ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA HONDA



MUNICIPIO DE PAIPA

con sumercé podemos

2023

INGECONSULT
Ingeniería Y Consultoria

TABLA DE CONTENIDO

1 GENERALIDADES 13
1.1 INTRODUCCIÓN 13
1.2 ALCANCE 14
1.3 MARCO NORMATIVO 14
2 METODOLOGÍA 17
3 ACCIONES PREVIAS 19
3.1 PRIORIZACIÓN DE CUERPOS DE AGUA 19
3.1.1 Criterios relacionados con instrumentos de gestión ambiental (C1) 19
3.1.2 Criterios relacionados con aspectos físico-bióticos (C2) 20
3.1.3 Criterios relacionados con aspectos socio-culturales (C3) 21
3.2 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA 22
3.2.1 Información batimétrica del cuerpo de agua priorizado. 22
3.2.2 Información topográfica de detalle con una precisión en la vertical de: en áreas rurales 20 cm o mayor precisión, y en áreas urbanas 10 cm o mayor precisión. 23
3.2.3 Imágenes de sensores remotos y fotos aéreas disponibles para diferentes períodos históricos desde las más antiguas 25
3.2.4 Modelo digital del terreno (MDT) 26
3.2.5 Información de eventos de inundaciones fluviales lentas o avenidas torrenciales. 27
3.2.6 Cartografía básica escala 1:10.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC 29
3.2.7 Series hidroclimáticas a escala diaria, con registros iguales o superiores a 15 años. 29
3.2.8 Mapa de zonas de vida (escala 1:100000) 30
3.2.9 Geomorfología a escala semidetallada (1:25000) para la cuenca hidrográfica del cuerpo de agua de interés. 31
3.2.10 Información de distribución de fauna y flora asociada a cuerpos de agua y sus riberas. 32
3.2.11 Mapa de geología, geomorfología, suelos, coberturas y usos de la tierra en la cuenca hidrográfica del cuerpo de agua de interés para el establecimiento del modelo hidrológico. 33
3.2.12 Mapa de humedales de Colombia en Escala 1:100000 35
4 ÁREA DE ESTUDIO 36
5 DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE 37
5.1 IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE LAS FORMAS DEL TERRENO ASOCIADAS AL CAUCE PERMANENTE 39
5.1.1 Análisis desde imágenes de sensores remotos y fotografías aéreas 39
5.1.2 Análisis desde relaciones de geometría hidráulica 41
5.1.3 Elaboración del Mapa 1 Geoformas asociadas al cauce permanente Escala 1:25.000 42
5.1.4 Elaboración del Mapa 2 Cauce preliminar con información de campo 42
5.1.4.1 Trabajo de campo (Ver Anexo 1.1 Caracterización geomorfológica) 43
5.1.4.2 Topografía a detalle 46

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

5.1.4.3 Delimitación del cauce preliminar con información de campo 52
5.1.5 Elaboración del Mapa 3 Cauce permanente a escala 1:2.000 54

6 DELIMITACIÓN DEL LÍMITE FÍSICO 55

6.1 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO 55
6.1.1 Geología de la cuenca 55
6.1.1.1 Litología 56
6.1.1.2 Geología estructural 59
6.1.2 Geomorfología de la cuenca 59
6.1.3 Identificación y clasificación de las geoformas de la cuenca que hace parte del municipio de Paipa 65
6.1.3.1 Geoformas de tipo denudacional 65
6.1.3.2 Geoformas de tipo fluvial 67
6.1.3.3 Geoformas de tipo estructural 69
6.1.3.4 Geoformas de tipo volcánico 70
6.1.3.5 Geoformas de tipo antropogénico 70
6.1.4 Caracterización del cauce 71
6.1.4.1 Tipo de corriente 71
6.1.4.2 Pendiente longitudinal 72
6.1.4.3 Definición por tramos 74
6.1.4.4 Sinuosidad del cauce principal (Índice de sinuosidad) 74
6.1.4.5 Área de la cuenca y geometría hidráulica 75
6.1.4.6 Cambios en la morfología por intervención antrópica. 76
6.1.5 Tipo de morfología 77
6.1.5.1 Descripción de la corriente 78
6.1.5.2 Geomorfología 79
6.1.6 Nacimiento 111
6.1.7 Desembocadura 111
6.1.8 Componente geomorfológico 111

6.2 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE HIDROLÓGICO 112
6.2.1 Metodología para el desarrollo 114
6.2.1.1 Información hidroclimatológica 114
6.2.2 Caracterización morfométrica 116
6.2.2.1 Morfometría en relación a la forma de la cuenca 116
6.2.2.2 Morfometría en relación al relieve 120
6.2.2.3 Morfometría en relación con la red de drenaje 126
6.2.3 Número de curva 133
6.2.4 Análisis de lluvias 135
6.2.4.1 Completamiento de datos mensuales 135
6.2.4.2 Precipitación media multianual 135
6.2.4.3 Precipitación máxima en 24 horas 138
6.2.4.4 Análisis estadístico 141
6.2.5 Estimación de intensidad 144
6.2.5.1 Hietogramas de diseño 146
6.2.6 Análisis de caudales 147
6.2.6.1 Información no sistemática 148
6.2.6.2 Información desde la modelación de los procesos de transformación de lluvia en escorrentía y del comportamiento de los flujos tanto en cauce como en ribera 152
6.2.6.3 Modelación hidrológica 153
6.2.7 Desarrollo hidráulico 156
6.2.7.1 Condiciones de frontera 158
6.2.7.2 Resultados modelación hidráulica (Ver Anexo 4. Modelaciones Hidráulicas) 163

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.2.8 Componente hidrológico 165

6.3 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE ECOSISTÉMICO 165
6.3.1 Metodología para el componente ecosistémico 166
6.3.1.1 Metodología para la identificación de Zonas de Vida 167
6.3.1.2 Caracterización florística y estructural de las zonas de vida en cobertura vegetal nativa 168
6.3.1.3 Caracterización de Fauna 171
6.3.1.4 Técnicas de registro por grupo faunístico 172
6.3.2 Resultados 173
6.3.2.1 Climatología 173
6.3.2.2 Zonas de Vida 179
6.3.2.3 Coberturas vegetales 182
6.3.2.4 Estructura y composición florística 194
6.3.2.5 Fauna 216
6.3.3 Factor N 225
6.3.4 Componente ecosistémico 228

6.4 DEFINICIÓN DEL LÍMITE FÍSICO DE LA RONDA HÍDRICA 231

7 DIRECTRICES PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LAS RONDAS HÍDRICAS 233

7.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LA RONDA HÍDRICA ESTABLECIDOS EN EL ARTÍCULO 206 DE LA LEY 1450 DE 2011 233

7.2 COMPONENTE SOCIAL Y DE PARTICIPACIÓN 236
7.2.1 Contexto territorial, demográfico, económico y cultural del Municipio de Paipa 236
7.2.1.1 Contexto Territorial 236
7.2.1.2 Contexto Demográfico 239
7.2.1.3 Contexto económico 243
7.2.1.4 Contexto cultural 246
7.2.2 Encuentros con la Comunidad 246
7.2.2.1 Primera fase: Recolección de información y cartografía social 247
7.2.2.2 Segunda fase: Socialización de resultados y aplicación de encuestas 249

7.3 IDENTIFICACIÓN DE ACTORES 251
7.3.1 Metodología 251
7.3.2 Etapa 1: Reconocimiento de los Actores 253
7.3.2.1 Investigación Y Recopilación De Información Para Identificar A Los Actores 253
7.3.2.2 Diseño y aplicación de encuestas 254
7.3.3 Etapa 2: Caracterización De Actores 256
7.3.3.1 Categorización De Los Principales Actores Identificados 256
7.3.3.2 Identificación de las Funciones y Roles 261
7.3.4 Etapa 3: Análisis De Los Actores Identificados 264
7.3.4.1 Identificación de niveles de poder e interés 264
7.3.4.2 Mapa de Actores 266

7.4 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS 267
7.4.1 Metodología 269
7.4.2 Identificación de servicios ecosistémicos 270

7.5 ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LAS RONDAS HÍDRICAS 276
7.5.1 Metodología 278

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

7.5.2 Identificación de las zonas homogéneas de la Ronda Hídrica 278
7.5.3 Categoría de Manejo ambiental de la Ronda hídrica de la quebrada Honda 284
7.5.4 Estrategias de manejo ambiental 285
7.5.4.1 Estrategias de Preservación 286
7.5.4.2 Estrategias de Restauración 288
7.5.4.3 Estrategias de Uso Sostenible 289
7.5.4.4 Estrategias de manejo ambiental detalladas para quebrada Honda 292
7.5.5 Recomendaciones particulares 302
8 BIBLIOGRAFÍA 304

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Marco Normativo sobre rondas hídricas en Colombia 15
Tabla 2. Calificación para cada drenaje 22
Tabla 3. Fotografías aéreas con cobertura en las quebradas objeto de estudio 25
Tabla 4. Estaciones IDEAM. 29
Tabla 5. Puntos de control fotogrametría 47
Tabla 6. Muestra de cartera topográfica (Batimetría) 50
Tabla 7. Tabla de estructuras 50
Tabla 8. Relación técnica de tramos críticos 51
Tabla 9. Descripción geológica de la cuenca 57
Tabla 10. Ambientes y subunidades geomorfológicas de la cuenca 59
Tabla 11. Tipología de corrientes por índice de sinuosidad 74
Tabla 12. Relaciones ambientes morfológicos presentes en la zona de estudio. 79
Tabla 13. Relación de los componentes geomorfológicos del ambiente denudacional de la zona de estudio 81
Tabla 14. Relación de los componentes geomorfológicos del ambiente fluvial de la zona de estudio 86
Tabla 15. Relación de los componentes geomorfológicos del ambiente estructural de la zona de estudio 100
Tabla 16. Relación de los componentes geomorfológicos del ambiente volcánico de la zona de estudio 103
Tabla 17. Relación de los componentes geomorfológicos del ambiente antropogénico de la zona de estudio 105
Tabla 18. Datos estaciones hidroclimatológicas 115
Tabla 19. Clasificación de áreas 116
Tabla 20. Valores interpretativos del factor forma. 119
Tabla 21. Formas de la cuenca de acuerdo con el coeficiente de compacidad. 120
Tabla 22. Clasificación de las cuencas de acuerdo con la pendiente media 121
Tabla 23. Cálculos de la curva hipsométrica de la quebrada Honda zona hidrográfica S1 quebrada Honda Baja 122
Tabla 24. Cálculos de la curva hipsométrica de la quebrada Honda zona hidrográfica S2 quebrada El Gorrero 123
Tabla 25. Cálculos de la curva hipsométrica de la quebrada Honda zona hidrográfica S3 quebrada Honda Alta 124
Tabla 26. Patrones de drenaje erosionales 127
Tabla 27. Orden de corriente y coeficiente de bifurcación quebrada Honda 131
Tabla 28. Rangos aproximados de la densidad de drenaje 132
Tabla 29. Número de curva 135
Tabla 30. Registro de precipitación mensual en 24 HRS 140
Tabla 31. Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov para Gumbel 141
Tabla 32. Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov para Distribución Normal 142
Tabla 33. Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov para Distribución LogNormal 143
Tabla 34. Precipitación, probabilidades de no excedencia y tiempo de retorno 144
Tabla 35. Parámetros de ajuste de la regresión (valores para Colombia) 145
Tabla 36. Intensidades de lluvia cuenca quebrada Honda 145
Tabla 37. Parámetros de entrada modelo hidrológico 154
Tabla 38. Caudales modelación hidrológica 155
Tabla 39. Valores del coeficiente de rugosidad n 159
Tabla 40. Estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis climatológico del municipio de Paipa 173
Tabla 41. Temperaturas máximas y mínimas mensual promedios anuales por estación. 176

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 42. Evapotranspiración Potencial por estación. 178
Tabla 43 Resumen de datos climatológicos para las zonas de vida 180
Tabla 44. Coberturas y Proporción en Hectáreas para Quebrada Honda 182
Tabla 45.Tipos de Coberturas para la Cuenca Quebrada Honda Según Metodología Corine Land Cover –CLC- 193
Tabla 46. Coordenadas puntos de muestreo Quebrada Honda 194
Tabla 47. especies endémicas del municipio de Paipa 196
Tabla 48. Especies presentes en la quebrada Honda 199
Tabla 49. Especies arbóreas en la Quebrada Honda 200
Tabla 50. Especies arbóreas en la zona de vida Bosque seco Montano Bajo 201
Tabla 51. Especies arbóreas en la zona de vida Bosque húmedo Montano 201
Tabla 52. Índice de Valor de Importancia para las especies Nativas de la Quebrada Honda 202
Tabla 53. Índice de Valor de Importancia para la zona de vida Bosque seco Montano bajo 203
Tabla 54. Promedio de Altura para el Bosque Seco Montano Bajo. 204
Tabla 55. Promedio de Altura para el Bosque húmedo montano 204
Tabla 56. Aves en el municipio de Paipa. 217
Tabla 57. Especies de Fauna presentes en la Quebrada Honda. 219
Tabla 58. Especies de Mamíferos vulnerables en el municipio de Paipa 224
Tabla 59. Especies de Reptiles en el municipio de Paipa 225
Tabla 60. Especies de peces presentes en la quebrada Honda 225
Tabla 61. Escala de valores para la clasificación de densidades de drenaje 226
Tabla 62. Rangos de clasificación de áreas aferentes 226
Tabla 63. Rangos de clasificación de áreas aferentes 226
Tabla 64. Determinación del valor "N" para cada unidad geomorfológica 227
Tabla 65. Componente ecosistémico para cada unidad geomorfológica 229
Tabla 66 Elementos constituyentes en la ronda hídrica del área de estudio 235
Tabla 67 Distribución Área Rural del Municipio de Paipa 236
Tabla 68 Distribución Área Urbana del Municipio de Paipa 237
Tabla 69 Estadísticas y Proyecciones censo DANE 2018 del Municipio de Paipa 239
Tabla 70. Distribución poblacional por veredas – zona rural 1991, 1998 y 2016 240
Tabla 71. Población Vereda La Playa 242
Tabla 72. Población Vereda Quebrada Honda 242
Tabla 73 Necesidades Básicas Insatisfechas 243
Tabla 74. Ámbito de influencia geográfico 257
Tabla 75. Base De Datos de actores del ámbito municipal. 259
Tabla 76. Actores según su tipología. 259
Tabla 77. Roles de los actores en los ámbitos nacional, regional y local. 261
Tabla 78. Variables que contribuyen a la influencia o poder de diferentes actores. 264
Tabla 79 Criterios de identificación servicios ecosistémicos 269
Tabla 80. Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento. 270
Tabla 81. Servicios ecosistémicos de regulación. 271
Tabla 82. Servicios ecosistémicos de apoyo o sostenimiento. 273
Tabla 83. Servicios ecosistémicos culturales. 274
Tabla 84. Medidas de Manejo Ambiental de las áreas 279
Tabla 85. Calificación de las coberturas 281
Tabla 86. Calificación de la geomorfología 281
Tabla 87. Calificación de las zonas homogéneas del IGAC 282
Tabla 88. Medidas de Manejo Ambiental de las zonas homogéneas. 284
Tabla 89. Áreas de las zonas estratégicas de manejo de la Ronda hídrica 284
Tabla 90. Propuesta de usos zonas de Preservación 287
Tabla 91. Propuesta de usos zonas de Restauración 288
Tabla 92. Propuesta de usos categoría de uso sostenible 291

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 93. Estrategia 1 292
Tabla 94. Estrategia 2 293
Tabla 95. Estrategia 3 294
Tabla 96. Estrategia 4 295
Tabla 97. Estrategia 5 296
Tabla 98. Estrategia 6 298
Tabla 99. Estrategia 7 299
Tabla 100. Plan de recuperación de la Ronda Hídrica 300

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Fases y actividades para el acotamiento de la ronda hídrica y el establecimiento de las estrategias para su manejo ambiental 17
Figura 2. Componentes físico-bióticos para fijar el límite físico de la ronda hídrica en sistemas lóticos. 18
Figura 3. Elementos constituyentes de la ronda hídrica de acuerdo con el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 para sistemas lóticos 18
Figura 4. Batimetría realizada al cauce de quebrada Honda 23
Figura 5. Ortofoto detallada del cauce de quebrada Honda 24
Figura 6. DTM detallado del cauce de quebrada Honda 24
Figura 7. Ortofotomosaico 2018 25
Figura 8. Cobertura de fotografías aéreas 26
Figura 9. Modelo digital del terreno (MDT) 2016 27
Figura 10. Mapa de amenaza por inundaciones 28
Figura 11. Mapa de amenaza por inundaciones 28
Figura 12. Cartografía base digital a escala 1:10.000 29
Figura 13. Estaciones IDEAM en el área de influencia de Paipa 30
Figura 14. Zonas de vida (1:100.000) para cada cuenca hidrográfica 31
Figura 15. Geomorfología a escala semidetallada (1:25.000) para la cuenca hidrográfica 32
Figura 16. Cartografía temática recopilada (PBOT Paipa) 33
Figura 17. Municipio de Paipa en el mapa de humedales de Colombia 35
Figura 18. Localización de la cuenca de la quebrada Honda 36
Figura 19. Caudal formador de la Q Honda para un periodo de retorno de 2.33 años 38
Figura 20. Insumos, actividades y productos para definir el cauce permanente en sistemas lóticos 39
Figura 21. Modificación del cauce (Quebrada Honda) 40
Figura 22. Delimitación preliminar del cauce permanente de la quebrada Honda 41
Figura 23. Estaciones en campo (Quebrada Honda) 43
Figura 24. Puntos de control geomorfología (Quebrada Honda) 44
Figura 25. Productos fotogrametría (Quebrada Honda) 48
Figura 26. Evidencia fotográfica de las zonas críticas 51
Figura 27. Batimetría de quebrada Honda. 52
Figura 28. Delimitación preliminar del cauce permanente a partir de topografía detallada 53
Figura 29. Cauce permanente preliminar con información de campo de la quebrada Honda 53
Figura 30. Cauce permanente de la quebrada Honda 54
Figura 31. Insumos, actividades y productos para definir el componente geomorfológico 56
Figura 32. Geología de la cuenca 57
Figura 33. Geomorfología de la cuenca 65
Figura 34. Geomorfología de la cuenca que hace parte del municipio de Paipa 71
Figura 35. Perfil transversal de quebrada Honda 73
Figura 36. Intervención antrópica en la parte baja de la quebrada Honda 73

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 37. Delimitación por tramos en la quebrada Honda 74
Figura 38. Clasificación del patrón del canal 75
Figura 39. Distribución porcentual de los ambientes morfogénicos 80
Figura 40. Componentes geomorfológicos presentes en la quebrada Honda 80
Figura 41. Distribución porcentual de los componentes del ambiente denudacional 81
Figura 42. Loma Denudada Corta y Abrupta (Dldca) 83
Figura 43. Distribución porcentual de los componentes del ambiente fluvial 87
Figura 44. Distribución porcentual de los componentes del ambiente estructural 100
Figura 45. Lomo de longitud corta (Sllc) 101
Figura 46. Distribución porcentual de los componentes del ambiente volcánico 103
Figura 47. Distribución porcentual de los componentes del ambiente antropogénico 105
Figura 48. Componente geomorfológico para la quebrada Honda 112
Figura 49. Insumos, actividades y productos para definir el componente hidrológico 113
Figura 50. Localización de estaciones del IDEAM 115
Figura 51. Cuenca quebrada Honda 117
Figura 52. Hidrógrafas para cuencas con la misma área y diferentes formas ante una lámina precipitada de igual magnitud 118
Figura 53. Comparación de la forma de cuencas según valores del Coeficiente de Compacidad 120
Figura 54. Cambio de forma de la curva hipsométrica con la edad del río 122
Figura 55. Curva hipsométrica de la Quebrada Honda zona hidrográfica S1 quebrada Honda Baja 125
Figura 56. Curva hipsométrica de la Quebrada Honda zona hidrográfica S2 quebrada El Gorrero 125
Figura 57. Curva hipsométrica de la Quebrada Honda zona hidrográfica S3 quebrada Honda Alta 126
Figura 58. Número de orden de drenaje según Horton 129
Figura 59. Número de orden de drenaje quebrada Honda 130
Figura 60. Triangulo textural 133
Figura 61. Número de Curva 134
Figura 62. Precipitación media mensual de cada zona hidrográfica 136
Figura 63. Precipitación media mensual multianual (mm) 137
Figura 64. Isoyetas 138
Figura 65. Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Estación Cerezo EL [24030510] 139
Figura 66. Modelo estadístico Gumbel 142
Figura 67. Modelo estadístico Normal 143
Figura 68. Modelo estadístico LogNormal 144
Figura 69. Curvas IDF cuenca quebrada Honda 146
Figura 70 Hietogramas 147
Figura 71. Formato de Encuestas con comunidades 149
Figura 72. Condiciones de frontera 154
Figura 73. Hidrograma de caudales (m^3/s) 155
Figura 74. Localización del cauce priorizado para modelación cuenca quebrada 156
Figura 75. Topo batimetría usada en el Modelo de inundación fluvial 158
Figura 76. Coeficiente de rugosidad quebrada Honda 162
Figura 77. Geometría hidráulica – Modelo de inundación fluvial 163
Figura 78. Inundación - Altura lámina de agua (m) periodo de retorno 2.33 años 164
Figura 79. Inundación - Altura lámina de agua (m) periodo de retorno 15 años 164
Figura 80. Componente hidrológico (Quebrada Honda) 165
Figura 81. Insumos, actividades y productos para definir el componente ecosistémico 166
Figura 82. Zonas de Vida de Holdridge. 168
Figura 83. Gráfico precipitación Paipa 174
Figura 84. Gráfico precipitación Estación Palermo 175

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 85. Distribución espacial de la precipitación media anual 175
Figura 86. Temperatura Promedio Estación Tunguavita 176
Figura 87. Temperatura Promedio Por Estaciones 177
Figura 88. Distribución espacial de la temperatura media anual 177
Figura 89. Distribución espacial de la Evapotranspiración media anual 179
Figura 90. Zonas de vida para el municipio de Paipa 180
Figura 91. Mapa de coberturas para la cuenca quebrada Honda, municipio de Paipa 183
Figura 92. IVI de las especies de la Quebrada Honda. 202
Figura 93. Factor H (Quebrada Honda) 216
Figura 94. Factor N (Quebrada Honda) 228
Figura 95. Componente ecosistémico (Quebrada Honda) 231
Figura 96. Límite físico de la ronda hídrica (Quebrada Honda) 232
Figura 97. Identificación de los elementos constituyentes de la ronda hídrica (flecha roja) cuando el primero (flecha azul) es igual al componente hidrológico (< 30 metros) y el resto es hasta el límite de la envolvente de los otros dos componentes (geomorfológico y ecosistémico) en sistemas lóticos. 234
Figura 98. Faja paralela (Componente hidrológico) y Área de protección o conservación aferente (Componentes ecosistémico y geomorfológico) 234
Figura 99 Proporciones de área de los elementos constituyentes de la ronda hídrica 235
Figura 100. Mapa Categorización Del Suelo Municipio De Paipa – Boyacá. 238
Figura 101. Ubicación de la quebrada Honda 238
Figura 102. Población desagregada por sexo y área del Municipio De Paipa – Boyacá (2024) 239
Figura 103. Alfabetismo y analfabetismo de la población del Municipio De Paipa (2018) 240
Figura 104. Variación de población por veredas y años 241
Figura 105. Cultivos de mayor producción en la entidad 244
Figura 106. Inventario pecuario 244
Figura 107. Valor agregado total y por actividades económicas 246
Figura 108. Lineamientos Metodológicos para la identificación, caracterización y priorización de los actores vinculados a un proyecto 252
Figura 109. Metodología para la identificación de los actores vinculados a un proyecto 252
Figura 110. Actores identificados según el ámbito de influencia 258
Figura 111. Distribución de los actores según su ámbito de influencia 258
Figura 112. Actores identificados según su tipología 260
Figura 113.Distribucion de los actores según su tipología 261
Figura 114. Matriz de posición - influencia 265
Figura 115. Mapa de actores 267
Figura 116. Servicios Ecosistémicos 269
Figura 117. Áreas de la ronda hídrica que por sus atributos deberán ser preservadas 279
Figura 118. Categorías de manejo de la Ronda hídrica 285

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Registro fotográfico de las evidencias en campo 45
Fotografía 2 Modificación intencional de la Quebrada Honda 77
Fotografía 3 Deslizamiento indiferenciado (Ddi) 82
Fotografía 4 Lomo denudado bajo de longitud media (Dldebm) 83
Fotografía 5 Ladera ondulada corta e inclinada (Dloci) 84
Fotografía 6 Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo) 85
Fotografía 7 Planicie de laderas cortas (Dplc) 85
Fotografía 8 Pool (CP) 88
Fotografía 9 Dammed pool (CPd) 89

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Fotografía 10 Step (CT) 90
Fotografía 11 Cauce Aluvial Permanente (Fcap) 91
Fotografía 12 Cauce Aluvial (Fca) 91
Fotografía 13 Desembocadura (Fdes) 92
Fotografía 14 Manantial (Fmntl) 93
Fotografía 15 Plano o llanura de inundación (Fpi) 93
Fotografía 16 Tributario (Ft) 94
Fotografía 17 Terraza de acumulación (Fta) 95
Fotografía 18 Escarpe de terraza de acumulación (Ftae) 95
Fotografía 19 Terraza de acumulación subreciente (Ftas) 96
Fotografía 20 Zona de Encharcamiento (Fze) 97
Fotografía 21 Aquatic vegetation (VA) 98
Fotografía 22 Large Wood Jam (VP) 99
Fotografía 23 Espolón bajo de longitud larga (Sesbl) 101
Fotografía 24 Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc) 102
Fotografía 25 Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle) 103
Fotografía 26 Criptodomo (Vcd) 104
Fotografía 27 Culvert (AF) 106
Fotografía 28 Ford (AG) 106
Fotografía 29 Bridge (AH) 107
Fotografía 30 Artificial Levée or Embankment (AM) 108
Fotografía 31 Planos y Campos de Llenos Antrópicos (Ar) 108
Fotografía 32 Represamiento antrópico (Arp) 109
Fotografía 33 Reservorio (Ars) 110
Fotografía 34 Superficie de Explanación (Asp) 110
Fotografía 35 Desembocadura de la quebrada Honda en la quebrada Salitre 111
Fotografía 36 Mapa Cartografía Social 151
Fotografía 37 Cartografía Social 152
Fotografía 38. Búsqueda de fauna 171
Fotografía 39. Método de observación 172
Fotografía 40.Tejido Urbano Discontinuo 184
Fotografía 41. Red vial y terrenos asociados 184
Fotografía 42. Pastos limpios 185
Fotografía 43. Pastos arbolados 186
Fotografía 44. Mosaico de pastos y cultivos 187
Fotografía 45. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 187
Fotografía 46. Mosaico de pastos con espacios naturales 188
Fotografía 47. Plantación Forestal 189
Fotografía 48. Arbustal denso. 189
Fotografía 49. Arbustal abierto 190
Fotografía 50. Herbazal bajo de tierra firme no arbolado 191
Fotografía 51. Herbazal denso de tierra firme 191
Fotografía 52. Quebrada Honda 192
Fotografía 53. Vegetación en la quebrada 192
Fotografía 54. Toma de datos de vegetación 195
Fotografía 55 Viburnum triphyllum- Chuque 204
Fotografía 55 Arrayan - Myrcianthes leucoxyla 205
Fotografía 56 Aliso- Alnus acuminata 205
Fotografía 57 Mora Silvestre 206
Fotografía 58 Acacia decurrens- Acacia 206
Fotografía 59 Tillandsia incarnata- Quiche 207
Fotografía 60 Tillandsia incarnata- Quiche 207

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Fotografía 61 Eucaliptus globulus 208
Fotografía 62 Sauce 208
Fotografía 63 Tillandsia sp - Bromelia 209
Fotografía 64 Pino cipres 209
Fotografía 65 Pino Patula 210
Fotografía 66 Montanoa ovalifolia 210
Fotografía 67 Garrocho o Chuque 211
Fotografía 68 Hayuelo 211
Fotografía 69 Borrachero- Brugmansia arborea 212
Fotografía 70 Barba de viejo- Tillandsia usneoides 212
Fotografía 71 Plantación Forestal de Pino y Eucalipto 213
Fotografía 72 Tuno esmeraldero- Miconia squamulosa 213
Fotografía 73 Hayuelo - Dodonaea viscosa 214
Fotografía 74 Laurel de monte- Ocotea arnottiana 214
Fotografía 75 Encenillo- Weinmannia tomentosa 215
Fotografía 77 Roble - Quercus humboldtii 215
Fotografía 77 Turdus fuscater- Mirla patinaranja 219
Fotografía 78 Zenaida auriculata- Torcaza Nagüiblanca 220
Fotografía 79 Ardea alba- Garza real 220
Fotografía 80 Zonotrichia capensis- Copetón 221
Fotografía 81 Tyrannus melancholicus- Sirirí común 221
Fotografía 82 Golondrina 222
Fotografía 83 Alcaraván - Vanellus chilensis 222
Fotografía 84 Sturnella magna- Chirlobirlo 223
Fotografía 85 Garrapatero- Crotophaga ani 223
Fotografía 86 Mapa Cartografía Social 249
Fotografía 87. Socialización de Resultados y aplicación de encuestas 256

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El agua y los recursos hídricos constituyen el eje de cualquier gestión orientada a satisfacer necesidades humanas, mejorar la salud de los ecosistemas, planificar y definir estrategias para garantizar óptimas condiciones de aprovechamiento energético y, desde luego, proteger y cuidar la Vida como estrategia esencial de la sostenibilidad de los territorios y el planeta en general. (IDEAM, 2023, pág. 23), y considerando que es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecosistémica y fomentar la educación para el logro de estos fines (Constitución Política de Colombia, 1991, pág. Art 79), es necesario tomar acciones eficaces y efectivas para avanzar en el reconocimiento, definición y protección de las rondas hídricas y su incorporación como determinante ambiental en el ordenamiento territorial, de ahí que el municipio de Paipa ha enfocado esfuerzos para realizar los estudios para el acotamiento de las Rondas hídricas, por su pequeña dimensión en comparación con los drenajes principales de la jurisdicción, entre otros criterios, no son considerados en la resolución 4361 (CORPOBOYACA, 2018) por la cual se establece el orden de priorización para el acotamiento de rondas hídricas de los cuerpos de agua naturales superficiales lóticos en la jurisdicción de Corpoboyacá, razón por la cual con el apoyo y dirección de la corporación, se realiza este estudio.

La ronda hídrica es conocida a nivel internacional como zona riparia o ribereña, región de transición y de interacciones entre los medios terrestre y acuático (MINAMBIENTE, 2018, pág. 11), es una figura de protección del recurso hídrico, cuyos componentes corresponden a espacios geográficos que aplican a todos los cuerpos de agua del país tanto en suelos rurales como urbanos, son áreas en que se dan los intercambios de agua, sedimentos y nutrientes que dan sustento a la interacción de diferentes procesos físicos, químicos y biológicos a lo largo de las cuencas hidrográficas y considerando que su objeto es de protección y conservación, las mismas deben tener un manejo ambiental que permita orientar aprovechamientos sostenibles de los recursos naturales renovables y evitar la generación de condiciones de riesgo al impedir la exposición de personas, bienes y servicios en dichas áreas que son frecuentemente inundables en las partes medias y bajas de las cuencas hidrográficas principalmente (MINAMBIENTE, 2018).

La oferta hídrica es fundamental para el desarrollo económico y social de los territorios, pero debido al crecimiento poblacional hay un incremento de la demanda del recurso hídrico y de la contaminación (Mendieta, 2021). Los suelos también sufren una creciente presión por la intensificación de su uso para la agricultura, la silvicultura, el pastoreo y la urbanización. Estas presiones, combinadas con usos y prácticas de gestión no sostenibles, así como los fenómenos climáticos extremos, causan una degradación importante de los recursos naturales (FAO Y MADS, 2018, pág. 1).

Uno de los mayores problemas que afectan las fuentes hídricas es la alteración o desaparición paulatina de la zona de protección que, aunque por ley es definida y protegida no se ha cuidado de manera adecuada, lo que ocasiona un daño grave a los servicios ambientales que ofrece ese ecosistema y como consecuencia natural la desaparición del

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

recurso hidrico, es de gran importancia acotar las rondas hídricas de los cuerpos de agua, dada la interrelación entre la corriente de agua y la ronda hídrica, la alteración de alguna de las dos puede afectar los procesos comunes a ellas ((Jarro, 2004). Las zonas aledañas a las quebradas se han visto afectadas por el cambio que se ha presentado en la cobertura vegetal, sustitución de vegetación nativa por vegetación exótica como pinos, eucaliptos y acacias y la ampliación de áreas para pastoreo.

El acotamiento de las rondas hídricas es de gran importancia, como primer aspecto, con el fin de reconocerla y preservar su funcionalidad ecosistémica y ambiental; en segundo término, como instrumento asociado con la gestión del riesgo, ya que permite disminuir la vulnerabilidad del territorio, ante los fenómenos climáticos que se presentan en el país de manera recurrente. (Josa Paz, Ortiz Gómez, Villacres Díaz, & Mafla Chamorro, 2018). Es preciso entender que la necesidad, no solo es la de establecer un límite físico, sino también la de proteger, conservar y dar uso sostenible a los recursos naturales, principalmente el recurso hídrico, mediante la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica. (Josa Paz, Ortiz Gómez, Villacres Díaz, & Mafla Chamorro, 2018, pág. 77)

Este Informe se realizó conforme a los criterios establecidos por la guía técnica para la delimitación de rondas hídricas en Colombia" (MINAMBIENTE, 2018), adoptada mediante la Resolución 0957 (MINAMBIENTE, 2018) e incluye, la delimitación física de la ronda, sus elementos constitutivos (faja paralela y zona aferente), definidos a partir de las envolventes hidrológica, ecosistémica y geomorfológica; así como, las zonas de preservación, restauración y uso sostenible, y las medidas de manejo para cada una de ellas.

1.2 ALCANCE

Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica del cuerpo de agua lotico priorizado en el municipio de Paipa (quebrada Honda), pertenecientes a la jurisdicción de Corpoboyacá; de acuerdo a lo estipulado por el contrato 625 de 2023 entre el municipio de Paipa e Ingeconsult JYC.sas con la supervisión y direccionamiento de la Corporación Autónoma de Boyacá, conforme al Marco normativo y siguiendo los criterios establecidos por la guía técnica para la delimitación de rondas hídricas en Colombia" (MINAMBIENTE, 2018)

1.3 MARCO NORMATIVO

En Colombia existen diversas leyes, decretos, resoluciones y normas que regulan y reglamentan lo referente a las Rondas hídricas, el Congreso De La República y el Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible (MADS) son los encargados de expedir la normativa a nivel nacional que rige en temas ambientales, el MADS es el principal encargado de formular, adoptar y coordinar la política nacional ambiental, es el responsable de la gestión integral del recurso hídrico, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos cuyo objetivo principal el de garantizar la sostenibilidad del recurso, mediante la gestión y el uso eficiente y eficaz del agua. (MINAMBIENTE, 2023)

Desde Decreto 2811 de 1974, se han mencionado y planteado regulaciones a las fajas paralelas a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, pero no es sino hasta la Ley 1450 de 2011 (artículo 206), que se trata por primera vez el término

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

de “Ronda Hídrica” y como resultado de su reglamentación, se expide el Decreto 2245 de 2017 el cual adiciona una sección relacionada con el acotamiento de estas rondas al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible (Decreto 1076 de 2015), en 2018 con la resolución 957 de 2018 se adopta la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia, metodología que se aplica para la realización de este proyecto.

A continuación, se presenta una tabla resumen de la normativa relacionada a las Rondas Hídricas desde 1974 hasta la actualidad.

Tabla 1. Marco Normativo sobre rondas hídricas en Colombia

NORMA	ART	DESCRIPCIÓN
Constitución política	8	Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación
	63	Los bienes públicos son inalienables, imprescriptibles e inembargables.
	79	Establece que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano y que es deber del Estado y de los particulares el de proteger las riquezas naturales, la diversidad e integridad del ambiente y conservar las áreas de especial importancia ecológica de la Nación.
	80	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.
	95	Es deber del Estado velar por la protección e integridad del espacio público y por su destinación al uso común.
Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974) (Congreso de la República de Colombia, 1974)	83 – Literal d)	“Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado: d) Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho”. Sin embargo, esta misma norma define los criterios para la explotación y ocupación de cauces, playas y lechos; las servidumbres de riberas, la construcción y funcionamiento de obras hidráulicas; el uso, la conservación y la preservación de cauces y de las aguas.
Ley 1450 de 2011 Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para Todos” (Congreso de la República de Colombia, 2011)	206	Define las competencias de las Corporaciones Autónomas Regionales para efectuar en el área de su jurisdicción, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d) del artículo 83 del Decreto 2811 De 1974
Decreto 1076 de 2015 (Deroga el Decreto 877 de 1976)	2.2.3.2.3A.1. 2.2.3.2.3A.2	Compilatorio de las normas reglamentarias del Sector Ambiente. La ronda hídrica se constituye en una norma de superior jerarquía y determinante ambiental.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

NORMA	ART	DESCRIPCIÓN
Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible (MINAMBIENTE, 2015)		
Decreto 2245 de 2017 (MINAMBIENTE, 2017)		"Por el cual se reglamenta el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas y describe los criterios mínimos.
Resolución 957 de 2018. (MINAMBIENTE, 2018)		Adopto la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia”.
Circular MIN-8000-2-01322 de fecha 2 de abril de 2020 (MINAMBIENTE, 2020)		El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emitió algunas claridades conceptuales respecto de definiciones relacionadas con cauces y drenajes
Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico –PNGIRH (MINAMBIENTE, 2010)		Tiene como objetivo principal el de garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante la gestión y el uso eficiente y eficaz del agua, gestión que se debe articular a los procesos de ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica,
Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia (MINAMBIENTE, 2001)		La Política relacionada con los humedales interiores tiene como objetivo general el de propender por su conservación y uso sostenible con el fin de mantener y obtener beneficios ecológicos, económicos y socio-culturales, como parte integral del desarrollo del País.
Política Nacional para la gestión integral de la Biodiversidad y sus Servicios ecosistémicos –PNGIBSE (MINAMBIENTE, 2012)		Está orientada a “Promover la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, de manera que se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos, a escalas nacional, regional, local y transfronteriza, considerando escenarios de cambio y a través de la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil”.

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsultjc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

2 METODOLOGÍA

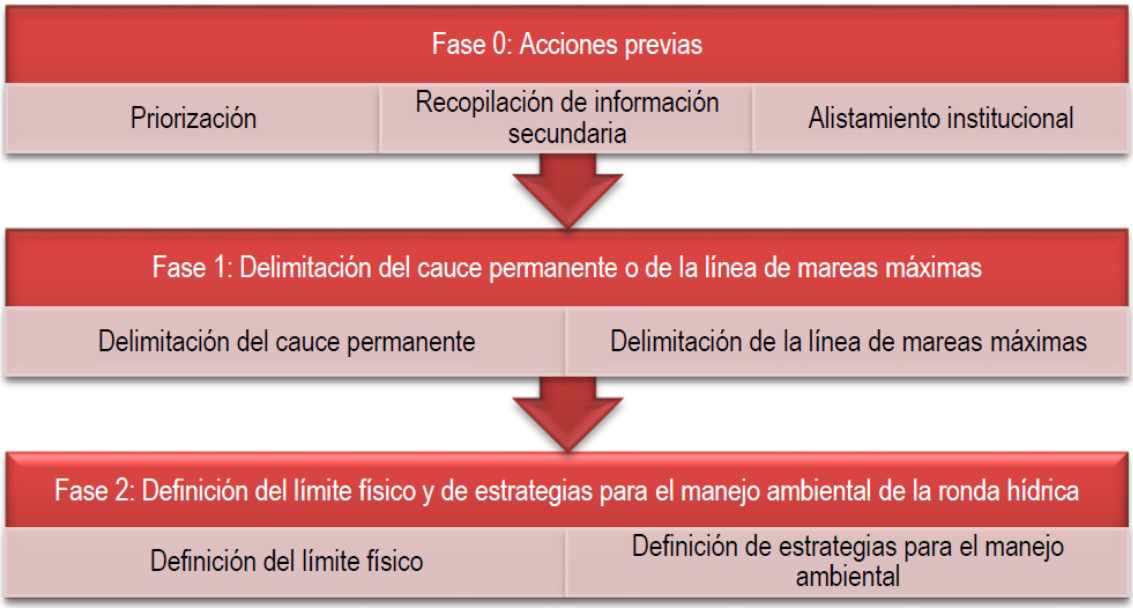
Según el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011, la ronda hídrica corresponde a "la faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho y el área de protección o conservación aferente". En 2018 con la resolución 957 de 2018 se adopta la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia (MINAMBIENTE, 2018), metodología que se aplica para este proyecto, se realiza siguiendo las tres fases siguientes:

Fase 0. Acciones previas: El objetivo de esta fase, es determinar el marco de prioridades, para intervenir los cuerpos de agua, siendo necesario para ello, la realización de un análisis multicriterio y la recopilación de información secundaria.

Fase 1. Delimitación del cauce permanente o de la línea de mareas máximas: Consiste en identificar el cauce correspondiente a banca llena o el cauce natural activo, el cual tiene capacidad hidráulica para transitar el flujo de caudales asociados a la ocurrencia de eventos de crecientes propias de la dinámica hidrológica de un período interanual normal. (MINAMBIENTE, 2018)

Fase 2. Delimitación del cauce permanente y Delimitación del límite físico y definición de medidas de manejo ambiental: Se debe iniciar definiendo el límite funcional desde el punto de vista geomorfológico, hidrológico y ecosistémico, el límite físico de la ronda hídrica es el resultado de la envolvente que genera la superposición de los tres componentes. (Figura 2)

Figura 1. Fases y actividades para el acotamiento de la ronda hídrica y el establecimiento de las estrategias para su manejo ambiental

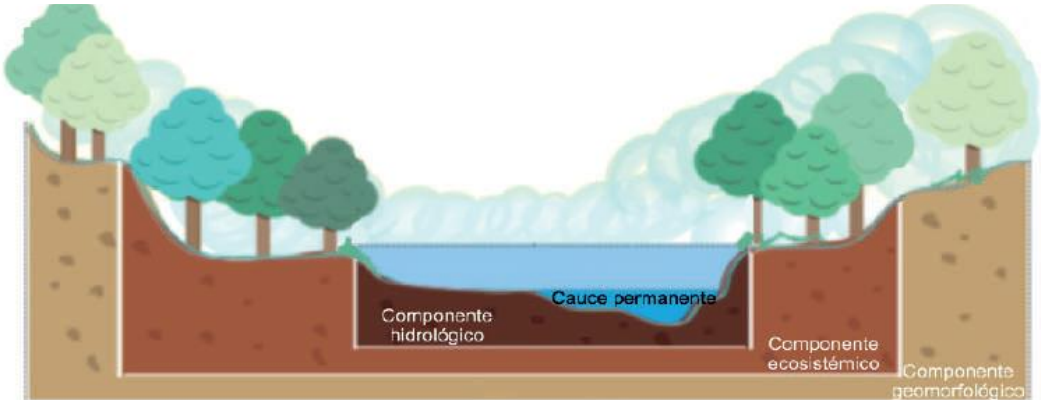


Fuente: (MINAMBIENTE, 2018)

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

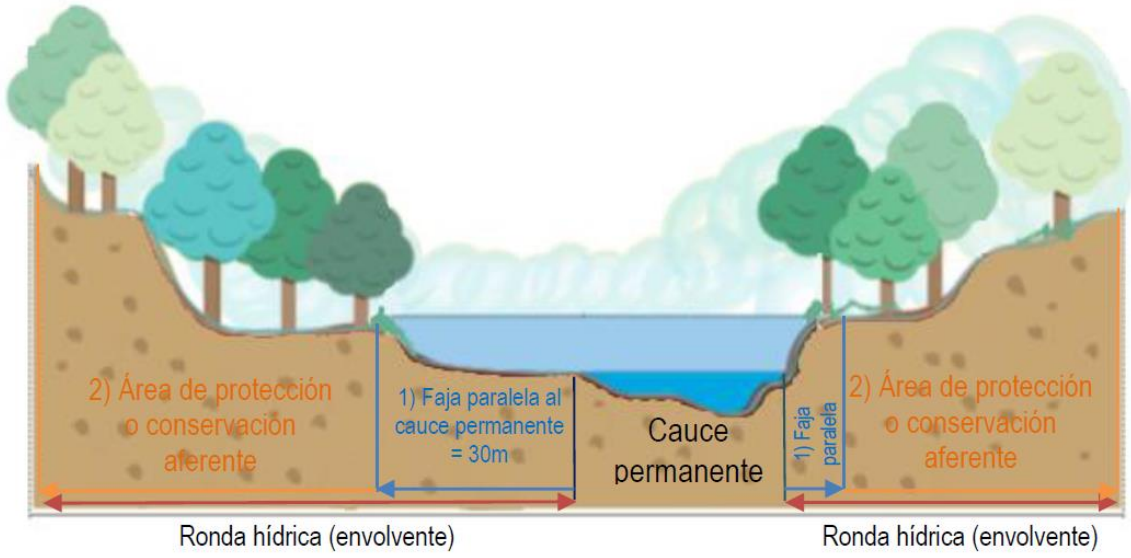
Una vez fijado el límite funcional, se procede a determinar los elementos de la Ronda Hídrica, para hacer la delimitación, desde el punto de vista del funcionamiento, se usa el componente hidrológico, con lo que se garantiza que dentro de lo que hace parte de lo público se configure, toda o parcialmente, la zona de la Ronda Hídrica que presenta las mayores restricciones, por ser la que se inunda periódicamente. En la **Figura 3** se esquematizan los elementos constituyentes de las rondas hídricas para sistemas lóticos y considerando lo establecido en el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011.

Figura 2. Componentes físico-bióticos para fijar el límite físico de la ronda hídrica en sistemas lóticos.



Fuente: Imagen adaptada desde FISRWG (1998).

Figura 3. Elementos constituyentes de la ronda hídrica de acuerdo con el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 para sistemas lóticos



Fuente: Imagen adaptada desde FISRWG (1998).

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

3 ACCIONES PREVIAS

A continuación, se describe el desarrollo de las actividades de priorización de cauces y recopilación de la información secundaria, como parte de la fase de “Acciones previas”, según el desarrollo metodológico contemplado en la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia” (MINAMBIENTE, 2018)

3.1 PRIORIZACIÓN DE CUERPOS DE AGUA

La principal corriente de agua en el municipio de Paipa es el río Chicamocha, cuya ronda hídrica a las escalas correspondientes ya ha sido delimitada por CORPOBOYACÁ (2019), según la Resolución 4545 de 2019.

Se considera también la circular MIN-8000-2-01322, en la cual se establece que “el acotamiento de ronda hídrica solo aplica para cuerpos de agua naturales con corrientes de tipo permanentes, o de tipo intermitente siempre y cuando este último presente evidencias geomorfológicas asociadas al cauce permanente” (MINAMBIENTE, 2020). Como punto de partida se tiene en cuenta la información básica oficial de los cuerpos de agua en el municipio de Paipa con énfasis en sistemas lóticos, “indiferente si son permanentes, estacionales o efímeros” (MINAMBIENTE, 2018, pág. 41).

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y con base en MINAMBIENTE (2018), para la selección los cuerpos de agua que serán objeto de estudio, se establecen los criterios de priorización con su respectiva ponderación, y su posterior combinación algebraica determina el orden el que se acotarán las rondas hídricas. “Considerando que el marco metodológico orientador del proceso se basa en una perspectiva funcional, considerando las condiciones socio-culturales que han dado lugar a procesos de coevolución del paisaje y la sociedad, los criterios de priorización deben estar enfocados en la misma dirección” (MINAMBIENTE, 2018, pág. 41). Estos criterios se describen de manera general, a continuación.

3.1.1 Criterios relacionados con instrumentos de gestión ambiental (C1)

- Cuerpos de agua con procesos en curso o actos administrativos de la Autoridad Ambiental competente relacionados con la gestión de áreas que puedan ser coincidentes con las de la ronda hídrica.
- Cuerpos de agua priorizados para el acotamiento de rondas hídricas desde un Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas-POMCA adoptado o en proceso de formulación.
- Planes de Ordenamiento del recurso hídrico - PORH adoptados o en formulación.
- Cuerpos de agua con objetivos de calidad definidos.
- Cuerpos de agua con reglamentación de vertimientos.
- Cuerpos de agua con reglamentación del uso de las aguas.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Humedales con Plan de Manejo o en proceso de formulación.
- Cuerpos de agua en el marco de distinciones internacionales (RAMSAR, AICAS, reservas de biosfera).

Respecto a los criterios anteriores, se puede determinar que:

- Actualmente en el municipio de Paipa se está realizando la actualización del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), en el cual se encuentra incluida la quebrada Honda-Grande ya que se encuentra interrelacionada con el lago Sochagota, que es el principal cuerpo de agua lentico presente en el municipio.
- Actualmente en el municipio de Paipa no se presentan cursos o actos administrativos de Autoridades Ambientales sobre los drenajes principales; además, respecto a la documentación relacionada con proyectos de mayor jerarquía (POMCA de la cuenca alta del río Chicamocha, PORH de la cuenca alta del río Chicamocha, RAMSAR, AICAS, etc.) e incluso en la Resolución 4545 de 2019 (en la cual se establece la ronda hídrica del río Chicamocha y se proyecta la priorización para el acotamiento de los drenajes tributarios la quebrada Honda de Paipa no referencian algún tipo de interés particular.
- La quebrada Honda hace parte del “DISTRITO DE MANEJO INTEGRADO Y ZONA DE RECREACIÓN LAGO SOCHAGOTA Y LA CUENCA HIDROGRÁFICA QUE LO ALIMENTA”, en este documento se desarrolla del diagnóstico biofísico y socioeconómico, zonificación ambiental y formulación del plan manejo ambiental de la cuenca hidrográfica del lago Sochagota.
- En la resolución 4458-23Dic2019 de Corpoboyacá establece para la corriente de la quebrada Honda, los objetivos de calidad definiendo los usos genéricos para el recurso hídrico. La quebrada se dividió en 3 tramos, el tramo 1 en la parte alta el uso actual es agrícola y pecuario, el objetivo de calidad es para la preservación de la flora y fauna; el tramo 2 que corresponde a la parte intermedia de la quebrada se encuentra con uso agrícola, pecuario y consumo humano, el objetivo de calidad es para consumo humano y domestico con desinfección; el tramo 3 que es el tramo final hasta la desembocadura en la quebrada Salitre su uso actual es pecuario y agrícola, el objeto de calidad es para uso recreativo y contacto primario.
- La reglamentación de vertimientos en los tramos anteriormente nombrados deberá cumplir los objetivos de calidad y cumplir con los permisos de vertimientos aprobados, no deben causar daño o poner en peligro el normal desarrollo, ni la calidad de agua de la quebrada Honda.

3.1.2 Criterios relacionados con aspectos físico-bióticos (C2)

- Nacimientos o cuerpos de agua que abastecen acueductos rurales o urbanos.
- Existencia de vegetación de ribera nativa.
- Presencia de fauna o flora de tipo endémica o en alguna categoría de amenaza.
- Presencia de especies migratorias.

Respecto a los criterios anteriores, se puede determinar que:

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- En el trayecto de la quebrada Honda en el municipio de Paipa la vegetación nativa es reducida por la intervención antrópica, la cual fragmenta esta vegetación dejándola reducida a pequeños parches sin conexión. En la resolución 3490-03Oct2018 el municipio de Paipa se compromete a la siembra de 300 árboles y/o arbustos de especies nativas de la zona. La mayoría de vegetación endémica se presenta principalmente en la vereda La Playa y no se evidencia mayor área de influencia.
- La fauna se ve afectada por el producto de las actividades socioeconómicas, es una de las principales causas que afectan la diversidad biológica. Actividades como la deforestación, la intervención minera presente en la zona y las plantaciones de pinos y eucaliptus han transformado los hábitats naturales que se caracterizan por ser complejos y diversos.

3.1.3 Criterios relacionados con aspectos socio-culturales (C3)

- Cuerpos de agua con zonas de ribera en las que existan problemáticas o conflictos ambientales.
- Cuerpos de agua que discurren por zonas urbanas o de expansión urbana.
- Cuerpos de agua con llanuras inundables, valles o abanicos aluviales con ocupación antrópica.
- Cuerpos de agua con cauces naturales alterados priorizados para su renaturalización.
- Cuerpos de agua en áreas de influencia de proyectos de desarrollo económico de interés nacional o con altos impactos sobre el régimen hidrológico y las rondas hídricas

Respecto a los criterios anteriores, se puede determinar que:

- A los costados de la corriente de quebrada Honda se presentan manantiales de agua termal, algunos de los cuales son utilizados para uso recreativo, se presenta conflicto del uso del suelo por subutilización. Se presentan construcciones cerca al cauce de la quebrada para el aprovechamiento de estos manantiales de origen termal, también se observa un incremento en la construcción de obras civiles en la cuenca de la quebrada.

Calificados los drenajes con base en los criterios anteriormente mencionados, se realiza la sumatoria de criterios con su respectiva ponderación, con la siguiente ecuación:

$P_X = (C_1 * \sum_1^i C_i) + (C_1 * \sum_1^n C_n) + (C_1 * \sum_1^m C_m)$ Ecuación 1 (MINAMBIENTE, 2018, pág. 45)

Px = Valor de la priorización de un cuerpo de agua dentro del total de cuerpos de agua de una jurisdicción
C1 = 0.30 (Peso ponderado del grupo de criterios 1)
C2 = 0.30 (Peso ponderado del grupo de criterios 2)
C3 = 0.40 (Peso ponderado del grupo de criterios 3)

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Ci = valores asignados a cada criterio del grupo de criterios 1
Cn = valores asignados a cada criterio del grupo de criterios 2
Cm = valores asignados a cada criterio del grupo de criterios 3

Tabla 2. Calificación para cada drenaje

CORRIENTE	C1	C2	C3	Calificación
Quebrada Honda	1	1	1	1.00

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

A partir del proceso anterior, la corriente de agua de la quebrada Honda es objeto de estudio.

3.2 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Como actividad previa al acotamiento de rondas hídricas, se recopila y analiza la información disponible que se considere importante, obtenida por fuentes de información secundaria. Esta información corresponde a:

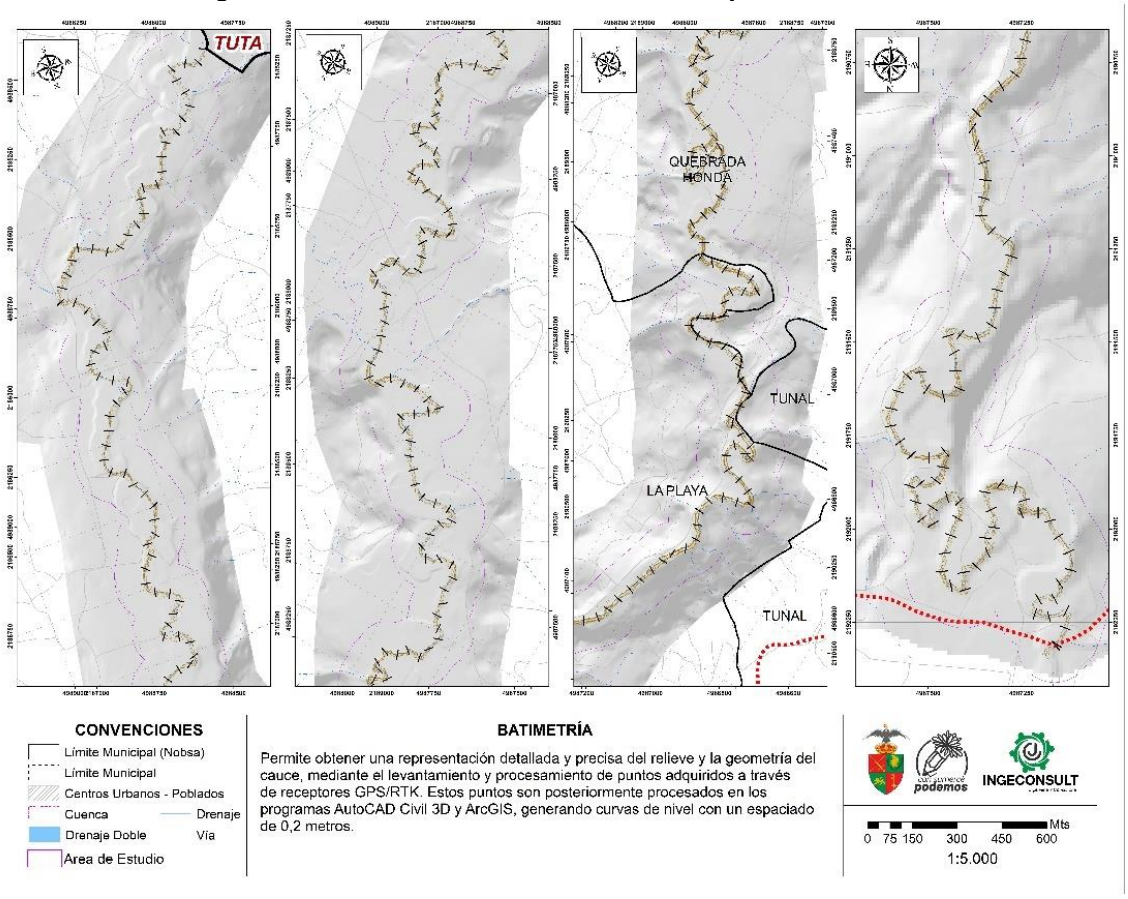
3.2.1 Información batimétrica del cuerpo de agua priorizado.

Teniendo en cuenta que la quebrada presenta en alguno tramos profundidades mayores a los 0.5 mts, se considera la realización de levantamientos batimétricos, para determinar la topografía detallada de los cauces, de acuerdo a lo establecido en MINAMBIENTE (2018, pág. Pag. 90).

Para este proceso, Se materializaron puntos de base y puntos de control para la respectiva sesión de posicionamiento, los cuales se ubicarán en el área de estudio previamente establecidos para el acotamiento, posteriormente se materializan puntos auxiliares o transitorios para la captura de información detallada del cauce. Con la materialización de los puntos se procede a estacionar y georreferenciar equipos de manera que funcionan como puntos de control, estaciones o deltas para de tal manera proceder capturar la correspondiente información de la topografía y/o batimetría del terreno Toda la información de campo fue capturada en la memoria de los receptores de GPS base, Rover marca Survey e300 pro /RTK y Stones SA900 de alta precisión para posteriormente descargarla a la computadora a través de los programas trimble businnes center y topcon tools. Esta información ha sido procesada en la misma memoria de los GPS por archivos Rinex. Para la construcción del Modelo Digital de Elevación (DEM) se utilizó la cartografía generada (curvas de nivel de 0.2 m de espaciamiento obtenidas a partir del procesamiento de los puntos de control tomados en campo), haciendo uso de los softwares Pix4D mapper, AutoCAD Civil 3D y ArcGIS.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 4. Batimetría realizada al cauce de quebrada Honda



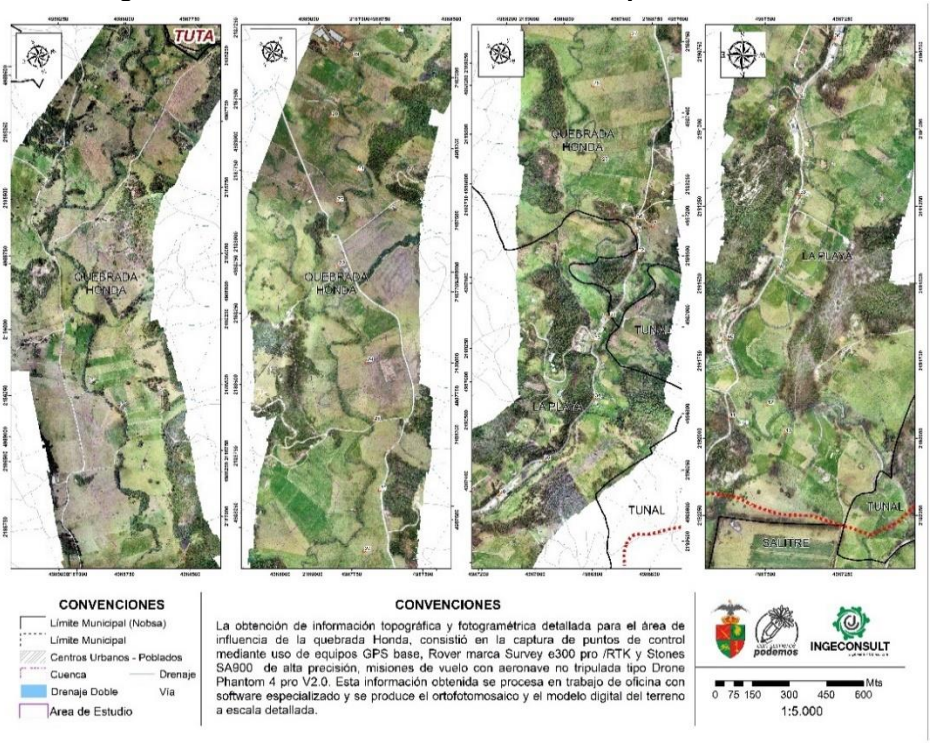
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

3.2.2 Información topográfica de detalle con una precisión en la vertical de: en áreas rurales 20 cm o mayor precisión, y en áreas urbanas 10 cm o mayor precisión.

La obtención de información topográfica y fotogramétrica detallada para el área de influencia de la quebrada Honda, consistió en la captura de puntos de control mediante uso de equipos GPS base, Rover marca Survey e300 pro /RTK y Stones SA900 de alta precisión, misiones de vuelo con aeronave no tripulada tipo Drone Phantom 4 pro V2.0. Esta información obtenida se procesa en trabajo de oficina con software especializado y se produce el ortofotomosaico (Figura 5) y el modelo digital del terreno (Figura 6) a escala detallada. Para determinar la extensión de captura de información, se tiene en cuenta un área de influencia para el cauce, entre 80 y 100 metros. En la Figura 5 se muestran la fotogrametría obtenida.

