarca	Pzev - Pzes	45279,84	21,91662637
Precámbrico	Neisis Bióticos del Davis	PCnd	11127,83	5,386162247
Total			206600,4	100

Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015).

Figura33. Unidades Geológicas del Entorno Local del complejo de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras²⁴. A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015).

A continuación se describen las Unidades Geológicas²⁵.

Período Precámbrico - Eón Proterozoico

a) Neisis Bióticos del Davis (PCnd)

Unidad litológica de carácter metamórfico, conformada por gneises de cuarzo-feldespáticos, con algunas intercalaciones de anfibolitas y mármoles. Esta unidad aflora a manera de xenolitos y techos pendientes desde pocos metros a 50 km, dentro del batolito de Ibagué. Los afloramientos más representativos se encuentran entre los ríos Davis, Amoyá y Ambeima.

²⁴ Se presentan en el mapa, las Unidades Geológicas a escala 1:250.000, ya que es la cartografía que se encuentra disponible.

²⁵ Información tomada de PBOT de los municipios de Chaparral, Rioblanco y Planadas. Así como insumos de INGEOMINAS (2001).

Era Paleozóica

a) 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 el sector Noroccidental del municipio de Rioblanco, en los límites con el departamento del Valle, así mismos se encuentran a manera de pequeños xenolitos dentro del Batolito de Ibagué y sobre la margen izquierda del río Anamichú, al occidente del municipio de Chaparral.

Período Jurásico

a) Batolito de Ibagué (Ji)

Es la unidad geológica de mayor extensión en el área departamental. Sus afloramientos, situados 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.

Era Cenozoica (anteriormente período Terciario)

a) 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 presenta a manera de diques y plutones asociados a fallas geológicas que atraviesan el municipio de Rioblanco, se caracterizan por su color gris. Algunas de las intrusiones presentan mineralizaciones de cobre (Cu).

Período Cuaternario

a) Formación Nevado del Huila (NgQH)

El nombre de Formación Nevado del Huila es propuesto, para denominar las rocas y depósitos volcánicos que forman los edificios volcánicos del Complejo Volcánico Nevado del Huila, en el límite de los departamentos del Tolima, Valle y Huila. Se considera que la edad de esta formación puede estar en el límite Neógeno - Cuaternario. La unidad consta de lavas andesíticas y dacíticas con intercalaciones menores de aglomerados volcánicos. Las lavas tienen estructuras columnares, masivas y macrocordadas.

b) Depósitos Coluviales (NgQl)

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 la vereda Betania (municipio Rioblanco), sobre la vía que conduce al municipio de Puerto Saldaña.

c) Depósitos Aluviales (Qal)

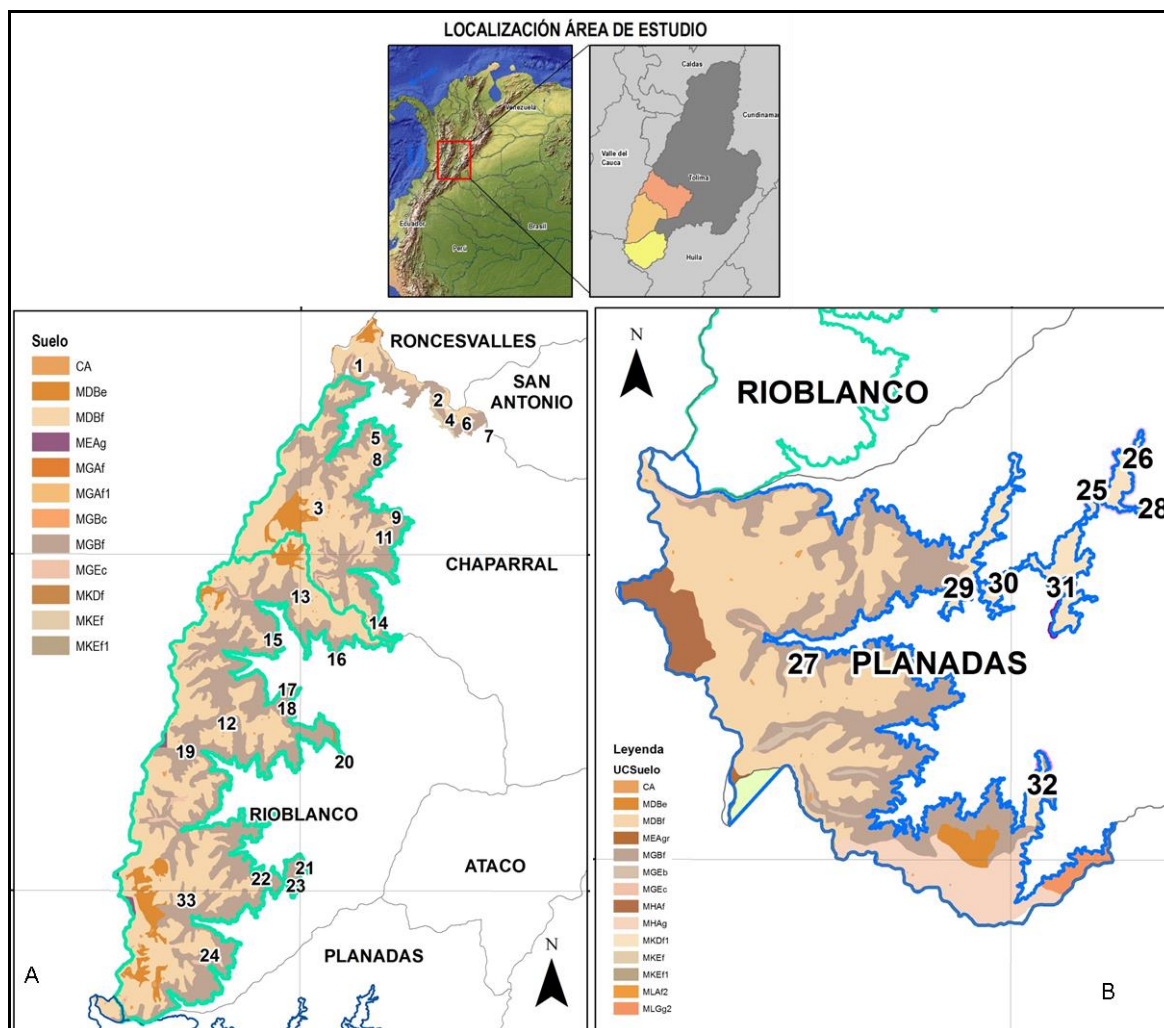
Corresponden a los depósitos recientes y actuales asociados a los lechos activos de los ríos principales de la región, como el Saldaña, Amoyá, Tetuán y Quebradas afluentes que drenan por los diferentes sectores.

La morfología de estos depósitos contrasta con las rocas adyacentes por su relieve plano, textura lisa y bajo grado de disección. Los mayores depósitos se encuentran asociados a las planicies aluviales, localizados en los sinclinales de Ataco y Olaya Herrera; así mismo en las cuencas de los ríos Tetuán y Amoyá. Sobre las cuencas de los ríos provenientes de las partes altas de la zona montañosa se encuentran depósitos aluviales estrechos encajonados en los fondos de los lechos de los ríos y Quebradas menores.

8.4 Suelos

Considerando el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras departamento del Tolima (IGAC, 2005), se identificaron 17 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 34) (Tabla 48).

Figura 34. Unidades cartográficas de suelo presentes en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015).

Tabla 48. Unidades de suelo del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Unidad de Suelo	Área (ha)	Porcentaje respecto al Entorno Local (%)
CA	990,87	0,479607432
MDB	102327,2	49,52904407
MEA	752,65	0,364300685
MGA	119,41	0,057798762
MGB	83728,89	40,52697143
MGE	2552,26	1,235361245

Unidad de Suelo	Área (ha)	Porcentaje respecto al Entorno Local (%)
MHA	7764,68	3,758310232
MKD	6082	2,943846853
MKE	1254,23	0,607079692
MLA	123,96	0,059998564
MLG	904,25	0,437681037
Total	206600,4	100

Fuente: Convenio CORTOLIMA-IvAH (2015).

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 de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras²⁶.

1) 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, en el área rural de los municipios de Planadas, Rioblanco, Chaparral (pertenecientes al Entorno Regional del complejo de páramo Las Hermosas – Nevado del Huila-Moras), Roncesvalles, San Antonio, Rovira y Cajamarca en alturas superiores a los 3.600 msnm. 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%.

a) 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.

²⁶ No se encontró información que permita describir las Unidades MEA, MHA, MLA y MLG.

2) Unidad MGA: Consociación Typic Melanudands – Typic Hapludands

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% (Perfil PT-36).

a) 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.

3) Unidad MGB: Grupo Indiferenciado Lithic Troorthents, Lithic Hapludands Y Lithic Trofologists.

Esta unidad cartográfica se localiza en el paisaje de montaña, principalmente en los municipios de Rioblanco, Roncesvalles, Chaparral, y Planadas; a altitudes entre 3.200 y 3.700 msnm. La unidad 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 Trofologists (20%).

a) 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.

4) Unidad MGE: Consociación Typic Hapludands

Esta unidad cartográfica pertenece al paisaje de montaña y al tipo de relieve de vallecitos; geográficamente se localiza en los municipios de Planadas, Rioblanco, Chaparral, Ronesvalles y Murillo. 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.

a) 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 húmifero 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.

5) 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 msnm., 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.

a) 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.

6) Unidad MKE: Asociación Typic Humitropepts - Typic Trophents

Esta unidad cartográfica corresponde al tipo de relieve de filas y vigas de montaña; se encuentra formando una faja sur-norte entre los 2.000 y 3.000 msnm., el relieve es fuertemente quebrado a escarpado y con pendientes de 50 - 75%. Los suelos que integran esta asociación se han formado a partir de materiales ígneos (tonalitas) y presentan variables características.

La vegetación ha sido destruida casi en su totalidad para dar paso a la ganadería extensiva y a una agricultura de subsistencia. La unidad es una asociación integrada por dos suelos principales: Typic Humitropepts en un 45% y Typic Troprothents en un 45%, con un 10% de afloramientos rocosos, o sea áreas desprovistas de suelo (inclusiones de No Suelo).

a) Características de los Componentes Taxonómicos

- Suelos Typic Humitropepts

Estos suelos ocupan las faldas o partes bajas de las filas y vigas, son suelos húmiferos bien drenados y profundos. El perfil representativo presenta una secuencia de horizontes A/B/C. El horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franco arcillo arenosa y de estructura blocosa, moderadamente desarrollada; la profundidad efectiva es superficial. El horizonte B es de color pardo amarillento o pardo fuerte, de textura franco arcillosa y de estructura prismática; el horizonte C tiene color muy similar al B, y la textura es arcillosa, presenta estructura de roca.

Los suelos son ácidos, tienen capacidad catiónica de cambio media, bases totales altas, saturación de bases muy alta, carbón orgánico alto y contenidos adecuados de fósforo asimilable por las plantas. Su fertilidad es moderada. Los limitantes para el uso de estos suelos son las fuertes pendientes y la susceptibilidad de erosión.

- Suelos Typic Troprothents

Estos suelos ocupan las partes medias y altas de las filas y las vigas; ocurren en relieves escarpados, con pendientes entre 50 y 75%. Son excesivamente drenados y superficiales; se han desarrollado a partir de cuarzdioritas. Morfológicamente presentan un horizonte A de 10 cm de espesor, de color amarillo parduzco, de textura franco arenosa y de estructura granular. Hay un horizonte transicional AC cuyas características dominantes son las del A, con un espesor de 7 cm y color gris oscuro, el horizonte C se subdivide en varios subhorizontes de color amarillo rojizo y de textura arenosa.

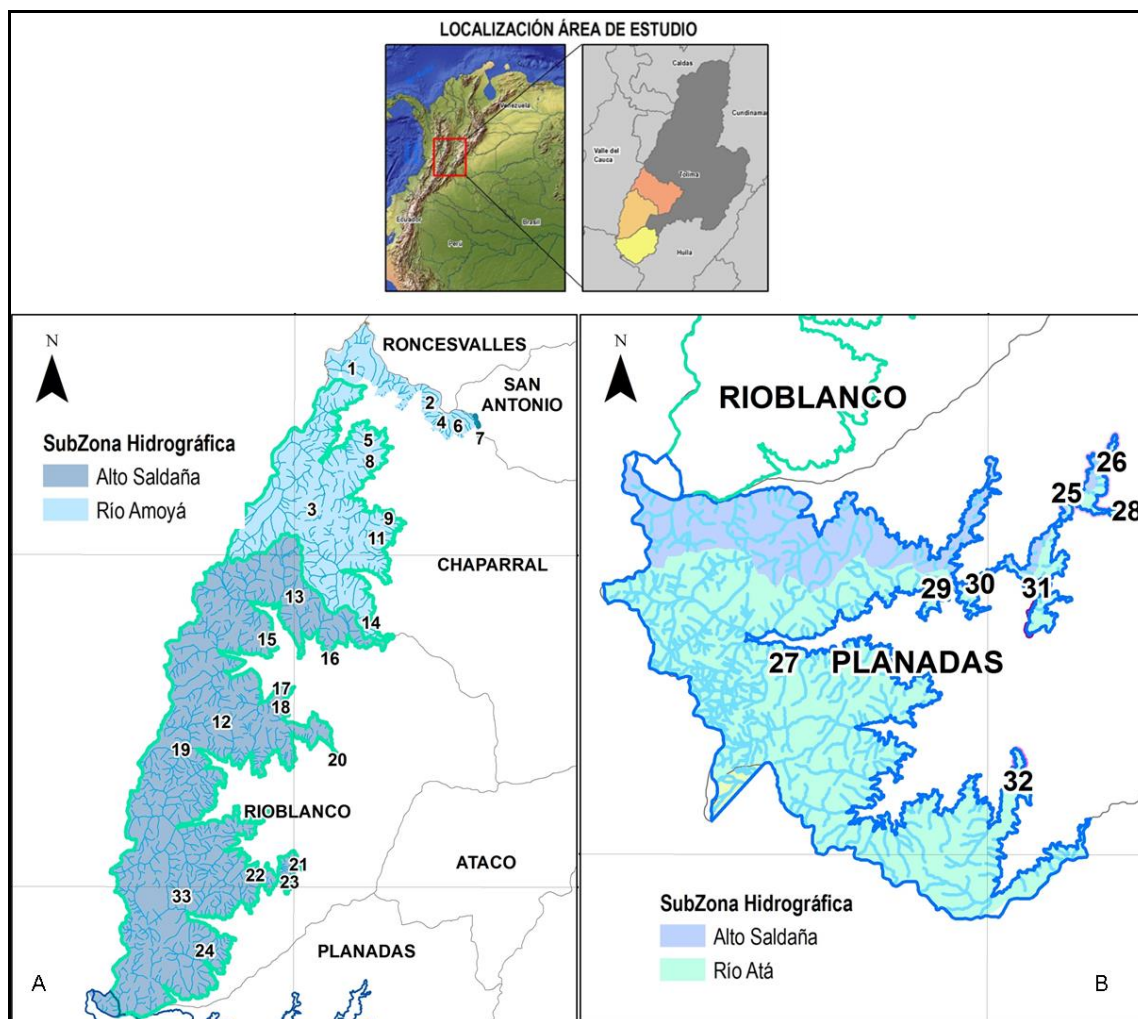
Las características químicas son: reacción ácida, capacidad catiónica de cambio y bases totales media, saturación total alta, carbón orgánico bajo, contenido de fósforo asimilable para las plantas muy bajo y fertilidad baja.

7) CA: Cuerpos de Agua

8.5 Hidrografía e Hidrología

El Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, cuenta con una alta riqueza hídrica; la Zona hidrográfica del Río Saldaña hace parte de este entorno, considerada como la cuenca hidrográfica de mayor extensión del departamento del Tolima, con un área de 996.300 ha Las subcuencas presentes en el área de estudio, corresponden a los ríos Alto Saldaña, río Amoyá, río Atá, río Tetuán, río Ortega (Figura 35) (IDEAM, 2015).

Figura 35. Subzonas Hidrográficas que se encuentran en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Elaboración propia. Insumos SIG CORTOLIMA.

De acuerdo con CORTOLIMA y CORPOICA (2009), el estudio hidrológico de la zona de páramos es importante por ser el agua un componente fundamental para determinar la oferta hídrica en dicha zona, teniendo en cuenta sus cuencas, subcuencas y nacimientos de agua.

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. Es importante considerar en el origen de las corrientes fluviales de la región, el material volcánico, ya que actúa como regulador de las aguas (efecto esponja), el cual en épocas de lluvias se satura con la precipitación para luego en los veranos, por cambios de temperatura y presión, ir liberando paulatinamente el agua que contiene (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

Se presentan a continuación los cálculos y análisis realizados en el marco del Estudio del Estado Actual de los Páramos del Departamento del Tolima (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009) para la cuenca del Río Saldaña y sus subcuencas y microcuencas.

8.5.1 Hidrología

- 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.

De acuerdo a la resolución 0865 de Julio 22 de 2004 dando cumplimiento al 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 la Cuenca (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

En la Tabla 49 se indican los resultados de la oferta hídrica total superficial a nivel de Cuenca, subcuencas, y microcuencas calculadas mediante la aplicación del Método de Simulación Caudal3, realizado por CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

Tabla 49. Oferta Hídrica de las Subzonas Hidrográficas que se enmarcan dentro del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuencas		Area (Has)	Oferta Hídrica Neta (M3/Seg)
Saldaña	R. Cucuana	R. Chilí			2562,8	0,463
					6813,22	0,1552
			Q. Grande		1752,45	1,5495
				Q. Pinares	30,33	0,0055
				Q. La Española	320,2	0,0578
				Q. La Angostura	486,76	0,0879
			Q. El Tabor		13,66	0,0016
			Q. La Italia		377,05	0,0366
			Q. El Lindero		28	0,0026
			Q. La Linda		385,23	0,0376
			Q. La Pedregosa		619,7	0,0426

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuencas		Area (Has)	Oferta Hídrica Neta (M3/Seg)
Saldaña	R. Cucuana	R. Chilí	Q. El Oso		1664	0,0053
				Q. El Bosque	286,85	0,0518
			Q. La Bodega		363,55	0,0397
			Q. El Yumbo		922,37	0,0203
			R. Orisol		3623,13	0,2489
				Q. El Japón	558,57	0,1009
				Q. Amberes	277,5	0,0501
				Q. Lima	827,5	0,1495
				Q. Venecia	933,36	0,1686
			Q. La Samaria		848	0,1532
				Q. El Moral	122,41	0,0221
			Q. Perlas		205,54	0,0077
		Q. El Cedral			203,6	0,0062
		R. San Marcos			1672	0,1438
			Q. Los Corrales		122,04	0,0071
			Q. La Cascada		108,45	0,006
			Q. La Chiripa		319,17	0,0011
			Q. El Tesoro		235,6	0,0137
				Q. Irlanda	35,8	0,0065
			Q. Hamburgo		96,3	0,0243
			Q. Acurrucada O Pinares		145,13	0,0144
		R. Perrillo			741,8	0,134
			Q. Los Alpes		47,8	0,0033
			Q. La Siria		274,23	0,0711
			Q. Palosanto		65,81	0,0401
			Q. La Cristalina		77,5	0,1218
		Q. La Cucurrada			913,4	0,0509
			Q. Orinoco		820,14	0,198
			Q. Berlín		89,07	0,0215
			Q. Los Arrayanes		1402,33	0,2534
			Q. La Carpa		430,3	0,1039

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuencas		Area (Has)	Oferta Hídrica Neta (M3/Seg)
Saldaña		R. Cucuanita			3083,1	0,3452
			Q. Arbolito		103,8	0,0262
			Q. La Marías		597,6	0,2056
			Q. Los Planes		247,5	0,0446
			Q. Carrizales		745,6	0,0835
			Q. Estrella		22,54	0,0067
			Q. Palmarito		13,03	0,0033
			Q. Cajamarca		57	0,0108
	R. Tetuán				270,8	0,0034
		Q. La Lejía			864	0,0119
	R. Amoyá				6445,11	0,0904
		R. Negro			264,2	0,1276
			Q. El Pesar		545,5	0,154
			Q. El Quebradón		121	0,0655
			Q. El Horizonte		91,7	0,0443
		Q. San José			1175,38	0,3318
			Q. Australia		172,22	0,0623
			Q. Primavera		144,2	0,0472
		Q. La Rivera			4961	1,0357
			Q. La Esperanza		461,75	0,1581
			Q. El Vagón O Rosario		129	0,0438
			Q. L Asoledad		1022,5	0,2135
			Q. El Recodo		935,67	0,0741
			Q. La Guasanera		669,3	0,0431
		Q. El Diamante			2233,34	0,4506
		Q. Morales			1612,5	0,1702
		Q. Las Nieves			2088,46	0,2204
			Q. El Salto		717,7	0,0283
		Q. Tequendama			87,3	0,0527
			Q. El Quebradón		551,42	0,2985
		R. Davis			1779,1	0,3937
			Q. El Brillante		2050	0,393
			Q. La Aldea		29,11	0,0064
				Zanja Honda	58,3	0,0129
			Q. Aguas Claras		163,25	0,0361

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuencas		Area (Has)	Oferta Hídrica Neta (M3/Seg)
Saldaña	R. Amoyá	R. Ambeima			7398,84	1,6373
			Q. La Meseta		800,2	0,077
			Q. El Chupadero		907,15	0,5171
			Q. Las Mirlas		32,3	0,0127
			Q. Pedregosa		628,05	0,1773
			Q. Las Damas		147,04	0,0482
			Q. La Lejía		321,26	0,0534
	R. Anamichú				6417,62	0,9433
		R. San José			1175,37	0,1727
			R. Sincerín		347,12	0,0252
				Q. El Nevado	1490	0,219
				Q. Rica	1126,24	0,1655
				Q. Piedra Amarilla	220,14	0,0324
		R. Verde			147,74	0,1047
		R. Negro			1621,16	0,5343
		Q. La Catalina			2039	0,4493
		Q. El Ahogado			4453	0,3232
		Q. La Leona			1514	0,0099
		Q. La Lindosa			78,2798	0,0115
		Q. San Mateo			36	0,0207
		R. La Quebrada O El Quebradón			42,3	0,032
	R. Cambrín				2961,42	0,6452
		Q. Las Pavas			146,67	0,1524
		Q. La Esmeralda			552,17	0,1203
		Q. El Bosque			1692,12	0,3687
		Q. La Borrascosa			3102,1	1,2505
		Q. El Bosque			1692,12	0,3687
			Q. La Esmeralda		552,1687	0,0123
			R. Jabón		284,62	0,0753
				Q. El Encanto	974,3	0,2123
				Q. Valle Bonito	702,95	0,1532
				Q. Buenos Aires	251,1	0,0547

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuencas		Area (Has)	Oferta Hídrica Neta (M3/Seg)
Saldaña		Q. El Bosque	Q. Golondrinas		1159,22	0,3066
				Q. Tres Letras	427	0,093
			Q. La Lejía		1266,1	0,0957
		Q. La Virgen			1460,5	0,3182
			Q. El Jabón		567	0,2602
			Q. Lejía		373,3	0,0987
			Q. El Brillante		2493,3	0,5432
			Q. Tres Espejos		909	0,1141
			Q. Los Indios		1089,11	0,0014
			Q. Las Arrugas		3132,4	0,0183
				Q. Las Pavas	1182,5	0,2576
			Q. La Argentina		1327,55	0,0179
			Q. Las Mejoras		473,8	0,0115
		R. Negro			4472,1	1,585
	R. Hereje				6295,4	2,0911
		Q. Aguadulce			368,13	0,2131
			Q. Las Mercedes		41	0,0106
			Q. La Reina		81,6	0,033
		Q. El Quebradón			794,2	0,4597
			Q. El Venado		438	0,3827
			Q. La Albania		161	0,0534
		Q. Bejuquero			1015,34	0,2005
			Q. Purgatoria		752,8	0,1233
			Q. El Triunfo		755,4	0,19858
			Q. El Auxilio		301,3	0,0024
			Q. Meridiano		538,4	0,0131
		Q. El Jardín			286,3	0,0951
			Q. Providencia		67	0,0223
		Q. Malpaso			2257,3	0,7498
		Q. De Pilonos			4090,6	1,3587
		R. Bravo			3727	1,2379
		Q. Los Angeles			902,12	0,2996
	R. Candelarito				98,6	0,0328
	R. Siquila				161	0,0535
	R. Atá				19430	0,658
		R. Támara			5860,5	0,1984
		R. Guayabo			6082,1	0,206
	Total Cuenca Saldaña					31,3699

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

- Morfometría de la Cuenca

Los estudios morfométricos son importantes en el estudio de las cuencas, ya que ofrecen un parámetro de comparación y/o interpretación de los fenómenos que ocurren en cada una de ellas. Se debe aclarar que un factor aislado no define el comportamiento de la cuenca sino la interacción de varios parámetros, por ejemplo, si dos cuencas tienen la misma área pero con diferentes formas, los comportamientos van a ser disímiles ante un mismo fenómeno (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

Estos elementos físicos proporcionan la más conveniente posibilidad de conocer la variación en el espacio de los elementos del régimen hidrológico; las características físicas o morfométricas calculadas para la zona de relacionan a continuación, teniendo en cuenta solamente las cuencas, subcuencas y microcuencas que están completas en la zona.

a) Área

El área de la cuenca es el tamaño de la superficie de cada cuenca en hectáreas; es de 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 (CORTOLIMA y CORPOICA, 2015).

A continuación, se presentan los análisis realizados en marco del Estudio del Estado Actual de los Paramos del Tolima (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009), de donde se extrae la información de las cuencas que se ubican dentro del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras (Tabla 50). Se puede observar que la Q. Los Arrayanes (Cuenca del R. Cucuana) es la que mayor área aporta a la cuenca del Saldaña, con 1402,33 ha

Tabla 50. Área de las cuencas, subcuencas y microcuencas que se encuentran en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca		Área (Ha)
Saldaña	R. Cucuana	R. Chili	Q. Grande	Q. Angostura	486,76
			Q. La Pedregosa		619,7
			Q. El Oso	Q. El Bosque	286,85
			R. Orisol	Q. Lima	827,5
			Q. La Carpa		430,3
			Q. Los Arrayanes		1402,33
	R. Amoyá		Q. La Guasanera		669,3
			Q. Morales		1612,5
			Q. Las Nieves	Q. El Salto	717,7
	R. Anamichu	Q. La Leona			1514
			R. Sincerín		347,12
				Q. Piedra Amarilla	220,14
	R. Cambrin	R. Jabon	Q. Valle Bonito		702,95
			Q. Buenos Aires		251,1
		Q. La Virgen	Q. Tres Espejos		909

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca		Area (Ha)
Saldaña	R. Cambrin	Q. La Virgen	Q. Los Indios		1089,11
			Q. Las Arrugas		3132,4
	R. Hereje	Q. Bejuquero	Q. Meridiano		538,4

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

b) Perímetro

El perímetro es la longitud del límite de la cuenca o en otras palabras la distancia que habría que recorrer en línea recta si se transitara por todos los filos que envuelve la cuenca. En la Tabla 51 se puede observar que el 66,66% de los perímetros de las cuencas están en un rango de 6.94 Km a 20.00 Km, consideradas como cuencas de perímetro pequeño; el 27,77% en un rango de 20.74 Km a 30 Km, se consideran cuencas de perímetro mediano y el 5,55% en un rango superior a los 30 Km siendo consideradas como cuencas de perímetro grande.

Tabla 51. Perímetro de las cuencas, subcuencas y microcuencas que se encuentran en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca		Perimetro (Km)
Saldaña	R. Cucuana	R. Chili	Q. Grande	Q. Angostura	29,62
			Q. La Pedregosa		11,69
			Q. El Oso	Q. El Bosque	22,72
			R. Orisol	Q. Lima	13,09
			Q. La Carpa		9,63
			Q. Los Arrayanes		20,97
	R. Amoyá		Q. La Guasanera		12,31
			Q. Morales		23,7
			Q. Las Nieves	Q. El Salto	14,17
	R. Anamichú	Q. La Leona			16,98
			R. Sincerín		48,34
				Q. Piedra Amarilla	6,94
	R. Cambrín	R. Jabon	Q. Valle Bonito		13,44
			Q. Buenos Aires		8,7
		Q. La Virgen	Q. Tres Espejos		12,95
			Q. Los Indios		15,92
			Q. Las Arrugas		30
	R. Hereje	Q. Bejuquero	Q. Meridiano		9,84

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

c) Longitud de los Cauces

Es la medida de escurrimiento principal de la cuenca, medido desde la parte más alta hasta la salida; generalmente éste parámetro influye en la mayoría de los índices morfométricos. Generalmente, los

caudales medios, máximos y mínimos, crecen con la longitud de los cauces. Esto se debe a la relación que existe entre las longitudes de los cauces y las áreas de las cuencas hidrográficas correspondientes, de tal manera, el área crece con la longitud y por consiguiente crece la superficie de captación (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

Igualmente, los tiempos promedios de subida y las duraciones promedias totales de las crecientes torrenciales tendrán siempre una evidente relación con la longitud de los cauces. Una longitud mayor supone mayores tiempos de desplazamiento de las crecidas y como consecuencia de esto, mayor atenuación de los mismos, por lo que los tiempos de subida y las duraciones totales de estas serán evidentemente mayores. La longitud de los cauces de las cuencas, subcuencas y microcuencas que hacen parte de del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras se muestran en la Tabla 52.

Tabla 52. Longitudes de los cauces de las cuencas, subcuencas y microcuencas que se encuentran en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca		Long. Cauce (Km)
Saldaña	R. Cucuana	R. Chili	Q. Grande	Q. Angostura	2,637
			Q. La Pedregosa		9,573
			Q. El Oso	Q. El Bosque	1,869
			R. Orisol	Q. Lima	40,377
			Q. La Carpa		8,997
			Q. Los Arrayanes		20,127
	R. Amoyá		Q. La Guasanera		4,488
			Q. Morales		8,853
			Q. Las Nieves	Q. El Salto	3,6
	R. Anamichú	Q. La Leona			47,901
			R. Sincerín		7,203
				Q. Piedra Amarilla	7,792
	R. Cambrin	R. Jabon	Q. Valle Bonito		25,988
			Q. Buenos Aires		4,109
		Q. La Virgen	Q. Tres Espejos		10,915
			Q. Los Indios		21,52
			Q. Las Arrugas		50,309
	R. Hereje	Q. Bejuquero	Q. Meridiano		11,409

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

Según los cálculos realizados en el Estudio del Estado Actual de los Paramos del Tolima (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009), para la zona del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras se puede observar que el 66,66% de las longitudes de las cuencas se encuentran entre los 1,86 km a 11,40 km las cuales son consideradas como cuencas de longitud corta; el 16,66% en un rango de 20.12 Km a 30 Km, las cuales se consideran cuencas de longitud mediana y el 16,66% restante en un rango superior a los 30 Km siendo consideradas como cuencas de longitud larga.

d) Pendiente Media de Cauces (P_m)

Es la relación entre la altura total del cauce principal (cota máxima menos cota mínima) y la longitud del mismo, se establece a partir de la fórmula:

$$P_m = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L} \times 100$$

Dónde:

P_m : Pendiente media
 H_{\max} : Cota Máxima
 H_{\min} : Cota Mínima
 L : Longitud del Cauce

De acuerdo los cálculos realizados por CORTOLIMA y CORPOICA (2009), para la realización del Estudio del Estado Actual de los Páramos del Tolima, se extrae la información correspondiente a las cuencas, subcuencas y microcuencas que se encuentran en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. A continuación se presentan los valores de Pendiente Media (Tabla 53).

Tabla 53. Pendiente Media (P_m) de las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca		Pend. Media (%)
Saldaña	R. Cucuana	R. Chili	Q. Grande	Q. Angostura	7,584
			Q. La Pedregosa		4,178
			Q. El Oso	Q. El Bosque	21,402
			R. Orisol	Q. Lima	1,238
			Q. La Carpa		5,557
			Q. Los Arrayanes		2,981
	R. Amoyá		Q. La Guasanera		8,913
			Q. Morales		6,777
			Q. Las Nieves	Q. El Salto	8,333
	R. Anamichú	Q. La Leona			1,461
			R. Sincerín		9,72
				Q. Piedra Amarilla	6,417
	R. Cambrin	R. Jabon	Q. Valle Bonito		3,271
			Q. Buenos Aires		14,602
		Q. La Virgen	Q. Tres Espejos		4,581
			Q. Los Indios		2,788
			Q. Las Arrugas		1,59
	R. Hereje	Q. Bejuquero	Q. Meridiano		5,259

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

A partir de la Tabla anterior, puede establecerse que el 27,77% de los drenajes presentan inclinaciones entre el 1 y 3%, considerándose drenajes con pendiente ligeramente plana; el 38,88% de los drenajes presentan inclinaciones entre el 3,1 y 7% considerándose drenajes con pendiente ligeramente inclinada; el 22,22% de los drenajes presentan inclinaciones entre el 7,1 y 12% considerándose drenajes con pendiente moderadamente inclinada y el 11,11% de los drenajes presentan inclinaciones entre el 12,1 y 25% considerándose drenajes con pendiente fuertemente inclinada.

- Parámetro de forma de la cuenca

Los factores geológicos, son los encargados de moldear la fisiografía de una región y particularmente la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Para explicar cuantitativamente la forma de la cuenca, se compara la cuenca con figuras geométricas conocidas como lo son: el círculo, el óvalo, el cuadrado y el rectángulo, principalmente (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

a) Coeficiente de compacidad de Gravelius (Kc):

El coeficiente de compacidad se obtiene al relacionar el perímetro de la cuenca, con el perímetro de un círculo, que tiene la misma área de la cuenca. Se establece a partir de la fórmula:

$$Kc = \frac{P}{Pc}$$

Dónde:

Kc: Coeficiente de compacidad de Gravelius.

P: Perímetro de la cuenca. 9,72

Pc: Perímetro de un círculo de la misma área.

También puede calcularse a partir de:

$$Kc = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Dónde:

Kc: Coeficiente de compacidad de Gravelius

P: Perímetro de la cuenca.

A: Área de la Cuenca.

Clasificación:

Rangos de kc	Clases de compacidad
-1,25	Redonda a oval redonda
1,25 - 1,50	De oval redonda a oval oblonga
1,50 - 1,75	De oval oblonga a rectangular oblonga

A partir del Estudio del Estado Actual de los Páramos del Tolima (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009), se extrae la información relacionada con el Coeficiente de Compacidad, correspondiente a las cuencas, subcuencas y microcuencas que se encuentran en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras (Tabla 54).

Tabla 54. Coeficiente de Compacidad de Gravelius de las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Regional de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca		Kc	Clase de Compacidad
R. Cucuana	R. Chili	Q. Grande	Q. Angostura	3,76	Oval oblonga a rectangular oblonga
		Q. La Pedregosa		1,31	Oval redonda a oval oblonga
		Q. El Oso	Q. El Bosque	3,76	Oval oblonga a rectangular oblonga
		R. Orisol	Q. Lima	1,27	Oval redonda a oval oblonga
		Q. La Carpa		1,3	Oval redonda a oval oblonga
		Q. Los Arrayanes		1,57	Oval oblonga a rectangular oblonga
R. Amoyá		Q. La Guasanera		1,33	Oval redonda a oval oblonga
		Q. Morales		1,65	Oval oblonga a rectangular oblonga
		Q. Las Nieves	Q. El Salto	1,48	Oval redonda a oval oblonga
R. Anamichú	Q. La Leona			1,22	Redonda a oval redonda
		R. Sincerín		7,26	Oval oblonga a rectangular oblonga
			Q. Piedra Amarilla	1,31	Oval redonda a oval oblonga
R. Cambrin	R. Jabon	Q. Valle Bonito		1,42	Oval redonda a oval oblonga
		Q. Buenos Aires		1,54	Oval oblonga a rectangular oblonga
	Q. La Virgen	Q. Tres Espejos		1,1	Redonda a oval redonda
		Q. Los Indios		1,35	Oval redonda a oval oblonga
		Q. Las Arrugas		1,5	Oval redonda a oval oblonga
R. Hereje	Q. Bejuquero	Q. Meridiano		1,19	Redonda a oval redonda

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

A partir de los datos presentados en la Tabla anterior, se puede establecer que el 16,66% de los drenajes presentan una compacidad Redonda a oval redonda, lo cual significa que tienen una torrencialidad alta; el 50% de los drenajes tienen una compacidad oval redonda a oval oblonga lo cual indica que tienen una torrencialidad media y el 33,33% restante de los drenajes, tienen una compacidad oval oblonga a rectangular oblonga, lo cual indica que tienen una torrencialidad baja. Aquellos Kc mayores a 2, indican una torrencialidad muy baja.

- 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 establece a partir de la fórmula:

$$Ia = \frac{La}{a}$$

Dónde:

Ia: Índice de alargamiento

La: Longitud axial.

a: Ancho máximo de la cuenca.

Rangos De Ia	Clases de Alargamiento
0,0, - 1,4	Poco alargada
1,5 - 2,8	Moderadamente alargada
2,9 - 4,2	Muy alargada

A partir de los cálculos realizados en el Estudio del Estado Actual de los Páramos del Tolima (CORTOLIMA y CORPOICA, 2009), se extrae la información que corresponde a las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras (Tabla 55).

Tabla 55. Índice de Alargamiento (Ia) de las cuencas, subcuencas y microcuencas presenten en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca		Ia	Clase de Alargamiento
R. Cucuana	R. Chili	Q. Grande	Q. Angostura	3,88	Muy alargada
		Q. La Pedregosa		1,06	Poco alargada
		Q. El Oso	Q. El Bosque	2,71	Moderadamente alargada
		R. Orisol	Q. Lima	3,4	Muy alargada
		Q. La Carpa		1,66	Moderadamente alargada
		Q. Los Arrayanes		1,09	Poco alargada
R. Amoyá		Q. La Guasanera		2,04	Moderadamente alargada
		Q. Morales		5,64	Muy alargada
		Q. Las Nieves	Q. El Salto	1,62	Moderadamente alargada
R. Anamichu	Q. La Leona			0,94	Poco alargada
		R. Sincerín		1,34	Poco alargada
			Q. Piedra Amarilla	2,8	Moderadamente alargada
R. Cambrin	R. Jabon	Q. Valle Bonito		0,96	Poco alargada
		Q. Buenos Aires		3,48	Muy alargada
	Q. La Virgen	Q. Tres Espejos		1,77	Moderadamente alargada
		Q. Los Indios		2,35	Moderadamente alargada
		Q. Las Arrugas		1,57	Moderadamente alargada
R. Hereje	Q. Bejuquero	Q. Meridiano		0,81	Poco alargada

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

A partir de la Tabla anterior, se puede establecer que el 22,22% de los drenajes tienen cuencas muy alargadas, el 33,33% de los drenajes tienen cuencas poco alargadas y el 44,44% de los drenajes tienen cuencas moderadamente alargadas.

- 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 establece a partir de la fórmula:

$$T_c = \left(\frac{0.870 \times L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:

T_c: Tiempo de Concentración

L: Longitud del Cauce Principal.

H: Diferencia de altura en metros.

Una característica fundamental en las cuencas, es que los tiempos de concentración son diferentes para casi todos los puntos de la cuenca. En la Tabla 56 se presentan los valores del Tiempo de Concentración (en minutos) de las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Tabla 56. Tiempo de concentración de las cuencas, subcuencas y microcuencas presentes en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca		Tc Min
Saldaña	R. Cucuana	R. Chili	Q. Grande	Q. Angostura	22,67
			Q. La Pedregosa		76,95
			Q. El Oso	Q. El Bosque	11,66
			R. Orisol	Q. Lima	372,26
			Q. La Carpa		65,73
			Q. Los Arrayanes		155,29
	R. Amoyá		Q. La Guasanera		32,08
			Q. Morales		60,14
			Q. Las Nieves	Q. El Salto	27,78
	R. Anamichú	Q. La Leona			398,38
			R. Sincerín		44,7
				Q. Piedra Amarilla	55,67
	R. Cambrin	R. Jabon	Q. Valle Bonito		182,43
			Q. Buenos Aires		24,78
		Q. La Virgen	Q. Tres Espejos		82,16
			Q. Los Indios		167,77
			Q. Las Arrugas		400,48
	R. Hereje	Q. Bejuquero	Q. Meridiano		80,61

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

Densidad de drenaje

La Densidad de drenaje puede definirse como la relación entre la longitud total de los cauces de una cuenca y el área de ésta. Se calcula a partir de la fórmula:

$$Dd = \frac{L}{A}$$

Dónde

L: es la longitud de la cuenca

A: es el área de la cuenca

Este parámetro representa la longitud de cauces por unidad de superficie. Su valor está controlado por las características litológicas (muy especialmente la permeabilidad, hasta el punto de aportar una impresión cualitativa sobre ésta) y estructurales de los materiales, por el tipo y densidad de vegetación y por factores climáticos. Las mayores densidades de drenaje se encuentran asociadas a rocas blandas de baja permeabilidad y en regiones con escasa cobertura vegetal.

A partir de los datos de longitud y área que se tienen para cada una de las cuencas, subcuencas y microcuencas que se encuentran en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras (Tabla 57).

Tabla 57. Densidad de drenajes para las cuencas, subcuencas y microcuencas que se encuentran en el Entorno Local de los complejos de páramo Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Cuenca Mayor	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca		Dd	Interpretación
Saldaña	R. Cucuana	R. Chili	Q. Grande	Q. Angostura	0,5417	Pobre
			Q. La Pedregosa		1,5448	Pobre
			Q. El Oso	Q. El Bosque	0,6516	Pobre
			R. Orisol	Q. Lima	4,8794	Bien drenada
			Q. La Carpa		2,0909	Bien drenada
			Q. Los Arrayanes		1,4353	Pobre
	R. Amoyá		Q. La Guasanera		0,6706	Pobre
			Q. Morales		0,549	Pobre
			Q. Las Nieves	Q. El Salto	0,5016	Pobre
	R. Anamichú	Q. La Leona			3,1639	Bien drenada
			R. Sincerín		2,0751	Bien drenada
				Q. Piedra Amarilla	3,5396	Bien drenada
	R. Cambrín	R. Jabón	Q. Valle Bonito		3,697	Bien drenada
			Q. Buenos Aires		1,6364	Pobre
		Q. La Virgen	Q. Tres Espejos		1,2008	Pobre
			Q. Los Indios		1,9759	Pobre
			Q. Las Arrugas		1,6061	Pobre
	R. Hereje	Q. Bejuquero	Q. Meridiano		2,1191	Bien drenada

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla anterior, se puede establecer que el 61,11% de las cuencas están pobremente drenadas y el 38,88% restante de las cuencas están bien drenadas; lo que implica dificultades en la evacuación de las aguas lluvias, lo que podría ocasionar desbordamientos de los cauces, así mismo, esto se puede relacionar con las altas torrencialidades que presentan las cuencas.

8.6 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.

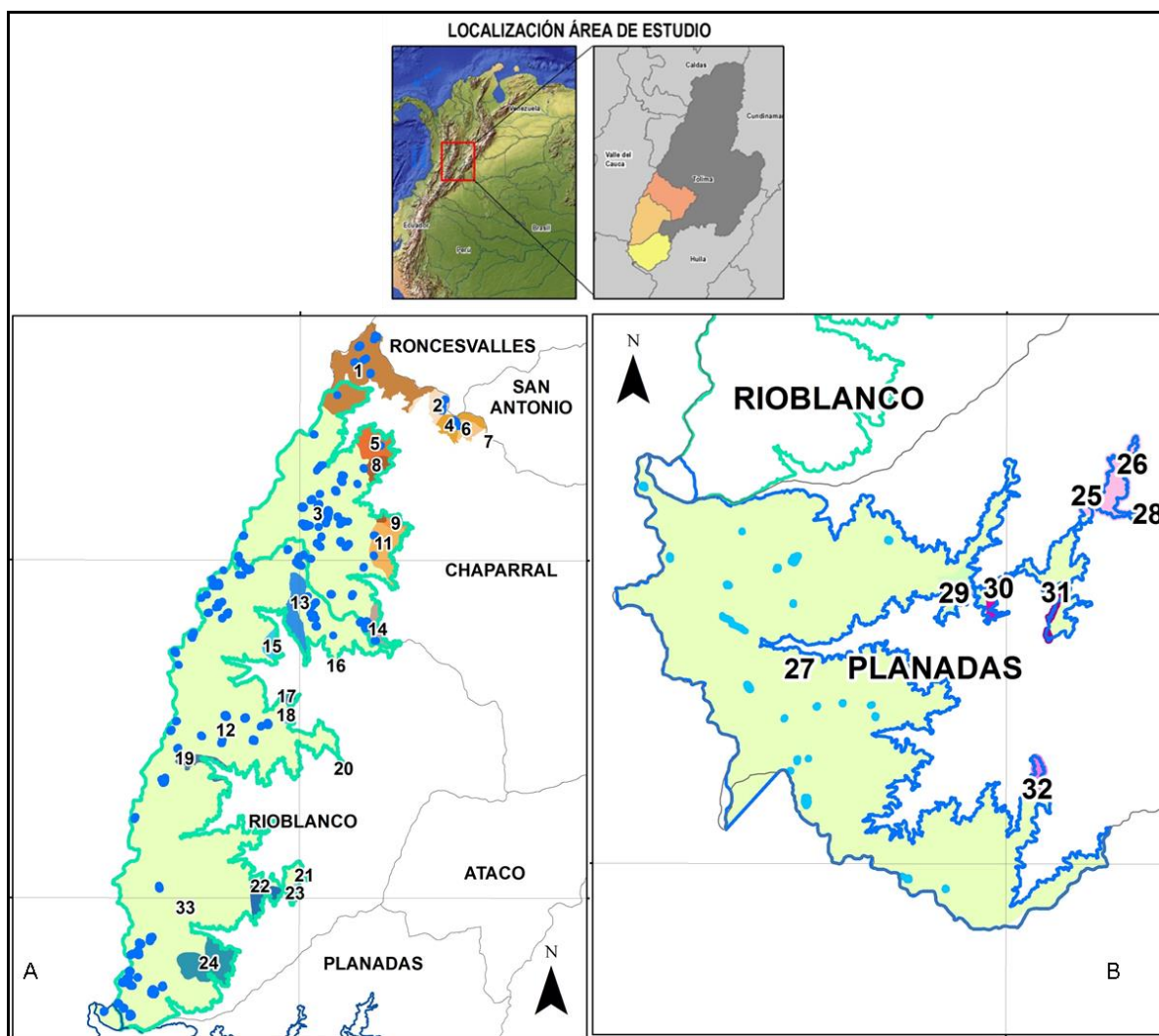
Para el entorno local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, de acuerdo con CORTOLIMA y CORPOICA (2009), se localizan humedales en los municipios de Chaparral (163 humedales distribuidos en 4 veredas, con rangos altitudinales entre los 3250 a 3900 msnm), Rioblanco (290 humedales distribuidos en 2 veredas, con rangos altitudinales entre los 3150 – 2050 msnm) y Planadas (con 19 humedales distribuidos en 1 vereda, con rangos altitudinales entre los 3400 – 3800 msnm), representados por lagunas de alta montaña y turberas (Tabla 58) (Figura 36).

Tabla 58. Humedales presentes en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Municipio	No. de Humedales	No. de Hectáreas	No. de Veredas	Rango Altitudinal
Chaparral	163	345,24	4	3250 – 3900 msnm
Rioblanco	290	518,68	2	3150 – 4050 msnm
Planadas	19	87	1	3400 – 3800 msnm
Total	472	950,92	7	

Fuente: CORTOLIMA y CORPOICA (2009).

Figura36. Humedales ubicados en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras.



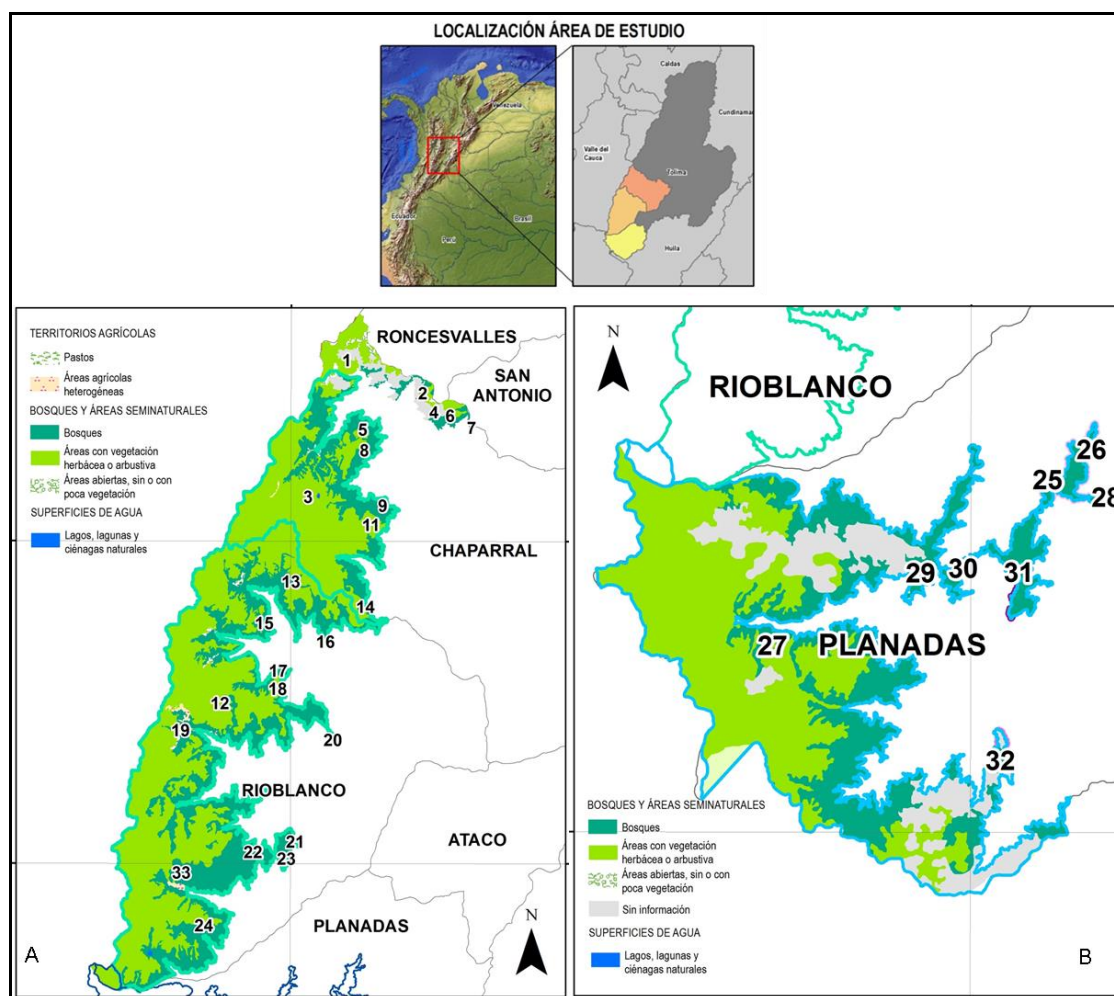
Fuente: Elaboración propia. Insumos SIG CORTOLIMA.

8.7 Cobertura de la Tierra – Corine Land Cover

Para el área del Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras, 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 37).

Las coberturas que más área tienen dentro de la zona de análisis, son las áreas de bosque y áreas seminaturales con 201547,13 ha, las cuales corresponden al 97% del territorio (Tabla 59). Dentro de este tipo de coberturas las que mayor área ocupan dentro del Entorno Local de los complejos de páramo Las Hermosa, Nevado del Huila-Moras, son el Bosque denso de tierra firme, con 79032,90 ha (38,25%) y el Herbazal denso de tierra firme no arbolado, con 75272,55 ha (36,43%).

Figura 37. Coberturas de la tierra para el año 2007, para el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras. A: Las Hermosas, B: Nevado del Huila-Moras.



Fuente: Elaboración propia. Insumos SIG IAvH y CORTOLIMA.

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, 2010b).

Tabla 59. Coberturas según Corine Land Cover, para el año 2007, presentes en el Entorno Local de los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras.

Código	Cobertura	Área (ha)	Porcentaje Respecto al Entorno Local
99	Sin determinar	3381,32	1,64
231	Pastos limpios	490,21	0,24
233	Pastos enmalezados	273,52	0,13
242	Mosaico de pastos y cultivos	232,2	0,11
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	524,55	0,25
323	Vegetación secundaria o en transición	1330,33	0,64

Código	Cobertura	Área (ha)	Porcentaje Respecto al Entorno Local
332	Afloramientos rocosos	511,49	0,25
335	Zonas glaciares y nivales	55,35	0,03
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	151,47	0,07
3131	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	199,14	0,1
3132	Bosque fragmentado	73,61	0,04
3221	Arbustal denso	22107,95	10,7
3222	Arbustal abierto	8640,73	4,18
31111	Bosque denso alto de tierra firme	79032,9	38,25
31121	Bosque denso bajo de tierra firme	1269,98	0,61
32111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	6589,27	3,19
32122	Herbazal abierto rocoso	104,6	0,05
321111	Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado	75272,55	36,43
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	6359,24	3,08
Total		206600,4	100

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

Como se evidencia en la Tabla anterior, la cobertura de Bosque denso de tierra firme, ocupa 79032,90 ha, las cuales corresponden al 38,25% del Entorno Local. Esta cobertura corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo, caracterizada por un estrato más o menos continuo, cuya áreas de cobertura arbórea representa mas del 70% del área total de la unidad, con una altura del dosel superior a 15 m y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódica (IDEAM, 2010b)

La cobertura de Herbazal denso de tierra firme no arbolado, ocupa 75272, 55 ha, de las cuales corresponden al 36,43% del Entorno Local. De acuerdo con el IDEA, (2010); esta cobertura corresponde a una cobertura natural constituida por un herbazal denso de tierra firme, donde existen elementos arbóreos y/o arbustivos, o en caso de existir en ningún caso representarían más del 2% del área total de la unidad. Se localizan principalmente en áreas con limitaciones de suelo y clima, como las zonas de paramo y subpáramo de alta montaña.

9. CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA

A continuación se presentan los resultados de la caracterización realizada por la Fundación Las Mellizas, en el marco del Convenio de Cooperación No. 14-13-014-184CE entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) y la Fundación Ecológica Las Mellizas.

Igualmente se complementa parte la información a partir de revisión de información secundaria relacionada con los complejos de páramos Las Hermosas, Nevado del Huila-Moras (CORTOLIMA y CI, 2014; PNN Las Hermosas, 2005; PNN Nevado del Huila, 2005; CORTOLIMA y CORPOICA, 2009).

9.1 Área de estudio

El complejo de páramos Las Hermosas se encuentra ubicado en los municipios de Chaparral, Planadas (una pequeña área de 46 ha) y Rioblanco en el Tolima y Buga, Palmira, Florida, Pradera, Tulúa, 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).

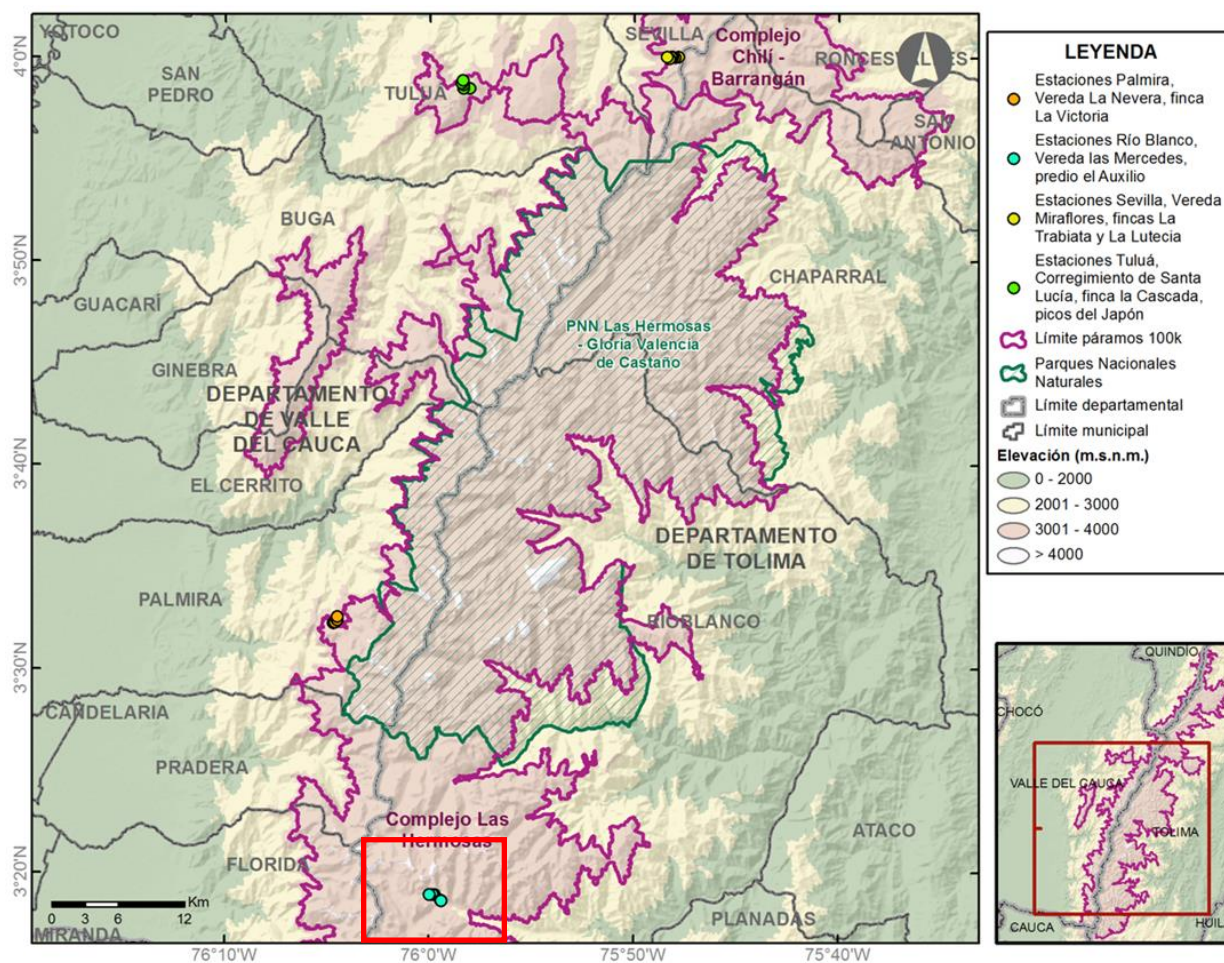
El clima en el complejo de Las Hermosas, es característico de las zonas altoandinas, de páramo y superpáramo. En la zona de páramo, se registran temperaturas desde 0 hasta 8 °C. Estas zonas se caracterizan también por las fuertes variaciones en la temperatura durante el día, se registran días soleados y noches muy húmedas y frías. Los niveles de precipitación anuales en los últimos 20 años se han registrado en más de 2.000 mm/año para las zonas superiores a 2.800 msnm en el corredor de alta montaña. Según la clasificación climática de Caldas - Lang, en la zona se presentan los climas de páramo bajo entre los 3.200 y 3.700 msnm, con temperaturas entre los 7 y 12 °C; y páramo alto entre los 3.700 y 4.200 msnm, con temperaturas menores a 7 °C (Morales *et al.* 2007).

El complejo de páramos Nevado del Huila-Moras, se ubica entre los departamento de Tolima, Cauca y Huila, en los municipios de Planadas, Corinto, Rioblanco y Jambado. Se ubican los resguardos indígenas nasa-paéz de Tacueyó, Toribío, San Francisco, San José, Wila, Toez, Vintocó y Belarcazar, 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).

Este complejo se distribuye entre las cotas altitudinales de 3.500 a 5.380 msnm, e involucra los páramos de Las Moras, Brujo, Huila y Santo Domingo. El 76,08% de la superficie del complejo se encuentra dentro del PNN Nevado del Huila. De acuerdo con el Atlas de páramos de Colombia (Morales *et al.* 2007) para este complejo se identifican 19 ecosistemas naturales. Los predominantes son los páramos muy húmedos en montaña glaciática y montaña fluviogravitacional, seguidos de los bosques altoandinos pluviales en montaña fluviogravitacional. De acuerdo con el anterior análisis, el área transformada se aproxima a las 6.000 ha y se asocia a pastos, cultivos y vegetación secundaria. Este bajo grado de transformación (8,6%) puede deberse a que gran parte de su superficie se encuentra en el PNN Nevado del Huila y en resguardos indígenas. Sin embargo, en algunos sectores específicos este nivel de transformación puede ser más alto. Se encuentran pisos térmicos que varían desde muy frío hasta nival y condiciones de humedad de muy húmedas a pluviales, con la ocurrencia de variedad de microclimas y zonas de vida. En general se presentan variaciones de temperatura media multianual desde los 2 °C en las cúspides de la zona nival hasta los 8 °C en el subpáramo.

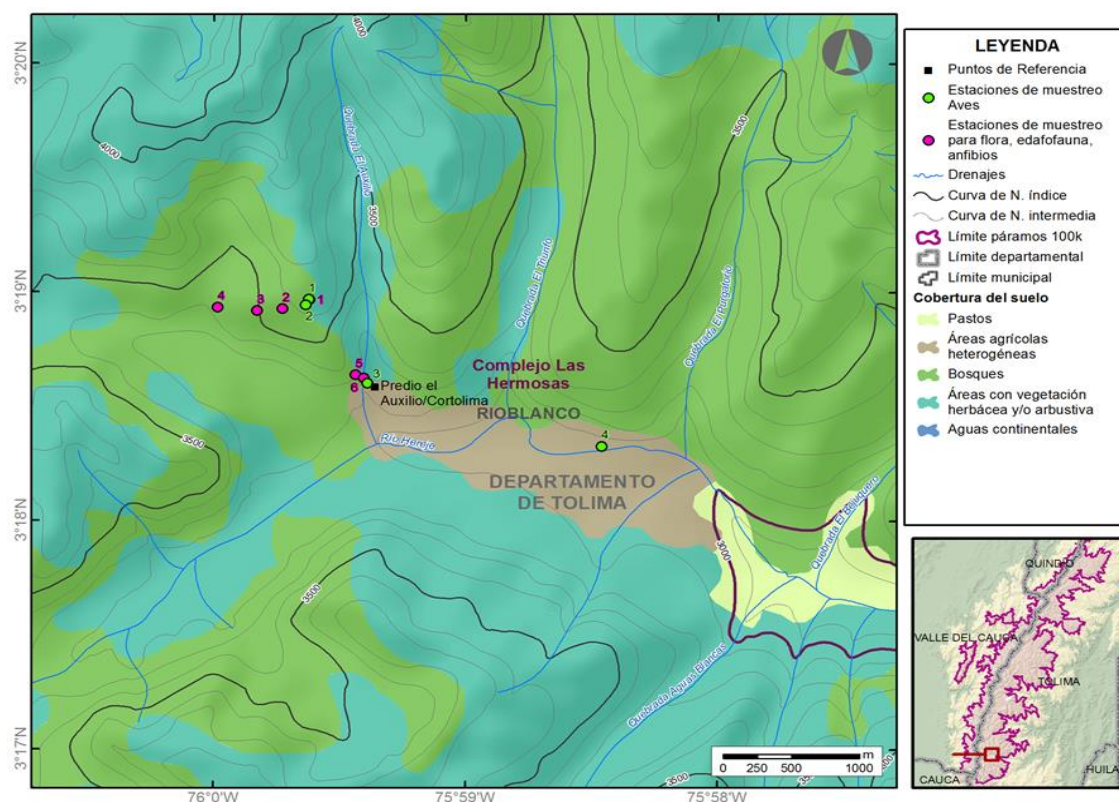
La caracterización realizada en campo por parte de la Fundación Las Mellizas, se realizó para el complejo de páramos Las Hermosas, en el municipio de Rioblanco, vereda Las Mercedes, predio El Auxilio (Figura 38 y Figura 39) (Tabla 60).

Figura 38. Ubicación de las estaciones de muestreo para caracterización biótica del complejo de páramos Las Hermosas. En el recuadro, la localidad correspondiente al Departamento del Tolima.



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Figura 39. Transecto y estaciones de muestreo, cuenca del río Hereje, municipio de Rioblanco (Tolima), predio el Auxilio.



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Tabla 60. Ubicación de transectos altitudinales y estaciones de muestreo, para caracterización de flora y fauna del complejo de páramos Las Hermosas, municipio de Rioblanco (Tolima).

Localidad/ Transecto	Estación	Altitud y distancia entre estaciones de muestreo Plantas, Edafofauna y Anfibios	Coordenadas estaciones de muestreo Plantas, Edafofauna y Anfibios		Altitud y distancia entre estaciones de muestreo Aves	Coordenadas estaciones de muestreo Aves	
Rioblanco/ Predio el Auxilio (propiedad de CORTOLIMA)	1	3520 (80 msnm)	3°18'55,6'	75°59'43,6'	3.520 (200 m)	3°18'55,6'	75°59'43,6'
	2	3440	3°18'55,5'	75°59'43,6'	3.320	3°18'56,6'	75°59'38''
	3	3360	3°18'55,1'	75°59'49,6'	3.120	3°18'34,6'	75°59'24,6'
	4	3280	3°18'56,0'	75°59'59,0'	2.920	3°18'17,9'	75°58'24,8'
	5	3200	3°18'38,3'	75°59'26,2'			
	6	3120	3°18'37,4'	75°59'24,2'			

9.2 Metodología²⁷

Para el muestreo de los cuatro grupos biológicos estudiados: plantas, fauna edáfica, anfibios y aves, se siguió la propuesta metodológica planteada por el equipo de trabajo de páramos del IAvH (Marín *et al.* 2014), realizando algunos ajustes relacionados con el contexto de las áreas de trabajo.

9.2.1 Flora

Para determinar la composición, estructura y patrones de distribución de riqueza de la vegetación del complejo de páramos las Hermosas, se siguió la siguiente metodología:

a) Selección de localidad (transecto altitudinal) y estaciones de muestreo.

El transecto comprende el gradiente altitudinal de bosque altoandino y páramo. Este recorrido está conformado por estaciones de muestreo, distanciadas entre sí máximo 100 m altitudinales y mínimo 70 m altitudinales (Marín *et al.* 2014). El transecto establecido, está conformado por 6 estaciones distanciadas por 80 m de altitud (Figura 40), las estaciones fueron determinadas teniendo en cuenta factores como la cobertura vegetal existente, el grado de inclinación del terreno, condiciones de acceso, entre otras.

Figura 40. Ubicación del transecto altitudinal para caracterización de flora del complejo de páramos Las Hermosas, departamento del Tolima.



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

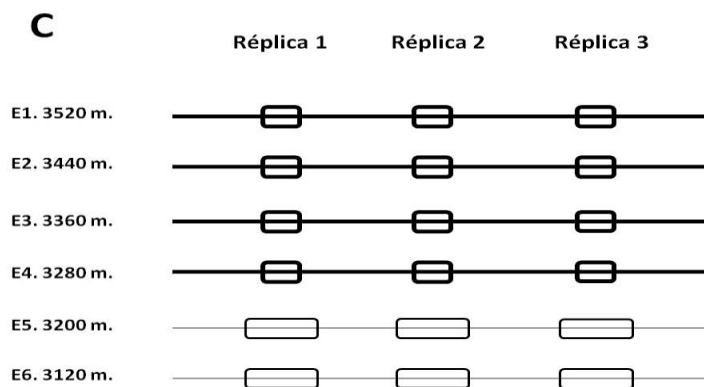
En cada estación se establecieron tres parcelas para el muestreo de vegetación, ubicadas a una distancia aproximada de 30 metros cada una. Para el levantamiento de las parcelas al interior de las estaciones se realizaron muestreos por formación vegetal así:

- Arbustales y herbazales: tres parcelas de 4 m x 12,5 m (50 m²), divididas en cinco subparcelas de 4 m x 2,5 m (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).
- Formaciones boscosas: tres parcelas de 4 m x 25 m (100 m²) divididas en cinco subparcelas de 4

²⁷ Se describe la metodología de muestreo utilizada por la Fundación Ecológica Las Mellizas, para la caracterización de flora y fauna del complejo de páramos Las Hermosas.

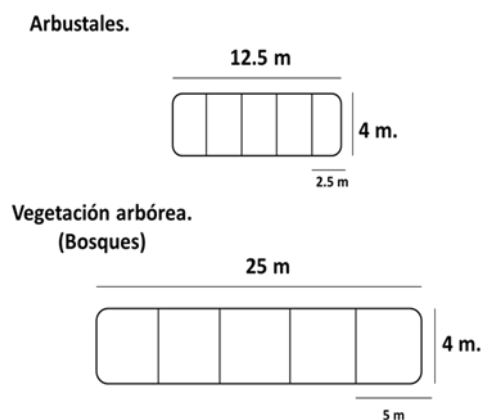
m x 5 m, (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. 41** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). En cada parcela se halló el ángulo de la pendiente según la propuesta de Lozano *et al.* (2009).

Figura 41. Esquema de las estaciones de muestreo para vegetación y parcelas (réplicas) en su interior. Las estaciones y parcelas resaltadas en negrita corresponden a las muestreadas como formaciones de herbazales y arbustales, y las demás a formaciones boscosas.