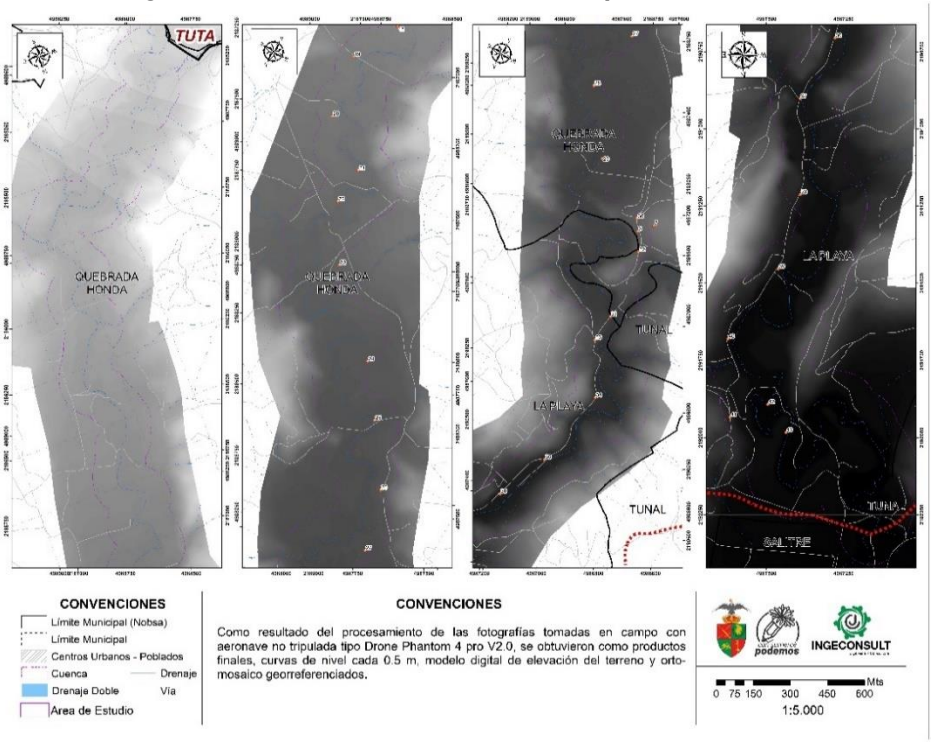
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 5. Ortofoto detallada del cauce de quebrada Honda



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Figura 6. DTM detallado del cauce de quebrada Honda



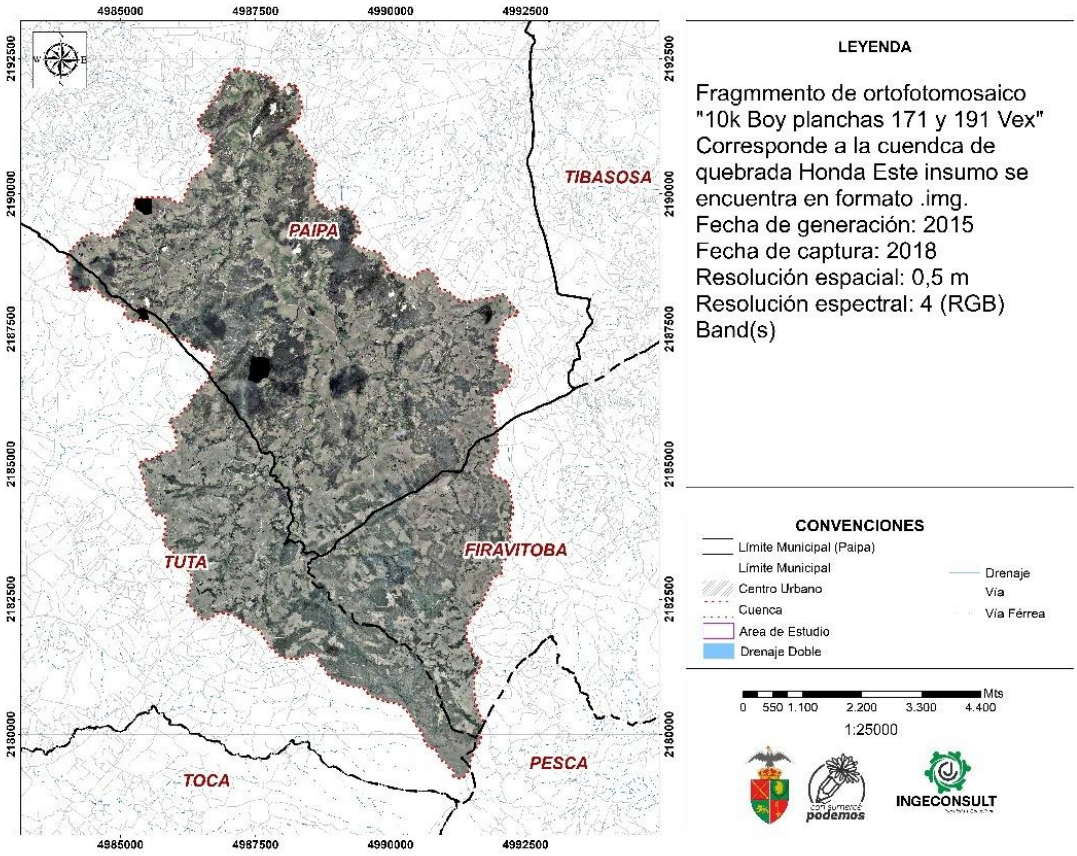
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

3.2.3 Imágenes de sensores remotos y fotos aéreas disponibles para diferentes períodos históricos desde las más antiguas

Se cuenta con un ortofotomosaico del 2015, a color natural, realizado por el IGAC a través de las capturas de imágenes digitales por la Cámara Digital Vexcel Ultracam; tiene una resolución de 0.5 m el pixel y con cubrimiento de toda la cuenca de la quebrada. (Figura 7)

En adición, en la base de datos de https://www.colombiaenmapas.gov.co, se encontraron fotografías aéreas con diferentes años de captura; estas se relacionan a continuación. (Ver Figura 8)

Figura 7. Ortofotomosaico 2018



Fuente: IGAC – Gobernación de Boyacá

Tabla 3. Fotografías aéreas con cobertura en las quebradas objeto de estudio

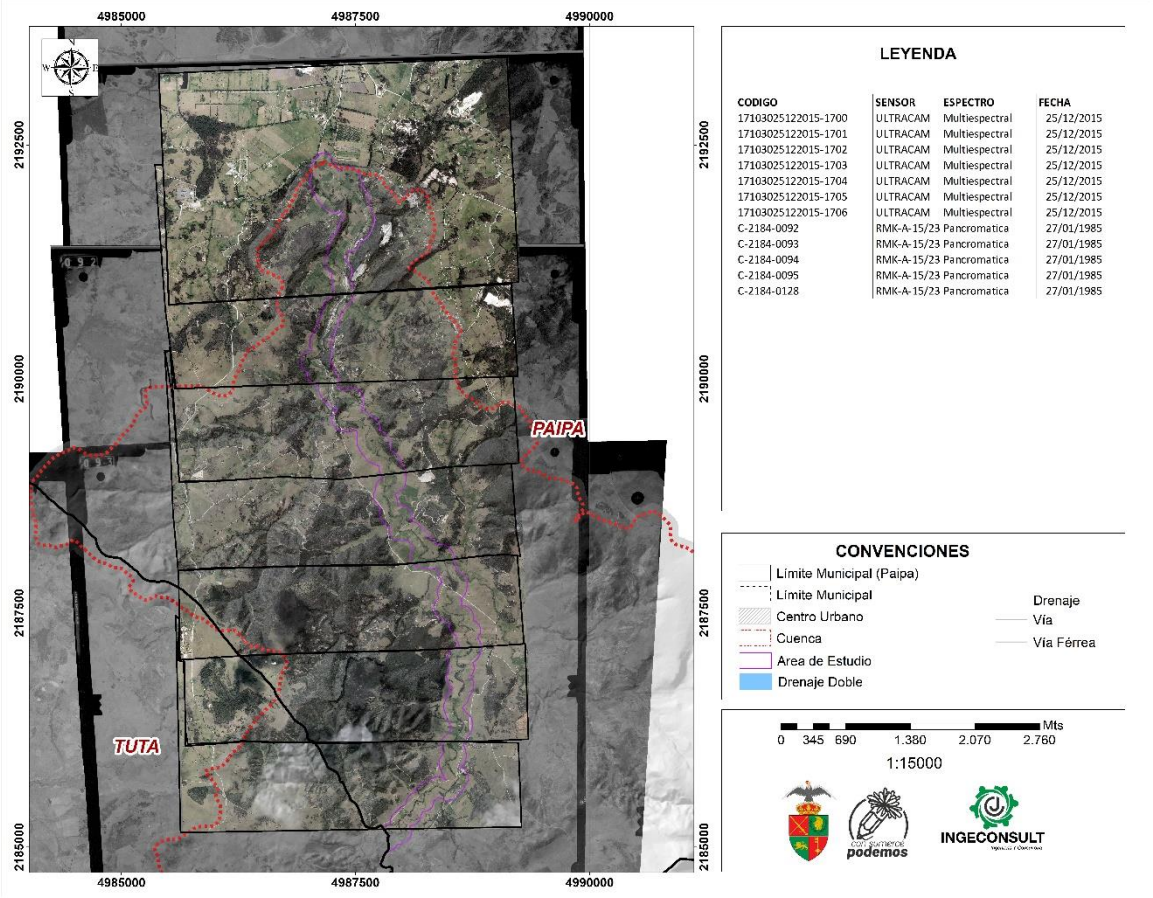
CÓDIGO	SENSOR	ESPECTRO	FECHA
17103025122015-1700	ULTRACAM	Multiespectral	25/12/2015
17103025122015-1701	ULTRACAM	Multiespectral	25/12/2015
17103025122015-1702	ULTRACAM	Multiespectral	25/12/2015
17103025122015-1703	ULTRACAM	Multiespectral	25/12/2015
17103025122015-1704	ULTRACAM	Multiespectral	25/12/2015
17103025122015-1705	ULTRACAM	Multiespectral	25/12/2015

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

CÓDIGO	SENSOR	ESPECTRO	FECHA
17103025122015-1706	ULTRACAM	Multiespectral	25/12/2015
C-2184-0092	RMK-A-15/23	Pancromática	27/01/1985
C-2184-0093	RMK-A-15/23	Pancromática	27/01/1985
C-2184-0094	RMK-A-15/23	Pancromática	27/01/1985
C-2184-0095	RMK-A-15/23	Pancromática	27/01/1985
C-2184-0128	RMK-A-15/23	Pancromática	27/01/1985

Fuente: Tomado de IGAC (https://www.colombiaenmapas.gov.co).

Figura 8. Cobertura de fotografías aéreas



Fuente: Tomado de IGAC (https://www.colombiaenmapas.gov.co)– EL ESTUDIO, 2023

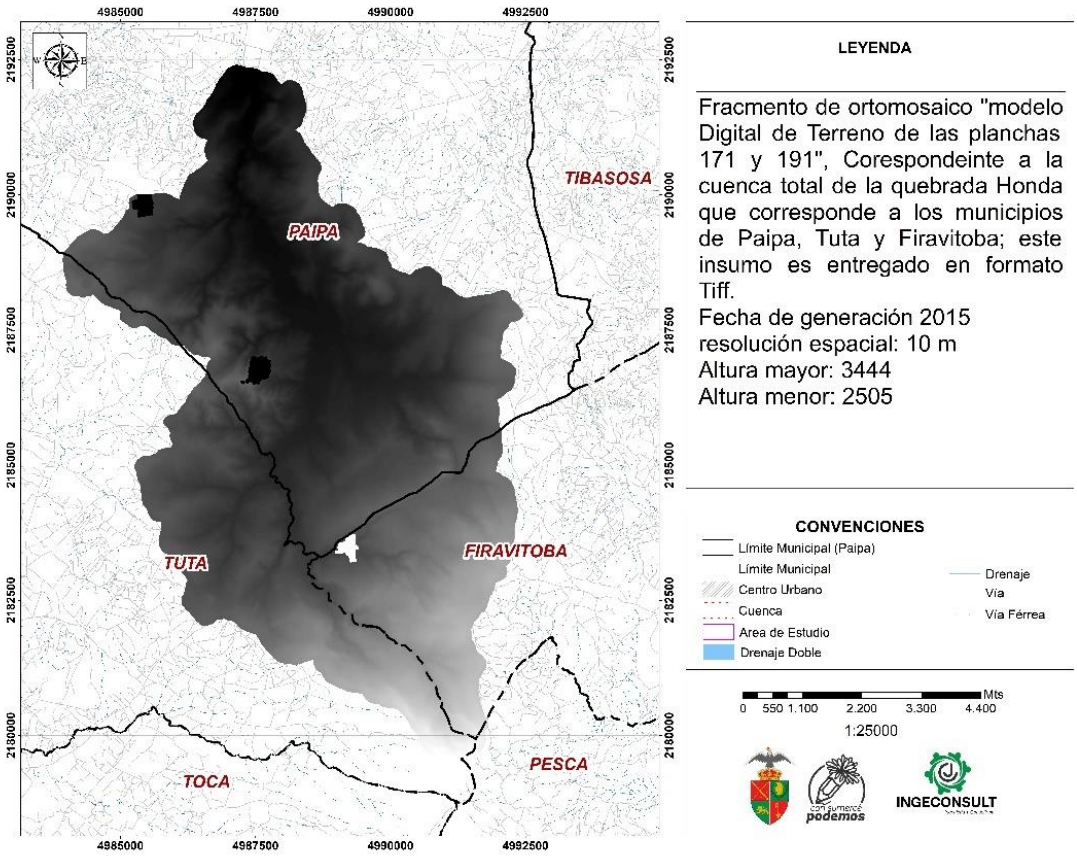
3.2.4 Modelo digital del terreno (MDT)

En conjunto con el ortofotomosaico mencionado anteriormente, también se tiene un modelo digital de elevación capturado con la Vexcel Ultracam, con cubrimiento de toda la cuenca de la quebrada Honda y resolución de 10 m el pixel.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

Este insumo es importante para la delimitación de las cuencas hidrográficas, y la obtención de la pendiente, curvatura y modelo de sombras como insumos para la generación del mapa de geomorfología a escala semidetallada (1:25.000).

Figura 9. Modelo digital del terreno (MDT) 2016



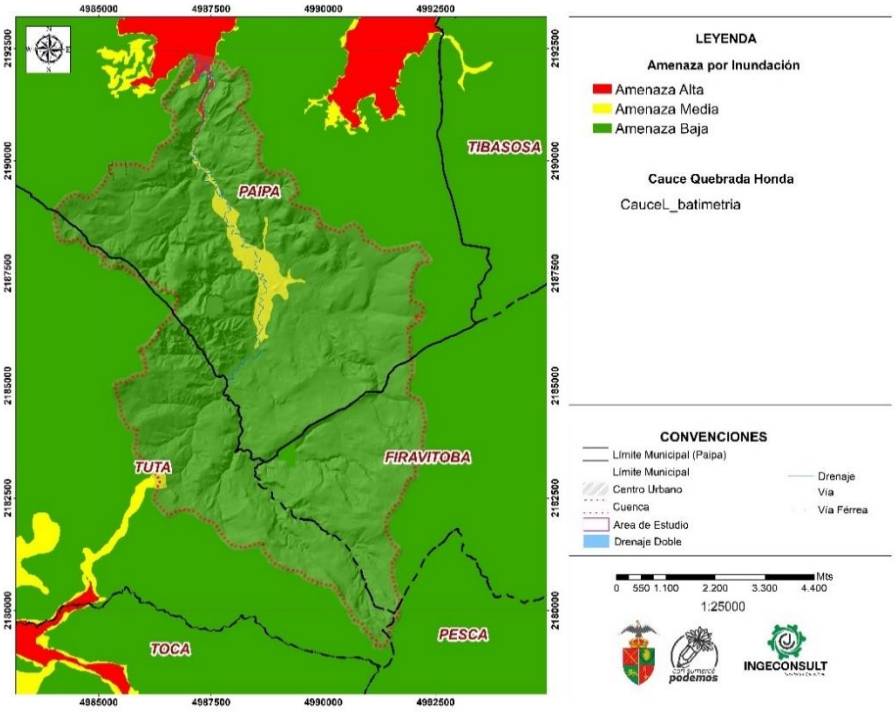
Fuente: IGAC – Gobernación de Boyacá

3.2.5 Información de eventos de inundaciones fluviales lentas o avenidas torrenciales.

Para este item se cuenta con información del POMCA de la cuenca del rio Chicamocha, el mapa de amenaza por inundaciones y avenidas torrenciales a escala 1:25000, además del documento técnico de soporte del mismo.

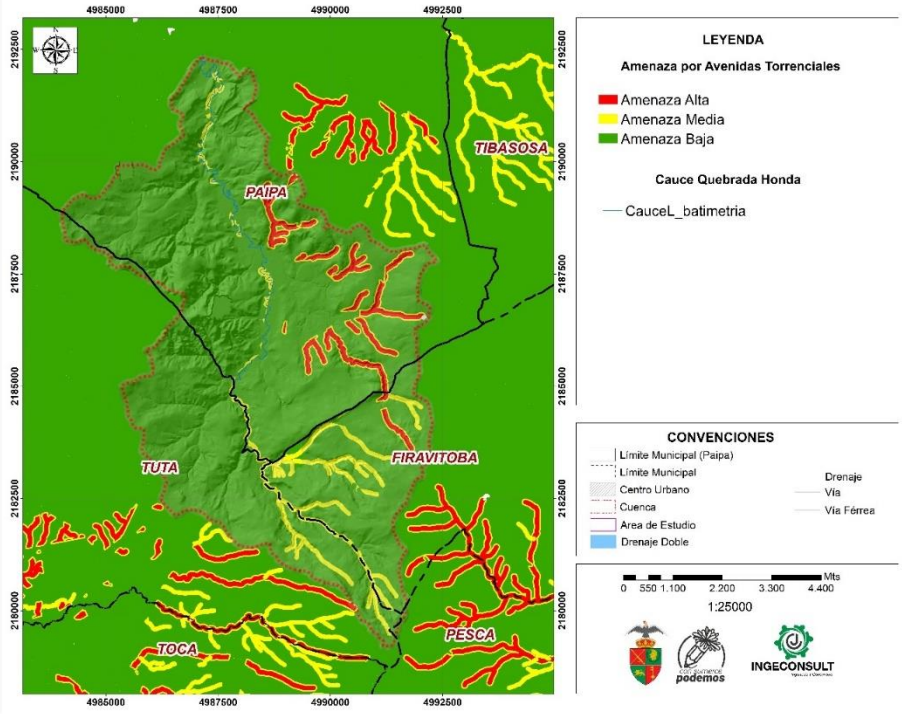
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 10. Mapa de amenaza por inundaciones



Fuente: POMCA, 2015.

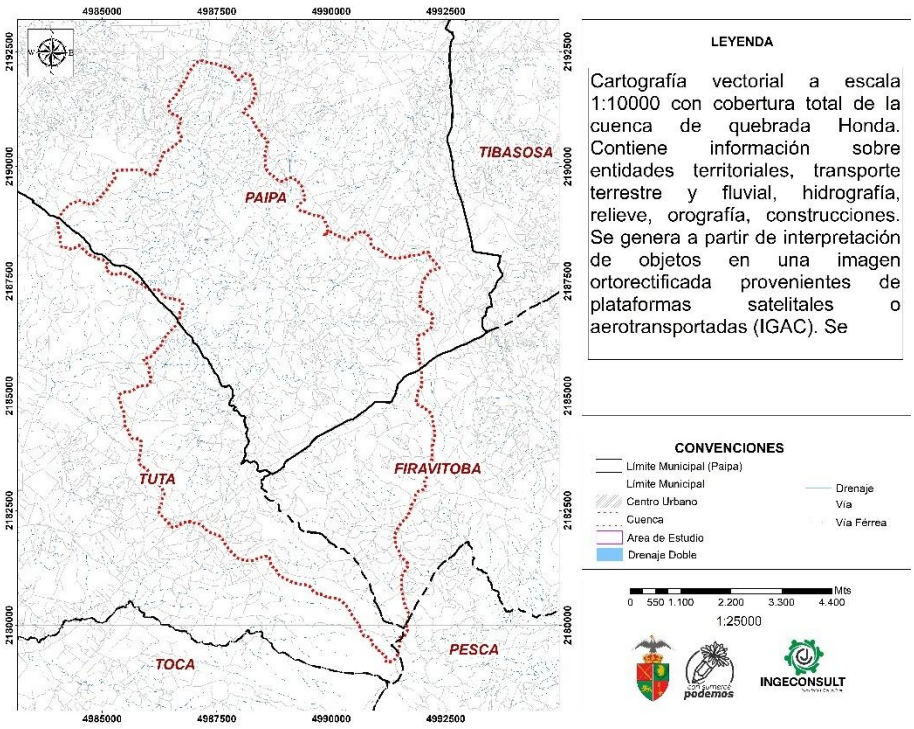
Figura 11. Mapa de amenaza por inundaciones



Fuente: POMCA, 2015.

3.2.6 Cartografía básica escala 1:10.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC

Figura 12. Cartografía base digital a escala 1:10.000



Fuente: IGAC – Gobernación de Boyacá

Por parte de los trabajos realizados por el IGAC, para los municipios de Paipa, Firavitoba y Tuta se tiene la cartografía base digital a escala 1:10.000 con cubrimiento de toda la cuenca de quebrada Honda y principalmente en la zona de estudio de la cuenca que se encuentra en el municipio de Paipa. Esta cartografía corresponde a las planchas 171IVC4, 171IVD1, 171IVD3, 191IIA2, 191IIB1 y 191IIB3.

3.2.7 Series hidroclimáticas a escala diaria, con registros iguales o superiores a 15 años.

Para el municipio de Paipa, se cuenta con información climatológica referente a las estaciones relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 4. Estaciones IDEAM.

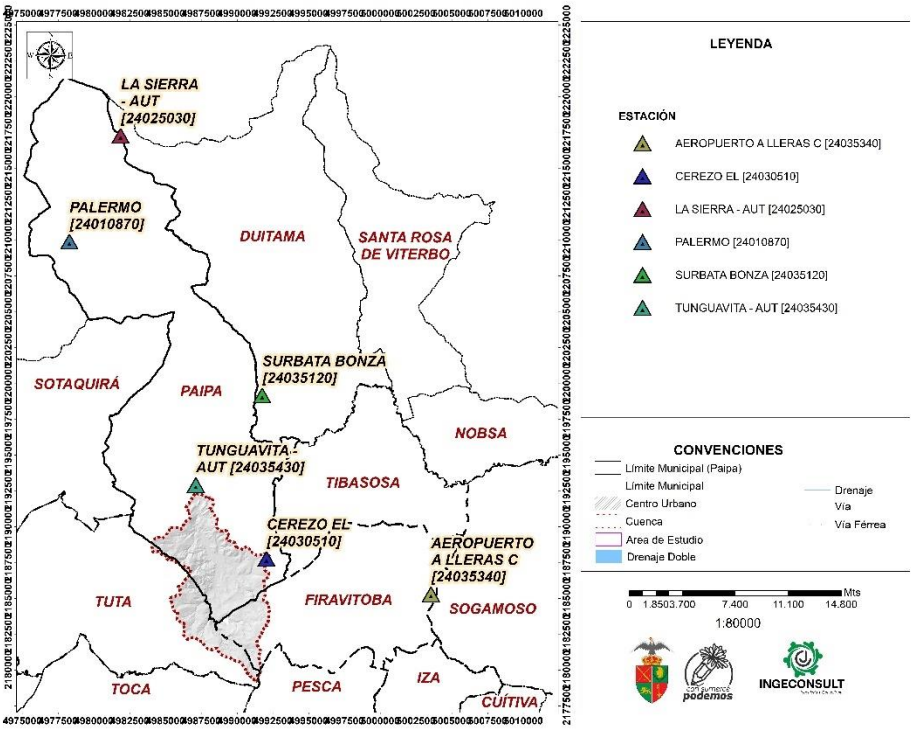
Estación	Municipio	Norte	Este
El Cerezo [24030510]	Paipa	5,69930556	-73,07175
La Copa [24035040]	Toca	5,57919444	-73,208777

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Estación	Municipio	Norte	Este
La Sierra- Aut [24025030]	Paipa	5,96708	-73,16202
Palermo [24010870]	Paipa	5,8995277	-73,196194
Surbata Bonza [24035430]	Duitama	5,8024444	-73,0744722
Tunguavita – Aut. [24035430]	Paipa	5,74583	-73,11636
Aeropuerto lleras [24035340]	Sogamoso	5,6769444	-72,9679166

Fuente: IDEAM.

Figura 13. Estaciones IDEAM en el área de influencia de Paipa



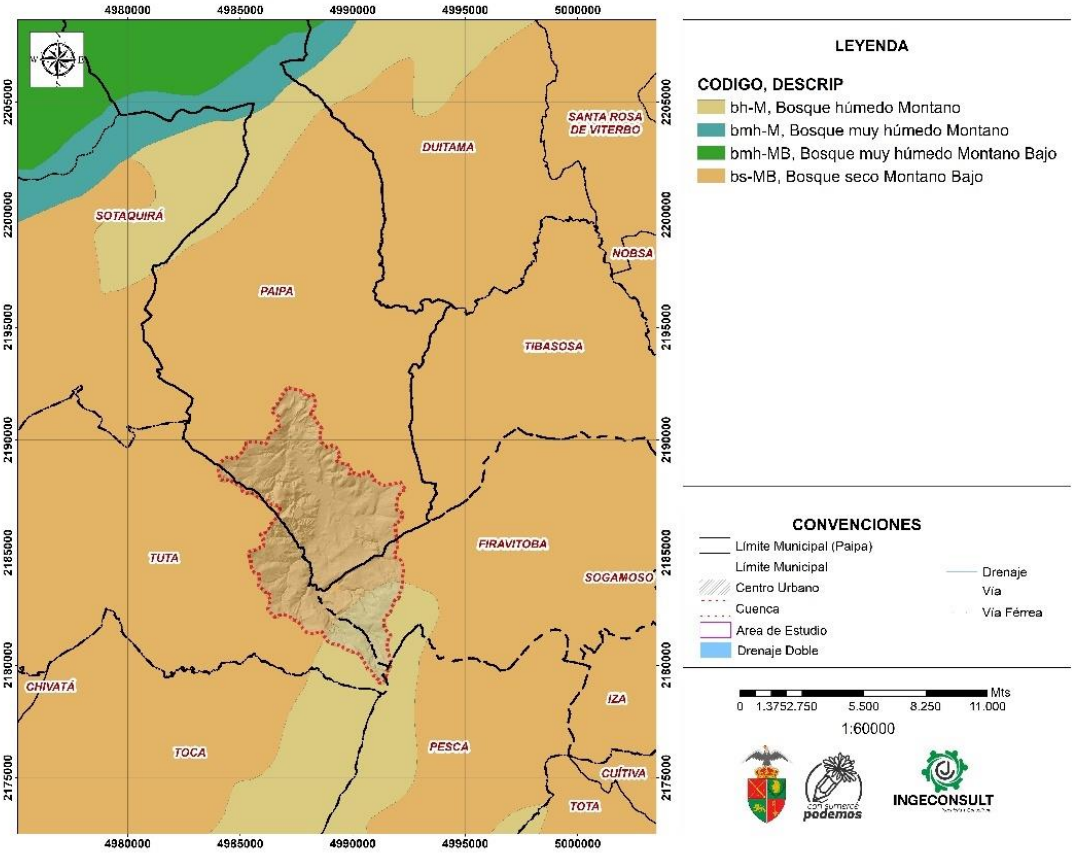
Fuente: El Estudio, basado en datos información del IDEAM

3.2.8 Mapa de zonas de vida (escala 1:100000)

Colombia se sitúa entré los trópicos y se encuentra atravesada de sur a norte por tres grandes cordilleras pertenecientes a la cadena de los Andes, estas condiciones favorecen a la presencia de múltiples ambientes, lo cual se representa en diferentes paisajes, formaciones vegetales o zonas de vida. Con la información obtenida del IGAC a una escala 1:100000 de las zonas de vida, se observa que en la cuenca de estudio se presentan dos zonas de vida, una es el bosque húmedo montano que se encuentra en los municipios de Firavitoba y Tuta; la otra zona de vida es el bosque seco montano bajo que se encuentra en la zona de mayor interés la cual se localiza en el municipio de Paipa.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

Figura 14. Zonas de vida (1:100.000) para cada cuenca hidrográfica



Fuente: IGAC, 2016.

3.2.9 Geomorfología a escala semidetallada (1:25000) para la cuenca hidrográfica del cuerpo de agua de interés.

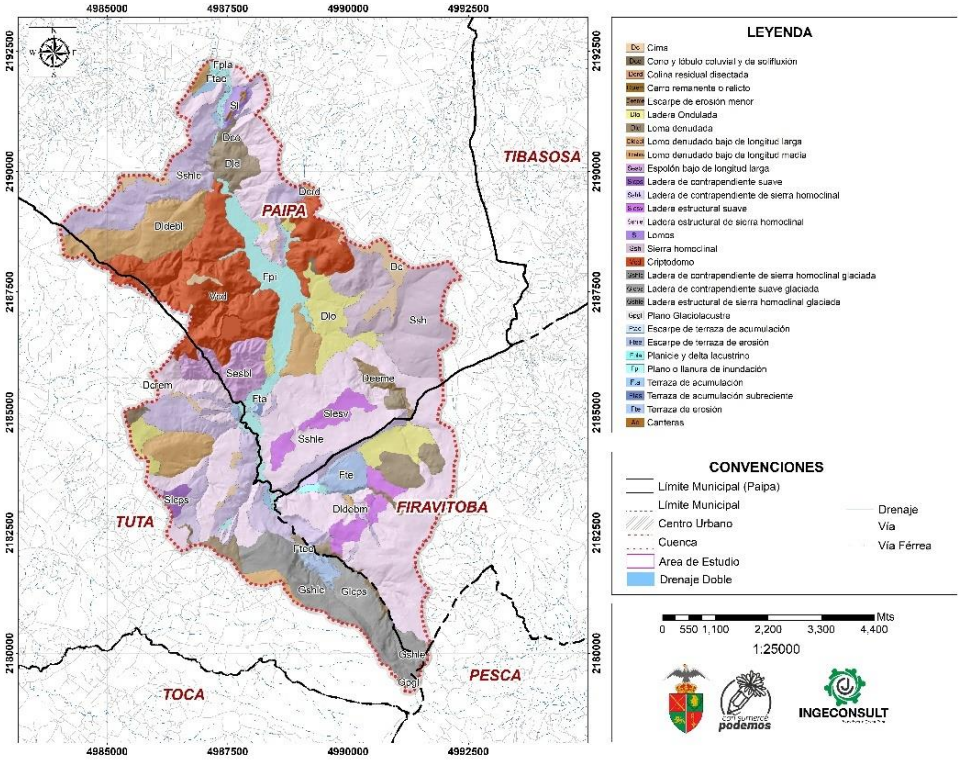
Basado en la información recopilada de las planchas 171IVC, 171IVD, 191IIA y 191IIB, se realizan los ajustes necesarios para la obtención del mapa de unidades geomorfológicas a escala semidetallada (1:25.000) de formas del terreno asociadas a la ronda hídrica

En la zona de estudio, a nivel general, se identificaron geoformas de ambiente denudacional, fluvial, estructural, glacial, volcánico y antropogénico (Ver Figura 15), entre las cuales se encuentran Cerro remanente o relicto (Dcrem), Cima (Dc), Colina residual Disectada (Dcrd), Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco), Escarpe de erosión menor (Deeme), Ladera ondulada (Dlo), Loma denudada (Dld), Lomo denudado bajo de longitud larga (Dldebl), Lomo denudado bajo de longitud media (Dldebm), Escarpe de terraza de acumulación (Ftae), Escarpe de terraza de erosión (Ftee), Planicie y delta lacustre (Fpla), Plano o llanura de inundación (Fpi), Terraza de acumulación (Fta), Terraza de acumulación subreciente (Ftas), Terraza de erosión (Fte), Espolón bajo de longitud larga (Sesbl), Ladera de contrapendiente suave (Slcps), Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc), Ladera estructural suave (Slesv), Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle), Lomos (Sl), Sierra homoclinal (Ssh), Ladera de contrapendiente suave glaciada (Glcps), Ladera de

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

contrapendiente de sierra homoclinal glaciada (Gshlc), Ladera estructural de sierra homoclinal glaciada (Gshle), Plano Glaciolacustre (Gpgl), Criptodomo (Vcd) y Canteras (Ac).

Figura 15. Geomorfología a escala semidetallada (1:25.000) para la cuenca hidrográfica



Fuente: El Estudio 2023, basado en SGC - UPTC (2018).

3.2.10 Información de distribución de fauna y flora asociada a cuerpos de agua y sus riberas.

La vegetación nativa se localiza principalmente en la rivera de las quebradas, con el tiempo ha venido disminuyendo por la tala la arboles, la plantación de especies exóticas como eucaliptos, pinos acacias y otros cultivos; también por la expansión de pastos limpios usados para la ganadería; en su mayoría la vegetación nativa se encuentra asociada a arbustales como lo son Baccharis macrantha, Dodonaea viscosa, Escallonia péndula, Hesperomeles obtusifolia, Miconia squamulosa, Montanoa ovalifolia, Ocotea arnottiana, Oxalis filiformis, Psammisia macrophylla, Viburnum triphyllum, y algunos árboles endémicos como lo son el arrayan y el aliso. En gran parte del recorrido de la quebrada a sus costados se encuentra gran cantidad de Rubus robustus (Mora silvestre), especialmente en la parte alta de la quebrada, donde esta ingresa al municipio de Paipa.

La fauna presente en la zona de estudio en el municipio de Paipa ha variado con el tiempo por la alteración del ecosistema presente, como la tala de árboles nativos y la siembra de

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

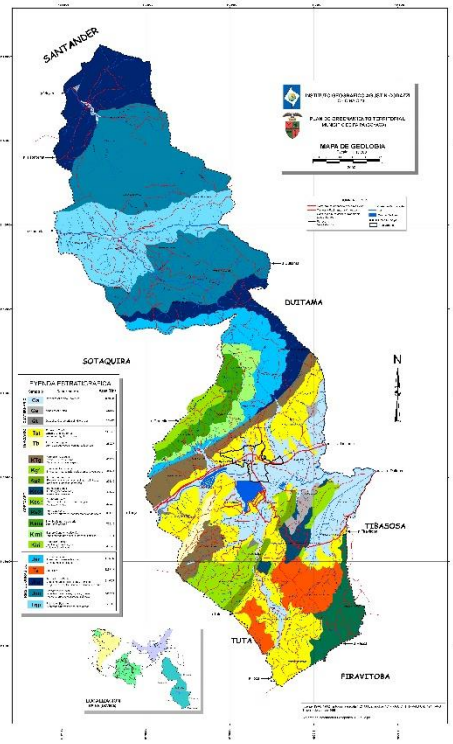
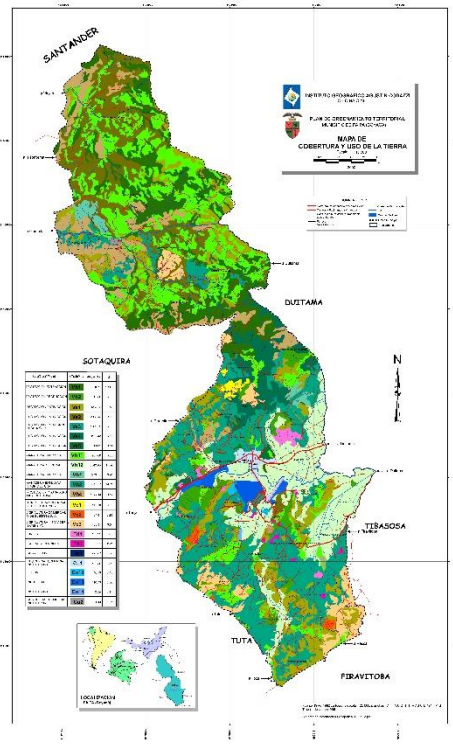
especies exóticas, también el aumento de asentamientos humanos y la ganadería; en el PBOT de la Alcandía de Paipa (2000) en las veredas Quebrada Honda, La Playa y Tunal que hacen pate de la cuenca de la quebrada hacen presencia las siguientes especies de fauna: palomas, copetones, mirlas, chisgas, babaguyes, perdices, culebras labranceras, lagartos, jaquecos, abuelitas o gorriones, toches, conejos, roedores y aves pequeñas. Anteriormente se podían encontrar más especies, pero con el avance del tiempo se han venido reduciendo.

A lo largo del cauce de quebrada Honda, se evidenció la presencia de “Trucha arcoíris” Oncorhynchus mykiss y “Carpa” *Cyprinus carpio*, estas especies no se utiliza a nivel económico, sino como pasatiempo de algunos miembros de la comunidad que se encargan de su cuidado.

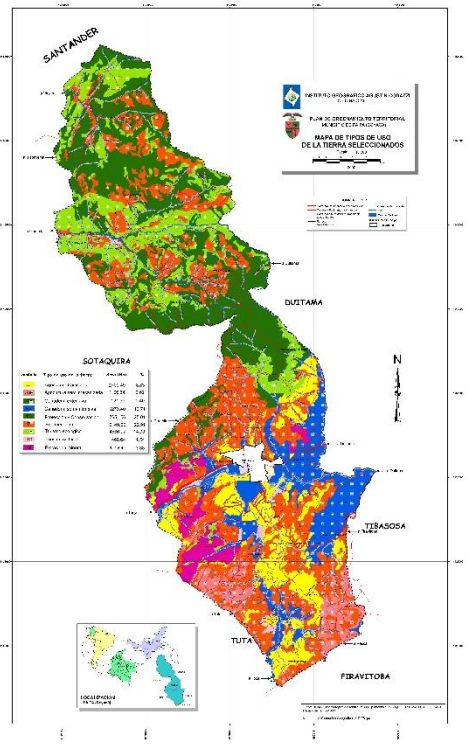
3.2.11 Mapa de geología, geomorfología, suelos, coberturas y usos de la tierra en la cuenca hidrográfica del cuerpo de agua de interés para el establecimiento del modelo hidrológico.

Como parte de la recopilación de la información secundaria, se obtuvieron los mapas de geología, coberturas y usos de la tierra, tipos de uso de la tierra, fisiografía y suelos, conflictos de uso y amenaza por movimientos en masa que se encuentran en el PBOT del municipio de Paipa. Esta cartografía se muestra a continuación.

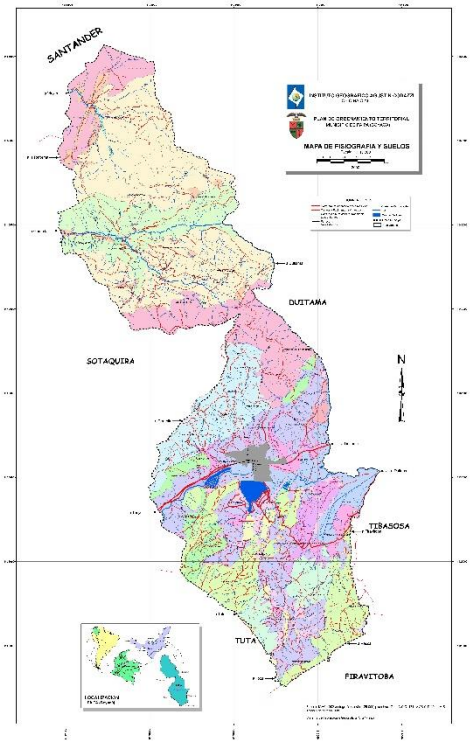
Figura 16. Cartografía temática recopilada (PBOT Paipa)

Geologia	Cobertura y usos de la tierra
	

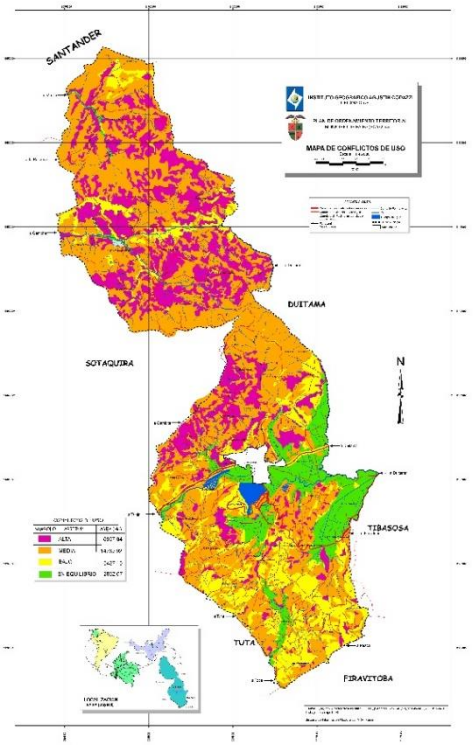
Tipos de uso de la tierra



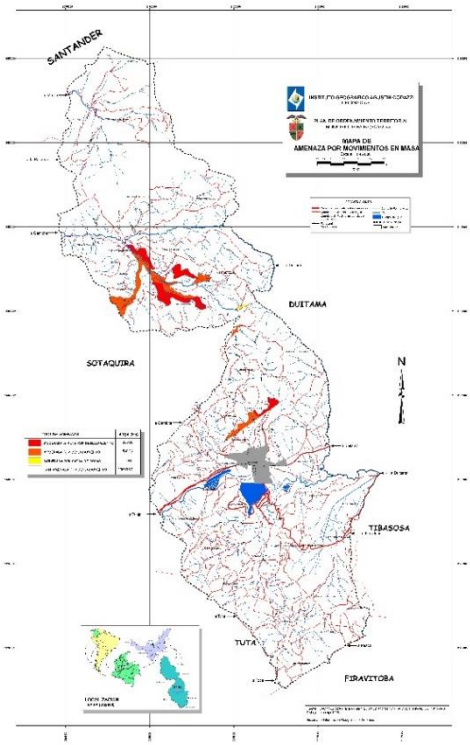
Fisiografía y suelos



Conflicto de usos



Amenaza por movimientos en masa



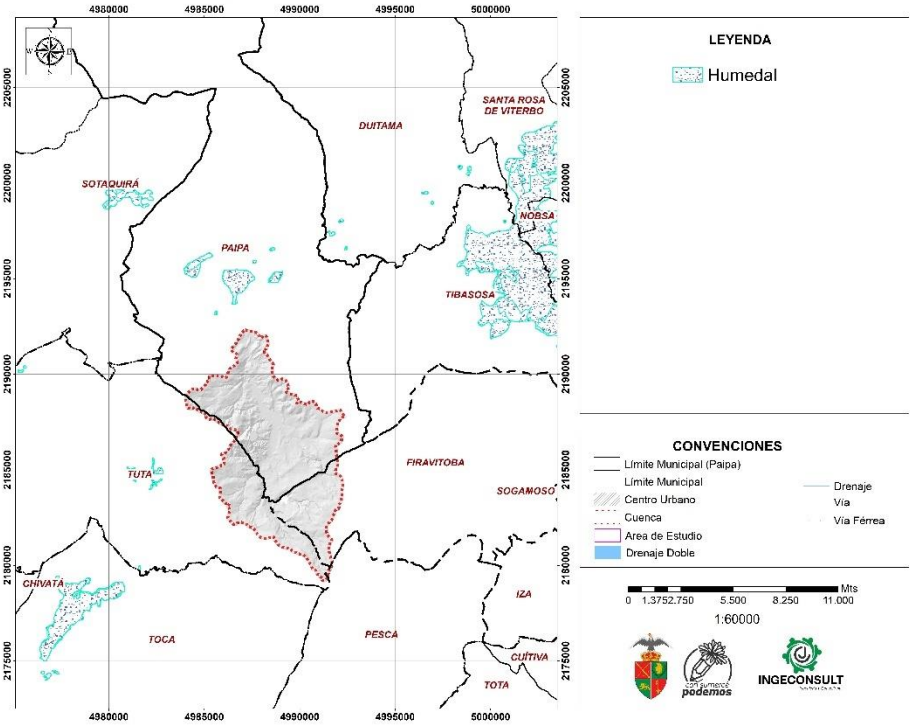
Fuente: Alcaldía de Paipa (2000)

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

3.2.12 Mapa de humedales de Colombia en Escala 1:100000

Teniendo en cuenta la información recopilada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el mapa nacional de humedales con influencia en el Municipio de Paipa, muestra una zona de interés hacia la parte occidental, sin incidencia en las quebradas que son objeto de este estudio.

Figura 17. Municipio de Paipa en el mapa de humedales de Colombia



Fuente: (MINAMBIENTE, 2021)

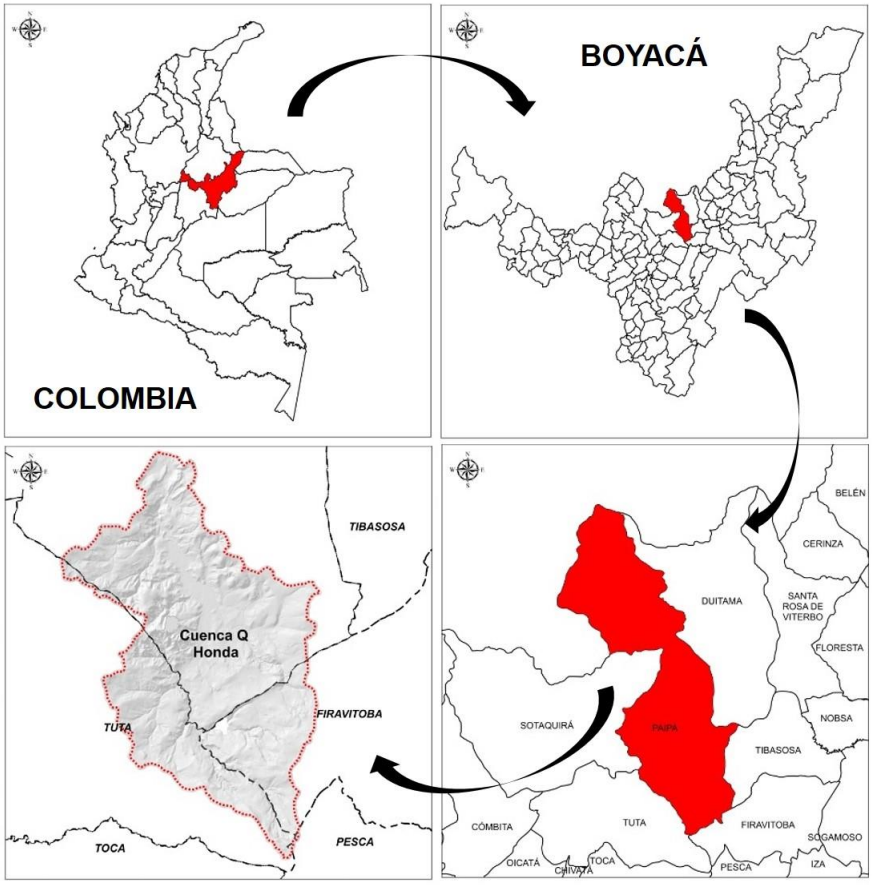
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

4 ÁREA DE ESTUDIO

Con base en el análisis de priorización de cauces, la quebrada Honda hace parte de las corrientes hídricas principales del municipio de Paipa, ya que se encuentra interrelacionada con el lago Sochagota, que es el principal cuerpo de agua lentico presente en el municipio. A continuación, se muestra la ubicación espacial de la zona de estudio y en los capítulos siguientes se abordará el proceso por el cual se determina la ronda hídrica de la quebrada Honda teniendo en cuenta los lineamientos metodológicos que se encuentran en la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia, propuesta por MINAMBIENTE (2018).

La cuenca de la quebrada Honda es de aproximadamente 55.36 Km^2. El área de estudio comprende la parte cuenca que pertenece al municipio de Paipa, se encuentra localizada al sur del municipio y tiene un área de 32,54 Km^2 aproximadamente y un perímetro de 31,24 Km. Existen pequeñas agrupaciones de vegetación nativa en la cuenca perteneciente al municipio, junto a eucaliptos y pinos a lo largo del cauce. La sección del drenaje que se encuentra en el municipio tiene una longitud aproximada cercana a los 14,3 Km, el cauce no presenta intervención antrópica.

Figura 18. Localización de la cuenca de la quebrada Honda



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsultjc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

5 DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE

“Dentro de las morfologías mixtas, una de las más características de los sistemas lóticos, es el denominado cauce de aguas altas o de desbordamiento, cauce natural activo, cauce permanente o cauce a banca llena ("bankfull channel" en inglés) al cual suele asociarse un caudal formador ("bankfull discharge" en inglés) ya que se supone como el caudal dominante en la configuración morfológica del cauce y el de mayor capacidad y eficacia para el trasporte de carga.” (MINAMBIENTE, 2018, pág. 53).

En ese sentido, es posible identificar la morfología del cauce permanente a partir de geoformas (como cicatrices visibles en el terreno por la acción erosiva de las corrientes de agua o la acumulación de sedimentos) que delimitan el margen natural de los cuerpos de agua, cambios en la vegetación riparia y la variación granulométrica de la carga sedimentaria, por lo que el análisis geomorfológico es el criterio fundamental para su delimitación.

“El principal descriptor del cauce permanente es su ancho” (MINAMBIENTE, 2018, pág. 54). A partir de la fotointerpretación de sensores remotos como imágenes satelitales, fotografías aéreas o modelos digitales de elevación y evidencias tomadas en visitas técnicas de campo, es posible delimitar dicho cauce.

- Consideraciones

En concordancia con la guía técnica de acotamiento de rondas hídricas establecida por el MINAMBIENTE (2018), la cual sugiere escalas de 1:5.000 para zonas rurales y 1:2.000 para zonas urbanas.

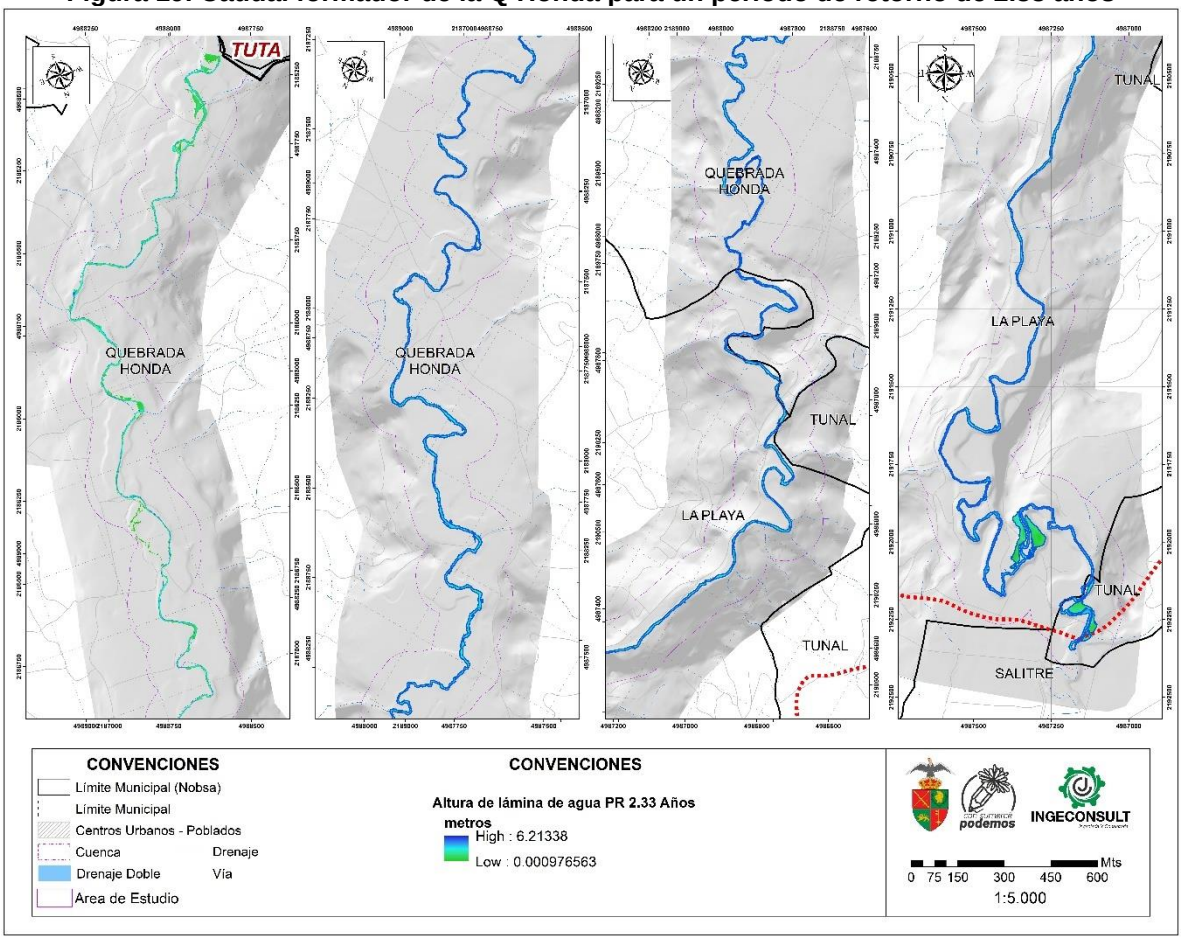
La Guía técnica de acotamiento de rondas hídricas emitida por el MINAMBIENTE (2018, pág. 53) establece una relación entre el caudal formador y el caudal promedio de los máximos anuales o eventos de crecientes ordinarias para un periodo de retorno de 2.33 años. No obstante, se reconoce que este caudal formador puede variar debido a las características físicas de la cuenca hidrográfica y su red de drenaje, y en algunas ocasiones pueden influir eventos con variabilidad interanual. Además, la guía destaca que el criterio principal debe ser de naturaleza morfológica más que hidrológica (MINAMBIENTE, 2018, pág. 54).

La generación de cauces que se forman, o el flujo de agua a través de un cauce, juega un papel importante en la organización geomorfológica del cauce. Primero, el flujo tiene un impacto directo en la erosión del lecho del canal; en general, caudales más altos tienen una mayor capacidad para transportar sedimentos, lo que puede resultar en una mayor erosión del lecho del canal Este proceso de erosión puede cambiar la forma y profundidad del canal con el tiempo En segundo lugar, el flujo también afecta la capacidad de sedimentación del canal, a medida que la velocidad del agua disminuye, los sedimentos transportados por el flujo tienden a depositarse en el lecho del canal; por lo tanto, la reducción del flujo puede provocar la acumulación de sedimentos y la formación de características geomórficas como bancos de arena y bandas de grava. Finalmente, las corrientes formadas también influyen en la sinuosidad de los canales. Las velocidades de flujo más altas tienden a formar

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

meandros más pronunciados porque la fuerza del agua puede causar erosión de la curva del canal. La interacción entre el flujo y la topografía del canal es un proceso dinámico que continuamente da forma y cambia la estructura de los cuerpos de agua.

Figura 19. Caudal formador de la Q Honda para un periodo de retorno de 2.33 años



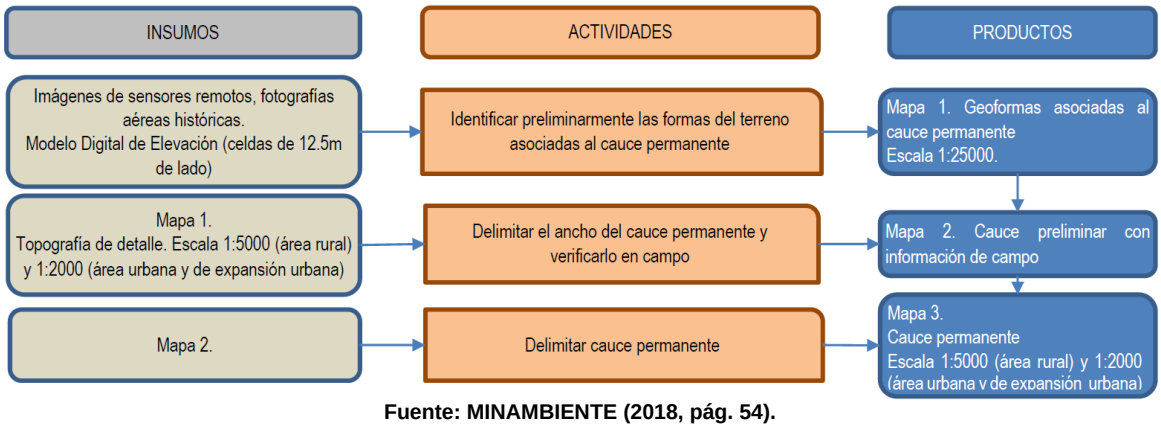
Fuente: El ESTUDIO, 2023, basado en la Ortofoto del proyecto (2022)

En el caso particular de la quebrada objeto de estudio, se trata de una corriente permanente que presenta caudales bajos durante las temporadas secas, y además no presenta intervención antrópica. Dado este contexto y haciendo énfasis en el componente morfológico, que incluye un canal fácilmente identificable en campo, se considera que la modelación hidrológica no resulta favorable como respaldo para la delimitación del cauce permanente. No obstante, se tienen en cuenta las relaciones de geometría hidráulica para llevar a cabo dicha delimitación de manera adecuada. La priorización del aspecto morfológico permitirá un acotamiento más preciso y representativo de la ronda hídrica, lo cual es esencial para la implementación de estrategias de gestión adecuadas en la conservación y protección del entorno ribereño.

De acuerdo a la guía técnica, se llevan a cabo las principales actividades para la delimitación del cauce permanente, los cuales se muestran en la siguiente figura.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

Figura 20. Insumos, actividades y productos para definir el cauce permanente en sistemas lóticos



Fuente: MINAMBIENTE (2018, pág. 54).

5.1 IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE LAS FORMAS DEL TERRENO ASOCIADAS AL CAUCE PERMANENTE

La tipología de los cuerpos de agua y la forma principal del cauce se puede determinar preliminarmente a partir de fotointerpretación. La identificación de formas del terreno asociadas a la ronda hídrica se realiza a partir de la metodología establecida por (Carvajal, 2012) y de manera específica para relacionar geoformas asociadas al cauce permanente, se toma en cuenta la guía ilustrada presente en (Rinaldi et al., 2015); este análisis se realiza paralelo a las actividades ejecutadas en la definición del componente geomorfológico para la delimitación del límite físico.

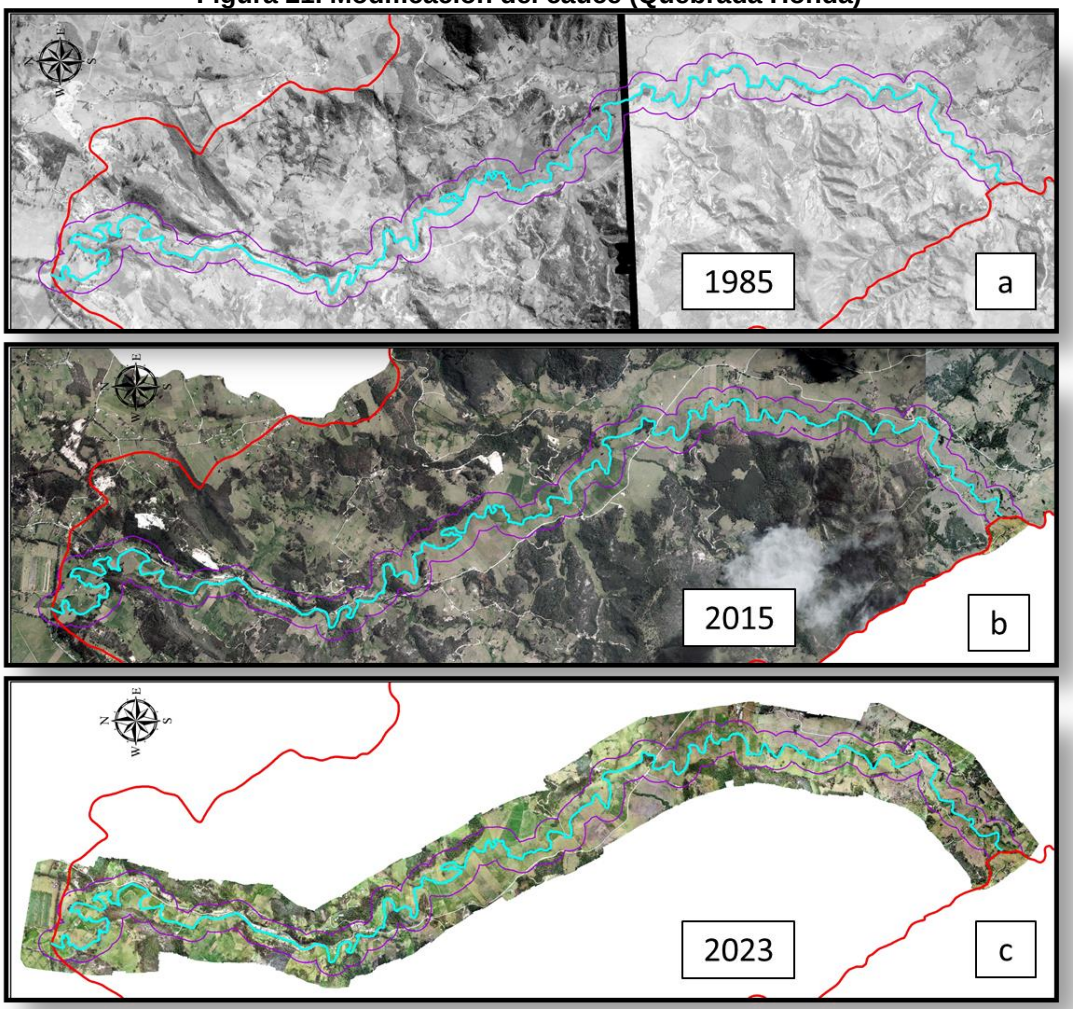
5.1.1 Análisis desde imágenes de sensores remotos y fotografías aéreas

Con base en la interpretación visual de imágenes de sensores remotos, se delimita preliminarmente el cauce permanente. Con el fin de comprender la dinámica natural del cuerpo de agua, se realiza un análisis multitemporal para localizar variaciones naturales del ancho del cauce, y así tener en cuenta todas las condiciones del flujo de agua y de sedimentos a lo largo de la red de drenaje.

La quebrada Honda presenta la morfología de un drenaje sinuoso de altiplano de montaña, al ser un drenaje sinuoso sin desplazamiento lateral no presenta cambios importantes en el cauce a través del tiempo, como sinuosidad alta o meandros; las condiciones topográficas generan un valle en forma de “U”, por lo que la longitud del valle es menor que la longitud del cauce. El cauce en su recorrido en el municipio de Paipa presenta una pendiente más o menos constante durante su recorrido hasta la desembocadura en la quebrada Salitre. En el análisis de las fotografías de tres épocas diferentes, 1985, 2015 y 2023 no se presentan cambios apreciables en el recorrido de la quebrada, la línea azul representa el recorrido de la quebrada, se presenta un incremento en la vegetación exótica con respecto a las fotografías de 1985, también se observan algunas zonas intervenidas por diversos factores antrópicos como la construcción de viviendas, la agricultura, la ganadería, el turismo pero sin intervenir en la dinámica natural de la quebrada. (Ver Figura 21)

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsultjc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 21. Modificación del cauce (Quebrada Honda)



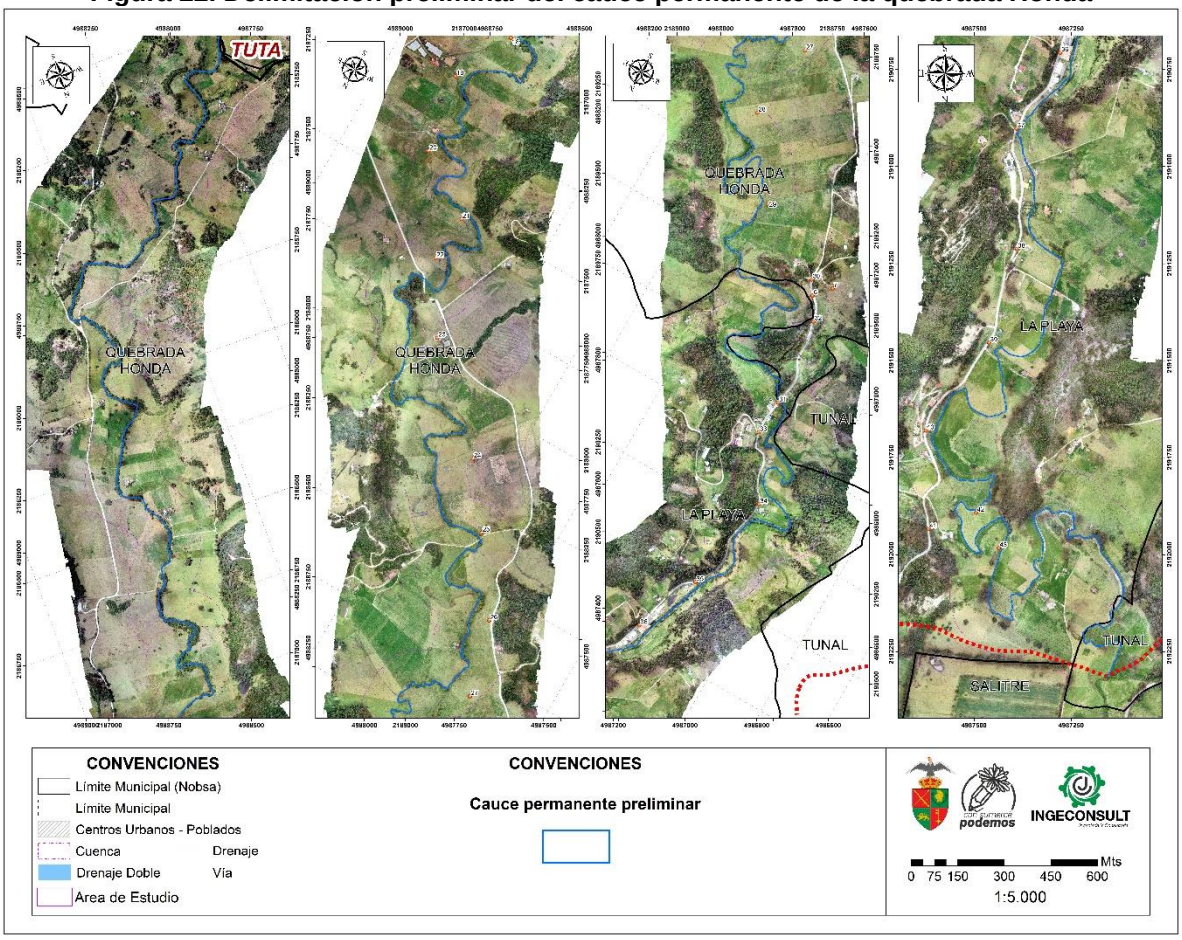
Fuente: a y b) IGAC y c) EL ESTUDIO

A partir del análisis de las fotografías aéreas se define preliminarmente el cauce de la quebrada Honda, atendiendo a rasgos geomorfológicos, cambios en la vegetación, y presencia de corriente de agua, con base en la tipología del drenaje y las modificaciones antrópicas. (Ver Figura 22)

La identificación de las formas del terreno a partir de las metodologías Carvajal (2012) y Rinaldi et al (2015), se abarcan con mayor detalle en el desarrollo del componente geomorfológico.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsultjc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 22. Delimitación preliminar del cauce permanente de la quebrada Honda



Fuente: El ESTUDIO, 2023, basado en la Ortofoto del proyecto (2023)

5.1.2 Análisis desde relaciones de geometría hidráulica

Teniendo en cuenta que la delimitación del cauce preliminar es una actividad que se desarrolla paralelamente con el componente geomorfológico, este análisis se desenvuelve con mayor énfasis en el desarrollo de dicho componente. Con base en el análisis y lo estipulado en MINAMBIENTE (2018, pág. 56), el cauce presenta un ancho aproximado de 2,6 metros, sinuosidad >1,5.

Los canales de menos de 15 m de ancho total no son migratorios (es decir, el canal no erosiona las superficies de la llanura aluvial), mientras que los canales de más de 20 m son migratorios. La pendiente del canal no es un determinante significativo de la migración del canal. Se caracteriza por tener un solo canal, la sinuosidad >1.5, usualmente dominado por la carga de sedimentos en suspensión (Beechie et al, 2006, págs. 133, 135). Analizando esta información se obtiene que quebrada Honda presenta una corriente sinuosa sin propagación lateral

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

5.1.3 Elaboración del Mapa 1 Geoformas asociadas al cauce permanente Escala 1:25.000

Tomando como base las metodologías de Carvajal (2012) y Rinaldi et Al. (2015), junto con el apoyo del análisis de fotointerpretación, se definen preliminarmente las geoformas asociadas al cauce permanente a escala 1:25.000. Particularmente el cauce de la quebrada Honda no es muy ancho, a tal punto que, en los sensores remotos, la mayor parte de la corriente no es apreciable y varios tramos están cubiertos por vegetación; el cauce permanente se observa principalmente en el transcurso en la parte baja hasta su desembocadura en la quebrada Salitre, ya que las zonas cercanas a la quebrada se encuentran intervenidas entrópicamente y presenta poca vegetación, su cauce es observable en las fotografías aéreas. Para establecer el área de desarrollo de este temático, se tienen en cuenta un área de estudio de 100 metros de influencia, con base en el lineamiento que genera la quebrada, desde que ingresa al municipio de Paipa hasta su desembocadura, según la cartografía base aportada por el municipio.

Las geoformas identificadas se encuentra localizadas en la cordillera oriental de los Andes Colombianos, entre las poblaciones de Paipa, Firavitoba y Tuta, donde se presentan paisajes montañosos principalmente al sur, entre las poblaciones de Firavitoba (vereda San Antonio) y Tuta (vereda El Alisal), en general predomina un modelado en zona de valle, donde prevalecen laderas suavemente onduladas, producto de meteorización y erosión de rocas sedimentarias, que dan origen a los ambientes denudacionales y fluviales. Dentro de la cuenca en general predomina el ambiente estructural en una zona de compresión, donde se ha originado de un paisaje estructural por el plegamiento de rocas principalmente Cretácicas. Se presentan subunidades como Cima, Colina residual Disectada, Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión, Escarpe de erosión menor, Ladera ondulada, Loma denudada, Lomos denudados, Escarpe de terraza de acumulación, Escarpe de terraza de Erosión, Planicie y delta lacustre, Plano o llanura de inundación, Terraza de acumulación, Terraza de acumulación subreciente, Terraza de erosión, Espolón bajo de longitud larga, Ladera de contrapendiente suave, Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal, Ladera estructural suave, Ladera estructural de sierra homoclinal, Lomos, Sierra homoclinal, Ladera de contrapendiente suave glaciada, Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal glaciada, Ladera estructural de sierra homoclinal glaciada, Plano Glaciolacustre, Criptodomo y Canteras. La geomorfología asociada a la cuenca hidrográfica de la quebrada Honda se detalla en el desarrollo del componente geomorfológico.