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Figura 42. Dimensiones de las parcelas (réplicas) y subparcelas en formaciones de herbazales y arbustales y en formaciones boscosas.



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

b) Datos de campo

En el bosque y arbustales de páramo se tomaron los siguientes datos para cada morfoespecie con un diámetro basal ≥ 2 cm a 30 cm del suelo:

- Altura total del individuo
- Altura a la primera ramificación (árboles)
- Estratos de vegetación
- Estado fenológico
- Cobertura de copa (m^2) que fue calculada de acuerdo con Rangel & Velásquez (1997).

En herbazales, donde se encuentran arbustos y otras especies como frailejones, cuyo conteo de individuos pueda realizarse fácilmente, se registraron las variables anotadas anteriormente para arbustales. En el caso de macollas y otras especies cuya individualización es difícil (individuos con reproducción clonal), se registró:

- Altura total
- Cobertura de copa
- Porcentaje de cobertura con respecto a cada subparcela
- Formas de crecimiento
- Estado fenológico

En cada estación altitudinal se elaboró un perfil vertical a escala de la vegetación, con base en los levantamientos realizados. Para ello, en cada subparcela se ubicó un punto de coordenada (x, y) estimada en metros, con el fin de ubicar los individuos en los perfiles.

c) Toma de muestras botánicas

Se recolectaron hasta tres ejemplares de cada morfoespecie, en lo posible en estado fértil, los cuales fueron preservados de acuerdo a métodos estandarizados, para posteriormente ser depositados en el Herbario Federico Medem, Bogotá –FMB- del IAvH. Para su identificación hasta el menor nivel taxonómico posible, se efectuaron comparaciones con catálogos, monografías y guías de flora como: Gentry (1993), Vargas (2002), Moller y Yáñez (1999), Ulloa y Moller (1993), Murillo y Harker (1990), Vélez (1992), Mendoza y Ramírez (2006), Sklenar *et al.* (2005), Pedraza-Peñalosa *et al.* (2004), entre otros. En el caso del material que no pudo ser determinado por el equipo, se consultó a varios especialistas asociados con los herbarios de la región.

d) Análisis de datos

- Representatividad de los muestreos

Para cada estación se realizó una curva de acumulación de especies, con el fin de evaluar el esfuerzo de muestreo, utilizando la información sobre la presencia y abundancia de las especies en cada una de las parcelas. El análisis se realizó con el programa *EstimateS* 9.1.0 (www.viceroy.eeb.uconn.edu//stimates), utilizando los estimadores Chao 1 y Bootstrap. De igual manera se realizó una curva de acumulación de especies para todo el transecto por estaciones con el estimador Chao 1.

- Riqueza y composición florística

Se determinó la composición y riqueza florística de cada estación altitudinal, con base en el número de individuos, especies, géneros y familias más representativos en cada una de ellas. Para determinar la diversidad se realizaron los análisis de la diversidad Alfa (α) y Beta (β) a través del cálculo de los siguientes índices:

- Diversidad Alfa (α)

Se empleó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') para estimar la diversidad florística, dado que la estimación es independiente del tamaño de la muestra porque estima la diversidad sobre la base de una muestra tomada al azar y que presumiblemente contiene todas las especies de la comunidad propuesto por Magurran (1988); además se empleó una prueba *t* para comparar los índices de Shannon-Wiener. Por otro lado, se utilizó el índice inverso de Simpson (D'), considerado

un índice de dominancia, ya que este es sensible a la abundancia de las especies más frecuentes en la comunidad (Magurran 1988). Este índice es aplicable a biotas pequeñas por ser un estimador sin sesgo (Cañas 2000).

- Diversidad Beta (β)

Los análisis de datos se adelantaron con métodos cuantitativos (similitud / disimilitud) y cualitativos, que permiten conocer el recambio de especies a lo largo del gradiente altitudinal evaluado. Se analizó la similitud entre las estaciones de muestreo a lo largo del gradiente, utilizando índices como Bray-Curtis (cuantitativo), Sorensen (cualitativo) y Jaccard; se usó además, el algoritmo UPGMA o grupos pareados para generar el dendrograma a partir de la distancia promedio de los grupos a comparar (Villareal *et al.* 2006).

Los datos también se analizaron con el índice de Whittaker, a partir de la presencia ausencia de las especies en un conjunto de muestras, contrastando el promedio del número de especies por muestra, *versus* el número total de especies. También muestra el número de especies que se pierden o se ganan a medida que se comparan las muestras como lo propone Villareal *et al.* (2006).

- Estratos vegetales

Para la caracterización vertical de la vegetación se siguió la propuesta de Rangel & Lozano (1986), citada en Villareal *et al.* (2006), que propone los siguientes estratos según su altura:

- Rasante <0,3 m
- Herbáceo 0,3 – 1,5 m
- Arbustivo 1,5 – 5 m
- Subarbóreo o de arbolitos 5 – 12 m
- Arbóreo inferior 12 – 25 m
- Arbóreo superior >25 m

- Índice de Valor de Importancia (IVI)

En cada una de las estaciones altitudinales y parcelas evaluadas al interior de estas, se calculó el IVI, teniendo en cuenta la sumatoria de la densidad (DeR), la frecuencia (FR) y la dominancia (DoR) relativas según Finol (1976).

9.2.2 Edafofauna Epígea

La evaluación de la edafofauna epígea se realizó usando dos métodos complementarios de colecta, enfocados a obtener la mayor información de la artropofauna del suelo en cada estación altitudinal y la extracción por recolecta manual. Los muestreos se realizaron en las mismas estaciones altitudinales establecidas para flora y anfibios. En la localidad de Rioblanco se llevaron a cabo réplicas temporales para los tres grupos de fauna (edafofauna, anfibios y aves), que consistieron en realizar otra visita de campo en el mismo periodo climático de la primera (lluviosas), siguiendo la misma metodología y esfuerzo de muestreo.

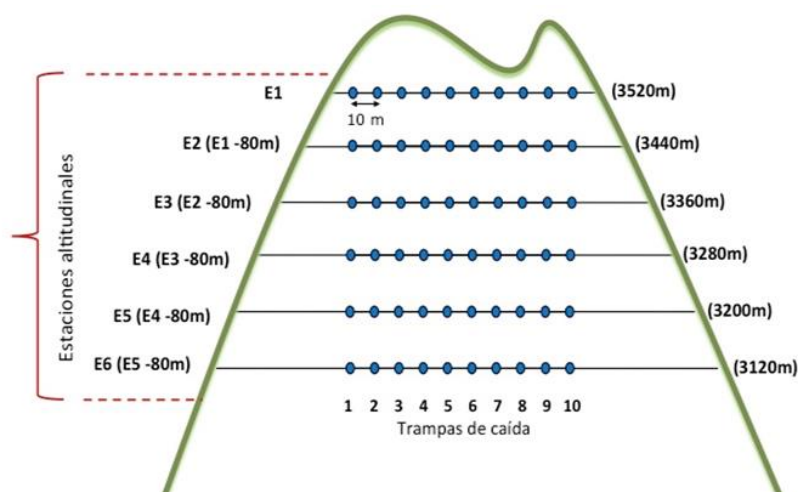
- Trampas de caída (Pitfall)

Estas trampas fueron construidas con recipientes plásticos de 15 cm de diámetro y capacidad de 1/2 litro, las cuales fueron enterradas hasta que su boca quedó a ras del suelo; posteriormente fueron

llenadas con una solución de agua y una gota de jabón (Villarreal *et al.*, 2006). Los recipientes fueron instalados con un plato dispuesto en una pequeña base de alambre en forma de techo, para evitar su colmatación por el agua, propia de las precipitaciones de la zona (Díaz *et al.*, 2007). Las trampas fueron retiradas luego de 48 horas de estar enterradas, tiempo en el cual se estima una alta representatividad de la fauna de artrópodos epígeos. Se establecieron seis estaciones, todas separadas por 80 m de elevación una de la otra.

En cada estación altitudinal se trazó un segmento lineal de 100 m, sobre el cual se ubicaron diez trampas, separadas entre sí 10 m (10 unidades de muestreo, separadas 10 m entre sí) (Figura 43). Se considera que este método de captura permite una buena estimación de la diversidad de especies de artrópodos de suelo (Southwood, 1978, Gorny y Grüm, 1993). Adicionalmente, se trató de establecer el trapeo lo más alejado posible de las perturbaciones causadas por el muestreo de los demás grupos biológicos.

Figura 43. Esquema de la disposición de las trampas de caída (Pitfall), en cada estación altitudinal de muestreo.



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

El esfuerzo de muestreo real empleado fue de 48h/trampa/estación, por 10 trampas en cada estación altitudinal, para un total de 480h/trampa/estación. Para los transectos con 6 estaciones el esfuerzo fue de 2880h/trampa/transecto y para los que presentaron cinco estaciones fue de 2400h/trampa/transecto en total.

- Extracción y captura manual.

Consistió en la búsqueda activa y la captura con pinzas, de los individuos posados en la vegetación presente sobre el transecto, en depósitos de detritus y al interior de troncos en descomposición. Se incluyó la búsqueda de artrópodos sobre excretas de vertebrados, al interior de cada una de las formaciones vegetales y en frutos en descomposición. La búsqueda fue realizada preferencialmente en zonas cercanas a cada punto de muestreo donde se encontraban dispuestas las trampas de caída, se realizó entre las 16:00 y las 18:00 horas, y se dirigió principalmente hacia la colecta de artrópodos de fácil detección en suelo y en vegetación. El material colectado fue puesto en la trampa de caída más cercana al sitio evaluado.

Se invirtieron aproximadamente 3,3 horas/hombre/estación de búsqueda manual, para un total de 19,8 horas/hombre/transecto.

a) Preservación del material biológico

Los ejemplares recolectados fueron preservados en alcohol al 70%, en frascos de vidrio debidamente rotulados. El material recolectado se depositó en las colecciones de entomología del Instituto Alexander von Humboldt y la Universidad del Valle.

b) Análisis de datos

- Esfuerzo de muestreo

En el caso de las trampas de caída, el esfuerzo de muestreo se estimó como horas/trampa/estación, teniendo en cuenta que fueron 10 trampas en cada estación para seis estaciones. La captura manual tuvo esfuerzo de muestreo estimado en horas/hombre, buscando sobre material vegetal, en el suelo, en las cercanías a cada unidad de muestreo y en cada estación altitudinal.

- Acumulación de especies y porcentaje de representatividad

Se utilizó el programa EstimateS 9.1.0 (www.viceroy.eeb.uconn.edu//stimates) para generar curvas de acumulación de especies e índices de estimación de diversidad, tanto para todo el muestreo como para cada estación altitudinal por separado. EstimateS aplica un algoritmo de aleatorización que permite obtener un promedio del número de nuevos registros capturados; de esta manera es posible estimar el porcentaje de representatividad del muestreo realizado y su efectividad. Para este estudio se calculó la diversidad por medio de los estimadores Chao 1 y Chao 2, los cuales son estimadores robustos de la riqueza específica mínima, que asumen que no se espera encontrar ninguna especie adicional cuando todas las especies en la muestra están representadas por al menos dos individuos (o muestras) (Chao et al., 2005). El estimador Chao 1 está basado en el número de especies en una muestra, que están representados por un individuo (singletons) o por dos individuos (doubletons); está basado en la abundancia (Chao, 1984). El estimador Chao 2 se basa en las especies que aparecen solo en una muestra (uniques) o en dos muestras (duplicates); está basado en la incidencia (Chao, 1984). Adicionalmente se analizó el comportamiento de las especies que presentaron uno y dos individuos (singletons / doubletons, respectivamente), para analizar el supuesto de que cuantas más especies raras haya, mayor será el número de especies que quedan por aparecer en el inventario (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003) (Referencias citadas en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

- Clasificación taxonómica

Se clasificaron todos los individuos colectados hasta el menos nivel taxonómico posible. Se realizó un análisis comparativo de la riqueza específica y la abundancia general de la edafofauna encontrada. Para efectos del análisis se usó el término “morfoespecie”, el cual ha sido ideado para favorecer las investigaciones ecológicas donde la precisión específica no es posible por razones de tiempo o presupuesto.

Se agruparon todos los individuos registrados en las dos técnicas de muestreo (transectos y búsqueda libre) en una sola lista como una réplica. Cada bloque constituyó la unidad de muestreo comparativa para el análisis.

Se realizó un análisis general sobre los órdenes más abundantes, coleóptera y díptera, entre los cuales se priorizó escarabajos de la familia Carabidae (Coleoptera: Adephaga), por ser depredadores y descomponedores dentro del ecosistema (Uribe y Vallejo, 2013). En algunos casos, se hizo énfasis en morfos o grupos particularmente abundantes de un transecto altitudinal. Adicionalmente,

se indagó bibliográficamente sobre el hábito alimenticio de las diferentes morfoespecies identificadas, agrupándolos dentro de grupos tróficos para así analizar posibles relaciones en la zona de estudio.

- Riqueza y composición

Diversidad alfa (α)

Se evaluó la riqueza y abundancia relativa de las especies (o morfoespecies) encontradas en las diferentes estaciones altitudinales, además de analizar las diferentes relaciones entre éstas. Se estimó la diversidad por medio del índice Shannon (H'), el cual estima la diversidad sobre la base de una muestra tomada al azar y que presumiblemente contiene todas las especies de la comunidad (Magurran, 1988). Posteriormente los resultados obtenidos para el índice Shannon dentro de las estaciones altitudinales, se contrastaron entre sí con una prueba t o un análisis de varianza (Magurran, 2004), para determinar si las diferencias numéricas son o no significativas (Referencias citadas en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Se calculó el índice de diversidad de Simpson (D'), considerado como índice de dominancia, ya que este es sensible a la abundancia de las especies más frecuentes en la comunidad (Magurran, 1988). Este se deriva de la teoría de probabilidades y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos “extracciones” sucesivas al azar sin reposición. En principio esto constituye una propiedad opuesta a la diversidad, lo que plantea el problema de elegir una transformación apropiada para obtener una cifra correlacionada positivamente con la diversidad, que para este caso es el inverso ($1 - D$). Todos los cálculos se realizaron utilizando el programa Past 3.06 (Hammer et al., 2001) (Referencias citadas en Fundación Las Mellizas, 2015).

Se ajustó el índice de abundancia relativa (diversidad-dominancia) para el trabajo con artrópodos en este tipo de ecosistemas de alta montaña, determinando el rango de abundantes, comunes, poco comunes y escasas (Villareal *et al.*, 2006), según el número de morfoespecies encontradas (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Diversidad beta (β)

La diversidad beta dentro de cada zona se analizó mediante el índice β_w (diversidad beta de Whittaker), que indica esencialmente cuán diferentes son las especies entre las distintas unidades ambientales (Magurran, 1988). En esencia, este índice cuantifica qué tan diferente es la composición de especies (diversidad alfa) entre comunidades (Whittaker, 1960) (Referencias citadas en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Se analizó la disimilitud por medio del análisis SIMPER (Clarke, 1993), con una medida de distancia/similitud de Bray-Curtis entre pares de biotas, con el fin de analizar cómo se da el recambio de especies en las diferentes estaciones altitudinales. Con el fin de determinar si existen patrones de similitud en la composición entre estaciones altitudinales, se construyeron agrupamientos de similitud basados en el índice Jaccard, el cual mide la similitud que existe entre dos estaciones de muestreo. Este índice no tiene en cuenta las ausencias conjuntas y pondera por igual las concordancias y las no concordancias; para éste se usó el método de agrupamiento pareado. Adicionalmente se realizó un análisis de similitud basado en datos de presencia/ausencia de especies, utilizando el coeficiente Sorensen (S) (Villareal *et al.*, 2006). Estos índices expresan el grado en el que comunidades son semejantes en relación a las especies que las componen.

9.2.3 Anfibios

a) métodos de muestreo

Los muestreos fueron realizados por cuatro personas (todos los observadores trabajaron en la misma estación) entre el 8 y 13 de enero, y el 14 y 19 de febrero de 2015. En esta localidad, también se realizó una réplica temporal (ambas salidas en época lluviosa) que permitió aumentar el esfuerzo de muestreo y con esto hacer más robustos los datos. Se trabajó en un rango de altitud comprendido entre los 3520 y los 3120 msnm en el sector conocido como páramo del Meridiano. En este rango de altitud se establecieron seis estaciones, cada una separada de la anterior y siguiente por 80 metros en altitud. El transecto altitudinal fue establecido en el sector suroriental del complejo de páramos Las Hermosas. Los muestreos nocturnos se realizaron entre las 18:30 y 00:30 horas (5 horas transectos – 1 hora de búsqueda libre) y en el día entre las 14:30 - 18:30 horas (3 horas transectos – 1 hora de búsqueda libre); cada estación se muestreó por día con su respectiva noche.

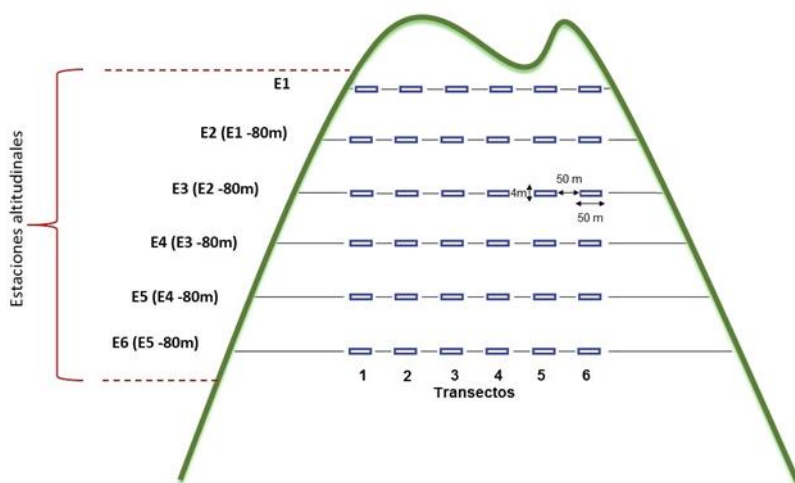
Siguiendo lo sugerido en el protocolo de Marín y colaboradores (2014), los muestreos hicieron énfasis en la exploración de todos los microhábitats disponibles presentes en cada estación; por ejemplo, bajo y sobre rocas, troncos caídos, bordes de quebradas, colchones de hepáticas, macollas, bajo-entre y sobre necromasa de frailejones y puyas, troncos de árboles y arbustos, sobre el suelo cubierto por hojarasca o desnudo, entre vegetación rasante, dentro de pozos y quebradas.

De cada individuo se registró fecha y hora de observación, fotografías, medidas morfométricas, peso, sexo (cuando fue posible), categorías de edad para individuos de desarrollo directo (juvenil o adulto; basados en el protocolo, a los individuos juveniles no se les tomó ningún dato) y el comportamiento del animal en el momento de registro (p.ej. saltando, cantando, en amplexus o en reposo) entre otros. Además, se registraron datos sugeridos por Crump y Scott (1994) para la caracterización del microhábitat en anfibios: ubicación respecto a cuerpos acuáticos, posición vertical o altura de percha, tipo de sustrato en que se encuentran (p.ej. troncos, ramas, hojas, hojarasca, piedras).

- Transectos de muestreo

En cada estación altitudinal se localizaron seis transectos de muestreo, cada uno de 50 m de longitud x 4 m ancho. Estos trayectos se distribuyeron de tal forma que cubrieran la mayor diversidad de hábitats posible en cada estación (p.ej. bosque maduro lejos de quebrada, bosque ribereño, áreas en sucesión). Los transectos quedaron separados entre sí por una distancia de 30 a 50 m acorde a lo permitido por la topografía, cada recorrido se muestreó durante 50 minutos en la noche y en el día 50 o 60 minutos (Figura 44).

Figura44. Esquema del diseño de muestreo utilizado en los transectos altitudinales para anfibios.



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

- Búsqueda libre

Adicionalmente, se utilizó la técnica de encuentro visual aleatorio (Crump y Scott, 1994), realizando recorridos en áreas no abarcadas por los transectos, haciendo una revisión minuciosa en todos los microhábitats disponibles para registrar el mayor número posible de especies. Se hicieron dos recorridos de encuentro visual aleatorio por noche y por día, el recorrido visual aleatorio tuvo una duración de una hora en la noche y una hora en el día.

b) preservación del material biológico

Los individuos observados se identificaron en campo por conocimiento previo, descripción en literatura (Boulenger 1882; Lynch 1979, 1980, 1991; Peracca 1904, Lynch y Ruíz-Carranza 1983, Lynch, Ruíz-Carranza y Ardila-Robayo, 1996) o su posible presencia en el área (Ruíz-Carranza *et al.*, 1996, Ardila & Acosta 2000, Lynch & Suárez-Mayorga, 2002, Bernal *et al.*, 2005, Bernal & Lynch, 2008). Teniendo en cuenta lo último, se elaboró un listado de las especies presentes o potencialmente presentes en el área de estudio. Cuando no fue posible la identificación, se recolectaron hasta diez individuos por especie y fueron preparados acorde al protocolo establecido por Cortez y colaboradores (2006) (Referencias citadas en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

c) Análisis de datos

- Riqueza y composición de especies

Se realizó un listado de las especies registradas en el estudio y se reportó el número de individuos adultos. También se estimó el índice de abundancia relativa para cada estación que indicó la frecuencia de detección de cada especie. Los rangos de abundancia están dentro de cuatro categorías Abundante ≥ 10 ; Común 6 – 9; Poco común 3 - 5; Rara ≤ 2).

Para conocer el estado actual de las especies se recopiló información sobre la categoría de amenaza, el nivel de endemismo y si la especie esta categorizada en algún apéndice CITES. Finalmente, para describir algunos rasgos ecológicos de cada especie, se realizó un gráfico de frecuencias para

identificar en que rango de hora se detectó la mayor cantidad de individuos y se tabulan datos de microhábitat como la preferencia del sustrato.

- Representatividad del muestro

Las curvas de acumulación de especies, permiten establecer la efectividad de los muestreos y la potencial riqueza de especies que pudiese estar presente en cada estación. Los estimadores para la elaboración de las curvas se obtuvieron con el programa *EstimateS* versión 9.1.0. (www.purl.oclc.org/estimates) y se utilizaron los estimadores de riqueza (Chao 1, ACE y Jackknife 1), basados en abundancia acorde a lo sugerido por Gotelli y Colwell (2011); Villarreal *et al.*, (2004). Los cálculos de los índices de diversidad se realizaron en el programa *Past* 3.06 (Hammer *et al.*, 2001) (Referencias citadas en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

- Diversidad Alfa (α)

La composición y estructura de los ensamblajes de anfibios en cada nivel de elevación (estación), se evaluaron estimando la riqueza de especies y la diversidad con base en los índices de Shannon-Wiener y Pielou. Como un complemento a los cálculos de diversidad realizados, se utilizó el índice inverso de Simpson (Hill, 1973) y la modificación del índice de Shannon-Wiener propuesta por Jost (2006). Estas dos últimas medidas de diversidad son usadas por muchos ecólogos; ya que, sus unidades son en número de especies y eliminan sesgos al comparar muestras. Los índices de diversidad de Shannon-Wiener fueron comparados estadísticamente con una prueba *t* para determinar si las diferencias numéricas son o no significativas entre las estaciones. Para comparar la estructura de los ensamblajes entre estaciones se utilizaron las curvas de diversidad-dominancia (Referencias citadas en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

- Diversidad Beta (β)

Para identificar el patrón de distribución de las especies entre estaciones, se realizó el análisis de agrupamiento de especies basado en los índices de similitud de Jaccard, Sorensen y Bray-Curtis. Estos análisis se realizaron en el programa *Past* 3.06 (Hammer *et al.*, 2001). Además, se utilizó el índice de complementariedad entre pares de alturas (estaciones) acorde a los lineamientos de Halffter & Moreno (2005) para estimar la diversidad β con el índice de Whittaker (Whittaker, 1972) (Referencias citadas en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

9.2.4 Aves

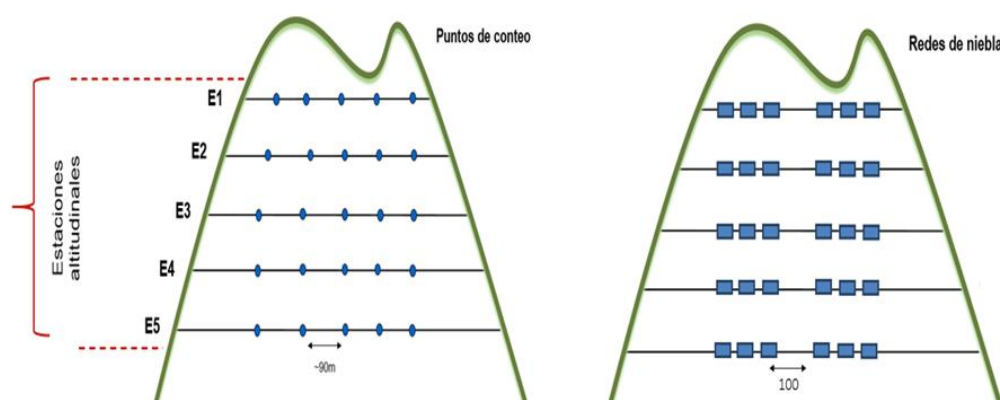
a) Métodos de muestreo

Para el estudio de la avifauna se utilizaron dos métodos complementarios: conteo por puntos de banda fija y redes de niebla. Los métodos utilizados permitieron generar información sobre riqueza (diversidad alfa), composición de especies, abundancia relativa, recambio (diversidad beta) y presencia de especies amenazadas. Se estableció un transecto con diferente número de estaciones altitudinales, teniendo siempre como punto de partida la estación uno (E1) como la de mayor elevación, en el trabajo con avifauna se ampliaron las distancias entre estaciones de muestreo, teniendo en cuenta la alta movilidad de este grupo. El trayecto consta de 4 estaciones, separadas entre sí por 200 m, abarcando un gradiente altitudinal entre los 2.920 msnm – 3520 msnm.

b) Conteo por puntos de radio fijo

Este método consistió en establecer puntos de conteo de radio fijo cada 90 metros aproximadamente en cada una de las estaciones altitudinales, en cada punto se documentó la presencia y número de individuos de las aves a través de registros visuales o auditivos, durante 30 minutos en cada punto; para evitar el solapamiento de los datos se registraron las aves en un radio de 20 metros de acuerdo a las condiciones de visibilidad. Los muestreos en la mañana se realizaron desde las 6:00 hasta las 9:00 horas, incluyendo los desplazamientos, y en la tarde desde las 13:00 hasta las 16:00 horas. Como complemento también se realizaron conteos aleatorios durante los desplazamientos a otros puntos y entre estaciones (Figura 45.).

Figura 45. Representación esquemática de las metodologías empleadas en los muestreos de aves (redes de niebla y puntos de conteo).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

- Redes de niebla

Las redes de niebla permitieron la captura y manipulación de las aves facilitando la identificación, en especial de especies crípticas. En todos los transectos se instalaron seis redes de niebla por estación, distribuidas en dos grupos de tres redes, separados por 100 m aproximadamente (Figura 45). Siguiendo lo propuesto por Villareal y colaboradores (2006), el trabajo con redes permitió obtener datos sobre:

- Morfometría: longitud total del ala, envergadura, distancia entre plumas primarias y secundarias, longitud y graduación de la cola, longitud total y longitud del culmen expuesto, altura y ancho del pico, longitud del tarso, el hallux y peso.

- Estado de desarrollo (adulto o juvenil).

- Sexo.

c) Análisis de los datos

- Riqueza y composición de especies

La composición de la avifauna, se estableció con base en la riqueza y abundancia; para esto se tuvo en consideración la riqueza como el número total de especies y la abundancia como el número de individuos registrados por especie.

Para determinar la representatividad de los muestreos, se utilizaron los estimadores no paramétricos Chao 1 y Chao 2, que fueron calculados con el programa *EstimateS* win 9.1.0, (Moreno, 2001, Villareal *et al.*, 2006). Estos estimadores fueron representados en curvas de acumulación de especies por estación altitudinal con el programa graficador *Sigmaplot* 11.0.

Se estimó el índice de abundancia relativa, entendido como la frecuencia de detección de una especie, para esto se agruparon los datos obtenidos con las dos metodologías (Puntos de conteo y captura con redes) en cada estación altitudinal.

Las especies amenazadas de extinción, se determinaron según lo definido en Rengifo *et al.*, 2014 y la Resolución No. 0192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Las especies endémicas o casi endémicas se categorizaron de acuerdo a Chaparro-Herrera *et al.*, 2013 y Rengifo *et al.*, 2001. Además se identificaron especies presentes en el apéndice II de la Convención Internacional sobre el Comercio de Fauna y Flora Amenazadas (CITES) (Referencias citadas en Fundación Las Mellizas, 2015).

Los rangos de abundancia que se determinaron fueron: abundante, común, poco común y rara (Villareal *et al.*, 2006). El arreglo taxonómico siguió a South American Classification Committee, La identificación de las vocalizaciones registradas durante los puntos de conteo se realizó a través de su comparación con la guía sonora de aves de los Andes (Álvarez *et al.*, 2007); para la identificación de las aves registradas mediante puntos de conteo y capturadas mediante redes de niebla se utilizaron guías de campo (Hilty y Brown, 2001, MacMullan *et al.*, 2010) (Referencias citadas en Fundación Las Mellizas, 2015).

- Diversidad Alfa (α)

Para estimar la diversidad de la avifauna se empleó el índice de Shannon-Wiener (H'), este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001). Además, se utilizó el índice de diversidad de Simpson (1-D), considerado como índice de dominancia, ya que este es sensible a la abundancia de las especies más frecuentes en la comunidad (Magurran, 1988) (Referencias citadas en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

- Diversidad Beta (β)

Se calculó la diversidad beta mediante la complementariedad de especies entre pares de elevaciones (Halffter y Moreno, 2005). Para identificar el recambio de especies entre bosque y páramo, se comparó con respecto a su diversidad beta para las estaciones en el transecto altitudinal. Para lo cual, se construyó una matriz de abundancia con base en los datos de campo. De esta manera se realizaron análisis de agrupamiento usando como medida de similitud los índices de Jaccard, Sorensen, Bray-Curtis y Whittaker. Para realizar estos cálculos se utilizó el programa Past versión 3.06 (Hammer *et al.*, 2001) (Referencias citadas en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

9.3 Resultados

Transecto altitudinal, Municipio Rioblanco, Vereda Las Mercedes, Predio El Auxilio.

9.3.1 Flora

El transecto altitudinal de Rioblanco (Tolima), se realizó en un predio de CORTOLIMA denominado El Auxilio, adquirido con fines de conservación de la diversidad biológica y el agua. El área donde está ubicado el predio se conoce como el páramo del Meridiano, zona de influencia del resguardo indígena Paéz, Las Mercedes. La topografía del páramo del Meridiano presenta pendientes pronunciadas en las laderas y una zona relativamente plana, por donde corre el río Hereje; en las laderas, las coberturas vegetales predominantes son formaciones boscosas en diferentes estados sucesionales, en la parte superior existen picos abruptos y escarpes rocosos, al igual lagunas, y en la zona plana algunos sectores tienen potreros destinados a la ganadería bovina.

a) Descripción de las estaciones de muestreo

Estación uno –E1 (3520 msnm)

En la estación uno se encontró cobertura vegetal de porte bajo a medio y semiabierto a cerrado, conformada por arbustales y arbolitos emergentes dispersos. Predominan rosetas de helechos (*Blechnum loxense*), *Diplostephium bicolor*, *D. cf. schultzii*, *Temistoclesia cf. mucronata*, *Cavendishia bracteata*, *Gaultheria* spp., *Disterigma* spp., *Vaccinium floribundum*, *Pernettya prostrata*, *Greigia* sp., *Gaiadendron punctatum*, *Myrsine cf. panamensis*, *M. dependens*, *Chusquea tessellata*, *Hesperomeles obtusifolia* y *Monnina revoluta*. Los arbolitos emergentes dispersos presentan hasta 5 m de altura, donde predomina *Weinmannia mariquitae*, *Oreopanax tolimanum*, *Maytenus* sp., *Miconia* spp. y *Clusia cf. alata*. El estrato rasante presenta un tapizado de musgos (*Prionodon* sp., *Sphagnum* sp.), líquenes (*Cladonia* sp.) y pasturas (*Achiachne aff. pulvinata*) (Tabla 61). Estos arbustales se encuentran moderada a altamente intervenidos. En la zona de influencia de E1, existen varios caminos que fueron abiertos con el propósito de evaluar la viabilidad de la instalación de unas redes de alta tensión eléctrica por parte de la Empresa de Energía de Bogotá (EEB) (Isai Noscue, gobernador indígena Paez, com.pers), con lo que se ha generado un impacto negativo sobre coberturas vegetales y suelo que fue evidente en la realización del muestreo.

Tabla 61. Familias y especies de flora registradas en el transecto altitudinal, municipio Rioblanco (Tolima).

No.	FAMILIAS	ESPECIE	Estaciones/ No. de individuos						Total ind.	Grado amenaza
			1	2	3	4	5	6		
1	Actinidiaceae	<i>Saurauia ursina</i>					1	2	3	
2	Alstroemeriaceae	<i>Bomarea linifolia</i>	2	1	4				7	
3	Apiaceae	<i>Niphogeton</i> sp.		5					5	
4	Araceae	<i>Anthurium oxybelium</i>				1	1		2	
5		<i>Anthurium</i> cf. <i>bogotense</i>								
6	Araliaceae	<i>Oreopanax</i> cf. <i>caricaefolium</i>						4	4	
7		<i>Oreopanax discolor</i>					3	4	7	
8		<i>Oreopanax tolimanum</i>	2		2				4	
9		<i>Schefflera</i> cf. <i>uribei</i>				1	2	5	8	
10	Arecaceae	<i>Geonoma</i> sp.						2	2	
11	Asclepiadaceae	<i>Cynanchum</i> cf. sp.			1				1	
12	Asteraceae	<i>Ageratina</i> cf. <i>popayanensis</i>			1	7			8	
13		<i>Ageratina tinifolia</i>				4			4	
14		<i>Baccharis tricuneata</i>			3	1			4	
15		<i>Diplostephium bicolor</i>	12	2		7			21	
16		<i>Diplostephium</i> cf. <i>schultzii</i> Wedd.	1	9	15	3			28	
17		<i>Diplostephium</i> sp.				7			7	
18		* <i>Espeletia hartwegiana</i>								
19		<i>Gynoxys laurata</i>	8	2	1				11	
20		<i>Gynoxys</i> cf. <i>littlei</i>				5			5	
21		<i>Gynoxys</i> sp.				1			1	
22		<i>Hipochaeris radicata</i> L.		1					1	
23		<i>Munnozia</i> sp.				5			5	
24		<i>Pentacalia</i> cf. sp.			2				2	
25		<i>Pentacalia</i> sp.1		1					1	
26		<i>Pentacalia</i> sp.2	1						1	
27		<i>Pentacalia</i> cf. <i>nítida</i> .				2			2	
28		<i>Pentacalia vaccinioides</i> .	3	5	1				9	
29	Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.				3			3	
30	Berberidaceae	<i>Berberis</i> sp.		3	3	3			9	
31	Blechnaceae	<i>Blechnum loxense</i>	15	15	6	10			46	
33		* <i>Blechnum</i> sp.								

No.	FAMILIAS	ESPECIE	Estaciones/ No. de individuos						Total ind.	Grado amenaza
			1	2	3	4	5	6		
34	Bromeliaceae	<i>Greigia</i> sp.	4	2		3			9	
35		<i>Tillandsia</i> sp.				3			3	
36		* <i>Tillandsia compacta</i>								
37		* <i>Tillandsia stipitata</i>								
38	Brunelliaceae	* <i>Brunellia goudotii</i>								
39		<i>Brunellia</i> sp.					5	10	15	
40	Campanulaceae	Sp.				2			2	
41	Celastraceae	<i>Maytenus</i> cf. <i>myricoides</i>						5	5	
42		<i>Maytenus</i> cf. sp.	2			3			5	
43		<i>Maytenus</i> sp.					13		13	
44	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum</i> cf. <i>cuatrecazanum</i>					6		6	
45		<i>Occhioni</i> sp.								
46		<i>Hedyosmum</i> cf. <i>goudotianum</i>				3		5	8	
47	Cladoniaceae	<i>Cladonia</i> sp.	2	3					5	
48	Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i>				1	3	1	4	
49		<i>Clethra ovalifolia</i>				3	14		17	
50	Clusiaceae	<i>Clusia</i> cf. <i>alata</i>	1	1	1	1	2		6	
51	Cunoniaceae	<i>Weinmannia mariquitae</i>	3	1		10	28	1	43	
52		<i>Weinmannia rollottii</i>					15		15	
53	Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp.					5	9	14	
54	Cyperaceae	<i>Carex bonplandii</i>				4			4	
55		<i>Rhynchospora</i> cf. <i>caucana</i> .		4		10			14	
56	Elaeocarpaceae	* <i>Vallea stipularis</i>								
57	Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i>				1			1	
58	Ericaceae	<i>Cavendishia bracteata</i>	7			7			14	
59		<i>Disterigma</i> cf. <i>acuminatum</i>	11	8	2	12			33	
60		<i>Disterigma empetrifolium</i>	4	10	12	1			27	
61		<i>Gaultheria sclerophylla</i>	1	4					5	
62		<i>Gaultheria</i> sp.				2			2	
63		<i>Gaultheria buxifolia</i>				5			5	
64		* <i>Macleania rupestris</i>								
65		<i>Pernettya prostrata</i>	12	11	2	8			33	
66		<i>Plutarchia monantha</i>				1			1	
67		<i>Themistoclesia</i> cf. <i>mucronata</i>	4	3	3	6			16	
68		<i>Vaccinium floribundum</i>	10	9		5			24	

No.	FAMILIAS	ESPECIE	Estaciones/ No. de individuos						Total ind.	Grado amenaza
			1	2	3	4	5	6		
69	Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i>				2			2	
70	Gentianaceae	<i>Macrocarpa macrophylla</i>				1	2		3	
71	Gesneriaceae	* <i>Columnnea</i> sp.								
72	Grossulariáceas	<i>Ribes leptostachyum</i>								
73	Hypericaceae	* <i>Hypericum laricifolium</i>								
74		<i>Hypericum strictum</i>	8	1	1	2			12	
75	Iridaceae	* <i>Sisyrinchium</i> cf. <i>trinerve</i>								
76	Lauraceae	<i>Ocotea infrafoveolata</i>				1	3		4	
77	Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum</i> sp.	7	4	3	7			21	
78	Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i>		14	4	9			27	
80	Lycopodiaceae	<i>Lycopodium jussiaei</i>		12	1	2			15	
81	Marcgraviaceae	Indet.			1				1	
82	Melastomataceae	<i>Axinaea macrophylla</i>					10	3	13	
83		<i>Brachyotum ledifolium</i>				9			9	
84		<i>Miconia chlorocarpa</i>	2			2			4	
85		<i>Miconia plethorica</i>				2	5	1	8	
86		<i>Miconia</i> sp.1					1	3	4	
87		<i>Miconia</i> sp.2					2	14	16	
88		<i>Miconia</i> sp.6	2		2	2			6	
89		<i>Miconia</i> sp.7	1			10			11	
90		<i>Miconia</i> sp.8				5			5	
91		<i>Miconia theaezans</i>						1	1	
92		* <i>Tibouchina mollis</i>								
93	Monimiaceae	* <i>Siparuna echinata</i>								
94	Myrtaceae	* <i>Myrcianthes</i> cf. <i>orthostemon</i>								
95		<i>Ugny myricoides</i>				1			1	
96	Orquidiaceae	<i>Cyrtorchilum</i> sp.			2				2	
97		<i>Epidendrum</i> sp.1	4	6	2				12	
98		<i>Epidendrum</i> sp.2	1	1					2	
99		<i>Pleurothallis</i> sp.				1			1	
100		* <i>Stelis</i> sp.								
101	Oxalidaceae	<i>Oxalis medicaginea</i>				4			4	

No.	FAMILIAS	ESPECIE	Estaciones/ No. de individuos						Total ind.	Grado amenaza
			1	2	3	4	5	6		
102	Passifloraceae	<i>Passiflora cumbalensis</i>				1			1	
103	Pentaphylacaceae	<i>*Freziera cf. bonplandiana</i>								
104		<i>Freziera reticulata</i>					10	6	16	
105	Piperaceae	<i>Piper cf. cyprium</i>					3	1	4	
106	Poaceae	<i>Achiachne aff. pulvinata</i>		2					2	
107		<i>Calamagrostis sp.</i>		14	12	1			27	
108		<i>Chusquea sp.</i>						5	5	
109		<i>Chusquea tessellata</i>	15	13	15	10			53	
110		<i>Cortaderia sp.</i>		2		5			7	
111		<i>Neurolepis sp.</i>				6			6	
112	Polygalaceae	<i>Monnina angustata</i>				3			3	
113		<i>Monnina revoluta</i>	3	1					4	
114	Primulaceae	<i>Geissanthus serrulatus</i>						1	1	
115		<i>Myrsine dependens</i>	6	1		7			14	
116		<i>Myrsine cf. panamensis</i>	14	7	7	5			33	
117		<i>Myrsine guianensis</i>					11	1	12	
118	Prionodontaceae	<i>Prionodon sp.</i>	15	7	15	12			47	
119	Pteridaceae	<i>Jamesonia alstonii</i>		8	15				23	
120	Rosaceae	<i>Hesperomeles ferruginea</i>		2		1			3	
121		<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	14	9	11	2			36	
122		<i>Rubus gachetensis</i>		2	1	7			10	
123	Rubiaceae	<i>*Elaeagia sp.</i>								
124		<i>Galium hipocarpium</i>				2			2	
125		<i>Nertera granatensis</i>				6			6	
126		<i>*Notopleura sp.</i>								
127		<i>Palicourea cf. andaluciana</i>				3		1	4	
128		<i>Palicourea ovalis</i>						1	1	
129	Scrophulariaceae	<i>Bartsia sp.</i>	2						2	
130		Indet.			2				2	
131	Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>						1	1	
132	Theaceae	<i>Gordonia cf. humboldtii</i>				1	1		2	
133		<i>Ternstroemia cf. sp.</i>		1					1	
134	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris sp.</i>				1			1	
135	Tropaeolaceae	<i>*Tropaeolum sp.</i>								
136	Urticaceae	<i>*Pilea sp.</i>								
Total			199	207	153	284	146	87	1076	

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

En la E1, los arbustales se presentan como las coberturas dominantes, se encontraron en zonas de topografía quebrada o escarpada, con relieve montañoso, el cual predomina en el área de estudio, donde la exposición al viento en estos filos del macizo puede ser variable, así como las propias condiciones microclimáticas, ecológicas y de manejo, lo que probablemente ha limitado el establecimiento de otras coberturas como herbazales o frailejonales, los cuales se observaron en las mismas cotas (o incluso por debajo) pero en sitios de topografía plana-ondulada. Antes de la adquisición del predio el Auxilio con fines de conservación, en los valles y zonas planas se presentaba ganadería extensiva (relatos de indígenas Paeces que acompañaron la salida de campo). Actualmente, estas zonas están dominadas por herbazales de *Calamagrostis* sp., los frailejonales están reducidos y se presentan pocos adultos y muchos juveniles dispersos (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

- Estratos vegetales estación uno

Las tres parcelas evaluadas presentaron una pendiente de 10-60%, con plantas entre <0,1 y 3 m, que conforman tres estratos vegetales, que se describen a continuación:

- Rasante (<0,3 m): dominado por musgos (*Prionodon* sp., *Sphagnum* sp.), *Disterigma empetrifolium*, *D. cf. acuminatum*, líquenes (*Cladonia* sp.), y helechos (*Elaphoglossum* sp.).
- Herbáceo (0,3-1,5 m): dominado por *Disterigma cf. acuminatum*, *Pernettya postrata*, *Vaccinium floribundum*, *Greigia* sp., *Chusquea tessellata*, *Hypericum strictum* y helechos (*Blechnum loxense*, *Elaphoglossum* sp.).
- Arbustivo (1,5-5 m): dominado por *Blechnum loxense*, *Weinmannia mariquitae*, *Diplostegium bicolor*, *D. cf. schultzii*, *Gynoxis laurata*, *Temistoclesia cf. mucronata*, *Cavendishia bracteata*, *Gaultheria* spp., *Disterigma cf. acuminatum*, *Gaiadendron punctatum*, *Myrsine cf. panamensis*, *M. dependens*, *Chusquea tessellata*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Oreopanax tolimanum*, *Maytenus* sp. y *Monnina revoluta* (

- *Figura 46. 46).*

Figura 46. Perfil de vegetación arbustiva en la E1, parcela uno (3520 msnm). 1. *Myrsine cf. panamensis*, 2. *Pentacalia sp.*, 3. *Blechnum loxense*, 4. *Chusquea tessellata*, 5. *Prionodon sp.*, 6. *Miconia sp.*, 7. *Elaphoglossum sp.*, 8. *Diplostegium bicolor*, 9. *Greigia sp.*, 10. *Pernettya prostrata*, 11. *Maytenus sp.*, 12. *Hypericum strictum*, 13. *Gynoxys laurata*, 14. *Prionodon*, 15. *Bartsia sp.*, 16. *Cavendishia bracteata*, 17. *Hesperomeles obtusifolia*, 18. *Weinmannia mariquitae*, 19. *Varasia sp.*, 20. *Myrsine dependens*, 21. *Bomarea linifolia*, 22. *Disterigma cf. acuminatum*, 23. *Prionodon sp.*, 24. *Diplostegium bicolor*, 25. *Vaccinium floribundum*. Eje x, longitud del transecto (m); eje y, altura de la vegetación (m).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Estación dos – E2 (3440 msnm)

Predominan los arbustales de porte medio-bajo y semiabiertos a cerrados, de 3-5 m de altura, en las partes planas y con suelos húmedos existen herbazales (*Calamagrostis sp.*) y chuscales altos

(*Chusquea tessellata*). Son comunes las rosetas de helechos (*Blechnum loxense*); *Diplostephium bicolor*, *D. cf. schultzii*, *Temistoclesia cf. mucronata*, *Gaultheria* spp., *Disterigma* spp., *Vaccinium floribundum*, *Pernettya prostrata*, *Greigia* sp., *Gaiadendron punctatum*, *Berberis* sp., orquídeas (*Epidendrum* spp.), *Miconia chlorocarpa*, *Myrsine cf. panamensis*, *M. dependens*, *Weinmannia mariquitae*, *Escallonia myrtilloides*, *Hesperomeles obtusifolia*, *H. ferruginea* y *Monnina revoluta* (Tabla19). Se presenta un tapizado denso de musgos sobre el suelo. Estas coberturas se encuentran moderada a levemente intervenidas. La topografía del terreno es ondulada a levemente quebrada, con pendientes medias a bajas.

- Estratos vegetales estación dos

Las tres parcelas evaluadas presentaron una pendiente de 10-40%, con plantas entre <0,1 y 3,5 m, que conforman tres estratos vegetales, que se describen a continuación:

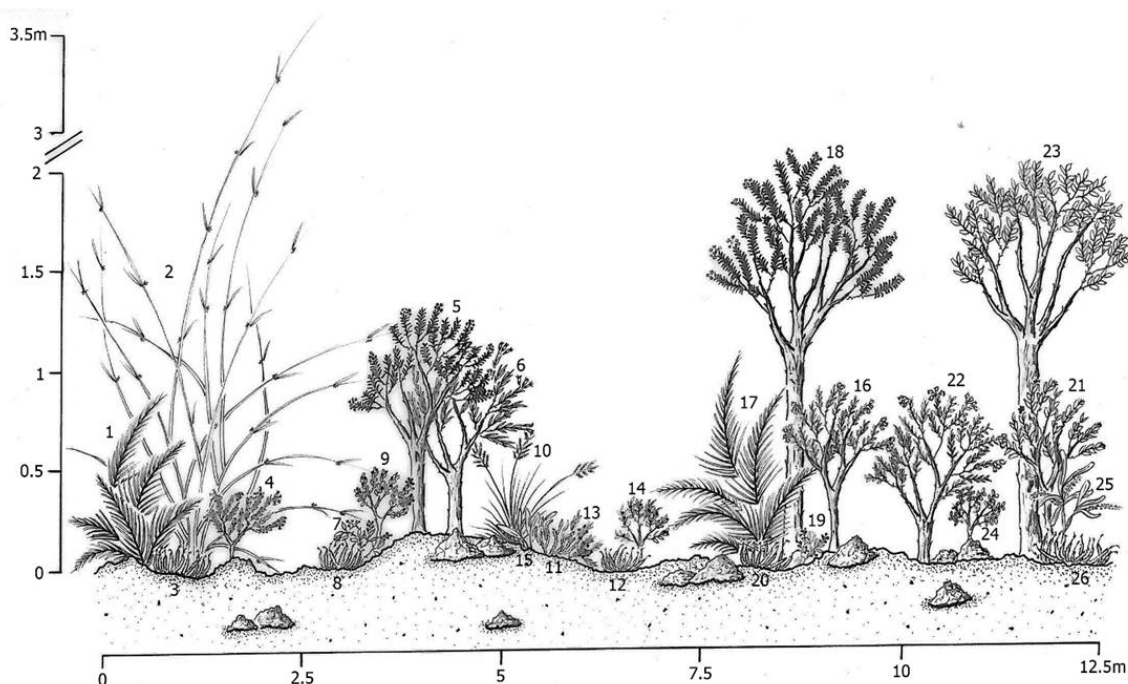
- Rasante (<0,3 m): dominado por pastos (*Calamagrostis* sp., *Achiachne aff. pulvinata*), musgos (*Sphagnum* sp., *Prionodon* sp.), *Disterigma empetrifolium*, *Pernettya* spp., helechos (*Jamesonia alstonii*, *Elaphoglossum* sp.), líquenes (*Cladonia* sp.) y lycopodios (*Lycopodium jussiaei*).
- Herbáceo (0,3-1,5 m): dominado por pastos (*Calamagrostis* sp.), chusque (*Chusquea tessellata*), *Pentacalia vaccinioides*, *Greigia* sp., *Vaccinium floribundum* y *Rynchospora cf. caucana*.
- Arbustivo (1,5-5 m): dominado por chusque (*Chusquea tessellata*), helechos (*Blechnum loxense*), *Diplostephium bicolor*, *D. cf. schultzii*, *Gynoxis laurata*, *Gaultheria* sp., *Temistoclesia cf. mucronata*, *Greigia* sp., *Berberis* sp., *Gaiadendron punctatum*, *Escallonia myrtilloides*, *Myrsine cf. panamensis*, *M. dependens*, *Hesperomeles ferruginea*, *H. obtusifolia* y *Monnina revoluta* (Figura19).

Estación tres – E3 (3360 msnm)

Predominan los arbustales de porte medio-alto y semiabiertos, de 3-5 m de altura, entremezclados con herbazales (*Calamagrostis* sp.) y chuscales altos (*Chusquea tessellata*) hacia las partes más planas y con suelos más húmedos, además de algunos relictos pequeños de bosques achaparrados con árboles emergentes de 8-14 m de altura y dosel discontinuo. Entre los chuscales y herbazales existen pequeños humedales dominados por musgo (*Sphagnum* sp.). En los arbustales son comunes *Diplostephium cf. schultzii*, *Blechnum loxense*, *Jamesonia alstonii*, *Temistoclesia cf. mucronata*, *Gaultheria* spp., *Disterigma* spp., *Vaccinium floribundum*, *Pernettya prostrata*, *Gaiadendron punctatum*, *Berberis* sp., *Miconia* spp., *Bomarea linifolia*, *Ageratina cf. popayanensis*, *Baccharis tricuneata*, *Myrsine cf. panamensis*, *Hesperomeles obtusifolia*, *H. ferruginea* y *Monnina revoluta* (Figura 47). Se presenta un tapizado denso de musgos sobre el suelo (*Sphagnum* sp.), así como orquídeas (*Cyrtorchilum* sp.).

En los bosques achaparrados de la E3, predominan *Clusia cf. alata* de hasta 10-14 m de altura, algunos *Weinmannia mariquitae* y *Oreopanax tolimanum*. Estos bosques se encuentran hacia las zonas más inclinadas de esta cota. Estas coberturas se encuentran moderada a levemente intervenidas. La topografía del terreno es plana a levemente quebrada, con pendientes bajas a medias.

Figura 47. Perfil de vegetación arbustiva en la E2, parcela dos (3440 msnm). 1. *Blechnum loxense*, 2. *Chusquea tessellata*, 3. *Prionodon* sp., 4. *Vaccinium floribundum*, 5. *Diplostegium* cf. *schultzii*, 6. *Pentacalia* sp., 7. *Rubus gachetensis*, 8. *Prionodon* sp., 9. *Hesperomeles obtusifolia*, 10. *Calamagrostis* sp., 11. *Lycopodium jussiaei*, 12. *Prionodon* sp., 13. *Pernettya prostrata*, 14. *Themistoclesia* cf. *mucronata*, 15. *Elaphoglossum* sp., 16. *Gaultheria sclerophylla*, 17. *Blechnum loxense*, 18. *Diplostegium* cf. *schultzii*, 19. *Rubus gachetensis*, 20. *Prionodon* sp., 21. *Gaiadendron punctatum*, 22. *Gaultheria sclerophylla*, 23. *Myrsine* cf. *panamensis*, 24. *Weinmannia mariquitae*. Eje x, longitud del transecto (m); eje y, altura de la vegetación (m).



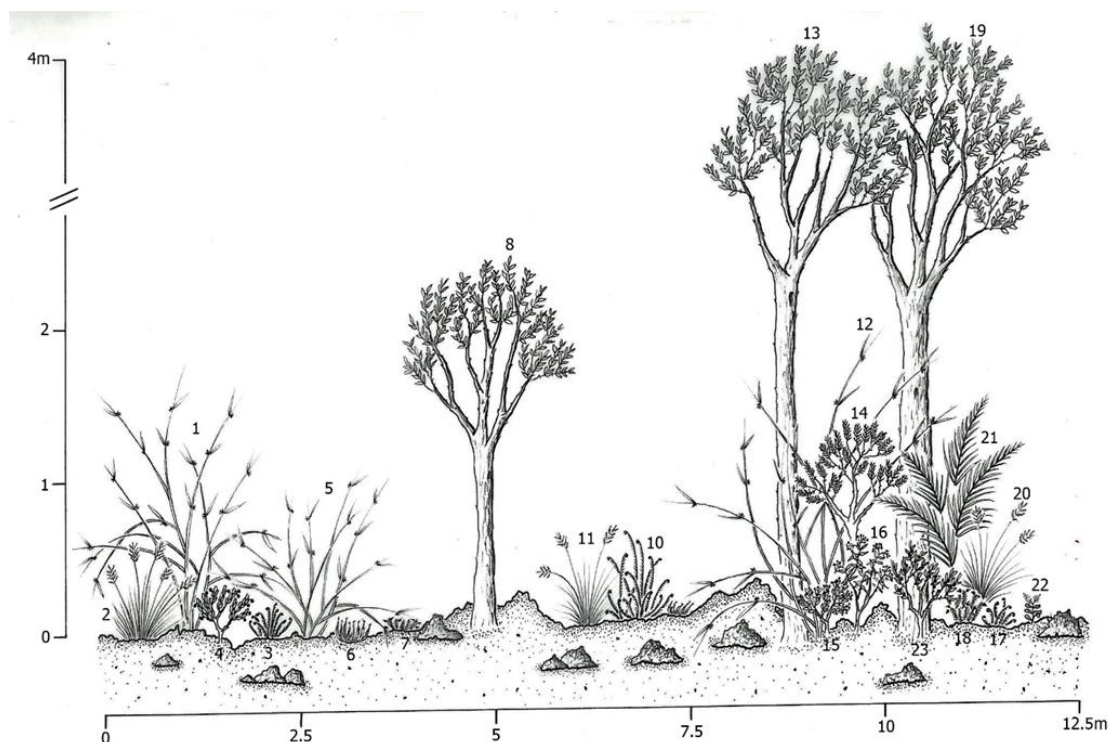
Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

- Estratos vegetales estación tres

Las tres parcelas evaluadas presentaron una pendiente de 0-20%, con plantas entre <0,1 y 4 m, que conforman tres estratos vegetales, que se describen a continuación:

- Rasante (<0,3 m): dominado por pastos (*Calamagrostis* sp.), musgos (*Sphagnum* sp., *Prionodon* sp.), *Disterigma* spp., *Pernettya* spp., helechos (*Jamesonia alstonii*, *Elaphoglossum* sp.) y licopodios (*Lycopodium jussiaei*).
- Herbáceo (0,3-1,5 m): dominado por pastos (*Calamagrostis* sp.), chusque (*Chusquea tessellata*), helechos (*Jamesonia alstonii*, *Blechnum loxense*) y *Disterigma* cf. *acuminatum*.
- Arbustivo (1,5-5 m): dominado por chusque (*Chusquea tessellata*), *Blechnum loxense*, *Diplostegium* cf. *schultzii*, *Themistoclesia* cf. *mucronata*, *Berberis* sp., *Gaiadendron punctatum*, *Oreopanax tolimanum*, *Myrsine* cf. *panamensis*, *Miconia* spp. y *Hesperomeles obtusifolia* (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Figura 48. Perfil de vegetación arbustiva en la E3, parcela tres (3360 msnm). 1. *Chusquea tessellata*, 2. *Calamagrostis* sp 3. *Jamesonia alstonii*, 4. *Pernettya prostrata*, 5. *Chusquea tessellata* 6. *Prionodon* sp., 7. *Disterigma empetrifolium*., 8. *Diplostephium* cf. *schultzii*, 9. *Jamesonia alstonii*, 10. *Prionodon* sp., 11. *Calamagrostis* sp, 12. *Chusquea tessellata*, 13. *Diplostephium* cf. *schultzii*, 14. *Pentacalia* cf. sp., 15. *Hesperomeles obtusifolia*, 16. *Cynanchum* cf. sp., 17. *Jamesonia alstonii*, 18. *Jamesonia alstonii*, 19. *Disterigma empetrifolium*, 20. *Diplostephium* cf. *schultzii* 21. *Calamagrostis* sp, 22. *Blechnum loxense*, 23. *Clusia* cf. *alata*, 24. *Myrsine* cf. *panamensis*. Eje x, longitud del transecto (m); eje y, altura de la vegetación (m).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Estación cuatro –E4 (3280 msnm)

En la estación cuatro se encontraron coberturas de porte medio y medio-alto, cerradas a semiabiertas, conformadas por arbustales densos entremezclados con árboles emergentes o pequeños relictos de bosques achaparrados con dosel discontinuo de 5-14 m de altura. Las especies dominantes son *Weinmannia mariquitae*, *Diplostephium bicolor*, *D. cf. schultzii*, *Gaiadendron punctatum*, *Ageratina tinifolia*, *A. cf. popayanensis*, *Berberis* sp., *Brachyotum ledifolium*, *Clusia* cf. *alata*, *Miconia* spp., *Myrsine* cf. *panamensis*, *M. dependens*, *Escallonia myrtilloides*, *Clethra revoluta*, *Monnina angustata*, *Hesperomeles obtusifolia*, *H. ferruginea*, *Chusquea tessellata*, *Blechnum loxense*, *Temistoclesia* cf. *mucronata*, *Cavendishia* cf. *bracteata*, *Vaccinium floribundum*, *Rynchospora* cf. *caucana*, *Carex bonplandii* y Poaceae (*Neurolepis* sp., *Cortaderia* sp.).

Estas coberturas se encuentran moderada a altamente intervenidas, la topografía del terreno es levemente plana a quebrada, con pendientes bajas a medias.

- Estratos vegetales estación cuatro

Las tres parcelas evaluadas presentaron una pendiente de 10-60%, con plantas entre <0,1 y 8 m, que conforman cuatro estratos vegetales, que se describen a continuación:

- Rasante (<0,3 m): dominado por musgos (*Sphagnum* sp., *Prionodon* sp.), *Disterigma empetrifolium*, *Pernettya postrata*, *Vaccinium floribundum*, *Nertera granatensis*, helechos (*Jamesonia alstonii*, *Elaphoglossum* sp.) y lycopodios (*Lycopodium jussiaei*).
- Herbáceo (0,3-1,5 m): dominado por pastos (*Calamagrostis* sp., *Neurolepis* sp., *Cortaderia* sp.), *Rynchospora* cf. *caucana*, *Carex bonplandii*, *Chusquea tessellata*, *Rubus gachetensis* y *Disterigma* cf. *acuminatum*.
- Arbustivo (1,5-5 m): dominado por *Weinmannia mariquitae*, *Chusquea tessellata*, *Blechnum loxense*, *Diplostephium bicolor*, *D.* cf. *schultzii*, *Temistoclesia* cf. *mucronata*, *Vaccinium floribundum*, *Escallonia myrtilloides*, *Berberis* sp., *Gaiadendron punctatum*, *Monnina angustata*, *Oreopanax tolimanum*, *Ageratina tinifolia*, *A.* cf. *popayanensis*, *Myrsine* cf. *panamensis*, *M. dependens*, *Brachyotum ledifolium*, *Hedyosmum* cf. *goudotianum*, *Miconia* spp., *Hesperomeles obtusifolia*, y *H. ferruginea*.
- Arbolitos (5-12 m): dominado por *Clusia* cf. *alata*, *Weinmannia mariquitae*, *Escallonia myrtilloides*, *Myrsine* cf. *panamensis*, *Clethra revoluta* (Figura 49).

Estación cinco –E5 (3200 msnm)

Se encontraron coberturas vegetales de porte medio y alto, cerradas, conformadas por bosques maduros y secundarios, en estados sucesionales intermedios a avanzados, con dosel más o menos continuo de hasta 15-20 m de altura. En esta cota, los bosques se observan continuos a lo largo de la franja de transición arbustal-bosque, especialmente hacia las quebradas, ríos y zonas de alta pendiente, topografía predominante en el área.

En la composición de los bosques es notoria la abundancia de *Freziera* spp. y *Weinmannia* spp., sobre todo hacia los bordes. Se presenta un moderado a alto epifitismo con algunas especies de bromelias (*Tillandsia stipitata*, *T. compacta*), orquídeas (*Pleurothallis* spp., *Stelis* spp., *Cyrtorchilum* sp., *Epidendrum* spp.) y anturios (*Anthurium oxybelium*).

Figura 49. Perfil de vegetación en la E4, parcela cuatro (3280 msnm). 1. *Chusquea tesellata*, 2. *Erato vulcanica*, 3. *Oxalis medicaginea*, 4. *Plutarchia monantha*, 5. *Tillandsia* sp., 6. *Parathesis* sp., 7. *Cavendishia bracteata*, 8. *Myrsine dependens*, 9. *Nertera granatensis*, 10. *Parathesis* sp., 11. *Macrocarpa macrophylla*, 12. *Schefflera* cf. *uribei*, 13. *Prionodon* sp., 14. *Anthurium oxybelium*, 15. *Ocotea infrafoveolata*, 16. *Clethra revoluta*, 17. *Erato vulcanica*, 18. *Monnina angustata*, 19. *Rubus gachetensis*, 20. *Maytenus* sp., 21. *Prionodon* sp. 22. *Palicourea* cf. *andaluciana*, 23. *Clusia* cf. *alata*, 24. *Myrsine dependens*, 25. *Hedyosmum* cf. *goudotianum*, 26. *Weinmannia mariquitae*, 27. *Themistoclesia* cf. *mucronata*, 28. *Maytenus* cf. sp., 29. *Rubus gachetensis*, 30. *Pernettya postrata*, 31. *Cyathea* sp.2, 32. *Elaphoglossum* sp., 33. *Galium hipocarpium*, 34. *Miconia plethorica*, 35. *Rynchospora* cf. *caucana*, 36. *Gaiadendron punctatum*, 37. *Gynoxis* cf. *littlei*, 38. *Blechnum loxense*, 39. *Ageratina* cf. *popayanensis*, 40. *Ugny myricoides*. Eje x, longitud del transecto (m); eje y, altura de la vegetación (m).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Las especies dominantes son *Weinmannia mariquitae*, *W. rollotii*, *Freziera reticulata*, *F. canescens*, *F. cf. bonplandiana*, *Clethra ovalifolia*, *C. revoluta*, *Ocotea infrafoveolata*, *Axinaea macrophylla*, *Hedyosmum* cf. *cuatrecazanum*, *Saurauia ursina*, *Cyathea* sp., *Brunellia* spp., *Miconia* spp., *Myrsine guianensis*, *Oreopanax discolor*, *Maytenus* sp. y *Schefflera* cf. *uribei*. Estas coberturas se encuentran moderada a levemente intervenidas, la topografía del terreno es quebrada a escarpada, con pendientes medias a altas.

- Estratos vegetales estación cinco

Las tres parcelas evaluadas presentaron una pendiente superior de 30-90%, con plantas entre 0,6 y 19 m de altura, correspondientes a cuatro estratos vegetales que se describen a continuación:

- Rasante (<0,3 m): dominado por musgos (*Sphagnum* sp., *Prionodon* sp.) y helechos (*Elaphoglossum* sp.).
- Herbáceo (0,3-1,5 m): dominado por helechos (*Thelypteris* sp.) y *Greigia* sp.

- Arbustivo (1,5-5 m): dominado por pastos (*Neurolepis* sp.), chusque (*Chusquea* sp.), *Anthurium oxybelium*, *Myrsine dependens*, *Clethra ovalifolia*, *Cavendishia* cf. *nitida*, *Piper* cf. *cyprium*, *Macrocarpaea macrophylla*, *Schefflera* cf. *uribei* y *Cyathea* sp.
- Arbolitos (5-12 m): dominado *Brunellia* sp., *Hedyosmum* cf. *cuatrecazanum*, *Freziera reticulata*, *F. canescens*, *F.* cf. *bonplandiana*, *Weinmannia mariquitae*, *W. rollotii*, *Clethra ovalifolia*, *Myrsine guianensis*, *Axinaea macrophylla*, *Miconia plethorica*, *Oreopanax discolor*, *Ocotea infrafoveolata*, *Schefflera* cf. *uribei*, *Maytenus* sp. Se presenta moderado a alto epifitismo de bromelias (*Tillandsia stipitata*, *T. compacta*), orquídeas (*Pleurothallis* spp., *Stelis* spp., *Cyrtorchilum* sp, *Epidendrum* spp.) y *Anthurium oxybelium*).
- Arbóreo inferior (12-25 m): dominado por *Weinmannia mariquitae*, *W. rollotii*, *Freziera reticulata*, *Maytenus* sp., *Axinaea macrophylla*, *Clethra revoluta*, *Ocotea infraveolata*, *Brunellia* sp. y *Myrsine guianensis* (Figura50).

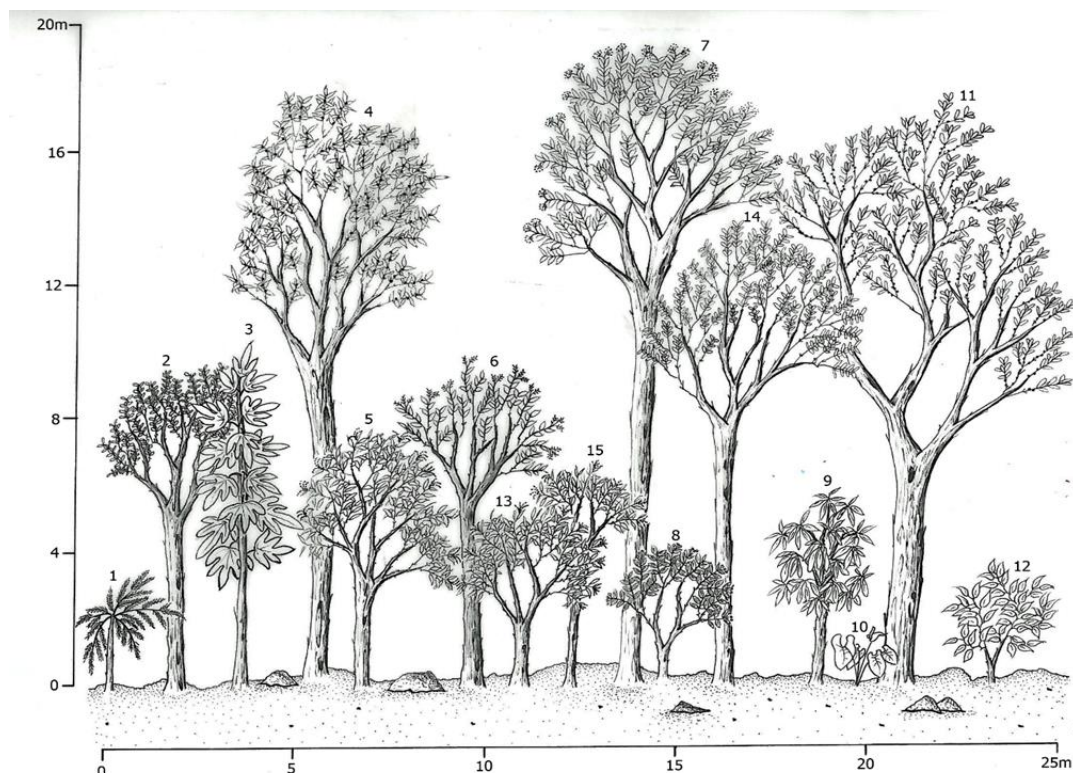
Estación seis – E6 (3120 msnm)

Se encontraron coberturas de porte medio y alto, cerradas, conformadas por bosques maduros y secundarios, en estados sucesionales intermedios a avanzados, con dosel moderadamente continuo de hasta 15-20 m de altura. En esta cota, los bosques empiezan a fragmentarse y a estar rodeados o divididos por quebradas, potreros, rastrojos o regeneraciones tempranas, dada la cercanía a áreas productivas.