5.1.4 Elaboración del Mapa 2 Cauce preliminar con información de campo

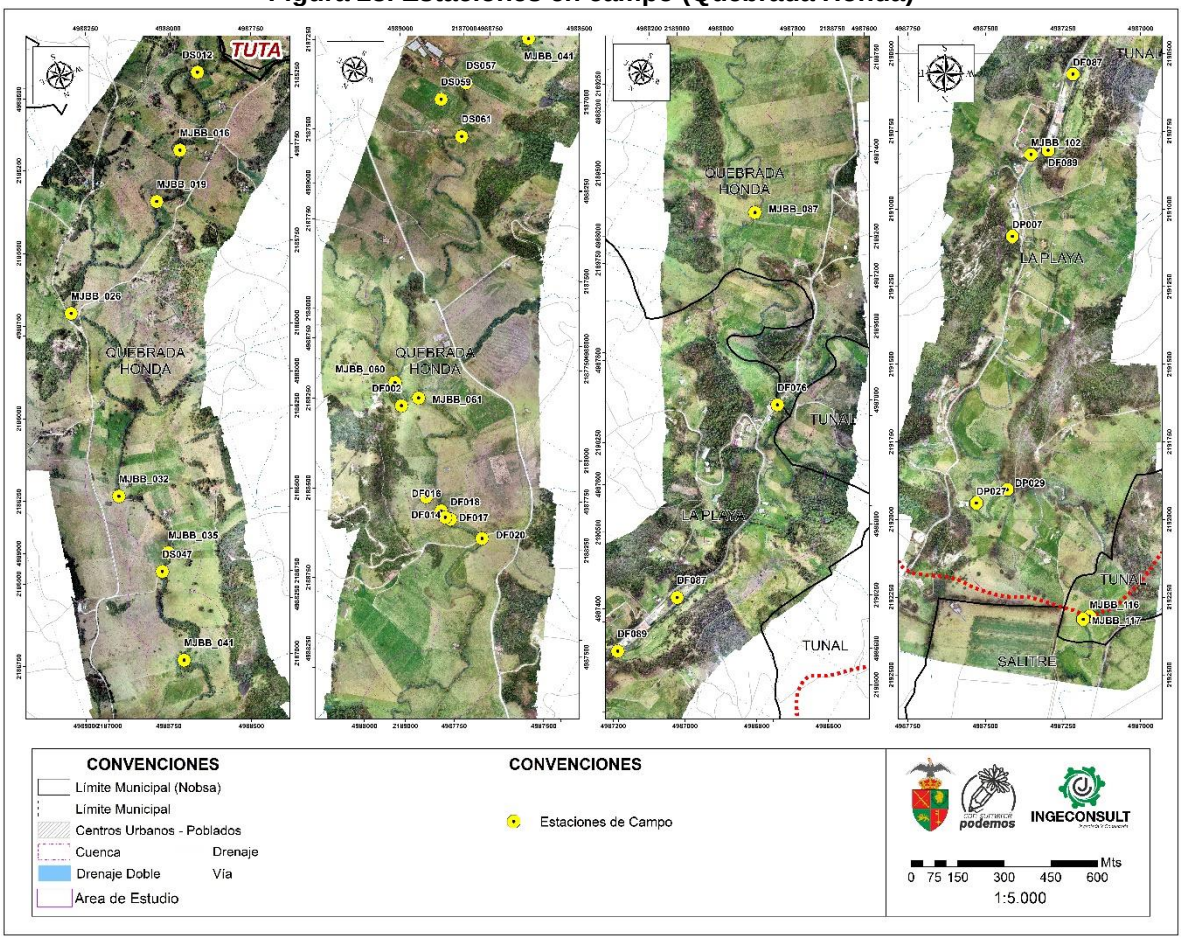
A partir de la delimitación preliminar de geoformas asociadas al cauce permanente, y la incorporación de la topografía detallada (refiriéndose al levantamiento batimétrico) se realiza la delimitación preliminar del cauce permanente, cuya poligonización se verifica con base en la información recopilada en campo y las mediciones realizadas en los canales. La idea fundamental del trabajo de campo es la evidencia del nivel del flujo del agua, zonas de sedimentación y márgenes naturales.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

5.1.4.1 Trabajo de campo (Ver Anexo 1.1 Caracterización geomorfológica)

La identificación de geoformas asociadas al cauce natural y las mediciones de ancho de canal se realizaron en la jornada de campo, que se llevó a cabo entre el 4 y 6 de octubre de 2023; las lluvias estacionales mantenían caudal constante en los principales drenajes del municipio, y fue posible encontrar zonas de encharcamiento y variaciones en los caudales según los cambios en la morfología de los cauces. En la Figura 23 se observan las estaciones en campo que se tomaron para la quebrada Honda, adicionalmente se toman puntos de control de las geoformas presentes en la quebrada para corroborar la información (Figura 24), y en la Fotografía 1 se muestra parte de la evidencia fotográfica de lo identificado en campo.

Figura 23. Estaciones en campo (Quebrada Honda)



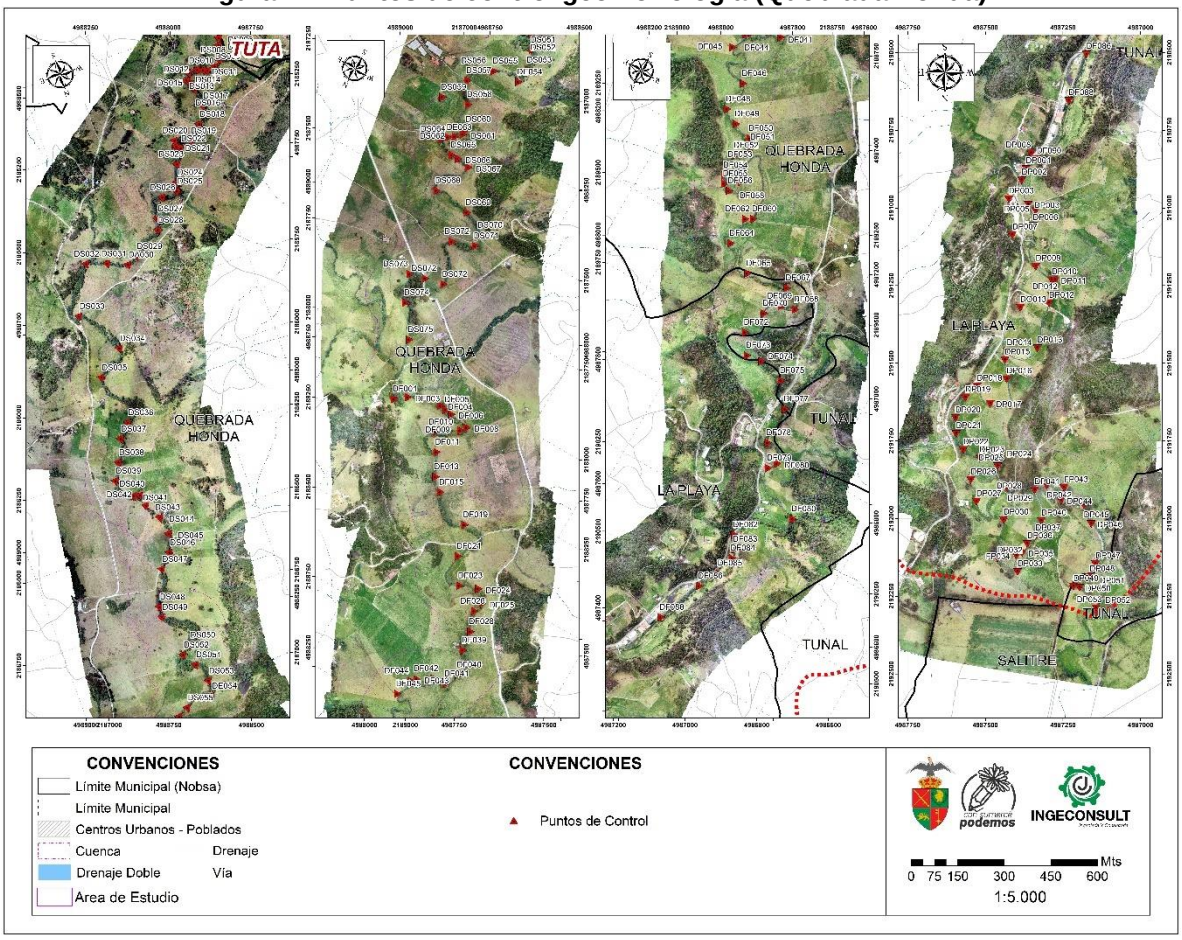
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

En la quebrada Honda, se realizaron mediciones del ancho de canal que frecuentes a los 2 metros, al ser una corriente sinuosa los anchos son variables desde aproximadamente 0,5 metros hasta los 5 metros sin presentar migración lateral, el trazado natural del cauce presenta una pendiente constante siendo característico de una zona de altiplano de montaña, se pueden observar algunas obstrucciones antrópicas en el cauce, causando algunos represamientos, pero sin afectar su recorrido.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

También se observan represamientos por vegetación en el cauce (troncos de árboles de considerables dimensiones), los cuales van aumentando por las ramas y sedimentos que puede arrastrar la corriente de la quebrada, estos represamientos causan que el agua de la corriente presente algunas afectaciones por su estancamiento.

Figura 24. Puntos de control geomorfología (Quebrada Honda)



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 1 Registro fotográfico de las evidencias en campo

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

5.1.4.2 Topografía a detalle

La topografía a detalle consiste en el levantamiento fotogramétrico de la llanura inundable, la realización de la batimetría de la quebrada (teniendo en cuenta que la profundidad del agua es mayor a 0.5 metros) y la integración de los dos insumos en la topobatimetría.

5.1.4.2.1 Levantamiento fotogramétrico (Anexo 2. Fotogrametría)

Considerando la falta de información detallada y las variaciones que presenta en el tiempo el terreno en su topografía, vegetación, infraestructura, áreas agrícolas y coberturas, la fotogrametría proporciona datos detallados de la topografía y geometría del terreno, información actual del uso de los suelos y vegetación presente, además ayuda a entender mejor la dinámica fluvial, lo que es crucial para la conservación y el manejo sostenible de recursos naturales; por lo cual se ha optado por realizar un levantamiento fotogramétrico mediante el empleo de drones, lo que facilita la adquisición de datos precisos y detallados sin obstrucciones significativas. Mediante esta metodología, se obtendrá información geoespacial de alta resolución, imprescindible para el análisis y gestión adecuada de la quebrada y su entorno ante la falta de vegetación riparia.

5.1.4.2.1.1 Metodología

Para realizar el levantamiento fotogramétrico de la quebrada Honda del municipio de Paipa se realizaron los siguientes pasos:

- Se realiza un estudio general de las zonas a través del uso de imágenes satelitales y cartografía local existente, donde se identifican condiciones geográficas, vegetación, infraestructura, condiciones de acceso y puntos de referencia del área.
- El grupo de trabajo se desplaza a campo junto con los equipos de geoposicionamiento y la aeronave no tripulada, con el fin de realizar el reconocimiento general de la zona, identificando los sitios de lanzamiento y aterrizaje de la aeronave, para comprobar que no existan objetos naturales y/o artificiales tales como árboles, cerros, torres de alta tensión, etc. que impidan el desarrollo del proyecto
- Se establecen los puntos de control mediante el uso de equipos GPS GEOSUN eFix R1 /RTK de alta precisión, a partir de mojones IGAC suscritos en el municipio de Paipa como puntos de amarre, luego se procede mediante un Rover, la captura y registro de puntos dentro de un radio máximo de 4 kilómetros para obtener una precisión menor al centímetro, para cada vuelo, definiendo el punto con sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS, origen Bogotá.
- Se definen las misiones de vuelos necesarias para cada área de estudio, lo cual es necesario realizar un vuelo inicial de la zona, con el fin de determinar la altura y líneas de vuelo específicos para cada proyecto.
- Se realiza la toma de información fotográfica mediante la programación de cada vuelo, mediante el uso del Drone Phantom 4 pro V2.0, verificando que cumpla el área de estudio, condiciones climáticas, velocidad del viento, ausencia de lluvia y zonas restringidas de vuelo, con el fin de obtener los datos de una forma precisa y real.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Finalmente, después de la obtención de fotografías en campo, se procede a realizar el procesamiento de información en oficina, mediante el software especializado PIX4D mapper, que permite generar la nube de puntos con coordenadas X, Y Z, obteniendo varios productos como: Modelo de elevación digital (DEM), Curvas de nivel y Orto-mosaico, para cada área de estudio.

5.1.4.2.1.2 Puntos de control

Las áreas de fotogrametría, fueron allegadas y socializadas con la secretaría de planeación del municipio, mediante la generación de polígonos en formato shapefile, base para realizar las respectivas misiones de vuelo. Se obtuvo como resultado para la quebrada Honda un área total de fotogrametría de 515,39 Hectáreas (teniendo en cuenta una ronda de aproximadamente 100 metros) con 43 puntos de control realizados en tierra para georreferenciar los productos finales (Ver Tabla 5)

Tabla 5. Puntos de control fotogrametría

PUNTO	ESTE	NORTE	ALTURA
1	1107259,548	1119582,561	2651,721
2	1107251,748	1119462,811	2652,519
3	1107574,419	1119802,606	2639,279
4	1107934,589	1120069,669	2628,846
5	1107989,521	1120347,368	2625,960
6	1106675,618	1123818,591	2575,134
7	1106631,178	1123766,380	2588,831
8	1107316,450	1119676,215	2650,462
9	1107393,731	1119576,716	2646,990
10	1107573,610	1119801,651	2638,812
11	1107771,601	1120003,719	2634,158
12	1107934,207	1120069,763	2631,422
13	1107948,153	1120307,004	2626,840
14	1108027,172	1120526,214	2619,555
15	1107965,817	1120822,944	2610,507
16	1107965,298	1120920,044	2608,194
17	1108021,090	1121071,688	2606,251
18	1108044,515	1121242,822	2601,366
19	1108136,751	1121439,169	2596,733
20	1108091,559	1121691,373	2591,876
21	1107888,712	1121828,877	2586,328
22	1107898,634	1121979,246	2584,455
23	1107764,341	1122198,506	2579,129
24	1107469,318	1122478,996	2570,754
25	1107325,272	1122671,552	2566,727
26	1107161,549	1122903,156	2572,429
27	1107093,412	1123146,746	2563,647
28	1107125,564	1123397,865	2560,397
29	1106949,110	1123636,457	2558,785
30	1106705,360	1123776,166	2576,696
31	1106598,677	1124173,248	2553,424
32	1106631,322	1123890,081	2576,167
33	1106604,748	1124287,145	2559,320
34	1106487,206	1124487,993	2549,780
35	1106538,867	1124807,984	2539,527
36	1106625,782	1125018,693	2533,702

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

PUNTO	ESTE	NORTE	ALTURA
37	1106738,733	1125215,024	2531,194
38	1106737,031	1125525,539	2535,268
39	1106808,190	1125767,094	2527,967
40	1106972,151	1125990,732	2521,432
41	1106963,518	1126248,583	2537,728
42	1106840,925	1126206,498	2521,103
43	1106782,682	1126300,941	2517,788

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

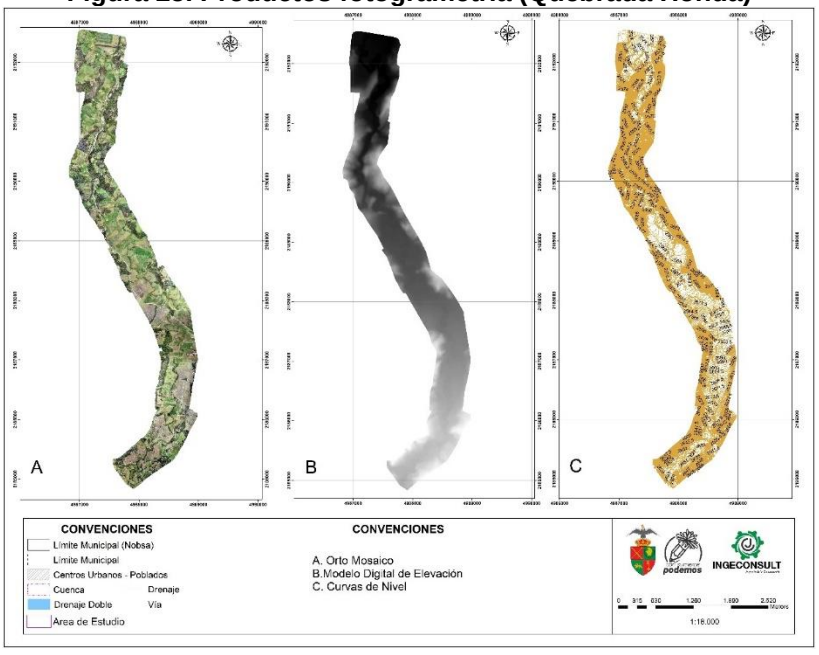
5.1.4.2.1.3 Procesamiento en software Pix4d Mapper.

Después de haber finalizado la captura de fotografías aéreas en campo mediante el Drone Phantom 4 pro V2.0, y los puntos de control amojonados mediante estación topográfica de alta precisión; se inicia el trabajo en oficina, procesando las imágenes mediante el uso del software PIX4D Mapper, uniendo cada fotografía con una superposición de 75% para obtener una malla completa generalizada, luego se inicia a establecer los puntos de control amojonados para georreferenciar con sistema de coordenadas Magna Colombia Único, reoptimizando cada imagen para poder obtener una nube de puntos y una malla, con el fin de poder mejorar la topografía del terreno y el orto-mosaico, generando un buen resultado en los productos a entregar siendo de alta resolución y precisión.

5.1.4.2.1.4 Resultados

Como resultado del procesamiento de las fotografías para la quebrada Honda, tomadas en campo, se obtuvo como productos finales, curvas de nivel cada 0,5 metros en la zona rural, Modelo de Elevación Digital del terreno y Orto-mosaico georreferenciado. En la Figura 25, se muestran los productos de salida:

Figura 25. Productos fotogrametría (Quebrada Honda)



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

5.1.4.2.2 Levantamiento batimétrico (Anexo 3. Batimetría)

5.1.4.2.2.1 Metodología

La metodología en general consiste en dos fases, una de campo y otra de oficina. La primera, consiste en hacer reconocimiento del terreno y determinar los frentes de trabajo, materializar los puntos estratégicos de posicionamiento y radiación, capturar la información en terreno y relacionar zonas críticas; la segunda fase consiste en el descargue y procesamiento de la información.

Para la adecuación de la información de los programas usados, se diseñó una hoja de cálculo (CARTERA) que permitió tener la información en el formato .csv para su importación, utilizando el software CivilCad, CIVIL 3D. Utilizando el software Topcon Tools v.8.2 se transforman los datos crudos .raw a información organizada en formatos Excel. Csv, tex, para proceder al dibujo de los planos con la ayuda del software CivilCad, CIVIL 3D teniendo en cuenta los formatos e indicaciones de la norma establecida. (resolución 643 de mayo 30 de 2018 y resolución 1562 de septiembre de 2018 del instituto geográfico Agustín Codazzi IGAC. Teniendo la nube de puntos general o total se procede a dibujar de manera digital las características del terreno de acuerdo con sus respectivas capas, colores, grosor de líneas y de más aspectos técnicos, en el plano topográfico final se generan los siguientes componentes:

- Curvas de nivel primarias y secundarias, donde su espaciamiento se da cada 2.5 metro para las primarias y cada 0.50 metros para las secundarias.
- Digitalización en planta de las características del terreno: ancho de la quebrada, forma, longitud total, relieve topográfico, intersección de vías, lámina de agua.
- Secciones o cortes transversales: que muestran a detalle el contorno de la quebrada con distanciamiento desde el eje de la quebrada de 4 a 6 metros, de otra parte, se evidencia que, debido a una longitud total de 14305,026 metros de la quebrada, se obtienen 1430 secciones transversales con distancia de 10 metros una de la otra.
- Se establece un abcisado cada 10 metros, debido a que la naturaleza del levantamiento es de forma lineal y distante.
- Perfil longitudinal de la totalidad de la trayectoria de la quebrada con una distancia de 14305,026 metros, manejando escalas apropiadas para el buen desarrollo e interpretación del mismo.
- Triangulación topográfica de la nube de puntos total, generando un modelado isométrico en 3D.

5.1.4.2.2.2 Puntos de control

Luego de recopilar toda la información se organiza de manera descriptiva en un archivo general en extensión XML, CVS donde se especifica las coordenadas Norte, Este, Cota y la respectiva descripción del punto (Anexo 3.1 Cartera topográfica (CTM12)) como se muestra en la Tabla 6, para posteriormente generar una nube de puntos en archivo CAD.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 6. Muestra de cartera topográfica (Batimetría)

CARTERA CTM12				
Nº PTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	4987416,352	2191392,916	2532,637	BASE
2	4988562,776	2185798,154	2626,930	NV
3	4988561,456	2185795,710	2626,906	BASE
4	4987416,352	2191392,916	2532,637	BASE4
5	4987416,352	2191392,916	2532,637	CHK BASE
6	4988561,141	2185796,763	2626,930	NV
7	4988561,456	2185795,710	2626,906	CHEQ
8	4987141,778	2190319,563	2539,776	NV
9	4987279,856	2189458,524	2589,006	CHK BASE TRABAJO 01
10	4987900,273	2185273,385	2651,721	CONTROL
11	4988561,134	2185796,732	2626,929	NV
12	4987155,937	2190315,732	2539,185	NV
13	4987874,072	2185136,234	2651,978	B
14	4987366,628	2191001,681	2529,528	PTE MADERA
15	4987143,513	2190321,586	2539,392	NV
16	4987865,629	2185113,735	2650,319	PT
17	4988558,930	2185797,207	2626,881	NV
18	4987873,080	2185132,458	2650,949	P
19	4987865,815	2185113,752	2651,711	BD
20	4987367,069	2190999,234	2529,439	PTE MADERA
21	4987145,638	2190322,179	2538,675	BO
22	4987155,455	2190315,968	2538,363	BD
23	4988561,456	2185795,710	2626,906	BASE 1
24	4987146,113	2190322,683	2538,401	PA
25	4987867,875	2185113,343	2651,994	PN
26	4987358,909	2190996,847	2529,454	PTE MADERA
27	4987864,539	2185116,127	2651,585	BORDE
28	4987873,295	2185132,149	2650,678	P
29	4987155,152	2190315,228	2536,039	PT
30	4987864,721	2185116,074	2650,879	P
31	4987871,675	2185134,133	2652,024	B

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Dentro del levantamiento topográfico, se tienen en cuenta también las estructuras que se localizan dentro del cauce, como puentes, box culvert, u otras estructuras artificiales. En la Tabla 7 se muestra la georreferenciación de dichas estructuras.

Tabla 7. Tabla de estructuras

TABLA DE COORDENADAS ESTRUCTURAS (PUENTES)				
Nº	NORTE	ESTE	COTA	ALTURA
1	2185759,229	4988576,223	2628,80	3,50

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

TABLA DE COORDENADAS ESTRUCTURAS (PUENTES)				
Nº	NORTE	ESTE	COTA	ALTURA
2	2187742,127	4988540,352	2582,01	3,60
3	2188072,684	4988458,005	2575,80	2,00
4	2188375,325	4987965,326	2568,31	2,73
5	2189851,805	4987249,195	2553,13	3,90
6	2190808,199	4987298,051	2533,74	3,40

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

5.1.4.2.2.3 Relación de zonas criticas

Debido a condiciones abruptas del terreno, donde la vegetación es muy densa, con pendientes pronunciadas, presentando condiciones inseguras para acceso del personal, poca visibilidad para efectuar lecturas por el método de radiación, perdida de señal de equipos GNSS sistema RTK, por consecuencia la calidad de la toma de la información es decreciente; por lo que se propone generar triangulación a partir de la nube de puntos donde se logre obtener mayor información rodeando las zonas críticas y generando un modelado de acuerdo a secciones proyectadas simétricamente. Dado que el área de estudio, corresponde a una proyección lineal, para el modelamiento de estos tramos, a continuación, se muestran tramos que representan estas zonas críticas donde no fue posible realizar la toma de la información batimétrica con los equipos anteriormente mencionados.

Tabla 8. Relación técnica de tramos críticos

TRAMO	ABSCISAS		LONGITUD	COORDENADAS INICIO			COORDENADAS FINAL		
	INICIO	FINAL		ESTE	NORTE	COTA	ESTE	NORTE	COTA
1	k 2+650	k 3+100	450	4988660	2186737	2603	4988589	2187014	2596

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Figura 26. Evidencia fotográfica de las zonas críticas

TRAMO 1



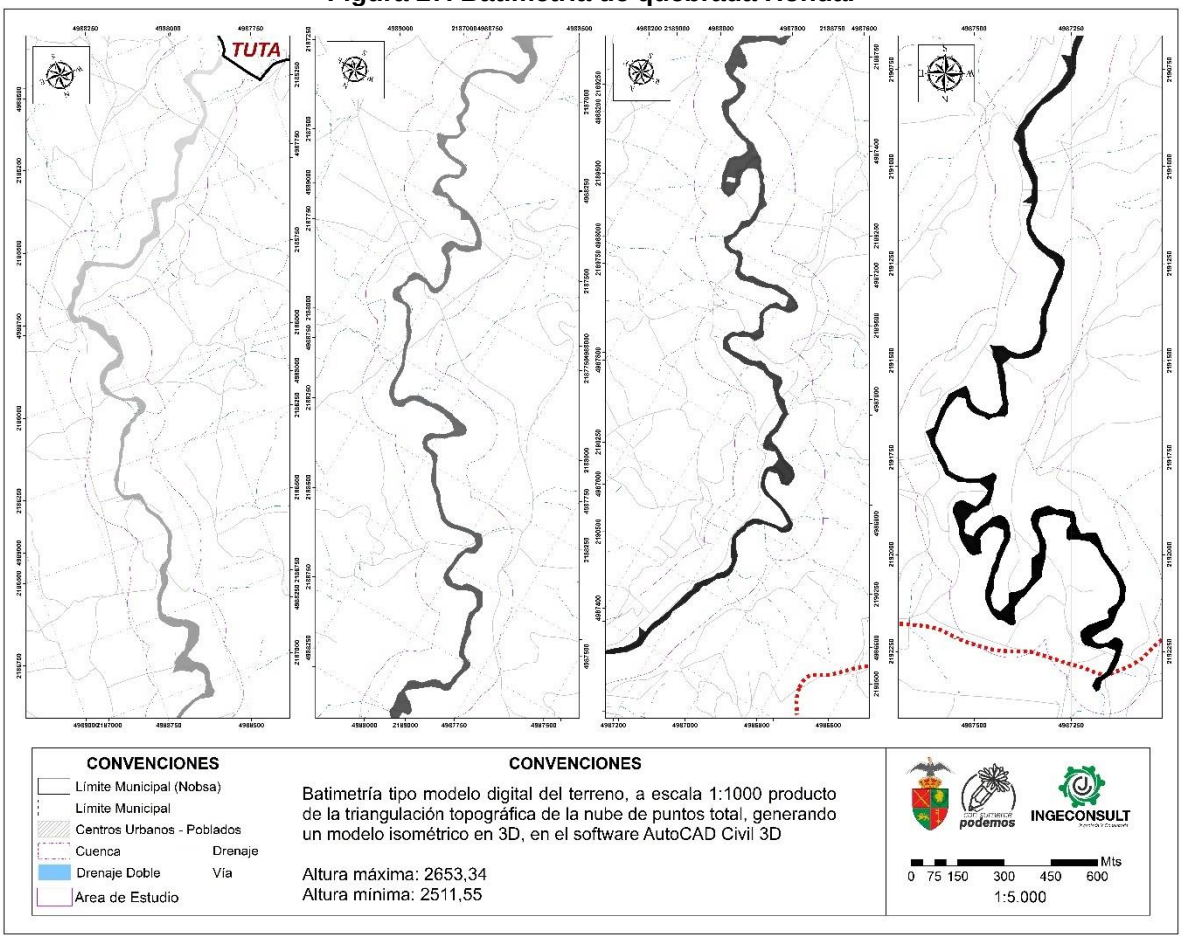
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

5.1.4.2.2.4 Resultados

El producto final es la batimetría del cauce, en plano georreferenciado y también en formato ráster como modelo digital del terreno, con resolución de 0.2 metros el pixel.

Figura 27. Batimetría de quebrada Honda.



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

5.1.4.2.3 Topobatimetría

Consiste en la integración de la topografía de la llanura inundable y la batimetría del cauce. Este proceso se hace mediante el uso de software tipo CAD y SIG (AutoCAD Civil 3D y ArcGIS). Este producto en formato ráster, muestra digitalmente las formas del relieve a mayor detalle, lo que facilita la fotointerpretación del cauce preliminar y la identificación de geoformas asociadas a la ronda hídrica.

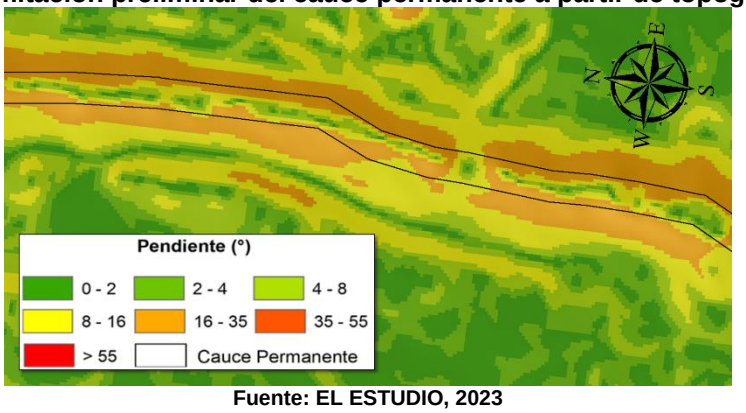
5.1.4.3 Delimitación del cauce preliminar con información de campo

En la Figura 28 se observa la manera en que se delimita preliminarmente el cauce permanente a partir del mapa de pendientes y de sombras que se genera de la topografía

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

detallada (Topobatimetría - modelo digital del terreno y batimetría). Analizando las formas del terreno es posible observar las cicatrices topográficas que indican hasta dónde ha llegado el nivel del flujo del agua. Esta delimitación es validada con la información y mediciones obtenidas en campo.

Figura 28. Delimitación preliminar del cauce permanente a partir de topografía detallada



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Figura 29. Cauce permanente preliminar con información de campo de la quebrada Honda



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

5.1.5 Elaboración del Mapa 3 Cauce permanente a escala 1:2.000

Con la determinación de las geoformas asociadas a la ronda hídrica, la delimitación preliminar al cauce permanente, la topografía detallada y las evidencias recopiladas en campo, se determina el cauce permanente de la quebrada Honda, tal como se muestra en la Figura 30.

Figura 30. Cauce permanente de la quebrada Honda



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6 DELIMITACIÓN DEL LÍMITE FÍSICO

La delimitación del límite físico corresponde a aquella franja en la que se combinan factores físico-bióticos que expresan su funcionalidad. Estos procesos se asocian con “las geoformas y procesos morfodinámicos; los flujos de agua, sedimentos y nutrientes que se producen, transportan y almacenan dentro de la red de drenaje en la cuenca hidrográfica y en sus llanuras inundables o sistemas lénticos; la flora y fauna que se establecen por la interacción con los anteriores procesos.” (MINAMBIENTE, 2018, pág. 65). Los atributos anteriores comprenden los componentes geomorfológico, hidrológico y ecosistémico de la ronda hídrica.

6.1 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO

El componente geomorfológico de la ronda hídrica es definido como “el área necesaria para garantizar los procesos morfodinámicos que soportan la función de transporte y almacenamiento de agua y sedimentos” (MINAMBIENTE, 2018, pág. 65).

- Consideraciones

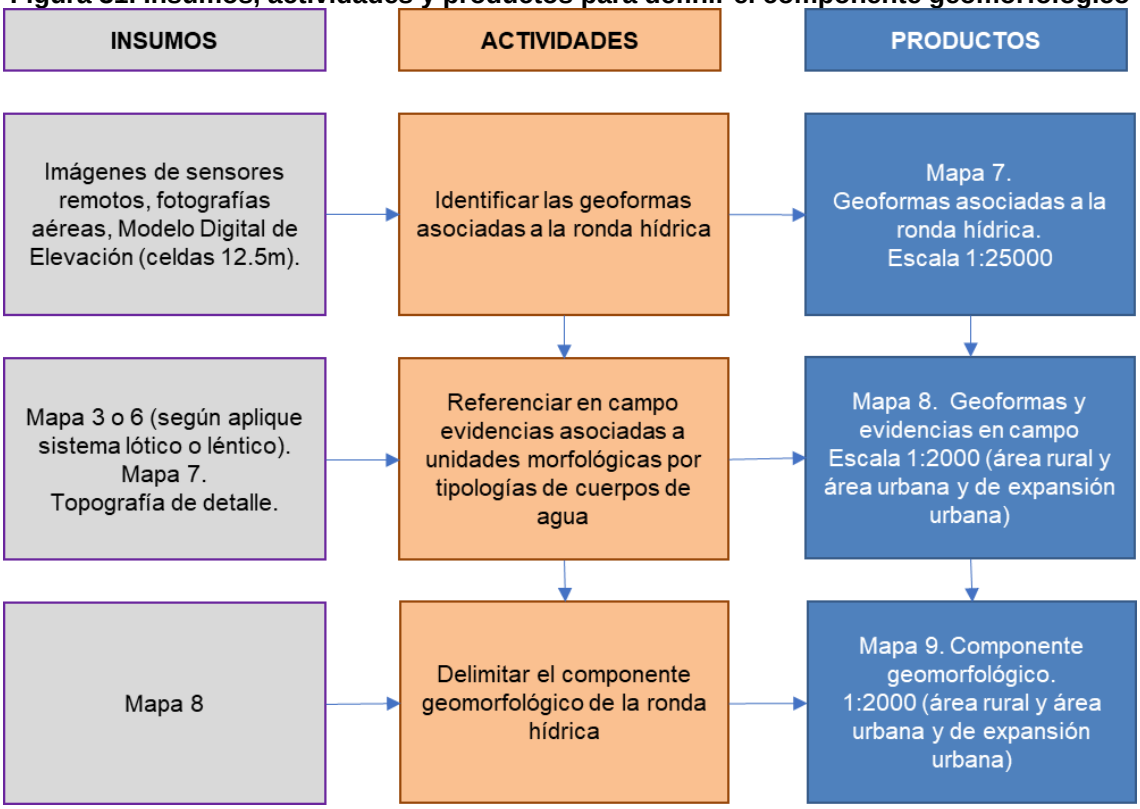
Teniendo en cuenta las consideraciones planteadas en el capítulo anterior respecto a la delimitación del cauce permanente, para el componente geomorfológico se presentan los mismos argumentos con relación a la escala de trabajo; tanto el levantamiento geomorfológico como la elaboración del componente como tal, se realiza a escala 1:2.000 tanto para la zona rural como para la urbana; esto atendiendo a la existencia de ocupaciones de edificaciones e infraestructura vial en el área rural, incluso con algunas zonas catalogadas como suburbanas, y la alta intervención antrópica en las corrientes de agua. De igual manera el insumo principal en términos de modelos digitales de elevación producto de la fotogrametría y la batometría cumplen con la resolución para esta escala de trabajo. Para la definición del componente geomorfológico se realizan las actividades presentes en la Figura 31.

6.1.1 Geología de la cuenca

La cuenca en su mayoría se localiza en la parte sur del municipio de Paipa que es la zona de mayor interés, también se localiza en los municipios de Tuta y Firavitoba, cuyas condiciones se asocian a la actividad relacionada con el sistema de fallas de Boyacá y Soapaga. En la zona esto permite el contacto entre unidades geológicas del cretácico superior con rocas del neógeno. La secuencia geológica y las principales estructuras se describen a continuación.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 31. Insumos, actividades y productos para definir el componente geomorfológico



Fuente: Modificado de MINAMBIENTE (2018, pág. 68) por EL ESTUDIO, 2023.

6.1.1.1 Litología

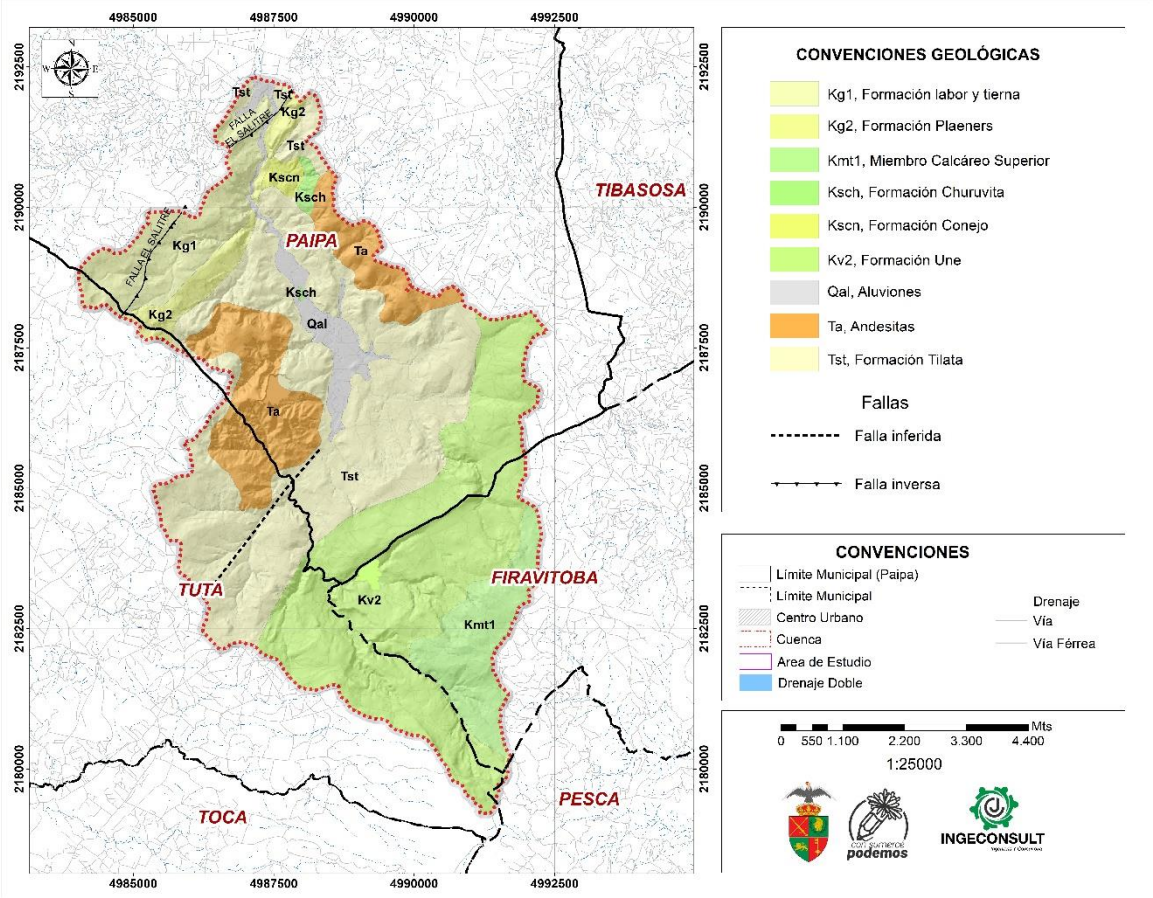
En la Tabla 9 se presenta una descripción litológica de las unidades geológicas de la zona de estudio, la cual hace parte del Altiplano Cundiboyacense, en la zona axial de la Cordillera Oriental, donde son comunes los sedimentos del Neógeno y Cuaternario, así como las rocas sedimentarias del Cretácico y Paleógeno. De especial interés son las rocas volcánicas que pueden tener relación con la fuente de calor del sistema geotérmico.

La diversidad geológica de la zona comprende diferentes texturas y composiciones. Las rocas del cretácico superior de la formación Tibasosa presenta calizas, las rocas del cretácico superior como la formación Labor y Tierna presenta arenitas de cuarzo con intercalaciones de lodolitas y limolitas, mientras que las rocas del neógeno de la formación Andesitas son rocas de origen volcánico.

A continuación, en la en la Figura 32 se muestra la distribución espacial de las unidades litológicas y en la Tabla 9, se presentan las descripciones de las formaciones geológicas aflorantes en el municipio de Paipa.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 32. Geología de la cuenca



Fuente: Modificado por EL ESTUDIO de https://ordenamiento.boyaca.gov.co/cartografia-mapas/

Tabla 9. Descripción geológica de la cuenca

ERA	PERIODO	FORMACIÓN	LITOLOGÍA
CENOZOICO	Cuaternario	Aluviones (Qal)	Se ubican hacia las márgenes de los drenajes principales y consisten de bloques redondeados, a subredondeados principalmente de arenitas, en una matriz areno-arcillosa, presentan una morfología plana.
	Neógeno	Formación Tilata (Tst)	Compuesta por areniscas conglomeráticas, conglomerados de gravas a cantos bien redondeados, arcillas rojas y capas de turba.
	Neógeno	Andesitas (Ta)	Corresponden a lavas con textura porfirítica, con fenocristales de sanidina, cuarzo, feldespato plagioclasa, ortoclasa en una matriz vítrea de color café. Se observaron fenocristales de cuarzo bipiramidal, fenocristales de sanidina transparentes y la biotita en fenocristales y laminillas. Como minerales accesorios contiene magnetita, zircón, apatito, titanio y leucita. En los bordes del cuerpo volcánico se encontraron brechas volcánicas con fragmentos de cuarcita, cherts, arenisca, limolita y rocas volcánicas.

ERA	PERIODO	FORMACIÓN	LITOLOGÍA
MESOZOICO	Cretácico Superior	Formación labor y tierna (Kg1)	Se compone de arenitas de cuarzo de grano fino a grueso, esporádicamente, ocurren intercalaciones de lodolitas y limolitas de cuarzo. La bioturbación es un rasgo constante del tipo de Thalassinoides sp. y Arenicolites sp. La unidad aflora con una expresión morfológica fuerte, de laderas pendientes bien inclinadas, de difícil acceso.
	Cretácico Superior	Formación Pleaners (Kg2)	liditas y chert, con delgadas intercalaciones de lodolitas y arcillolitas laminadas, comúnmente silíceas. La estratificación es casi invariablemente paralela, en capas delgadas y rara vez media y normalmente presenta abundantes cantidades de foraminíferos del género siphogenerinoides.
	Cretácico Superior	Formación Conejo (Kscn)	consta de base a techo de una sucesión de arcillolitas y lodolitas laminadas, a veces calcáreas, con intercalaciones de arcillolitas no calcáreas, limolitas de cuarzo y cuarzoarenitas de grano fino a medio, especialmente hacía el tope de la unidad. Conforma amplios valles de relieves suaves
	Cretácico Superior	Formación Churuvita (Ksch)	Compuesta por tres segmentos: el inferior por 105 m de una alternancia de areniscas cuarzosas, muscovíticas, de color gris, calizas e intercalaciones de arcillolita y limolita. El segmento intermedio se compone de 75 m de bancos lumaquélicos calcáreos y calcáreo - arcillosos, alternando con arcillolitas, limolitas y areniscas cuarzosas de grano angular a subangular con moscovita. El segmento superior presenta una alternancia de arcillolitas y limolitas con paquetes de arenisca de grano fino a medio, y bancos calcáreos macizos
	Cretácico Inferior - Superior	Formación Une (Kv2)	Se compone de arenisca cuarzosa blancuzca a amarillenta, con cemento silíceo o ferruginoso, de grano medio a grueso, localmente conglomerática, con intercalaciones de shales más frecuentes hacia el techo.
	Cretácico Inferior	Miembro Calcáreo Superior (Kmt1)	El conjunto superior se ha dividido en los siguientes segmentos: a) calizas grises oscuras con intercalaciones de areniscas calcáreas y lodolitas calcáreas, b) limolitas y lodolitas grises oscuras a grises verdosas con intercalaciones de caliza gris oscura, c) areniscas de cuarzo color gris clara con intercalaciones de lodolitas negras y calizas gris oscuras, d) sucesión de capas de caliza gris oscura a negra, fosilífera e intercalaciones de lodolitas grises oscuras a negras. Hacia la parte media de esta secuencia superior, se presentan dos niveles de arenitas finas, cuarzosas, grises claras, micáceas.

Fuente: EL ESTUDIO 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.1.1.2 Geología estructural

En la zona de estudio solamente se encuentra la falla el salitre y una falla inferida, no se encuentran pliegues ni estructuras geológicas que afecten la cuenca.

6.1.1.2.1 Fallas

- Falla El Salitre

Se trata de una falla con orientación paralela a las fallas principales de Boyacá y Soapaga, es decir, noroeste y nor-noroeste (NE y NNE), que coincide con la mayoría de estructuras de la Cordillera Oriental y en general de Los Andes del Norte en Colombia. En la zona de interés sus trazos son sinuosos y localmente discontinuos por estar cubiertos por depósitos neógenos y cuaternarios, tanto sedimentarios como volcano clásticos.

6.1.2 Geomorfología de la cuenca

Esta cuenca se encuentra localizada en la cordillera oriental de los Andes Colombianos, entre las poblaciones de Paipa, Firavitoba y Tuta, donde se presentan paisajes montañosos principalmente al sur, entre las poblaciones de Firavitoba (vereda San Antonio) y Tuta (vereda El Alisal) con alturas de 3050 m.s.n.m a 3400 m.s.n.m, en general predomina un modelado en zona de valle, donde prevalecen laderas suavemente onduladas, producto de meteorización y erosión de rocas sedimentarias, que dan origen a los ambientes denudacionales y fluviales. Dentro de la cuenca en general predomina el ambiente estructural en una zona de compresión, donde se ha originado de un paisaje estructural por el plegamiento de rocas principalmente Cretácicas.

En la geomorfología de la cuenca se diferencian subunidades de seis (6) ambientes morfogenéticos como: denudacional, estructural, fluvial, glacial, volcánico y antropogénico. A continuación, en la en la Figura 33 se muestra la distribución espacial de las unidades geomorfológicas en el área de la cuenca y en la Tabla 10, se presentan sus descripciones basadas en las definiciones de subunidades de la *Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000* elaborado por el SGC (2012).

Tabla 10. Ambientes y subunidades geomorfológicas de la cuenca

Ambiente	Subunidad	Descripción
	Cima (Dc)	Superficie amplia convexa a plana, dispuesta en franjas alargadas que bordean algunas divisorias de agua. Presentan pendientes planas a inclinadas con anchos entre 200 a 800 metros, limitadas por laderas cuya inclinación puede ser moderada a escarpada. Su origen se establece a partir de procesos meteorización, erosión intensa y actividad antrópica. Se localiza principalmente al norte de la microcuenca, especialmente en el municipio de Paipa en las veredas El Tunal, Venta de Llano y Quebrada Honda, y en el municipio de Tuta en las veredas El Hato y El Alisal.
	Colina residual Disectada (Dcrd)	Relieve sobresaliente entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, que presenta una cima redondeada y amplia

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Ambiente	Subunidad	Descripción
		limitada por laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa a recta y pendiente inclinada a escarpada, con índice de relieve bajo a moderado. Su origen está asociado con procesos tectónicos y a la acción conjunta de periodos de meteorización y erosión asociados a factores litológicos locales. Se localiza en el borde oriental, en el municipio de Paipa, vereda Venta de Llano.
	Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco)	Estructura en forma de cono o lóbulo con morfología alomada baja. Su origen es relacionado a procesos de transporte y depositación de materiales sobre las laderas y por efecto de procesos hidrogravitacionales en suelos saturados y no saturados. Su depósito está constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes, embebidos en una matriz generalmente arcillosa a areno limo arcillosa.
	Escarpe de erosión menor (Deeme)	Ladera abrupta o a desplome de longitud corta a larga, de forma cóncavo convexa y eventualmente recta, con pendiente escarpada a muy escarpada, originado por socavación fluvial lateral o por procesos de erosión y movimientos en masa remontantes a lo largo de un drenaje.
	Ladera ondulada (Dlo)	Superficie en declive de morfología alomada o colinada, pendiente inclinada a escarpada, la longitud varía entre corta y muy larga. El patrón de drenaje es subdendrítico a subparelo. Estas laderas se pueden formar en suelos residuales y depósitos coluviales. Esta subunidad se localiza principalmente en el municipio de Paipa, en las veredas Quebrada Honda, Venta de Llano y La Playa; en menor media se sitúa en los municipios de Firavitoba en la vereda San Antonio, y en el municipio de Tuta en la vereda El Hato.
	Loma denudada (Dld)	Prominencia topográfica con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, con una morfología alomada y elongada, laderas cortas a muy cortas, convexas y pendientes muy inclinadas a muy abruptas. Su origen es relacionado a procesos intensos de meteorización y erosión diferencial. Se localiza principalmente hacia el sureste de la microcuenca.
	Lomo denudado bajo de longitud larga (Dldebl)	Son sistemas o conjuntos de lomos o filos ubicados a diferentes alturas; con índice de relieve relativo menor de 250 m y la longitud del eje principal es mayor que 1000 m; son formas alargadas en dirección perpendicular al drenaje principal. La inclinación y orientación del eje del lomo puede informar de procesos y velocidades de levantamiento del conjunto cordillerano o de la velocidad de la erosión del río principal o eje geomorfológico. Se localizan principalmente en el costado occidental de la microcuenca, especialmente en el municipio de Tuta, en las veredas El Hato y El Alisal.
	Lomo denudado bajo de longitud media (Dldebm)	Son sistemas o conjuntos de lomos o filos ubicados a diferentes alturas; con índice de relieve relativo menor que 250 m y el eje principal tiene una longitud entre 250 m y 1000 m; son formas alargadas en dirección perpendicular al drenaje principal. El tope o parte superior puede tener diferentes formas dependiendo del grado de incisión del drenaje, el tipo

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

Ambiente	Subunidad	Descripción
FLUVIAL		de saprolito que ha desarrollado la roca dominante y de los procesos erosivos que lo han modelado. Se localiza principalmente en el municipio de Paipa, en las veredas El Tunal y Quebrada Grande.
	Escarpe de terraza de acumulación (Ftae)	Plano vertical a subvertical, escalonado, excavado en sedimentos aluviales que bordean las terrazas de acumulación. Su origen es relacionado a la incisión y profundización del cauce. La altura de los escarpes puede alcanzar decenas de metros. Se localiza en el municipio de Paipa, en las veredas La Playa y Pastoreros, y en la población de Tuta en la vereda El Alisal.
	Escarpe de terraza de erosión (Ftee)	Plano vertical a subvertical, escalonado, que borde a las terrazas aluviales de erosión. Su origen es relacionado a la incisión y profundización del cauce sobre el estrato rocoso. La altura de los escarpes puede variar desde pocos metros a decenas de metros. Se localiza al sur de la microcuenca entre las poblaciones de Firavitoba y Tuta.
	Planicie y delta lacustre (Fpla)	Superficie extensa de aspecto aterrazado y morfología ondulada suavemente inclinada y limitada hacia los cauces por escarpes de varios metros de altura. Su origen está relacionado al desplazamiento lateral del cauce de un río dentro de la llanura aluvial. Su depósito está constituido por arcillas con intercalaciones locales de arenas finas con niveles delgados de gravas y turbas concordantes, producto de la acumulación de materiales transportados por las corrientes. Esta subunidad se localiza en el borde norte de la microcuenca, en el municipio de Paipa, vereda La Playa.
	Plano o llanura de inundación (Fpi)	Superficie de morfología plana, baja a ondulada, eventualmente inundable. Se localiza bordeando los cauces fluviales como el cauce de la quebrada Honda dentro de la microcuenca, donde es limitado localmente por escarpes de terraza. Incluye los planos fluviales menores en formas de “U” o “V”, al igual que a los conos coluviales menores de los flancos de los valles intramontanos. En regiones montañosas, donde las corrientes fluviales tienden a unirse con sus tributarios para formar el cauce principal, en red de drenaje de tipo subparalelo de mediana densidad, se presentan como superficies estrechas, alargadas y profundas.
	Terraza de acumulación (Fta)	Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, modelada sobre sedimentos aluviales, que se presenta en forma pareada, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del cauce de la quebrada Honda. Su origen está relacionado a procesos de erosión y acumulación aluvial, dentro de antiguas llanuras de inundación. Su formación incluye fases de acumulación, incisión y erosión vertical. Estas terrazas pueden

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

Ambiente	Subunidad	Descripción
ESTRUCTURAL		ser parte de cauces rectos a meándricos. Su depósito está constituido por gravas arenas, limos y arcillas, con disminución del tamaño a medida que se aleja del cauce del rio.
	Terraza de acumulación subreciente (Ftas)	Superficie plana a suavemente inclinada, remanente de terrazas subrecientes de morfología ondulada, disectadas, localmente basculadas, con inclinaciones entre 3° a 5°, aunque algunos sectores pueden alcanzar los 10° donde se presenta limitada por escarpes de 5 a 20 m. Su origen es relacionado a la ampliación del valle de un río, al ganar importancia la erosión en sus márgenes. La superficie de la anterior llanura aluvial queda adosada a las márgenes del valle en forma de escalón o resalte topográfico que define la terraza.
	Terraza de erosión (Fte)	Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, limitada por escarpes de diferente altura, que se presenta en forma alterna no pareada, a lo largo del cauce de un río. Su origen es relacionado a procesos de erosión aluvial lateral y procesos de levantamiento tectónico que afectan el sustrato rocoso. Generalmente contiene una delgada capa de grava que cubre la superficie plana. Se localizan al sur de la microcuenca, en el municipio de Firavitoba en la vereda San Antonio y En Tuta en las veredas El Hato y El Alisal.
	Espolón bajo de longitud larga (Sesbl)	Saliente de morfología alomada, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región, desarrollados sobre rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias y limitado por drenajes paralelos a subparalelos. Con laderas de longitudes variables, con pendientes que se ven reducidas de abruptas a inclinadas por intensos procesos denudativos. La particularidad de esta unidad radica en que el relieve relativo es menor que 250 m y la longitud del eje principal del espolón en mayor que 1000 m. Se localiza al sur de la vereda Quebrada Honda en el municipio de Paipa, y al sureste en la vereda El Hato en la población de Tuta.
	Ladera de contrapendiente suave (Slcps)	En esta zona se presenta como una superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por estratos dispuestos en sentido contrario a la inclinación del terreno, alcanzando una longitud de 1.600 m y 5.500 m de ancho. La particularidad de esta geoforma radica en que predomina la pendiente inclinada con rangos entre los 6° y 10°, seguida de la pendiente muy inclinada con rangos entre los 11° y 15°. Esta subunidad se localiza en el borde suroeste, en el municipio de Tuta, en la vereda El Alisal.
	Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc)	Superficie vertical a subvertical moderada a larga, de forma cóncava, escalonada, festoneada a irregular, con pendiente abrupta a escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, relacionada a una estructura homoclinal. Esta subunidad se localiza

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

Ambiente	Subunidad	Descripción
GLACIAL		principalmente en el costado suroeste entre los municipios de Paipa, Tuta y Firavitoba.
	Ladera estructural suave (Slesv)	La subunidad corresponde a una superficie en declive, de morfología regular, definida por estratos a favor de la pendiente del terreno, alcanzando los 1.200 m de largo y 3.500 m de ancho. La particularidad de esta subunidad radica en el contraste de inclinación con las superficies adyacentes. Predominan las pendientes Inclinadas con ángulos entre los 6° a 10°
	Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle)	Superficie definida por la inclinación de los estratos a favor de la pendiente, de longitud corta a moderada larga, formas rectas a convexas y pendientes escarpadas a muy escarpadas, relacionada a una estructura homoclinal. Esta unidad predomina dentro de la microcuenca, se sitúa especialmente en la zona sur de la misma.
	Lomos (Sl)	Prominencias topográficas cuyo origen está relacionado con la acción conjunta de procesos tectónicos moderados a intensos y periodos de meteorización y denudación en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Se caracteriza por ser un sistema con índice de relieve bajo, cimas alargadas, de topes agudos a redondeados que siguen la tendencia estructural regional, laderas cortas a moderadamente largas, de forma cóncava a rectas y pendientes inclinadas a abruptas. Se localiza en el borde noreste de la cuenca, en la población de Paipa, vereda La Playa.
	Sierra homoclinal (Ssh)	Prominencia topográfica simétrica o ligeramente simétrica elongada y de morfología montañosa a colinada de cimas agudas, definida por una secuencia de estratos o capas apilados e inclinados (> 35°) en una misma dirección. Generalmente es producto del desarrollo o erosión de un solo flanco de una estructura geológica. Esta subunidad se sitúa en el costado oriental, en el municipio de Paipa, vereda Venta de Llano.
	Ladera de contrapendiente suave glaciada (Glcps)	Corresponde con una superficie inclinada, que se presenta como continuación de una ladera en contrapendiente, relacionada a una estructura de plegamiento y al igual que esta, también tiene los estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, que se ve suavizada, debido a cambios litológicos. Su origen está asociado a la acción de procesos endógenos de fallamiento y plegamiento, que inclinan las capas o estratos de las formaciones geológicas, afectados posteriormente por erosión glaciar. Esta subunidad se localiza al sur de la microcuenca, en la población de Tuta, vereda El Alisal.

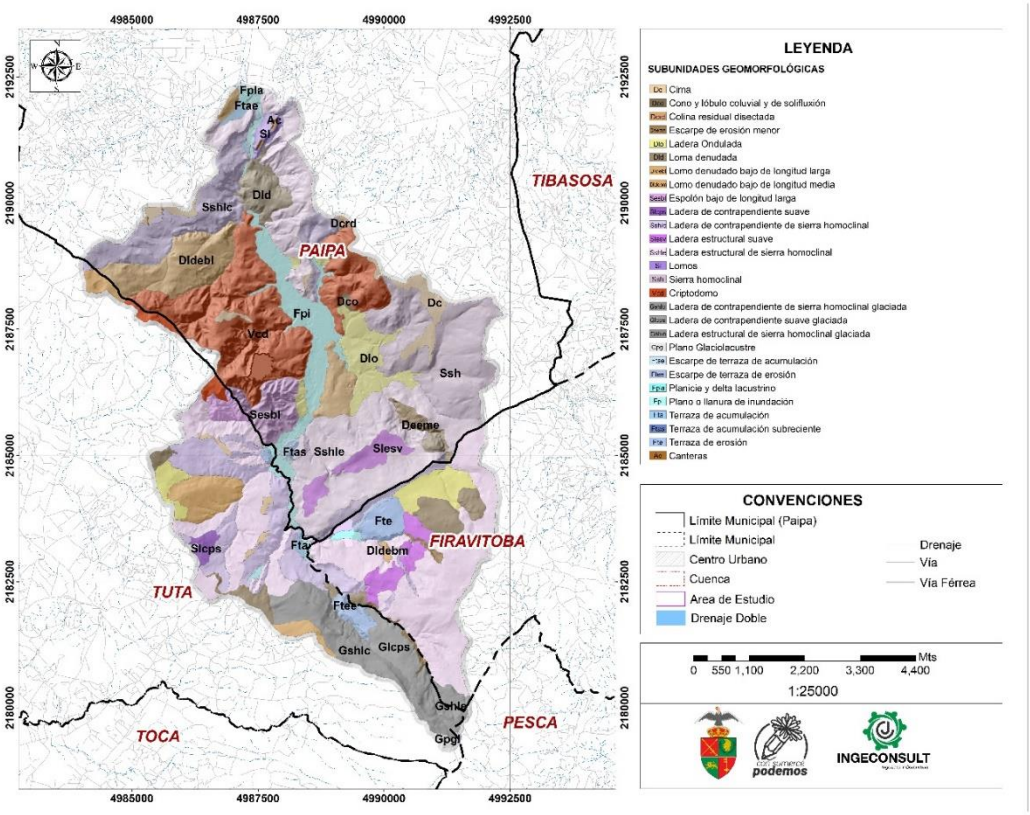
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsultjc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

Ambiente	Subunidad	Descripción
VOLCÁNICO	Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal glaciada (Gshlc)	Se caracteriza por presentar estratos inclinados en contra de la pendiente, de longitud moderada a muy larga, de formas cóncavas a irregulares escalonadas y con pendientes escarpadas a muy escarpadas asociadas localmente a depresiones de nivación y circos glaciales. Esta subunidad se localiza en el borde suroeste de la microcuenca, en el municipio de Tuta, vereda El Alisal.
	Ladera estructural de sierra homoclinal glaciada (Gshle)	Laderas definidas por la inclinación de los estratos en el mismo sentido de la pendiente con rangos que varían desde abruptas a muy escarpadas, de longitud moderada a muy larga de morfologías cóncavos convexas y superficies aborregadas y pendientes que varían entre abruptas a muy escarpadas. Presentan crestas agudas (aristas glaciales), y delimitando valles glaciales en forma de "U". Esta subunidad se ubica en el borde suroeste de la microcuenca, entre las poblaciones de Firavitoba y Tuta.
	Plano Glaciolacustre (Gpgl)	Son planos o laderas de suave pendiente formadas por depositación de sedimentos en lagos y zonas marginales a un glacial. Se constituyen de materiales finos (limos, arcillas) y localmente arenas y gravas traídas por aguas descongeladas. Se presentan como planos en zonas glaciadas y localmente en artesas elongadas asociadas con valles glaciales. Se encuentran relacionadas con lagunas y zonas pantanosas de origen glacial. Esta subunidad se localiza al sur de la microcuenca, en la población de Tuta, vereda El Alisal.
	Criptodomo (Vcd)	Estructura en forma cónica o dómica, con pendientes inclinadas a muy inclinadas, de laderas irregulares, de origen volcánico no exógeno. Su génesis se asocia a un ascenso de magma que no alcanza la superficie, su emplazamiento se da en el interior de la corteza, aprovechando zonas de debilidad o discontinuidades. Estos cuerpos quedan expuestos por efectos de tectonismo (fallamiento) y erosión.
ANTROPOGÉNICO	Canteras (Ac)	Excavación escarpada con altura del orden decimétrico, de formas irregulares o en terraceos hechos en laderas para la extracción de materiales de construcción como piedra, arena y grava. Se incluyen en esta definición las excavaciones realizadas para la extracción de arcillas comúnmente llamadas chircales. Esta subunidad se localiza al norte de la microcuenca, en el municipio de Paipa, vereda La Playa.

Fuente: Modificado del SGC (2012) por EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 33. Geomorfología de la cuenca



Fuente: Modificado de SGC - UPTC (2018) por EL ESTUDIO, 2023

6.1.3 Identificación y clasificación de las geoformas de la cuenca que hace parte del municipio de Paipa

La geomorfología de la cuenca que se encuentra dentro del municipio de Paipa se localiza en el valle del Sugamuxi, el cual es uno de los valles internos más destacados de la región andina, desarrollado en el pleistoceno y corresponde con una intercalación de materiales finos (lacustres) con materiales gruesos (aluviales), asociados a los ambientes denudacional y fluvial, al parecer sin afectaciones neotectónicas y que geomorfológicamente conforma una planicie y delta lacustre, desarrollados en las áreas más bajas de la cuenca, según Reyes (1990) el ambiente de formación del valle es lacustre con aporte de material aluvial y periglacial, transportado por las corrientes desde la misma cordillera. Las áreas montañosas o de mayor elevación se encuentran representadas por los ambientes estructural y volcánico. A continuación, se describen las geoformas que se sitúan en la cuenca que hace parte del municipio de Paipa.

6.1.3.1 Geoformas de tipo denudacional

- Cima (Dc)

Esta subunidad presenta una morfología amplia y moderadamente plana, definida en franjas alargadas, las cuales bordean algunas divisorias de agua. Presentan pendientes

que varían de 5º a 10º, tiene una amplitud dentro del área de la cuenca de 200 a 500 metros aproximadamente, está limitada por laderas cuya inclinación puede ser de muy inclinada a escarpada. Su origen se establece a partir de procesos meteorización y erosión intensa. Se localiza en las veredas El Tunal, Quebrada Honda, Venta de Llano, desarrollada sobre rocas ígneas como Andesitas (Ta), y en rocas sedimentarias Cretácicas de la Formación Labor y Tierna (Kg1). Dentro de la zona de interés ocupa un área de 89,30 ha.

- Colina residual Disectada (Dcrd)

Esta subunidad se caracteriza por presentar una red de drenajes con un leve grado de disección en forma de U, presenta cimas redondeadas y amplias, limitadas por laderas moderadamente largas, de forma convexa, de pendientes de 10º a 16º, con índice de relieve bajo. Su origen es relacionado a procesos tectónicos y a la acción conjunta de periodos de denudación y meteorización asociados a factores litológicos locales o a suelos espesos. Se localiza en el borde oriental, en las veredas Venta de Llano, en la margen izquierda aguas abajo de la quebrada Agua Tibia, sobre rocas ígneas de la unidad Andesitas (Ta). Esta subunidad ocupa un área menor con 4,39 ha.

- Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco)

Se caracteriza por su forma de cono o lóbulo de morfología alomada baja, índice de relieve bajo, La génesis está relacionada a procesos hidrogravitacionales en suelos saturados y no saturados, su depósito está constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes, para el área de interés son rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst). Esta subunidad se localiza al oriente de la cuenca que se encuentra dentro del municipio de Paipa, en las veredas La Playa y Venta de Llano, ocupando un área de 19,45 ha.

- Escarpe de erosión menor (Deeme)

Esta subunidad caracterizada por presenta una ladera abrupta, con longitud moderadamente larga, de forma cóncava convexa, tiene pendientes escarpadas, con drenajes paralelos. Su génesis se relaciona a la socavación fluvial lateral. Se localiza al sureste del municipio, en límite entre las veredas Venta de Llano y Quebrada Honda, donde ocupa un área de 31,36 ha, sobre rocas Cretácicas de las Formación Une (Kv2) y Terciarias de la Formación Tilatá (Tst).

- Ladera ondulada (Dlo)

Dentro de la zona de interés se caracteriza por presentar una superficie de declive de morfología alomada, de pendientes inclinadas a muy inclinadas que oscilan entre los 6° y 15°, de longitud moderadamente larga a larga. Predomina el patrón de drenaje subdendrítico, esta geoforma es producto del deterioro de las rocas por meteorización, dando lugar a suelos residuales. Se localiza en la vereda Venta de Llano en el sector El Potrerito y La vega, la subunidad ocupa un área general de 155,39 ha; y en la vereda Quebrada Honda. Se desarrolla principalmente sobre rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst) y sobre rocas Ígneas de la unidad Andesitas.

- Loma denudada (Dld)

Subunidad geomorfológica caracterizada por ser una prominencia topográfica con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, con una morfología alomada y

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

elongada, con laderas cortas, pendientes muy inclinadas a abruptas que oscilan entre los 11° y 20°, con cimas subredondeadas, presenta un patrón de drenaje de subparalelo, con alto grado de incisión. Se localiza en las veredas La Playa (sectores Mortiño y El Cerezo) y Pastoreros. Se desarrolla sobre rocas Cretácicas de la Formación Une (Kv2) y Grupo Churuvita (Ksch) y en rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst). Esta subunidad ocupa un área de 84,87 ha.

- Lomo denudado bajo de longitud larga (Dldebl)

Se caracterizan por presentar un sistema o conjuntos de lomos o filos situados a diferentes alturas; con índice de relieve relativo menor de 250 m y la longitud del eje principal es mayor que 1000 m, presentan formas alargadas de dirección perpendicular al drenaje principal, por ende, se desarrollan a partir de la disección de estos. Se ubican dentro de la zona de interés en la vereda El Tunal, donde abarca un área de 62,05 ha. Desarrollada en rocas Cretácicas de la Formación Labor y Tierna (Kg1).

- Lomo denudado bajo de longitud media (Dldebm)

Esta subunidad geomorfológica se caracteriza por presentar un sistema de conjuntos de lomos o filos a diferentes alturas, se presenta de forma alargada en dirección perpendicular al drenaje principal, el cual tiene una longitud de 800 metros, índice de relieve de 250 metros, la parte superior de esta subunidad puede tener diferentes formas dependiendo del grado de incisión del drenaje y de la litología que la componen, presenta un drenaje de tipo dendrítico, la inclinación y orientación del eje del lomo puede indicar procesos y velocidades de levantamiento del conjunto cordillerano, o de la velocidad de la erosión del río principal o eje geomorfológico. Se localiza en las veredas Quebrada Honda y El Tunal, donde el componte ocupa un área de 226,96 ha, en rocas Cretácicas de las formaciones Labor y Tierna (Kg1), Plaerners (Kg2), rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst) y sobre depósitos tipo Aluviones (Qal).

6.1.3.2 Geoformas de tipo fluvial

- Cima (Dc)

Esta subunidad presenta una morfología amplia y moderadamente plana, definida en franjas alargadas, las cuales bordean algunas divisorias de agua. Presentan pendientes que varían de 5º a 10º, tiene una amplitud dentro del área de la cuenca de 200 a 500 metros aproximadamente, está limitada por laderas cuya inclinación puede ser de muy inclinada a escarpada. Su origen se establece a partir de procesos meteorización y erosión intensa. Se localiza en las veredas El Tunal, Quebrada Honda, Venta de Llano, desarrollada sobre rocas ígneas como Andesitas (Ta), y en rocas sedimentarias Cretácicas de la Formación Labor y Tierna (Kg1). Dentro de la zona de interés ocupa un área de 89,30 ha.

- Colina residual Disectada (Dcrd)

Esta subunidad se caracteriza por presentar una red de drenajes con un leve grado de disección en forma de U, presenta cimas redondeadas y amplias, limitadas por laderas moderadamente largas, de forma convexa, de pendientes de 10º a 16º, con índice de relieve bajo. Su origen es relacionado a procesos tectónicos y a la acción conjunta de periodos de

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

denudación y meteorización asociados a factores litológicos locales o a suelos espesos. Se localiza en el borde oriental, en las veredas Venta de Llano, en la margen izquierda aguas abajo de la quebrada Agua Tibia, sobre rocas ígneas de la unidad Andesitas (Ta). Esta subunidad ocupa un área menor con 4,39 ha.

- Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco)

Se caracteriza por su forma de cono o lóbulo de morfología alomada baja, índice de relieve bajo, La génesis está relacionada a procesos hidrogravitacionales en suelos saturados y no saturados, su depósito está constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes, para el área de interés son rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst). Esta subunidad se localiza al oriente de la cuenca que se encuentra dentro del municipio de Paipa, en las veredas La Playa y Venta de Llano, ocupando un área de 19,45 ha.

- Escarpe de erosión menor (Deeme)

Esta subunidad caracterizada por presenta una ladera abrupta, con longitud moderadamente larga, de forma cóncava convexa, tiene pendientes escarpadas, con drenajes paralelos. Su génesis se relaciona a la socavación fluvial lateral. Se localiza al sureste del municipio, en límite entre las veredas Venta de Llano y Quebrada Honda, donde ocupa un área de 31,36 ha, sobre rocas Cretácicas de las Formación Une (Kv2) y Terciarias de la Formación Tilatá (Tst).

- Ladera ondulada (Dlo)

Dentro de la zona de interés se caracteriza por presentar una superficie de declive de morfología alomada, de pendientes inclinadas a muy inclinadas que oscilan entre los 6° y 15°, de longitud moderadamente larga a larga. Predomina el patrón de drenaje subdendrítico, esta geoforma es producto del deterioro de las rocas por meteorización, dando lugar a suelos residuales. Se localiza en la vereda Venta de Llano en el sector El Potrerito y La vega, la subunidad ocupa un área general de 155,39 ha; y en la vereda Quebrada Honda. Se desarrolla principalmente sobre rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst) y sobre rocas Ígneas de la unidad Andesitas.

- Loma denudada (Dld)

Subunidad geomorfológica caracterizada por ser una prominencia topográfica con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, con una morfología alomada y elongada, con laderas cortas, pendientes muy inclinadas a abruptas que oscilan entre los 11° y 20°, con cimas subredondeadas, presenta un patrón de drenaje de subparalelo, con alto grado de incisión. Se localiza en las veredas La Playa (sectores Mortiño y El Cerezo) y Pastoreros. Se desarrolla sobre rocas Cretácicas de la Formación Une (Kv2) y Grupo Churuvita (Ksch) y en rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst). Esta subunidad ocupa un área de 84,87 ha.

- Lomo denudado bajo de longitud larga (Dldebl)

Se caracterizan por presentar un sistema o conjuntos de lomos o filos situados a diferentes alturas; con índice de relieve relativo menor de 250 m y la longitud del eje principal es mayor que 1000 m, presentan formas alargadas de dirección perpendicular al drenaje principal, por ende, se desarrollan a partir de la disección de estos. Se ubican dentro de la zona de interés en la vereda El Tunal, donde abarca un área de 62,05 ha. Desarrollada en rocas Cretácicas de la Formación Labor y Tierna (Kg1).

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Lomo denudado bajo de longitud media (Dldebm)

Esta subunidad geomorfológica se caracteriza por presentar un sistema de conjuntos de lomos o filos a diferentes alturas, se presenta de forma alargada en dirección perpendicular al drenaje principal, el cual tiene una longitud de 800 metros, índice de relieve de 250 metros, la parte superior de esta subunidad puede tener diferentes formas dependiendo del grado de incisión del drenaje y de la litología que la componen, presenta un drenaje de tipo dendrítico, la inclinación y orientación del eje del lomo puede indicar procesos y velocidades de levantamiento del conjunto cordillerano, o de la velocidad de la erosión del río principal o eje geomorfológico. Se localiza en las veredas Quebrada Honda y El Tunal, donde el componte ocupa un área de 226,96 ha, en rocas Cretácicas de las formaciones Labor y Tierna (Kg1), Plaerners (Kg2), rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst) y sobre depósitos tipo Aluviones (Qal).

6.1.3.3 Geoformas de tipo estructural

- Espolón bajo de longitud larga (Sesbl)

Esta subunidad se presenta como una saliente de morfología alomada, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región, se limita por drenajes subparalelos, la longitud de las laderas es variable, con pendientes que se ven reducidas de abruptas a inclinadas por intensos procesos denudativos, tiene un relieve relativo menor a 250 m, la longitud del eje principal del espolón es mayor que 1000 m. Se localiza al suroeste del municipio de Paipa, en la vereda Quebrada Honda, sector Las Vegas, abarcando un área de 104,74 ha. Se desarrolla sobre rocas ígneas de la unidad Andesitas (Ta).

- Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc)

Geoforma de superficie vertical a subvertical moderadamente larga, de forma irregular con pendientes abruptas a escarpadas, originada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, asociada a una estructura homoclinal. Se localiza en las veredas El Tunal, La Playa, Venta de Llano y Pastoreros, ocupando un área de 352,91 ha. Moldeado en rocas Cretácicas de las Formaciones Une y Labor y Tierna, y rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst), en menor medida en rocas ígneas de la formación Andesitas (Ta).

- Ladera estructural suave (Slesv)

Caracterizada por tener una superficie en declive, de morfología regular, determinado por los estratos a favor de la pendiente, predominan las pendientes Inclinadas con ángulos entre los 6° a 10°, el carácter especial de esta subunidad reside en el contraste de inclinación con las superficies adyacentes. Se localiza en la vereda Pastoreros, sobre rocas cretácicas de la Formación Une (Kv2) y rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst). Esta subunidad ocupa un área de 79,84 ha.

- Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle)

Geoforma de superficie inclinada, generalmente denudada, definido por la inclinación de los estratos a favor de la pendiente, de longitud de ladera larga, de forma convexa a recta, con pendientes muy inclinadas a escarpadas, con rangos que varían entre 15º y 45º, presenta un patrón de drenaje característico subdendrítico. Su origen se asocia con actividad tectónica, procesos de fallamiento intenso, y meteorización intensa. Se desarrolla

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

principalmente en rocas Cretácicas de la Formación Une (Kv2) y rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst). Localizada en las veredas La Playa, Cruz de Murcia y Pastoreros, esta subunidad abarca un área de 673,41 ha.

- Lomos (Sl)

Subunidad que presenta prominencias topográficas de morfología alomada, con diferencia de altura muy baja, estos lomos son originados por la combinación de procesos tectónicos con posterior actuación de procesos erosivos de variada intensidad. Estos lomos se visualizan con cimas subredondeadas con laderas de longitud moderadamente larga, de forma cóncava y pendientes inclinadas a abruptas. Se desarrolla en rocas Cretácicas de la Formación Plaerners (Kg2), se localiza en el costado nororiental de la zona de estudio, en la vereda La Playa, ocupa un área de 24,37 ha.

- Sierra homoclinal (Ssh)

Geoforma que presenta una prominencia topográfica asimétrica, de morfología colinada, de cimas subredondeadas, determinada por una secuencia de estratos inclinado mayor a 35º, en la misma dirección, su origen se asocia al desarrollo de erosión en un flanco de una estructura geológica, Esta subunidad se localiza en el costado oriental, vereda Venta de Llano, abarca un área de 394,44 ha.

6.1.3.4 Geoformas de tipo volcánico

- Criptodomo (Vcd)

Geoforma de estructura dómica, con pendientes inclinadas a muy inclinadas, de origen volcánico, relacionado a un ascenso de magma que no alcanza la superficie, produciéndose el emplazamiento en el interior de la corteza. Dentro de la cuenca Quebrada Honda, se asocia a dos cuellos volcánicos de roca andesitica, que se encuentran muy alteradas, localizados en el costado oriental de la cuenca, en la vereda Venta de Llano, y en el costado occidental, vereda Quebrada Honda. Esta subunidad ocupa un área de 668,79 ha.

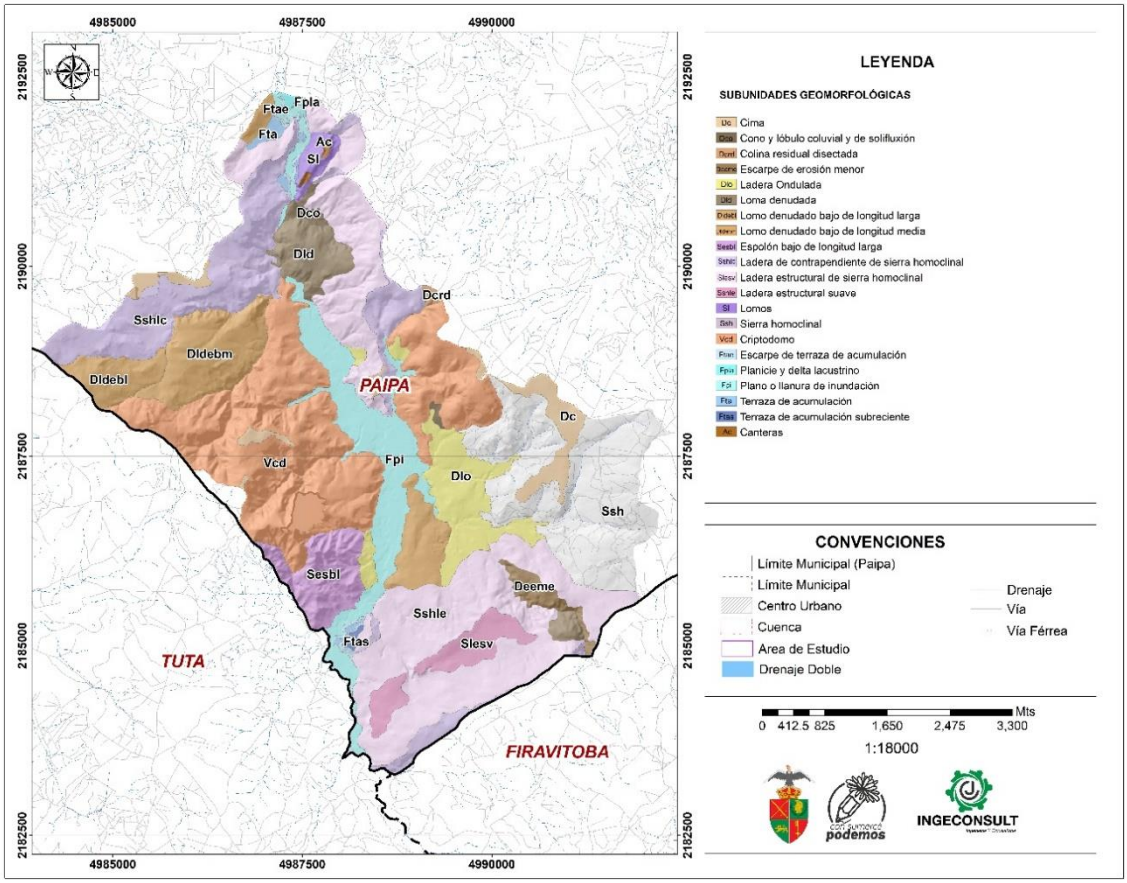
6.1.3.5 Geoformas de tipo antropogénico

- Cantera (Ac)

Subunidad geomorfológica de escarpes irregulares, con alturas del orden decimétrico, con pendientes que sobrepasan los 45º. Estas subunidades son producto de la actividad minera de la zona de interés, en extracción de materiales asociados a la puzolana y recebo. Se encuentra localizada al costado nororiental de la cuenca, en la vereda la Playa, ocupa un área de 3,70 ha.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 34. Geomorfología de la cuenca que hace parte del municipio de Paipa



Fuente: Modificado de SGC - UPTC (2018) por EL ESTUDIO, 2023

6.1.4 Caracterización del cauce

"La definición de la franja de terreno correspondiente al componente geomorfológico dependerá del sector de la cuenca de drenaje y del tipo particular de dinámica fluvial." (MINAMBIENTE, 2018, pág. 66). De acuerdo con la dinámica fluvial, un cuerpo lótico presenta diferentes comportamientos en el transcurso del recorrido de la masa de agua, condicionados por diferentes características geomorfológicas que inciden en las variaciones de la capacidad de transporte de las corrientes, la energía, la sedimentación y los procesos de erosión. Estas variaciones son similares en aquellas zonas donde las características morfológicas e hidráulicas son homogéneas, permitiendo identificar diferentes secciones a lo largo de una misma corriente, con dinámica semejante. De esta manera, se hace necesario evaluar el componente geomorfológico por "tramos", para comprender de mejor manera la dinámica fluvial de un cauce, ya que su comportamiento en zonas de alta pendiente, por ejemplo, serán diferentes en zonas planas y semiplanas.

6.1.4.1 Tipo de corriente

"La clasificación que se usa es geomorfológica, la cual es el resultado combinado del complejo conjunto de variables que interviene en el proceso fluvial. La forma del río y el

proceso fluvial evolucionan simultáneamente y operan mediante ajustes permanentes hasta alcanzar algún grado de estabilidad (Rosgen, 1994).” (MINAMBIENTE, 2018, pág. 23)

Con base en las descripciones de (MINAMBIENTE, 2018, pág. 23), la quebrada Honda se ha clasificado como un **drenaje sinuoso**, cuyas características principales son:

- La longitud del cauce mucho mayor a la longitud del valle en que se aloja.
- El cauce presenta bajos gradientes.
- Debido a su limitada capacidad de incisión, estos ríos y corrientes que pueden o no experimentar migración lateralmente
- Se encuentran asociados a corrientes de energía moderada y pueden tener carga desde gravas hasta arcillas.
- Pueden presentar grandes Llanuras de inundación.
- Presenta un cauce único, que puede variar en su longitud por su sinuosidad.

6.1.4.2 Pendiente longitudinal

“La pendiente longitudinal, S_0, ha mostrado ser una de las principales variables para la clasificación de tipos de morfología, especialmente al momento de diferenciar sistemas con suministro limitado de aquellos con capacidad limitada (Montgomery y Buffington, 1997; Flores et al., 2006). Asimismo, junto con el caudal, Q, y el ancho de flujo, W, la pendiente permite cuantificar la capacidad de una corriente para transportar sedimento.” (MINAMBIENTE, 2018, pág. 69)

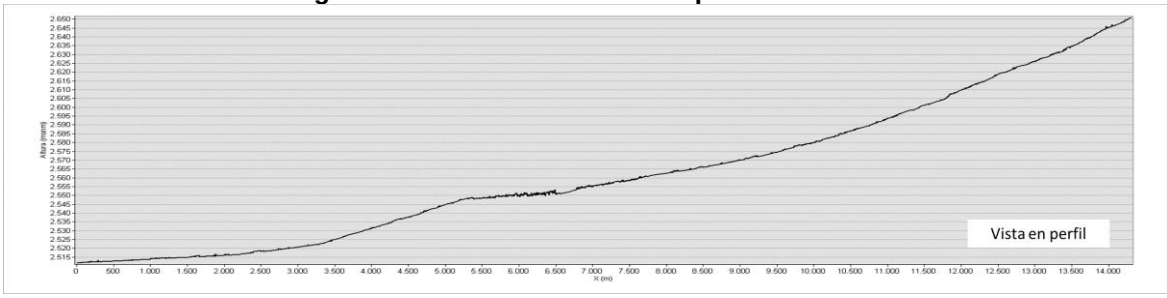
Este parámetro se asocia al perfil longitudinal del cauce de la quebrada Honda, que se adapta a las diferencias de nivel, cambios en la secuencia longitudinal y la diversidad de formas del terreno que adopta la corriente. Este factor es directamente proporcional a la energía y capacidad de transporte de la quebrada, es decir, a mayor pendiente, mayor grado de erosión y transporte, mientras que en zonas planas predominan la suspensión de finos y depositación, debido a la disminución de la energía de la corriente. La pendiente del cauce puede modificarse también por intervención antrópica, en acciones como el dragado el cauce, represamientos, desviaciones, entre otras.

A partir de la información recopilada en la fase de acciones previas (especialmente el modelo digital de elevación) y en la jornada de campo, se determina el perfil del cauce, su pendiente y la división de los tramos, para definir el componente geomorfológico en función de la dinámica fluvial de la corriente de agua según el gradiente topográfico.

Como se observa en la Figura 35, la quebrada Honda tiene su inicio en el municipio a los 2651 msnm aproximadamente, y termina su cauce a los 2513 msnm, con una pendiente similar en el trayecto de su cauce que oscila el 1,9%.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 35. Perfil transversal de quebrada Honda

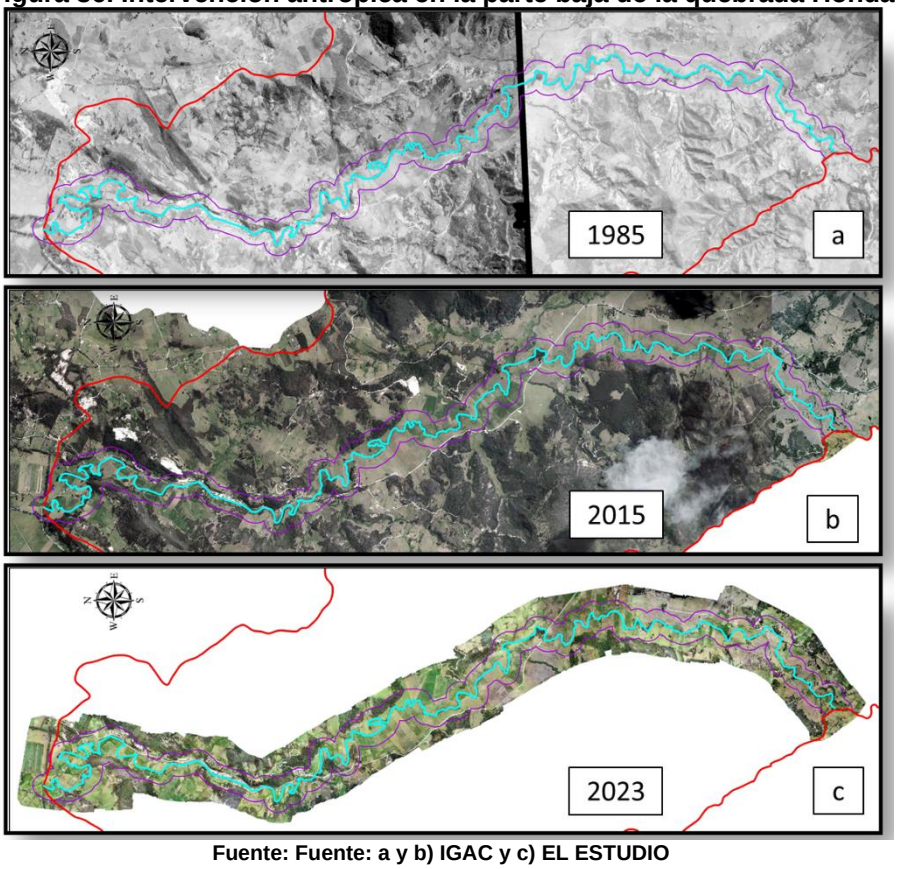


Fuente: EL ESTUDIO, 2023

El cauce presenta una pendiente homogénea en todo su recorrido sin cambios apreciables, gracias a la topografía plana a suavemente inclinada del sector.

En la Figura 36, donde se compara el estado de la quebrada en tres épocas diferentes (1985, 2015 y 2023); la línea azul representa la quebrada, es apreciable que se presenta aumento de vegetación exótica, se presenta aumento en el uso de las zonas aledañes para la ganadería, y un leve aumento de expansión urbana; en cierta medida afecta la diversidad de la quebrada, pero sin modificar la dinámica propia de quebrada Honda.

Figura 36. Intervención antrópica en la parte baja de la quebrada Honda



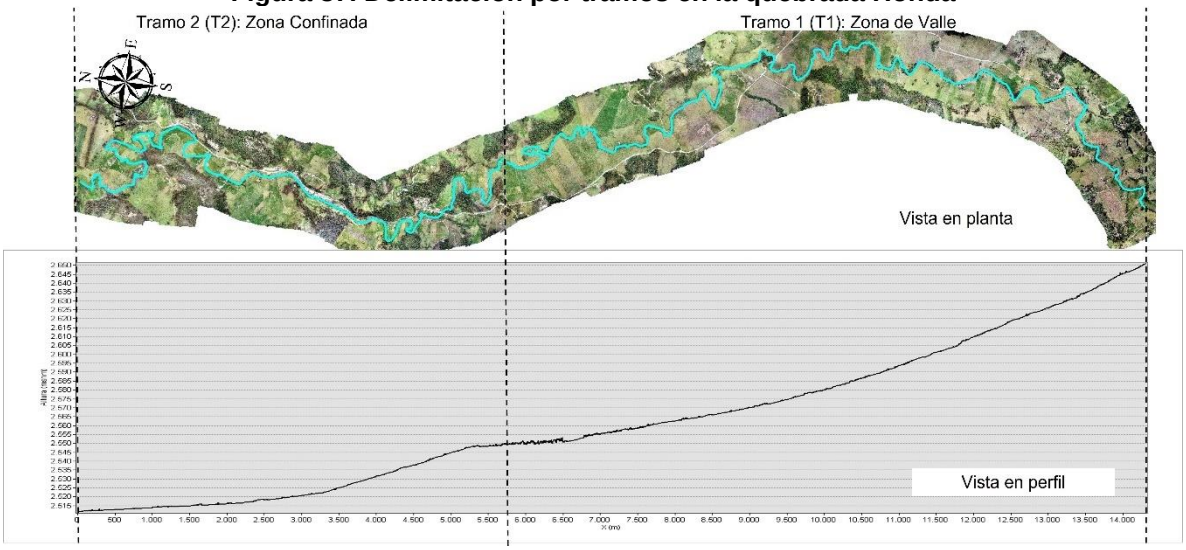
Fuente: Fuente: a y b) IGAC y c) EL ESTUDIO

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.1.4.3 Definición por tramos

La longitud de la quebrada es de aproximadamente 14305 metros, a pesar de ser una corriente sinuosa, no presenta cambios apreciables en su recorrido al ser no migratoria; por esta razón y la baja o nula intervención antrópica en su cauce, para la determinación del componente geomorfológico de la Quebrada Honda, en su recorrido en el municipio de Paipa se dividió en 2 tramos: Tramo 1 (T1) corresponde a “Zona de valle”, y el Tramo 2 (T2) identificado como una “Zona confinada”.

Figura 37. Delimitación por tramos en la quebrada Honda



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.4.4 Sinuosidad del cauce principal (Índice de sinuosidad)

Uno de los factores morfométricos más importantes para caracterizar un drenaje es su sinuosidad. Según Schumm (1963) (Citado por (Senciales, 1998, pág. 170)), este parámetro se expresa como el cociente entre la longitud del cauce principal y la distancia más corta entre el inicio y el final del cauce. Entre más cercano sea el valor del índice de sinuosidad a 1, más rectilínea será la corriente, y para su clasificación se han propuesto las categorías representadas en la Tabla 11.

Tabla 11. Tipología de corrientes por índice de sinuosidad

CATEGORÍA DE CORRIENTE	ÍNDICE DE SINUOSIDAD
Canal rectilíneo	1 – 1.2
Canal transicional	1.2 – 1.5
Canal regular	1.5 – 1.7
Canal irregular	1.7 – 2.1
Canal tortuoso	> 2.1

Fuente: Schumm (1963) (Citado por (Senciales, 1998, pág. 170))

Los valores más altos de sinuosidad son frecuentes en drenajes con baja pendiente y bajo grado de confinamiento, mientras que valores más bajos se relacionan con corrientes de alta pendiente y mayor fuerza erosiva. Para el caso de la quebrada Honda, el índice de

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

sinuosidad es de **1.97**, lo que indica que es un **canal irregular**. La morfología de este drenaje es de bajo gradiente de altiplano de montaña, tiene una longitud mayor a la longitud del valle en donde se aloja.

6.1.4.5 Área de la cuenca y geometría hidráulica

Como parte de la definición tanto del cauce permanente como del componente geomorfológico, se establecen relaciones de geometría hidráulica, que "se refiere a la interdependencia entre propiedades hidráulicas de una corriente (ancho -*W*-, profundidad -*H*- y velocidad -*U*-) y el caudal -*Q*- de flujo, en forma de relaciones potenciales" (MINAMBIENTE, 2018, pág. 56)

En el caso de la quebrada Honda, no se tienen registros de caudal ya que no se presenta instrumentalización en su cauce que mida dicho parámetro, por tanto, tomando como recomendación de (MINAMBIENTE, 2018), se utilizan relaciones geométricas con base en el área de la cuenca, que es cuantificable gracias a la información geoespacial adsequible. Estas relaciones geométricas varían con la tipología del cauce. "La separación por tipos de morfología contempla la división de cauces con suministro limitado (tipos cascada "cascade" y escalón-pozo "step-pool"), capacidad limitada (tipos lecho plano "plane bed" y pozo-cruce "pool-riffle") de acuerdo con la propuesta de Flores et al. (2006) y el caso de corrientes sinuosas, trenzadas y anastomosadas considerando a Beechie et al. (2006)." (MINAMBIENTE, 2018, pág. 57)

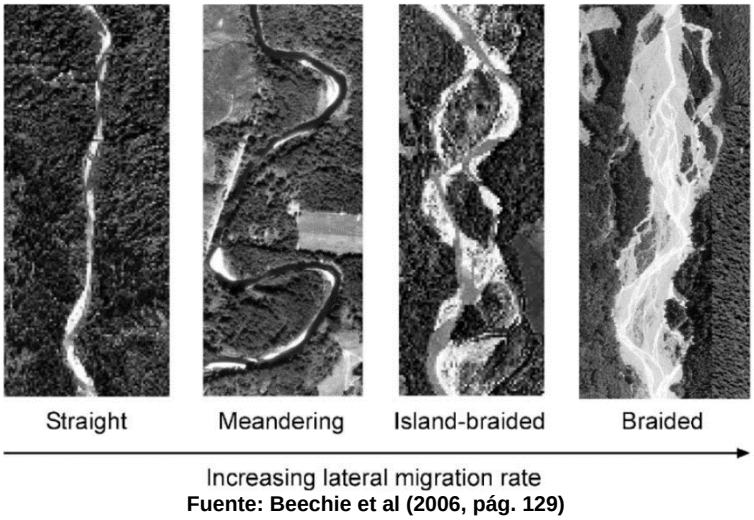
En los sistemas sinuosos, trenzados y anastomosados con alta dinámica lateral, se da una fuerte influencia en las tasas de intercambio de sedimentos entre los cauces y las llanuras inundables, así como el ambiente morfológico en el cual se desarrolla el ecosistema (Beechie et al., 2006). Beechie et al., (2006) encontraron un umbral consistente de entre 15-20 metros del ancho del cauce a banca llena a partir del cual ocurre migración lateral.

Figura 38. Clasificación del patrón del canal

Summary of channel pattern definitions used in this study

Channel pattern	Definition
Straight	Primarily single thread channel, sinuosity <1.5
Meandering	Primarily single thread channel, sinuosity >1.5
Island-braided	Multiple channels, mainly separated by vegetated islands
Braided	Multiple channels, mainly separated by unvegetated gravel bars

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fuente: Beechie et al (2006, pág. 129)

Según Beechie et al (2006, pág. 129), quebrada Honda presenta un patrón de cauce tipo "Meandering" ya que su índice de sinuosidad de es >1.5 y su canal principal es de un solo hilo.

Los canales de menos de 15 m de ancho total no son migratorios (es decir, el canal no erosiona las superficies de la llanura aluvial), mientras que los canales de más de 20 m son migratorios. La pendiente del canal no es un determinante significativo de la migración del canal. Se caracteriza por tener un solo canal, la sinuosidad >1.5, usualmente dominado por la carga de sedimentos en suspensión (Beechie et al, 2006, págs. 133, 135).

El ancho promedio del canal de la quebrada varia en su recorrido, encontrando anchos entre los 35 cm y los 5 m, quebrada Honda presenta un ancho promedio de 2,6 m, lo que nos indica que es un canal sinuoso no migratorio o sin migración lateral.

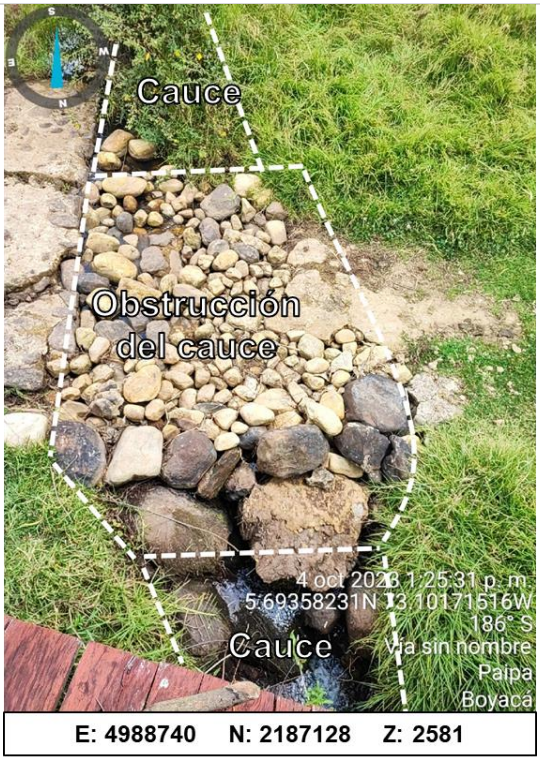
6.1.4.6 Cambios en la morfología por intervención antrópica.

La quebrada Honda presenta una pendiente baja en su recorrido en el municipio de Paipa, no presente intervención antrópica aparente que modifique la morfología natural más allá de algunos senderos pequeños, la intervención antrópica se presenta en su mayoría en la siembra de vegetación exótica y pequeñas talas de árboles cerca a la quebrada, algunos desechos generados por la tala crean atascamientos, los cuales pueden generar contaminación del agua, la comunidad indica que se presentan algunos troncos grandes dentro del cauce que no han podido retirar ya que por sus dimensiones son muy pesados.

Hacia la parte media se observa una obstrucción del cauce por un relleno antrópico de material rocoso que obstruye el transito libre del agua por su cauce como se observa en la Fotografía 2, realizado para crear un sendero para el paso de animales, se observa como la quebrada pasa por debajo de dicha obstrucción para continuar su curso.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

En la parte final de la quebrada Honda se realizó limpieza del cauce por parte de las autoridades pertinentes para eliminar obstrucciones presentes, así permitiendo el flujo continuo del cauce evitando desbordamientos y posibles inundaciones o encharcamientos.



Fotografía 2 Modificación intencional de la Quebrada Honda

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.1.5 Tipo de morfología

Fisiográficamente la zona de estudio corresponde a un área de morfología suavemente ondulada a alomada y elongada de laderas cortas y moderadamente disectadas, las zonas enmarcadas por un paisaje montañoso se relacionan a las partes altas del área de estudio con alturas que alcanzan 2850 m.s.n.m, las cuales representan un área menor, presentan pendientes de muy inclinada a abruptas.

En términos generales, las unidades morfológicas representan la manifestación física del efecto combinado de los caudales líquidos y el transporte de sedimentos, influenciados por factores que actúan a escala de tramo y mayores (Belletti et al., 2017). Al desplazarse en el sentido del flujo a lo largo de un río, se puede observar la presencia de diferentes unidades morfológicas, como consecuencia de cambios en las condiciones de frontera, como las características del valle, la pendiente longitudinal del cauce, las magnitudes de caudal, el tamaño de los sedimentos, etc. Es así, como en las partes altas de la cuenca, en las que se tienen las altas pendientes, predominan unidades de tipo erosivo, como caídas

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

y escalones rocosos; por su parte, en las partes bajas usualmente predominan unidades de depósito como barras e islas. (MINAMBIENTE, 2018, pág. 70)

6.1.5.1 Descripción de la corriente

Por sus características la quebrada Honda corresponde a una corriente sinuosa, la cual según MINAMBIENTE (2018) se desarrollada en zonas con bajos gradientes, en diferentes tipos de rocas y sustratos aluviales. Se encuentran asociados a corrientes de energía moderada y pueden tener carga desde gravas hasta arcillas, de acuerdo a su localización geomorfológica tiene una longitud mayor a la longitud del valle que lo aloja. Por su poca capacidad de incisión, son corrientes que migran lateralmente originando grandes llanuras de inundación, que integra variedad en ambientes morfogenético y por lo tanto diversidad de geoformas. Generalmente se encuentran limitado a un solo cauce que cambia constantemente de longitud por el cambio de la sinuosidad (pág. 26).

6.1.5.1.1 Desarrollo de la corriente a lo largo de la cuenca

La Quebrada Honda presenta una corriente permanente sinuosa, de caudal moderadamente bajo, tipo dendrítico, es decir, conformado por la corriente principal con afluentes primarios y secundarios, uniéndose al cauce principal de forma libre en todas las direcciones, no se identificaron depósitos de sedimentos activos que se encuentren ubicados a los lados del cauce.

La quebrada Honda se dividió en dos tramos, en el Tramo 1 (T1) se encuentra en la parte alta del área de estudio, el cual se comporta como una zona amplia de valle, presenta una pendiente menor a 10º, se encuentra sobre rocas sedimentarias Terciarias de la Formación Tilatá (Ts), en rocas ígneas de la Formación Andesitas (Ta) y sobre depósitos de tipo Aluviones (Qal). En este tramo es común encontrar dentro del cauce obstrucciones por acumulación de trozos de vegetación, en periodos de intensas lluvias el nivel del caudal aumenta y genera zonas de encharcamiento por desbordamiento del mismo; también se observan zonas destinada a Reservorios, para la captación de agua para regadío, o para bebedero de semovientes. Aguas abajo se encuentra el Tramo 2 (T2) caracterizado por estar en una zona confinada, presenta un cauce entre rectilíneo y sinuoso, dispuesto en la zona más baja de área de interés, sobre rocas Cretácicas de la Formación Plaeners (Kg2) y sobre Depósitos tipo Aluviones (Qal), en este tramo se encuentran los manantiales de aguas termales, derivados de los domos volcánicos que se encuentran en esta región.

6.1.5.1.2 Zonas con cambios en la pendiente

A lo largo de la corriente la pendiente no presenta mayores variaciones, ya que se encuentra principalmente en zona de valle, la parte más alta se encuentra en el Tramo 1 donde las pendientes son suavemente inclinada a inclinada, aguas abajo en el Tramo 2, la pendiente de la corriente se mantiene en suavemente inclinada, a pesar que presenta zonas confinadas.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.1.5.2 Geomorfología

El corredor aluvial de una corriente superficial adquiere sus características como resultado de la interacción de procesos climatológicos, hidrológicos, hidráulicos y sedimentológicos, actuando bajo un conjunto de restricciones determinadas por la geología y la litología tanto regional como local, (MINAMBIENTE, 2018, pág. 69), la geomorfología es precisamente la ciencia encargada de describir y estudiar de la génesis, clasificación, procesos y evolución de las formas antiguas y recientes del terreno (tanto terrestres como submarinas) y su relación con las estructuras infrayacentes. Esta ciencia está enfocada al análisis de la superficie de la tierra en donde interactúan la litosfera, la hidrósfera, la atmósfera y la biosfera (Carvajal P., 2012)

Para realizar este análisis y entender con mayor claridad los sistemas fluviales asociados a la quebrada Honda, se tomó una franja paralela a la quebrada de 100 m a cada lado de esta y se usó la metodología propuesta en Sistema de Identificación y Clasificación de Unidades Morfológicas (GUS, por sus siglas en inglés) desarrollado por Rinaldi et al. (2015) que se complementó con un ajuste a la escala pertinente de la Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia (Carvajal P., 2012) y de la Propuesta Metodológica Sistemática Para La Generación De Mapas Geomorfológicos Analíticos Aplicados A La Zonificación De Amenaza Por Movimientos En Masa Escala 1:100.000 (SGC, 2012) para aquellos sectores dentro de la franja analizada que no se ajustan a los criterios y descripciones de la metodología de Rinaldi et al. (2015).

Las unidades morfológicas conocidas como unidades geomórficas, geoformas o unidades morfogenéticas, por definición son la expresión superficial del terreno, de la interacción dependiente de los materiales que las constituyen y su disposición estructural, de los procesos geomórficos que interactúan según el ambiente morfogenético específico donde se desarrollan, y el tiempo de duración de la acción de los mencionados procesos. [(Gregory, 1978 en (Keller & Rockwell, 1984) y (Robertson, 1990)]

En la zona de estudio se encuentra localizada en la parte axial de la cordillera Oriental, compuesta por rocas sedimentarias y volcánicas, esta superficie se caracteriza por un paisaje irregular, alternado con sectores de relieve suavemente ondulado y sectores montañosos. Dentro del área de la franja de interés se identificaron 5 ambientes morfogenéticos; dentro de los cuales sobresalen los ambientes Denudacional que representa un 31,4% y el ambiente Fluvial con un 48,7%, seguido del ambiente Estructural con un 13,5%, en menor proporción se encuentran los ambientes volcánico con un 3,61% y el Antropogénico con un 2,8%. En la Figura 39 y la Tabla 12, se puede observar el área de ocupación de cada ambiente en la zona de estudio.

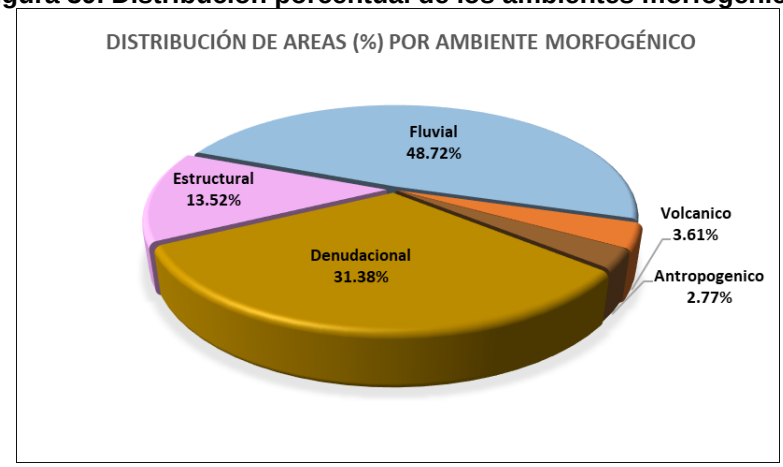
Tabla 12. Relaciones ambientes morfológicos presentes en la zona de estudio.

Ambiente	Área (ha)	Área (%)
Denudacional	72,883	31,4%
Estructural	31,399	13,5%
Fluvial	113,154	48,7%
Volcánico	8,394	3,61%
Antropogénico	6,438	2,8%
Total	**232,267**	**100%**

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

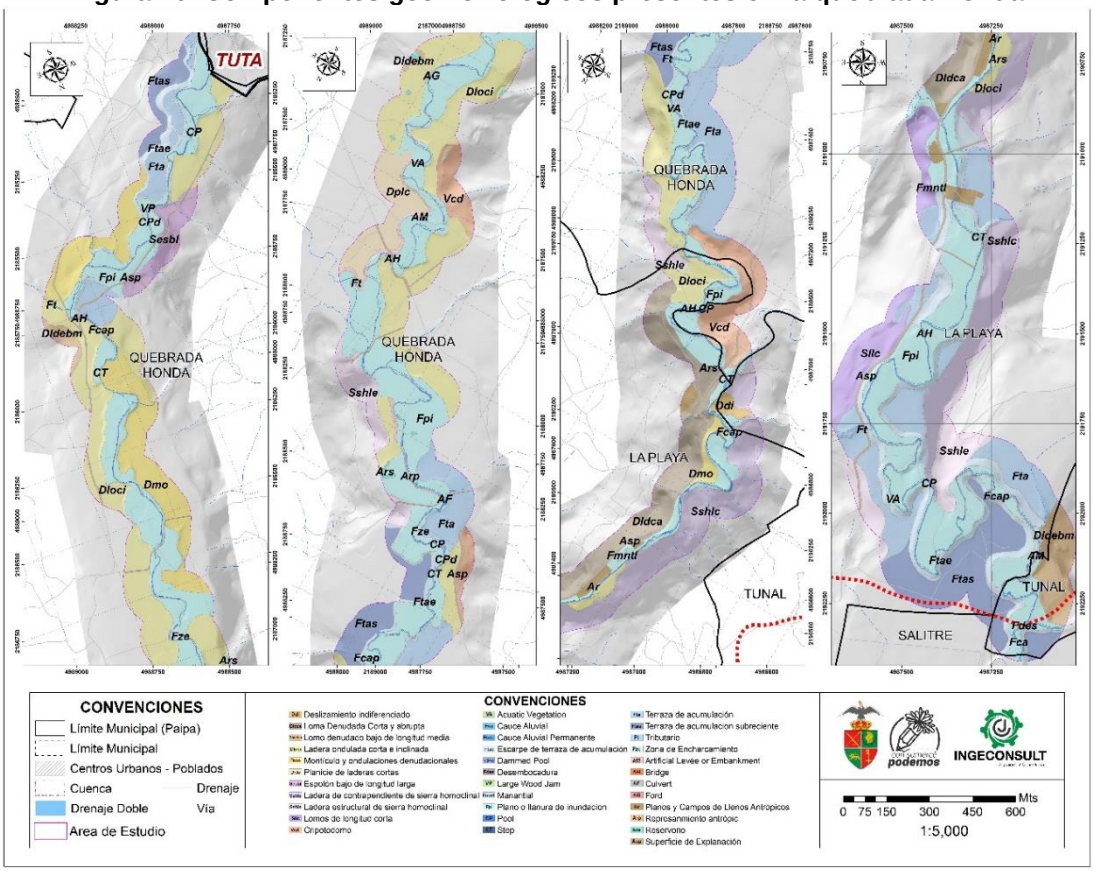
Figura 39. Distribución porcentual de los ambientes morfogénicos



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

A continuación, se representa en la Figura 40 el mapa de componentes geomorfológicos del área de interés, donde se puede evidenciar el predominio de los elementos del ambiente denudacional y fluvial, con el dominio de una morfología suavemente ondulada, alomada a colinada, con pendientes principalmente de suavemente ondulada a inclinadas.

Figura 40. Componentes geomorfológicos presentes en la quebrada Honda



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.1 Ambiente Denudacional

Incluye los elementos geomorfológicos cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que remodelan y dejan remanentes de las unidades preexistentes y de igual manera, crean nuevas por la acumulación de sedimentos (SGC, 2012).

En el área de estudio los elementos de origen denudacional ocupan el segundo lugar en cubrir la franja de interés, con un área de 72,883 ha como se puede observar en la Tabla 12. Estos elementos se encuentran ubicados entre las veredas La Playa, Quebrada Honda y Pastoreros.

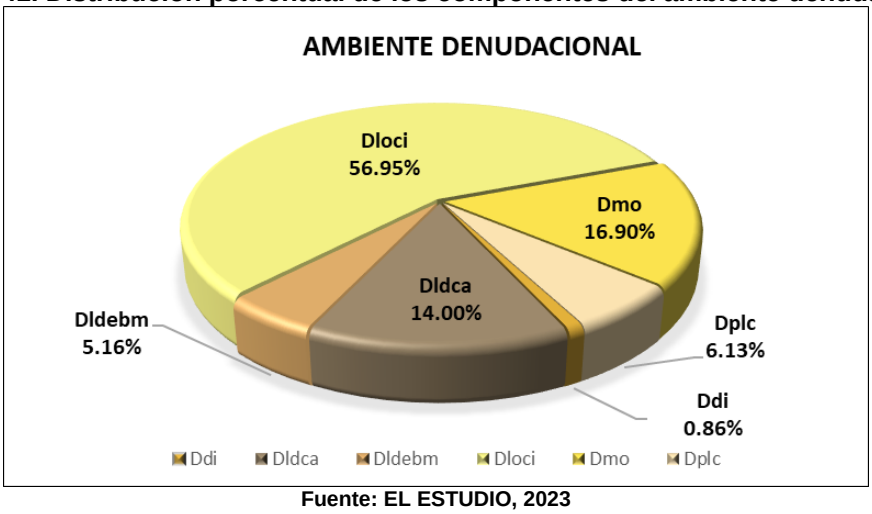
El ambiente denudacional se encuentra principalmente en el Tramo 2 de la franja de interés, sobre rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst), compuestas por gravas, arenas y esporádicas capas de lignito; en rocas Cretácicas de la Formación Plaeners (Kg2), conformada por porcelanitas, chert, shales, arcillas caoliníticas, areniscas cuarzosas y fosforita; también se encuentra sobre depósitos tipo Aluviones (Qal) compuestos por gravas de bloques y guijarros.

Tabla 13. Relación de los componentes geomorfológicos del ambiente denudacional de la zona de estudio

Ambiente	Código	Componente	Área (ha)	Área (%)
Denudacional	Ddi	Deslizamiento indiferenciado	0.629	0.86%
	Dldca	Loma denudada corta y abrupta	10.201	14.00%
	Dldebm	Lomo denudado bajo de longitud media	3.762	5.16%
	Dloci	Ladera ondulada corta e inclinada	41.506	56.95%
	Dmo	Montículo y ondulaciones denudacionales	12.316	16.90%
	Dplc	Planicie de laderas cortas	4.469	6.13%
Total			**72,883**	**100%**

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Figura 41. Distribución porcentual de los componentes del ambiente denudacional

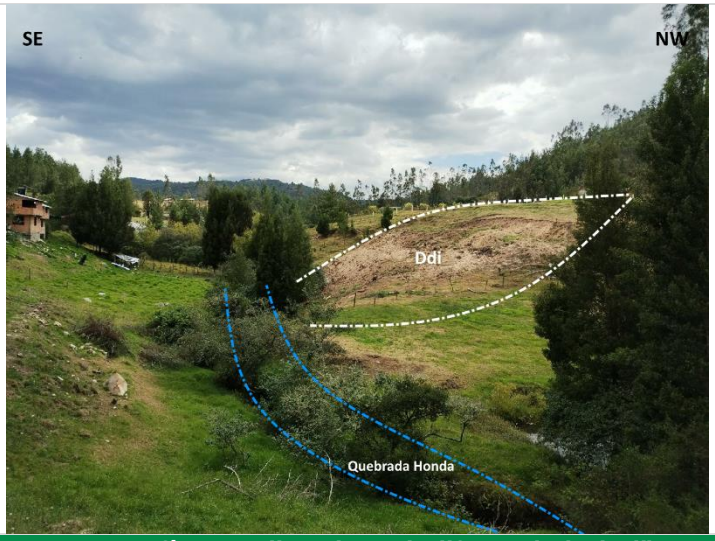


Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.1.5.2.1.1 Deslizamiento indiferenciado (Ddi)

Según Cruden & Varnes (1996) un deslizamiento es un movimiento ladero abajo de una masa de suelos o rocas, que ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de ruptura o zonas relativamente delgadas de intensa deformación cortante. Inicialmente, el movimiento no ocurre simultáneamente a lo largo de lo que, será la superficie de ruptura; el volumen de material desplazado se incrementa a partir de un área de falla local (Cruden & Varnes, 1996 en SGC, 2012, pág. 77), En la zona sur del Tramo 2 (T2), en la vereda La Playa, se identificó desprendimiento de material ubicado en ladera de contrapendiente (Fotografía 3), desarrollado en rocas Cretácicas de la Formación Plaerners (Kg2) compuesta por capas delgadas a medias de lodolitas silíceas, fracturadas, intercaladas con láminas delgadas de arcillolitas, presenta niveles ricos en fosforitas, este deslizamiento ocupa un área de 0.629 ha, su formación está asociado a degradación y posterior erosión del material expuesto en la superficie en un segmento en el cual la cobertura vegetal es reducida, compuesta por pastos principalmente, generalmente presentan grietas y cambios repentinos en la pendiente, en donde aumenta la humedad en periodos de lluvias favoreciendo la ocurrencia de estos desprendimientos.



Fotografía 3 Deslizamiento indiferenciado (Ddi)
Este: 4987178, Norte: 2189957, Altura: 2549 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.1.2 Loma denudada corta y abrupta (Dldca)

Se localiza en el Tramo 2 (T2), en la vereda La Playa, en el costado oriental de la franja de interés, se desarrolla en rocas Cretácicas de la Formación Plaerners (Kg2) compuesta por capas delgadas a medias de lodolitas silíceas, fracturadas, intercaladas con láminas delgadas de arcillolitas, presenta niveles ricos en fosforitas y en rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst) compuesta principalmente por niveles arenosos en capas medias a gruesas, alternados con limolitas y arcillolitas abigarradas, este componente ocupa un área de 10,201 ha. Este componente presenta una altura menor a 200 metros sobre su nivel de base local, con una morfología alomada y elongada (Figura 42), de laderas cortas menores

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

a 50 metros, convexas y con pendientes abruptas. Se caracteriza por presentar procesos erosivos intensos.

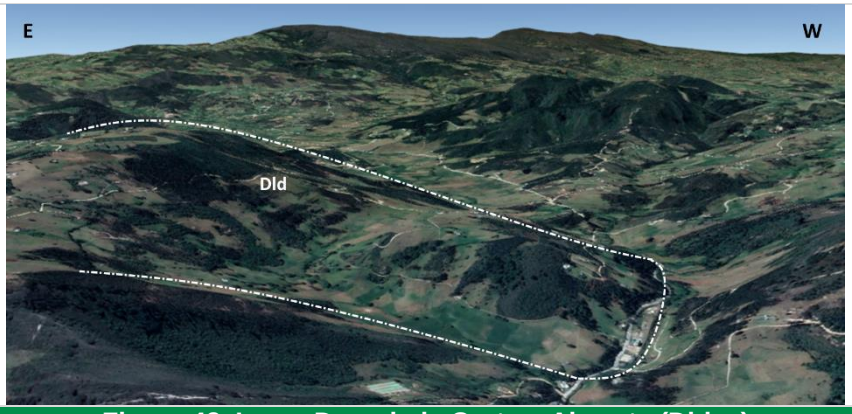


Figura 42. Loma Denudada Corta y Abrupta (Dldca)
Fuente: modificado de Google Earth

6.1.5.2.1.3 Lomo denudado bajo de longitud media (Dldebm)

Esta geoforma se localiza al norte del Tramo 2 (T2) en la vereda El Tunal y en el Tramo 1 (T1) en la vereda Quebrada Honda (Fotografía 4), ocupa un área dentro de la franja de interés de 3,761 ha, se desarrolla sobre rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst) compuesta principalmente por niveles arenosos en capas medias a gruesas, alternados con limolitas y arcillolitas abigarradas. Este componente se caracteriza por presentar sistemas de lomos localizados a diferentes alturas, se presenta de forma alargada en dirección perpendicular al cauce de la quebrada Honda, con un índice de altura menor a 200 metros, el eje principal presenta una longitud de 650 metros, con pendientes de inclinadas a muy inclinadas.

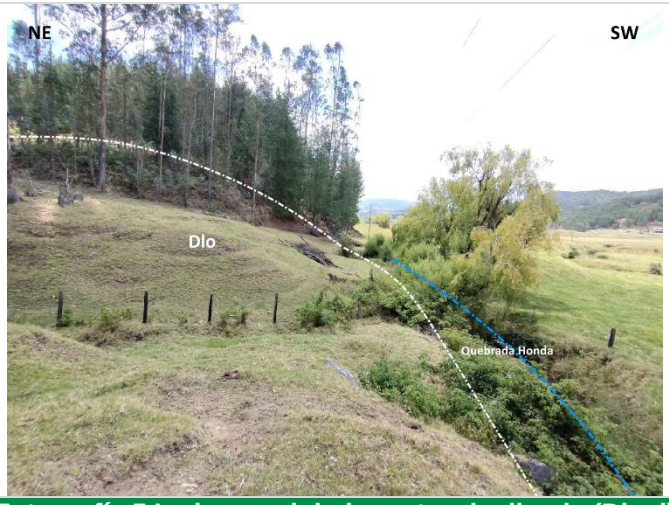


Fotografía 4 Lomo denudado bajo de longitud media (Dldebm)
Este: 4988757, Norte: 2187156, Altura: 2549 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.1.5.2.1.4 Ladera ondulada corta e inclinada (Dloci)

Esta geoforma se localiza en gran parte del área de estudio de la quebrada Honda, especialmente en el Tramo 1 (T1), al sur de la vereda La playa y costado oriental de la Quebrada Honda, ocupa un área importante dentro de la ronda con un valor de 41,506 ha, se encuentra principalmente en rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst) compuesta principalmente por niveles arenosos en capas medias a gruesas, alternados con limolitas y arcillolitas abigarradas y en rocas ígneas de la Formación Andesitas (Ta) conformada por rocas muy alteradas de tipo andesítico. Componente geomorfológico que hace referencia a la superficie de declive de morfología colinada (Fotografía 5), de pendientes inclinadas, con longitud de ladera corta, con un patrón de drenaje subdendrítico, esta geoforma es el resultado de la degradación de las rocas por meteorización, provocando suelos residuales.



Fotografía 5 Ladera ondulada corta e inclinada (Dloci)
Este: 4987754, Norte: 2189346, Altura: 2558 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.1.5 Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo)

Este componente se localiza en el Tramo 2 (T2) al costado suroeste de la vereda La Playa, en el Tramo 1 (T1) hacia la parte alta de la zona de estudio, en las veredas Quebrada Honda y Pastoreros, en estos sectores la geoforma ocupa un área de 12,315 ha. Este componente se describe como elevaciones de terreno con alturas inferiores a 50 metros sobre su nivel local, de morfología colinada, con forma de ladera cóncava, predomina una pendiente suavemente inclinada (Fotografía 6).

El origen de este componente se encuentra asociado a procesos de meteorización y erosión intensa sobre rocas Cretácicas de la Formación Plaerners (Kg2) compuesta por capas delgadas a medias de lodolitas silíceas, fracturadas, intercaladas con láminas delgadas de arcillolitas, presenta niveles ricos en fosforitas, rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst) compuesta principalmente por niveles arenosos en capas medias a gruesas, alternados con limolitas y arcillolitas abigarradas y rocas ígneas de la Formación Andesitas (Ta) conformada por rocas muy alteradas de tipo andesítico, en las cuales se desarrolla esta geoforma.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 6 Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo)
Este: 4987187, Norte: 2190064, Altura: 2552 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.1.6 Planicie de laderas cortas (Dplc)

Esta geoforma se localiza en el Tramo 2 (T2), en la vereda Quebrada Honda, ocupa un área de 4,468 ha, se desarrolla en depósitos de tipo Aluviones (Qal) compuestos por gravas de bloques y guijarros. Este componente se caracteriza por presentar una porción de terreno plana a suavemente inclinada, no confinada, de laderas cortas, menores a 100 metros, con pendientes generalmente menor a 5º.



Fotografía 7 Planicie de laderas cortas (Dplc)
Este: 4988557, Norte: 2187847, Altura: 2570 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.1.5.2.2 Ambiente Fluvial

Los procesos erosivos en las corrientes de los cauces, el transporte y la acumulación o sedimentación de material, hacen parte de la formación de las geoformas del ambiente fluvial, dichos materiales se acumulan en zonas de menor pendiente para formar depósitos de tipo aluvial y por ende geoformas relacionadas al mismo tipo, por ello es posible encontrar unidades aledañas a los cauces, cuyos depósitos son transportados y acumulados cuando éstas pierden su capacidad de arrastre (SGC, 2012). Adicionalmente se incluye la clasificación de Rinaldi et al. (2015), la cual asocia la geomorfología con la hidrología, considerando las características físicas y procesos predominantes de las unidades morfológicas asociadas al cauce permanente y relacionadas con las llanuras de inundación si las hay (MINAMBIENTE, 2018).

Dentro del área de estudio este ambiente predomina, ocupando un área de 113,154 ha como se poder evidenciar en la Tabla 14, estos elementos se encuentran a lo largo de la franja de interés, recorriendo cada vereda que compone el área de interés. Este ambiente se desarrolla principalmente en depósitos cuaternario de tipo Aluviones (Qal), compuestos por gravas de bloques y guijarros.

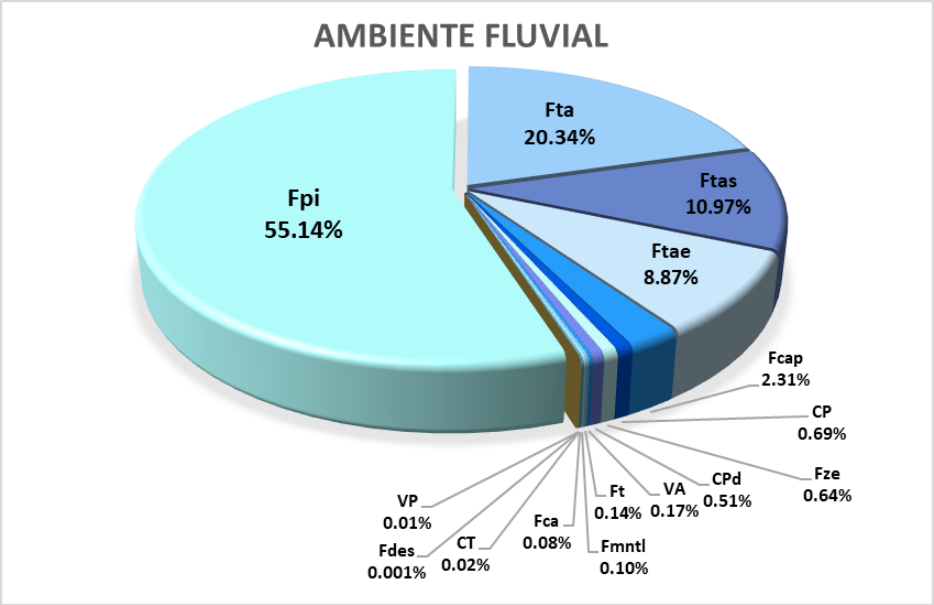
Tabla 14. Relación de los componentes geomorfológicos del ambiente fluvial de la zona de estudio

Ambiente	Código	Componente	Área (ha)	Área (%)
Fluvial	Fpi	Plano o llanura de inundación	62.393	55.14%
	Fta	Terraza de acumulación	23.020	20.34%
	Ftas	Terraza de acumulación subreciente	12.416	10.97%
	Ftae	Escarpe de terraza de acumulación	10.037	8.87%
	Fcap	Cauce Aluvial Permanente	2.616	2.31%
	CP	Pool	0.779	0.69%
	Fze	Zona de Encharcamiento	0.729	0.64%
	CPd	Dammed Pool	0.577	0.51%
	VA	Acuatic Vegetation	0.189	0.17%
	Ft	Tributario	0.158	0.14%
	Fmntl	Manantial	0.116	0.10%
	Fca	Cauce Aluvial	0.094	0.08%
	CT	Step	0.023	0.02%
	VP	Large Wood Jam	0.006	0.01%
	Fdes	Desembocadura	0.001	0.001%
	TOTAL		**113,154**	**1000%**

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 43. Distribución porcentual de los componentes del ambiente fluvial



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.2.1 Pool (CP)

A pool unit is a channel-spanning topographic depression in the channel bed, with a reversed bed slope at the downstream end. Pools are characterised by deep, relatively slow velocity flows but with complex hydrodynamic patterns. Bed sediments often appear to be finer than the adjacent units if deposition has occurred, but the substrate can also be coarse. Pools reflect the interactions between flowing water and sediment transport, often alternating with steps or riffles, along boulder- and gravel-bed rivers. Pools are also found in sand-bed rivers in association with channel bends. Indeed, different flow processes are responsible for pool formation, and thus several sub-types can be identified. [Una unidad de pool es una depresión topográfica que se extiende por el canal en el lecho del canal, con una pendiente del lecho invertida en el extremo aguas abajo. Las pool se caracterizan por flujos profundos de velocidad relativamente lenta, pero con patrones hidrodinámicos complejos. Los sedimentos del lecho a menudo parecen ser más finos que las unidades adyacentes si se ha producido una deposición, pero el sustrato también puede ser grueso. Las piscinas reflejan las interacciones entre el agua que fluye y el transporte de sedimentos, a menudo alternando con escalones o rápidos, a lo largo de ríos con lecho de rocas y grava. Las pool también se encuentran en los ríos con lecho de arena en asociación con las curvas del canal. De hecho, diferentes procesos de flujo son responsables de la formación de charcos y, por lo tanto, se pueden identificar varios subtipos.] (M. Rinaldi, 2015, pág. 46).

Esta estructura se encuentra distribuida de forma dispersa a lo largo del área de estudio de la quebrada Honda, especialmente en los sectores donde la pendiente no supera los 3º, y los flujos de velocidad son lentos (Fotografía 8), también se encuentra en los sitios donde se marcan las curvas del cauce de la quebrada. Se desarrollan especialmente sobre rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst) compuesta principalmente por niveles arenosos en

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

capas medias a gruesas, alternados con limolitas y arcillolitas abigarradas, este componente ocupa un área de 0,77 ha dentro del área de interés.



Fotografía 8 Pool (CP)
Este: 4987429, Norte: 2191993, Altura: 2505 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.2.2 Dammed pool (CPd)

A dammed pool may form immediately upstream of a rock step, boulders, a log step, or a wood accumulation and it persists until it is completely filled by sediment or the obstruction (boulders, wood) is removed. [Una dammed pool puede formarse inmediatamente aguas arriba de un rock step, cantos rodados, un log step o una acumulación de madera y persiste hasta que se llena por completo con sedimentos o se elimina la obstrucción (cantos rodados, madera).] (M. Rinaldi, The Geomorphic Units survey and classification System (GUS), 2015, pág. 48).

Esta obstrucción se presenta principalmente en el Tramo 1 (T1), en el sector sur de la vereda La Playa, y hacia el costado oriental de la vereda Quebrada Honda, donde principalmente la obstrucción obedece a acumulación de trozos de vegetación como se puede observar en la Fotografía 9, se desarrolla sobre rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst) compuesta principalmente por niveles arenosos en capas medias a gruesas, alternados con limolitas y arcillolitas abigarradas, y sobre depósitos de tipo Aluviones (Qal) compuestos por gravas de bloques y guijarros. Ocupa un área de 0,57 ha.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 9 Dammed pool (CPd)
Este: 4987950, Norte: 2185140, Altura: 2636m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.2.3 Step (CT)

A relatively short unit typical of alluvial, semi-alluvial and bedrock steep channels. Steps are characterised by near-vertical drops in the channel bed which span the entire width, and are higher than the bankfull flow depth just upstream of the crest of the step, such that the relative jet is not submerged during bankfull flows (Comiti & Mao, 2012). Steps feature accelerating and convergent flow conditions as a consequence of the downstream overfall of water, thus turbulence fluctuations are limited (Wilcox et al., 2011) and the water surface is fairly smooth. Besides steps composed of sediment (alluvial or semi-alluvial), these features can be totally or partially created by wood (log steps) or they can be scoured into the bedrock (rock steps) (see the sub-types). [Una unidad relativamente corta típica de canales aluviales, semi-aluviales y lechos rocosos empinados. Los steps se caracterizan por caídas casi verticales en el lecho del canal que se extienden por todo el ancho y son más altas que la profundidad del flujo del banco lleno justo aguas arriba de la cresta del step, de modo que el chorro relativo no se sumerge durante los flujos del banco lleno (Comiti & Mao, 2012). Los steps presentan condiciones de flujo acelerado y convergente como consecuencia del desbordamiento de agua aguas abajo, por lo que las fluctuaciones de turbulencia son limitadas (Wilcox et al., 2011) y la superficie del agua es bastante suave. Además de los steps compuestos por sedimentos (aluviales o semi-aluviales), estos elementos pueden ser total o parcialmente creados por madera (log steps) o pueden excavarse en el lecho rocoso (rock steps) (ver los subtipos)] (M. Rinaldi, 2015, pág. 42).

Se observa principalmente en el Tramo 1 (T1) hacia la parte alta de la quebrada Honda, propio de las zonas donde la composición del lecho (rocas resistentes) y la naturaleza suavizada de la pendiente conforman estas estructuras que asemejan una escalera como

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

se puede observar en la Fotografía 10, también en aquellos sitios donde se producen cambios de pendiente, presentan una altura menor a 1 metro, este componente abarca un área de 0,02 ha. Se presentan sobre rocas de la Formación Tilatá (Tst), compuesta principalmente por niveles arenosos en capas medias a gruesas, alternados con limolitas y arcillolitas abigarradas.