En la composición de los bosques es notoria la abundancia de *Freziera* spp. y *Weinmannia* spp., sobre todo hacia los bordes. Se presenta de moderado a alto epifitismo representado por bromelias (*Tillandsia stipitata*, *T. compacta*), orquídeas (*Pleurothallis* spp., *Stelis* spp., *Cyrtorchilum* sp, *Epidendrum* spp.) y anturios (*Anthurium oxybelium*).

Las especies dominantes son *Weinmannia mariquitae*, *W. rollotii*, *Freziera reticulata*, *F. canescens*, *F.* cf. *bonplandiana*, *Clethra ovalifolia*, *C. revoluta*, *Ocotea infrafoveolata*, *Axinaea macrophylla*, *Hedyosmum* cf. *cuatrecazanum*, *Saurauia ursina*, *Cythea* sp., *Brunellia* spp., *Miconia* spp., *Myrsine guianensis*, *Oreopanax discolor*, *Maytenus* spp. y *Schefflera* cf. *Uribei*. Estas coberturas se encuentran moderada a altamente intervenidas, la topografía del terreno es quebrada a escarpada, con pendientes medias a altas.

Figura 50. Perfil de vegetación boscosa en la E5, parcela cinco (3.200 msnm). 1. *Cyathea* sp., 2. *Weinmannia mariquitae*, 3. *Oreopanax discolor*, 4. *Freziera* cf. *canescens*, 5. *Clethra ferruginea*, 6. *Weinmannia rollotii*, 7. *Brunellia* sp., 8. *Axinaea macrophylla*, 9. *Schefflera* cf. *uribei*, 10. *Anthurium oxybelium*, 11. *Myrsine guianensis*, 12. *Piper* cf. *cyprium*, 13. *Clethra ovalifolia*, 14. *Weinmannia mariquitae*, 15. *Maytenus* sp. Eje x, longitud del transecto (m); eje y, altura de la vegetación (m).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

- Estratos vegetales estación seis

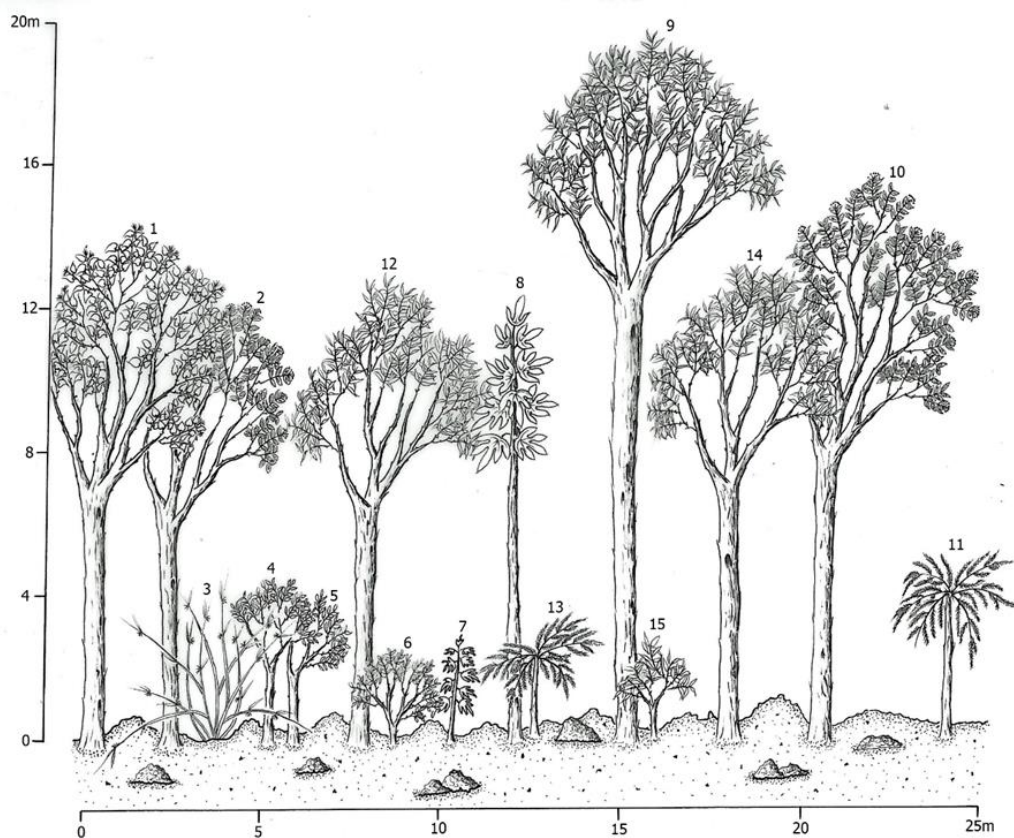
Las tres parcelas evaluadas presentaron una pendiente superior de 30-90%, con plantas entre 0,7 y 19 m de altura, correspondientes a cuatro estratos vegetales, que se describen a continuación:

- Rasante (<0,3 m): dominado por musgos (*Sphagnum* sp., *Prionodon* sp.), *Begonia* sp., *Nertera granatensis* y helechos (*Elaphoglossum* sp., *Blechnum* sp.).
- Herbáceo (0.3-1.5 m): dominado por helechos (*Thelypteris* sp., *Blechnum* sp.), *Tropaeolum* sp., *Columnea* sp., *Pilea* sp., *Notopleura* sp. y *Greigia* sp.
- Arbustivo (1.5-5 m): dominado por *Chusquea* sp., *Cythea* sp., *Cavendishia* cf. *nitida*, *Macleania rupestris*, *Piper* cf. *cyprium*, *Palicourea* cf. *andaluciana*, *Oreopanax discolor*, *O. cf. caricaefolium* y *Ribes leptostachyum*.
- Arbolitos (5-12 m): dominado por *Hedyosmum* cf. *goudotianum*, *Axinaea macrophylla* y *Miconia* spp., *Oreopanax discolor*, *Schefflera* cf. *uribei*, *Cythea* sp., *Maytenus* cf. *myricoides*, y *Elaeagia* sp. Se observó de alto a moderado epifitismo de bromelias

(*Tillandsia stipitata*, *T. compacta*), orquídeas (*Pleurothallis* spp., *Stelis* spp., *Cyrtorchilum* sp., *Epidendrum* spp.) y anturios (*Anthurium* cf. *bogotensis*).

- Arbóreo inferior (12-25 m): dominado por *Weinmannia mariquitae*, *W. rollotii*, *Freziera reticulata*, *Maytenus* cf. *myricoides*, *Axinaea macrophylla*, *Miconia* spp., *Clethra revoluta*, *Oreopanax discolor*, *Schefflera* cf. *uribei*, *Brunellia* sp. y *Myrsine guianensis* (Figura 51).

Figura 51. Perfil de vegetación boscosa en la E6, parcela seis (3120 msnm). 1. *Mikania* sp., 2. *Miconia* sp., 3. *Chusquea* sp., 4. *Hedyosmum* cf. *goudotianum*, 5. *Solanum* sp., 6. *Palicourea ovalis*, 7. *Oreopanax* cf. *caricaefolium*, 8. *Oreopanax discolor*, 9. *Brunellia* sp., 10. *Axinaea macrophylla*, 11. *Cyathea* sp., 12. *Brunellia* sp., 13. *Cyathea* sp., 14. *Brunellia* sp., 15. *Saurauia ursina*. Eje x, longitud del transecto (m); eje y, altura de la vegetación (m).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

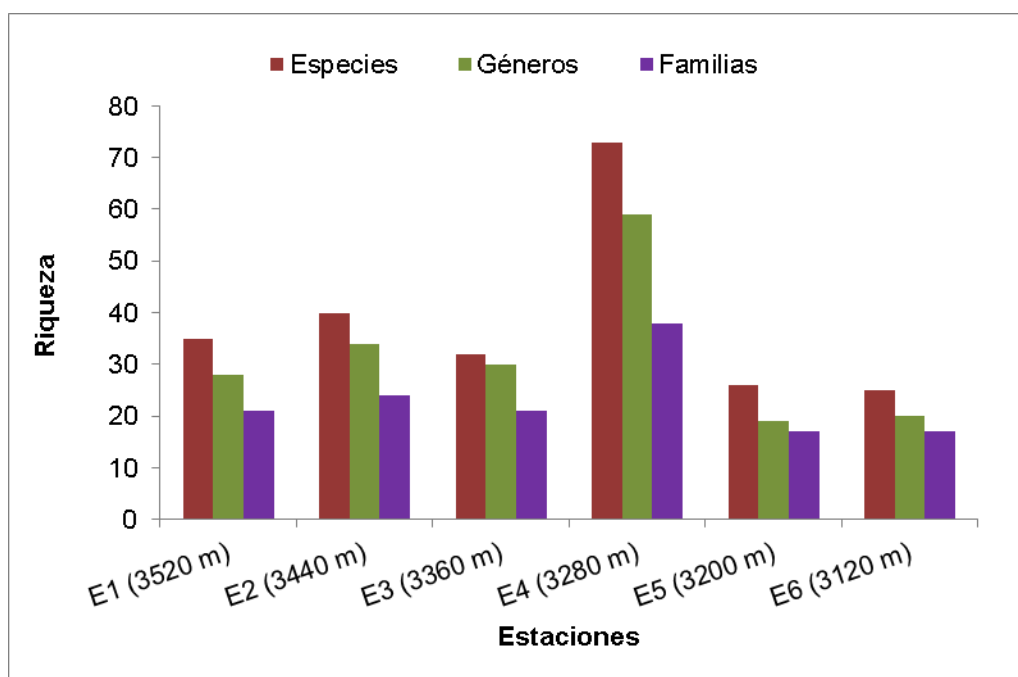
a) Representatividad de los muestreos

El muestreo fue significativo en las seis estaciones, con valores mayores al 85%, para el estimador de riqueza de especies, Bootstrap. En cuanto al estimador basado en la abundancia (Chao 1), E1, E2, E3, E4 y E5 fueron representativas con un 90%, 86%, 89%, 81% y 94% respectivamente, mientras que la estación E6 llegó al 57% de efectividad.

b) Riqueza y composición florística

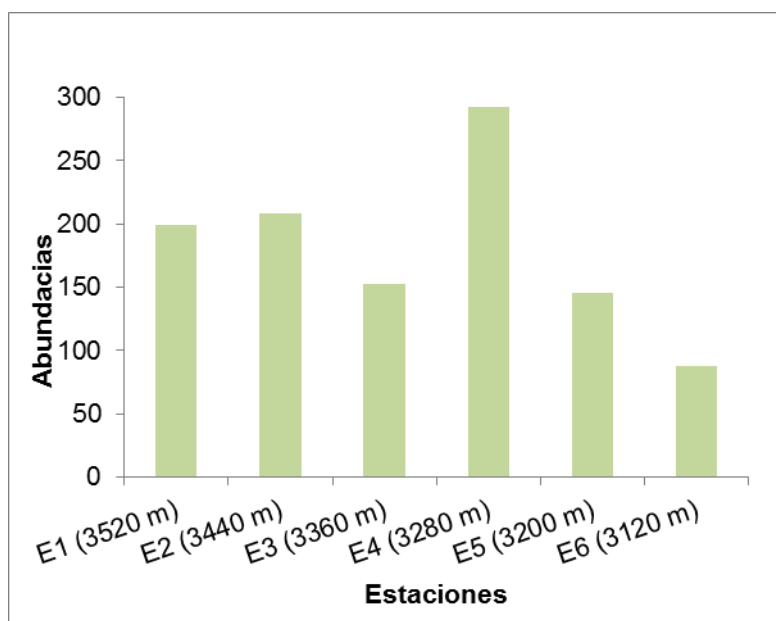
La E4 tuvo la mayor representatividad en cuanto al número de especies (73), géneros (59), familias (38) e individuos (292), ya que es una zona donde se reportaron especies de arbustos y arbolitos, lo que permite obtener una configuración más compleja, logrando así una alta riqueza y abundancia de plantas. Las estaciones E5 y E6, presentaron la menor abundancia y riqueza vegetal en todo el transecto altitudinal, lo anterior, puede estar relacionado una notoria abundancia de *Clethra ovalifolia*, *Myrsine guianensis*, *Weinmannia* spp., *Miconia* spp. y *Brunellia* sp. (Figura52 y Figura 53).

Figura52. Riqueza y composición florística en el transecto de Rioblanco (Tolima).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

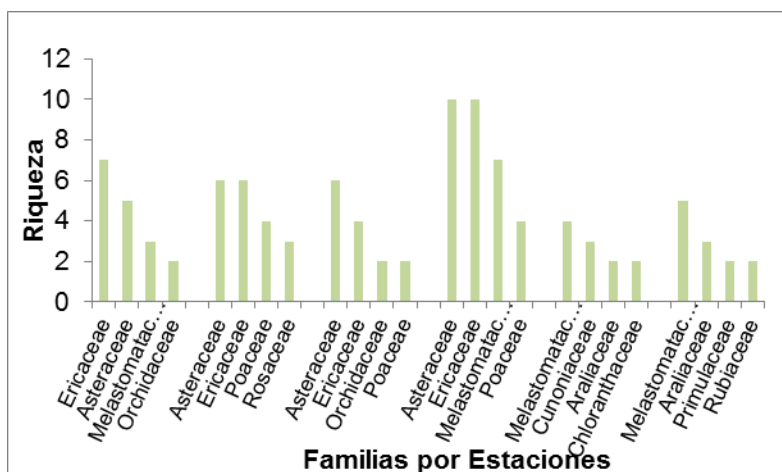
Figura 53. Abundancia florística en el transecto de Rioblanco (Tolima).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

De acuerdo con los datos obtenidos por la Fundación Ecológica Las Mellizas, ninguna familia botánica presentó más de diez especies en el transecto, siendo Asteraceae y Ericaceae las que registraron el mayor número (10 cada una) en la estación E4, y posteriormente Melastomataceae, con 7 especies en la misma estación; el resto de las familias oscilaron entre dos y seis especies. Familias como Asteraceae y Ericaceae fueron representativas de la E1 a E4, ya que presentaron más de cuatro especies cada una. Otras familias como, Melastomataceae y Araliaceae tienen mayor representatividad con más de tres especies cada una en las dos estaciones más bajas del transecto (E5 y E6) (Figura 54).

Figura 54. Familias botánicas con mayor número de especies en las estaciones del transecto altitudinal de Rioblanco (Tolima).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

- Diversidad Alfa (α)

De acuerdo a los análisis realizados por la Fundación Ecológica Las Mellizas, las Estaciones E4 y E2 fueron las que presentaron los valores más altos para los índices de Shannon-Wiener (H') y Simpson (Tabla 62). Estos altos valores, se deben al número de especies presente en cada una de las estaciones (E4: 73 especies; E2: 40 especies). Las estaciones con los índices con valores más bajos son E5 y E6, correspondiendo estos valores al bajo número de especies encontradas en cada estación (E5: 26 especies; E6: 25 especies).

Tabla 62. Índice de Dominancia de Simpson (S) e Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H') para las estaciones estudiadas en el transecto de Rioblanco.

Índices de Diversidad	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Simpson (Inverso)	0,95	0,96	0,94	0,98	0,92	0,92
Sannon-Wiener (H')	3,2	3,36	3,02	4	2,84	2,85

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

En E4 y E2 las coberturas vegetales presentaron una alta riqueza y diversidad de especies, con poca dominancia y las E5 y E6 ubicadas en las zonas más bajas del transecto altitudinal, presentaron baja riqueza y diversidad con alta dominancia de pocas especies, lo anterior, posiblemente por la moderada a alta intervención antrópica de estos sitios.

Los análisis de diversidad se corroboraron por medio de una prueba t , que arrojó diferencias significativas entre las E1 y E2, con las E3-E6 ($P < 0,05$ en todos los casos), así también diferencias entre la E3 con la E4, y a su vez se diferencia con las E5 y E6. Es claro que no hay diferencias significativas entre las E1 y E2, ubicadas a mayor altitud en el transecto, ya que son similares en cuanto a su riqueza y son diferentes al resto de altitudes (estaciones), lo mismo ocurrió con las E5 y E6 (Tabla 63).

Tabla 63. Prueba de t Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H') para las estaciones estudiadas en el transecto de Rioblanco.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6
E1 (3520 m)		-1,9095	2,1574	-10,631	3,8626	3,6584
E2 (3440 m)	5,69E-02		3,8007	-8,7473	5,4983	5,0587
E3 (3360 m)	3,18E-02	1,75E-04		-11,087	1,547	1,668
E4 (3280 m)	1,61E-23	4,61E-17	1,02E-23		12,736	11,139
E5 (3200 m)	1,39E-04	8,66E-08	0,12293	6,28E-29		0,29172
E6 (3120 m)	0,00034904	1,23E-06	0,096963	1,22E-20	0,7708	

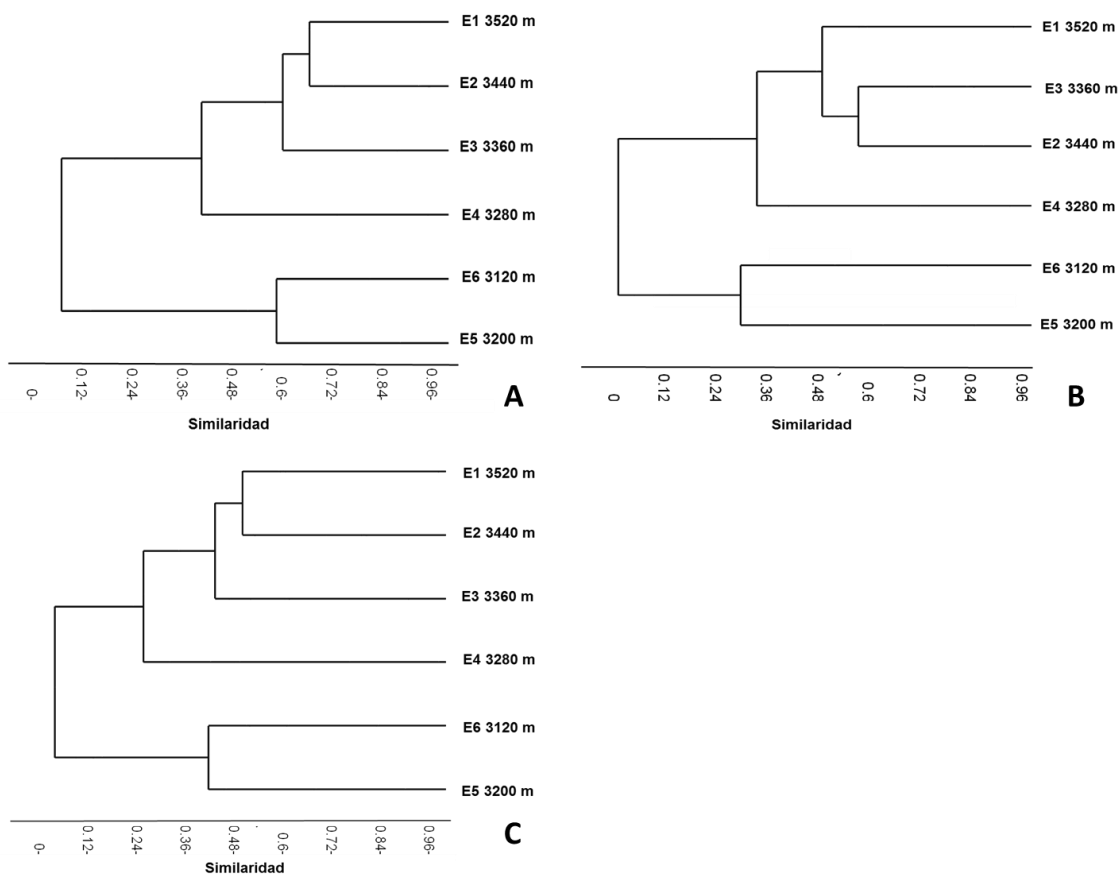
Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

- Diversidad beta (β)

Los tres índices de similitud muestran dos grupos claros, que están relacionados con las estaciones de la parte alta del transecto (E1 a E4) y las estaciones de formaciones boscosas de la parte baja del transecto (E5 y E6), que tienen un corte de similitud de 37% (Sorensen), 29% (Bray-Curtis) y 24% (Jaccard) (Figura 55).

De acuerdo a lo anterior, se puede inferir que los bajos niveles de similitud entre las parejas de elevaciones parecen sugerir afinidades por proximidad más que debidas al parámetro analizado. Las mayores afinidades se evidencian en las E1 y E2 con un 68% (Sorensen) y en las estaciones E5 y E6 con un 58% (Jaccard); tal vez estos resultados se deban a la dominancia que presentan algunas especies en estas estaciones. En contraste, las estaciones subsiguientes parecen tener relaciones menos estrechas entre sí (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Figura 55. Índices de similitud para la vegetación, A. Sorensen, B. Bray-Curtis y C. Jaccard. Rioblanco (Tolima).



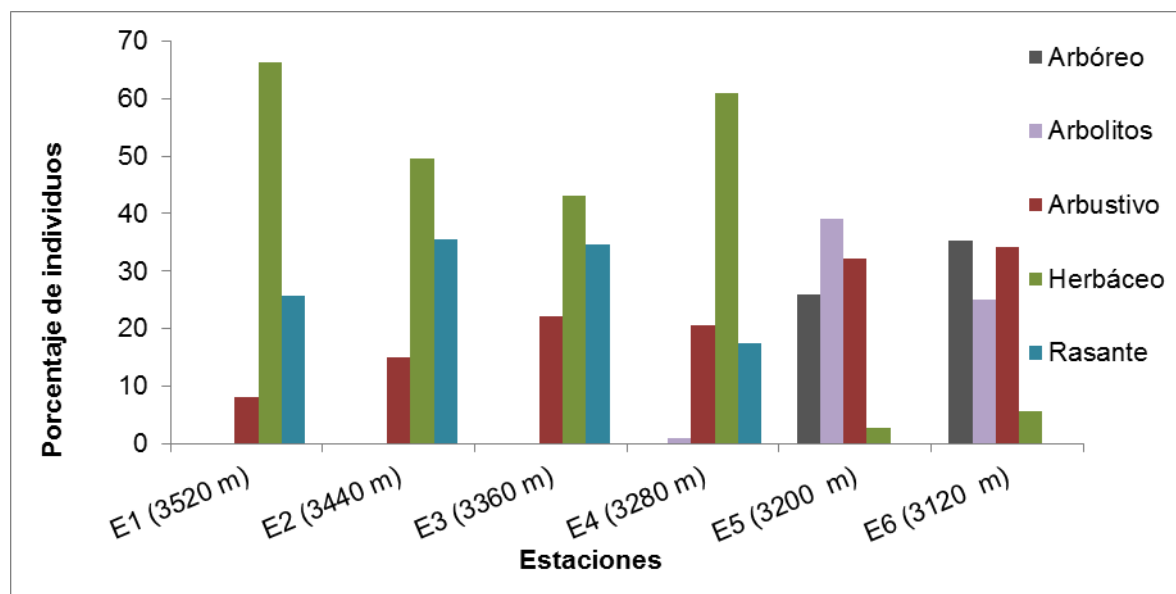
Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

c) Estratos de la vegetación

Los estratos herbáceo y rasante fueron los predominantes en E1, E2, E3 y E4, ubicadas a mayor altitud en el transecto (E1 3520 msnm y E4 3280 msnm); en menor porcentaje también se presentó el estrato arbustivo. Este último tuvo una mayor representación en las dos estaciones más bajas (E5

y E6), en donde se empiezan a registrar arbolitos, siendo menor su porcentaje de especies, a medida que disminuyó la elevación, caso contrario sucede con los árboles, que aumentaron a medida que disminuyó la altitud (Figura 56).

Figura 56. Distribución de individuos según estratos vegetales por estación, en el transecto de Rioblanco (Tolima).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

d) Índice de Valor de Importancia (IVI)

La dominancia relativa para todo el transecto fue variable, menos en E4; para las demás estaciones sobresalen en dominancia especies como, *Brunellia* sp. (E6), *C. tessellata* (E3) y *B. loxense* (E1), que además son las que presentaron mayores valores de IVI en cada estación (Tabla 64, 65 y Figura 57).

Tabla 64. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia en las E1 a E4, transecto altitudinal Rioblanco (Tolima).

Familia	Especie	Estaciones			
		IVI/E1	IVI/E2	IVI/E3	IVI/E4
Blechnaceae	<i>B. loxense</i>	37,57	33,81		
Prionodontaceae	<i>Prionodon</i> sp.	36,64		30,69	13,81
Primulaceae	<i>M. cf. panamensis</i>	18,27			
Rosaceae	<i>H. obtusifolia</i>	17			
Poaceae	<i>C. tessellata</i>	15,57	23,38	41,83	12,99
Poaceae	<i>Calamagrostis</i> sp.		28,73	23,8	
Loranthaceae	<i>G. punctatum</i>		16,46		
Lycopodiaceae	<i>L. jussiae</i>		15,37		
Pteridaceae	<i>J. alstonii</i>			32,16	
Asteraceae	<i>D. cf. schultzei</i>			26,16	

Familia	Especie	Estaciones			
		IVI/E1	IVI/E2	IVI/E3	IVI/E4
Cyperaceae	<i>R. cf. caucana</i>				13,39
Ericaceae	<i>D. cf. acuminatum</i>				13,08
Melastomataceae	<i>B. lindenii</i>				11,88

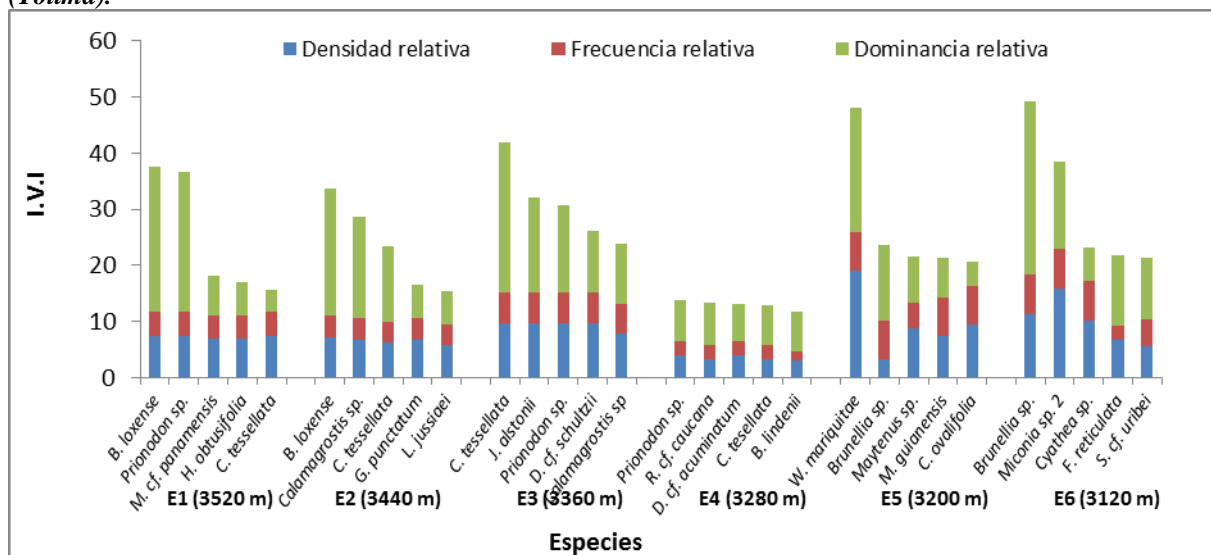
Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Tabla 65. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia en E5 y E6 del transecto de Rioblanco (Tolima).

Familia	Especie	Estaciones	
		IVI/E5	IVI/E6
Brunelliaceae	<i>Brunellia</i> sp.	23,62	49,26
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp. 2		38,57
Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp.		23,2
Pentaphragylacaceae	<i>F. reticulata</i>		21,88
Araliaceae	<i>S. cf. uribei</i>		21,36
Cunoniaceae	<i>W. mariquitae</i>	48,17	
Celastraceae	<i>Maytenus</i> sp.	21,64	
Primulaceae	<i>M. guianensis</i>	21,38	
Clethraceae	<i>C. ovalifolia</i>	20,72	

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Figura 57. Especies que presentaron el mayor valor en el Índice de Valor de Importancia (IVI). Rioblanco (Tolima).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Como se puede observar en los resultados obtenidos por la Fundación Ecológica Las Mellizas, para la densidad relativa en las estaciones E5 y E6, son destacadas por las especies *W. mariquitae* (E5), *Miconia* sp. 2 y *Brunellia* sp. (E6); las cuales forman poblaciones sobresalientes en estas alturas (3200 y 3120 msnm.). E1, E2, E3 y E4, presentan densidades constantes pero dominancias variables que definen sus posiciones en el IVI.

En E1 a E4, además de *B. loxense* se destacaron especies como *Prionodon* sp., *Calamagrostis* sp., *C. tessellata* y *J. alstonii*. Algunas de las especies mencionadas son rasantes, hierbas y arbustos características de formaciones vegetales paramunas (Cuatrecasas 1958, Cleef 1980; citados por Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015). *G. punctatum* y *L. jussiaei*, fueron especies con un alto valor de IVI, que se encontraron con mayor número de individuos en la E2, *J. alstonii* y *D. cf. schultzei* se encuentran en la E3 con mayor densidad, por último, especies como *R. cf. caucana*, *D. cf. acuminatum* y *B. lindenii* se registraron en la E4 de igual manera con mayor densidad.

Conclusiones vegetación Rioblanco (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

- Para las cuatro estaciones ubicadas a mayor altitud (3.520 a 3.280 msnm), predominaron estratos vegetales rasante y herbáceo y en las dos estaciones ubicadas a menor altitud (entre 3.200 y 3.120 msnm) predominaron estratos vegetales de arbolitos, arbustos y árboles. Lo anterior indica que a partir de E5, ubicada a 3.200 msnm de altitud, la composición, diversidad y estratos vegetales cambiaron. Igualmente, se evidenció un recambio de especies según el índice de Whittaker.
- El estrato vegetal rasante, compuesto por formas de crecimiento como rosetas y talófito-líquén, sólo se encontró en las cuatro primeras estaciones. El estrato vegetal de arbustos se presentó en todas las estaciones, sin embargo, su mayor abundancia se encontró en las estaciones E5 y E6.
- Las estaciones E1 - E4 presentan dominancia de especies arbustivas y leñosas de porte bajo y medio, que conforman un páramo bajo por dispersión y colonización en sitios de topografía quebrada y escarpada con alta heterogeneidad.
- Hacia las estaciones E3 - E4 se presenta la zona de transición de páramo a bosque, franja en la cual se pueden presentar también zonas de páramo medio con herbazal-frailejónal, aunque son azonales hacia esta cota comprendida entre las E3 – E4.

9.3.2 Edafofauna

a) Riqueza y composición de especies en el transecto altitudinal

A partir del estudio realizado por la Fundación Ecológica Las Mellizas (2015), se colectaron 861 individuos los cuales se clasificaron dentro de 83 morfoespecies, distribuidas en 11 órdenes y aproximadamente 39 familias. La morfoespecie con mayor número de individuos fue el grillo del género *Gryllus* sp.2 con 125 individuos, seguida por una cochinilla (*Isopoda* sp.4) con 104 individuos, un coleóptero *Bembidion* sp.22 con 90, otro escarabajo Staphylinidae sp.3 con 52, un hemíptero Cercopidae sp.76 con 48 individuos y finalmente una araña Araneae sp.18 con 39 individuos. El resto de morfoespecies presentan menos de 30 individuos (Tabla 66).

Tabla 66. Listado de morfoespecies de edafofauna epigea, clasificadas a orden y con el grupo trófico al que pertenecen. Las Mercedes, Rioblanco (Tolima). Páramo El Meridiano.

*No: corresponde a al código interno de colección. * Representa las estaciones de la réplica temporal en las mismas estaciones.