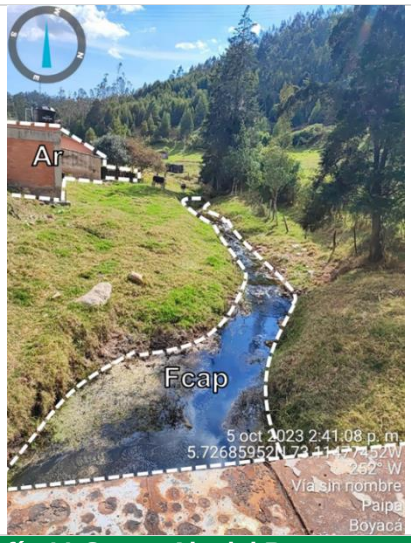
Fotografía 10 Step (CT)
Este: 4988401, Norte: 2188132, Altura: 2560 m.s.n.m

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.2.4 Cauce Aluvial Permanente (Fcap)

Las corrientes permanentes o continuas son masas de agua que fluyen en un cauce natural sin interrupción espacio-temporal durante el año hidrológico (MINAMBIENTE, 2020). También constituye el cauce natural (no modificado) de la quebrada Honda, localizada hacia el costado occidental de la vereda La Playa, costado oriental de la vereda Quebrada Honda y borde noroeste de la vereda Pastoreros, ocupando un área de 2,71 ha. Litológicamente se desarrolla sobre depósitos cuaternario de tipo Aluviones (Qal), compuestos por gravas de bloques y guijarros, también en rocas Cretácicas de la Formación Plaeners (Kg2), Porcelanitas, chert, shales, arcillas caoliníticas, areniscas cuarzosas y fosforita. El curso del agua es muy irregular con la presencia de salto, derivado de la resistencia de la roca, además este cauce se desarrolla en una zona moderadamente amplia, de pendientes principalmente suavemente onduladas de 0 a 5º (Fotografía 11), donde el cauce se comporta tipo sinuoso, como producto del cambio súbito de la dirección en ciertos sectores.

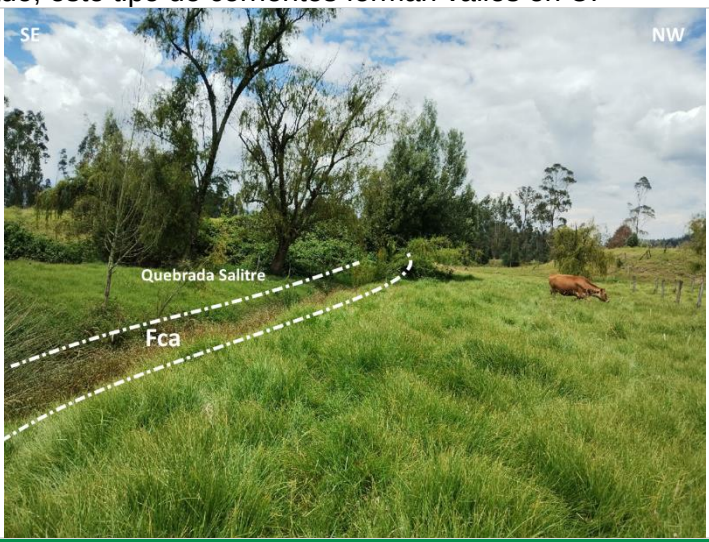
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 11 Cauce Aluvial Permanente (Fcap)
Este: 4987297, Norte: 2190811, Altura: 2517 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.2.5 Cauce Aluvial (Fca)

Este componente se caracteriza por presentar una forma de canal irregular excavado por erosión de las corrientes permanentes, dentro de la zona de estudio se asocia a la quebrada Salitre, localizada al norte, en la vereda El Tunal (Fotografía 12), donde desemboca la quebrada Honda, aguas abajo la quebrada Salitre aporta sus aguas al Lago Sochagota. En zonas de alta pendiente presenta una forma rectilínea, pero hacia las partes más bajas, donde las pendientes son suavemente onduladas, se comporta de forma sinuosa, presenta un caudal moderado, este tipo de corrientes forman valles en U.



Fotografía 12 Cauce Aluvial (Fca)
Este: 4987184, Norte: 2192321, Altura: 2508 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.1.5.2.2.6 Desembocadura (Fdes)

Una desembocadura es un fenómeno que sucede cuando un río o cualquier corriente de agua superficial desemboca en el mar, lago o cualquier otro cuerpo de agua. En estas áreas, la quebrada sedimenta los materiales que han sido arrastrados a lo largo de la cuenca. El cauce de la quebrada Honda desemboca en la Quebrada Salitre (Fotografía 13), esta a su vez entrega sus aguas al Lago Sochagota. La desembocadura se encuentra localizada en la zona más norte del Tramo 2 (T2), en la vereda El Tunal, en donde abarca un área de 0,001 ha, se desarrolla sobre un depósito de Aluviones (Qal) compuestos por gravas de bloques y guijarros.



Fotografía 13 Desembocadura (Fdes)
Este: 4987142, Norte: 2192312, Altura: 2509 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.2.7 Manantial (Fmntl)

MINAMBIENTE (2020) lo define como “surgencia superficial de agua de origen subterráneo que se produce a través de planos de estratificación, discontinuidades de las rocas como fracturas, grietas o cambios de litología en lugares donde la superficie topográfica corta al nivel freático” (pág. 22). Dentro del área de interés este componente se encuentra relacionado al nacimiento de aguas termales, procedentes de un sistema geotermal que caracterizan esta región, tal como se puede observar en la Fotografía 14, se encuentran localizados especialmente en el Tramo 2 (T2) del área de estudio, en la vereda La Playa, donde ocupan un área superficial de 0,116 ha.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 14 Manantial (Fmntl)
Este: 4987217, Norte: 2190566, Altura: 2520 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.2.8 Plano o llanura de inundación (Fpi)

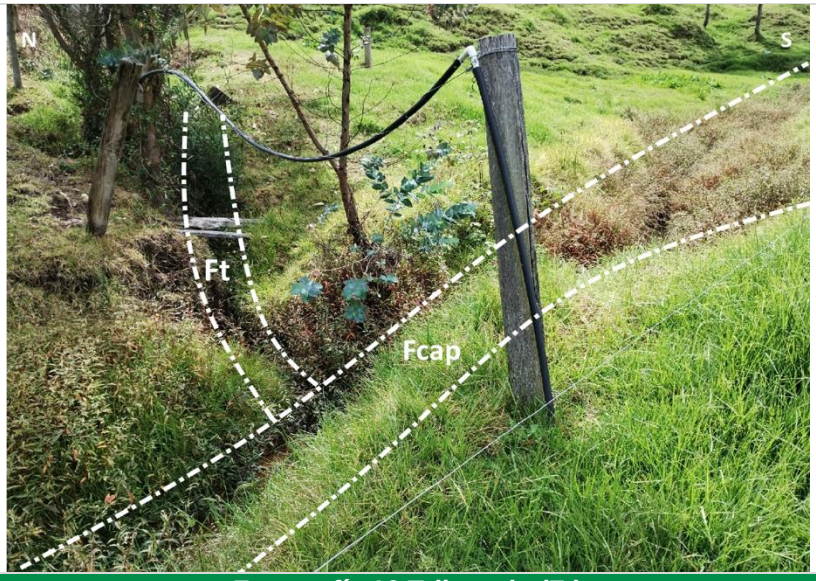
Este componente sobresale dentro de la ronda, se sitúa bordeando el cauce de la quebrada Honda, ocupa un área de 62,393 ha, se desarrolla principalmente sobre depósitos tipo Aluviones (Qal) compuestos por gravas de bloques y guijarros. Esta geoforma se caracteriza por presentar una morfología baja a ondulada dentro de la ronda (Fotografía 15), posiblemente inundable en periodos de precipitaciones intensas, esta geoforma se encuentra limitada por escarpes de terraza de acumulación. Esta subunidad incluye la presencia de planos fluviales, así como la presencia de pequeños cuerpos coluviales de menor tamaño.



Fotografía 15 Plano o llanura de inundación (Fpi)
Este: 4987178, Norte: 2192115, Altura: 2509 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.2.9 Tributario (Ft)

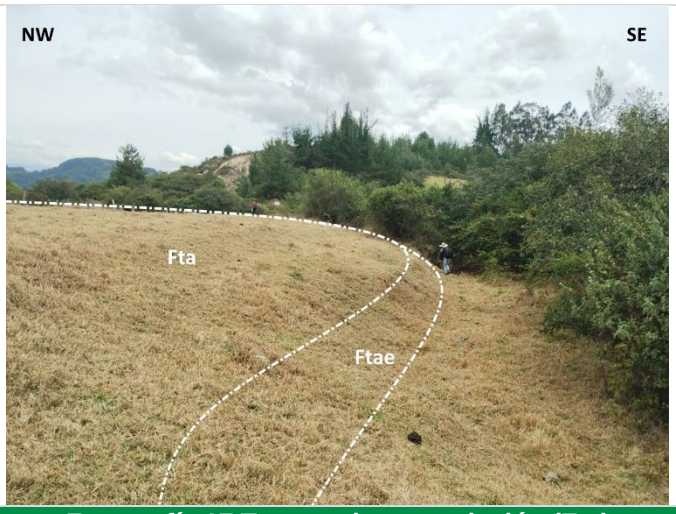
Canal de forma irregular excavado por erosión producto principalmente de las corrientes estacionales y en algunos casos perennes, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. Dependiendo de factores como pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal. En el Tramo 1 (T1) este componente se localiza en un ambiente denudacional de rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst), en estas zonas la pendiente es menor por encontrarse en zona de valle, las corrientes discurren de forma perpendicular al trazo de la quebrada (Fotografía 16). En el Tramo 2 (T2) se sitúan en un ambiente fluvial y denudacional, en rocas de la Formación Plaeners (Kg2), es estos sectores el caudal se encuentra de forma más reducida, el aporte de sedimentos se encuentra condicionado a periodos de lluvias prolongadas. A nivel de elemento geomorfológico se dividen en tributarios intermitentes o estacionales que dependen de la pluviosidad y tributarios permanentes o perennes que conducen flujos de agua en periodos más grandes.



Fotografía 16 Tributario (Ft)
Este: 4987571, Norte: 2191766, Altura: 2516 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.2.10 Terraza de acumulación (Fta)

Este componente se localiza de forma dispersa a lo largo del área de estudio, localizada entre las veredas La Playa, Quebrada Honda y Pastoreros, ocupa un área de 23,019 ha, se desarrolla principalmente sobre depósitos tipo Aluviones (Qal) compuestos por gravas de bloques y guijarros y en rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst) compuesta principalmente por niveles arenosos en capas medias a gruesas, alternados con limolitas y arcillolitas abigarradas, su depósito está constituido por gravas arenas, limos y arcillas. Este componente se caracteriza por presentar una superficie suavemente ondulada, limitada por escarpe de terraza de acumulación de diferentes alturas, a lo largo del cauce de la quebrada Honda (Fotografía 17), su origen se asocia a procesos de erosión y acumulación aluvial, dentro de antiguas llanuras de inundación.



Fotografía 17 Terraza de acumulación (Fta)
Este: 4988532, Norte: 2185665, Altura: 2622 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.2.11 Escarpe de terraza de acumulación (Ftae)

Este componente se localiza de forma dispersa a lo largo del área de estudio, localizada entre las veredas La Playa, Quebrada Honda y Pastoreros, se desarrolla principalmente sobre depósitos tipo Aluviones (Qal) y en rocas Terciarias de la Formación Tilatá (Tst) compuesta principalmente por niveles arenosos en capas medias a gruesas, alternados con limolitas y arcillolitas abigarradas, esta geoforma ocupa un área de 10,036 ha. Este componente presenta planos verticales a subverticales, escalonados en sedimentos aluviales, que borden terrazas de acumulación o subrecientes (Fotografía 18), Su origen se asocia a la incisión y profundización del cauce de la quebrada Honda. La altura de los escarpes dentro de la ronda alcanza menos de 25 metros aproximadamente.



Fotografía 18 Escarpe de terraza de acumulación (Ftae)
Este: 4987590, Norte: 2191666, Altura: 2521 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.1.5.2.2.12 Terraza de acumulación subreciente (Ftas)

Esta geoforma se localiza en el borde norte del Tramo 2 (T2), en las veredas La Playa y El Tunal, se desarrolla en depósitos tipo Aluviones (Qal) compuestos por gravas de bloques y guijarros, también se encuentra en el Tramo 1 (T1) en la vereda Quebrada Honda, este componente ocupa un área de 12,415 ha. Este elemento geomorfológico se caracteriza por ser una superficie suavemente inclinada, de morfología ondulada, disectadas, con pendientes de 3º a 5º, su origen se relaciona a la ampliación de la zona de valle de la quebrada Honda, al ganar relevancia los procesos erosivos en sus márgenes, la superficie de la llanura aluvial se encuentra contigua a las márgenes del valle en forma de escalón (Fotografía 19).



Fotografía 19 Terraza de acumulación subreciente (Ftas)
Este: 4987275, Norte: 2191932, Altura: 2515 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.2.13 Zona de Encharcamiento (Fze)

Son las zonas bajas u hondonadas semiplanas, en donde el nivel del suelo se encuentra muy cercano al nivel de la vaguada o lecho de la quebrada, producidas por una intensa socavación del agua en el suelo, asociado generalmente a la deforestación. Los encharcamientos son provocados por la lluvia que causa que el nivel de agua suba moderadamente, abarcando todo el ancho disponible y permaneciendo inundado por algunas horas o días. Esta unidad se diferencia de una llanura de inundación por tener una extensión reducida y por estar limitada por las paredes de la banca. Dentro del área de interés estas zonas se localizan dentro del Tramo 1 (T1), en la zona de valle, donde el nivel del terreno está muy cercano al nivel del lecho de la quebrada, como se puede observar en la Fotografía 20, situados al noreste de la vereda Quebrada Honda, este componente presenta un área de ocupación de 0,72 ha, se desarrolla sobre depósitos cuaternarios de tipo Aluviones (Qal) compuestos por gravas de bloques y guijarros.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 20 Zona de Encharcamiento (Fze)
Este: 4988666, Norte: 2187285, Altura: 2578 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.2.14 Aquatic vegetation (VA)

Perennial aquatic vegetation rooted in the channel bed can form a geomorphic unit when the patch has an area larger than approximately 5 m2 and can induce sediment retention to support the development of sediment units on the channel bed such as shelves, particularly in low energy, sand and finer bed rivers. At Detailed level different aquatic vegetation sub-types can be classified according to whether the leaves are emergent, floating or submerged. [La vegetación acuática perenne enraizada en el lecho del canal puede formar una unidad geomórfica cuando el parche tiene un área mayor de aproximadamente 5 m2 y puede inducir la retención de sedimentos para apoyar el desarrollo de unidades de sedimentos en el lecho del canal, como plataformas, particularmente en arenas de baja energía. y ríos de lecho más fino. A nivel de Detalle se pueden clasificar diferentes subtipos de vegetación acuática según sean hojas emergentes, flotantes o sumergidas] (M. Rinaldi, The Geomorphic Units survey and classification System (GUS), 2015, pág. 74)

En la zona de estudio este componente se sitúa especialmente en el Tramo 1 (T1), al sur de la vereda La Playa y en la zona norte de la vereda Quebrada Honda, en estos sectores ocupa un área de 0,189 ha. El elemento Aquatic vegetation dentro del área de interés se presenta como hojas emergentes (Fotografía 21), las cuales se encuentran enraizadas en el lecho de la quebrada y emergen en superficie hasta unos 20 cm aproximadamente.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



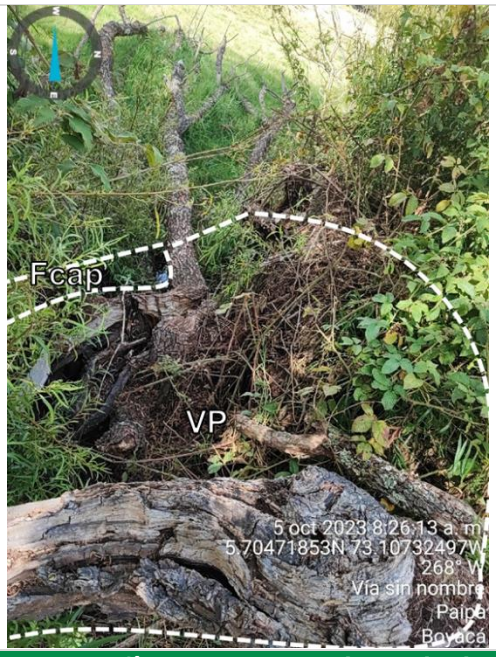
Fotografía 21 Aquatic vegetation (VA)
Este: 4987528, Norte: 2191946, Altura: 2505 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.2.15 Large Wood Jam (VP)

Elements of large wood or LW (i.e. wood pieces or entire uprooted trees >10 cm in diameter and > 1 m in length) - lying within the bankfull channel either dead or still able to sprout – may form a unit if both of the following conditions are satisfied: (1) LW elements are organized in a jam or accumulation (≥ 3 logs); (2) the LW jam has an area (an envelope that encloses the wood pieces and intervening air/sediment gaps) larger than approximately 5 m2. [Los elementos de Large Wood Jam o LW (es decir, trozos de madera o árboles enteros arrancados de raíz > 10 cm de diámetro y > 1 m de largo) que se encuentran dentro del canal lleno, ya sea muertos o aún capaces de brotar, pueden formar una unidad si se cumplen las dos condiciones siguientes: (1) los elementos LW están organizados en un atasco o acumulación (≥ 3 troncos); (2) el atasco LW tiene un área (que encierra las piezas de madera y los espacios intermedios de aire/sedimento) mayor de 5 m^2 aproximadamente] (M. Rinaldi, 2015, pág. 68).

Este elemento se localiza en el Tramo 1 (T1), en la vereda Quebrada Honda, donde ocupa un área de 0,006 ha, se observan pocos LW dentro del área de interés, en donde se puede observar obstrucción por causa de troncos de madera (Fotografía 22), se encuentra especialmente en la zona alta de la quebrada, lugares donde la vegetación que rodea el cauce de la quebrada es más abundante y se puede desplomar sobre ella, en periodos de lluvia intensos y prologados.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 22 Large Wood Jam (VP)
Este: 4988121, Norte: 2188361, Altura: 2553 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.3 Ambiente Estructural

Dentro de este ambiente se encuentra componentes originados por procesos relacionados con la dinámica interna de la tierra que se encuentran asociados a los plegamientos y fallamientos tanto regional como local de la zona de interés, cuya expresión morfológica está definida por la tendencia y la variación de la resistencia de las unidades litológicas (SGC, 2012).

Este ambiente ocupa el tercer lugar dentro del área de interés con un 13,5% y un área aproximada de 31,399 ha (Tabla 12), estas geoformas se encuentran ubicadas principalmente en el Tramo 2 (T2), en la vereda La Playa, sobre rocas Cretácicas de la Formación Plaeners (Kg2) compuesta por porcelanitas, chert, shales, arcillas caoliníticas, areniscas cuarzosas y fosforita, también se desarrolla sobre depósitos cuaternarios de tipo Aluviones (Qal), en menor medida sobre rocas de la Formación Labor y Tierna (Kg1), conformada por shales prevalecientes con intercalaciones de arenisca cuarzosa; al techo, únicamente areniscas cuarzosas. Como se puede observar en la Figura 44 dentro del área de interés predomina el componente Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc).

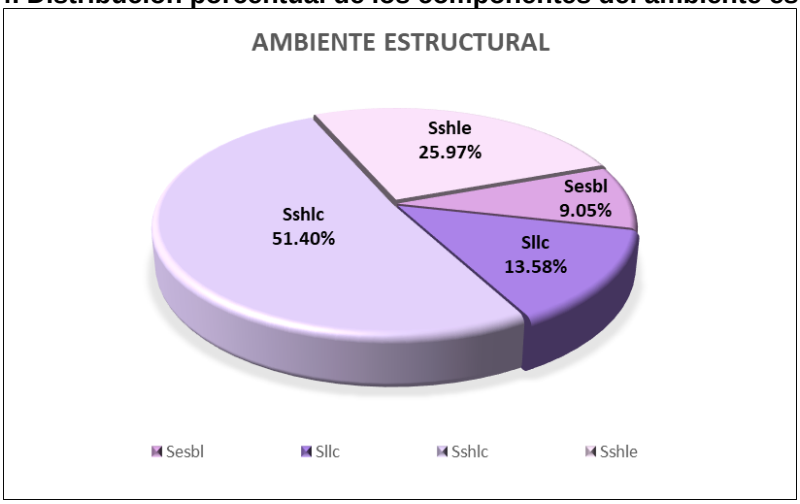
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 15. Relación de los componentes geomorfológicos del ambiente estructural de la zona de estudio

Ambiente	Código	Componente	Área (Ha)	%
Estructural	Sesbl	Espolón bajo de longitud larga	2.842	9.05%
	Sllc	Lomo de longitud corta	4.264	13.58%
	Sshlc	Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	16.138	51.40%
	Sshle	Ladera estructural de sierra homoclinal	8.155	25.97%
	Total		**31,399**	**100%**

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Figura 44. Distribución porcentual de los componentes del ambiente estructural

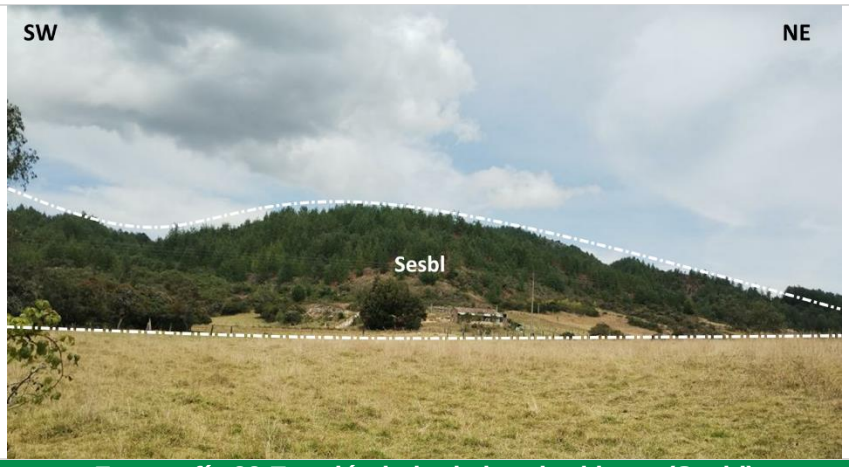


Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.3.1 Espolón bajo de longitud larga (Sesbl)

Esta geoforma se localiza en el extremo sur del Tramo 1 (T1) borde suroccidental del área de estudio, en la vereda Quebrada Honda, se desarrolla sobre rocas ígneas de la Formación Andesitas (Ta) conformada por rocas muy alteradas de tipo andesítico, este componente ocupa un área de 2,842 ha. Los Espolones bajos de longitud larga se caracterizan por ser salientes de morfología alomada, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región (Fotografía 23), se encuentra limitado por drenajes subparalelos, de laderas moderadamente largas, con índice de relieve bajo menor a 250 metros, y longitud del eje principal menor a 1000 metros.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 23 Espolón bajo de longitud larga (Sesbl)
Este: 4988500, Norte: 2185605, Altura: 2623 m.s.n.m

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.3.2 Lomo de longitud corta (Sllc)

Este componente geomorfológico presenta prominencia topográfica de morfología alomada, con una diferencia de altura muy baja, su origen se asocia a procesos tectónicos con posterior actuación de procesos erosivos de variada intensidad y denudación de rocas Cretácicas de la Formación Plaerners (Kg2) compuesta por capas delgadas a medias de lodolitas silíceas, fracturadas, intercaladas con láminas delgadas de arcillolitas, presenta niveles ricos en fosforitas. Esta geoforma presenta cimas alargadas y subredondeadas (Figura 45), laderas de longitud corta, forma cóncava y de pendiente inclinada a muy inclinada. Se localiza al costado oriental del Tramo 2 (T2), en la vereda La Playa, donde ocupa un área de 4.264 ha.

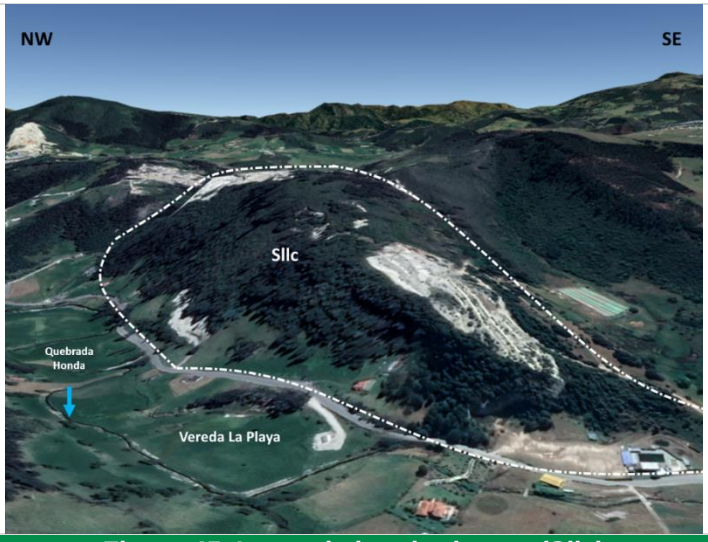


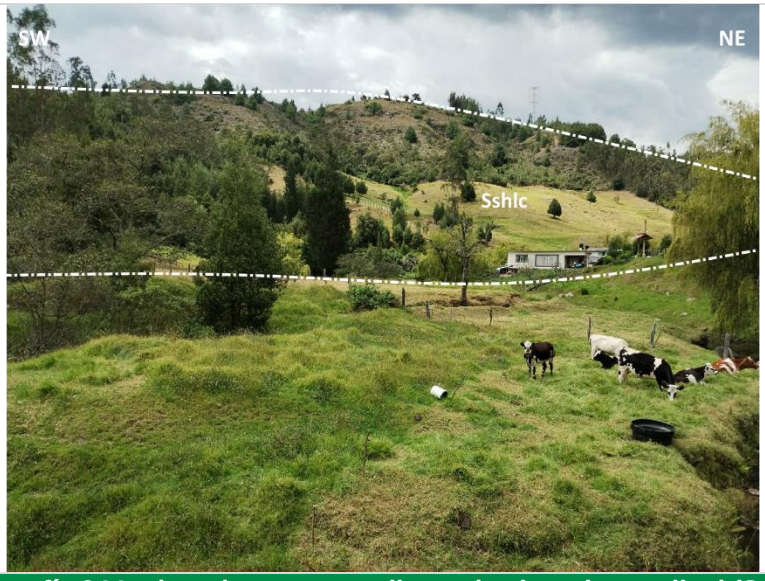
Figura 45. Lomo de longitud corta (Sllc)

Fuente: modificado de Google Earth

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.1.5.2.3.3 Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc)

Esta geoforma se localiza al costado occidental del Tramo 2 (T2), en la vereda La Playa, donde ocupa un área de 16,137 ha, se desarrolla sobre rocas Cretácicas de las formaciones Plaeners (Kg2) compuesta por capas delgadas a medias de lodolitas silíceas, fracturadas, intercaladas con láminas delgadas de arcillolitas, presenta niveles ricos en fosforitas y Labor y Tierna (Kg1) conformada por areniscas cuarzosas de grano grueso a fino, intercalados con arcillolitas. Este componente presenta una superficie vertical a subvertical, moderadamente larga, de forma cóncava, escalonada, festoneada (Fotografía 24), con pendientes abruptas a escarpadas, los estratos se encuentran dispuestos en contra de la pendiente de la superficie del terreno, y se relaciona con una estructura homoclinal.

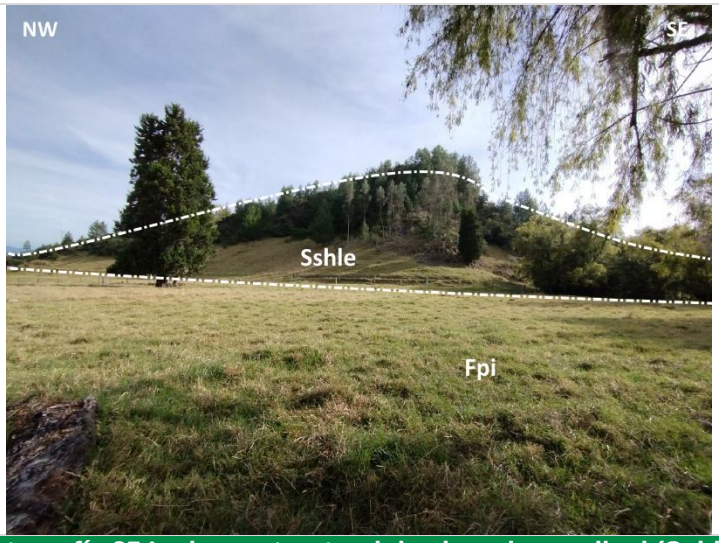


Fotografía 24 Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc)
Este: 4987187, Norte: 2190064, Altura: 2552 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.3.4 Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle)

Este componente se encuentra presente en el borde norte del Tramo 2 (T2) en la vereda La Playa y en el Tramo 1 (T1) al noreste de la vereda Quebrada Honda, este elemento ocupa un área de 8,155 ha, se desarrolla en rocas intermedias a duras de las formaciones Tilatá (Tst) compuesta principalmente por niveles arenosos en capas medias a gruesas, alternados con limolitas y arcillolitas abigarradas y Labor y Tierna (Kg1) conformada por areniscas cuarzosas de grano grueso a fino, intercalados con arcillolitas. Geomorfológicamente, la subunidad se presenta como una superficie inclinada, generalmente denudada (Fotografía 25), definida por la inclinación de los estratos en favor de la pendiente del terreno, de longitud corta, de formas convexa a recta y con pendientes de muy inclinadas a abrupta, con rangos que oscilan entre los 15° y 20°, el patrón de drenaje característico es subparalelo, esta geoforma se asocian localmente con procesos denudacionales, cuyo origen está relacionado con actividad tectónica, procesos de fallamiento intenso, y meteorización intensa.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 25 Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle)
Este: 4988352, Norte: 2188086, Altura: 2563 m.s.n.m

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.4 Ambiente Volcánico

El ambiente volcánico debe su origen a procesos extrusivos, los cuales hacen que productos generados en el interior de la tierra actualmente se encuentren en el exterior enmascarando y suavizando el paisaje.

Este ambiente está en cuarto lugar en ocupación de la zona de estudio con un 3,61% y un área aproximada de 6,43 ha (Tabla 16), se encuentra ubicado al sur de la vereda La Playa y al norte de la vereda Quebrada honda, se desarrolla principalmente sobre rocas ígneas de la Formación Andesitas (Ta).

Tabla 16. Relación de los componentes geomorfológicos del ambiente volcánico de la zona de estudio

Ambiente	Código	Componente	Área (ha)	%
Volcánico	Vcd	Criptodomo	8.393	100.00%

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Figura 46. Distribución porcentual de los componentes del ambiente volcánico



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.1.5.2.4.1 Cripotodomo (Vcd)

Esta geoforma de origen volcánico se localiza en el costado occidental de la ronda, al sur del Tramo 2 (T2) en la vereda La Playa (Fotografía 26) y al norte del Tramo 1 (T1) en la vereda Quebrada Honda, en estos sectores ocupa un área de 8,393 ha. A nivel regional se caracteriza por presentar una estructura dómica, de pendientes inclinadas a muy inclinadas, con laderas irregulares, es de origen volcánico no exógeno, asociado a el ascenso del magma que no toco la superficie, su localización se generó en el interior de la corteza, aprovechando áreas de debilidad o discontinuidades.



Fotografía 26 Criptodomo (Vcd)
Este: 4988638, Norte: 2186904, Altura: 2590 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.5 Ambiente Antropogénico

Este ambiente incluye los componentes geomorfológicos originadas por la alteración significativa de la superficie terrestre, por la intervención del hombre generalmente con el objetivo de realizar construcción de zonas urbanas, obras de ingeniería, disposición de desechos o escombros, excavaciones frecuentemente asociadas con minería a cielo abierto, embalses artificiales y adecuación de nuevas vías, que modifica la morfología natural del terreno. Adicional a la metodología planteada por SGC (2012), se incluye la clasificación de Rinaldi et al. (2015), que enlaza la geomorfología y la hidrología considerando las características físicas y procesos predominantes de las unidades morfológicas asociadas al cauce permanente y relacionadas con las llanuras de inundación si las hay (MINAMBIENTE, 2018). Este ambiente se sitúa en el quinto lugar de ocupación con un 2,8%, con un área de 6,43 ha, se localizan de forma dispersa dentro del área de estudio, como se puede observar en la Tabla 17 y en la Figura 47 se cartografiaron ocho (8) componentes de este ambiente, las cuales se encuentran descritas a continuación.

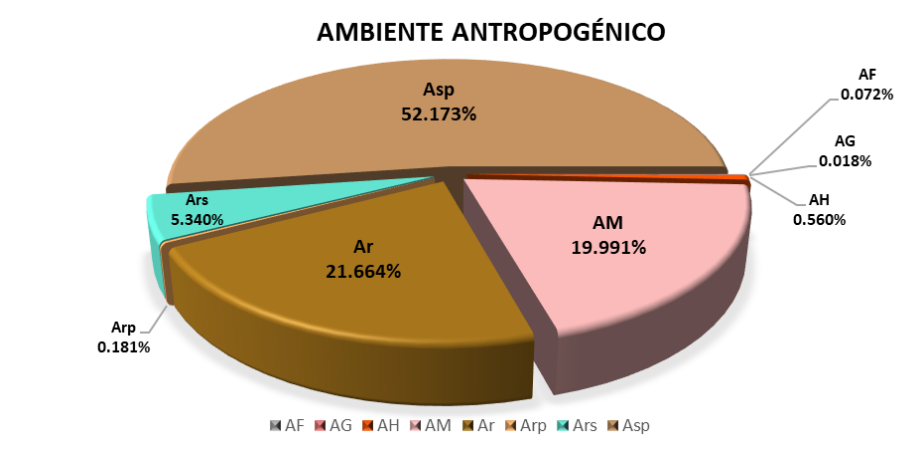
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 17. Relación de los componentes geomorfológicos del ambiente antropogénico de la zona de estudio

Ambiente	Código	Componente	Área (ha)	%
Antropogénico	AF	Culvert	0.005	0.072%
	AG	Ford	0.001	0.018%
	AH	Bridge	0.036	0.560%
	AM	Artificial Levée or Embankment	1.287	19.991%
	Ar	Planos y Campos de Llenos Antrópicos	1.395	21.664%
	Arp	Represamiento antrópico	0.012	0.181%
	Ars	Reservorio	0.344	5.340%
	Asp	Superficie de Explanación	3.359	52.173%
		Total	**6,438**	**100%**

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Figura 47. Distribución porcentual de los componentes del ambiente antropogénico

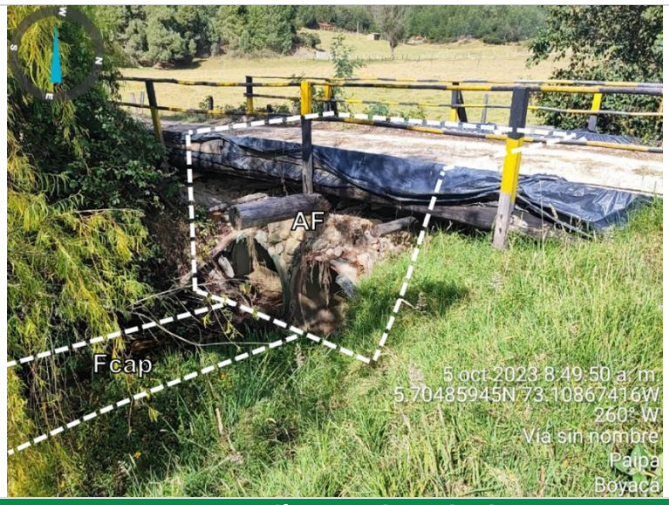


Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.5.2.5.1 Culvert (AF)

It is a structure aiming at crossing the water channel and located below other structures (e.g. a road, a town). [Es una estructura destinada a cruzar el canal de agua y ubicada debajo de otras estructuras (por ejemplo, una carretera, un pueblo).] (M. Rinaldi, The Geomorphic Units survey and classification System (GUS), 2015, pág. 97). Dentro del área de estudio se encuentran a modo de tuberías cortas con una longitud menor a 7 metros, que confinan el cauce a un diámetro y que pueden obstaculizar el material de arrastre del cauce (Fotografía 27). Este componente se encuentra relacionado a obras civiles como vías, donde se emplean como puentes, siempre que el ancho a cubrir sea angosto. Este elemento se ubica en el Tramo 1 (T1), en la vereda Quebrada Honda, ocupando un área de 0,005 ha, sobre depósitos tipo Aluviones (Qal) compuestos por gravas de bloques y guijarros.

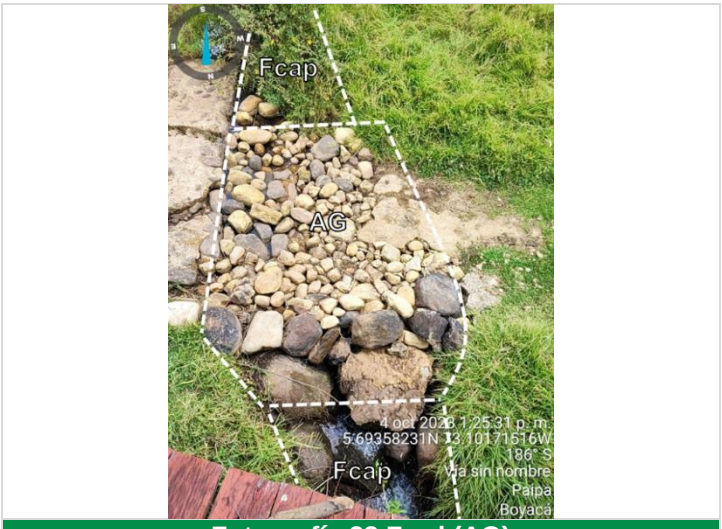
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 27 Culvert (AF)
Este: 4987962, Norte: 2188373, Altura: 2554 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.1.5.2.5.2 Ford (AG)

It is a structure aiming at crossing the water channel that can be submerged at high flow conditions. It can be associated with culverts to allow the water flow at low-flow condition. [Es una estructura destinada a cruzar el canal de agua que puede sumergirse en condiciones de alto caudal. Se puede asociar con alcantarillas para permitir el flujo de agua en condiciones de flujo bajo.] (M. Rinaldi, 2015, pág. 97). Este componente representa las partes de la quebrada con fondo firme y poco profundo, lugares por donde es posible transitar caminado, montado en un caballo o en un vehículo (Fotografía 28). Se encuentra ubicado en el Tramo 1 (T1), en la vereda Quebrada Honda, abarca una mínima porción de área dentro de la zona de estudio, representada con 0,001 ha.



Fotografía 28 Ford (AG)
Este: 4988740, Norte: 2187128, Altura: 2581 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.1.5.2.5.3 Bridge (AH)

It is a above-ground structure aiming at crossing the river channel (road, railway, crosswalk). It can have piles within the channel. [Es una estructura sobre el suelo que tiene como objetivo cruzar el canal del río (carretera, ferrocarril, paso de peatones). Puede tener montones dentro del canal.] (M. Rinaldi, 2015, pág. 97). Este elemento se encuentra distribuido de forma dispersa dentro del área de interés, y se asocian a estructuras como puentes vehiculares realizados en hormigón, así como puentes peatonales elaborados en madera. Se diferencia de la estructura tipo culvert por no tener tubería interna, y por estar anclado a las paredes del canal, o por estar reposando sobre ambos costados de la banca, permitiendo así más espacio para que el agua fluya con normalidad y no se produzca taponamiento. En la Fotografía 29 se observa una estructura de puente con espacio amplio en su parte interna por donde puede circular un mayor flujo de agua y material de arrastre.



Fotografía 29 Bridge (AH)
Este: 4987248, Norte: 2189867, Altura: 2540 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.1.5.2.5.4 Artificial Levée or Embankment (AM)

Longitudinal structure located aboveground, aiming at protecting against floods for discharges higher than bankfull discharge. [Estructura longitudinal ubicada sobre el suelo, con el objetivo de proteger contra inundaciones para descargas superiores a la descarga de banco lleno.] (M. Rinaldi, 2015, pág. 98). Este elemento se encuentra bordeando los sectores adyacentes al caudal (Fotografía 30), usada para la contención de agua y prevención de inundaciones, de los sectores donde el nivel del suelo está muy cerca al nivel del cauce, de esta forma proteger viviendas, cultivos, entre otros, se puede evidenciar hacia el norte de las veredas Quebrada Honda y La Playa, ocupa un área de 1,28 ha.

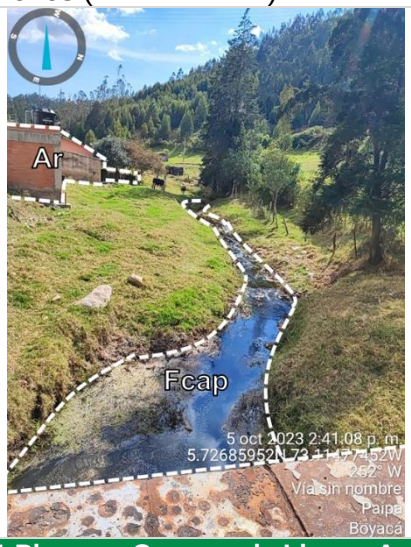
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 30 Artificial Levée or Embankment (AM)
Este: 4987962, Norte: 2188373, Altura: 2554 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.1.5.2.5.5 Planos y Campos de Llenos Antrópicos (Ar)

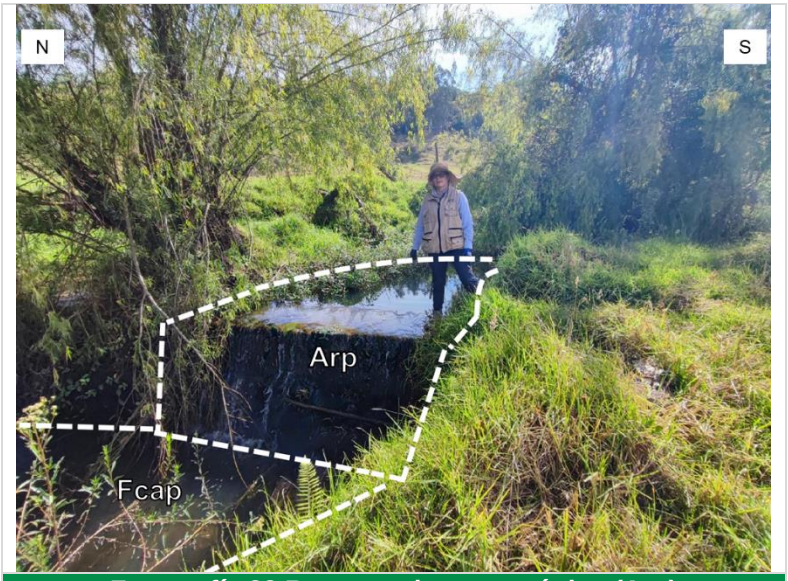
Planos hechos artificialmente con material de relleno para acondicionar terrenos anegadizos para la construcción de viviendas. Técnicamente son de gravas, bloques y arena bien compactados, sin embargo, comúnmente están compuestos por escombros y desechos de construcción. Este componente se encuentra ubicado en el Tramo 2 (T2), en el centro de la vereda La Playa, donde ocupa un área de 1,39 ha, se encuentran sobre depósitos tipo Aluviones (Qal), en donde se han realizado obras civiles a partir de cimentaciones sobre estos rellenos ( ).



Fotografía 31 Planos y Campos de Llenos Antrópicos (Ar)
Este: 4987297, Norte: 2190811, Altura: 2517 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.1.5.2.5.6 Represamiento antrópico (Arp)

Intervenciones antrópicas realizadas por el hombre, con el objetivo de modificar la dinámica de un cauce aluvial. Dentro del área de estudio se relaciona con barreras artificiales construidas en material de concreto en el lecho de la quebrada (Fotografía 32). Este componente se localiza en el Tramo 1 (T1), al noreste de la vereda Quebrada Honda donde ocupa un área de 0,012 ha, se encuentra dispuesto sobre depósitos tipo Aluviones (Qal).



Fotografía 32 Represamiento antrópico (Arp)
Este: 4988099, Norte: 2188373, Altura: 2554 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.1.5.2.5.7 Reservorio (Ars)

Son estructuras destinadas al almacenamiento de agua, tienen como función mantener un volumen de agua adicional como reserva para satisfacer la demanda de agua. En la zona de estudio se presentan reservorios excavados que son utilizados para el riego de cultivos en fechas o días específicos o durante periodos más prolongados de tiempo, como el receso invernal (Fotografía 33). Se localizan principalmente en el Tramo 1 (T1), al sur de la vereda La Playa y norte de la Quebrada, donde ocupa un área de 0,34 ha.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 33 Reservorio (Ars)
Este: 4988606, Norte: 2186611, Altura: 2594 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.1.5.2.5.8 Superficie de Explanación (Asp)

Esta geoforma se encuentra de forma dispersa dentro de la zona de la ronda, representada por las vías de acceso a las veredas que componen el área de interés, recorriéndola de norte a sur, en algunos sectores se encuentra dispuesta de forma paralela a la quebrada Honda (Fotografía 34), ocupa un área de 3,358 ha. Este componente geomorfológico se relaciona con planos de allanamiento en laderas de roca, materiales inconsolidado con el fin de adecuar el terreno para la construcción o con fines de estabilización de laderas, mediante la explanación que disminuyen la pendiente del terreno.



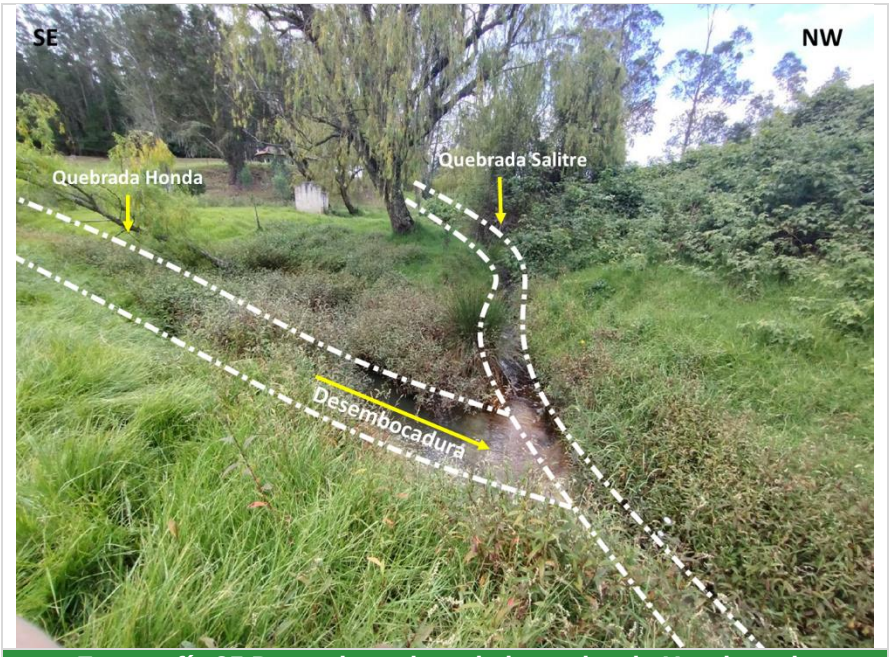
Fotografía 34 Superficie de Explanación (Asp)
Este: 4987400, Norte: 2190971, Altura: 2524 m.s.n.m
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.1.6 Nacimiento

El nacimiento de la quebrada Honda se encuentra fuera de la zona de estudio, según CORPOBOYACÁ (2019B), este cauce nace en el municipio de Firavitoba, a una elevación de 3400 m.s.n.m, continua su desarrollo aguas abajo, dentro del municipio de Paipa, entre las veredas Pastoreros, Quebrada Honda, La Playa y El Tunal, en esta última a una altura de 2500 m.s.n.m entrega sus aguas a la quebrada Salitre, que a su vez aguas abajo deposita sus aguas al Lago Sochagota (pág. 112).

6.1.7 Desembocadura

La quebrada Honda presenta su desembocadura en la quebrada Salitre, en la vereda El Tunal a una altura de 2500 m.s.n.m, donde continua su desarrollo aguas abajo, hasta desembocar en el Lago Sochagota.



Fotografía 35 Desembocadura de la quebrada Honda en la quebrada Salitre
E: 4987142 N: 2192312 Z: 2509

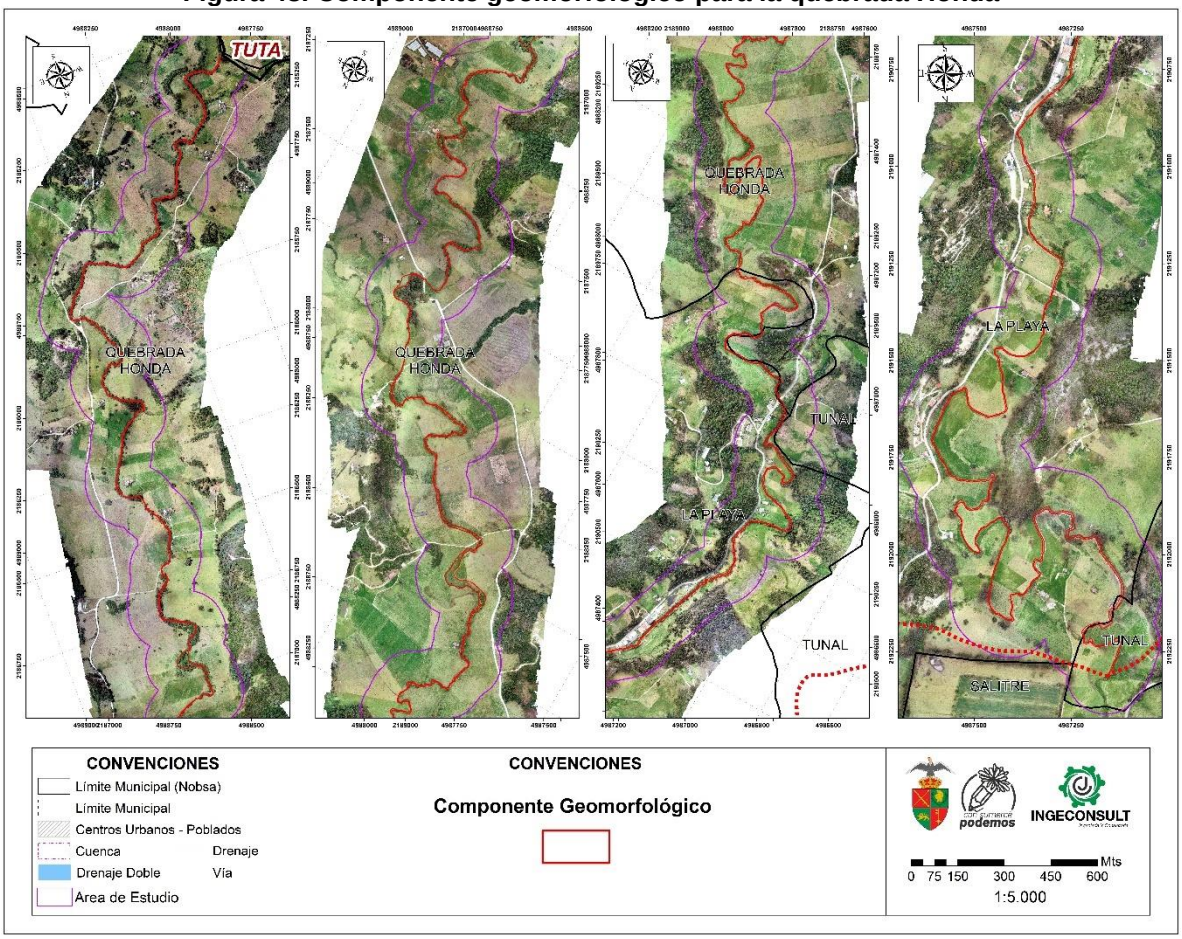
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.1.8 Componente geomorfológico

El componente geomorfológico para la quebrada Honda corresponde a la delimitación del cauce permanente junto a las geoformas asociadas a procesos de sedimentación fluvial y obras hechas por la comunidad para el control del drenaje, como diques artificiales. En la Figura 48 se muestra el cauce permanente del drenaje y su ronda geomorfológica.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 48. Componente geomorfológico para la quebrada Honda



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.2 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE HIDROLÓGICO

Para el desarrollo y priorización de proyectos en la gestión del riesgo por inundaciones fluviales, es necesario conocer el comportamiento hidrológico e hidráulico a partir de un análisis detallado del área de interés, teniendo en cuenta todos los requerimientos dados por las normas, manuales y metodologías avaladas en Colombia.

Uno de los principales manuales para la aplicación de este, es el manual de drenaje de invias, también conocido como manual para hidrología e hidráulica con aplicación en el diseño y construcción de obras típicas para el drenaje y subdrenaje de proyectos de protección marginal.

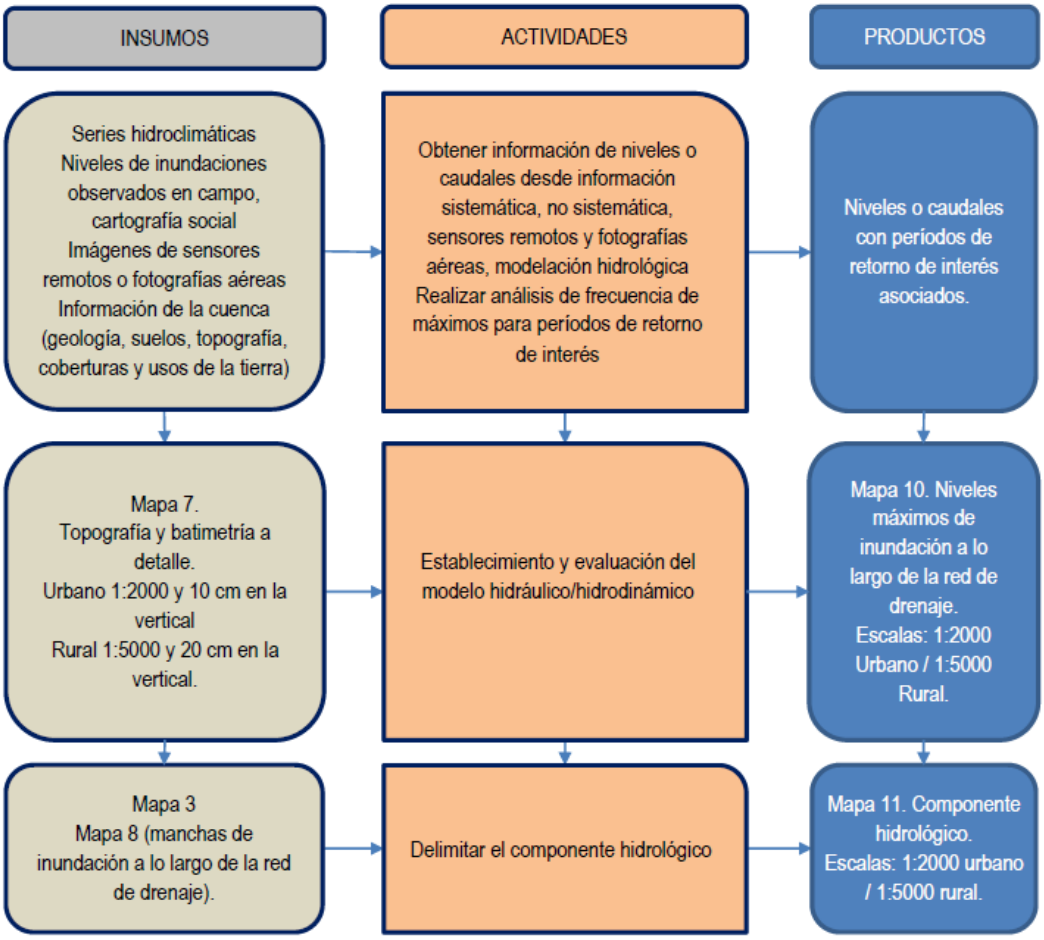
Este documento recopila todos los requerimientos para la elaboración de estudios de esta índole. Esta metodología es aplicable para todos aquellos estudios que requieran un estudio detallado de hidrología e hidráulica, para la zonificación de inundaciones fluviales y priorizar el adecuado manejo de aguas superficiales.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Consideraciones

El municipio de Paipa se caracteriza por presentar una mínima intervención antrópica en la quebrada Honda, entendiendo esta intervención en términos de represamientos, deforestación, contaminación e introducción de fauna y flora exótica invasiva. De acuerdo a lo establecido en la Guía técnica de acotamiento de rondas hídricas establecida por el MINAMBIENTE (2018, pág. 88), la delimitación del componente hidrológico se realiza con base en los "Sistemas lóticos sin modificaciones considerables en su morfología", el cual incluye como ítem principal, la consideración de tener en cuenta un período de retorno de 15 años. Las actividades que se llevan a cabo para la delimitación del componente hidrológico se muestran a continuación.

Figura 49. Insumos, actividades y productos para definir el componente hidrológico



Fuente: MINAMBIENTE (2018, pág. 90)

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.2.1 Metodología para el desarrollo

El procedimiento metodológico para el desarrollo del componente hidrológico contempla los siguientes parámetros:

- Revisar toda la información recolectada de visitas técnicas al área de estudio, con el fin de conocer y diagnosticar la condición actual e histórica de inundaciones en la zona de estudio.
- Realizar el análisis de la información hidrometeorológica y cartográfica recopilada de la zona de estudio para determinar las variables involucradas dentro de la caracterización hidrológica.
- Analizar las estaciones activas con históricos de lluvias superiores a 15 años, a partir de la información disponible del banco de datos de IDEAM, con el fin de determinar si las estaciones hidrometereológicas seleccionadas son hidrológicamente homogéneas a las cuencas de estudio.
- Delimitar la cuenca y/o áreas aferentes que requieran el análisis de caudal con sus respectivas características morfométricas.
- Calcular caudales máximos en aguas claras para periodos de retorno de 2.33, y 15 años a través de la construcción del modelo lluvia escorrentía que permita la proyección de caudales según fuese el registro histórico disponible.
- Recopilar la información de planos topo-batimétricos y batimétricos en los alineamientos de interés de la cuenca, para llevar a cabo el análisis hidráulico en condición 2D esto teniendo en cuenta el detalle topográfico.
- Calcular los parámetros hidráulicos por medio del modelo HEC-RAS (2D) con base en la geometría obtenida de la topografía, trabajo de oficina, registros y observaciones de campo para la cuenca de estudio.
- Generar los resultados finales en formato ráster de cada huella de inundación a partir de la modelación hidráulica en aguas claras.
- Plantear las conclusiones y recomendaciones a considerar

6.2.1.1 Información hidroclimatológica

La actividad de recopilación y análisis de la información existente y básica se orientó particularmente en los aspectos de cartografía oficial del PBOT del municipio de Paipa e información hidrometeorológica de estaciones activas del IDEAM que cuentan con registros históricos de precipitación de la cuenca hidrográfica involucrada en el estudio. En la Tabla 18 se relacionan las estaciones e información utilizada para el desarrollo del componente hidrológico y en el Anexo 4.1. Datos estaciones IDEAM, se presenta los datos de estas.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

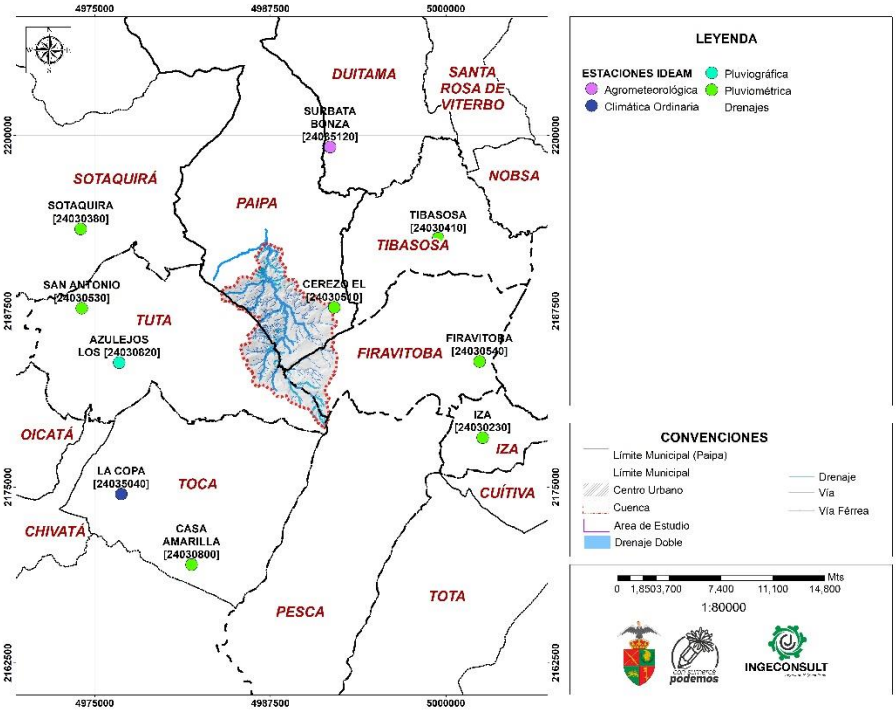
Tabla 18. Datos estaciones hidroclimatológicas

ENTIDAD	NOMBRE	TIPO	MUNICIPIO	REGISTRO DE DATOS
IDEAM	AZULEJOS LOS [24030820]	Pluviográfica	Tuta	1976 - 2021
IDEAM	CASA AMARILLA [24030800]	Pluviométrica	Toca	1974 - 2023
IDEAM	CEREZO EL [24030510]	Pluviométrica	Paipa	1970 – 2023
IDEAM	FIRAVITOBA [24030540]	Pluviométrica	Firavitoba	1971 – 2023
IDEAM	IZA [24030230]	Pluviométrica	Iza	1958 – 2023
IDEAM	LA COPA [24035040]	Climática Ordinaria	Toca	1992 – 2023
IDEAM	SAN ANTONIO [24030530]	Pluviométrica	Tuta	1971 – 2023
IDEAM	SOTAQUIRA [24030380]	Pluviométrica	Sotaquirá	1960 – 2023
IDEAM	SURBATA BONZA [24035120]	Agrometeorológica	Duitama	1945 – 2023
IDEAM	TIBASOSA [24030410]	Pluviométrica	Tibasosa	1964 - 2023

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Las estaciones nombradas en la tabla anterior se ilustran en la Figura 50.

Figura 50. Localización de estaciones del IDEAM



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.2.2 Caracterización morfométrica

El análisis morfométrico de cuencas permite conocer las partes y los elementos que la componen desde la descripción física y su interacción con el sistema ambiental. El capítulo esta direccionado al análisis de características relacionadas con la forma de la cuenca, el relieve y la red drenaje, y el componente geomorfológico.

6.2.2.1 Morfometría en relación a la forma de la cuenca

6.2.2.1.1 Área de la cuenca

“El área de la cuenca está definida como la proyección horizontal de toda la superficie de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido-directa o indirectamente a un mismo cauce natural, de acuerdo como se presenta en la Figura 3 y en la Figura 4. Corresponde a la superficie delimitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio; este parámetro se expresa normalmente en km^2. Este valor es de suma importancia porque un error en su medición incide directamente en los resultados, por lo que se hace necesario realizar mediciones contrastadas para tener total confianza en este valor” (Cardona, 2016).

En la Tabla 19 se presenta la definición de las cuencas de acuerdo a su extensión.

Tabla 19. Clasificación de áreas

Área (km^2)	Definición
< 5	Unidad
5 – 20	Sector
20 - 100	Microcuenca
100 - 300	Subcuenca
>300	Cuenca

Fuente: (Reyes, Barroso, & Escobar, 2010)

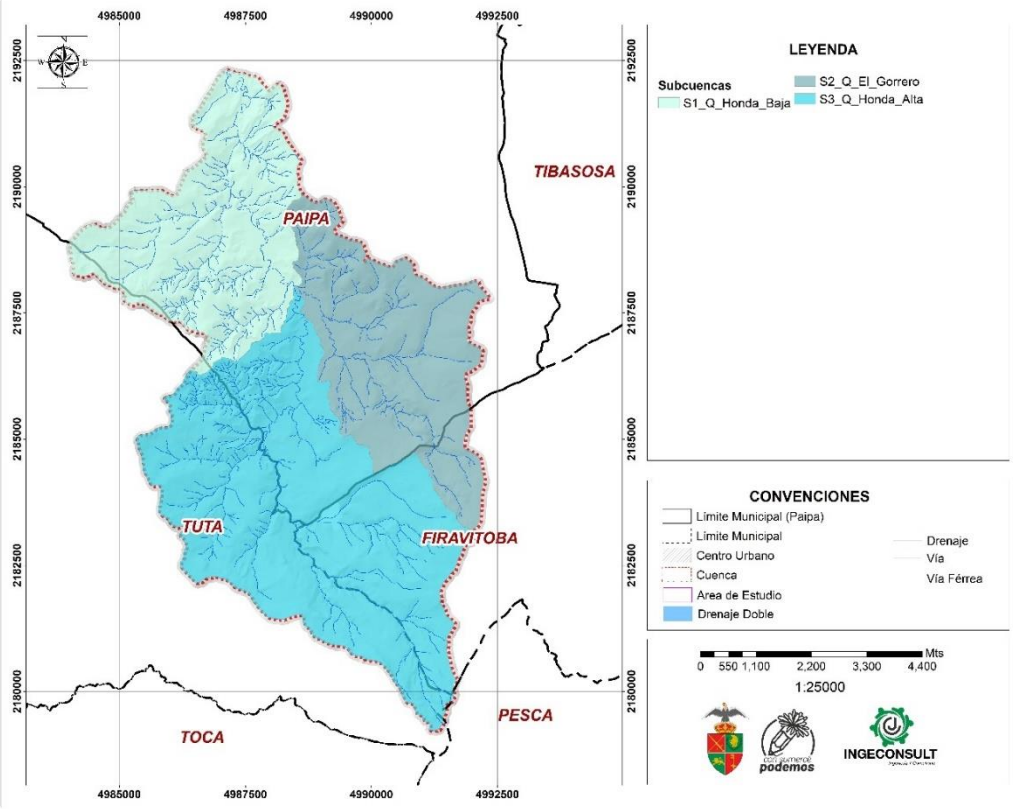
El área total de la cuenca de la quebrada Honda es de 55.36 Km^2. De acuerdo con el área correspondiente, esta se define como una microcuenca. La microcuenca se subdivide en tres unidades hidrográficas con la distribución de áreas así:

- S1 Quebrada Honda Baja: 14.67 Km^2
- S2 Quebrada el Gorrero: 13.58 Km^2
- S3 Quebrada Honda Alta: 27.11 Km^2

En la Figura 51 se observa la ubicación espacial de la unidad hidrográfica con sus divisiones.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 51. Cuenca quebrada Honda



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.2.2.1.2 Perímetro

"Es la longitud sobre un plano horizontal, que recorre la divisoria de aguas. Este parámetro se mide en unidades de longitud y se expresa normalmente en metros o kilómetros" (Cardona, 2016).