No	Orden	Morfoespecie	Grupo trófico	Estaciones altitudinales/ No. de individuos											
				1	2	3	4	5	6	1*	2*	3*	4*	5*	6*
1	Coleoptera	<i>Bradycellus</i> sp.1	Granívoro-depredador									1	5		3
2	Orthoptera	<i>Gryllus</i> sp.2	Omnívoro	5	20	25	4	11	2	4	7	2	4	11	30
3	Coleoptera	Staphylinidae sp.3	Depredador	4		1	7		4	2	1	1	17	6	9
4	Malacostraca	Isopoda sp.4	Detritivoro	5	2	3	4	10	46			2	1	2	29
5	Diptera	Tachinidae sp.5	Parasitoide/depredador												2
6	Diptera	Muscoidea sp.6			2	1			6	1	1	1	2	2	
8	Diptera	Phoridae sp.8	Saprófago			4		3	2			2	1	3	
9	Diptera	Phoridae sp.9	Saprófago	1				2	9	1		1			
11	Coleoptera	Carabidae sp.11	Depredador				1								
12	Araneae	Araneae sp.12	Depredador	1	1		1			2		1			
13	Diptera	Empididae sp.13	Herbívoro					2	17			2	1		3
14	Diptera	Sciaridae sp.14	Herbívoro					1	4	1		1		1	5
17	Diptera	Muscidae sp.16						1	1			3		1	3
18	Araneae	Araneae sp.18	Depredador	1		2	3		9	1		2	6	7	8
19	Coleoptera	Curculionidae sp.19	Herbívoro	1										1	
20	Opilionida	Opilionida sp.20			1	3	1	1				1		1	
21	Coleoptera	<i>Dercylus</i> sp. 21	Depredador	1		4	2	3	1						
22	Coleoptera	<i>Bembidion</i> sp. 22	Depredador					5	30			1		8	46
27	Coleoptera	Phengodidae sp.27	Depredador	2										3	1
30	Dyctioptera	Blattidae sp.30	Omnívoro	2	1	2	1						1		5
31	Diptera	Mycetophilidae sp.31	Parásito-hematófago						5				1		
33	Coleoptera	Coleoptera sp.33		2											
34	Coleoptera	Ptilodactylidae sp.34	Herbívoro									1	1		

No	Orden	Morfoespecie	Grupo trófico	Estaciones altitudinales/ No. de individuos											
				1	2	3	4	5	6	1*	2*	3*	4*	5*	6*
38	Coleoptera	Melolonthinae sp.38	Estercolero						1						
39	Dermaptera	Forficulidae sp.39	Omnívoras o saprófagas	1											
41	Diptera	Muscoidea sp.41										1			
42	Coleoptera	Curculionidae sp.42	Herbívoro				1								1
43	Orthoptera	Gryllidae sp.43	Herbívoro				1				7	4	12		
45	Diptera	Mycetophilidae sp.45	Parásito-hematófago												2
47	Diptera	Muscoidea sp.47			7		1					2	4	2	11
49	Diptera	Phoridae sp.49	Parasitoide												2
50	Hymenoptera	Ichneumonidae sp.50	Parasitoide		1			1	1						
51	Coleoptera	Chrysomelidae sp.51	Herbívoro				2						2		
52	Orthoptera	Acrididae sp.52	Herbívoro			2									
53	Araneae	Lycosidae sp.53	Depredador	1	1		1			2	2				
54	Araneae	Araneae sp.54	Depredador			1						4		3	
55	Araneae	Araneae sp.55	Depredador		1					1	2	1			
58	Hymenoptera	Diapriidae sp.58	Parasitoide							1					
59	Coleoptera	Melyridae sp.59		1						1		1	1		
61	Orthoptera	Cyrtacanthacridinae sp.61	Herbívoro			1									
69	Formicidae	<i>Labidus</i> sp.69	Depredador												31
75	Dermaptera	Dermaptera sp.75	Omnívoras o saprófagas						1						1
76	Hemiptera	Cercopidae sp.76	Herbívoro	1					6		1			6	34
77	Diptera	Diptera sp.77		1					3						
78	Coleoptera	Curculionidae sp.78	Herbívoro						1						
79	Hemiptera	Cercopidae sp.79	Herbívoro						2						4
80	Coleoptera	Cantharidae sp.80	Herbívoro						2		1				
81	Diptera	Mycetophilidae sp.81	Saprofagos						2						2
82	Diptera	Empididae sp.82	Saprofagos	1		1		1	10						
83	Coleoptera	Staphylinidae sp.83	Depredador	1			1		1						3
84	Hymenoptera	Braconidae sp.84	Parasitoide						1						
85	Coleoptera	Chrysomelidae sp.85	Herbívoro	1											

No	Orden	Morfoespecie	Grupo trófico	Estaciones altitudinales/ No. de individuos											
				1	2	3	4	5	6	1*	2*	3*	4*	5*	6*
86	Coleoptera	Erotylidae sp.86	Herbívoro			1									
87	Coleoptera	Erotylidae sp.87	Herbívoro			1									
88	Hymenoptera	Ichneumonidae sp.88	Parasitoide			1									
89	Hemiptera	Reduviidae sp.89	Depredador				1						1		
90	Coleoptera	Melyridae sp.90	Herbívoro				1								
91	Diptera	<i>Dicladocera macula</i>	Parásito				1								1
93	Dermaptera	Dermaptera sp.93	Omnívoras o saprófagas				1								
94	Araneae	Araneae sp.94	Depredador		1										
95	Diptera	Tabanidae sp.95	Parásito		1										
96	Diptera	Tachinidae sp.96	Parasitoide/depredador									1			
97	Coleoptera	Coleoptera sp.97										1			
98	Hymenoptera	Hymenoptera sp.98	Depredador									1			3
99	Coleoptera	Coleoptera sp.99											2	2	2
100	Orthoptera	Acrididae sp.100	Herbívoro												1
101	Diptera	Calliphoridae sp.101	Carroñeros												1
102	Coleoptera	Curculionidae sp.102	Herbívoro												1
103	Diptera	Tachinidae sp.103	Parasitoide/depredador									1		1	3
104	Hymenoptera	Ichneumonidae sp.104	Parasitoide												1
105	Coleoptera	<i>Passalus variiphylus</i>	xilófago												2
106	Coleoptera	Staphylinidae sp.106	Depredador												1
107	Coleoptera	Erotylidae sp.107	Herbívoro							1					
108	Coleoptera	Elateridae sp.99	Herbívoro											1	
109	Phasmatodea	Phasmatodea sp.109	Herbívoro											1	
110	Hemiptera	Reduviidae sp.89	Herbívoro										1		
111	Coleoptera	Staphylinidae sp.111	Depredador										1		
112	Diptera	Muscoidea sp.112		1											
113	Diptera	Muscoidea sp.113										2		1	
114	Coleoptera	Carabidae sp.114	Granívoro-depredador	1				3	4				1		4

No	Orden	Morfoespecie	Grupo trófico	Estaciones altitudinales/ No. de individuos											
				1	2	3	4	5	6	1*	2*	3*	4*	5*	6*
115	Coleoptera	Erotylidae sp.115	Herbívoro												1
116	Coleoptera	Carabidae sp.116	Granívoro-depredador									1			
117	Hymenoptera	Ichneumonidae sp.117	Parasitoide											2	16

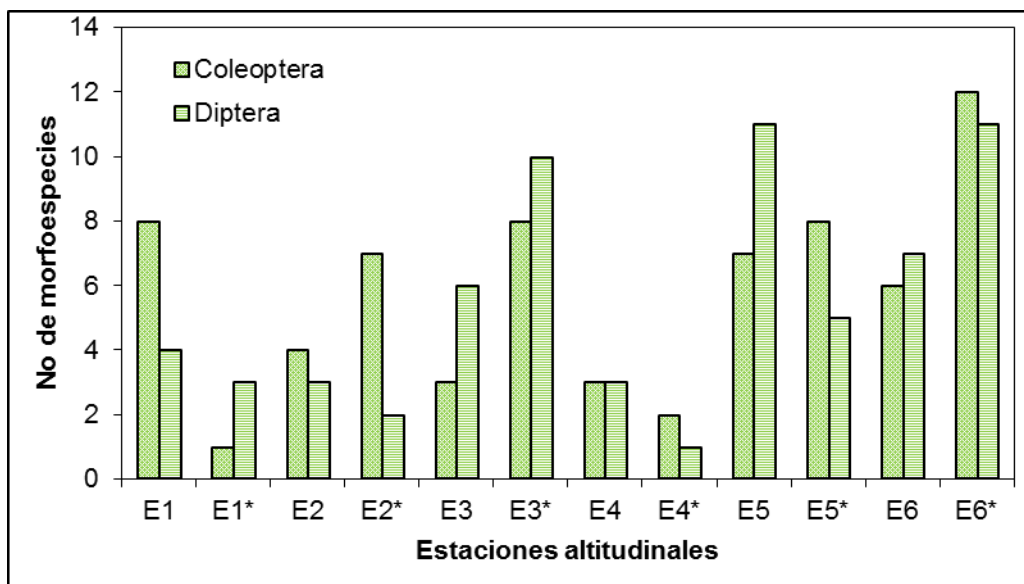
Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Sandoval y Fagua (2006) (Citados por Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015), observaron que la riqueza y la diversidad de ortópteros disminuye a medida que aumenta la altitud; relacionando este comportamiento con la reducción de la diversidad y disponibilidad de recursos vegetales en altitudes superiores. Lo cual nos puede estar mostrando una buena disposición de recursos a lo largo de todo el gradiente.

Los órdenes más numerosos fueron: Coleoptera con 32 morfoespecies, seguidos por Diptera con 22, Hymenoptera con 7 y Araneae con 6, los demás órdenes presentaron entre cuatro y una morfoespecies (Figura 58). Para el análisis se dio prioridad sobre los órdenes Coleoptera y Diptera, por ser los más abundantes y los que han generado más estudios de edafofauna a nivel mundial; dados todos los procesos en los que participan en el ecosistema, en especial su acción depredadora sobre otras especies.

Figura 58. Número de especies de los dos órdenes más ricos de la edafofauna presente en seis estaciones de muestreo, transecto Rioblanco (Tolima).

*Estaciones de la segunda réplica de muestreo para el mismo transecto (ambas en temporada lluviosa).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Se pudo observar que la tendencia general en el orden díptera, es a disminuir a medida que se descende en altitud (exceptuando en E4), comportamiento que posiblemente está ligado a los cambios en la composición de la vegetación de cada nivel altitudinal. Otra posibilidad es que la abundancia y distribución local de los morfos de Diptera encontrados, posiblemente estén

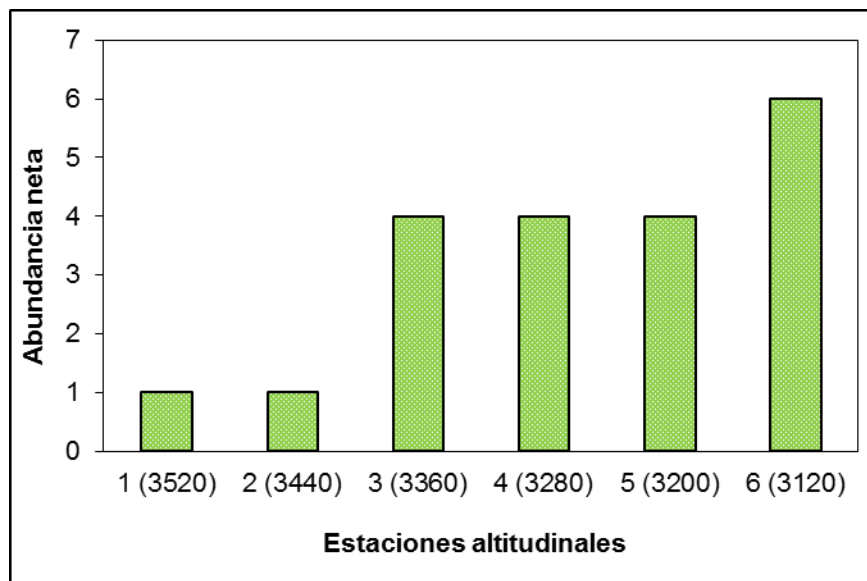
reflejando la dinámica hidrológica de las vegas, particularmente hablando de aquellas morfoespecies cuyos ciclos biológicos estén asociados a la existencia de acumulaciones superficiales de agua (Cepeda *et al.*, 2006; Citado por Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Coleoptera por su parte, es un grupo megadiverso a nivel mundial y abundante en la zona de estudio, lo cual se comprueba al ser el orden que más familias suman al listado total de especies en los cuatro transectos evaluados para el complejo de páramos Las Hermosas. Resaltan los morfos Coleoptera sp.33, Chrysomelidae sp.85 y Erotylidae sp.107, por presentarse únicamente en la primera estación (Tabla66). De estos se sabe que los Chrysomelidos presentan preferencias por tierras altas (Sánchez-Reyes *et al.*, 2014; Citado por Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

- Riqueza de Carabidae en las estaciones altitudinales

Se colectaron seis morfoespecies de la familia Carabidae, el cual es un porcentaje alto frente a la riqueza de especies de otras familias del orden Coleóptera. Tanto la composición como la distribución de las especies de la familia Carabidae varían en la medida que se asciende a lo largo de un gradiente altitudinal; las especies encontradas en el perfil caracterizan un ecosistema natural en particular, debido al alto grado de especiación alopátrica y de endemismos del neotrópico (Camero y Chamorro, 1999; citados por Fundación Ecológica Las Mellizas). En ese sentido, se observó en este transecto una tendencia al aumento de la riqueza de especies con la disminución de la altura, seguido de un aumento de la abundancia de algunas especies, apoyando esta teoría (Figuras 59 y 60).

Figura 59. Abundancia neta de especies de la familia Carabidae, a través del gradiente altitudinal muestreado, transecto Rioblanco (Tolima).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

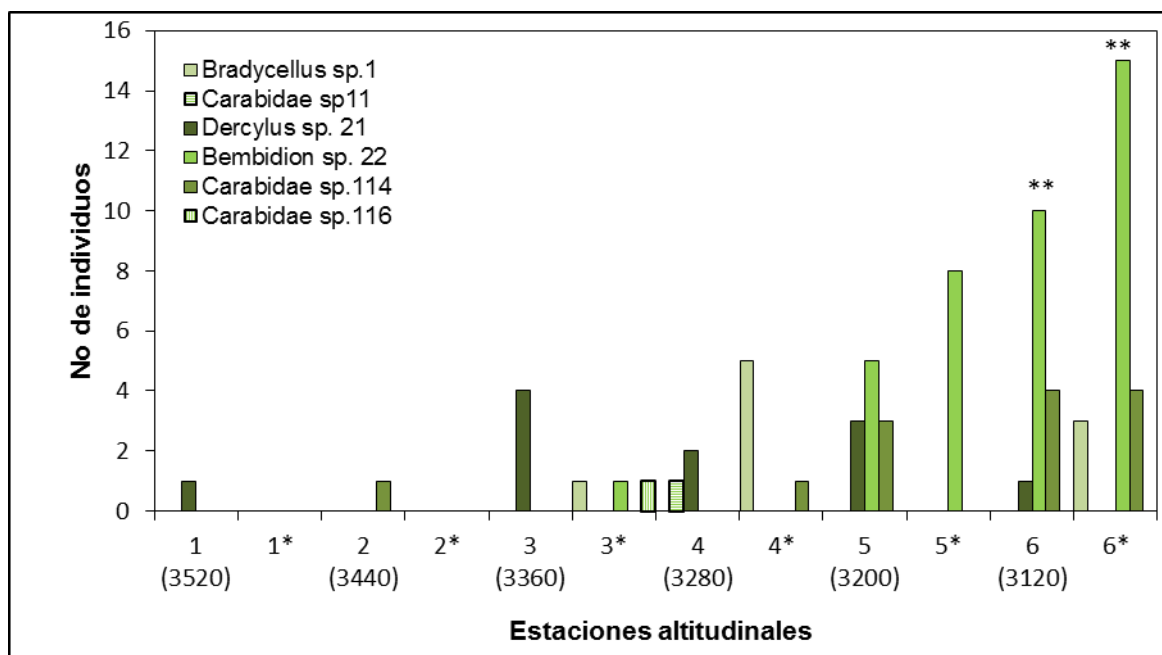
Por su parte, el género *Bembidion* sp.22 de la tribu Bembidiini, se presenta exclusivamente en las dos estaciones más bajas del transecto. Este morfo ha presentado un comportamiento consistente, demostrando su eficacia como herramienta para evaluar los recambios altitudinales de los ecosistemas altoandinos evaluados. Igualmente especies como *Bradycellus* sp.1 y Carabidae sp.114,

tendieron al aumento desde E2 hacia E6; Carabidae sp.11 y Carabidae sp.116 se presentaron únicamente en las dos estaciones intermedias E3 y E4; y *Dercylus* sp. 21 se observó generalista, con bajas densidades a lo largo del gradiente (Figura 60).

Figura 60. Abundancia de seis morfoespecies de carábidos con preferencias altitudinales presentes en seis estaciones de muestreo, transecto Rioblanco (Tolima).

*Estaciones de la segunda réplica de muestreo en el mismo transecto altitudinal

** Para esta especie el número de individuos se dividió sobre tres (N/3) en E6 y en E6*, para facilitar las comparaciones.



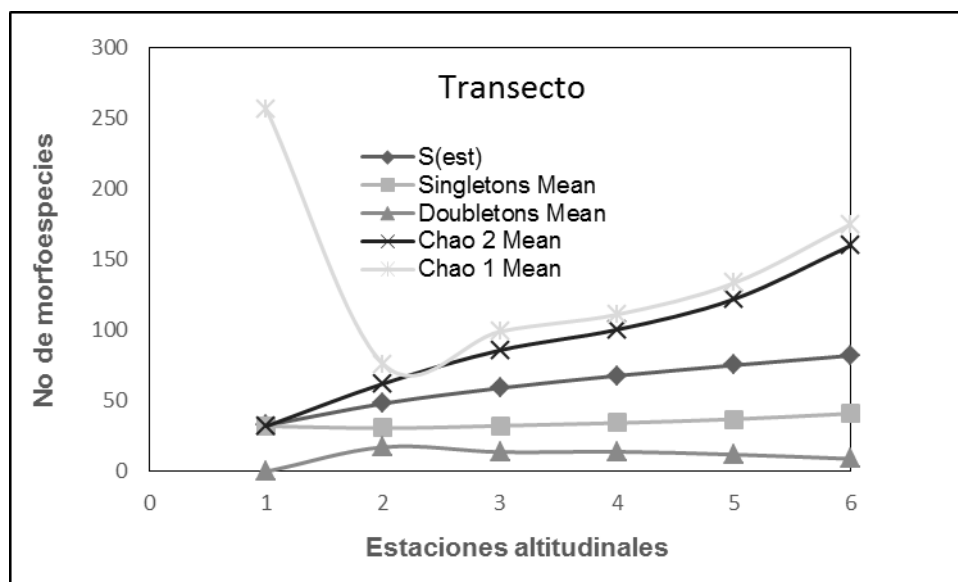
Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

b) Diversidad alfa α

- Representatividad y esfuerzo de muestreo

Se calculó que el muestreo tuvo una representatividad en general de entre 47% según el índice de abundancia Chao1 y 51% según el índice de incidencia Chao2. Ambas curvas de acumulación de especies muestran tendencia a seguir creciendo, pero se observa mucho más acentuada en la curva Chao2, prediciendo que se pueden seguir encontrando morfos, en la medida que se realicen más muestreos en la zona. Las especies que se encuentran con un solo individuo (Singletons) y con dos individuos (Doubletons), apoyan el resultado, al mostrar su amplia separación y la divergencia de ambas curvas (Figura 61).

Figura 61. Curvas de acumulación de especies para la Edafofauna epígea para el transecto altitudinal de muestreo, Rioblanco (Tolima).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

- Riqueza y abundancia de especies por estación altitudinal

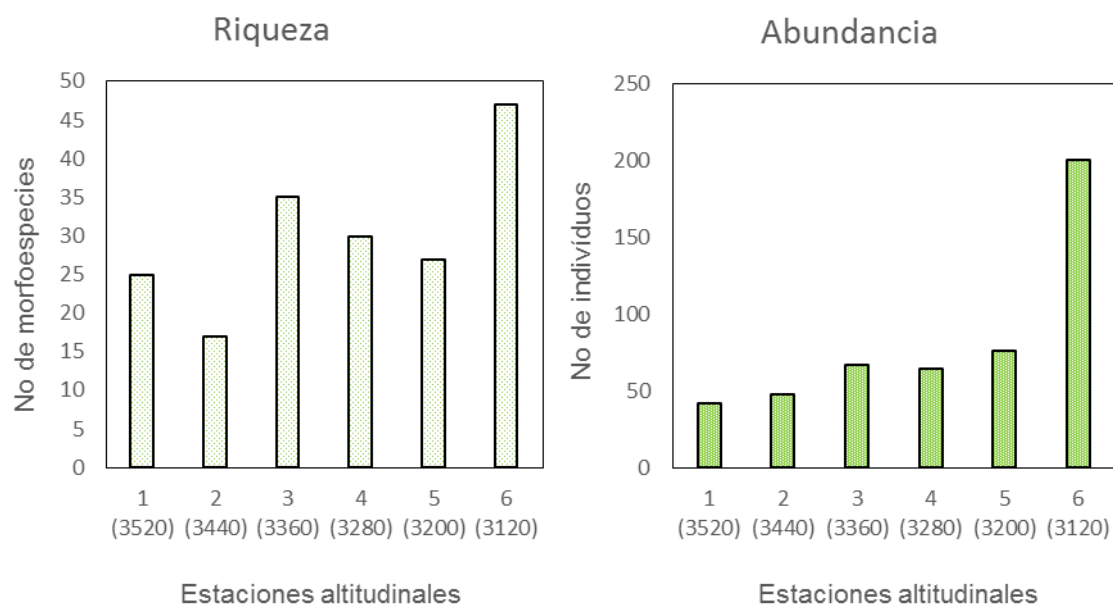
De acuerdo a los resultados obtenidos por la Fundación Ecológica Las Mellizas, se puede observar, que la riqueza y la abundancia aumentan con la disminución altitudinal excepto en la estación E5, donde el bajo número de especies se podría explicar con el buen porcentaje de muestreo calculado con Chao2 y la alta diversidad Shannon (Tabla 66). La franja altitudinal más rica en especies y abundante fue E6 (3120 msnm), de forma inversa la más pobre E2 (3440 msnm) y la menos abundante E1 (3520) (Tabla 67 y Figura 62)

Tabla 67. Diversidad Alfa en Edafofauna epígea de seis estaciones altitudinales, transecto Rioblanco (Tolima).

Estación Altitudinal	Shannon H	Simpson 1-D	Riqueza	Abundancia
E1	2,923	0,9268	25	52
E2	2,071	0,7742	17	62
E3	2,964	0,8964	35	95
E4	2,779	0,8982	30	100
E5	2,832	0,9131	27	109
E6	2,961	0,9144	47	443

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Figura 62. Riqueza y abundancia relativa de especies de Edafofauna, en seis estaciones altitudinales, transecto Rioblanco (Tolima).



Fuente: fundación ecológica las mellizas (2015).

- Índices Shannon y Simpson

Según el índice Shannon, la estación E3 (3540 m) fue la estación más diversa, más rica en especies y con las más altas dominancias. Esta estación presentó valores semejantes a los de las dos estaciones contiguas (E2 y E3), pero difirieron de las dos últimas (E4 y E5), las cuales presentaron los valores más bajos del muestreo (Tabla 68).

La prueba *t* mostró diferencias significativas entre estaciones, principalmente de E6, E1 y E2. Principalmente se observó que E6 es diferente del resto de estaciones altitudinales, mostrando un claro cambio de diversidad desde los 3200 a los 3120 msnm (Tabla 68).

Tabla 68. Valores *t* student y *P* valor para las medias de la riqueza observada en cada estación altitudinal, transecto Rioblanco (Tolima). *Los valores resaltados presentan diferencias significativas.

Estaciones	E1	E2	E3	E4	E5	E6
E1		-0,442	-1,922	-1,891	-2,5	-3,36
E2	P: 0,659		-2,368	-1,145	-2	-3,25
E3	P: 0,058	<u>P: 0,020</u>		-0,149	-0,7	-3,02
E4	P: 0,062	P: 0,255	P: 0,881		-0,3	-2,89
E5	<u>P: 0,015</u>	P: 0,052	P: 0,463	P: 0,787		-3,32
E6	<u>P: 0,001</u>	<u>P: 0,001</u>	<u>P: 0,003</u>	<u>P: 0,001</u>	<u>P: 0,001</u>	

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

c) Rangos de abundancia

De acuerdo con el estudio realizado por la Fundación Ecológica Las Mellizas (2015), para el análisis de todo el transecto, se determinaron cuatro especies como abundantes (aquellas observadas en las seis estaciones), 25 como comunes (observadas entre cinco, cuatro y tres estaciones), 11 como poco comunes (observadas en dos estaciones) y 43 especies como escasas (las que fueron observadas una sola vez)

Estos rangos están mostrando un elevado porcentaje de especies escasas (52%), frente al número total de especies determinadas en el muestreo. Este porcentaje muestra, que más de la mitad de especies en estos dos eventos de muestreo son particulares de una estación altitudinal, son poco abundantes y restringidas a estos ecosistemas altoandinos. Esta situación muestra la vulnerabilidad de la fauna altoandina, especialmente a elevaciones pertenecientes a páramo (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

d) Diversidad Beta β

- Índice de Whittaker

En cuanto al análisis de recambio de especies con Whittaker, se observan bajos porcentajes de recambio entre estaciones altitudinales (de una estación a la siguiente). Posiblemente un punto de cambio, aunque poco perceptible, sea el que se da en el paso de E2 a E3, el resto de valores tiende a ser muy semejantes como para sugerir tendencias (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015) (Tabla 69).

Tabla 69. Recambio entre pares de estaciones altitudinales según Whittaker, transecto altitudinal Rioblanco (Tolima).

Estaciones altitudinales	E1	E2	E3	E4	E5
E1	0				
E2	0,57	0			
E3	0,57	0,62	0		
E4	0,6	0,53	0,51	0	
E5	0,54	0,59	0,42	0,58	0
E6	0,61	0,69	0,56	0,56	0,43

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

- Análisis de disimilitud SIMPER (Bray-Curtis)

Los porcentajes de disimilitud por medio del análisis SIMPER (Bray-Curtis), muestran resultados semejantes a los de Whittaker. Las diferencias son muy bajas entre contrastes de estaciones, pero se evidencia una pequeña diferencia entre las tres primeras estaciones (paso de E1 a E2 y de E2 a E3) (Tabla 70).

Tabla 70. Porcentaje de disimilitud entre pares de alturas por medio del análisis SIMPER, transecto Rioblanco (Tolima).

Estaciones altitudinales	E1	E2	E3	E4	E5
E2	57%				
E3	57%	62%			
E4	60%	53%	51%		
E5	54%	59%	42%	42%	
E6	61%	69%	56%	56%	43%

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

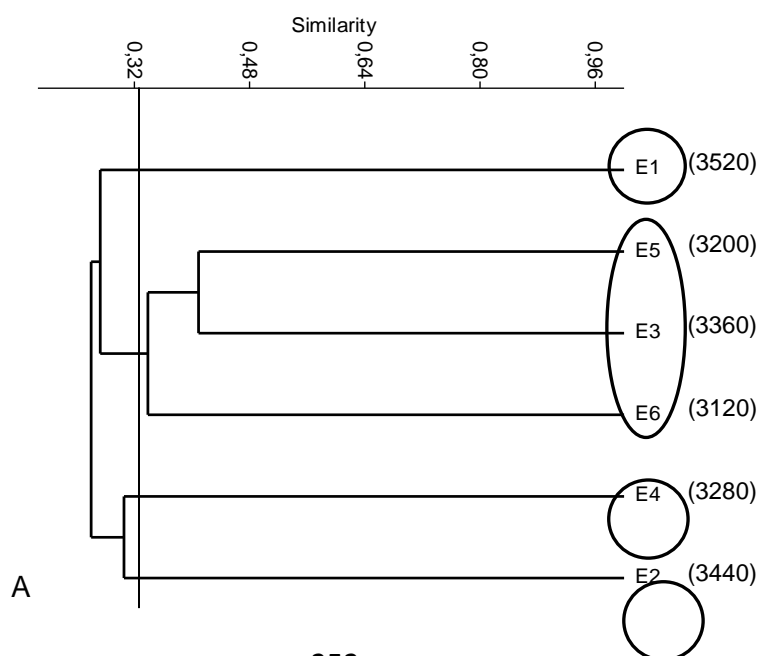
- Análisis de agrupamiento (Jaccard y Sorensen-Dice)

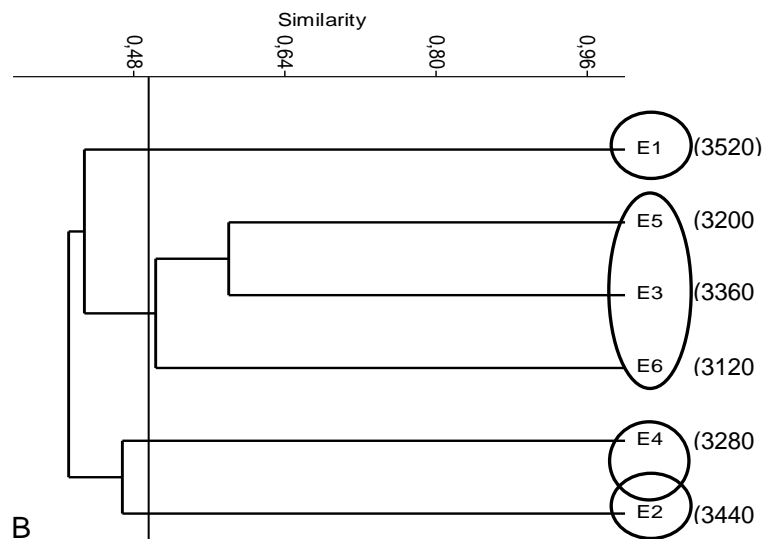
El análisis de conglomerados (Cluster) con el índice de Jaccard realizado por la Fundación Ecológica Las Mellizas (2015), sugiere un grupo (o zona) conformado por cuatro estaciones y dos altitudes que se separan por su composición de especies, segregando las estaciones así: una primera zona en E1, la segunda formada por E3-E5-E6, una tercera en E4 y una cuarta en E2 (Figura 63). No obstante, estas segregaciones presentaron un bajo porcentaje de similitud (33%), lo que disminuye la confianza en los grupos generados.

Por su parte el índice Sorensen-Dice, genera una mayor solidez de los grupos sugeridos por Jaccard, mostrando una similitud del 50% entre el grupo formado por las estaciones E3-E5-E6, separándolos del resto de estaciones (Figura 63).

La alta similitud obtenida en la composición de especies puede explicarse por la elevada movilidad y ámbito de hogar que poseen la mayoría de especies de pompílidos en relación a la búsqueda de hembras y presas (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Figura 63. Clúster de similitud (Jaccard) de la edafofauna epígea presente en las seis estaciones de muestreo, transecto Rioblanco (Tolima). A. Jaccard, B. Sorensen-Dice.





Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Si bien el porcentaje de similitud es bajo, es muy posible que los pequeños cambios en composición presentes entre estaciones estén mostrando una tendencia de recambio (ecotono), desde la segunda estación, hacia las estaciones más bajas, permitiendo suponer que se trate de comunidades diferentes (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Como se pudo observar, la diversidad beta no refleja claramente asociaciones entre estaciones altitudinales. Los índices de diversidad mostraron ser altamente homogéneos, describiendo cambios poco marcados entre estaciones, mostrando más de una ecoclina que zonas de transición entre un ecosistema y otro. Como resultado, los índices se segregan con una similitud débil entre las seis estaciones altitudinales esquematizadas en los clusters Jaccard y Sorensen.

Las estaciones E1 y E2 a pesar de estar contiguas y con microhábitats semejantes, comparten un bajo porcentaje de especies (31%). Posteriormente se presenta un pequeño cambio entre E2 y E3, el cual indica un pequeño margen de cambio, igual a lo ocurrido en el muestreo de herpetofauna, donde las dos primeras estaciones comparten todas sus cuatro especies.

e) Hábitos ecológicos

Los principales artrópodos depredadores pertenecen a las clases Insecta (14 morfos) y Arachnida (seis morfos). En este transecto se estima que el 30% de las familias de artrópodos colectadas presentan un hábito alimenticio herbívoro, seguidos por artrópodos con hábitos principalmente depredadores los cuales constituyeron el 24%, omnívoros con 5%, parásitos-parasitoides 17% y finalmente un 12% para otras estrategias alimenticias (saprófitos, detritívoros y carroñeros) (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Se observaron proporciones semejantes entre depredadores y herbívoros, ambos grupos aumentan drásticamente en abundancia después de la segunda estación altitudinal hasta la última. Esto sugiere que a media que cambia la altitud, la proporción de los diferentes grupos puede variar; por tanto, también su participación en los procesos ecológicos, entre otros procesos edáficos. No obstante, este resultado también podría ser una consecuencia directa del tipo de muestreo empleado para coleccionar

edafofuna. Sin embargo hacen falta más estudios a nivel de grupos funcionales, incluso en gradientes altitudinales, para establecer estos cambios, pues en términos globales se sabe que la abundancia de la edafofauna disminuye con la altitud (Leaky y Proctor, 1987; citados en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Conclusiones caracterización edafofauna

- Se recolectaron seis morfoespecies de la familia Carabidae, riqueza alta frente a las especies de coleópteros de otras familias del grupo. Este grupo presentó una tendencia al aumento en riqueza de especies con la disminución de la altura.
- Los grupos tróficos fueron proporcionalmente semejantes entre transectos, mostrando consistencia en los sitios evaluados para el complejo de páramos Las Hermosas.
- En el complejo de páramos Las Hermosas, los principales artrópodos de la fauna edáfica son los herbívoros, seguidos por los de hábito depredador.
- Tanto la riqueza como la abundancia aumentaron a medida que disminuyó la elevación.
- No se presentaron especies generalistas en todo el transecto, por el contrario si, una alta presencia de especies únicas.
- Se establecieron tres grupos altitudinales separados según la composición presente en las cinco estaciones altitudinales: uno formado por E1, el segundo formado por E3-E5 y E6, el tercero por E4 y E2.

9.3.3 Anfibios

a) Riqueza y composición de especies

En el transecto altitudinal de Rioblanco se registraron un total de 132 individuos (73 Adultos y 59 Juveniles), que se agrupan en seis especies de anuros de dos familias taxonómicas. Tres especies fueron catalogadas como abundantes, de acuerdo al índice de abundancia relativa; sin embargo, esto cambia entre estaciones. En E1, *Pristimantis obmutescens* es la más abundante junto con *P. peraticus*. La segunda especie también es abundante en E4 y E5. Luego; en E6 la especie más abundante fue *P. leptolophus* (Tabla 71 y Tabla 72).

Tabla 71. Listado de anfibios colectados en el transecto altitudinal de Rioblanco (Tolima).

Especie	Estación/ Transecto	LRC	Peso (g)
<i>Pristimantis cf. vicarius</i>	3/EO	17,98	0,52
<i>Pristimantis buckleyi</i>	02-feb	54,2	14,3
<i>Pristimantis cf. obmutescens</i>	02-mar	43	8,6
<i>Pristimantis leptolophus</i>	5/EO	21,8	1
<i>Osornophryne sp.</i>	03-ene	22	0,9

Especie	Estación/ Transecto	LRC	Peso (g)
<i>Pristimantis cf. vicarius</i>	04-ene	34,1	3,5
<i>Pristimantis peraticus</i>	04-ene	21,9	0,8
<i>Pristimantis cf. vicarius</i>	4/BL	28,96	2,52
<i>Pristimantis leptolophus</i>	05-ene	18,4	0,5
<i>Pristimantis cf. obmutescens</i>	01-abr	24,79	1,36
<i>Pristimantis cf. obmutescens</i>	01-may	30,48	2,78
<i>Pristimantis peraticus</i>	02-may	28,27	1,88
<i>Osornophryne sp.</i>	03-may	22,85	1,08
<i>Pristimantis leptolophus</i>	04-jun	26,8	1,2
<i>Pristimantis cf. vicarius</i>	6/EO	42,8	6,5
<i>Pristimantis peraticus</i>	01-jun	31,5	2,3
<i>Pristimantis peraticus</i>	04-may	25,77	1,5
<i>Pristimantis peraticus</i>	4/EO	19,78	0,4
<i>Pristimantis leptolophus</i>	06-abr	18,58	0,5
<i>Osornophryne sp.</i>	01-ene	27,12	1,56
<i>Pristimantis peraticus</i>	01-ene	22,44	1,14
<i>Pristimantis peraticus</i>	01-feb	23,58	1,22
<i>Pristimantis cf. obmutescens</i>	01-mar	26,51	1,56
<i>Osornophryne sp.</i>	02-feb	24,07	1,22

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Tabla 72. Riqueza, abundancia y abundancia relativa de anfibios adultos registrados en el transecto altitudinal (evento de muestreo uno y réplica). Rioblanco (Tolima). () El índice de Abundancia Relativa se muestra entre paréntesis; sus categorías son: Ab= Abundante; Com= Común; Pc= Poco común y Ra= Rara.