La Cuenca de la quebrada Honda relaciona un perímetro en cada una de sus zonas hidrográficas así:

- S1 Quebrada Honda Baja: 20.12 km
- S2 Quebrada el Gorrero: 21.45 km
- S3 Quebrada Honda Alta: 28.19 km

6.2.2.1.3 Longitud de la cuenca (L)

Se define como la distancia horizontal desde la desembocadura de la cuenca (punto de desfogue) hasta otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

La cuenca de la quebrada Honda relaciona la longitud de la cuenca en cada una de sus zonas hidrográficas así:

- S1 Quebrada Honda Baja: 4.51 km
- S2 Quebrada el Gorrero: 6.02 km
- S3 Quebrada Honda Alta: 9.11 km

6.2.2.1.4 Factor de forma

"Es la relación entre el área y el cuadrado de la longitud de la cuenca (ver Ecuación 1). Intenta medir cuan cuadrada (alargada) puede ser la cuenca. Una cuenca con un factor de forma bajo, esta menos sujeta a crecientes que una de la misma área y mayor factor de forma. Principalmente, los factores geológicos son los encargados de moldear la fisiografía de una región y la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Un valor de F_f superior a la unidad proporciona el grado de achatamiento de ella o de un río principal corto y por consecuencia con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas" (Cardona, 2016) (Horton, Drainage basin characteristics, 1932).

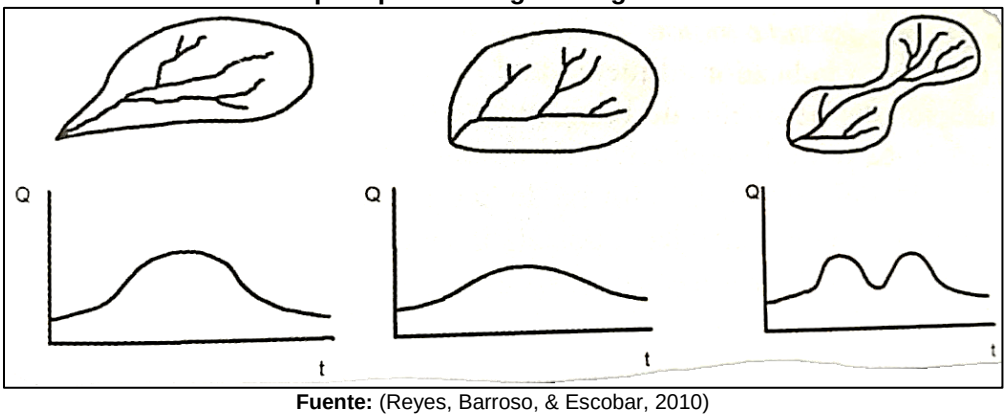
$$F_f = \frac{A}{L^2}$$

$$\boldsymbol{F_f = Factor\ de\ forma}$$
$$\boldsymbol{L = \ Longitud\ de\ la\ cuenca}$$
$$\boldsymbol{A = \ Área\ de\ la\ cuenca}$$

Ecuación 1. Factor de forma

La Figura 52 muestra la forma de los hidrogramas de acuerdo a la forma de la cuenca.

Figura 52. Hidrógrafas para cuencas con la misma área y diferentes formas ante una lámina precipitada de igual magnitud



Fuente: (Reyes, Barroso, & Escobar, 2010)

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Teniendo en cuenta el factor de forma, se define la descripción de la cuenca (Tabla 20):

Tabla 20. Valores interpretativos del factor forma.

Valores aproximados	Forma de la cuenca
<0.22	Muy alargada
0.22 – 0.30	Alargada
0.30 – 0.37	Ligeramente alargada
0.37 – 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 – 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 – 0.80	Ensanchada
0.80 – 1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el drenaje

Fuente: (Horton, Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology, 1945)

También la interpretación por (Gavilán) respecto al parámetro de factor de forma es:

$$\boldsymbol{F_f} > 1: Cuenca\ achatada, tendencia\ a\ ocurrencia\ de\ avenidas$$
$$\boldsymbol{F_f} < 1: Cuenca\ alargada, baja\ suceptibilidad\ a\ las\ avenidas$$

El factor de forma de la cuenca de la quebrada Honda en cada una de sus zonas hidrográficas es:

- S1 Quebrada Honda Baja: 0.72 clasificada como ensanchada.
- S2 Quebrada el Gorrero: 0.37 clasificada como ni alargada ni ensanchada.
- S3 Quebrada Honda Alta: 0.33 ligeramente alargada.

6.2.2.1.5 Índice de compacidad Kc

"Propuesto por Gravelius, compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. Este coeficiente adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de uno para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Nunca los valores del coeficiente de compacidad serán inferiores a uno. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano a uno sea, es decir mayor concentración de agua" (Reyes, Barroso, & Escobar, 2010).

$$kc = \frac{0{,}28\ P}{\sqrt{A}}$$

Ecuación 2. Coeficiente de compacidad

Teniendo en cuenta el coeficiente de compacidad, se define la forma de la cuenca (Tabla 21):

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

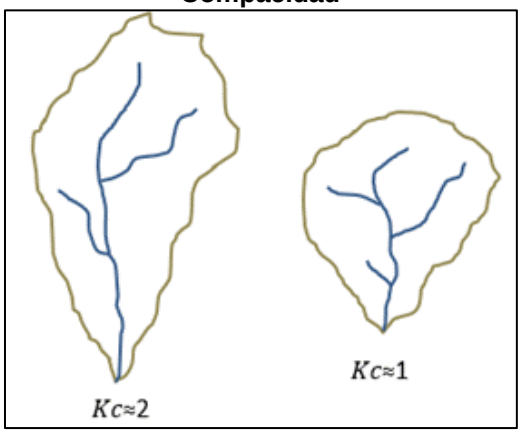
Tabla 21. Formas de la cuenca de acuerdo con el coeficiente de compacidad.

Clase de forma	coeficiente de compacidad	Forma de la cuenca
Clase I	1.0 a 1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26 a 1.50	Oval Redonda a oval oblonga
Clase III	1.51 o más de 2	Oval oblonga a rectangular - oblonga

Fuente: (FAO, 1985)

En la Figura 53 se observa la forma de las cuencas de acuerdo a los valores de coeficiente de compacidad.

Figura 53. Comparación de la forma de cuencas según valores del Coeficiente de Compacidad



Fuente: (Córdova, 2016)

Se presenta el valor del coeficiente de compacidad para la quebrada Honda en cada una de sus zonas hidrográficas es:

- S1 Quebrada Honda Baja: 1.47 clasificada como Oval Redonda a Oval Oblonga
- S2 Quebrada el Gorrero: 1.63 clasificada como Oval Oblonga a Rectangular Oblonga
- S3 Quebrada Honda Alta: 1.52 clasificada como Oval Oblonga a Rectangular Oblonga

6.2.2.2 Morfometría en relación al relieve

6.2.2.2.1 Pendiente de la corriente principal

Existen diferentes metodologías para evaluar la pendiente de una cuenca, esto dependiendo de la información que se tenga o del posterior uso que se le quiera dar al resultado. Para el presente estudio se obtiene la pendiente por medio de datos presentados por el SIG, ya que esta entrega datos precisos de las alturas y perfiles hallados por medio del levantamiento topográfico o modelos digitales de elevación a disposición. La ecuación utilizada es:

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

$$P = \frac{\Delta H}{L}$$

Donde:
P: pendiente
ΔH= Diferencia de alturas (m)
L= Longitud del cauce (m)

De acuerdo con la caracterización de relieve en función a la pendiente media de la corriente principal, se considera que la quebrada Honda en cada una de sus zonas hidrográficas es:

- S1 Quebrada Honda Baja: 0.61 %
- S2 Quebrada el Gorrero: 6.20 %
- S3 Quebrada Honda Alta: 6.47 %

6.2.2.2.2 Pendiente media de la cuenca

La pendiente permite determinar el comportamiento de la cuenca de estudio, respecto a la disposición topográfica de la misma, por lo tanto, en zonas de mayor pendiente se espera que se presente mayores problemas de erosión, y las zonas de muy bajas pendientes, sedimentación, inundación, entre otras. La pendiente media de la cuenca se calcula a partir de los métodos como el de Alvord (Reyes, Barroso, & Escobar, 2010). En la Tabla 22 se muestra la clasificación de las cuencas según su pendiente.

Tabla 22. Clasificación de las cuencas de acuerdo con la pendiente media

PENDIENTE MEDIA (%)	TIPO DE RELIEVE	SÍMBOLO
0 – 3	Plano	P_1
3 – 7	Suave	P_2
7 – 12	Medianamente Accidentado	P_3
12 – 20	Accidentado	P_4
20 - 35	Fuertemente Accidentado	P_5
35 – 50	Muy Fuertemente Accidentado	P_6
50 – 75	Escarpado	P_7
>75	Muy Escarpado	P_8

Fuente: (Reyes, Barroso, & Escobar, 2010)

La quebrada Honda en cada una de sus zonas hidrográficas presenta una pendiente media de:

- S1 Quebrada Honda Baja: 23.93 % clasificada como fuertemente accidentado.
- S2 Quebrada el Gorrero: 19.41 % clasificada como accidentado.
- S3 Quebrada Honda Alta: 21.03% clasificada como fuertemente accidentado.

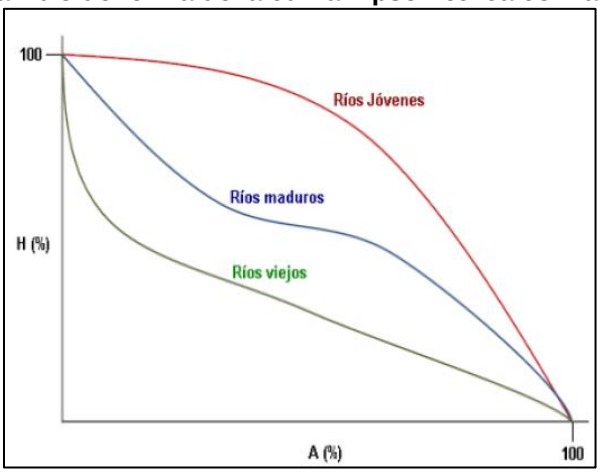
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.2.2.2.3 Curva hipsométrica

"Es uno de los principales parámetros que caracteriza el relieve de esta y permite hacer comparaciones entre cuencas para observar fenómenos erosivos que se manifiestan en la superficie" (Reyes, Barroso, & Escobar, 2010).

"La función hipsométrica es una forma conveniente y objetiva de describir la relación entre la propiedad altimétrica de la cuenca en un plano y su elevación. Es posible convertir la curva hipsométrica en función adimensional usando en lugar de valores totales en los ejes, valores lativos: dividiendo la altura y el área por sus respectivos valores máximos. El grafico adimensional es muy útil en hidrología para el estudio de similitud entre dos cuencas, cuando ellas presentan variaciones de la precipitación y de la evaporación con la altura. Las curvas hipsométricas también han sido asociadas con las edades de los ríos de las respectivas cuencas" (Ibañes, Moreno, & Gisbert, 2011) cómo se observa en la Figura 54.

Figura 54. Cambio de forma de la curva hipsométrica con la edad del río



Fuente: (Ibañes, Moreno, & Gisbert, 2011)

Las siguientes tablas representan el detalle de los cálculos realizados para la estimación de la curva hipsométrica de la cuenca de la Quebrada Honda para cada zona hidrográfica.

Tabla 23. Cálculos de la curva hipsométrica de la quebrada Honda zona hidrográfica S1 quebrada Honda Baja

Cotas		Elevación Media (m.s.n.m)	Área entre curvas (Km²)	Porcentaje Total	Porcentaje Sobre área inferior
Inferior	Superior				
2525.00	2540	2532.50	0.4205	2.87%	100.00%
2540	2560	2550	0.5039	3.43%	97.13%
2560	2580	2570	1.3559	9.24%	93.70%
2580	2600	2590	1.1750	8.01%	84.46%
2600	2620	2610	1.2648	8.62%	76.45%
2620	2640	2630	1.3539	9.23%	67.82%
2640	2660	2650	1.1030	7.52%	58.60%
2660	2680	2670	0.9917	6.76%	51.08%
2680	2700	2690	0.9244	6.30%	44.32%

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Cotas		Elevación Media (m.s.n.m)	Área entre curvas (Km²)	Porcentaje Total	Porcentaje Sobre área inferior
Inferior	Superior				
2700	2720	2710	1.0330	7.04%	38.02%
2720	2740	2730	0.9003	6.14%	30.97%
2740	2760	2750	0.6828	4.65%	24.84%
2760	2780	2770	0.7116	4.85%	20.18%
2780	2800	2790	0.5663	3.86%	15.33%
2800	2820	2810	0.5861	4.00%	11.47%
2820	2840	2830	0.5934	4.05%	7.48%
2840	2860	2850	0.3452	2.35%	3.43%
2860	2880	2870	0.1248	0.85%	1.08%
2880	2887	2883.5	0.0295	0.20%	0.23%

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Tabla 24. Cálculos de la curva hipsométrica de la quebrada Honda zona hidrográfica S2 quebrada El Gorrero

Cotas		Elevación Media (m.s.n.m)	Área entre curvas (Km²)	Porcentaje Total	Porcentaje Sobre área inferior
Inferior	Superior				
2581.00	2600	2590.50	0.3302	2.43%	100.00%
2600	2620	2610	0.8263	6.08%	97.57%
2620	2640	2630	1.0358	7.63%	91.48%
2640	2660	2650	1.0509	7.74%	83.86%
2660	2680	2670	0.9770	7.19%	76.12%
2680	2700	2690	0.9502	7.00%	68.92%
2700	2720	2710	1.0073	7.42%	61.93%
2720	2740	2730	1.1458	8.44%	54.51%
2740	2760	2750	0.9820	7.23%	46.07%
2760	2780	2770	0.8652	6.37%	38.84%
2780	2800	2790	0.6572	4.84%	32.47%
2800	2820	2810	0.5845	4.30%	27.63%
2820	2840	2830	0.5402	3.98%	23.33%
2840	2860	2850	0.6456	4.75%	19.35%
2860	2880	2870	0.6158	4.53%	14.59%
2880	2900	2890	0.3058	2.25%	10.06%
2900	2920	2910	0.1923	1.42%	7.81%
2920	2940	2930	0.1572	1.16%	6.39%
2940	2960	2950	0.1097	0.81%	5.23%
2960	2980	2970	0.0869	0.64%	4.43%
2980	3000	2990	0.0870	0.64%	3.79%
3000	3020	3010	0.0989	0.73%	3.15%
3020	3040	3030	0.1108	0.82%	2.42%
3040	3060	3050	0.0919	0.68%	1.60%
3060	3080	3070	0.0495	0.36%	0.93%
3080	3100	3090	0.0317	0.23%	0.56%
3100	3120	3110	0.0341	0.25%	0.33%
3120	3126	3123	0.0041	0.03%	0.08%

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 25. Cálculos de la curva hipsométrica de la quebrada Honda zona hidrográfica S3 quebrada Honda Alta

Cotas		Elevación Media (m.s.n.m)	Área entre curvas (Km²)	Porcentaje Total	Porcentaje Sobre área inferior
Inferior	Superior				
2581.00	2600	2590.50	0.1717	0.63%	100.00%
2600	2620	2610	0.3563	1.31%	99.37%
2620	2640	2630	0.4455	1.64%	98.05%
2640	2660	2650	0.6792	2.51%	96.41%
2660	2680	2670	0.8998	3.32%	93.90%
2680	2700	2690	0.9991	3.69%	90.58%
2700	2720	2710	1.2659	4.67%	86.90%
2720	2740	2730	1.5363	5.67%	82.23%
2740	2760	2750	1.8119	6.68%	76.56%
2760	2780	2770	1.8644	6.88%	69.88%
2780	2800	2790	1.9755	7.29%	63.00%
2800	2820	2810	2.0073	7.40%	55.72%
2820	2840	2830	1.2313	4.54%	48.31%
2840	2860	2850	1.0300	3.80%	43.77%
2860	2880	2870	0.8941	3.30%	39.97%
2880	2900	2890	0.7388	2.73%	36.67%
2900	2920	2910	0.4658	1.72%	33.95%
2920	2940	2930	0.5181	1.91%	32.23%
2940	2960	2950	0.5439	2.01%	30.32%
2960	2980	2970	0.6777	2.50%	28.31%
2980	3000	2990	0.6748	2.49%	25.81%
3000	3020	3010	0.4852	1.79%	23.32%
3020	3040	3030	0.4545	1.68%	21.53%
3040	3060	3050	0.5391	1.99%	19.86%
3060	3080	3070	0.6389	2.36%	17.87%
3080	3100	3090	0.5742	2.12%	15.51%
3100	3120	3110	0.6858	2.53%	13.39%
3120	3140	3130	0.5986	2.21%	10.86%
3140	3160	3150	0.4058	1.50%	8.66%
3160	3180	3170	0.3353	1.24%	7.16%
3180	3200	3190	0.2295	0.85%	5.92%
3200	3220	3210	0.1895	0.70%	5.08%
3220	3240	3230	0.1491	0.55%	4.38%
3240	3260	3250	0.1314	0.48%	3.83%
3260	3280	3270	0.1169	0.43%	3.34%
3280	3300	3290	0.1088	0.40%	2.91%
3300	3320	3310	0.1066	0.39%	2.51%
3320	3340	3330	0.0877	0.32%	2.12%
3340	3360	3350	0.0731	0.27%	1.79%
3360	3380	3370	0.0975	0.36%	1.52%

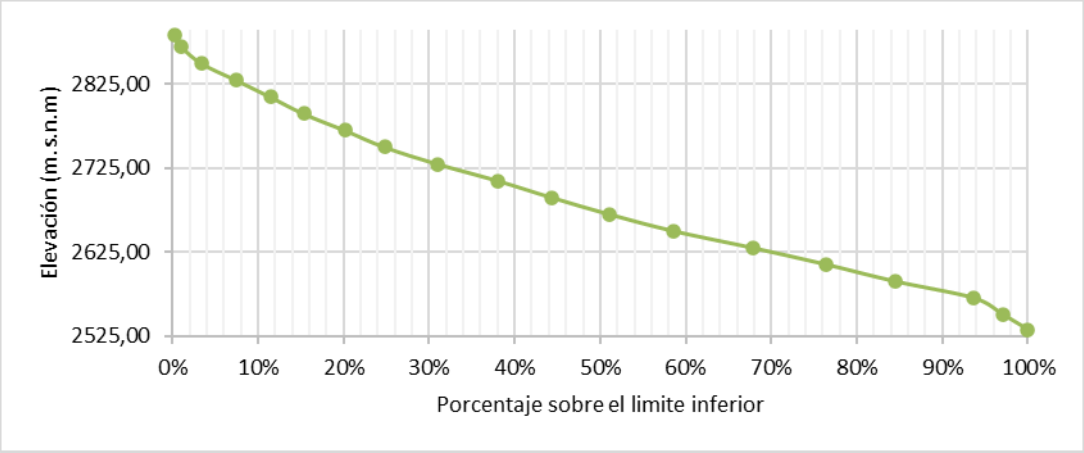
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Cotas		Elevación Media (m.s.n.m)	Área entre curvas (Km²)	Porcentaje Total	Porcentaje Sobre área inferior
Inferior	Superior				
3380	3400	3390	0.0950	0.35%	1.16%
3400	3420	3410	0.0572	0.21%	0.81%
3420	3440	3430	0.0716	0.26%	0.60%
3440	3456	3448	0.0981	0.36%	0.34%

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

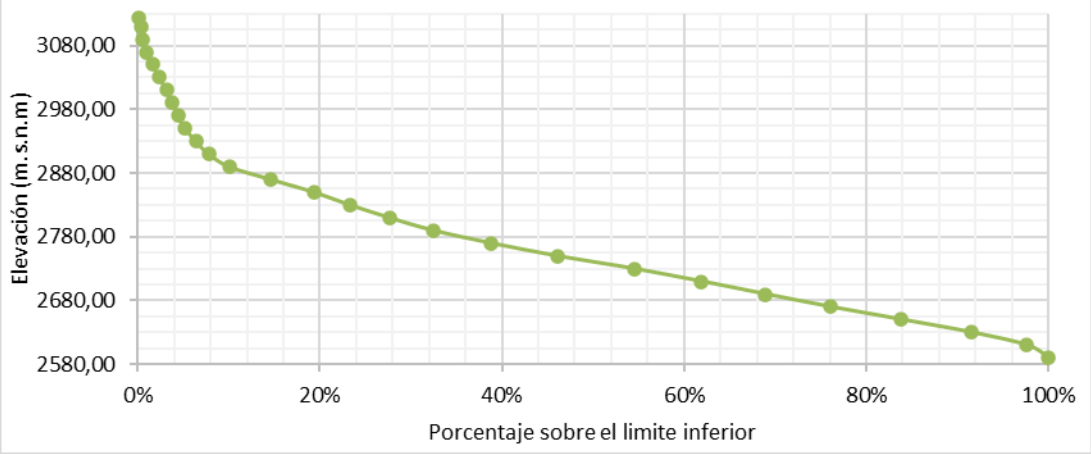
En las siguientes figuras, se presenta la curva hipsométrica de la cuenca de la quebrada Honda para cada zona hidrográfica

Figura 55. Curva hipsométrica de la Quebrada Honda zona hidrográfica S1 quebrada Honda Baja



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

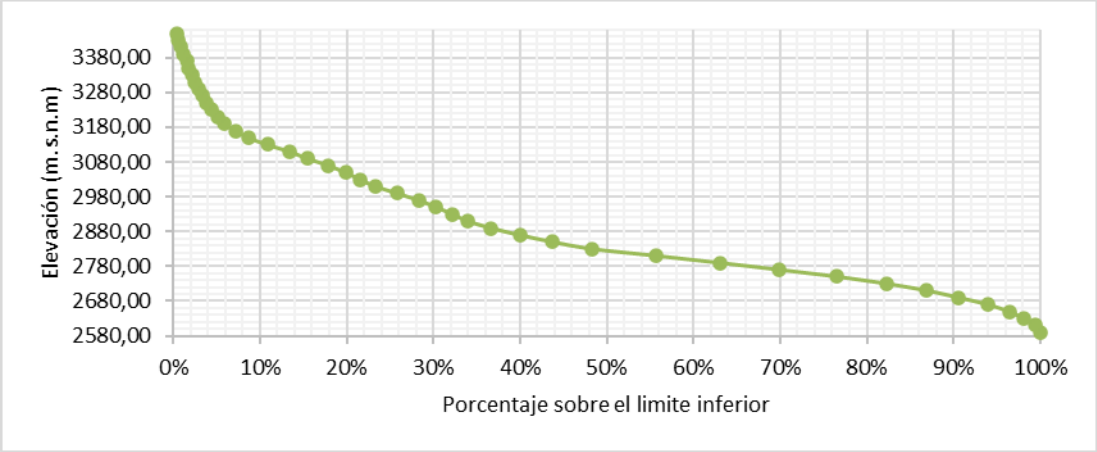
Figura 56. Curva hipsométrica de la Quebrada Honda zona hidrográfica S2 quebrada El Gorrero



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 57. Curva hipsométrica de la Quebrada Honda zona hidrográfica S3 quebrada Honda Alta



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.2.2.2.4 Elevación media de la cuenca

"A partir de la curva hipsométrica, se determinará la elevación media equivalente al 50% del área de la cuenca, donde en el eje "X" del gráfico se aplicará el porcentaje" (Reyes, Barroso, & Escobar, 2010).

La elevación media de la cuenca de la quebrada Honda en cada una de sus zonas hidrográficas es:

- S1 Quebrada Honda Baja: 2653.19 m.s.n.m.
- S2 Quebrada el Gorrero: 2720.69 m.s.n.m.
- S3 Quebrada Honda Alta: 2805.44 m.s.n.m.

6.2.2.3 Morfometría en relación con la red de drenaje

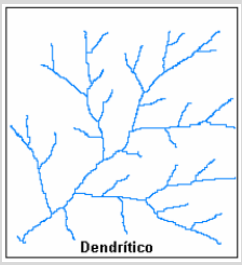
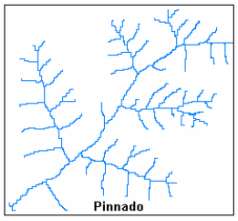
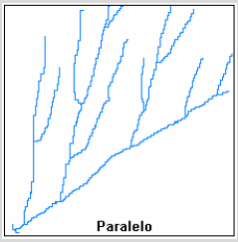
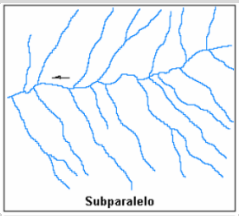
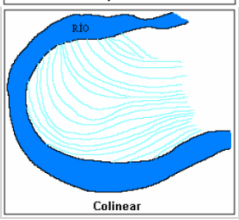
6.2.2.3.1 Patrones de drenaje

"El patrón de drenaje de una cuenca puede referirse como el arreglo que presentan las vías de drenaje, permanentes y transitorias, que confluyen a evacuar las aguas superficiales de la cuenca. El patrón de drenaje es un elemento compuesto, para cuyo análisis es fundamentan tener en cuenta el relieve, la distribución de la vegetación y las condiciones estructurales de la zona" (Londoño, 2001). (Corradine, 2017) realiza una agrupación según la clasificación de patrones de drenaje realizada por (Londoño, 2001), que fueron agrupados en cuatro categorías por Way (1977), citado por el Ministerio de Medio Ambiente de España (1998), por Botero, P.J. (1978) teniendo en cuenta el carácter de los procesos genéticos predominantes en ellos. Las categorías son erosiónales, deposicionales, especiales e individuales.

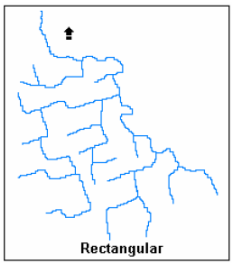
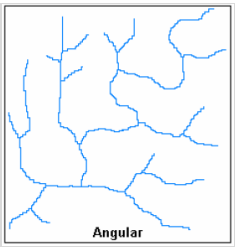
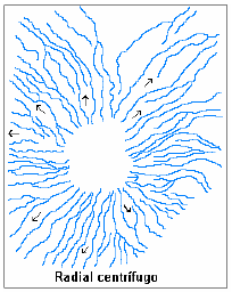
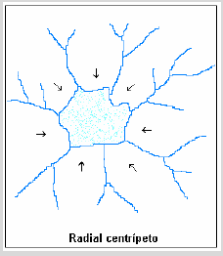
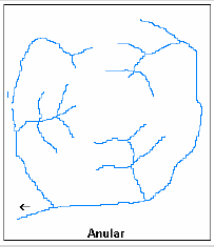
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

En la Tabla 26 se observa la descripción de patrones de drenaje de tipo erosional más representativos.

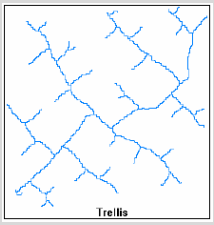
Tabla 26. Patrones de drenaje erosionales

TIPO	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACIÓN GRAFICA
DENDRÍTICO	Es el patrón más frecuente y se caracteriza por mostrar una ramificación arborescente en la que los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos agudos. Se desarrolla en suelos homogéneos, moderadamente permeables, con pendientes suaves y sin ningún tipo de control, Se presenta con frecuencia en zonas de rocas sedimentarias blandas, aluviones finos, tobas volcánicas, depósitos de till glacial.	
PINADO	Corresponde a un drenaje dendrítico modificado que presenta una gran cantidad de tributarios cortos y poco espaciados, e indica un elevado contenido de limo en el suelo. Es típico de zonas planas o casi planas, con materiales muy homogéneos, friables y finos, eólicos o aluviales, como: loess (roca sedimentaria incoherente, de partículas muy finas), ceniza volcánica, till. Tampoco presenta controles.	
PARALELO	Este patrón presenta los tributarios paralelos o casi paralelos entre sí. Tiene la característica que se puede presentar por influencia de control topográfico o estructural, siendo más común el topográfico, ya que es muy frecuente encontrarlo en zonas con fuertes pendientes. Puede presentarse también en planicies inclinadas, flujos de lava, restos de abanicos y valles inclinados y, además, en planos costeros jóvenes y coladas de basalto. Este patrón se desarrolla en zonas de materiales homogéneos.	
	Subparalelo: desarrollado en zonas de alto relieve con pendientes escarpadas y en algunos depósitos glaciares debido a su distribución	
	Colinear: aunque es escaso, puede presentarse en zonas de dunas longitudinales, complejos de orillares y se caracteriza por tener corrientes paralelas simples, sin tributarios, que en algunos tramos son subsuperficiales	

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

TIPO	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACIÓN GRAFICA
RECTANGULAR	Es otra variable del drenaje dendrítico; los tributarios suelen juntarse con las corrientes principales en ángulos casi rectos. Presenta un control estructural originado por diaclasas, foliaciones y/o fracturas de rocas. Cuanto más claro es el patrón rectangular, más fina será la cubierta del suelo, Suele desarrollarse sobre pizarras metamórficas, esquistos y gneis (roca metamórfica compuesta por cuarzo, feldespato y mica); areniscas resistentes, si el clima es árido, o en areniscas de poco suelo, en climas húmedos	
	Cuando las condiciones estructurales de la roca no se presentan formando ángulos rectos sino agudos, se para a tener un patrón angular, en el cual son frecuentes las curvas angulares agudas en las corrientes principales.	
RADIAL	La dirección de las corrientes es radial a un punto central, y según el sentido en que se desplazan esas corrientes, el patrón se denomina radial centrífugo o radial centrípeto. El patrón de drenaje **radial centrífugo** es una forma de drenaje que se caracteriza por una red circular con canales paralelos procedentes de un punto elevado. Suele existir cuando las corrientes van del punto central hacia fuera. Los volcanes y cerros aislados suelen presentar este tipo de drenaje.	
	El radial centrípeto es una variante del sistema radial en la que el drenaje se dirige desde afuera hacia un punto central. Suele reflejar una depresión cerrada como dolinas (cavidad formada por disolución química de rocas calcáreas o por hundimiento de una masa superficial sobre una cavidad), cráteres, basines, etc., o en los sitios donde termina un anticlinal (pliegue de los estratos rocosos convexo) o un sinclinal (parte cóncava de un pliegue geológico) erosionado.	
	Anular: Este patrón de drenaje presenta un control estructural y se desarrolla principalmente en relieves semejantes a domos, compuestos de estratos sedimentarios de diferente resistencia a la erosión, dispuestos en forma concéntrica, los cuales orientan la dirección de las corrientes.	

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

TIPO	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACIÓN GRAFICA
	Trellis: Este patrón de drenaje presenta control estructural. Generalmente presenta todos los drenajes de la misma categoría, paralelos entre sí, y los tributarios primarios son cortos, que se juntan en ángulos rectos, en su gran mayoría. Refleja más la estructura de la roca madre que el tipo de roca, y usualmente indica rocas sedimentarias plegadas o intercaladas en las que las corrientes principales siguen las uniones de las capas.	

Fuente: Adaptado por (Corradine, 2017) **de** (Londoño, 2001) **y procesado por EL ESTUDIO, 2023**

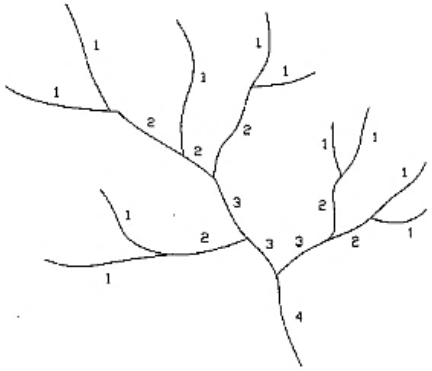
La cuenca de la quebrada Honda presenta un patrón de drenaje Pinado en su unidad alta y erosional de tipo dendrítico en la unidad de la quebrada El Gorrero y la Unidad Baja.

6.2.2.3.2 Orden de corrientes

“El orden de las corrientes es una clasificación que proporciona el grado de bifurcación dentro de la cuenca. Existen varios métodos para realizar tal clasificación. En este caso se optó por el método de Horton, el cual se fundamenta en los siguientes criterios: Se consideran corrientes de primer orden, aquellas corrientes fuertes, portadoras de aguas de nacimientos y que no tienen afluentes. Cuando dos corrientes de orden uno se une, resulta una corriente de orden dos. De manera general, cuando dos corrientes de orden i se unen, resulta una corriente de orden i+1. Cuando una corriente se une con otra de orden mayor, resulta una corriente que conserva el mayor orden” (Reyes, Barroso, & Escobar, 2010).

En la Figura 58 se observa la clasificación de numero de orden según el método de Horton.

Figura 58. Número de orden de drenaje según Horton

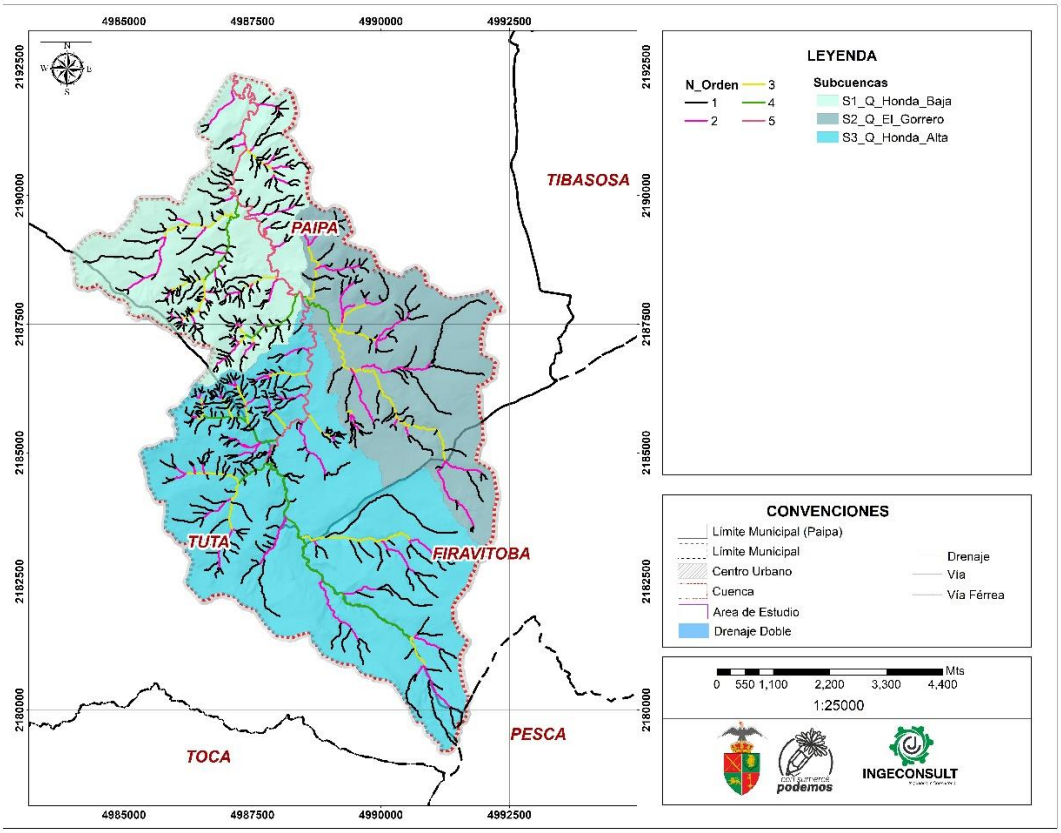


Fuente: (Horton, 1945)

La Figura 59 ilustra la distribución de drenajes en función del número de orden para la quebrada Honda.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 59. Número de orden de drenaje quebrada Honda



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.2.2.3.3 Relación de Bifurcación

Horton (Horton, 1945) también introdujo este concepto para definir el cociente entre el número de cauces de cualquier orden (Nu) y el número de cauce de orden (u) del siguiente orden superior, es decir

$Rb = N_u / N_{u+1}$
Donde: Rb = relación de bifurcación
N_u = número total de cauces con orden U
U = Número de orden de cauce

“Las relaciones de bifurcación varían de 3.0 a 5.0 para cuencas en las cuales las estructuras geológicas no distorsionan el modelo de drenaje. En condiciones naturales y en general, el valor promedio es 3.5. D. R. Coates encontró que la Rb de corrientes de primero a segundo orden varía de 4.0 a 5.1 y de las de segundo a tercer orden varía de 2.8 a 4.9” (Cardona, 2016).

El coeficiente que corresponde la cuenca de estudio es (Tabla 27):

Tabla 27. Orden de corriente y coeficiente de bifurcación quebrada Honda

Orden	Cantidad		Rb
1° orden	502	Rb=502/228	2.20
2° orden	228	Rb=228/164	1.39
3° orden	164	Rb=164/64	2.56
4° orden	64	Rb=64/38	1.68
5° orden	38		
		Rc=	2.05
Total	7		

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

El coeficiente de bifurcación promedio para la cuenca de la quebrada Honda es de 2.05; este valor se sugiere que esta cuenca posee un sistema de drenaje ramificado y complejo, alimentado de corrientes pequeñas que alimentan a corrientes de mayor tamaño

6.2.2.3.4 Densidad de la corriente

La densidad de corriente es una característica muy particular y precisa que permite conocer una información más real al comportamiento o características especiales de las cuencas. La ecuación para utilizar es:

$$D_S = \frac{N_s}{A}$$

$$D_S = Densidad\ de\ corriente$$
$$N_s = Número\ de\ corrientes\ de\ la\ cuenca$$
$$A = Área\ de\ la\ cuenca$$

La densidad de corriente de la quebrada Honda en cada una de sus zonas hidrográficas es:

- S1 Quebrada Honda Baja: 26.58 corr/km2
- S2 Quebrada el Gorrero: 11.71 corr/km2
- S3 Quebrada Honda Alta: 16.49 corr/km2

6.2.2.3.5 Densidad de drenaje

Este parámetro indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua irregulares y regulares de la cuenca y la superficie total de la misma. De otra manera, expresa la capacidad de desalojar un volumen de agua dado (López Cadenas de Llano, 1998). Este parámetro es muy representativo respecto a la topografía de la cuenca en los estudios. Valores mínimos de esta relación están asociados a regiones con materiales de suelo poco erosionables, baja cubierta de vegetación y pendientes planas. Mientras que, valores altos refieren a que las precipitaciones intervienen rápidamente sobre las descargas de los ríos. Generalmente, estas regiones tienen suelos impermeables y pendientes fuertes. Se expresa con la siguiente ecuación:

$$Dd = \frac{Li}{A}$$
$$Dd = Densidad\ de\ drenaje$$

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

$$Li = Largo\ total\ de\ los\ cursos\ de\ agua\ en\ Km$$
$$A = Área\ de\ la\ cuenca$$

La densidad de drenaje de la quebrada Honda en cada una de sus zonas hidrográficas es:

- S1 Quebrada Honda Baja: 4.99 clasificada como densidad de drenaje alta.
- S2 Quebrada el Gorrero: 3.29 clasificada como densidad de drenaje moderada.
- S3 Quebrada Honda Alta: 3.63 clasificada como densidad de drenaje moderada – alta.

La clasificación se observa en la Tabla 28:

Tabla 28. Rangos aproximados de la densidad de drenaje

DENSIDAD DE DRENAJE (VALORES APROXIMADOS)	CLASES
0.1 a 1.8	Baja
1.9 a 3.6	Moderada
3.7 a 5.6	Alta

Fuente: (IBAL, 2009)

6.2.2.3.6 Tiempo de concentración

"Tiempo de concentración el que va desde el final de la lluvia neta o efectiva y el final de la escorrentía directa, es decir el tiempo que tarda en llegar al aforo la última gota de lluvia neta caída en el extremo más lejano de la cuenca y que circula como lluvia neta" (Ruiz & Martínez, 2001).

Es el tiempo transcurrido entre el final del hietograma de excesos y el final del escurrimiento directo, siendo ésta la definición que aparece reseñada en la literatura con mayor frecuencia. Sin embargo, otros autores reportan el Tc como el tiempo comprendido entre el centroide del hietograma de excesos y el punto de inflexión sobre la curva de recesión del hidrograma de escurrimiento directo. Además, se puede definir como el tiempo que demora en viajar una partícula de agua desde el punto más remoto hasta el punto de interés. Corresponde al lapso entre el final de la lluvia y el momento en que cesa el escurrimiento superficial.

El tiempo de concentración se define como el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que toda la hoya contribuya al sitio de la obra de drenaje en consideración, o, en otras palabras, el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la hoya hasta llegar a la salida de esta (INVIAS, 2011). En general, el tiempo de concentración se calcula por medio de ecuaciones empíricas, dentro de las cuales se evaluaron aquellas que aplican para cuencas pequeñas siendo este el caso de estudio.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Ecuación de Giandotti:

Utilizable en cuencas de tamaño medio entre 50 a 70000 Km2, pendiente considerable. Se basa en la siguiente fórmula:

$$T_c = \frac{4A^{0.5} + 1.5L}{25.3(L\,S)^{0.5}}$$

Donde:
Tc: Tiempo de concentración (h)
A: Área de la cuenca, en kilómetros cuadrados (km2)
L: Longitud del cauce principal (km)
S: Pendiente del cauce principal (m/m).

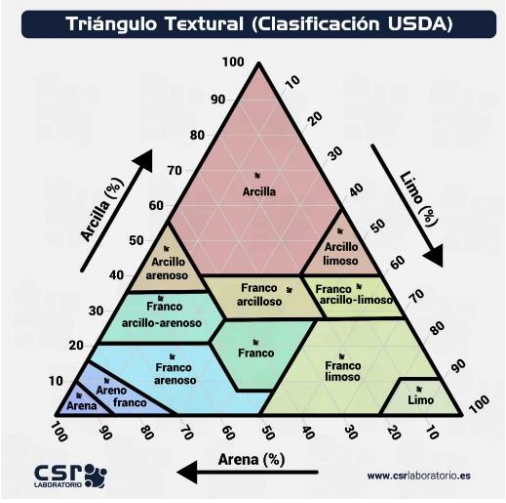
El tiempo de concentración de la quebrada Honda en cada una de sus zonas hidrográficas es:

- S1 Quebrada Honda Baja: 4.86 horas – 292.043 minutos.
- S2 Quebrada el Gorrero: 1.504 horas – 90.296 minutos.
- S3 Quebrada Honda Alta: 1.737 horas – 104.249 minutos.

6.2.3 Número de curva

A partir del análisis de tipo de suelo, clasificación de cobertura, pendientes, entre otros. Se define los polígonos con su clasificación de numero de curva (CN), identificando y seleccionando los valores para diferentes grupos hidrológicos de suelo según la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por movimiento en masa (Ávila, y otros, 2015), identificando así para cada uno de los polígonos de coberturas de la zona de estudio, el tipo de suelos según su clasificación A, B, C y D de acuerdo con el SCS (Soil Conservation Service).

Figura 60. Triangulo textural

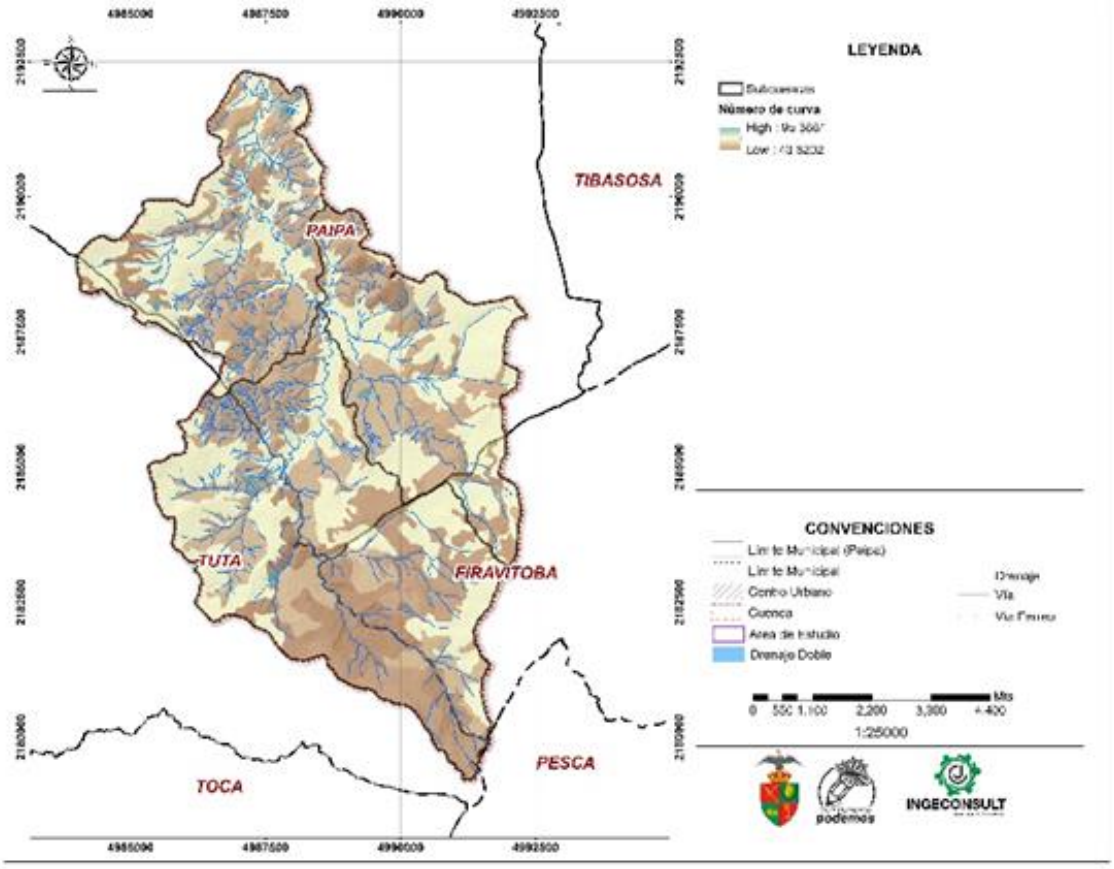


Fuente: (UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL RIEGO, 2019)

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

En la Figura 61 se muestra la clasificación de grupos hidrológicos de suelos del área de estudio, siendo este uno de los más importantes en moderación hidrológica (este valor es un insumo suministrado por el proyecto).

Figura 61. Número de Curva



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

El tipo de suelo en función de la cobertura y uso de suelo se seleccionó teniendo en cuenta la información recolectada en la visita de campo, reconociendo la textura y origen del suelo. Esta información fue digitalizada y analizada por medio del SIG (Sistemas de Información Geográfica) con el fin de tener una descripción detallada de esto y así dar un valor real de número de curva.

para cada número de curva se calculó el potencial máximo de retención por medio de la siguiente formula:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Siendo:

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

CN Número de curva seleccionado para cada cobertura humedad antecedente normal (AMC II).
S Potencial máximo de retención mm

El cálculo de infiltración de todo el registro de precipitación diario se tome el CN de condición II de humedad antecedente, por lo tanto, a partir de este se determina el umbral de escorrentía partiendo de la ecuación del SCS, así:

$$P_o = S * 0.2$$

En la Tabla 29 se observa el análisis de numero de curva para la cuenca de estudio.

Tabla 29. Número de curva

SUB-UNIDAD	CN	P0
S1_Q_Honda_Baja	64.71	0.25S
S2_Q_El_Gorrero	61.59	0.25S
S3_Q_Honda_Alta	65.26	0.25S

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

De acuerdo con los resultados anteriores, se espera que las zonas altas de cuenca de la quebrada Honda presenten una alta abstracción inicial tomando para el presente estudio de 0.25, provocando esto que las precipitaciones no produzcan escorrentía directa direccionada a los cauces principales, quedando retenidas superficialmente o infiltradas en el suelo.

6.2.4 Análisis de lluvias

Para el análisis de lluvia se toma como referencia las estaciones nombradas en la Tabla 18 con información hidroclimatologica, dado que estas cuentan con registros históricos de precipitación y son las más cercanas al área de estudio.

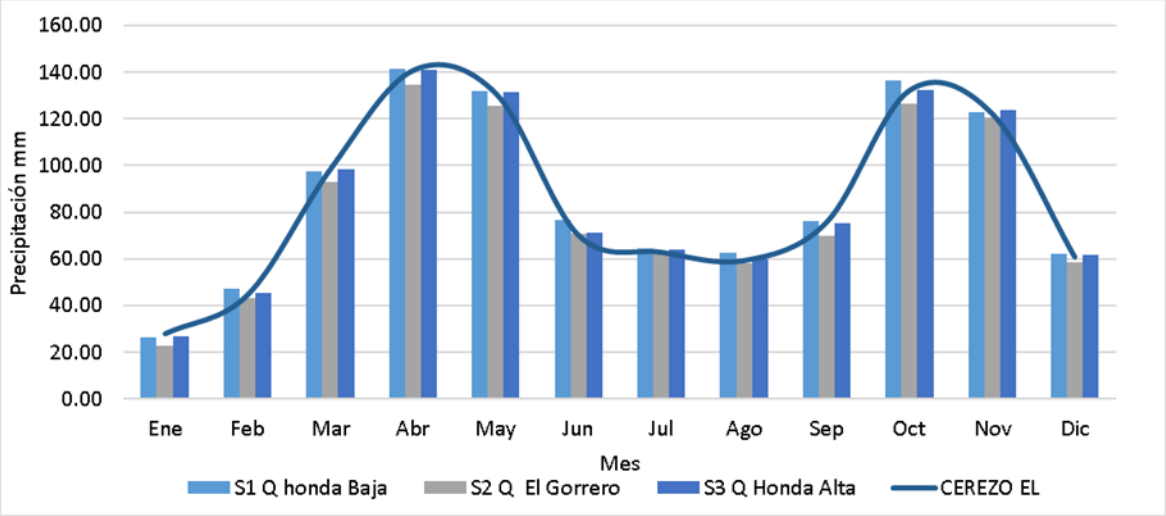
6.2.4.1 Completamiento de datos mensuales

6.2.4.2 Precipitación media multianual

Analizando las estaciones más cercanas al área de estudio, En la Figura 63 se presentan los valores medios mensuales de precipitación registrados en la estación Cerezo el, Firavitoba, Iza, San Antonio, Sotaquirá, Surbata Bonza, Azulejos Los, Casa Amarilla y La Copa. La distribución temporal a lo largo del año presenta un régimen bimodal, con temporadas de lluvias fuertes entre les meses de abril-mayo y octubre - noviembre con los meses más secos de diciembre a febrero, esto según la estación cerezo el, siendo las más cercana al proyecto dado que se encuentra dentro de la cuenca de análisis y sus características hidrológicas son similares tal como se muestra en la siguiente figura.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 62. Precipitación media mensual de cada zona hidrográfica



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

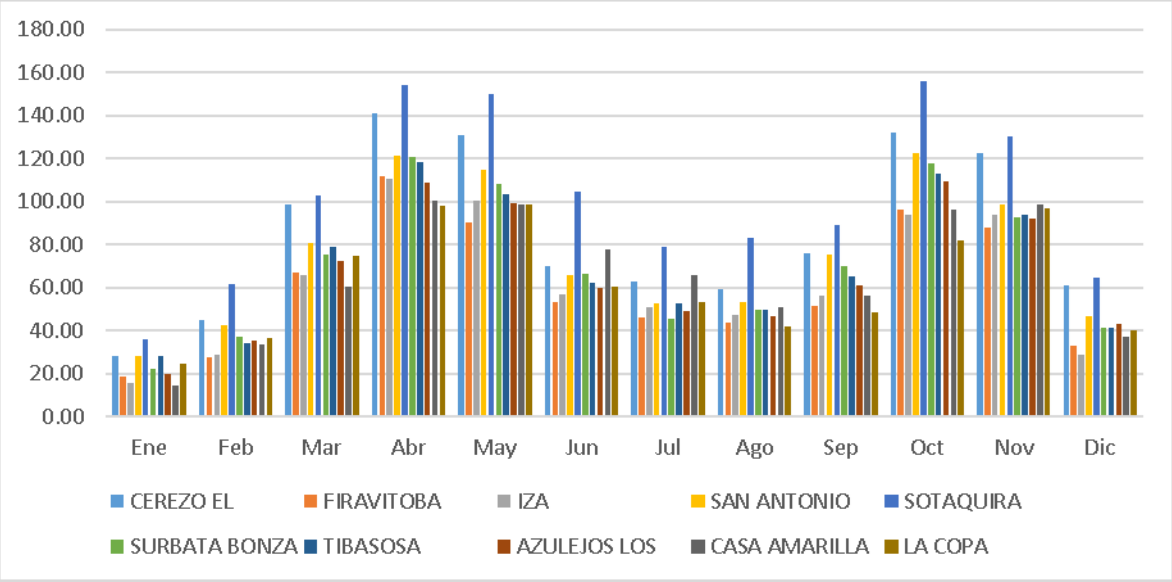
- Para la estación Cerezo EL [24030510], la precipitación promedio total anual multianual es igual a 1026.86 mm, presentando un promedio mensual multianual de 85.57 mm y varía entre un mínimo de 28.57 mm para el mes de enero y un máximo de 140.79 mm para el mes de abril.
- Para la estación Firavitoba [24030540], la precipitación promedio total anual multianual es igual a 728.55 mm, presentando un promedio mensual multianual de 60.71 mm y varía entre un mínimo de 18.68 mm para el mes de enero y un máximo de 110.90 mm para el mes de abril.
- Para la estación Iza [24030230], la precipitación promedio total anual multianual es igual a 749.45 mm, presentando un promedio mensual multianual de 62.45 mm y varía entre un mínimo de 15.42 mm para el mes de enero y un máximo de 110.90 mm para el mes de abril.
- Para la estación San Antonio [24030530], la precipitación promedio total anual multianual es igual a 903.21 mm, presentando un promedio mensual multianual de 75.27 mm y varía entre un mínimo de 28.41 mm para el mes de enero y un máximo de 122.67 mm para el mes de octubre.
- Para la estación Sotaquirá [24030380], la precipitación promedio total anual multianual es igual a 1212.23 mm, presentando un promedio mensual multianual de 101.02 mm y varía entre un mínimo de 35.81 mm para el mes de enero y un máximo de 156.10 mm para el mes de abril.
- Para la estación Surbata Bonza [24035120], la precipitación promedio total anual multianual es igual a 846.62 mm, presentando un promedio mensual multianual de 70.55 mm y varía entre un mínimo de 22.11 mm para el mes de enero y un máximo de 120.89 mm para el mes de abril.
- Para la estación Tibasosa [24030410], la precipitación promedio total anual multianual es igual a 840.75 mm, presentando un promedio mensual multianual de 70.06 mm y varía entre un mínimo de 28.28 mm para el mes de enero y un máximo de 118.18 mm para el mes de abril.
- Para la estación Azulejos Los [24030820], la precipitación promedio total anual multianual es igual a 798.29 mm, presentando un promedio mensual multianual de

66.52 mm y varía entre un mínimo de 20.04 mm para el mes de enero y un máximo de 109.68 mm para el mes de abril.

- Para la estación Casa Amarilla [24030800], la precipitación promedio total anual multianual es igual a 790.99 mm, presentando un promedio mensual multianual de 65.92 mm y varía entre un mínimo de 14.35 mm para el mes de enero y un máximo de 100.62 mm para el mes de abril.
- Para la estación La copa [24035040], la precipitación promedio total anual multianual es igual a 757.20 mm, presentando un promedio mensual multianual de 63.10 mm y varía entre un mínimo de 24.71 mm para el mes de enero y un máximo de 98.55 mm para el mes de abril.

En la Figura 63 se ilustra la precipitación mensual multianual de las estaciones más cercanas al área de estudio, ya que estas cuentan con registros históricos de precipitación.

Figura 63. Precipitación media mensual multianual (mm)



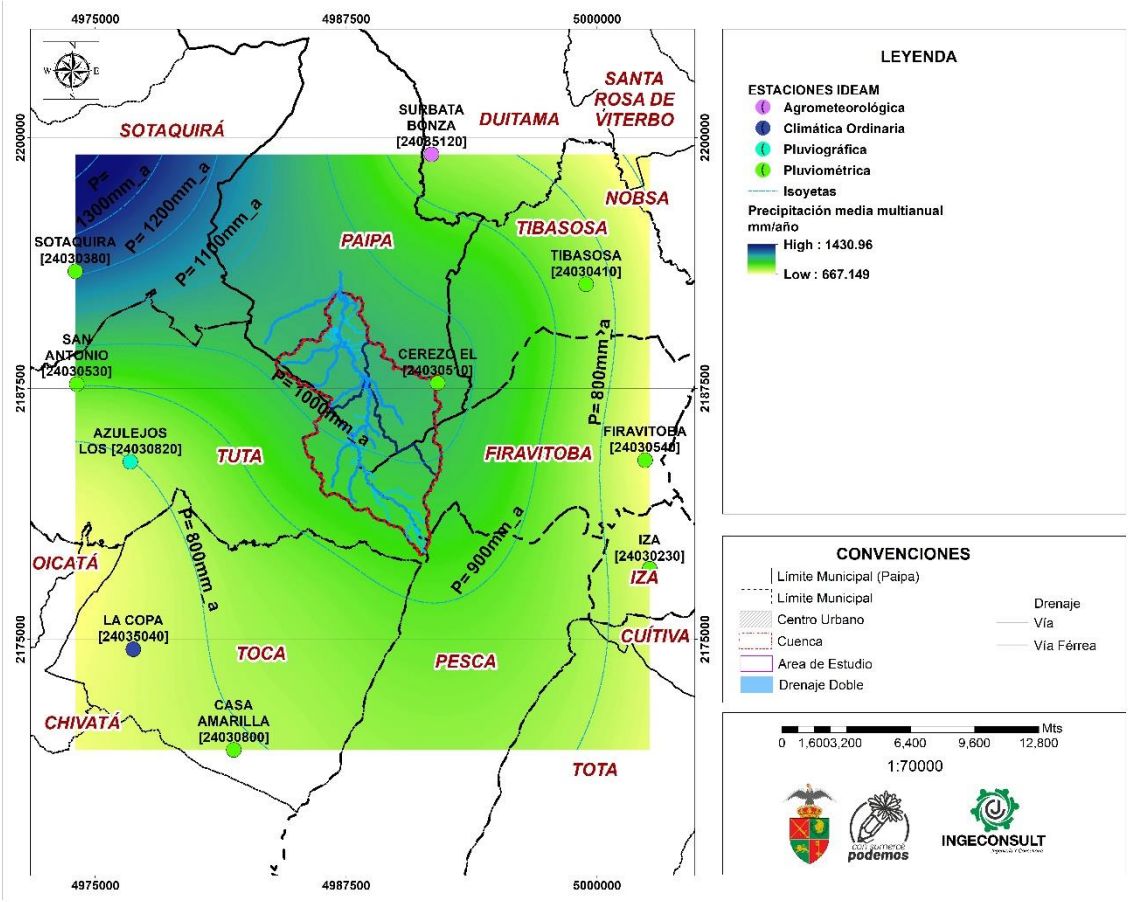
Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.2.4.2.1 Distribución de lluvia

A partir de registros históricos de la base de datos del IDEAM y el completamiento de datos, se relacionan las estaciones más cercanas al sitio de análisis, esto como referencia para la interpolación de precipitación (Isoyetas) y la construcción de polígonos de Thiessen. En la Figura 64 se ilustra el comportamiento de la precipitación media multianual en el polígono de estudio.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 64. Isoyetas



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

De acuerdo con los resultados ilustrados en la figura anterior la estación correspondiente al área de estudio es Cerezo EL [24030510], cumpliendo con las dos interpolaciones, ya que en el cálculo de isoyetas la precipitación que corresponde al área de estudio de la S1 1045.71 mm/año, S2 986.74 mm/año y S3 1031.35 mm/año, y la estación Cerezo EL registra una precipitación promedio cercana a esta de 1026.86 mm/año. Esta estación pertenece al municipio de Paipa y cuenta con datos específicos de precipitaciones máximas en 24HRS. Los datos fueron obtenidos de la base de datos del IDEAM con un intervalo de tiempo del año 1970 hasta 2023.

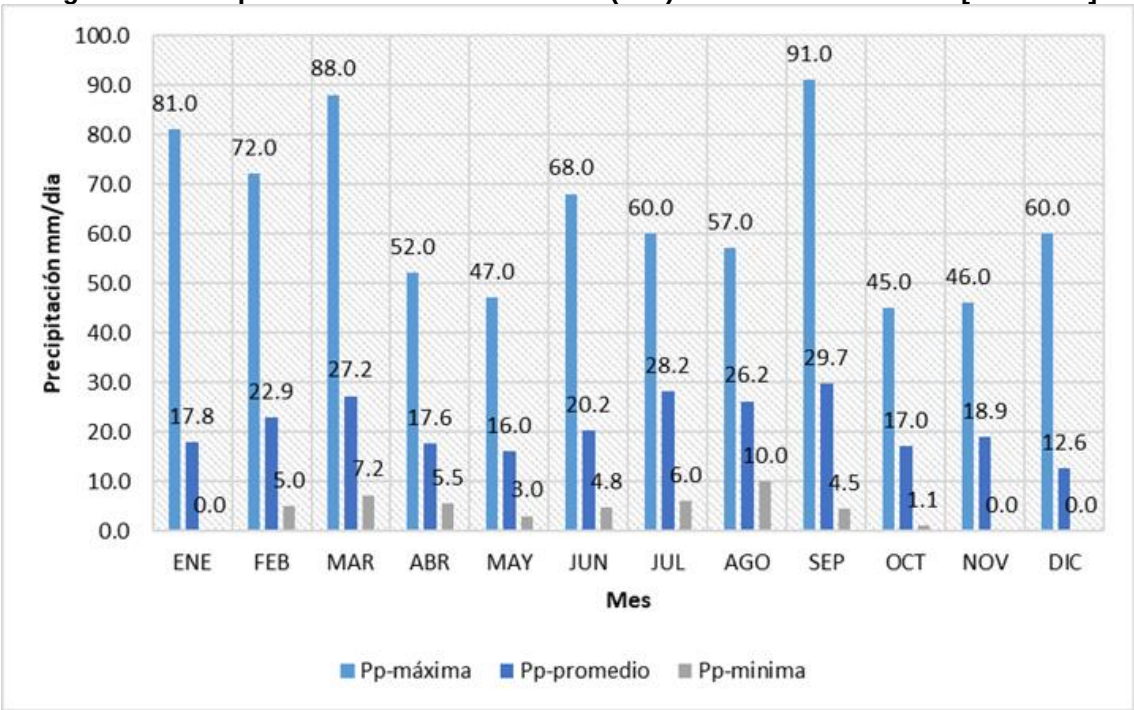
6.2.4.3 Precipitación máxima en 24 horas

La precipitación máxima en 24 horas mensual en la estación Cerezo EL [24030510] en promedio de los valores mensuales es de 21.13 mm y varía entre un mínimo promedio de 11.73 mm en el mes de enero y un máximo promedio de 29.74 mm en el mes de abril.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

En promedio, los periodos de menores valores se presentan en los meses de en diciembre y enero, mientras las épocas de mayores valores ocurren durante los meses de abril, mayo, septiembre y noviembre, lo anterior se observa en la Figura 65.