Familias/Especies	Estaciones / m s.n.m.					
	E1/3520	E2/3440	E3/3360	E4/3280	E5/3200	E6/3120
Craugastoridae						
<i>Pristimantis buckleyi</i>	1(Ra)	2(Ra)	1(Ra)	2(Ra)	1(Ra)	5(Pc)
<i>Pristimantis leptolophus</i>	0	0	0	0	2(Ra)	6(Com)
<i>Pristimantis peraticus</i>	7(Com)	1(Ra)	4(Pc)	12(Ab)	7(Com)	4(Pc)
<i>Pristimantis aff. obmutescens</i>	7(Com)	2(Ra)	0	0	0	0
<i>Pristimantis aff. vicarius</i>	0	0	1(Ra)	2(Ra)	0	2(Ra)
Bufonidae						
<i>Osornophryne sp.</i>	1(Ra)	1(Ra)	2(Ra)	0	0	0
Total individuos	16	6	8	16	10	17

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Entre las especies observadas, solo una está catalogada como casi amenazada (NT), de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas, versión 2014.3 (IUCN, 2014). Además, teniendo en cuenta el tipo de ecosistema en el que habitan estas ranas y el aislamiento por grandes barreras geográficas, podemos identificar la restringida distribución de las especies que fueron registradas para el estudio. De las especies observadas, cuatro son endémicas para Colombia, específicamente para la cordillera Central (Castro *et al.* 2004 a, c, d, e; Yáñez-Muñoz *et al.* 2010, en www.iucnredlist.org, versión 2014.3, consultada en 11/05/2015; Acosta 2015, en www.batrachia.com, consultada 15/04/2015) (Tabla 73).

Tabla 73. Endemismo y categorías de amenaza de los anfibios en el transecto altitudinal (evento de muestreo uno y réplica). Rioblanco (Tolima) *El endemismo se obtuvo de la base de datos de la IUCN 2014.3 y Acosta (2014). LC: baja alarma, NT: casi amenazada.

Familias/Especies	Endemismo*	Estado de Amenaza por fuente			
		IUCN 2014.3	Rueda-Almonacid <i>et al.</i> 2004	Resolución 192 de 2014	Castro-Herrera, F y W. Bolívar-García. 2010
Craugastoridae					
<i>Pristimantis buckleyi</i>	Casi Endémica	LC	-	-	LC
<i>Pristimantis leptolophus</i>	Endémica	LC	-	-	-
<i>Pristimantis peraticus</i>	Endémica	LC	-	-	LC
<i>Pristimantis aff. obmutescens</i>	Endémica	LC	-	-	LC
<i>Pristimantis aff. vicarius</i>	Endémica	NT	-	-	-
Bufonidae					
<i>Osornophryne sp.</i>	-	-	-	-	-

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

De acuerdo a lo observado por la Fundación Ecológica Las Mellizas en la caracterización altitudinal, los microhábitats preferidos por los individuos para percharse y refugiarse son los estratos de vegetación rasante y herbácea (representadas en su mayoría por plantas de las familias Poaceae y Melastomataceae), seguido de las bromelias y epífitas en general. En menor medida, se observó el uso de otros microhábitats como hojarasca, musgos y hepáticas, aunque esto puede variar un poco de acuerdo a la especie (Tabla 74). Este comportamiento ha sido documentado en ranas especialmente las de la familia Craugastoridae que habitan los bosques de alta montaña. Los individuos se caracterizan por asociar su actividad a plantas como Melastomataceae, Araceae y helechos para percharse (Rincón-Franco y Castro-Herrera 1998; Citados por Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Para los anfibios, se hace evidente que dependiendo del tipo de ecosistema en el que se encuentren los individuos, hacen uso de un hábitat específico, y en el caso de las poblaciones paramunas, además de esto, deben reducir su exposición a la radiación solar como medida de protección. Precisamente en las estaciones ubicadas en este tipo de coberturas (pajonal y arbustal) la mayoría de individuos se asociaron a bromelias y musgo. Esto concuerda con las observaciones de Navas (1999), quien dice que las especies de anuros están asociadas a las características del ambiente que explotan y en el caso de condiciones extremas, las poblaciones son obligadas a refugiarse en un

microhábitat específico para evitar efectos de la radiación solar, bajas y altas temperaturas (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Según lo obtenido por la Fundación Ecológica Las Mellizas (2015), a nivel general, la composición de especies se puede estratificar altitudinalmente de acuerdo a la disponibilidad de microhábitats. Por ejemplo, en ecosistemas compuestos por pajonal y arbustal, estaciones E1, E2, E3 y E4, las ranas como *Pristimantis* aff. *Obmutescens*, prefieren asociarse a bromelias, mientras que las especies de coberturas boscosas, se encuentran asociadas a la vegetación en diferentes estratos. Así mismo es el comportamiento de otras especies como lo observaron Muñoz-Guerrero *et al.* (2007) quienes encuentran que dependiendo de la disponibilidad de microhábitats en diferentes ambientes, las especies aprovechan un recurso específico. (Referencia en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Tabla 74. Uso de sustratos vegetales por adultos de anfibios observadas en el transecto altitudinal (evento uno y réplica). Rioblanco (Tolima).

Especies Estaciones 1 y 2	Estrato (Abundancias)	Microhábitat	
<i>Osornophryne</i> sp.	Rasante (2)	Musgo y hepática	
<i>Pristimantis buckleyi</i>	Rasante (3)	Raíces	Perchada en hojas
<i>Pristimantis obmutescens</i>	Rasante (7)	Musgo y hepática	Bromelia y epífita
	Herbáceo (4)	Perchada en hojas	Bromelia y epífita
<i>Pristimantis peraticus</i>	Rasante (3)	Perchada en hojas	
	Herbáceo (3)	Perchada en hojas	
Estaciones 3 y 4			
<i>Osornophryne</i> sp.	Rasante (2)	Musgo y hepática	
<i>Pristimantis buckleyi</i>	Rasante (2)	Perchada en hojas	
	Herbáceo (1)	Perchada en hojas	
<i>Pristimantis leptolophus</i>	Herbáceo (3)	Perchada en hojas	
<i>Pristimantis peraticus</i>	Rasante (5)	Hojarasca	Perchada en hojas
	Herbáceo (10)	Perchada en hojas	
<i>Pristimantis vicarius</i>	Herbáceo (2)	Perchada en hojas	
Estaciones 5 y 6			
<i>Pristimantis buckleyi</i>	Rasante (7)	Hojarasca	
	Herbáceo (1)	Perchada en hojas	
<i>Pristimantis leptolophus</i>	Herbáceo (8)	Perchada en hojas	Bromelia y epífita
<i>Pristimantis peraticus</i>	Rasante (1)	Perchada en hojas	
	Herbáceo (8)	Perchada en hojas	Bromelia y epífita
<i>Pristimantis vicarius</i>	Arbustivo (1)	Perchada en hojas	

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

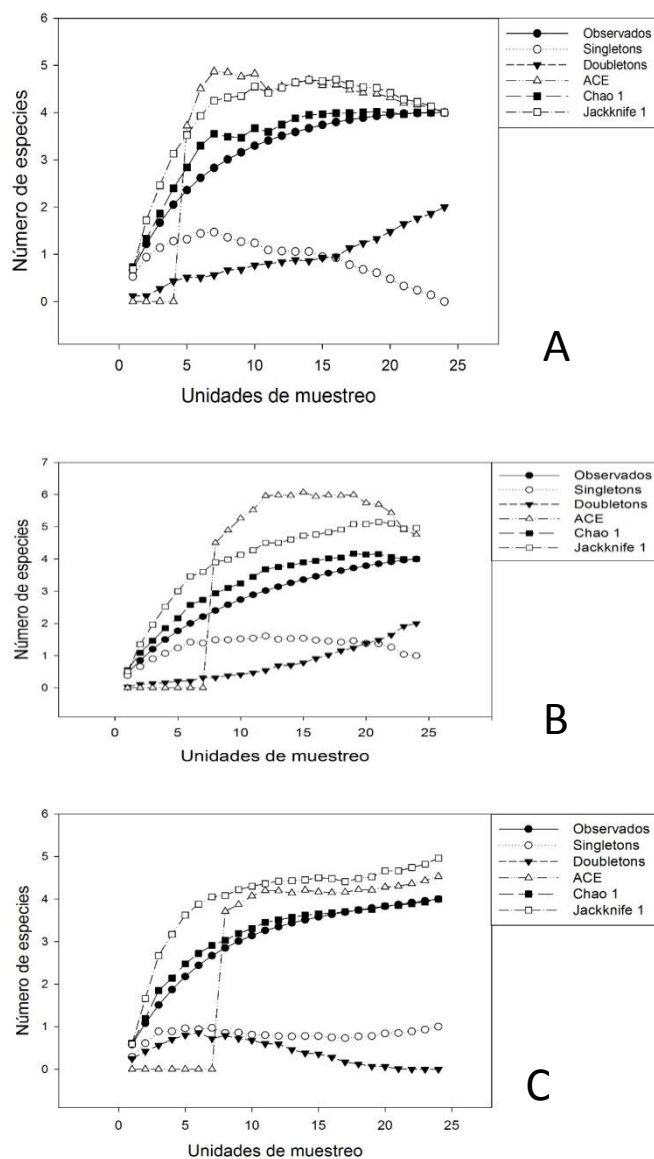
b) Representatividad del muestreo

Los registros fueron obtenidos con un esfuerzo de muestreo total de 480 horas/observador en los transectos y 96 horas/observador con la técnica de encuentro visual aleatorio fuera del área abarcada en los trayectos. El esfuerzo de muestreo fue igual entre estaciones (40 horas/observador en transectos y 8 horas/observador en búsqueda libre por estación). Se dedicó el mismo esfuerzo de muestreo tanto en la primera visita como en la réplica.

Los estimadores usados por la Fundación Ecológica Las Mellizas (2015), para establecer la representatividad del muestreo, fueron Chao 1, ACE y Jackknife 1. Los resultados sugieren que los muestreos en los pares de estaciones permiten un buen estimado de la riqueza de anfibios ya que la representatividad del muestreo estuvo por encima del 80% según los estimadores.

Los estimadores exhiben levemente la asíntota en la curva de acumulación para los pares de estaciones E1-E2, terminando en cuatro especies, mientras que en los pares de estaciones E3-E4 y E5-E6, los estimadores muestran que posiblemente se pueden encontrar más especies aumentando el esfuerzo de muestreo. Los *singletons* y *doubletons* son muy variables, en las E1-E2 y E3-E4 los *doubletons* tienden al aumento; en las E5-E6 tanto *singletons* como *doubletons* aunque muestran una línea más estable, tienden aumentar (Figura64). En general se espera que a través de repeticiones se registren más especies en el tiempo.

Figura64. Curvas de acumulación de especies para el ensamblaje de anfibios de las estaciones A) E1-E2; B) E3-E4; C) E5-E6. Transecto altitudinal Rioblanco (Tolima).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

- Diversidad Alfa (α)

En cuanto al ensamblaje de anfibios, los índices muestran que la diversidad de Shannon es alta en las estaciones E3 y E6 con respecto a las demás, se reportan más especies pero con menor dominancia. La equidad es mayor en las estaciones E2 y E6, las abundancias entre especies allí están en valores cercanos. En cuanto al índice de Simpson inverso, se puede determinar que la estación E4 fue la que presentó mayor dominancia y menor diversidad (Tabla75).

Para el transecto altitudinal se esperaría que los índices de diversidad describieran una tendencia, mostrando un valor de diversidad más alto en las estaciones de menor elevación, ya que se ha demostrado que en elevaciones medias hay mayor riqueza de especies y va reduciéndose a medida que se llega a mayor altitud (Bernal y Lynch, 2008, Hutter *et al.*, 2013; citados por Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015). Para este transecto aún no es muy definida la tendencia.

Tabla 75. Patrón de diversidad en el ensamble de anfibios registrados en el transecto altitudinal. Rioblanco (Tolima) * Modificación del índice de Shannon acorde a Jost (2006). Exp (H).

Índices/estación	E1 (3520)	E2 (3440)	E3 (3360)	E4 (3280)	E5 (3200)	E6 (3120)
Riqueza	4	4	4	3	3	4
Abundancia	16	6	8	16	10	17
Shannon Exp (H)*	2,92	3,78	3,35	2,08	2,23	3,74
Equidad (J)	0,771	0,959	0,875	0,669	0,729	0,952
Simpson inverso	2,56	3,57	2,94	1,69	1,85	3,57

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Con los valores estimados de diversidad se realizó una prueba *t*, que determina si existen diferencias numéricas de la diversidad en el gradiente de altitud. No se evidencia un patrón claro con las diferencias entre estaciones, ya que todas excepto uno de los pares evaluados de estaciones presentan diferencias significativas en cuanto a su diversidad. El par de estaciones que si muestran diferencias entre sus diversidades son, E4 con respecto a E6, las demás, de acuerdo al análisis, no tienen diferencias (Tabla 76).

Tabla 76. Prueba *t* para comparar valores de diversidad (Índice de Shannon-Wiener) entre pares de estaciones en el transecto altitudinal, Rioblanco (Tolima). Valores arriba de la diagonal indican el valor del estadístico *t*, valores bajo la diagonal corresponden al valor *P* (*= diferencia significativa).

Estaciones	E1	E2	E3	E4	E5	E6
E1		-0,86	-0,43	1,23	0,88	-1,19
E2	0,4		0,33	1,86	1,53	0,03
E3	0,65	0,74		1,46	1,16	-0,38
E4	0,22	0,08	0,16		-0,2	-2,58
E5	0,38	0,14	0,25	0,83		-1,93
E6	0,24	0,97	0,7	0,01	0,07	

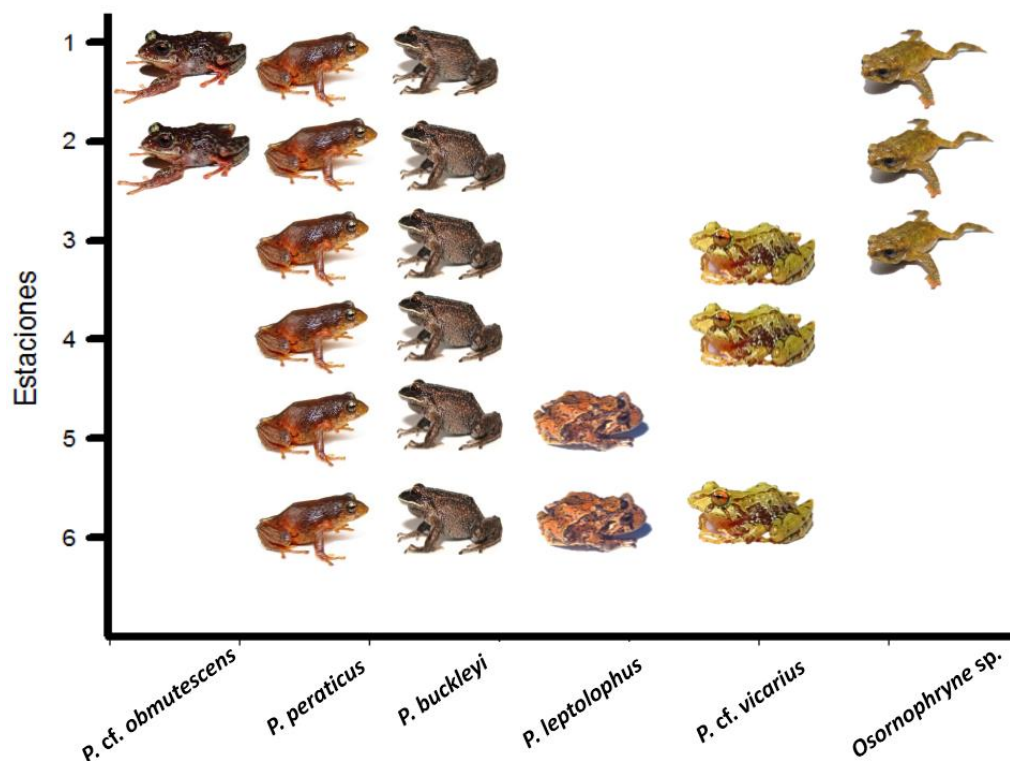
Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

- Diversidad Beta β

Según lo obtenido por la Fundación Ecológica Las Mellizas (2015), la composición de los anfibios se modificó entre estaciones a medida que se desciende altitudinalmente (Figura 65) aunque algunas especies comparten su distribución en las estaciones intermedias; se observa un recambio entre las estaciones más distantes, E1 y E6. Esto se manifiesta cuando se deja de observar *Pristimantis obmutescens* a partir de la E3 y a cambio de esto se observan *P. vicarius* y *P. leptolophus* en las estaciones más bajas E3-E6. Se logra identificar que *P. peraticus* y *P. buckleyi* están en todo el

transecto de altitud, habitando en coberturas de arbustal-pajonal y bosque. Algunas especies se pueden considerar generalistas, ya que tienen la particularidad de ocupar amplios rangos altitudinales en un gradiente, pudiendo abarcar más de un piso altitudinal (Cortez-Fernandez, 2006; citado por Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015). Otras especies tienen vacíos en la presencia a través del gradiente, sin embargo se esperaría que estuviesen allí por continuidad de distribución en el gradiente de altitud.

Figura 65. Recambio en el ensamblaje de anfibios en el transecto altitudinal. Rioblanco (Tolima).

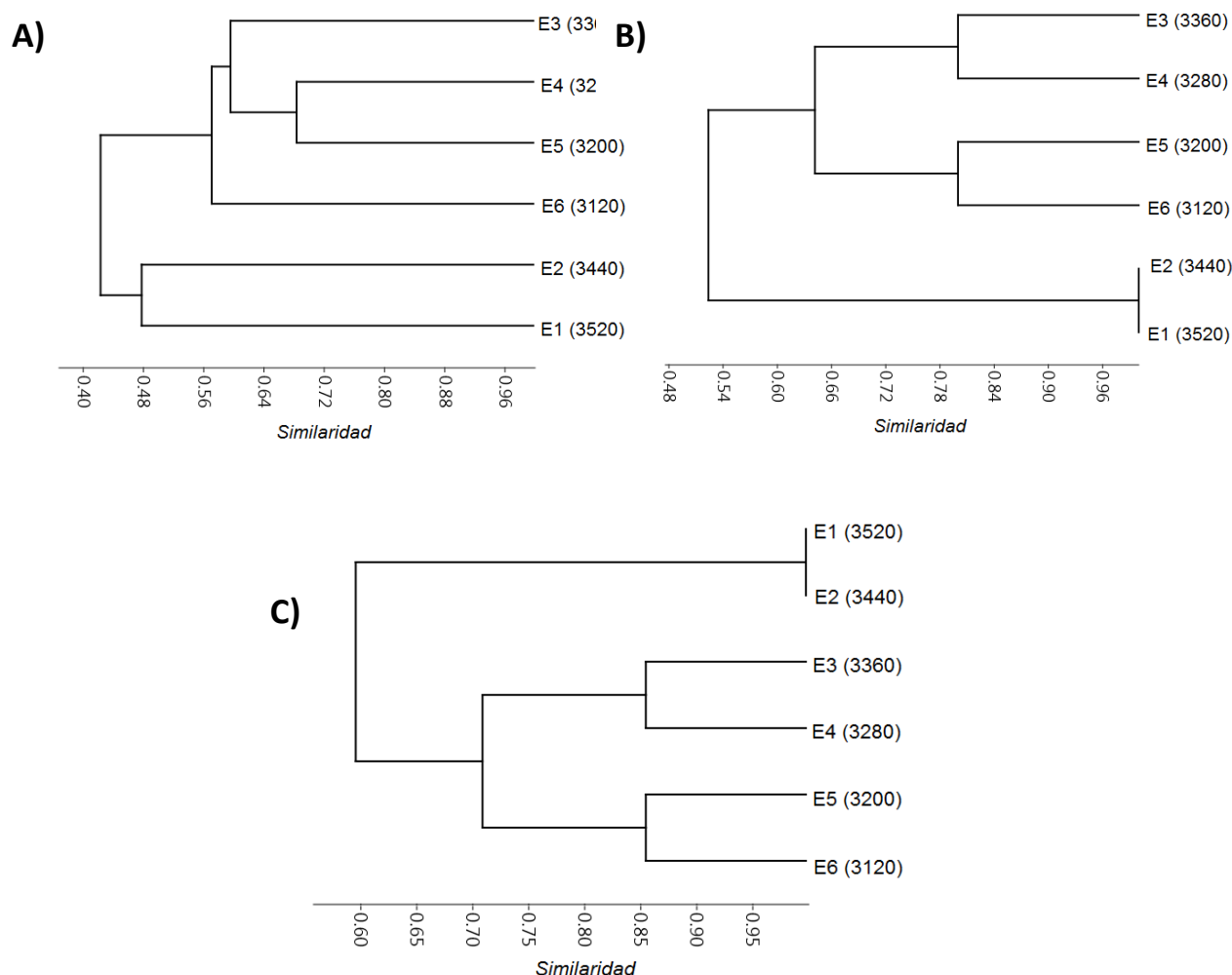


Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

- Similitud

Los índices de similitud de Bray-curtis, Jaccard y Sorensen muestran las agrupaciones que se ajustan al recambio de las especies en el gradiente de altitud (Figura 66). El índice de Bray-curtis, basado en abundancias muestra las estaciones E4-E5 como las más similares en un mismo cluster, compartiendo alrededor del 60% de su contenido. Luego se agrupan allí las estaciones E3 y E6. Finalmente la E1 y E2 se agrupan con las anteriores pero con un nivel de similitud muy bajo. El índice de Jaccard se basa en la presencia-ausencia, de manera que el cluster agrupa las estaciones E1-E2 en un nivel de similitud del 100% como respuesta a la similitud en composición de las especies entre estas estaciones. Luego, a medida que se descende en el gradiente altitudinal, las estaciones se van agrupando en pares en orden ascendente, tal cual se trabajó en las curvas de acumulación de especies (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Figura 66. Cluster de similitud entre estaciones del transecto altitudinal, municipio Rioblanco (Tolima). Similitud Bray-Curtis A); Jaccard B); Sorensen C). Los números de cada rama corresponden a la elevación (m) de las estaciones.



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

- Recambio de especies: Índice de Whittaker

El índice de reemplazo de especies de Whittaker (Tabla 77), según lo obtenido por la Fundación Ecológica Las Mellizas, (2015), indica en general que las estaciones cercanas entre sí, tienen valores bajos en el índice, demostrando que el recambio es poco. Al comparar estaciones más distantes se esperaría que la disimilitud aumentara considerablemente, no obstante, el comportamiento es diferente, ya que los valores del índice no son muy altos y en general son homogéneos entre pares de estaciones. Un caso particular es el que presentan los pares de estaciones E1 y E2 con respecto a E6 cuyo valor a pesar de no ser muy alto indica que serían los pares de estaciones más disímiles. Lynch (1999) describe el recambio de especies a medida que se asciende altitudinalmente en las pendientes andinas y agrega que en ecosistemas de páramo la riqueza de fauna anura es modesta, generalmente menos de diez especies. En este caso los

resultados muestran que la fauna de anfibios en las zonas estudiadas no exhibe ese comportamiento, de manera que no se evidencia una tendencia clara sobre recambio de especies en el gradiente estudiado (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

En áreas de coberturas boscosas ubicadas a elevaciones medias, se espera registrar la mayor diversidad y a medida que se asciende altitudinalmente ir reduciéndose progresivamente (Lynch y Suárez-Mayorga, 2002; Bernal y Lynch, 2008; citados por Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015) Con los datos obtenidos en el transecto altitudinal se puede identificar que no existe una tendencia que levemente se aproxime a estos supuestos y esto se debe posiblemente a que la franja altitudinal estudiada es muy estrecha

Tabla 77. Índice de disimilitud de Whittaker entre estaciones para los anuros del transecto altitudinal. Rioblanco (Tolima).

Estaciones	E1	E2	E3	E4	E5	E6
E1		0	0,2	0,33	0,33	0,4
E2			0,2	0,33	0,33	0,4
E3				0,11	0,33	0,2
E4					0,25	0,11
E5						0,11
E6						

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

Datos importantes

Varias de las especies registradas en el presente estudio, representan una extensión de distribución a nivel departamental, *Pristimantis obmutescens*, *P. vicarius* y *P. leptolophus* son especies endémicas para Colombia, y concentran su distribución en la cordillera Central en los departamentos de Cauca y Huila; Cauca, Huila, Nariño y Putumayo; Cauca y Huila respectivamente. En el presente estudio, se registran en el departamento del Tolima, al sur del complejo de páramos Las Hermosas. Estos registros amplían sus áreas de distribución en la cordillera y aportan conocimiento sobre las especies para la ciencia.

Conclusiones

- Los diferentes análisis, demuestran que algunas especies de anfibios son dependientes de la cobertura vegetal y las condiciones climáticas, permitiendo identificar que especies como *P. obmutescens* y *Osornophryne* sp. se asocian exclusivamente a la estructura de pajonal-arbustal.
- El estrato vegetal preferido por las ranas en las estaciones de la E1 a E4 es la vegetación rasante, mientras que en las estaciones E5 y E6 se asocian a la estructura herbácea.

9.3.4 Aves

a) Riqueza y composición de especies

A partir del estudio realizado por la Fundación Ecológica Las Mellizas, se obtuvieron 706 registros durante 672 horas/red y 50 horas/observador; los registros representaron 89 especies agrupadas en 26 familias (Tabla 78). Las familias con mayor riqueza fueron: Thraupidae (22), Trochilidae (13), Tyrannidae (13) y Rhinocryptidae (5). Se obtuvo un total de 78 registros de 50 especies por vocalizaciones y 300 registros de 40 especies mediante observación directa.

Tabla 78. Listado de aves registradas en el transecto altitudinal de Rioblanco (Tolima).

N o.	Familia	Especie	Estación (msnm)/ No. De individuos				Tot al	Endemi smo	Amen aza	Gremio trófico
			1	2	3	4				
			3.520	3.320	3.120	2.920				
1	CRACIDAE	<i>Chamaepetes goudotii</i>	0	0	1	1	2			FR
2	CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	0	0	3	1	4			CAR
3	COLUMBIDAE	<i>Patagioenas fasciata</i>	0	4	1	3	8			FR
4	CAPRIMULGIDAE	<i>Systellura longirostris</i>	1	0	0	0	1			I
5	APODIDAE	<i>Streptoprocne zonaris</i>	0	0	6	5	11			I
6	TROCHILIDAE	<i>Colibri coruscans</i>	0	0	0	5	5			NI
7	TROCHILIDAE	<i>Adelomyia melanogenys</i>	0	0	1	0	1			NI
8	TROCHILIDAE	<i>Ramphomicron microrhynchum</i>	0	2	1	0	3			NI
9	TROCHILIDAE	<i>Chalcostigma herrani</i>	7	6	1	0	14			NI
10	TROCHILIDAE	<i>Metallura tyrianthina</i>	2	20	6	0	28			NI
11	TROCHILIDAE	<i>Metallura williami</i>	1	4	1	0	6			NI
12	TROCHILIDAE	<i>Eriocnemis vestita</i>	0	1	0	0	1			NI
13	TROCHILIDAE	<i>Eriocnemis derbyi</i>	1	2	0	0	3	Casi-endé		NI
14	TROCHILIDAE	<i>Eriocnemis mosquera</i>	3	11	2	0	16	Casi-endé		NI
15	TROCHILIDAE	<i>Aglaeactis cupripennis</i>	1	5	0	0	6			NI
16	TROCHILIDAE	<i>Coeligena torquata</i>	0	0	0	1	1			NI
17	TROCHILIDAE	<i>Coeligena lutetiae</i>	0	0	1	0	1			NI
18	TROCHILIDAE	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	0	0	0	4	4			NI
19	TROGONIDAE	<i>Trogon collaris</i>	0	0	0	1	1			FR-I

N o.	Familia	Especie	Estación (msnm)/ No. De individuos				Tot al	Endemi smo	Amen aza	Gremio trófico
			1	2	3	4				
			3.520	3.320	3.120	2.920				
20	TROGONIDA E	<i>Trogon personatus</i>	0	3	0	2	5			FR-I
21	RAMPHASTI DAE	<i>Andigena hypoglauca</i>	0	0	1	2	3		VU	FR
22	PICIDAE	<i>Colaptes rivolii</i>	0	0	0	1	1			I
23	PICIDAE	<i>Campephilus pollens</i>	0	0	2	0	2			I
24	FALCONIDA E	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	0	0	1	1	2			RD
25	PSITTACIDA E	<i>Amazona mercenarius</i>	0	0	0	4	4			FR
26	PSITTACIDA E	<i>Leptosittaca branickii</i>	0	0	0	10	10		VU	FR
27	GRALLARIID AE	<i>Grallaria nuchalis</i>	0	0	2	0	2			I
28	GRALLARIID AE	<i>Grallaria rufula</i>	2	0	0	0	2			I
29	RHINOCRYPT TIDAE	<i>Acropternis orthonyx</i>	0	1	0	0	1			I
30	RHINOCRYPT TIDAE	<i>Myornis senilis</i>	0	1	0	0	1			I
31	RHINOCRYPT TIDAE	<i>Scytalopus latrans</i>	0	1	7	0	8			I
32	RHINOCRYPT TIDAE	<i>Scytalopus spillmanni</i>	0	1	2	0	3	Casi- endé		I
33	RHINOCRYPT TIDAE	<i>Scytalopus opacus</i>	1	0	0	0	1			I
34	FURNARIIDA E	<i>Margarornis squamiger</i>	0	0	7	2	9			I
35	FURNARIIDA E	<i>Hellmayrea gularis</i>	0	0	2	1	3			I
36	FURNARIIDA E	<i>Asthenes flammulata</i>	0	0	1	0	1			I
37	FURNARIIDA E	<i>Asthenes fuliginosa</i>	1	0	0	0	1			I
38	TYRANNIDA E	<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	0	1	0	0	1			I
39	TYRANNIDA E	<i>Mecocerculus poecilocercus</i>	0	0	2	0	2			I
40	TYRANNIDA E	<i>Mecocerculus leucophrys</i>	0	6	4	2	12			I
41	TYRANNIDA E	<i>Uromyias agilis</i>	0	3	2	0	5	Casi- endé		I
42	TYRANNIDA E	<i>Pseudotriccus ruficeps</i>	0	0	3	0	3			I
43	TYRANNIDA E	<i>Mionectes striaticollis</i>	0	0	0	2	2			I
44	TYRANNIDA E	<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	0	0	17	11	28			I

N o.	Familia	Especie	Estación (msnm)/ No. De individuos				Tot al	Endemi smo	Amen aza	Gremio trófico
			1	2	3	4				
			3.520	3.320	3.120	2.920				
45	TYRANNIDA E	<i>Sayornis nigricans</i>	0	0	0	1	1			I
46	TYRANNIDA E	<i>Myiotheretes fumigatus</i>	0	0	0	2	2			I
47	TYRANNIDA E	<i>Ochthoeca frontalis</i>	2	0	0	1	3			I
48	TYRANNIDA E	<i>Ochthoeca cinnamomeiventris</i>	0	0	4	1	5			I
49	TYRANNIDA E	<i>Ochthoeca rufipectoralis</i>	0	0	1	0	1			I
50	TYRANNIDA E	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	1	1	0	0	2			I
51	COTINGIDA E	<i>Pipreola riefferii</i>	0	0	1	0	1			FR
52	COTINGIDA E	<i>Pipreola arcuata</i>	0	2	0	1	3			FR
53	CORVIDAE	<i>Cyanolyca armillata</i>	0	0	3	0	3	Casi- endé		FR-I
54	HIRUNDINI DAE	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	0	0	0	13	13			I
55	HIRUNDINI DAE	<i>Orochelidon murina</i>	4	0	0	0	4			I
56	TROGLODY TIDAE	<i>Troglodytes solstitialis</i>	0	6	13	12	31			I
57	TROGLODY TIDAE	<i>Cistothorus platensis</i>	0	10	0	0	10			I
58	TROGLODY TIDAE	<i>Cinnycerthia unirufa</i>	0	4	0	0	4	Casi- endé		I
59	TROGLODY TIDAE	<i>Henicorhina leucophrys</i>	0	0	1	7	8			I
60	TURDIDAE	<i>Turdus fuscater</i>	1	6	16	16	39			FR-I
61	THRAUPIDA E	<i>Hemispingus atropileus</i>	0	0	8	1	9			FR-I
62	THRAUPIDA E	<i>Hemispingus superciliaris</i>	0	0	0	1	1			FR-I
63	THRAUPIDA E	<i>Hemispingus frontalis</i>	0	0	0	1	1			FR-I
64	THRAUPIDA E	<i>Hemispingus verticalis</i>	0	3	1	0	4			FR-I
65	THRAUPIDA E	<i>Cnemoscopus rubrirostris</i>	0	0	1	1	2			FR-I
66	THRAUPIDA E	<i>Buthraupis montana</i>	0	2	9	0	11			FR-I
67	THRAUPIDA E	<i>Cnemathraupis eximia</i>	0	0	1	0	1			FR-I

N o.	Familia	Especie	Estación (msnm)/ No. De individuos				Tot al	Endemi smo	Amen aza	Gremio trófico
			1	2	3	4				
			3.520	3.320	3.120	2.920				
68	THRAUPID AE	<i>Anisognathus lacrymosus</i>	2	13	13	4	32			FR-I
69	THRAUPID AE	<i>Anisognathus igniventris</i>	2	13	21	1	37			FR-I
70	THRAUPID AE	<i>Anisognathus somptuosus</i>	0	0	3	0	3			FR-I
71	THRAUPID AE	<i>Dubusia taeniata</i>	0	0	1	0	1			FR-I
72	THRAUPID AE	<i>Iridosornis rufivertex</i>	4	8	0	1	13			FR-I
73	THRAUPID AE	<i>Thraupis cyanocephala</i>	0	0	0	1	1			FR-I
74	THRAUPID AE	<i>Tangara vassorii</i>	0	1	2	2	5			FR-I
75	THRAUPID AE	<i>Conirostrum sitticolor</i>	0	4	3	0	7			FR-I-N
76	THRAUPID AE	<i>Diglossa lafresnayii</i>	10	8	2	0	20			FR-I-N
77	THRAUPID AE	<i>Diglossa humeralis aterrima</i>	1	2	1	0	4			FR-I-N
78	THRAUPID AE	<i>Diglossa albilatera</i>	0	4	1	1	6			FR-I-N
79	THRAUPID AE	<i>Diglossa cyanea</i>	0	12	5	1	18			FR-I-N
80	THRAUPID AE	<i>Catamblyrhynchus diadema</i>	0	0	7	0	7			FR-I
81	THRAUPID AE	<i>Urothraupis stolzmanni</i>	1	4	0	0	5	Casi- endé		FR-I
82	THRAUPID AE	<i>Catamenia inornata</i>	2	0	0	0	2			FR
83	EMBERIZI DAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	0	0	2	13	15			SE
84	EMBERIZI DAE	<i>Atlapetes schistaceus</i>	0	0	3	2	5			FR-I
85	EMBERIZI DAE	<i>Atlapetes pallidinucha</i>	0	18	7	3	28	Casi- endé		FR-I
86	PARULIDA E	<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	0	1	16	1	18			I
87	PARULIDA E	<i>Myioborus ornatus</i>	0	19	44	20	83	Casi- endé		I
88	ICTERIDA E	<i>Cacicus chrysnotus</i>	0	0	7	0	7			I
89	FRINGILLI DAE	<i>Sporagra magellanica</i>	0	1	0	1	2			SE
TOTAL			50	214	274	168	706			

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

En el transecto se encontraron dos especies amenazadas de extinción, según lo definido en Renjifo *et al.*, 2014; se encontraron nueve especies casi-endémicas, de acuerdo Chaparro-Herrera *et al.*,

2013 (Tabla 79). Las 13 especies de la familia Trochilidae y dos de Psittacidae registradas en el transecto, se encuentran en el apéndice II de la Convención Internacional sobre el Comercio de Fauna y Flora Amenazadas (CITES, 2013) (Referencias citadas en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Tabla 79. Aves amenazadas de extinción y endémicas registradas en el transecto de Rioblanco, Tolima.
NT: Casi amenazado; LC: Preocupación menor; VU: Vulnerable.

Familia	Especie	Categoría de amenaza	Nivel de Endemismo
Trochilidae	<i>Eriocnemis derbyi</i>	NT	Casi-endémico
Trochilidae	<i>Eriocnemis mosquera</i>	LC	Casi-endémico
Ramphastidae	<i>Andigena hypoglauca</i>	VU	
Psittacidae	<i>Leptosittaca branickii</i>	VU	
Rhinocryptidae	<i>Scytalopus spillmanni</i>	LC	Casi-endémico
Tyrannidae	<i>Uromyias agilis</i>	LC	Casi-endémico
Corvidae	<i>Cyanolyca armillata</i>	LC	Casi-endémico
Troglodytidae	<i>Cinnycerthia unirufa</i>	LC	Casi-endémico
Thraupidae	<i>Urothraupis stolzmanni</i>	LC	Casi-endémico
Emberizidae	<i>Atlapetes pallidinucha</i>	LC	Casi-endémico
Parulidae	<i>Myoborus ornatus</i>		Casi-endémico

Fuente: Adaptada de Fundación Ecológica Las Mellizas (2015), UICN (2012)

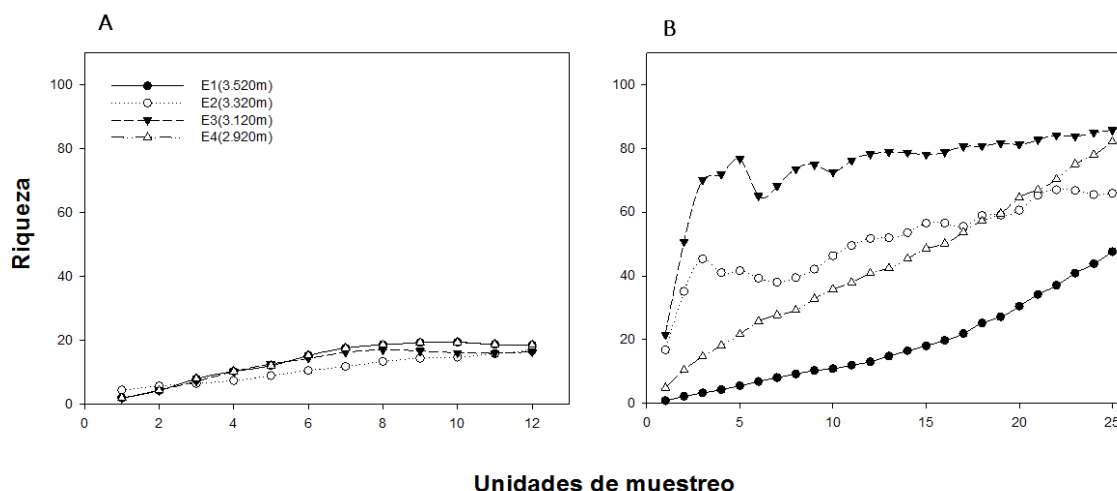
- Representatividad del muestreo

Las curvas resultado del análisis con el estimador Chao 2 en el método con redes de niebla (Figura 67), permiten identificar que la E2 y E3 presentaron un comportamiento alejado de las demás estaciones. Asimismo E1 y E4 se comportan en claro ascenso pese a que la riqueza fue igual en todas las estaciones (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

En los puntos de conteo, las curvas se comportaron asintóticas; sin embargo, a diferencia del método anterior, las estaciones E3 y E4 presentan las riquezas más elevadas, con una leve tendencia a seguir aumentando en el caso de E4. Las demás estaciones, aunque con riquezas más modestas,

las tres curvas parecen estabilizarse a partir de la mitad de unidades de muestreo a excepto la E1 (Figura 67).

Figura 67. Curvas de acumulación de especies basadas en Chao2 para el transecto de Rioblanco (Tolima). A: Redes de niebla; B: Puntos de conteo.



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

De acuerdo a lo encontrado en el gradiente altitudinal, a partir de la caracterización realizada por la Fundación Ecológica Las Mellizas (2015), se evidencian patrones encaminados a comprender la dinámica de los ecosistemas altoandinos; en las E1 y E2, la segunda familia más representativa fue Trochilidae, siendo este un grupo que a medida que se ascendió en elevación, aumentó su riqueza y abundancia, contrario sucedió con los Tyrannidae y otros insectívoros como Furnariidae, que a medida que se descendió en altitud aumentaron en número de especies. Por otro lado, la familia Thraupidae, estuvo representada en todo el transecto, esto marca una dinámica establecida por las diferentes coberturas vegetales, puesto que las estaciones más elevadas presentaban plantas de la familia Ericaceae con una importante oferta de alimento para los nectarívoros y frugívoros cuando posteriormente producen frutos (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Con respecto a la representatividad de los muestreos, la diferencia de los valores arrojados en las curvas de acumulación entre los dos métodos, se debe principalmente a la baja proporción de captura de las redes con respecto a los puntos de conteo. Las redes de niebla son una técnica complementaria que permite registrar especies raras y poco conspicuas por moverse entre el estrato rasante y sotobosque; contrario a los puntos fijos, que permiten visualizar individuos de especies conspicuas y abundantes que forrajea principalmente en el dosel y muchas veces formando bandadas mixtas, que aseguran un mayor registro. Sin embargo, con las redes de niebla se lograron obtener datos importantes que contribuyeron a robustecer el muestreo en esta área (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

- Diversidad alfa (α)

Según el índice de Shannon (H') aplicado por la Fundación Ecológica Las Mellizas (2015), E3 presentó el mayor valor de este índice (Tabla 80). En las estaciones E2, E3 y E4 las especies más comunes presentaron registros por encima de 21 individuos, mientras que en E1 presentó 21

individuos, en el caso de la estación uno E1 se evidenció una dominancia de dos especies comunes (*D. lafesnayii* y *C. herrani*) forrajeando en flores de la familia Ericaceae.

Tabla 80. Diversidad alfa de aves en el transecto altitudinal de Rioblanco (Tolima).

Estaciones				
	E1(3.520m)	E2(3.320m)	E3(3.120m)	E4(2.920m)
Riqueza	21	39	54	45
Abundancia	50	214	274	168
Diversidad(H')	2,725	3,272	3,377	3,254
Dominancia(1-D)	0,9104	0,9511	0,9447	0,9441

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

De acuerdo a la prueba *t*, se presentaron diferencias significativas entre la diversidad (H') encontrada entre la estación E1 y el resto de las estaciones en el transecto altitudinal (P-valor <0,05) (Tabla 81); esto es un factor que explica la tendencia de los índices encontrados, siendo la diversidad en la estación E1 la más baja y con mayor dominancia de algunas especies (1-D) con relación a la riqueza encontrada. Estos resultados explican la heterogeneidad de las áreas boscosas, complejas en su estructura tanto horizontal como vertical (MacArthur, 1961; Nosedal, 1984; Referencias citadas en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015), encontradas a partir de la E2 hasta la E4, ya que estas coberturas generan una mayor disponibilidad de hábitats y nichos ecológicos para las aves.

Tabla 81. Tabla de doble entrada para la prueba *t* (student) y P valor para los índices de diversidad de Shannon-Wiener, transecto altitudinal Rioblanco (Tolima).

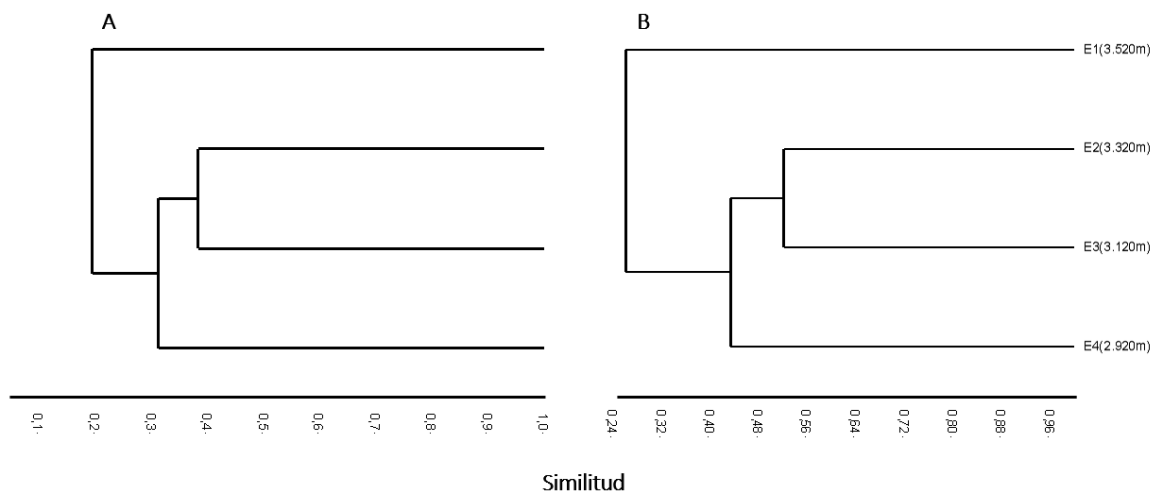
	E1(3.520m)	E2(3.320m)	E3(3.120m)	E4(2.920m)
E1 (3.520)		-4,54	-5,07	3,84
E2 (3.320)	2,22E-05		-1,08	-0,59
E3 (3.120)	2,57E-06	0,27		1,48
E4 (2.920)	0,0002	0,55	0,13	

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015)

- Diversidad Beta (β)

En el Índice de Jaccard se evidencian dos grupos de acuerdo a la similitud de especies encontradas entre estaciones; siendo las E2 y E3 las que presentaron la mayor similitud (36%), la estación uno (E1), presentó la similitud más baja con respecto al resto de estaciones (Figura 68). Se debe señalar que similitudes por debajo del 50% entre grupos, como en este caso, dan cuenta de lo heterogénea que es la avifauna del gradiente evaluado (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

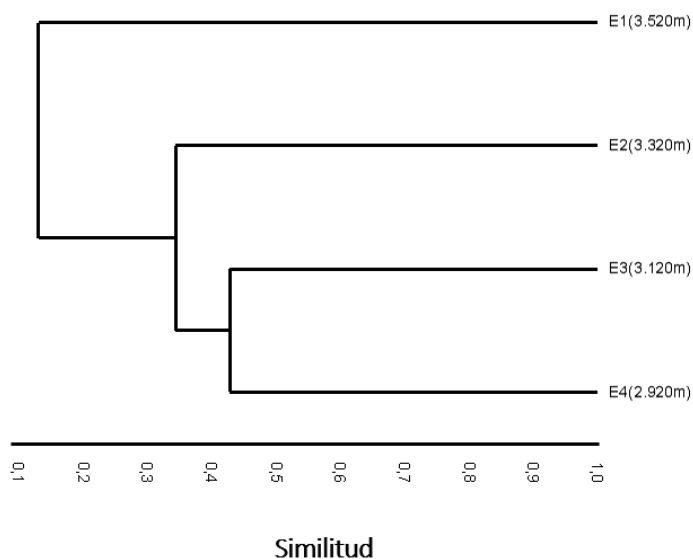
Figura 68. Agrupamiento con base en la composición de la avifauna. A: Índice de Jaccard y B: Índice de Sorensen. Rioblanco (Tolima).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

En el Índice de Sorensen, se presentó el mismo patrón anterior, aunque con similitudes un tanto mayores, las estaciones E2 y E3, con 53% fueron las más similares. Por el contrario, se evidenció una baja similitud entre E1 y E4 con 10% .Para el Índice Bray-Curtis basado en abundancia, la diversidad beta mostró una tendencia algo distinta de los análisis anteriores; E3 y E4 presentaron, 42% de similitud, por el contrario la similitud más baja se presentó entre E1 y E4 con el 5% (Figura 69).

Figura 69. Figura40. Índice de Bray- Curtis: agrupamiento con base en la composición y abundancia de la avifauna del transecto altitudinal Rioblanco (Tolima).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

- Índice de Whittaker

En este análisis se muestra un recambio de especies en las estaciones muestreadas. Según lo obtenido por la Fundación Ecológica Las Mellizas, la estación E4 contrastada con la estación E1, ya que tienen una mayor disimilitud (Tabla 82), así mismo, se evidencia cómo la similitud en la composición cambia conforme aumenta la distancia entre las comunidades de aves. Este patrón muestra que la similitud disminuye y el recambio de especies aumenta con la distancia (Calderón *et al.*, 2012; Anderson *et al.*, 2011; Referencias citadas en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Tabla 82. Índice de Whittaker para el transecto altitudinal de Rioblanco (Tolima).

Estaciones y elevaciones	E1 (3.520)	E2 (3.420)	E3 (3.320)	E4 (3.220)
E1 (3520)	0			
E2 (3420)	0,53333	0		
E3 (3320)	0,76	0,46237	0	
E4 (3220)	0,84848	0,61905	0,47475	0

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

De acuerdo con el análisis de diversidad beta, se evidencia una mayor similitud entre las estaciones más próximas, por ejemplo, E1 y E2 compartieron cuatro especies: *E. derby*, *Aglaeactis cupripennis*, *Ochthoeca fumicolor* y *Urothraupis stolzmanni*; E2 y E3 compartieron siete especies, entre ellas: *Uromyias agilis*, *Buthraupis montana* y *Hemispingus verticalis*.

Lo anterior indica, que debido a la composición y estructura del ensamblaje de aves en las diferentes estaciones, se evidencia un recambio de especies a medida que se asciende en el gradiente altitudinal, de esta manera no es claro marcar una línea o altitud donde se establezca un recambio, pero es claro que en la estación más alta (E1) se registraron especies comunes de áreas abiertas donde existen dominancia de matorrales, frailejonales, chuscales y pajonales; esto indica que la composición y estructura de aves en la alta montaña está relacionada con la estructura vegetal encontrada (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

b) Gremios Tróficos.

Los gremios tróficos fueron asignados con base en Rengifo (1999b; Citado en Fundación Ecológica Las Mellizas) con modificaciones, de acuerdo a la dieta de cada especie (Tabla 83).

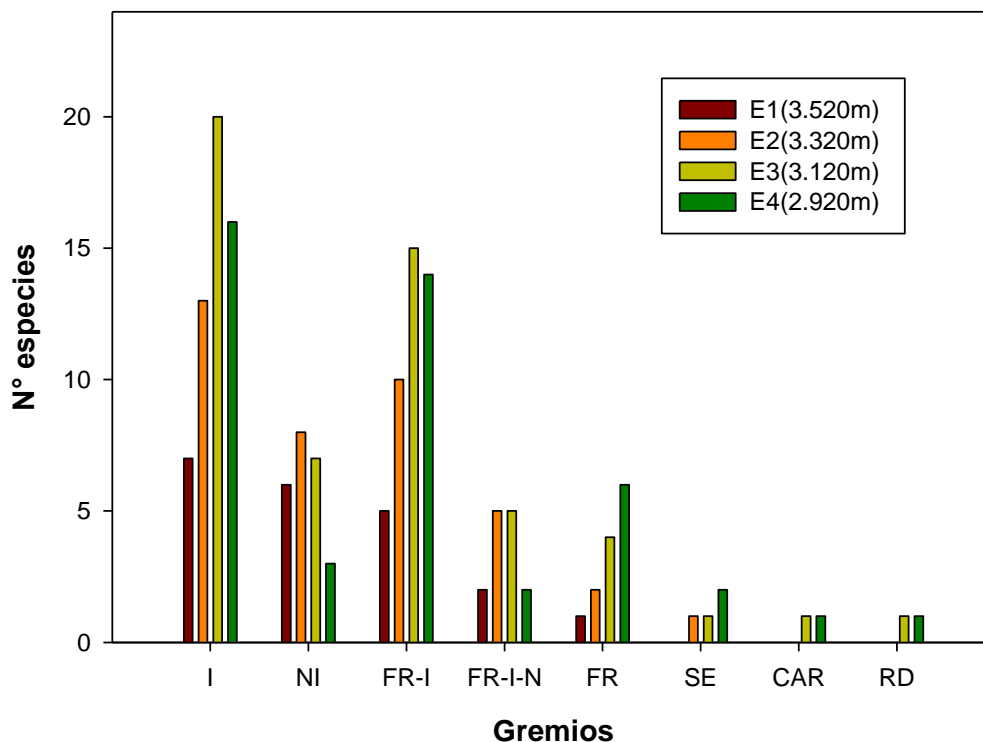
Tabla 83. Gremios tróficos de Aves transecto de Rioblanco (Tolima)

Tipo de alimentación	Abreviación
Rapaz diurna	R/D
Frutos	FR
Frutos e insectos	FR-I
Frutos, insectos y néctar	FR-I-N
Néctar e insectos	NI
Insectos	I
Semillas	SE

Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

En todas las estaciones los insectívoros fueron quienes predominaron en el muestreo, siendo la estación tres E3 la que presentó mayor riqueza. Los nectarívoros mostraron un número importante en las estaciones más altas (E1 y E2), contrario sucedió con frugívoros que complementan su dieta con insectos, ya que en las estaciones más bajas mostraron mayor abundancia (Figura70).

Figura 70. Gremios tróficos de las especies de aves reportadas en el transecto altitudinal de Rioblanco (Tolima).



Fuente: Fundación Ecológica Las Mellizas (2015).

La disponibilidad de recursos alimenticios es uno de los factores determinantes en la dinámica y estructuración de las comunidades de aves (Nocedal, 1984; Wolda, 1990). Su composición en función de los gremios alimenticios, está estrechamente relacionada con la estructura de la vegetación (Laurance y Bierregaard, 1997). Los hábitats con una estructura vegetal compleja y formada por varios estratos de cobertura, presentan principalmente especies de hábitos insectívoros, frugívoros y nectarívoros (Rappole *et al.*, 1993). De acuerdo con lo anterior, en todo el transecto altitudinal fueron representativos estos tres gremios. (Referencias en Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Los datos obtenidos en los análisis de gremios tróficos, apoyan la información generada en los análisis de diversidad beta, ya que las aves nectarívoras como los colibríes fueron uno de los gremios más representativos en las estaciones más elevadas, y los insectívoros, aunque fueron relevantes en todo el transecto, fueron más abundantes en las estaciones tres y cuatro (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Se destacan las aves nectarívoras de la familia Trochilidae, ya que fueron abundantes en las dos primeras estaciones principalmente, esto se debe a la existencia de especies de plantas de la familia Ericaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, entre otras, que ofrecen alimento de forma constante durante los periodos de floración. La etapa de floración de las plantas y el tiempo seco, permitió que se presentara una mayor abundancia de insectos, favoreciendo que aves de este gremio fueran más abundantes en todas las estaciones (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

Conclusiones

- Durante el trabajo de campo se registraron dos especies de aves con especial interés para la conservación, por encontrarse en alguna categoría de amenaza, *L. branickii* y *A. hypoglauca* (Vu).
- De acuerdo con los índices de diversidad, la estación (E3) presentó los valores más altos, con relación a las estaciones que se encontraban en elevaciones mayores; indicando la importancia de la cobertura vegetal en la dinámica y el establecimiento de las poblaciones de aves, ya que en estos gradientes la complejidad vertical de la vegetación promueven una mayor cantidad de nichos.
- Se encontró un recambio de especies a medida que se desciende en el gradiente altitudinal, y cuando las características de la cobertura vegetal cambian, principalmente entre los 3520 m. (E1 aves) y 3320 m. (E2 aves).

9.4 Consideraciones Finales Transecto Municipio De Rioblanco

Para la flora, los tres índices de similitud muestran dos grupos claros que están relacionados con las estaciones de la parte alta del transecto (E1 a E4) y las estaciones de formaciones boscosas de la parte baja (E5 y E6). De acuerdo con los resultados, los bajos niveles de similitud entre las parejas de elevaciones parecen sugerir afinidades por proximidad más que debidas al parámetro analizado (incidencia o abundancia). Las mayores afinidades se evidencian en las E1 y E2 con un 68% (Sorensen) y en las estaciones E5 y E6 con un 58% (Jaccard); tal vez estos resultados se deban a la dominancia que presentan algunas especies en estas estaciones. En contraste, las estaciones subsiguientes parecen tener relaciones menos estrechas entre sí.

Las cuatro estaciones más elevadas (3520 a 3280 msnm.), tuvieron predominio de estratos vegetales rasante y herbáceo con especies como: *B. loxense*, *Prionodon* sp., *M. cf. panamensis*, *H. obtusifolia*, *C. tessellata*, *Calamagrostis* sp. *D. cf. schultzii*, *R. cf. caucana*, *D. cf. Acuminatum*. En las estaciones más bajas (entre 3200 y 3120 msnm) predominaron los arbolitos, arbustos y árboles, con especies como: *W. mariquitae*, *Brunellia* sp., *Maytenus* sp., *M. guianensis*, *C. ovalifolia*, *Miconia* sp2., *Cyathea* sp., *F. reticulata*, *S. cf. uribei*. A partir de E5, ubicada a 3.200 msnm, la composición, diversidad y estratos vegetales cambiaron. El estrato vegetal rasante, compuesto por formas de crecimiento como rosetas y talófito-líquén, sólo se encontró en las cuatro primeras estaciones. El estrato vegetal de arbustos se presentó en todas las estaciones, aunque, su mayor abundancia se encontró en las estaciones E5 y E6.

Las estaciones E1 - E4 presentan dominancia de especies arbustivas y leñosas de porte bajo y medio, que conforman un páramo bajo por dispersión y colonización en sitios de topografía quebrada y escarpada con alta heterogeneidad. Hacia las estaciones E3 - E4 se presenta la zona de transición páramo bajo-bosque, franja en la cual se pueden presentar también zonas de páramo con

herbazal-frailejonal, aunque son azonales hacia esta cota comprendida entre las E3 – E4. Es posible que los bancos de semillas y dispersión de las especies de estas coberturas estén siendo desfavorecidas para su dispersión y colonización de nuevos hábitats, dentro de los procesos naturales de sucesión o diversificación del páramo. Además, las condiciones biofísicas y microclimáticas pueden favorecer la dispersión y establecimiento de arbustos más que de hierbas o frailejonales (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

El análisis de conglomerados de la edafofauna con el índice de Jaccard, con un nivel de 30%, identifica un primer grupo en E1, otro conformado por tres estaciones E3-E5-E6, y dos altitudes que se separan por su composición de especies, en un grupo, E4 y E2. No obstante, estas segregaciones presentaron un bajo porcentaje de similaridad, lo que disminuye la confianza en los grupos generados. Por su parte el índice Sorensen-Dice, genera los mismos grupos que Jaccard, mostrando una similitud del 45% entre los grupos. Si bien el porcentaje de similitud es bajo, es posible que los pequeños cambios en composición derivados del nivel de la jerarquía taxonómica tratada, estén mostrando una "tendencia" de recambio, desde la segunda estación (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

El inventario de edafofauna realizado en las seis estaciones altitudinales arroja un elevado número de especies, mostrando alta riqueza en la zona. Se recolectaron seis morfoespecies de la familia Carabidae, un número alto frente a la riqueza de especies de coleópteros y frente a otras familias. Este grupo presentó una tendencia al aumento en riqueza de especies con la disminución de la altura. Las estrategias alimenticias fueron proporcionalmente semejantes entre transectos, mostrando consistencia en los sitios evaluados. Los principales artrópodos componentes de la fauna edáfica son los herbívoros, seguidos por los de hábito depredador. Tanto la riqueza como la abundancia aumentaron a medida que disminuyó la elevación. No se presentaron especies generalistas en todo el transecto. Por el contrario, se detectó una elevada presencia de especies únicas (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

A pesar de existir pocas diferencias, se establecieron tres grupos altitudinales separados según la composición presente en las cinco estaciones altitudinales: uno formado por E1, el segundo formado por E3-E5 y E6, el tercero por E4 y un último formado por E2. Igual que en otros transectos, este resultado muestra un rápido recambio en la parte más alta del transecto (de E1 a E2), que continua cambiando al paso hacia E3 y finalmente se estabiliza en las cuatro estaciones posteriores.

Durante el trabajo de campo se registraron dos especies de interés para la conservación y con alguna categoría de amenaza: *L. branickii* y *A. hypoglauca*. De acuerdo con los índices de diversidad, la estación (E3) presentó los valores más altos, con relación a las estaciones que se encontraban en elevaciones mayores, indicando la importancia de la cobertura vegetal en la dinámica y el establecimiento de las poblaciones de aves.

Se evidenciaron dos grupos de estaciones con el Índice de Jaccard de acuerdo a la similitud de especies encontradas entre estaciones; siendo las E2 y E3 las que presentaron la mayor similitud (36%). E1, presentó la similitud más baja con respecto al resto de estaciones. Se debe señalar que similitudes por debajo del 50% entre grupos, como en este caso, dan cuenta de lo heterogénea que es la avifauna del gradiente evaluado. En el Índice de Sorensen, se presentó el mismo patrón anterior, aunque con similitudes un tanto mayores, las estaciones E2 y E3, con 53% fueron las más similares. Por el contrario, se evidenció una baja similitud entre E1 y E4 con 10%. Para el Índice Bray-Curtis basado en abundancia, se encontró una tendencia distinta de los análisis anteriores; E3 y E4 presentaron 42% de similitud, por el contrario la similitud más baja se presentó entre E1 y E4 con el 5%. En el trabajo realizado se encontró un recambio de especies a medida que se desciende

en el gradiente altitudinal, y cuando las características de la cobertura vegetal cambian, principalmente entre los 3520 m. (E1 aves) y 3320 m. (E2 aves) (Fundación Ecológica Las Mellizas, 2015).

10. BIBLIOGRAFIA

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.

BirdLife International. 2015. Important Bird Areas factsheet: Cuenca del Río Hereje. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 14/10/2015.

BirdLife International. 2015a. Important Bird Areas factsheet: Cuenca del Río San Miguel. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 14/10/2015.

BirdLife International. 2015b. Important Bird Areas factsheet: Parque Nacional Natural Nevado del Huila. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 14/10/2015.

Ceballos-L. J. L. y E. Tobón-Q. 2008. Informe de actividades glaciológicas: Sierra Nevada del Cocuy y Volcán Nevado Santa Isabel, Colombia. 2006 – 2007. IDEAM. Bogotá D. C. Colombia. 75 p.

Cleef, A. M. 2013. Origen, evolución, estructura y diversidad de la alta montaña colombiana. 3 - 21. 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.

Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA y Conservación Internacional Colombia – CI. 2014. Caracterización ambiental del PNN Las Hermosas y su zona amortiguadora en el Municipio de Chaparral: Documento base para la elaboración del plan de manejo de esta unidad de conservación como ecosistema estratégico compartido. Convenio Interinstitucional. Bogotá, D. C. Colombia. 231 p.

Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA. 2015. Entorno Regional complejo de páramo Las Hermosas – Nevado del Huila-Moras: Estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la identificación y delimitación de complejos de páramo escala 1:25.000. Documento Preliminar. Convenio No. 501 de 2012. Ibagué. Tolima. 137 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. 2013. Plan de Gestión Ambiental y Regional del Tolima 2013 – 2023. Ibagué. 201 p.

Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA. 2009. Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Anamichú. (Septiembre 30 de 2015)

Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA. 2006. Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Amoyá. (Septiembre 30 de 2015)

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 agorclimática – MAPA. Convenio 002 de 2013 CORPOICA – Fondo Adaptación. Proyecto Reducción del riesgo y adaptación al cambio climático. En ejecución.

Crump, M. L. y N.J. Scott. 1994. Visual encounter surveys. Pp: 84-92. En: Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L.-A. C., and Foster, M.S. (Eds.). *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.

Cunda Y. S. y Ruales P. D. L. 2000. *Cosmovisión nasa: aprendiendo de nuestros ancestros a vivir en armonía con la naturaleza*. Cali, Colombia. FAID. 53 p.

Díaz, J., G. Amat y O. Vargas. 2007. Caracterización de la artropofauna epigea de zonas intervenidas en los predios del embalse de Chisacá. Pp: 199-214. En: Vargas O. (Ed.). *Restauración ecológica del bosque altoandino. Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del embalse de Chisacá (Localidad de Usme, Bogotá D.C.)*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 516 p.

Finol, H. 1976. Estudio fitosociológico de las unidades 2 y 3 de la Reserva Forestal de Carapo. Pp: 15-103. *Acta Botánica Venezuelica*, vol.10 nos.1,2,3 y 4. Estado de Barinas.

Fundación Ecológica Las Mellizas (2015). Estudio de flora, edafofauna epígea, anfibios y aves en el complejo de páramos Las Hermosas. Transectos altitudinales, municipios de Sevilla, Tuluá, Palmira (Valle del Cauca) y Rioblanco (Tolima). Informe Final Convenio de Coeración No. 14-13-014-184CE de 2015. IAvH – Fundación Ecológica Las Mellizas. Armenia. Colombia. 354 p.

Gorny, M. y L. Grum (Eds.). 1993. *Methods in Soil Zoology*. Elsevier - Polish Scientific Publishers PWN Ltd. Poland, 459 p.

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. 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.

Hofstede, R., P. Segarra y P. Mena V. (Eds). 2003. Los páramos del mundo: Proyecto Atlas Mundial de Páramos. Global Peatland Initiative/NC-UICN/EcoCiencia. Quito. Ecuador. 293 p.
Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. 2004. Estudio general de suelos y clasificación de tierras del departamento del Tolima. CD interactivo. Bogotá D. C. Colombia.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2015. Tomo 1. Colombia afectada por el Niño y la Niña en el período 2012 a 2014 y proyecciones climáticas a 90 años. Bogotá D. C. Colombia. 100 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. 2015. Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá D. C. Colombia. 496 p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2014. Hoja metodológica del Indicador Cambio de Superficie Glaciar (Versión 1.00). Sistema Indicadores Ambientales de Colombia. 8 p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2014a. Indicador Cambio de Superficie Glaciar. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, Grupo de Suelos y Tierras. Bogotá. Archivo Excel.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2010a. Estudio Nacional del Agua. Bogotá D. C. Colombia. 420 p

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2010. Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. IDEAM. Bogotá D. C. Colombia. 72 p.

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. Estudio Nacional del Agua. Bogotá D. C. Colombia. 420 p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2010b. 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. 2008. Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia: Estudio Nacional del Agua – Relaciones de demanda de Agua y Oferta Hídrica. Bogotá D. C. Colombia.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2005. Atlas climatológico de Colombia. MADS. Bogotá D. C. Colombia. 219 p.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC y Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2013. Levantamiento semidetallado de suelos en las zonas de influencia

de los páramos de Colombia: Distrito de Páramos Viejo Caldas – Tolima. Convenio 4340 de 2013. Bogotá D. C. Colombia. 191 p.

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 Investigaciones en Geociencias, Minería y Química - INGEOMINAS. 2001. Geología del departamento del Tolima. Bogotá D. C. Colombia. 100 p.

Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-ambiental y Nuclear – INGEOMINAS. 2001. Mapa Geológico Departamento del Tolima. Escala 1:250.000. Memoria Explicativa. Bogotá D. C. Colombia. 100 p.

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. 2004. Mapa de ecosistemas de los Andes colombianos del año 2000. Escala 1:1.000.000. Bogotá D. C. Colombia.

Lozano, F.H. (Ed). 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, D.C., Colombia, 238 p.

Marín, C., D. Jiménez., G. Medina., M.V. Sarmiento., O.A León. 2014. Propuesta Metodológica para los Estudios Bióticos para la Identificación y Delimitación de los Complejos de Páramos a escala 1:25.000., 53 p.

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.

Ministerio de Cultura. 2015. Caracterización del Pueblo Nasa. Bogotá D. C. Colombia. 14 p.

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 Ataco. 2002. Esquema de Ordenamiento Territorial. Documento Técnico. Capítulo Diagnóstico. 300 p.

Municipio Chaparral. 2000. Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Vigencia 2000 – 2009. Alcaldía Municipal. 74 p.

Municipio Planadas. 2000. Plan Básico de Ordenamiento Territorial – Componente Rural. Vigencia 2000 – 2009. Alcaldía Municipal. 196 p.

Municipio Rioblanco. 2000. Plan Básico de Ordenamiento Territorial – Componente Diagnóstico. Vigencia 2000 -2009. Alcaldía Municipal. 357- 358 p.

Núñez, A y Flórez, D. G. 1991. Mapa geológico de Colombia, Plancha 301-Planadas. Memoria explicativa. Ingeominas. Bogotá, D. C. Colombia.

PNN Las Hermosas. 2005. Plan de Manejo Parque Nacional Natural Las Hermosas 2005 – 2009. Bogotá D. C. Colombia. 266p.

PNN Nevado del Huila. 2005. Plan de Manejo Parque Nacional Natural Nevado del Huila 2005 – 2009. Bogotá D. C. Colombia. 393p.

Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2015. Reservas de Biósfera. Consulta on line. 14 octubre 2015.

Procuraduría General de la Nación - PGN. 2008. Situación de los páramos en Colombia frente a la actividad antrópica y el cambio climático. Informe Preventivo. Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrícolas. Bogotá D. C. Colombia. 107 p.

Resolución 2710 del 27 de diciembre de 2006 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial.

Rivera, D., H. Arrellano, M. C. Pinilla, C. Gamba-Trimiño, 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.

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.

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 GeoGráfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial –SIGOT- 2015. Consulta on line. <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn> (Octubre 15 de 2015)

Southwood, T.R.E. 1978. Ecological Methods with particular reference to the study of insect populations. 2 ed. Chapman and Hall. London. 391 p.

UICN. 2012. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34 p.

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).

Uribe, M. y L. F. Vallejo. 2013. Diversidad de escarabajos Carabidae y Scarabaeidae de un bosque tropical en el Magdalena medio colombiano. Museo de Historia Natural Universidad de Caldas Boletín Científico, 17: 2.

Vilardy, S., Ú. Jaramillo, C. Flórez, J. Cortés-Duque, L. Estupiñán, 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.

Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. Segunda edición. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 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.

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.