Figura 65. Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Estación Cerezo EL [24030510]



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Los registros de precipitaciones máximas en 24 hrs se obtuvieron del banco de datos del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). Los datos de la estación tienen una longitud de registro entre 1970 a 2023. Las demás estaciones utilizadas, aunque cuentan con un buen registro histórico, están muy alejadas a la zona estudio, y la relación de precipitación no se ajusta a esta. Finamente se tomó la estación Cerezo EL [24030510] como insumo principal para el estudio hidrológico e hidráulico. Los registros se observan en la Tabla 30:

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 30. Registro de precipitación mensual en 24 HRS

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS
SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL
PRECIPITACIÓN MAXIMA 24 HORAS mm

NOMBRE CEREZO EL [24030510]
ID PARAMETRO PRECIPITACION
FECHA DE PROCESO: 2023-11-15
LATITUD 5.699306 N LONGITUD -73.07175 W
FECHA-INSTALACION 15-ENE-1970
TIPO EST PLUVIOMÉTRICA PRINCIPAL CONVENCIONAL
DEPTO BOYACÁ MUNICIPIO PAIPA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1970	24	11	37	30	30	32	60	20	21	34	12	60
1971	18	26	88	12	47	68	52	25	59	30	18	10
1972	40	31	20	23	15	29	11	30	91	9	9	24
1973	0	5	13	10	3	28	18	15	22	40	22	5
1974	22	17	30	12	10	22	44	21	25	13	25	12
1975	15	25	31	25	15	12	35	35	22	20	37	0
1976	13	33	23	11	12	9	22	30	26	22	24	10
1977	0	24	50	11		21	60	32	31	25	11	0
1978	81	72	40	34	30	40	21	30	42	26	11	0
1979	28	30	30	26	21	24	31		50	30	46	0
1980	10	20	24	30	26	14	33	25	36	29	26	11
1981	20	16	40	30	22	11	33	20	21	20	11	15
1982	20.0	35.0	25.0	15.0	10.0	20.0	30.0	20.0	30.0	15.0	20.0	17.0
1983	13.0	35.0	20.5	10.9	7.2	6.0	13.3	18.0	24.0	23.0	17.6	2.0
1984	12.0	13.0	12.4	19.5	20.0	12.1	14.0	20.0	10.0	38.0	20.0	24.0
1985	6.0	8.0	19.0	18.0	26.4	31.2	56.5	24.0	25.5	8.5	33.5	10.5
1986	18.5	17.2	11.8	14.5	6.0	13.5	38.0	21.0	47.5	10.0	0.0	2.8
1987	14.0	12.5	46.0	8.3	11.5	11.5	55.0	31.6	15.0	7.4	22.5	2.9
1988	22.0	13.0	38.5	35.0	16.5	16.6	40.0	32.5	17.3	13.8	40.0	7.6
1989	17.5	47.0	30.0	10.0	14.0	23.5	31.5	22.0	22.0	12.0	5.6	25.5
1990	19.4	28.5	37.0	10.0	11.5	8.5	25.3	19.0	18.5	7.5	39.4	8.2
1991	9.0	36.0	32.0	11.5	11.5	18.0	23.2	37.0	21.2	3.0	16.7	21.0
1992	13.5	16.0	15.0	13.0	8.0	17.0	6.0	33.0	20.0	17.5	12.0	3.2
1993	23.0	17.5	26.5	6.5	13.0	21.0	14.5	21.5	18.5	6.5	28.0	17.0
1994	32.0	19.0	13.5	17.0	8.0	31.0	47.0	24.0	30.0	6.5	0.5	12.5
1995	30.0	27.0	22.0	20.0	11.0	20.6	22.5	35.0	20.0	30.0	28.0	0.0
1996	8.5	30.0	17.0	21.1	29.5	28.0	25.0	22.0	21.7	20.0	14.2	25.0
1997	6.5	15.0	15.0	9.0	6.0	21.0	18.0	12.0	15.5	1.1	1.2	38.0
1998	30.0	14.0	21.0	14.5	16.2	15.0	28.0	10.0	26.8	45.0	41.1	0.0
1999	19.5	26.2	13.0	27.2	15.5	27.1	27.8	24.5	16.2	16.4	13.5	15.2
2000	16.0	19.7	18.5	17.0	21.0	19.0	25.8	12.0	32.0	10.3	8.4	13.2
2001	36.0	12.3	24.6	17.0	17.5	42.0	21.8	24.4	4.5	3.5	34.6	4.5
2002	8.1	40.6	20.7	15.7	10.3	18.0	20.0	28.5	21.8	22.5	9.6	7.6
2003	18.0	18.5	26.0	17.0	20.0	29.0	29.0	17.0	17.5	9.2	7.0	1.9
2004	16.3	17.5	29.0	6.5	22.0	32.2	20.0	36.0	37.0	19.4	30.2	8.0
2005	22.5	9.0	17.0	10.0	15.6	24.5	23.4	49.5	14.0	12.1	26.5	4.0
2006	3.0	23.0	33.5	36.0	8.0	8.5	14.5	34.0	30.5	14.8	22.5	33.8
2007	11.5	28.9	12.5	5.5	31.0	9.5	36.2	35.5	31.2	14.0	28.4	8.0
2008	12.0	17.0	36.5	21.0	19.5	23.4	31.0	16.0	50.5	25.0	14.0	18.0
2009	22.0	14.0	37.5	52.0	9.0	24.5	35.0	24.6	20.5	14.0	9.9	6.0
2010	7.8	18.5	26.5	22.5	24.5	11.5	28.5	30.0	43.7	15.4	15.3	0.0
2011	17.3	40.7	26.0	21.0	18.3	15.0	28.5	26.0	79.8	10.6	40.5	31.8
2012	17.6	27.8	7.2	7.5	21.5	7.3	24.7	14.3	33.0	13.2	1.8	11.5
2013	12.5	13.6	48.2	5.5	17.9	15.8	15.2	28.9	18.2	28.9	27.4	6.0
2014	23.8	13.0	16.2	9.9	6.5	8.6	47.0	30.0	40.5	4.2	11.8	8.6
2015	13.8		10.5	22.5	11.7	4.8	13.0	22.5	24.8	15.5	4.7	23.5
2016	6.2	11.8	26.7	6.0	19.8	24.0	19.7	28.3	23.6	8.0	20.2	8.5
2017	22.5	29.6	31.5	22.1	7.6	7.2	7.2	19.8	19.0	3.4	23.5	40.7
2018	12.8	28.4	42.6	9.9	9.7	20.3	29.8	26.5	31.5	3.8	0.0	33.5
2019	7.5	31.2	31.2	8.0	7.2	29.0	12.1	31.0	61.7	23.5	5.5	2.5
2020	19.8	20.0	34.5	22.1	16.6		10.3	57.0	32.5	13.7	26.0	16.0
2021	8.2	28.8	18.8	22.4	7.2	12.3	35.1	19.8	38.0	18.0	6.3	2.0
2022	13.2	9.5	30.0	21.0	10.0	13.7	30.0	40.0	29.5	20.0	21.0	4.0
2023	27.2	22.8	22.1	19.0	23.1				24.7			8.9

Fuente: IDEAM, PROCESADO POR EL ESTUDIO, 2023.

6.2.4.4 Análisis estadístico

Con el registro de precipitaciones mensual en 24 HRS, datos proporcionados por el IDEAM, se realizó un análisis estadístico empleando los modelos probabilísticos Gumbel, Normal y Lognormal de 2 parámetros, con hidroesta e Hydrognomon".

Con el fin de estimar los valores de precipitación esperada para varios periodos de retorno, es necesario verificar el ajuste de los datos de la serie de precipitaciones máximas a una distribución de probabilidades conocida. A continuación, se revisa su ajuste de distribución mediante el ajuste de Smirnov Kolmogorov utilizando el programa "Hidroesta e Hydrognomon" (Ver Anexo 4.2. Estadística).

6.2.4.4.1 Gumbel

Tabla 31. Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov para Gumbel

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	24.8	0.0182	0.0462	0.0362	0.0280
2	27.2	0.0364	0.0826	0.0695	0.0462
3	27.8	0.0545	0.0938	0.0801	0.0393
4	28.0	0.0727	0.0977	0.0839	0.0250
5	28.3	0.0909	0.1038	0.0897	0.0129
6	29.0	0.1091	0.1187	0.1041	0.0096
7	30.0	0.1273	0.1419	0.1268	0.0146
8	32.0	0.1455	0.1940	0.1789	0.0485
9	33.0	0.1636	0.2225	0.2079	0.0588
10	33.0	0.1818	0.2225	0.2079	0.0407
11	33.0	0.2000	0.2225	0.2079	0.0225
12	35.0	0.2182	0.2831	0.2701	0.0649
13	35.0	0.2364	0.2831	0.2701	0.0467
14	35.0	0.2545	0.2831	0.2701	0.0285
15	36.0	0.2727	0.3146	0.3028	0.0418
16	36.0	0.2909	0.3146	0.3028	0.0236
17	36.2	0.3091	0.3209	0.3094	0.0118
18	37.0	0.3273	0.3465	0.3360	0.0192
19	37.0	0.3455	0.3465	0.3360	0.0010
20	37.0	0.3636	0.3465	0.3360	0.0171
21	38.0	0.3818	0.3786	0.3696	0.0032
22	38.0	0.4000	0.3786	0.3696	0.0214
23	38.0	0.4182	0.3786	0.3696	0.0396
24	39.4	0.4364	0.4234	0.4164	0.0130
25	40.0	0.4545	0.4423	0.4363	0.0122
26	40.0	0.4727	0.4423	0.4363	0.0304
27	40.0	0.4909	0.4423	0.4363	0.0486
28	40.0	0.5091	0.4423	0.4363	0.0667
29	40.6	0.5273	0.4611	0.4560	0.0661
30	40.7	0.5455	0.4643	0.4593	0.0812
31	42.0	0.5636	0.5041	0.5010	0.0595
32	42.6	0.5818	0.5220	0.5198	0.0598
33	43.7	0.6000	0.5540	0.5533	0.0460
34	44.0	0.6182	0.5626	0.5622	0.0556
35	45.0	0.6364	0.5903	0.5912	0.0461
36	47.0	0.6545	0.6423	0.6453	0.0122
37	47.0	0.6727	0.6423	0.6453	0.0304
38	47.0	0.6909	0.6423	0.6453	0.0486
39	47.5	0.7091	0.6546	0.6581	0.0545
40	48.2	0.7273	0.6712	0.6753	0.0561
41	49.5	0.7455	0.7006	0.7056	0.0449
42	50.0	0.7636	0.7113	0.7167	0.0524
43	50.5	0.7818	0.7217	0.7274	0.0601
44	52.0	0.8000	0.7512	0.7576	0.0488
45	55.0	0.8182	0.8024	0.8097	0.0158
46	56.5	0.8364	0.8244	0.8318	0.0120
47	57.0	0.8545	0.8312	0.8387	0.0234
48	60.0	0.8727	0.8674	0.8748	0.0054
49	60.0	0.8909	0.8674	0.8748	0.0235
50	61.7	0.9091	0.8846	0.8917	0.0245
51	79.8	0.9273	0.9751	0.9783	0.0478
52	81.0	0.9455	0.9775	0.9805	0.0321
53	88.0	0.9636	0.9877	0.9897	0.0241
54	91.0	0.9818	0.9905	0.9921	0.0087

Fuente: HIDROESTA

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gumbel. El ajuste con momentos ordinarios es:
Como el delta teórico 0.0812, es menor que el delta tabular 0.1851. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%.

Parámetros de la distribución Gumbel:

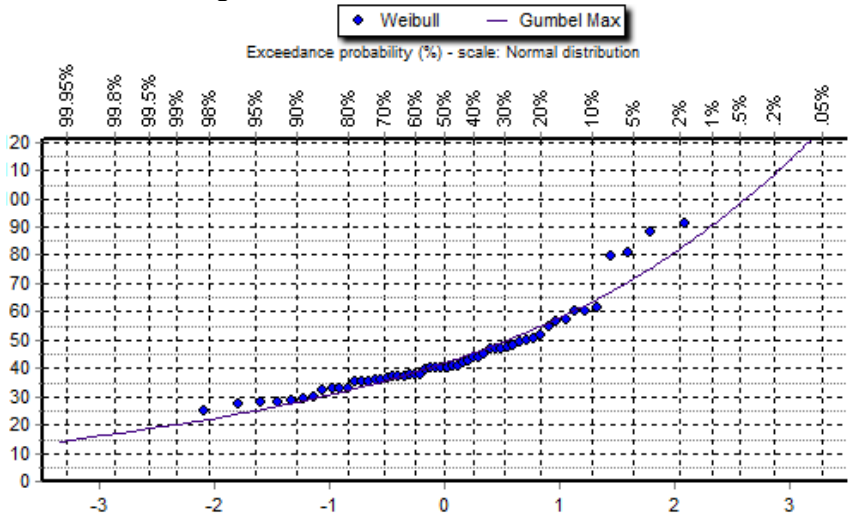
Con momentos ordinarios:
Parámetro de posición (μ)= 37.6663
Parámetro de escala (alfa)= 11.454

Con momentos lineales:
Parámetro de posición (μl)= 37.9501
Parámetro de escala (alfal)= 10.9625

La Figura 66 representa el modelo estadístico Gumbel

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 66. Modelo estadístico Gumbel



Fuente: HYDROGNOMON, PROCESADO POR EL ESTUDIO, 2023

6.2.4.4.2 Distribución normal

Tabla 32. Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov para Distribución Normal

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	24.8	0.0182	0.0924	0.0741	0.0743
2	27.2	0.0364	0.1225	0.1024	0.0861
3	27.8	0.0545	0.1310	0.1106	0.0765
4	28.0	0.0727	0.1339	0.1134	0.0612
5	28.3	0.0909	0.1384	0.1177	0.0475
6	29.0	0.1091	0.1492	0.1283	0.0401
7	30.0	0.1273	0.1655	0.1445	0.0383
8	32.0	0.1455	0.2016	0.1810	0.0562
9	33.0	0.1636	0.2213	0.2012	0.0577
10	33.0	0.1818	0.2213	0.2012	0.0395
11	33.0	0.2000	0.2213	0.2012	0.0213
12	35.0	0.2182	0.2638	0.2455	0.0457
13	35.0	0.2364	0.2638	0.2455	0.0275
14	35.0	0.2545	0.2638	0.2455	0.0093
15	36.0	0.2727	0.2866	0.2694	0.0138
16	36.0	0.2909	0.2866	0.2694	0.0044
17	36.2	0.3091	0.2912	0.2743	0.0179
18	37.0	0.3273	0.3102	0.2945	0.0171
19	37.0	0.3455	0.3102	0.2945	0.0353
20	37.0	0.3636	0.3102	0.2945	0.0535
21	38.0	0.3818	0.3346	0.3206	0.0473
22	38.0	0.4000	0.3346	0.3206	0.0654
23	38.0	0.4182	0.3346	0.3206	0.0836
24	39.4	0.4364	0.3699	0.3586	0.0664
25	40.0	0.4545	0.3855	0.3754	0.0691
26	40.0	0.4727	0.3855	0.3754	0.0873
27	40.0	0.4909	0.3855	0.3754	0.1055
28	40.0	0.5091	0.3855	0.3754	0.1236
29	40.6	0.5273	0.4012	0.3924	0.1261
30	40.7	0.5455	0.4038	0.3953	0.1417
31	42.0	0.5636	0.4384	0.4328	0.1252
32	42.6	0.5818	0.4545	0.4504	0.1273
33	43.7	0.6000	0.4843	0.4829	0.1157
34	44.0	0.6182	0.4925	0.4918	0.1257
35	45.0	0.6364	0.5196	0.5214	0.1168
36	47.0	0.6545	0.5735	0.5801	0.0810
37	47.0	0.6727	0.5735	0.5801	0.0992
38	47.0	0.6909	0.5735	0.5801	0.1174
39	47.5	0.7091	0.5868	0.5945	0.1223
40	48.2	0.7273	0.6053	0.6146	0.1220
41	49.5	0.7455	0.6389	0.6509	0.1066
42	50.0	0.7636	0.6516	0.6645	0.1121
43	50.5	0.7818	0.6641	0.6780	0.1178
44	52.0	0.8000	0.7004	0.7168	0.0996
45	55.0	0.8182	0.7673	0.7870	0.0509
46	56.5	0.8364	0.7973	0.8179	0.0391
47	57.0	0.8545	0.8068	0.8276	0.0478
48	60.0	0.8727	0.8577	0.8785	0.0150
49	60.0	0.8909	0.8577	0.8785	0.0332
50	61.7	0.9091	0.8822	0.9021	0.0269
51	79.8	0.9273	0.9922	0.9958	0.0649
52	81.0	0.9455	0.9938	0.9968	0.0483
53	88.0	0.9636	0.9985	0.9994	0.0349
54	91.0	0.9818	0.9993	0.9997	0.0174

Fuente: HIDROESTA

Como el delta teórico 0.1417, es menor que el delta tabular 0.1851. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

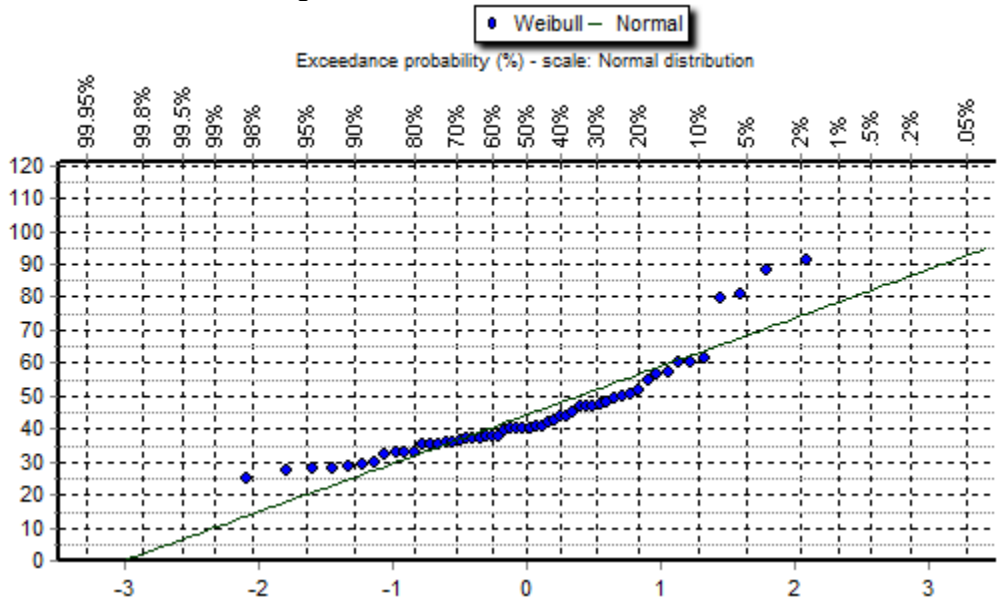
Parámetros de la distribución normal

Con momentos ordinarios:	**Con momentos lineales:**
Parámetro de localización (Xm)= 44.277	Media lineal (Xl)= 44.277
Parámetro de escala (S)= 14.6903	Desviación estándar lineal (Sl)= 13.468

La Figura 67 representa el modelo estadístico normal

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 67. Modelo estadístico Normal



Fuente: HYDROGNOMON, PROCESADO POR EL ESTUDIO, 2023

6.2.4.4.3 Distribución LogNormal

Tabla 33. Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov para Distribución LogNormal

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	24.8	0.0182	0.0346	0.0324	0.0164
2	27.2	0.0364	0.0664	0.0634	0.0300
3	27.8	0.0545	0.0765	0.0733	0.0219
4	28.0	0.0727	0.0800	0.0768	0.0073
5	28.3	0.0909	0.0856	0.0823	0.0053
6	29.0	0.1091	0.0993	0.0959	0.0098
7	30.0	0.1273	0.1210	0.1174	0.0063
8	32.0	0.1455	0.1709	0.1672	0.0255
9	33.0	0.1636	0.1989	0.1952	0.0352
10	33.0	0.1818	0.1989	0.1952	0.0170
11	33.0	0.2000	0.1989	0.1952	0.0011
12	35.0	0.2182	0.2593	0.2560	0.0411
13	35.0	0.2364	0.2593	0.2560	0.0229
14	35.0	0.2545	0.2593	0.2560	0.0047
15	36.0	0.2727	0.2913	0.2883	0.0185
16	36.0	0.2909	0.2913	0.2883	0.0004
17	36.2	0.3091	0.2978	0.2949	0.0113
18	37.0	0.3273	0.3240	0.3215	0.0032
19	37.0	0.3455	0.3240	0.3215	0.0214
20	37.0	0.3636	0.3240	0.3215	0.0396
21	38.0	0.3818	0.3573	0.3552	0.0245
22	38.0	0.4000	0.3573	0.3552	0.0427
23	38.0	0.4182	0.3573	0.3552	0.0609
24	39.4	0.4364	0.4041	0.4027	0.0322
25	40.0	0.4545	0.4242	0.4230	0.0304
26	40.0	0.4727	0.4242	0.4230	0.0485
27	40.0	0.4909	0.4242	0.4230	0.0667
28	40.0	0.5091	0.4242	0.4230	0.0849
29	40.6	0.5273	0.4441	0.4432	0.0832
30	40.7	0.5455	0.4474	0.4466	0.0980
31	42.0	0.5636	0.4899	0.4898	0.0737
32	42.6	0.5818	0.5092	0.5093	0.0726
33	43.7	0.6000	0.5437	0.5444	0.0563
34	44.0	0.6182	0.5529	0.5538	0.0652
35	45.0	0.6364	0.5830	0.5843	0.0534
36	47.0	0.6545	0.6396	0.6417	0.0149
37	47.0	0.6727	0.6396	0.6417	0.0331
38	47.0	0.6909	0.6396	0.6417	0.0513
39	47.5	0.7091	0.6530	0.6553	0.0561
40	48.2	0.7273	0.6712	0.6737	0.0561
41	49.5	0.7455	0.7033	0.7061	0.0422
42	50.0	0.7636	0.7150	0.7180	0.0486
43	50.5	0.7818	0.7264	0.7295	0.0554
44	52.0	0.8000	0.7585	0.7619	0.0415
45	55.0	0.8182	0.8139	0.8176	0.0043
46	56.5	0.8364	0.8374	0.8412	0.0010
47	57.0	0.8545	0.8447	0.8484	0.0099
48	60.0	0.8727	0.8827	0.8863	0.0099
49	60.0	0.8909	0.8827	0.8863	0.0083
50	61.7	0.9091	0.9003	0.9038	0.0088
51	79.8	0.9273	0.9846	0.9858	0.0573
52	81.0	0.9455	0.9864	0.9876	0.0410
53	88.0	0.9636	0.9936	0.9943	0.0300
54	91.0	0.9818	0.9954	0.9959	0.0136

Fuente: HIDROESTA

Como el delta teórico 0.0980, es menor que el delta tabular 0.1851. Los datos se ajustan a la distribución LogNormal, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución normal:

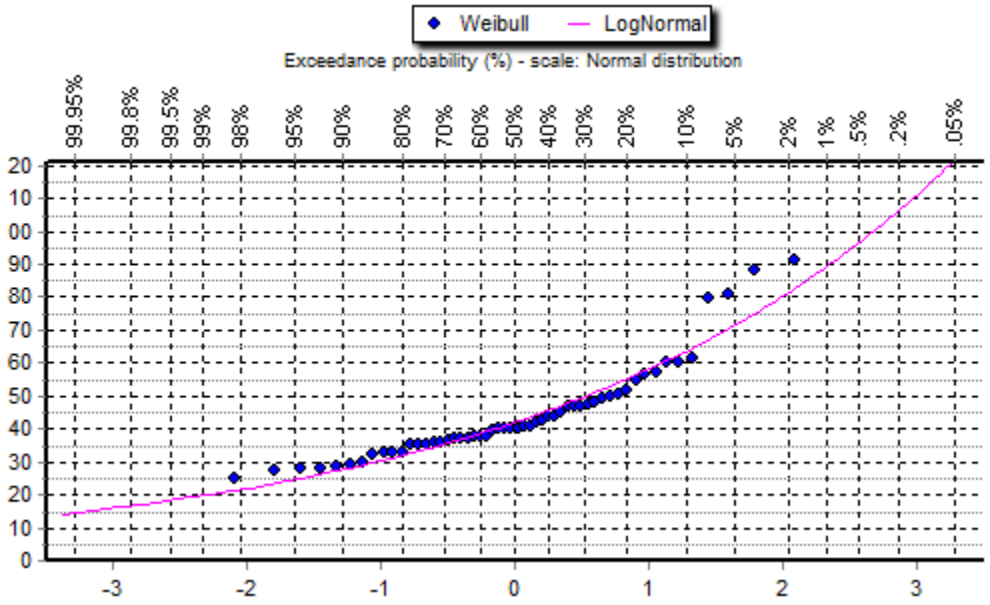
Con momentos ordinarios:
Parámetro de escala (μy)= 3.745
Parámetro de forma (Sy)= 0.2939

Con momentos lineales:
Parámetro de escala (μy)= 3.7451
Parámetro de forma (Sy)= 0.2894

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

La Figura 68 representa el modelo estadístico Lognormal

Figura 68. Modelo estadístico LogNormal



Fuente: HYDROGNOMON, PROCESADO POR EL ESTUDIO, 2023

6.2.4.4.4 Resultados análisis estadístico

En la Tabla 34 presenta un resumen de las precipitaciones máximas y probabilidades proporcionados por el software, el cual nos indica las precipitaciones con las probabilidades de no excedencia:

Tabla 34. Precipitación, probabilidades de no excedencia y tiempo de retorno

Distribución	Periodo de Retorno (años)	Valor	% De Aceptación
Gumbel	15	68.3010	86.9013%
Normal	15	66.2618	22.8606%
LogNormal	15	68.2618	83.0689%

Fuente: HYDROGNOMON, PROCESADO POR EL ESTUDIO, 2023

De acuerdo con el resumen de probabilidad de cada una de las distribuciones presentadas en la Tabla 34, la función que mejor se ajusta al registro de datos de precipitaciones máximas mensuales es la función Gumbel.

6.2.5 Estimación de intensidad

Según (Corzo & Pinilla, 2015) “Las curvas IDF permiten la estimación de volúmenes de drenaje superficial mediante modelos de lluvia- escorrentía en cuencas que no cuentan con registros históricos de caudales. Los Ingenieros Rodrigo Vargas y Mario Díaz-Granados, a partir de curvas IDF generadas para aproximadamente 165 estaciones ubicadas en diversas zonas del territorio nacional, y los resúmenes pluviométricos multianuales de las mismas, elaboraron un estudio en el cual se evaluaron las principales ecuaciones de curvas

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

propuestas por diferentes autores y establecieron nuevas ecuaciones para las principales cuatro regiones geográficas nacionales" (Vargas & Diaz Granados, 1998).

El método simplificado de cálculo de las curvas intensidad – duración – frecuencia, se debe llevar a cabo siempre y cuando no se disponga de datos históricos de precipitación de corta duración (datos pluviográficos). Para Colombia se propone la ecuación:

$$i = \frac{aT^b M^d}{\left(\frac{d}{60}\right)^c}$$

Donde:

i: Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h).
T: Periodo de retorno, en años.
M: Promedio multianual de la precipitación máxima anual en 24 horas.
d: Duración de la lluvia de diseño, en minutos (min).
a, b, c, d: Parámetros de ajuste de la regresión.

La intensidad es la tasa de lluvia en milímetros por intervalo de tiempo para una cuenca, la cual se selecciona con base en la duración de la lluvia de diseño. Para las constantes para cada región geográfica en Colombia, son:

Tabla 35. Parámetros de ajuste de la regresión (valores para Colombia)

Región	a	b	c	d
Andina	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe	24.85	0.22	0.50	0.10
Pacífico	13.92	0.19	0.58	0.20
Orinoquía	5.53	0.17	0.63	0.42

Fuente: (Vargas & Diaz Granados, 1998)

El promedio multianual de la precipitación máxima anual en 24 horas es de 44.277 mm. Con las intensidades halladas para diferentes periodos de retorno y diferentes tiempos, se construyen las curvas IDF vista en la Tabla 36.

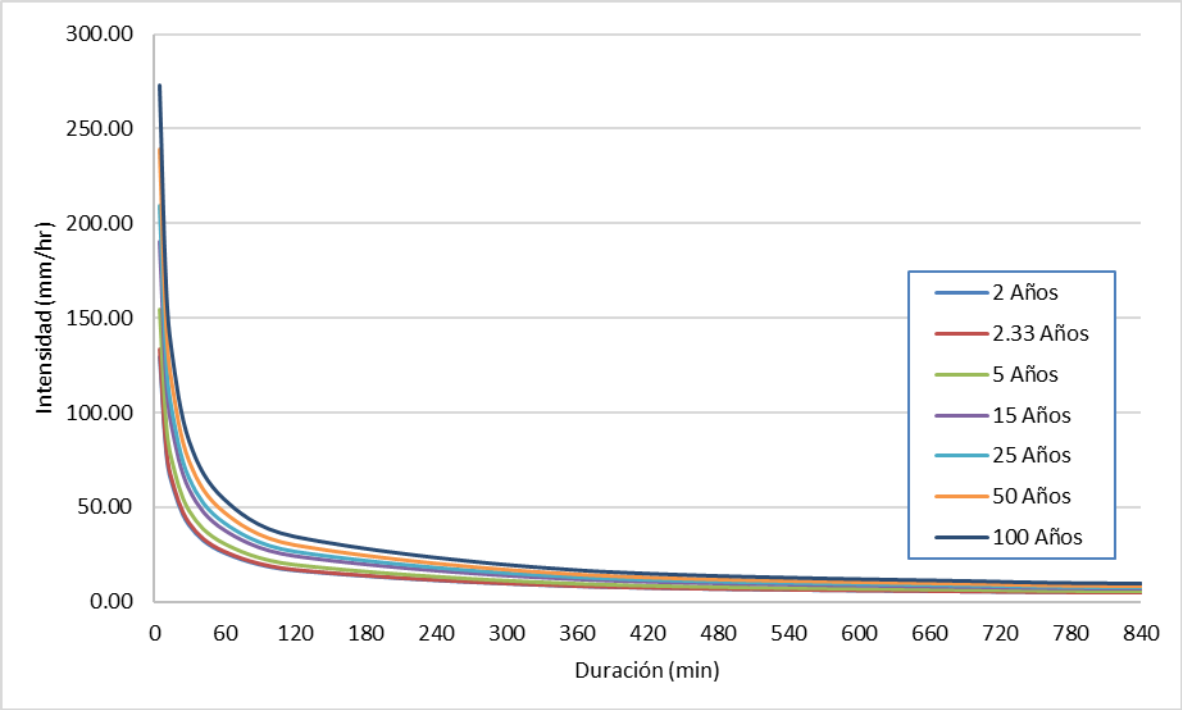
Tabla 36. Intensidades de lluvia cuenca quebrada Honda

TR (AÑOS)	DURACIÓN EN MINUTOS								
	5	10	15	30	60	120	360	720	840
2	129.71	82.66	63.51	40.47	25.79	16.44	8.05	5.13	4.64
2.33	133.53	85.10	65.38	41.67	26.55	16.92	8.29	5.28	4.78
5	154.38	98.38	75.59	48.17	30.70	19.56	9.58	6.10	5.52
15	190.21	121.22	93.14	59.35	37.82	24.10	11.80	7.52	6.80
25	209.60	133.57	102.63	65.40	41.68	26.56	13.01	8.29	7.50
50	239.11	152.38	117.07	74.61	47.55	30.30	14.84	9.45	8.55
100	272.76	173.83	133.55	85.11	54.24	34.57	16.92	10.79	9.76

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 69. Curvas IDF cuenca quebrada Honda



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Los resultados vistos en la Figura 69 representan la intensidad con intervalos cada 15 minutos para la cuenca de la quebrada Honda, con un total de 840 minutos. Aunque en los primeros minutos se evidencian intensidades altas, esto no afecta en los cálculos, ya que a menor tiempo de concentración mayor es la intensidad calculada. Estas intensidades se calibran y se verifican con los resultados de hietogramas de diseño.

6.2.5.1 Hietogramas de diseño

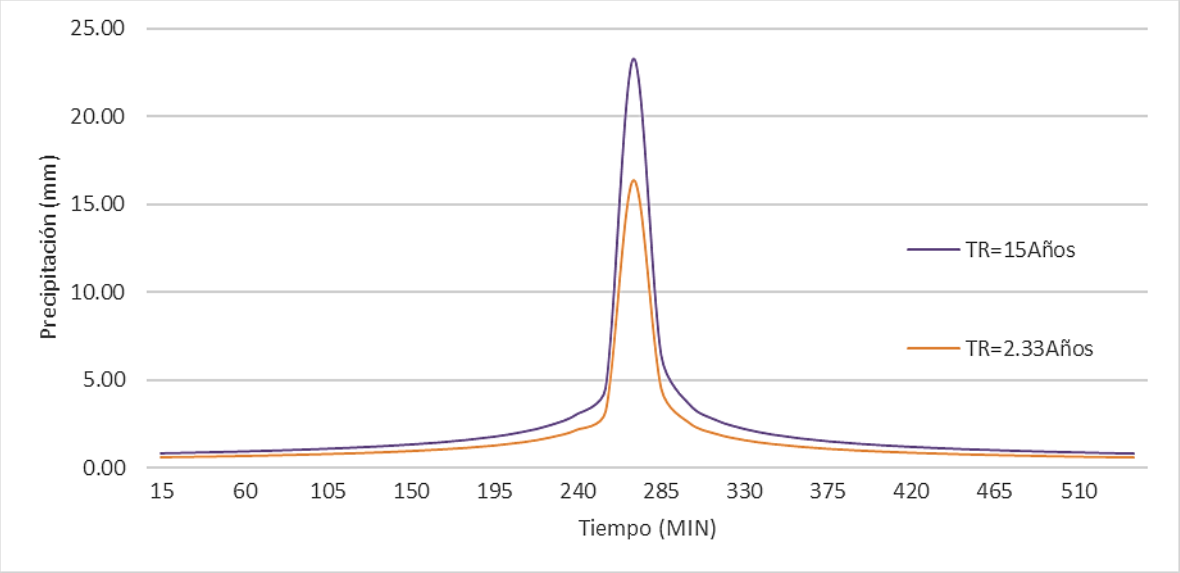
La metodología se realizó teniendo en cuenta la construcción del hietograma de manera individual en cada periodo de retorno (2.33, y 15 años) a partir de las curvas intensidad – duración y frecuencia, analizando el comportamiento de precipitación con incrementos cada 2 minuto en cada periodo de retorno, para cada uno de estos, teniendo en cuenta al tiempo de concentración de la cuenca de estudio.

El método que se llevó a cabo para el desarrollo fue el cálculo de método de bloques alternos (Chow, Maidment, & Mays, Hidrología aplicada, 1994), según la universidad de salamanca, en este se elige la curva Intensidad-Duración correspondiente al periodo de retorno deseado, o una ecuación que refleje dicha curva. Se elige el tiempo del hietograma en función al tiempo de concentración repartiendo esto en intervalos iguales para la adecuada distribución. Una vez se elijan los intervalos de tiempo se calcula la precipitación de caída en cada intervalo, y finalmente se calcula ΔP, en la que finalmente se dispone en el hietograma en el centro la precipitación registrada más alta, y se organiza de manera intercalada cada uno de los valores más lluviosos a los valores más bajos de manera ordenada.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

El cálculo tanto de hietogramas como hidrogramas se realizó a partir del análisis de escorrentía superficial. Los hietogramas calculados se muestran en la Figura 70.

Figura 70 Hietogramas



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Para el análisis de caudales, se alimentó el área de drenaje a partir de información cartográfica oficial, y el hietograma en cada periodo de retorno (resultante de datos de precipitación y curvas IDF de la estación aplicable al área aferente de cada una de las cuencas), y condiciones de control.

6.2.6 Análisis de caudales

Según (Estrada Sifontes & Pacheco Moya, 2012) “la modelación hidrológica es una herramienta de gran importancia para el estudio de avenidas que se ha extendido por todo el mundo, fundamentalmente en países desarrollados. En la actualidad, con el empleo de estos modelos, se realiza el análisis y la prevención de las inundaciones; además, es posible manejar hipótesis suficientemente realistas o previsibles que ofrezcan un cierto grado de confianza para la toma de decisiones, ya sea en la ordenación del territorio en torno a los ríos o para exigir criterios de diseño de obras e infraestructuras capaces de soportar y funcionar adecuadamente en situaciones de emergencia. Incluso, alertar a los servicios de protección civil y establecer protocolos de actuación ante posibles situaciones de peligro por intensas lluvias (Sifontes, E., y Moya, P. (2012). Aplicación Del Esquema Hidrometeorológico para HEC-HMS”.

“Son varios los modelos hidrológicos que existen, siendo el Sistema de Modelación Hidrológico del Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU. (HEC-HMS por sus siglas en inglés) el aplicado en la presente investigación, ya que es un programa computacional gratuito y de amplia utilización internacional en el estudio de avenidas, el cual provee una variedad de opciones para simular procesos de precipitación - escurrimiento y tránsito de caudales (Feldman 2000). Este modelo utiliza

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

métodos de precipitación-escorrentía para estimar los hidrogramas de escorrentía directa generados por las precipitaciones en una cuenca o región durante un período especificado. Es un programa muy flexible que permite al usuario la selección de diferentes métodos para el cálculo de pérdidas, hidrogramas, flujo base y propagación en cauces. Posibilita realizar simulaciones de los procesos hidrológicos a nivel de eventos o en forma continua".

"Para simular la respuesta hidrológica de una cuenca, el HEC-HMS utiliza los siguientes componentes: modelo de la cuenca, modelo meteorológico, especificaciones de control y datos de entrada. Una simulación calcula la transformación de lluvia a caudal en el modelo de la cuenca, dada la entrada del modelo meteorológico. Las especificaciones de control definen el período de tiempo durante el cual se realizará la simulación y el intervalo de tiempo a utilizar. Los componentes de los datos de entrada, tales como las series temporales, tablas y datos por celdas, son requeridos como parámetros o condiciones de contorno tanto en el modelo de la cuenca como en el meteorológico (Nanía 2007). Para definir la estructura de una cuenca, el programa considera los siguientes elementos hidrológicos: Subcuenca (subbasin), Tramo de tránsito (routing reach), Unión (junction), Embalse (reservoir), Fuente (source), Sumidero (sink) y Derivación (diversion)".

Para el desarrollo de análisis de caudales en función de lluvia – escorrentía en el área de estudio es necesario el cálculo de precipitaciones e intensidades en tiempos específicos, esto con el fin de llevar a cabo la construcción de hietogramas requeridos por el modelo meteorológico de HEC-HMS.

La metodología se realizó teniendo en cuenta la construcción del hietograma de manera individual en cada periodo de retorno (2.33 y 15 años) a partir de las curvas intensidad – duración y frecuencia, analizando el comportamiento de precipitación con incrementos cada 15 minutos en cada periodo de retorno, obteniendo por medio del Software HEC-HMS hidrogramas unitarios para cada uno de estos y caudales por escorrentía.

6.2.6.1 Información no sistemática

Se debe reconocer como una fuente de información el conocimiento local. Las comunidades tienen un conjunto de saberes, creencias y prácticas con relación al territorio que ellas mismas habitan, lo cual aporta elementos para la lectura del territorio que se necesita para el proceso de delimitación del componente hidrológico de las rondas hídricas. (MINAMBIENTE, 2018). Se utilizaron algunas técnicas participativas como:

- Encuestas y Cartografía Social - SIG Participativo
- Análisis de transecto

6.2.6.1.1 Encuestas y cartografía social - SIG participativo

Como metodologías participativas y colaborativas de investigación, con las encuestas y la cartografía social se busca entender las relaciones entre quienes ocupan un territorio y los fenómenos que se dan, en este caso asociados principalmente a la dinámica de quebrada Honda y su entorno. El conocimiento geográfico expresado en un mapa constituye la mejor

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

forma de generar o representar un fenómeno o grupo de fenómenos en sus relaciones con el espacio, por esta razón, se convierte en un instrumento de análisis espacial que permite articular la planeación territorial y la gestión socioambiental. (Forero, 2015)

El objetivo de la cartografía social es representar en un mapa la percepción de las comunidades sobre el territorio que habitan. (MINAMBIENTE, 2018), permitiendo evidenciar el conocimiento, las problemáticas y las necesidades asociadas a la ronda de la quebrada Honda desde la perspectiva de la comunidad y evaluar las propuestas ciudadanas, para una adecuada planeación y gestión de los recursos naturales del territorio.

Figura 71. Formato de Encuestas con comunidades

FORMATO PARA ENCUESTA CON COMUNIDADES

¿SE HAN PRESENTADO INUNDACIONES EN LA ZONA?
SI ☐ NO ☐ NS/R ☐

FECHA DE PRESENTACIÓN
< 5 AÑOS ☐ Entre 31 y 50 años ☐
Entre 5 y 15 años ☐ Entre 51 y 75 años ☐
Entre 16 y 30 años ☐ Mayor a 75 años ☐
¿Conoce la fecha exacta? ☐ ¿Cuál fué?

¿QUÉ LUGARES HAN SIDO AFECTADOS?
Departamento Municipio o Distrito
Barrio o Localidad Vereda o Centro Poblado
Nombre de la corriente
Delimitación del lugar

¿DESCRIBA LA MAGNITUD Y EFECTOS DE LA INUNDACIÓN? ☐
Nivel alcanzado: Duración (horas, días):
Personas afectadas: Daños:

LA PERSONA ENCUESTADA MANIFIESTA ESTAR :
ACERCA DE LA FECHA:
Segura ☐ Con Dudas ☐

ACERCA DE LA DESCRIPCIÓN:
Segura ☐ Con Dudas ☐

LA PERSONA QUE ENCUESTA, VALORA QUE LA ENCUESTA ES:
Fiable ☐ Poco Fiable ☐ Nada Fiable ☐
JUSTIFICACIÓN :

PERSONA ENCUESTADA
Anónimo ☐
Nombre y Apellidos
Dirección
Teléfono

PERSONA QUE ENCUESTA
Nombre y Apellidos:

Responsabilidad:

EDAD APROXIMADA DE LA PERSONA ENCUESTADA
15-20 ☐ 41-50 ☐
21-30 ☐ 51-75 ☐
31-40 ☐ 76-100 ☐

OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE BRINDADA POR LA PERSONA ENCUESTADA:

OBSERVACIONES DE LA PERSONA QUE ENCUESTA :

Fuente: (MINAMBIENTE, 2018)

Durante los recorridos de campo, se interactuó con la comunidad y se les interrogo acerca de los eventos asociados a la dinámica de la quebrada, principalmente avenidas torrenciales e inundaciones.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

Los pobladores no reconocen ningún evento de avenidas torrenciales, información que coincide con las observaciones del área de estudio, no se observa ninguna evidencia de la ocurrencia de estos fenómenos.

Con respecto a desbordamientos o inundaciones, aunque la mayoría de los encuestados respondieron que nunca han ocurrido estos fenómenos, reconocieron que hace mucho tiempo la quebrada llevaba un caudal considerablemente mayor que se ha venido afectando por la reducción en las lluvias, la presencia de vegetación exótica en las áreas contiguas y el aumento de acueductos veredales que se alimentan de afluentes de la quebrada Honda, no solo en el municipio de Paipa sino también en los municipios de Firavitoba y Tuta . Las encuestas se encuentran como anexos, para lo cual se usó el formato propuesto en (MINAMBIENTE, 2018).

Para realizar la cartografía social se convocó a la comunidad a una reunión el día 17 de octubre de 2023, donde se solicita, indicar si tienen información del drenaje, además de marcar en un mapa lo referente a algunos aspectos principales:

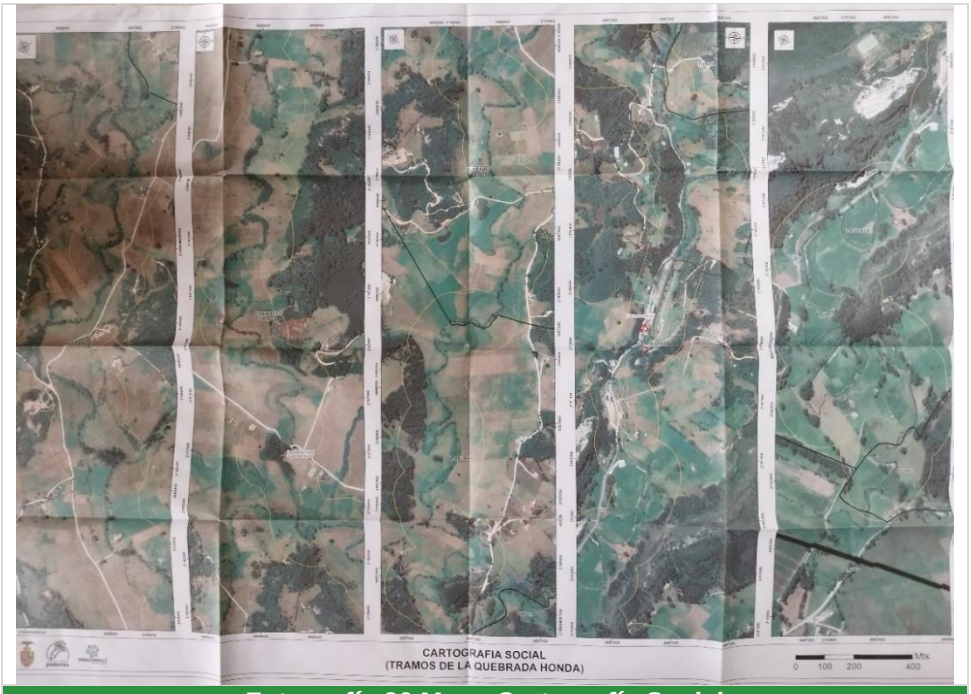
- Ubicación de nacimientos y zonas importantes de recarga del drenaje.
- Ocurrencia de encharcamiento, desbordamientos o inundaciones
- Servicios ecosistémicos, usos del recurso hídrico u otras actividades desarrolladas en las márgenes del drenaje.
- Afectación antrópica referente a desvíos u otros que afecten la dinámica del drenaje.
- Otras afectaciones o información referente al drenaje y sus alrededores.
- Presencia de flora nativa o exótica en el sector del cauce.

En el encuentro la comunidad aporta información y se llega con ellos a las siguientes conclusiones sobre la quebrada Honda:

- El caudal de la quebrada se ha disminuido muchísimo, llegando incluso en algunas ocasiones relacionadas a periodos prolongados sin lluvia a perderlo casi en su totalidad.
- Antes existían algunos nacimientos, pero indican que desde que se desarrolla la minería se secaron. Los nacimientos principales que aportan a la quebrada pertenecen a los municipios de Tuta y Firavitoba,
- Mencionan que incluso en ocasiones no les permiten usar el agua para darle de beber al ganado.
- La presión por el aumento de suscriptores a los acueductos veredales que toman el agua de algunos tributarios de la quebrada Honda ha contribuido a una disminución significativa del caudal de la quebrada.
- Existe gran cantidad de vegetación exótica asociada a alto consumo de agua como la acacia, eucalipto y pino en la cuenca. Además, algunos de estos árboles consiguen gran altura y luego por su peso caen.
- Hay presencia de ganado cerca al curso de la quebrada, pero en la mayor parte de esta, los animales no tienen acceso directo a la fuente hídrica.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- No se han presentado desbordamientos asociados al cauce.
- La comunidad comenta que ya son muy pocos los animales silvestres que se observan y que antes hacían presencia en sector, han migrado o desaparecido y que actualmente a lo largo de la quebrada hay presencia de algunas truchas arcoíris y carpas, introducidas a la fuente antrópicamente.
- La comunidad también menciona que en la vereda La Playa, muy cerca del sector de las piscinas, se empiezan a observar los afloramientos de aguas “salinas” que posteriormente llegan al cauce de la quebrada honda, cambiando sus propiedades. Estas aguas no pueden ser usadas para agricultura, ni para los animales porque mueren, algunas de ellas, las aguas termales son aprovechadas en el turismo.



Fotografía 36 Mapa Cartografía Social

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Vereda Quebrada Honda	
	

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908




Vereda La Playa







Fotografía 37 Cartografía Social

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.2.6.2 Información desde la modelación de los procesos de transformación de lluvia en escorrentía y del comportamiento de los flujos tanto en cauce como en ribera

Según (Estrada Sifontes & Pacheco Moya, 2012) “la modelación hidrológica es una herramienta de gran importancia para el estudio de avenidas que se ha extendido por todo el mundo, fundamentalmente en países desarrollados. En la actualidad, con el empleo de estos modelos, se realiza el análisis y la prevención de las inundaciones; además, es posible manejar hipótesis suficientemente realistas o previsibles que ofrezcan un cierto grado de confianza para la toma de decisiones, ya sea en la ordenación del territorio en torno a los ríos o para exigir criterios de diseño de obras e infraestructuras capaces de soportar y funcionar adecuadamente en situaciones de emergencia. Incluso, alertar a los

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

servicios de protección civil y establecer protocolos de actuación ante posibles situaciones de peligro por intensas lluvias (Sifontes, E., y Moya, P. (2012). Aplicación Del Esquema Hidrometeorológico para HEC-HMS".

"Son varios los modelos hidrológicos que existen, siendo el Sistema de Modelación Hidrológico del Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU. (HEC-HMS por sus siglas en inglés) el aplicado en la presente investigación, ya que es un programa computacional gratuito y de amplia utilización internacional en el estudio de avenidas, el cual provee una variedad de opciones para simular procesos de precipitación - escurrimiento y tránsito de caudales (Feldman 2000). Este modelo utiliza métodos de precipitación-escorrentía para estimar los hidrogramas de escorrentía directa generados por las precipitaciones en una cuenca o región durante un período especificado. Es un programa muy flexible que permite al usuario la selección de diferentes métodos para el cálculo de pérdidas, hidrogramas, flujo base y propagación en cauces. Posibilita realizar simulaciones de los procesos hidrológicos a nivel de eventos o en forma continua".

"Para simular la respuesta hidrológica de una cuenca, el HEC-HMS utiliza los siguientes componentes: modelo de la cuenca, modelo meteorológico, especificaciones de control y datos de entrada. Una simulación calcula la transformación de lluvia a caudal en el modelo de la cuenca, dada la entrada del modelo meteorológico. Las especificaciones de control definen el período de tiempo durante el cual se realizará la simulación y el intervalo de tiempo a utilizar. Los componentes de los datos de entrada, tales como las series temporales, tablas y datos por celdas, son requeridos como parámetros o condiciones de contorno tanto en el modelo de la cuenca como en el meteorológico (Nanía 2007). Para definir la estructura de una cuenca, el programa considera los siguientes elementos hidrológicos: Subcuenca (subbasin), Tramo de tránsito (routing reach), Unión (junction), Embalse (reservoir), Fuente (source), Sumidero (sink) y Derivación (diversion)".

Para el desarrollo de análisis de caudales en función de lluvia – escorrentía en el área de estudio es necesario el cálculo de precipitaciones e intensidades en tiempos específicos, esto con el fin de llevar a cabo la construcción de hietogramas requeridos por el modelo meteorológico de HEC-HMS.

La metodología se realizó teniendo en cuenta la construcción del hietograma de manera individual en cada periodo de retorno (2.33, 15 años) a partir de las curvas intensidad – duración y frecuencia, analizando el comportamiento de precipitación con incrementos cada 3 minutos en cada periodo de retorno, obteniendo por medio del Software HEC-HMS hidrogramas unitarios para cada uno de estos y caudales por escorrentía.

6.2.6.3 Modelación hidrológica

Según el manual de drenaje de INVIAS, El hidrograma unitario sintético del SCS es el hidrograma unitario adimensional desarrollado por Victor Mockus en 1950. Este hidrograma fue estudiado con base en el análisis de un gran número de hidrogramas unitarios naturales de un amplio rango de tamaños de hoyas hidrográficas y sitios geográficos. Para calcular el tiempo de desfase de la hoya hidrográfica, el método del SCS usa los dos métodos siguientes: (1) el método de número de curva CN, y (2) el método de velocidad.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Para el caso de estudio se aplicará el método de numero de curva, previamente ya calculada para cada sub zona de la cuenca de estudio, usando:

Tabla 37. Parámetros de entrada modelo hidrológico

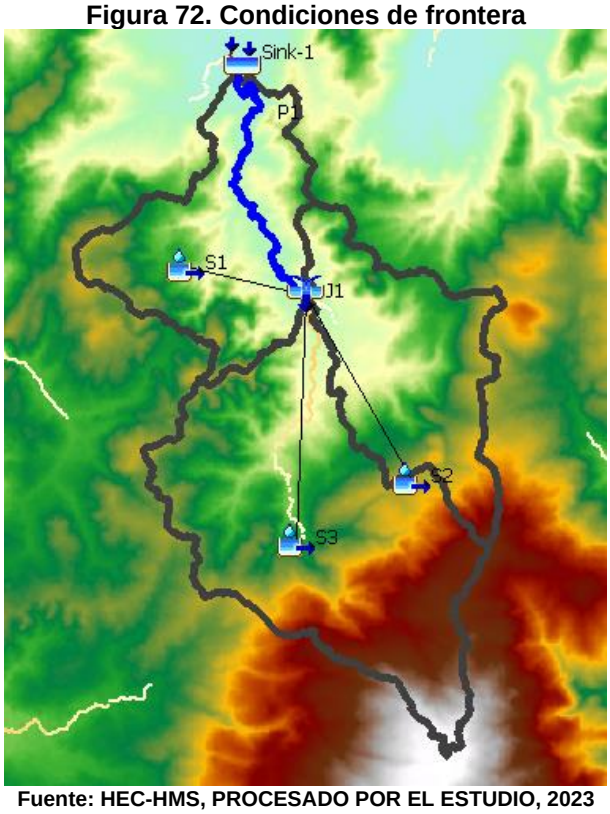
SUB-C	CN	Lag Time(min)	Po mm
1	64.71	175.23	34.6301
2	61.59	54.18	39.601
3	65.26	62.55	33.803

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

- **Resultados de caudales:**

Las condiciones de frontera se muestran en la Figura 72, ubicándose entradas, salidas y red de drenaje intermitente en el polígono de estudio.

Figura 72. Condiciones de frontera

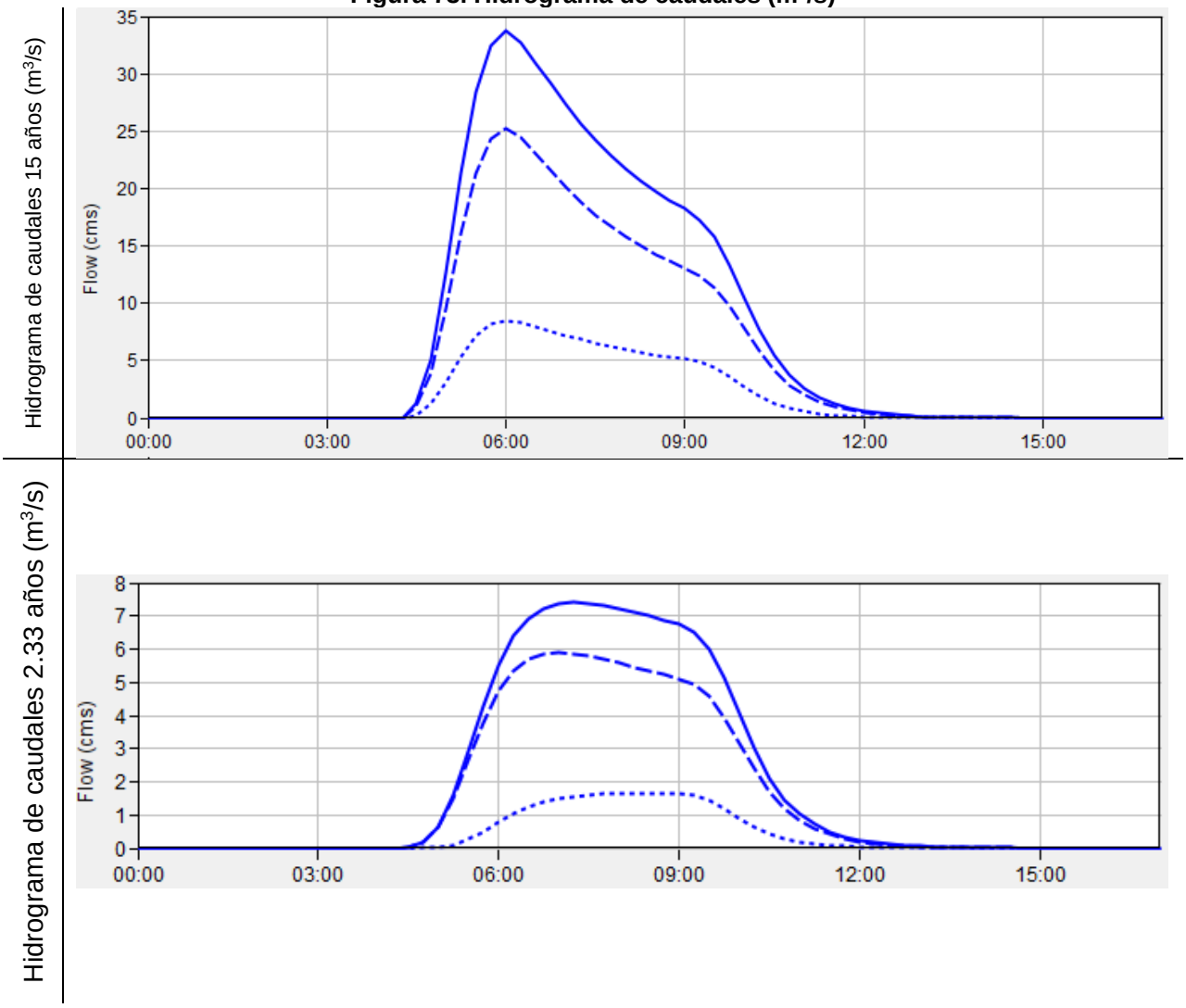


Fuente: HEC-HMS, PROCESADO POR EL ESTUDIO, 2023

Las condiciones de frontera permitieron llevar a cabo el análisis de escorrentía superficial con intervalos de tiempos específicos, adaptando así los hietogramas al modelo. Los resultados en términos de hidrogramas de caudales para un periodo de retorno de 15 y 2.33 años se evidencian en la Figura 73.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 73. Hidrograma de caudales (m^3/s)



Fuente: HEC-HMS, PROCESADO POR EL ESTUDIO, 2023

Finalmente, en cada una de las modelaciones hidrológicas se obtuvieron los hidrogramas unitarios y a su vez el caudal pico para cada una de estas, siendo esto usado para la modelación hidráulica del área de estudio, realizada está con el software HEC-RAS.

Los resultados de caudales máximo para cada periodo de retorno se observan en la Tabla 38:

Tabla 38. Caudales modelación hidrológica

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	CAUDAL M^3/S
2.33	7.41527
15	33.72678

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.2.7 Desarrollo hidráulico

Las inundaciones fluviales es un fenómeno hidrológico que cambia de acuerdo con el comportamiento de la precipitación, llegando a provocar un aumento significativo en el nivel normal de la lámina de agua de un cauce en particular. Para el área de estudio se llevó a cabo el análisis inundación fluvial, en la quebrada Honda, a partir de los insumos entregados por la consultoría a escala detallada, como se observa en la Figura 74.

Figura 74. Localización del cauce priorizado para modelación cuenca quebrada



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Para obtener el mapa de inundación fluvial, se priorizo un total de área de modelación de 44.185 ha, que rodean el cauce principal y áreas de posible inundación. El límite para el cauce fue propuesto teniendo en cuenta el levantamiento topo batimétrico detallado y las visitas de campo.

Para el cálculo de huella de inundación, se llevó a cabo por medio del Software HEC-RAS y SIG. Según (Mori Vilca) “HEC – RAS es un paquete integrado de análisis hidráulico. Este sistema es capaz de realizar cálculos de los flujos de la superficie de agua, cálculos de flujo uniforme o flujo variado, transporte de sedimentos, entre otros”. Por esta razón se usa este modelador de inundaciones, para analizar el comportamiento del flujo y otros parámetros hidráulicos.

Según lo referenciado por (Pérez & Barbosa, 2018) “El Modelo Matemático HEC-RAS desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos denominado "Water Surface Profiles", calcula los perfiles superficiales del agua para las condiciones de un flujo permanente o no permanente y gradualmente variado en canales naturales o artificiales.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Este procedimiento está basado en solucionar la ecuación unidimensional de energía con las pérdidas por fricción evaluadas por medio de la ecuación de Manning; en el presente estudio se consideraron condiciones de flujo permanente y uniforme. Este modelo simula la hidráulica del flujo para canales sobre cualquier tipo de sección transversal bajo flujo gradualmente variado, trabajando de acuerdo con la ecuación de Bernoulli, sacada del libro mecánica de fluidos aplicada de mott":

$$Z_1 + Y_1 + (V_1^2/2g) = Z_2 + Y_2 + (V_2^2/2g) + h$$

En donde: Zi: nivel del fondo del canal aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, este término se denomina cabeza de posición, en m; Yi: lámina de agua aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, este término se denomina cabeza de presión, en m; V2/2g: cabeza de velocidad aguas arriba (1) y abajo del tramo (2), en m; h: pérdidas de energía en el tramo, dividiéndose en pérdidas por fricción (hf) y localizadas (hl), en m.

Según (Lluén Chero & Castellet, 2015) "HEC-RAS en su versión 5.0, resulta novedosa por su análisis en 2D. Este tipo de modelización ha permitido que desarrolle nuevas capacidades para la simulación de flujo en 2D; así por ejemplo puede ejecutar modelos en 1D, 2D o una combinación de ambos. Estas capacidades serán descritas a continuación (la información fue tomada del manual del usuario de HEC-RAS 2D)".

- Puede realizar modelización en 1D, 2D o una combinación de ambos. La capacidad de ejecutar modelos combinados, permite al usuario trabajar en amplios sistemas de ríos, así, por ejemplo, se puede usar el modelo 1D sobre el cauce de un río y el modelo 2D sobre las zonas adyacentes al mismo, en donde se requiere mayor detalle los resultados hidráulicos.
- Emplea las ecuaciones de Saint-Venant y Onda Difusa en 2D. El programa permite elegir entre las ecuaciones de Saint-Venant u Onda Difusa en 2D para llevar a cabo la modelización. De forma general las ecuaciones de Onda Difusa en 2D permiten que el software procese la información rápidamente y tiene mayores propiedades de estabilidad, sin embargo, las ecuaciones de Saint-Venant 2D son aplicables a una gama más amplia en la resolución de problemas.
- Esquema numérico empleado: Volumen Finito Implícito. El método de volúmenes finitos, incrementa la mejora en la estabilidad y robustez sobre las técnicas de diferencias finitas y elementos finitos; pudiendo manejar adecuadamente situaciones de flujo en regímenes Subcrítico, Supercrítico y Mixto.
- Algoritmo de solución para el acoplamiento de modelos 1D y 2D. Este algoritmo permite la retroalimentación directa en cada paso de tiempo entre los elementos de flujo 1D y 2D. Por ejemplo, el caso del río modelado en 1D que se conecta a cualquiera área (modelada en 2D) mediante algún dique (estructura lateral). Si consideramos que el flujo se desplaza por encima del dique, o por efecto de la ruptura del dique, del modelo 1D hacia el 2D, entonces el programa emplea la ecuación de vertedero para resolver el cómputo del flujo. Por cada paso de tiempo, la ecuación de vertedero emplea los resultados de los modelos 1D y 2D permitiendo la contabilización exacta del vertedero sumergido.
- Mallas computacionales estructuradas y no estructuradas. HEC-RAS 5.0 fue diseñado para trabajar con mallas no estructuradas, pero también puede trabajar con

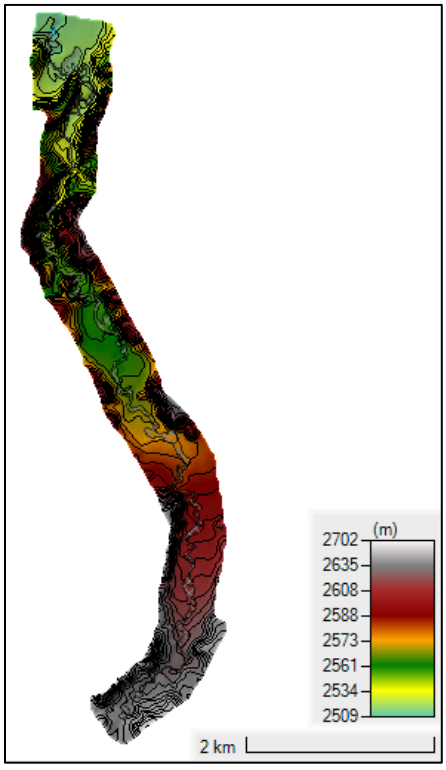
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

mallas estructuradas. Las celdas computacionales de una determinada malla pueden ser triángulos, cuadrados, rectángulos o polígonos de hasta 8 lados como máximo. La malla computacional no necesita ser ortogonal, sin embargo, si fuera así la discretización numérica es más simplificada y eficiente.

El alcance del estudio hidráulico consiste en evaluar la capacidad hidráulica de los cauces priorizados, utilizando los caudales definidos en el estudio hidrológico, con esto, se determina la capacidad máxima natural del mismo, se establecen los sectores de desborde y obtiene los niveles máximos a un periodo de retorno de 100 años que presentará la corriente estero en el evento de crecientes.

En la Figura 75 se observa las curvas de nivel, siendo la base e insumo para la delimitación del área de inundación en la ronda hídrica del área de estudio.

Figura 75. Topo batimetría usada en el Modelo de inundación fluvial



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.2.7.1 Condiciones de frontera

Como requerimiento de la modelación, se debe determinar las condiciones de frontera; para este caso la condición de frontera se trata del control hidráulico del flujo que se encuentra aguas arriba y aguas abajo, es decir que el valor del número de Froude es menor o mayor a 1, por lo tanto, se adoptó aguas arriba y aguas abajo para revisar la condición subcrítica y supercrítica.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Coeficiente de Manning.

Se evaluaron los coeficientes de rugosidad detalladamente, teniendo en cuenta la observación de campo, imágenes satelitales y el levantamiento en drone realizado por el proyecto. Los factores que afectan el coeficiente de rugosidad son:

- irregularidades en la superficie
- cambios de forma y tamaño de la sección
- obstrucciones
- vegetación y condiciones de flujo
- estructura de los meandros

El aporte de cada factor en el coeficiente de rugosidad total se establece a partir de las condiciones particulares. Para la evaluación y clasificación de este coeficiente, se tuvo en cuenta la clasificación indicada por (Chow, Maidment, & Mays, Hidrología aplicada, 1994) y (Chow, 1994). La tabla de referencia para la clasificación fue tomada de (Chow, 1994) en la que "se presenta una lista de valores n para canales de diferentes clases. Para cada tipo de canal se muestran los valores de mínimo, normal y máximo de n. Los valores normales para canales artificiales dados en la tabla se recomiendan solo para canales con buen mantenimiento. Los números en negrilla son valores a menudo recomendados para diseño. En el caso de que se espere mantenimiento pobre en el futuro, los valores mostrados deben incrementarse de acuerdo con la situación esperada".

Tabla 39. Valores del coeficiente de rugosidad n

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
A. Conductos cerrados que fluyen parcialmente llenos			
A-1. Metal			
a. Latón, liso	0.009	**0.010**	0.013
b. Acero			
1. Estriado y soldado	0.010	0.012	0.014
2. Riveteado y en espiral	0.013	0.016	0.017
c. Hierro fundido			
1. Recubierto	0.010	0.013	0.014
2. No recubierto	0.011	0.014	0.016
d. Hierro forjado			
1. Negro	0.012	0.014	0.015
2. Galvanizado	0.013	0.016	0.017
e. Metal corrugado			
1. Subdrenaje	0.017	0.019	0.021
2. Drenaje de aguas lluvias	0.021	**0.024**	0.030
A-2. No metal			
a. Lucita	0.008	0.009	0.010
b. Vidrio	0.009	**0.010**	0.013
c. Cemento			
1. Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
2. Mortero	0.011	0.013	0.015
d. Concreto			
1. Alcantarilla, recta y libre de basuras	0.010	0.011	0.013
2. Alcantarilla con curvas, conexiones y algo de basuras	0.011	**0.013**	0.014
3. Bien terminado	0.011	0.012	0.014

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

4. Alcantarillado de aguas residuales, con pozos de inspección, entradas, etc., recto	0.013	0.015	0.017
5. Sin pulir, formaleta o encofrado metálico	0.012	0.013	0.014
6. Sin pulir, formaleta o encofrado en madera lisa	0.012	**0.014**	0.016
7. Sin pulir, formaleta o encofrado en madera rugosa	0.015	0.017	0.020
e. Madera			
1. Machihembrada	0.010	0.012	0.014
2. Laminada, tratada	0.015	0.017	0.020
f. Arcilla			
1. Canaleta común de baldosas	0.011	**0.013**	0.017
2. Alcantarilla vitrificada	0.011	0.014	0.017
3. Alcantarilla vitrificada con pozos de inspección, entradas, etc.	0.013	0.015	0.017
4. Subdrenaje vitrificado con juntas abiertas	0.014	0.016	0.018
g. Mampostería en ladrillo			
1. Barnizada o lacada	0.011	0.013	0.015
2. Revestida con mortero de cemento	0.012	0.015	0.017
h. Alcantarillados sanitarios recubiertos con limos y babas de aguas residuales, con curvas y conexiones	0.012	0.013	0.016
i. Alcantarillado con batea pavimentada, fondo liso	0.016	0.019	0.020
j. Mampostería de piedra, cementada	0.018	0.025	0.030
B. Canales revestidos o desarmables			
B-1. Metal			
a. Superficie lisa de acero			
1. Sin pintar	0.011	**0.012**	0.014
2. Pintada	0.012	0.013	0.017
b. Corrugado	0.021	0.025	0.030
B-2. No metal			
a. Cemento			
1. Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
2. Mortero	0.011	0.013	0.015
b. Madera			
1. Cepillada, sin tratar	0.010	0.012	0.014
2. Cepillada, creosotada	0.011	0.012	0.015
3. Sin cepillar	0.011	0.013	0.015
4. Láminas con listones	0.012	0.015	0.018
5. Forrada con papel impermeabilizante	0.010	0.014	0.017
c. Concreto			
1. Terminado con llana metálica (palustre)	0.011	**0.013**	0.015
2. Terminado con llana de madera	0.013	0.015	0.016
3. Pulido, con gravas en el fondo	0.015	0.017	0.020
4. Sin pulir	0.014	0.017	0.020
5. Lanzado, sección buena	0.016	0.019	0.023
6. Lanzado, sección ondulada	0.018	0.022	0.025
7. Sobre roca bien excavada	0.017	0.020	
8. Sobre roca irregularmente excavada	0.022	0.027	
d. Fondo de concreto terminado con llana de madera y con lados de			
1. Piedra labrada, en mortero	0.015	0.017	0.020
2. Piedra sin seleccionar, sobre mortero	0.017	0.020	0.024
3. Mampostería de piedra cementada, recubierta	0.016	0.020	0.024
4. Mampostería de piedra cementada	0.020	0.025	0.030
5. Piedra suelta o *riprap*	0.020	0.030	0.035
e. Fondo de gravas con lados de			
1. Concreto encofrado	0.017	0.020	0.025
2. Piedra sin seleccionar, sobre mortero	0.020	0.023	0.026
3. Piedra suelta o *riprap*	0.023	0.033	0.036
f. Ladrillo			
1. Barnizado o lacado	0.011	**0.013**	0.015
2. En mortero de cemento	0.012	**0.015**	0.018
g. Mampostería			
1. Piedra partida cementada	0.017	0.025	0.030
2. Piedra suelta	0.023	0.032	0.035
h. Bloques de piedra labrados	0.013	0.015	0.017
i. Asfalto			
1. Liso	0.013	0.013	
2. Rugoso	0.016	0.016	
j. Revestimiento vegetal	0.030	.....	0.500

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

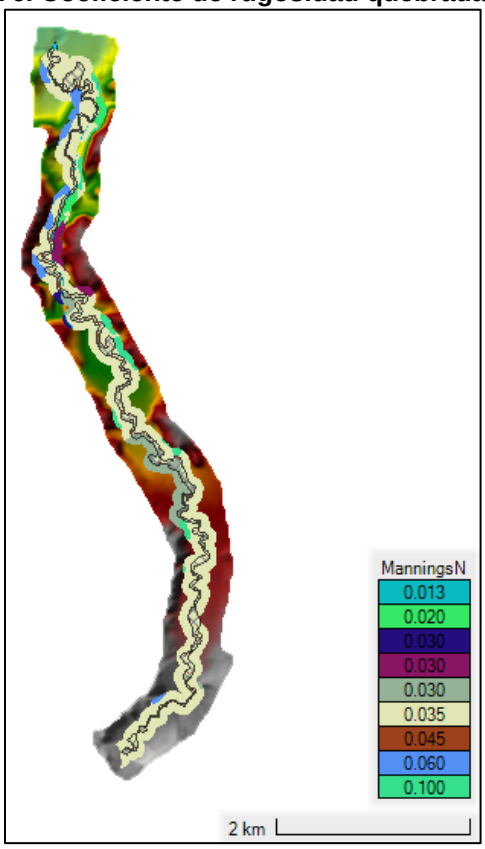
Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
C. Excavado o dragado			
a. En tierra, recto y uniforme			
1. Limpio, recientemente terminado	0.016	0.018	0.020
2. Limpio, después de exposición a la intemperie	0.018	**0.022**	0.025
3. Con gravas, sección uniforme, limpio	0.022	0.025	0.030
4. Con pastos cortos, algunas malezas	0.022	0.027	0.033
b. En tierra, serpenteante y lento			
1. Sin vegetación	0.023	0.025	0.030
2. Pastos, algunas malezas	0.025	0.030	0.033
3. Malezas densas o plantas acuáticas en canales profundos	0.030	0.035	0.040
4. Fondo en tierra con lados en piedra	0.028	0.030	0.035
5. Fondo pedregoso y bancas con malezas	0.025	0.035	0.040
6. Fondo en cantos rodados y lados limpios	0.030	0.040	0.050
c. Excavado con pala o dragado			
1. Sin vegetación	0.025	0.028	0.033
2. Matorrales ligeros en las bancas	0.035	0.050	0.060
d. Cortes en roca			
1. Lisos y uniformes	0.025	0.035	0.040
2. Afilados e irregulares	0.035	0.040	0.050
e. Canales sin mantenimiento, malezas y matorrales sin cortar			
1. Malezas densas, tan altas como la profundidad de flujo	0.050	0.080	0.120
2. Fondo limpio, matorrales en los lados	0.040	0.050	0.080
3. Igual, nivel máximo de flujo	0.045	0.070	0.110
4. Matorrales densos, nivel alto	0.080	0.100	0.140
D. Corrientes naturales			
D-1. Corrientes menores (ancho superficial en nivel creciente < 100 pies)			
a. Corrientes en planicies			
1. Limpias, rectas, máximo nivel, sin montículos ni pozos profundos	0.025	**0.030**	0.033
2. Igual al anterior, pero con más piedras y malezas	0.030	0.035	0.040
3. Limpio, serpenteante, algunos pozos y bancos de arena	0.033	0.040	0.045
4. Igual al anterior, pero con algunos matorrales y piedras	0.035	0.045	0.050
5. Igual al anterior, niveles bajos, pendientes y secciones más ineficientes	0.040	0.048	0.055
6. Igual al 4, pero con más piedras	0.045	0.050	0.060
7. Tramos lentos, con malezas y pozos profundos	0.050	0.070	0.080
8. Tramos con muchas malezas, pozos profundos o canales de crecientes con muchos árboles con matorrales bajos	0.075	0.100	0.150
b. Corrientes montañosas, sin vegetación en el canal, bancas usualmente empinadas, árboles y matorrales a lo largo de las bancas sumergidas en niveles altos			
1. Fondo: gravas, cantos rodados y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
2. Fondo: cantos rodados con rocas grandes	0.040	0.050	0.070
D-2. Planicies de inundación			
a. Pastizales, sin matorrales			
1. Pasto corto	0.025	0.030	0.035
2. Pasto alto	0.030	0.035	0.050
b. Áreas cultivadas			
1. Sin cultivo	0.020	0.030	0.040
2. Cultivos en línea maduros	0.025	0.035	0.045
3. Campos de cultivo maduros	0.030	0.040	0.050
c. Matorrales			
1. Matorrales dispersos, mucha maleza	0.035	0.050	0.070
2. Pocos matorrales y árboles, en invierno	0.035	0.050	0.060
3. Pocos matorrales y árboles, en verano	0.040	0.060	0.080
4. Matorrales medios a densos, en invierno	0.045	0.070	0.110
5. Matorrales medios a densos, en verano	0.070	0.100	0.160
d. Árboles			
1. Sauces densos, rectos y en verano	0.110	0.150	0.200
2. Terreno limpio, con troncos sin retoños	0.030	0.040	0.050
3. Igual que el anterior, pero con una gran cantidad de retoños	0.050	0.060	0.080
4. Gran cantidad de árboles, algunos troncos caídos, con poco crecimiento de matorrales, nivel del agua por debajo de las ramas	0.080	0.100	0.120
5. Igual al anterior, pero con nivel de creciente por encima de las ramas	0.100	0.120	0.160
D-3. Corrientes mayores (ancho superficial en nivel de creciente > 100 pies). El valor de *n* es menor que el correspondiente a corrientes menores con descripción similar, debido a que las bancas ofrecen resistencia menos efectiva.			
a. Sección regular, sin cantos rodados ni matorrales	0.025	.....	0.060
b. Sección irregular y rugosa	0.035	.....	0.100

Fuente: (Chow, 1994)

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

En la Figura 76 se observa la clasificación de rugosidad realizada detalladamente para el cauce principal de modelación y las coberturas adyacentes a este, con el fin de tener estos valores como insumo para el desarrollo del modelo hidráulico.

Figura 76. Coeficiente de rugosidad quebrada Honda



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

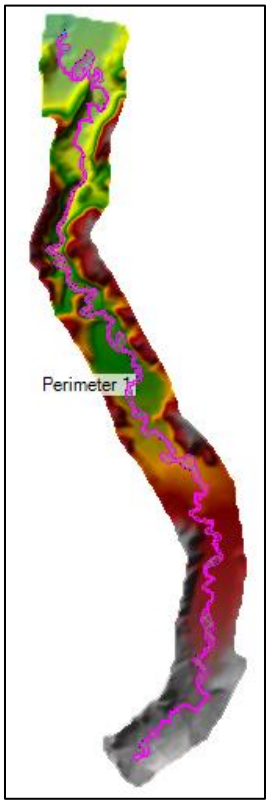
- **Mallas computacionales estructuradas o no estructuradas.**

Para el desarrollo de la creación de las mallas computacionales en HEC-RAS, como lo indica (Lluén Chero & Castellet, 2015) “El esquema numérico empleado en HEC-RAS 2D, permite generar una geometría de mallas estructuradas y no estructuradas, cuyos lados varían de 3 hasta 8 lados por malla. La creación de la malla se realiza desde la herramienta Geometric Data, tal y como se estila hacer para los modelos en 1D. De manera resumida, el proceso consiste en dibujar un polígono que encierre el área a evaluar, indicar el tamaño de malla que se empleará en la modelización y finalmente dibujar el borde donde se impondrán las condiciones de contorno”.

En la Figura 77 se observa la delimitación detallada de la geometría por medio de mallas computacionales, para la modelación hidráulica sobre el cauce priorizado.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 77. Geometría hidráulica – Modelo de inundación fluvial



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.2.7.2 Resultados modelación hidráulica (Ver Anexo 4. Modelaciones Hidráulicas)

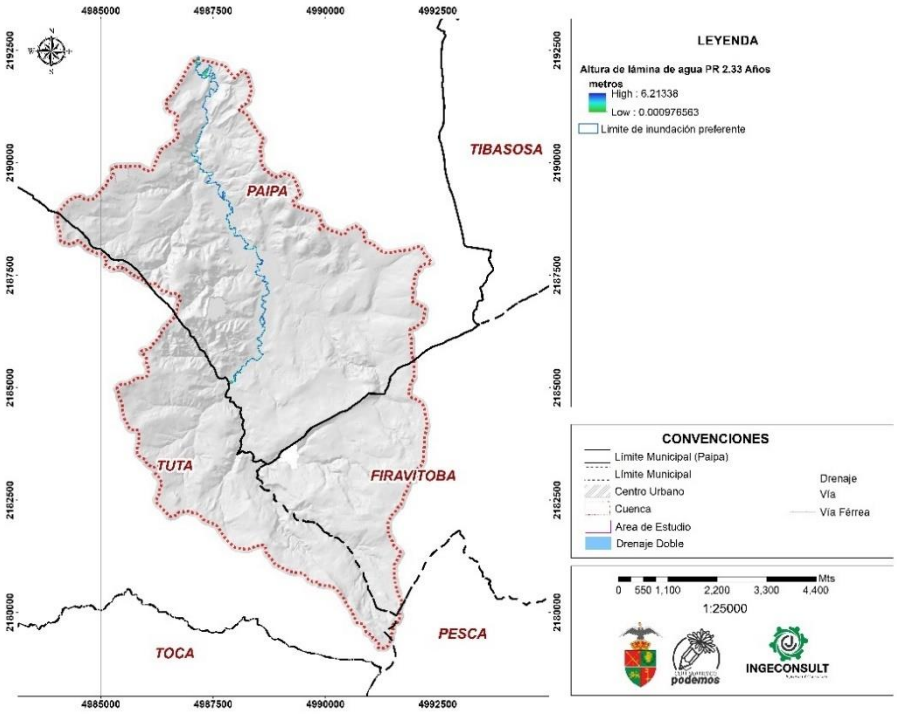
En los resultados hidráulicos fue posible conocer los niveles de lámina de agua máximos alcanzados, con el fin de conocer y poder evaluar el comportamiento de los cauces para la adecuada zonificación de inundación fluvial. La modelación hidráulica de inundación fluvial fue calculada a partir de la topo batimetría, verificando la estabilidad del modelo a partir de la geometría, zonas de refinamiento en el cauce, caudales máximos a un periodo de retorno de 15 años y 2.33 años, y encuestas realizadas a la comunidad. El drenaje priorizado en el análisis hidráulico presenta alturas de lámina de agua de 0.0009 m a 6.2 m, con una altura media de 0.824 m para un periodo de retorno de 2.33 años y presenta alturas de lámina de agua de 0.0009 m a 7.2 m, con una altura media de 1.012 m para un periodo de retorno de 15 años.

El análisis hidrológico e hidráulico fue proyectado a un periodo de retorno de 15 y 2.33 años, por tratarse de drenajes rurales, siendo así la huella calculada, e identificada como zona de inundación preferente.

Para el análisis hidrodinámico fluvial en aguas claras, se implementó modelo computacional para flujo HEC – RAS (2D). En la Figura 78 se presentan los resultados obtenidos en función de la altura de lámina de agua para 2.33 años y la Figura 79 altura de lámina de agua para un periodo de retorno de 15 años.

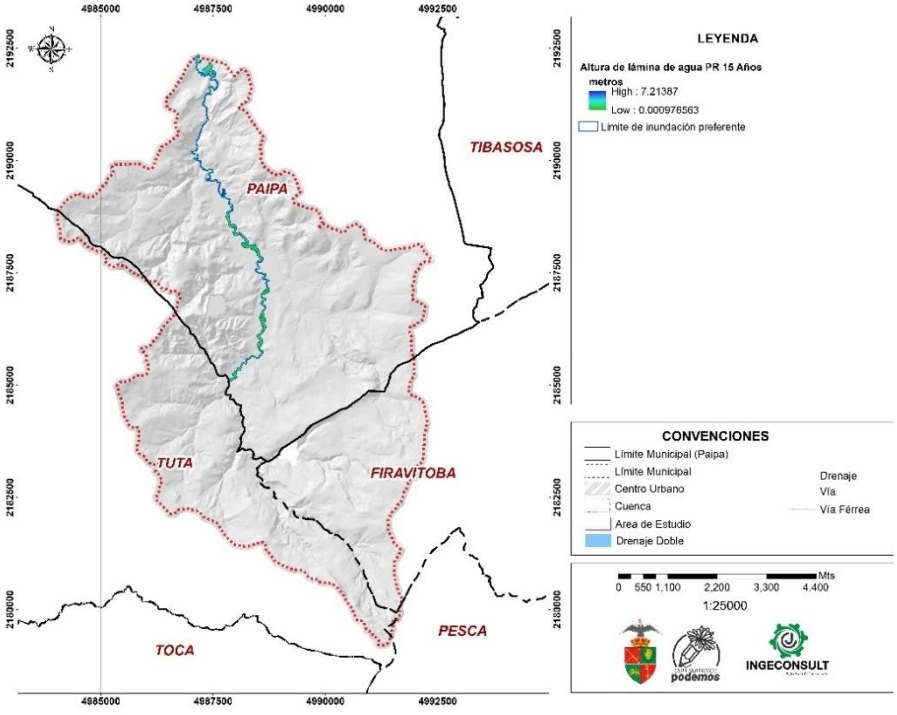
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 78. Inundación - Altura lámina de agua (m) periodo de retorno 2.33 años



Fuente: HEC-RAS, PROCESADO POR EL ESTUDIO, 2023

Figura 79. Inundación - Altura lámina de agua (m) periodo de retorno 15 años



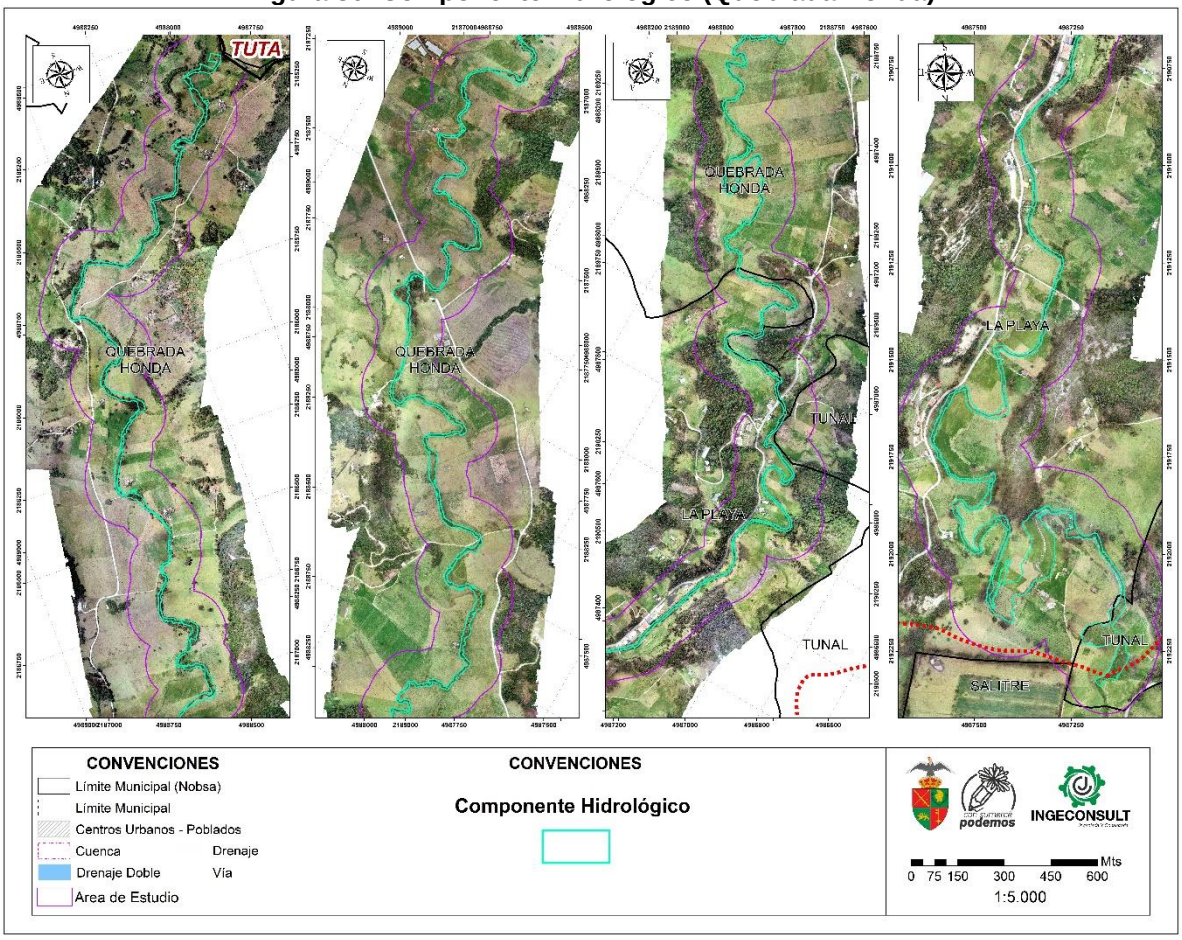
Fuente: HEC-RAS, PROCESADO POR EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.2.8 Componente hidrológico

Teniendo en cuenta que el análisis hidrológico e hidráulico fue proyectado a un periodo de retorno de 15 años, por tratarse de drenajes sin intervención antrópica, la huella calculada es identificada como la zona de inundación preferente. Dicha zona comprende el componente hidrológico para la quebrada Honda, que se muestra en las siguientes figuras.

Figura 80. Componente hidrológico (Quebrada Honda)



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.3 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE ECOSISTÉMICO

“Una cuenca hídrica se considera como un área geográfica donde se moviliza un sistema de corrientes de agua a nivel superficial y subterráneo, los cuales confluyen en un mismo punto. En dicha área se propicia la interacción de procesos naturales y actividades humanas.” (Formica, 2015, pág. 327).

“Como parte integral de los cuerpos de agua se encuentran las zonas de ribera, cuya vegetación se caracteriza por ubicarse en sectores de transición entre hábitats terrestres y

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

acuáticos en sus diferentes estratos (Romero, et al., 2014). Dentro de las funciones de las áreas de ribera se destacan la amortiguación de crecidas y transporte de nutrientes y/o contaminantes, sumado a la protección del ecosistema acuático y de ribera." (Bravo, 2018).

Teniendo en cuenta las anteriores definiciones, en este capítulo se analizó la relación entre las zonas de vida, la caracterización de a flora y la fauna y por consiguiente las coberturas presentes en el área de la cuenca de la Quebrada Honda del municipio de Paipa, es de resaltar que a lo largo de toda la quebrada la vegetación es escasa, cubriendo solo la ronda hídrica de está, por tanto, se tomaron también datos de otros sitios y coberturas adyacentes.

6.3.1 Metodología para el componente ecosistémico

"Los planes de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas requieren decisiones que estén encaminadas a la protección del recurso hídrico y de los recursos naturales asociados a los corredores biológicos que forman las riberas de los diferentes afluentes. Las franjas protectoras de los cauces deben garantizar la conectividad de los corredores ecológicos, su composición, estructura y funcionamiento natural, de manera que estos ecosistemas cumplan los servicios ecosistémicos expuestos en la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos" (Ortega, 2021, pág. 24)

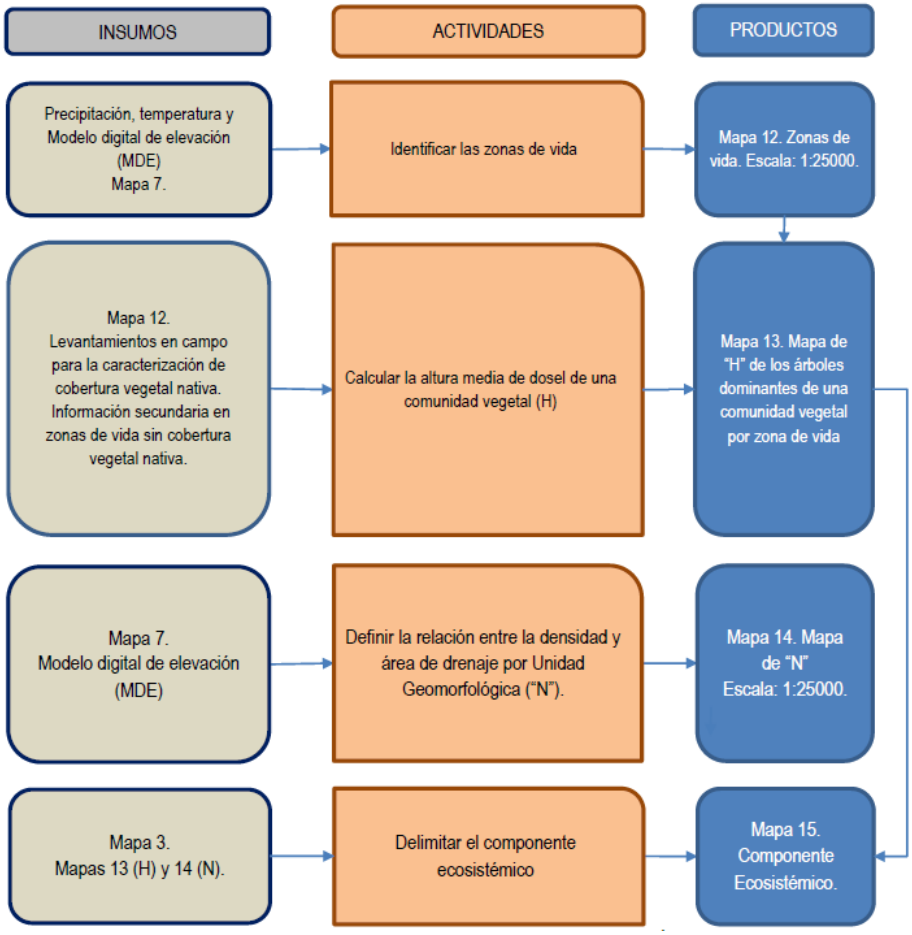
(Galeano, 2007) determina que las características Biológicas de los ecosistemas de ribera se ven afectados principalmente por intervenciones antrópicas, generando un fuerte impacto sobre la calidad del agua y reduciendo la diversidad biológica. La finalidad del presente estudio busca preservar y/o mejorar las condiciones nativas de las zonas de ribera, al ser considerados corredores Biológicos para especies de fauna y flora.

La metodología del presente estudio se ejecutó tomando como referencia la normatividad que plantea el mantenimiento de los ríos y los ecosistemas circundantes a estos; la resolución 4361 de 2018 de Corpoboyacá[1] la cual contempla la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia adoptada por resolución 957de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En esta guía, para lo correspondiente a la delimitación del componente ecosistémico, se propone la generación de tres temáticos: zonas de vida, altura media de dosel de una comunidad (H) y la relación entre la densidad y el área de drenaje por unidad geomorfológica (N). El producto entre las variables "H" y "N", por cada zona de vida corresponde al componente ecosistémico. A continuación, se muestran las actividades a realizar.

Figura 81. Insumos, actividades y productos para definir el componente ecosistémico

[1] Resolución 4361 del 30 de noviembre del 2018 por medio de la cual se establece el orden de priorización para el acotamiento de rondas hídricas de los cuerpos de agua naturales superficiales loticos en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá-Corpoboyacá, y se dictan otras medidas.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fuente: MINAMBIENTE (2018, pág. 111).

6.3.1.1 Metodología para la identificación de Zonas de Vida

El sistema de zonas de vida de Leslie Holdridge fue publicado inicialmente en 1947 y ampliado en 1967 y 1971, e intentaba clasificar las diferentes áreas del mundo en función de las zonas de vida (o life zones), un grupo de comunidades vegetales y animales dentro de una división natural del clima, las cuales tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisionomía similar en cualquier parte del mundo (Alcaráz Ariza, 2008). Para determinar las zonas de vida en el área de estudio, se empleó la metodología (Holdridge, 1987) empleando información de las Bases meteorológicas del IDEAM cercanas al municipio de Paipa, Ver Tabla 40. obteniendo así los datos de climatología de los últimos 15 años de 6 estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio.

Los factores que se tienen en cuenta para su clasificación bioclimática son:

- La biotemperatura (rango de temperaturas situadas entre 0 y 30°C, que se consideran como valores límites para el crecimiento de las plantas), que se calcula teniendo en

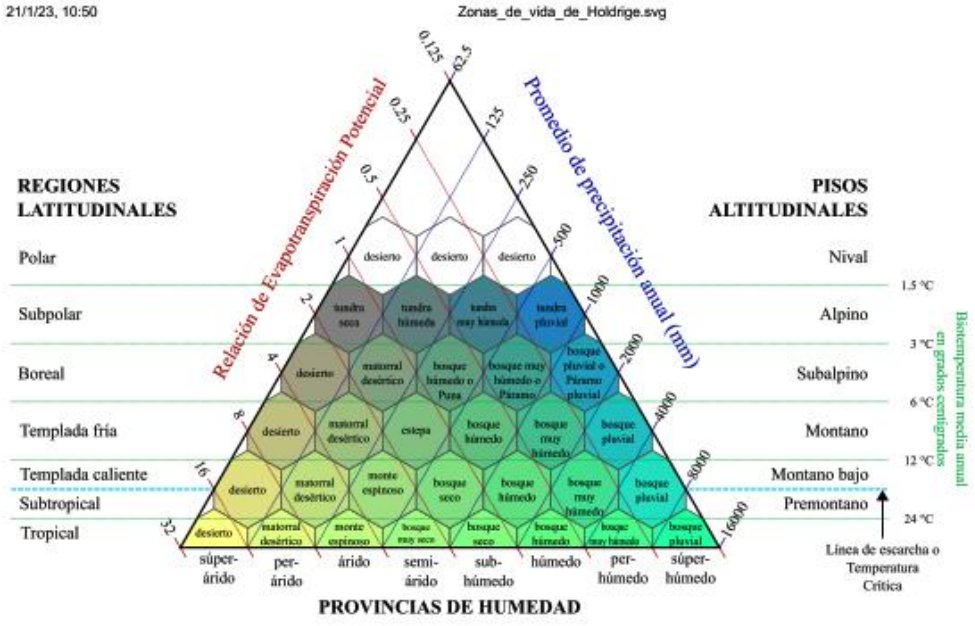
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

cuenta el número de horas con temperaturas situadas entre 0 y 30 ºC, La biotemperatura indica los ámbitos de variación dentro de los cuales hay una vida vegetativa activa. (Marcano M., 2022). La Biotemperatura se estimó a partir de valores promedios mensuales de temperatura (TPM), reemplazando en cada mes aquellos valores menores a 0°C por 0°C y aquellos valores mayores a 30°C por 30°C

- La precipitación media anual que cae como lluvia, nieve o granizo, está dada en mm.
- La humedad, que está determinada por la relación en temperatura y precipitación, sin tener en cuenta las otras fuentes de humedad. El valor que sirve adecuadamente para representar la humedad es la denominada “relación de evapotranspiración potencial”. La evapotranspiración potencial es la cantidad teórica de agua que la vegetación natural madura de un área devolvería a la atmósfera. (Marcano M., 2022)

Teniendo en cuenta el sistema Zonas de Vida de Holdridge Figura 82, donde cada zona de vida está representada por un hexágono, en el que cada unidad está definida por parámetros como temperatura, precipitación anual en mm, Evapotranspiración y altura, se tomaron los datos registrados en diferentes estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio, para así realizar el respectivo cruce de información.

Figura 82. Zonas de Vida de Holdridge.



Fuente: (Holdridge, 1987)

6.3.1.2 Caracterización florística y estructural de las zonas de vida en cobertura vegetal nativa

- Fase preliminar

Se procedió a consultar fuentes de información referente al área de estudio, como: Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB), colecciones en línea, documentos técnicos, Plan de Ordenamiento territorial de Paipa, Plan de Manejo Distrito Regional de

Manejo Integrado del Lago Sochagota, entre otros, con el fin de conocer las posibles especies presentes en el área de estudio.

Posteriormente mediante imágenes satelitales y base cartográfica se procedió a seleccionar las zonas potenciales de muestreo.

- Fase de campo

El desarrollo de la caracterización de flora se realizó siguiendo el Manual de Métodos para el desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (Villareal et al, 2006), tal como se establece en la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de Rondas Hídricas en Colombia (MINAMBIENTE , 2018, pág. 113).

“Los inventarios de plantas por medio de parcelas o transectos estandarizados permiten obtener información sobre las características cualitativas y cuantitativas en su totalidad.” (Villareal et al, 2006, pág. 71). Por lo cual, para la ubicación de las parcelas y selección de los puntos de muestreo, se consideró la accesibilidad, el estado de conservación, las coberturas vegetales y la diversidad de especies observadas, por ello para cada cobertura se seleccionaron diferentes tamaños de parcelas de acuerdo al tamaño o ancho de dicha cobertura.

El área total de la cuenca se dividió en 16 tipos de coberturas, siendo la de mayor área la cobertura de Pastos limpios con 1361,57 ha, seguida de Mosaico de pastos y cultivos con 961,5 ha, luego esta Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales con 915 ha, continuando con Plantación forestal con 762 ha, Herbazal denso de tierra firme no arbolado con 509, 66 ha, Herbazal denso de tierra firme con arbustos 406, 71 ha y Arbustal abierto con 379, 88 Ha.

En base en las coberturas encontradas y teniendo en cuenta que no se encuentran individuos que cumplan con la altura y el CAP en la mayoría de las coberturas, se procedió a caracterizar los individuos presentes a lo largo de toda la quebrada, encontrado en algunas zonas especies de vegetación introducida, sin embargo, estas especies no son tenidas en cuenta para la delimitación de H.

Para la cobertura de Arbustal abierto se realizaron parcelas de 10x 10m^2 y para Arbustal denso (Ad) y de 20 x10m^2.

“Los estudios de la vegetación de un bosque en particular implican ir más allá de un inventario, ya que conocer la composición florística, estructura y endemismo permiten medir la diversidad e interpretar el estado real de conservación de la flora de un sector determinado, esta información permite conocer cómo funcionan los bosques y otros tipos de cobertura vegetal y se constituye en una herramienta para planificar y ejecutar su manejo (Aguirre et al., 2017)” (Ortega, 2021, pág. 35).

- Fase de oficina

En fase de Oficina se procede a determinar cada especie lo más exacto posible empleando claves taxonómicas, o por comparación con ejemplares depositados en las diferentes

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

colecciones de herbarios del país. Una vez se obtuvo la lista final de especies y se verifico grado de amenaza según la Resolución 1912 de 2017[2] y los Apéndices del CITES 2010, Libro Rojo de Flora, se usaron las bases de datos oficiales otorgadas por el SIB (Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia) y la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

"Con los resultados del inventario se calcula el Índice de Valor de Importancia (IVI) como indicador de la importancia fitosociológica de una especie dentro de un ecosistema forestal. Para su cálculo se utilizó el método desarrollado por Finol (1971) el cual evalúa un índice de importancia de cada especie y aporta elementos cuantitativos fundamentales en el análisis ecológico, como la densidad y la biomasa (por especie y por parcela). Esta última, un elemento básico para interpretar la productividad de un sitio, la cual depende en gran medida del bioclima y de los recursos edáficos." Tomado (MINAMBIENTE , 2018, pág. 114) El índice se calcula mediante la Ecuación:

IVI= AR + DR + FR

Donde:

AR: Abundancia Relativa
DR: Dominancia Relativa
FR: Frecuencia Relativa

Nota: El IVI se calcula para árboles con diámetro mayor a 10 cm y altura superior a 3 m.

- Abundancia Relativa (ARi)

$$Ai=\left(\frac{ni}{N}\right)x100 \qquad \rightarrow ARi=\left(\frac{Ai}{\Sigma i=1\ldots n\ A}\right)X100$$

Dónde: A_i= Abundancia absoluta de la especie *i*; n_i= Número de individuos de la especie *i*; *N*= Número total de individuos; Σ A_i= Sumatoria del número de individuos totales de la muestra *i*.

- Dominancia Relativa (D_{Ri})

$$Di=\left(\frac{Si}{S}\right)x100 \qquad \rightarrow \qquad DRi=\left(\frac{Di}{\Sigma i=1\ldots nDi}\right)x\ 100$$

Dónde: D_i= Dominancia absoluta de la especie *i*; *S*= Área basal en m^2 de la especie *i* (m^2); S = Área basal de todas las especies (m^2).

[2] Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones".

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Frecuencia Relativa (F_{Ri})

$$Fi=\frac{fi}{Ft}x100 \quad \rightarrow \quad FRi = \frac{Fi}{\Sigma i=1...n\ Fi} x100$$

Dónde: *fi* = Frecuencia absoluta de la especie *i*;
Fi = Número de parcelas en las que aparece la especie *i*;
Ft = Número total de parcelas.

"De acuerdo con los resultados del índice, se identifican las tres (3) especies con mayor IVI y se procede al cálculo del promedio de la altura media de estas especies, lo cual conforma el parámetro estructural H." Tomado de (MINAMBIENTE , 2018, págs. 113-115)

6.3.1.3 Caracterización de Fauna

En cada una de las coberturas de vegetación identificadas, se llevaron a cabo recorridos de observación, enfatizando la búsqueda de madrigueras, cuevas, nidos, huellas, heces, pieles o mudas de piel, restos óseos, entre otros indicios de la presencia de animales en el área de estudio.

En la medida que la observación directa es difícil, la búsqueda de estos rastros, señales e indicios son buen criterio para detectar diferentes tipos de grupos de fauna, Fotografía 38. Los recorridos de observación por cada una de las coberturas vegetales seleccionadas se definieron en función del tiempo de actividad de cada uno de los grupos faunísticos seleccionados, teniendo en cuenta los picos de actividad.



Fotografía 38. Búsqueda de fauna

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsultjc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.3.1.4 Técnicas de registro por grupo faunístico

En las jornadas de campo se realizaron recorridos en las zonas en función de los puntos de muestreo predefinidos y la cobertura vegetal correspondiente. Durante los días de muestreo se llevaron a cabo itinerarios de observación de la fauna silvestre en jornadas diurnas, teniendo en cuenta los aspectos más relevantes de cada grupo faunístico:

- Anfibios y reptiles

"Con el fin de registrar el mayor número de especies de anfibios y reptiles dentro del área del proyecto, se utilizó el método búsqueda libre por encuentros visuales Dicho método consiste en inspeccionar los hábitats potenciales donde se puedan encontrar individuos de los dos grupos (cuerpos de agua, bajo troncos y rocas, hojarasca y en la vegetación)". Tomado de (Angulo et al, 2006, pág. 137)

- Aves

La avifauna presente en el área de estudio se caracterizó a partir registros por observación y/o cantos.

Método de Observación: Metodología según (Villarreal H. et al., 2006, pág. 95). Según esta metodología se realizaron transectos de observación visual y registros auditivos que abarcaron las unidades de cobertura vegetal presentes en el área de estudio, Fotografía 39. En los transectos se fueron registrando los individuos observados o escuchados, los individuos fueron fotografiados para posteriormente confirmar su determinación. La hora del desarrollo de los transectos se realizó de 6:30 hasta las 10:30 y entre las 14:30 a las 16:00, esto con el fin de captar la mayor actividad de aves.



Fotografía 39. Método de observación

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Mamíferos

"Los modelos de distancia son uno de los métodos más ampliamente utilizados para estimar la densidad y abundancia de poblaciones de fauna silvestre, principalmente aves y mamíferos (Buckland et al., 1993; Buckland, 2006; Buckland et al., 2010), debido a que es un método fácil, económico y estadísticamente robusto (Thomas et al., 2002; Silveira et al., 2003). El término muestreo de distancias fue introducido por Buckland et al. (1993). Estos muestreos se basan en un conjunto de métodos que incluyen el muestreo en transectos en línea y muestreos en puntos, en los que se estima la densidad o la abundancia de los animales a partir de una muestra de distancias de individuos detectados (Buckland et al., 2015)" Tomado de (Narváez, V. & G. Zapata-Ríos., 2020, pág. 7)

Para la evaluación de la mastofauna se realizaron transectos de ancho fijos. los transectos de observación contaron con una longitud variable entre 0.8 a 1 km para la detección de mamíferos terrestres y arborícolas. En estos recorridos se buscó evidencia directa de la presencia de mamíferos en las diferentes coberturas vegetales presentes en cada uno de los sitios muestreados; así mismo, se realizó la búsqueda de madrigueras, huellas, heces, comederos, cráneos, y otros rastros que permitieran determinar de forma indirecta la presencia de mamíferos en la zona.

6.3.2 Resultados

6.3.2.1 Climatología

Con el fin de establecer las condiciones climáticas de la zona, se utilizó la información correspondiente a la red meteorológica del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), ubicando las estaciones más próximas al área de estudio, que puedan describir cada una de las variables climatológicas. ver Tabla 40.

Tabla 40. Estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis climatológico del municipio de Paipa

Estación	Municipio	Norte	Este
El Cerezo [24030510]	Paipa	5,69930556	-73,07175
La Copa [24035040]	Toca	5,57919444	-73,208777
La Sierra- Aut [24025030]	Paipa	5,96389	-73,163891
Palermo [24010870]	Paipa	5,899528	-73,196194
Surbata Bonza [24035430]	Duitama	5,8024444	-73,0744722
Tunguavita – Aut. [24035430]	Paipa	5,745917	-73,116361
Aeropuerto lleras [24035340]	Sogamoso	5,6769444	-72,9679166

Fuente: IDEAM adaptado por: EL ESTUDIO, 2023.

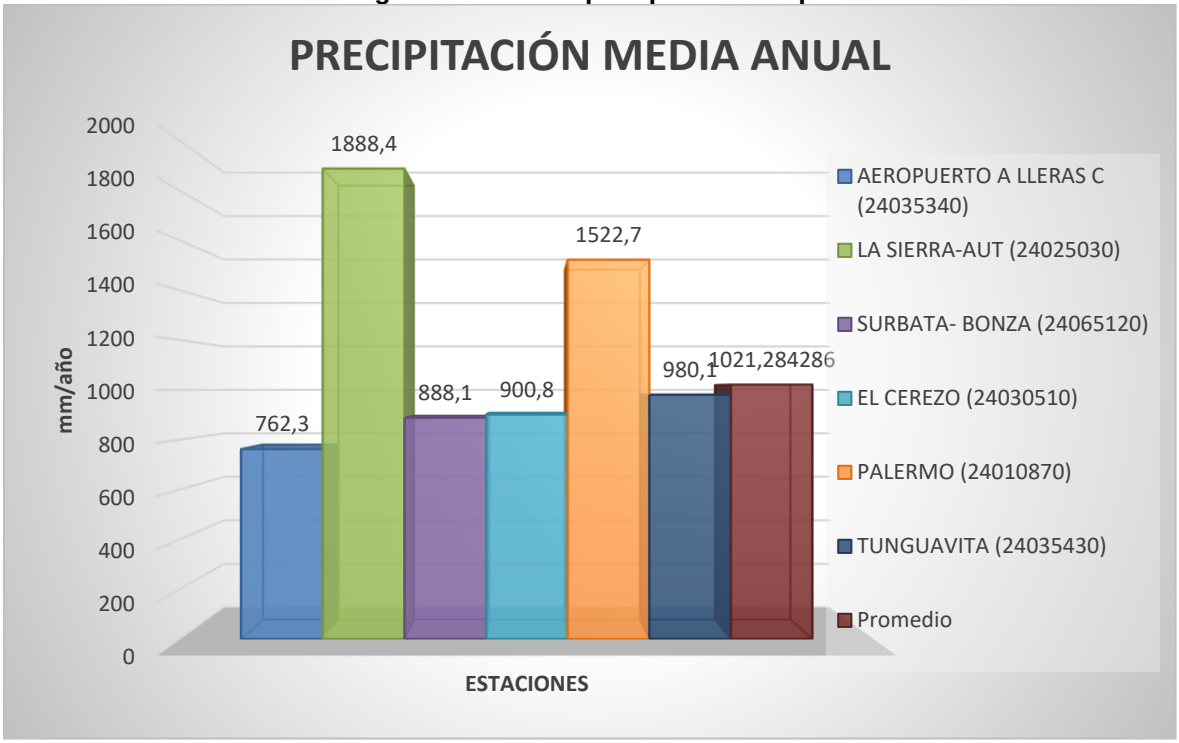
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

6.3.2.1.1 Precipitación

“Para el período de tiempo comprendido entre los años 1990-2020, la precipitación media anual para el municipio es de 1157,08mm, mientras que el promedio mensual multianual es de 96,4 mm. a nivel mensual, la precipitación presenta un régimen bimodal, con picos marcados en los meses de abril y octubre, siendo abril el mes de mayor precipitación con 163,4 mm de precipitación promedio. De forma análoga la época seca de acuerdo con el comportamiento de la precipitación predomina en los meses de enero y agosto, siendo enero el mes de mayor estiaje con 51,4 mm de precipitación media mensual total multianual”. (ALCALDÍA DE PAIPA, 2022, pág. 64)

Dentro de las estaciones analizadas tenemos que la estación de la sierra es la que mayor precipitación presenta con 1888,4 mm/año, con el mayor valor en el mes de abril con 257,4 mm/mensual y el valor menor para la estación de Surbata con 22,4 mm/mensual para el mes de enero.

Figura 83. Gráfico precipitación Paipa

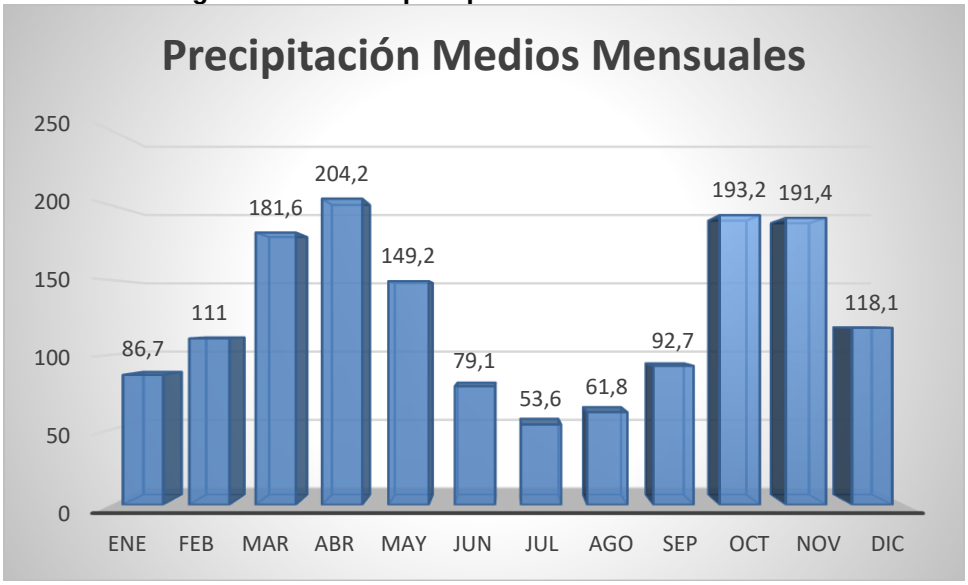


Fuente: EL ESTUDIO, 2023

En términos generales el municipio presenta en su microclima un comportamiento bimodal, con un periodo de concentración de aproximadamente tres meses de duración, siendo los meses más lluviosos marzo, abril, octubre y noviembre con valores medios de 181,6 mm, 204,2mm, 193,2mm, y 191,4mm respectivamente. Ver Figura 84.

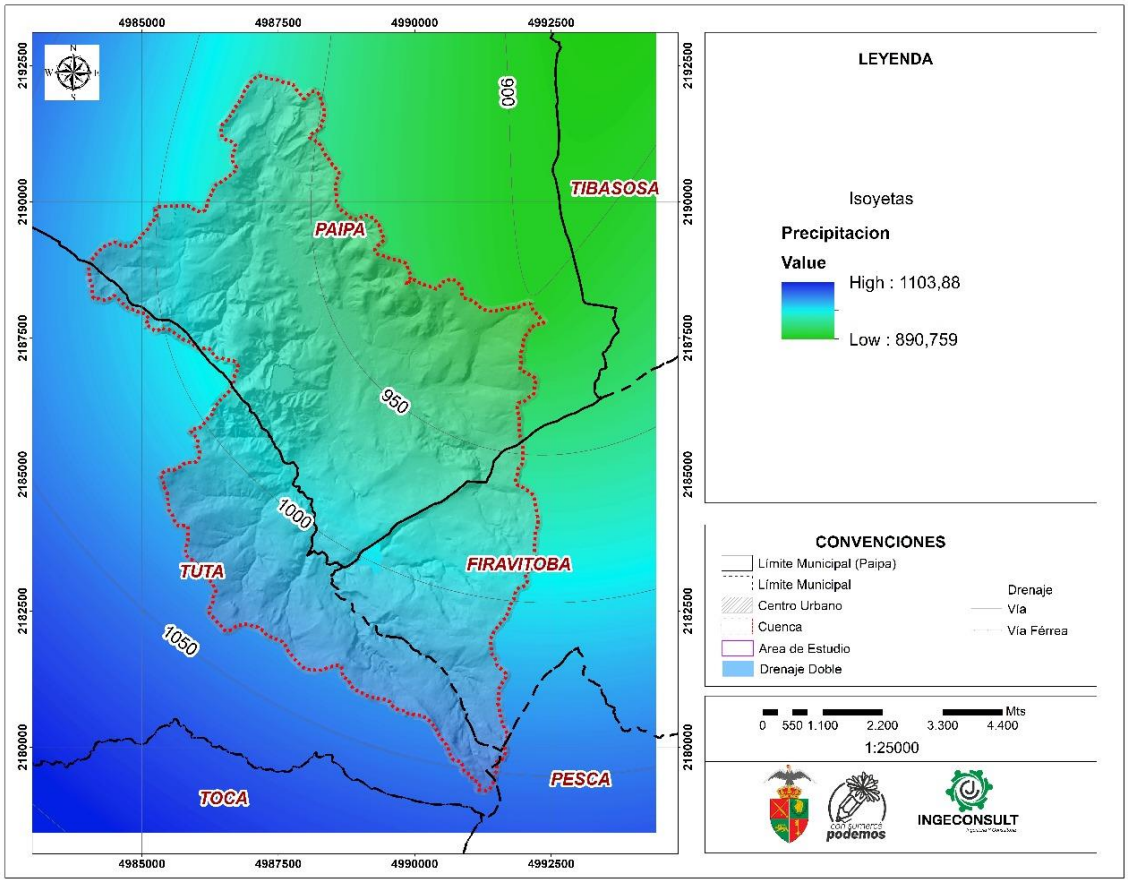
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 84. Gráfico precipitación Estación Palermo



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Figura 85. Distribución espacial de la precipitación media anual



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

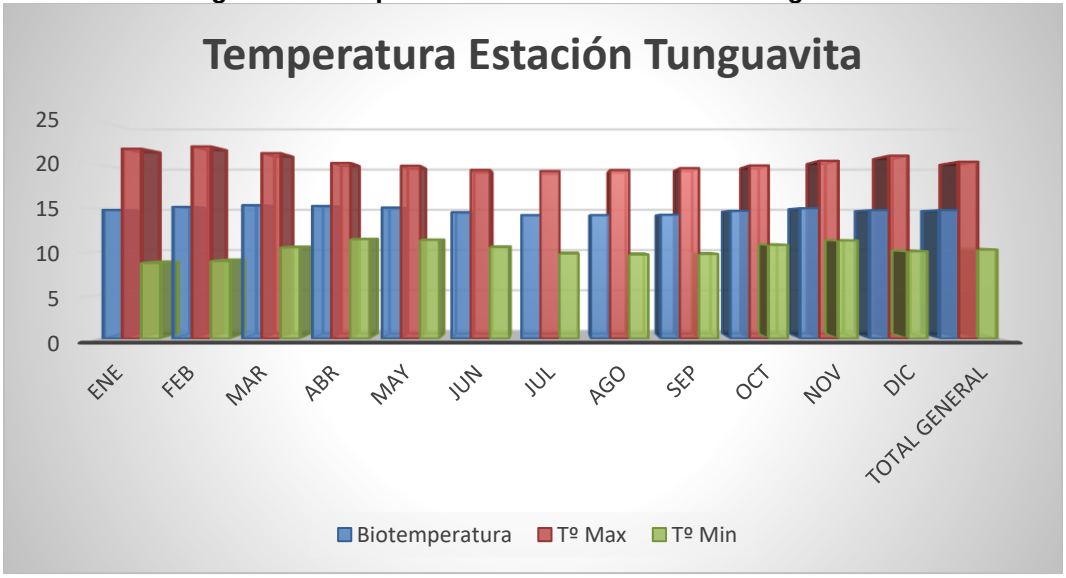
La Figura 85, muestra la distribución espacial de la precipitación media anual de lluvias dentro del área, comprende la cuenca de la quebrada Honda; Allí se puede observar que la distribución espacial de la precipitación aumenta desde de Sur a norte y de Oeste a Este, en la parte Sur Oeste se evidencian los picos más altos de precipitación media Anual, alcanzando rangos entre los 1000 y 1050 mm/año; en cuanto a la zona Noreste, el rango de precipitación fue el más alto con un valor 950 mm/año.

6.3.2.1.2 Temperatura

La temperatura media mensual multianual es de 13,9 °C, siendo abril y marzo los meses más calurosos del año con una media de más de 14.3°C, mientras que julio, agosto y septiembre corresponden a los meses que presenta las temperaturas más bajas con una media de 13.4 y 13.5 °C. (ALCALDÍA DE PAIPA, 2022, pág. 76).

Se observa en la Estación de Tunguavita, una temperatura constante donde el mayor valor es de 20,33ºC y la temperatura mínima es de 10,24ºc como se observa en la Figura 86.

Figura 86. Temperatura Promedio Estación Tunguavita



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

En la Tabla 41 y Figura 87, se presentan las temperaturas Máximas y Mínimas de las estaciones analizadas, donde se observa que la estación con mayor temperatura es La Sierra con 22,36ºC y la de menor temperatura es la estación de la copa con 7,12ºC.

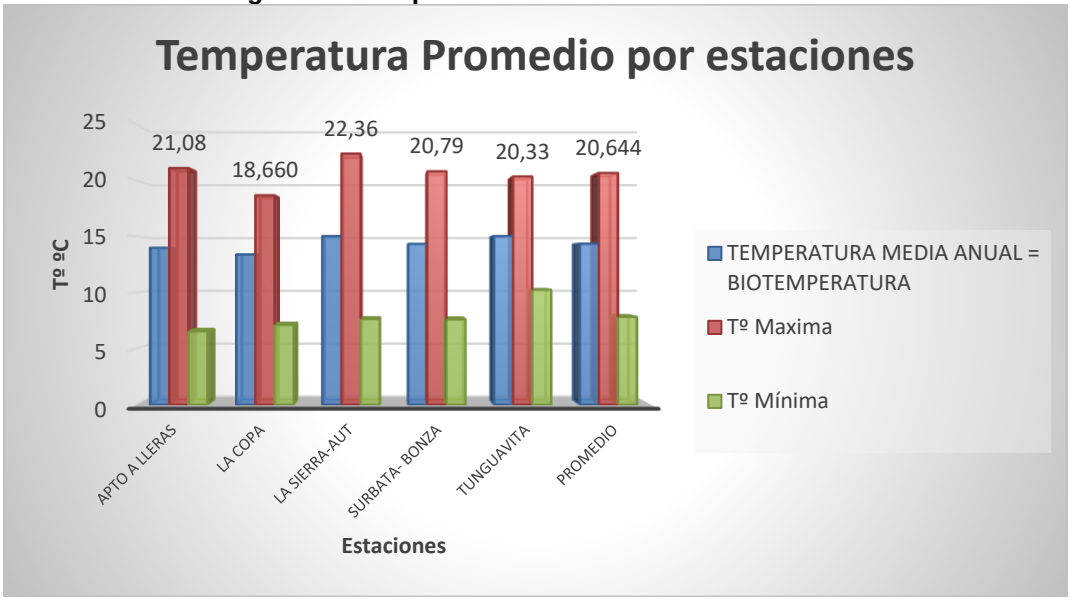
Tabla 41. Temperaturas máximas y mínimas mensual promedios anuales por estación.

Estación	T° Max	T° Min
La Copa [24035040]	18,66	7,12
La Sierra- Aut [24025030]	22,36	7,63
Surbata Bonza [24035430]	20,79	7,60
Tunguavita – Aut. [24035430]	20,33	10,24
Aeropuerto lleras [24035340]	21,08	6,55

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

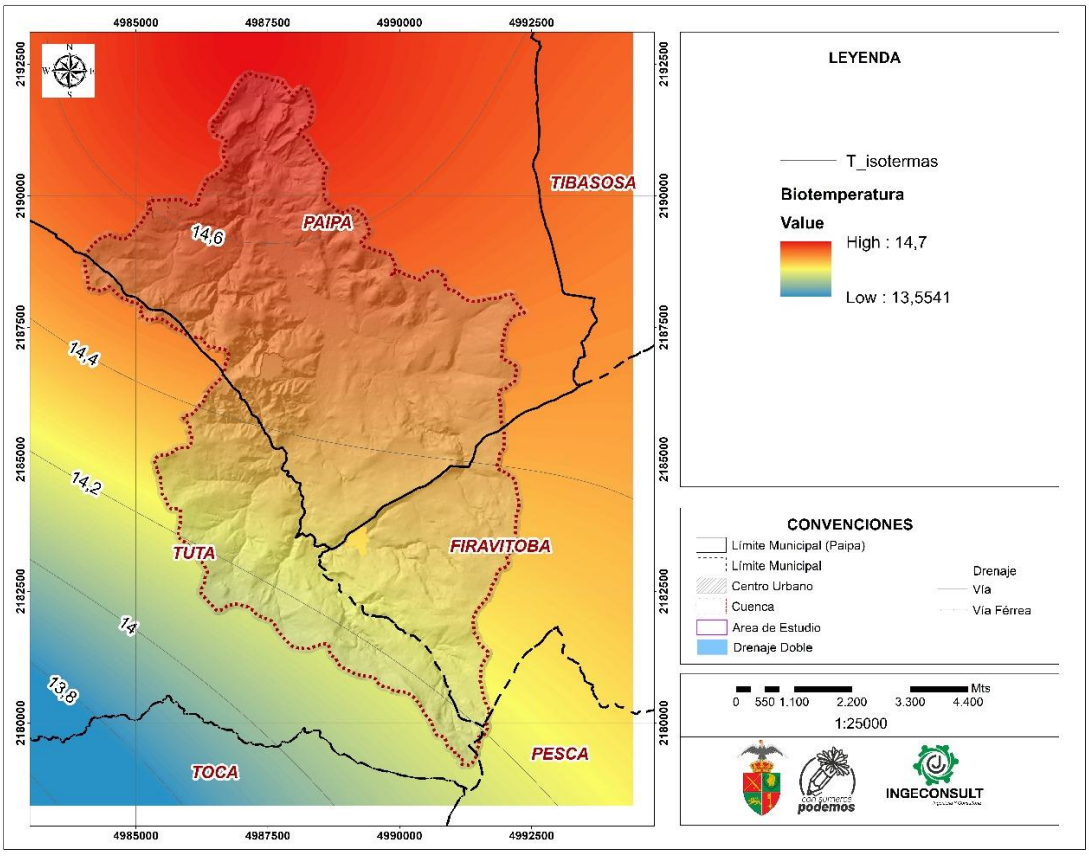
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 87. Temperatura Promedio Por Estaciones



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Figura 88. Distribución espacial de la temperatura media anual



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

La Figura 88, muestra la distribución espacial de la temperatura media anual, dentro del área que comprende la cuenca de la Quebrada Honda, se puede observar que la distribución espacial de la temperatura, aumenta de Sur a Norte; en el Norte se evidencia la mayor temperatura con 14,6 ºC, de temperatura media Anual, y las temperaturas más bajas se observan en la parte Sur con 13,8ºC.,

6.3.2.1.3 Evapotranspiración

Para el ítem de evapotranspiración se obtuvo por el método Thornthwaite. Este método se basa en datos de temperatura media mensual expresada en la fórmula:

$$Ep = 1{,}6(10t/I)^{a}$$

siendo:
Ep = evapotranspiración potencial (mm/mes)
t = temperatura media mensual.
I = índice de calor anual, el cual se calcula a partir de las temperaturas medias de los doce meses.
a = coeficiente experimental de ajuste parámetro dependiente de I.
$I = (t_i/5)^{1{,}514}$ = 46,553
$a = 0{,}492 + (0{,}01792)\mathrm{I} - (0{,}0000771)I^2 + (0{,}000000675)I^3$ = 1,2263

Como resultado se obtuvo la evapotranspiración potencial así:

Tabla 42. Evapotranspiración Potencial por estación.

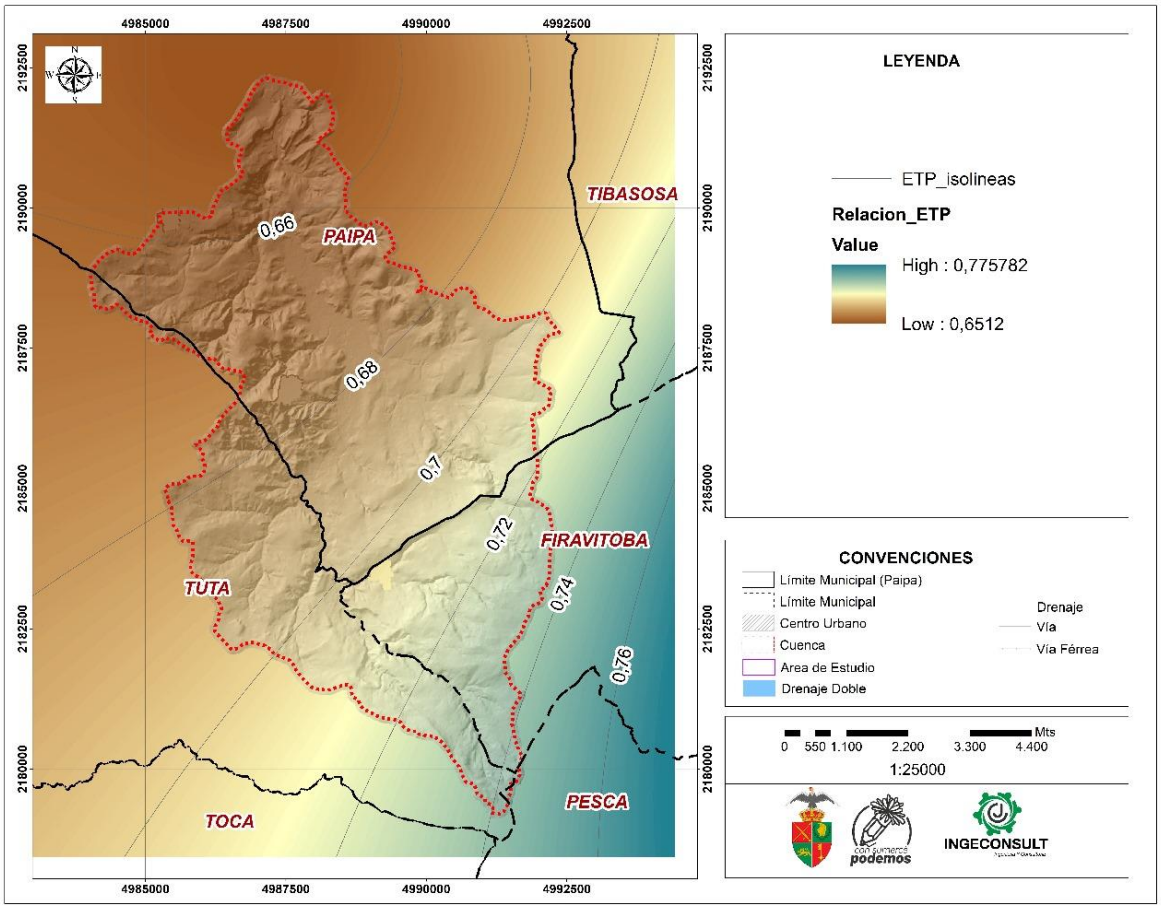
Estación	T° Promedio	ETP
La Copa [24035040]	13,396	797,16
La Sierra- Aut [24025030]	12,4	535,21
Surbata Bonza [24035430]	14,7	631,60
Tunguavita – Aut. [24035430]	14,7	638,32
Aeropuerto lleras [24035340]	14,5	681,12

Fuente: Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Teniendo en cuenta la Evapotranspiración potencial y la precipitación llegamos a la Evapotranspiración para las zonas de vida, donde se muestra que es mayor en la zona Norte, debido a mayor temperatura en esa zona y en la parte Noreste se observa el valor menor de 0,76 que es la zona con menor temperatura, como se observa en la

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 89. Distribución espacial de la Evapotranspiración media anual



Fuente: Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.3.2.2 Zonas de Vida

Una zona de vida según (Holdridge, 1987, págs. 1-2) “es la asociación que debe concebirse como una unidad natural en la cual la vegetación, la actividad animal, el clima, la fisiografía, la formación geológica y el suelo, están todos interrelacionados en una combinación reconocida y única, que tiene un aspecto o fisonomía típica”.

Basados en el Sistema de clasificación de Holdridge, en donde la fisionomía o apariencia de la vegetación, genera bases de clasificación más allá de la composición florística, se cuenta con tres parámetros generales que determinan las diferentes zonas de vida: la biotemperatura, la precipitación anual en mm, y la evapotranspiración potencial.

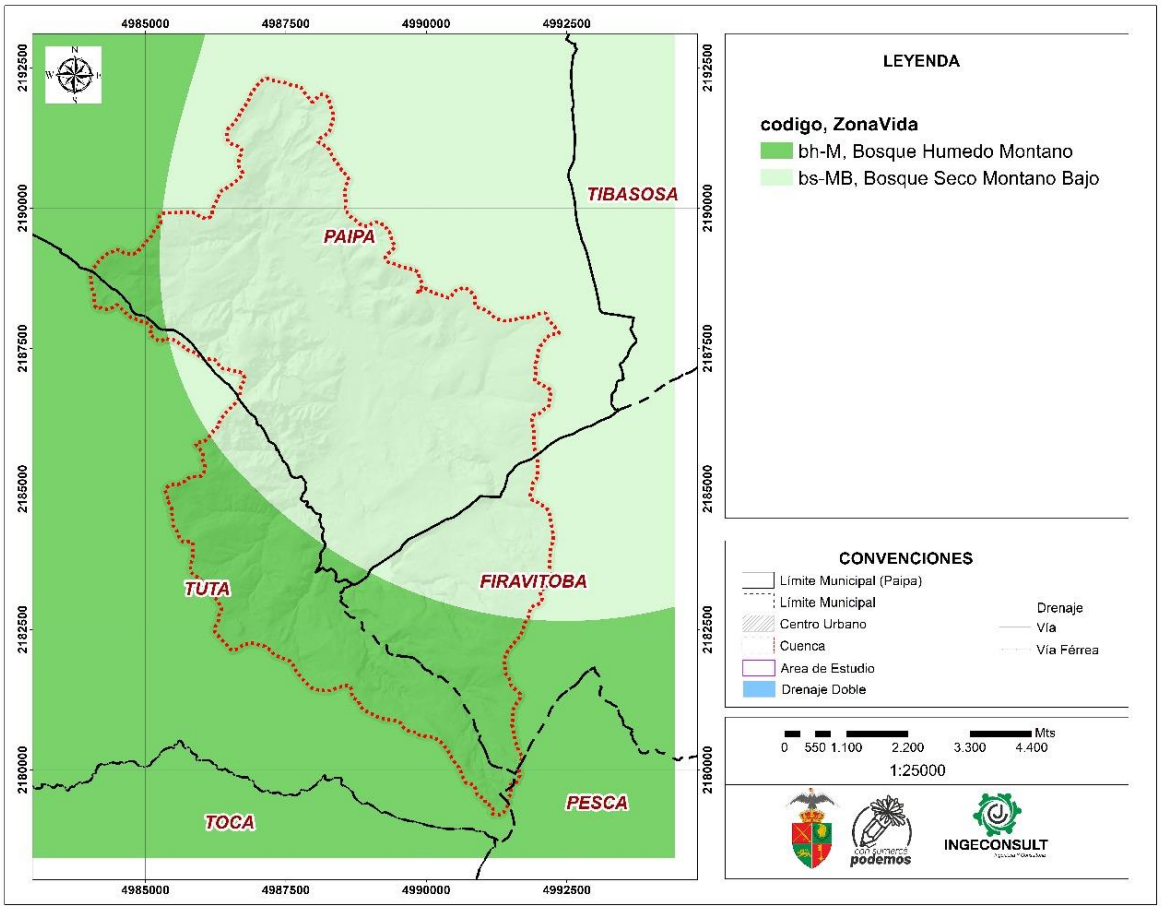
Para determinar las zonas de vida en el área de estudio, se empleó la metodología (Holdridge, 1987) empleando información de las Bases meteorológicas del IDEAM cercanas al municipio de Paipa, Ver Tabla 40. Para la zona de estudio se obtuvo dos zonas de vida para la quebrada Honda que corresponde a Bosque seco montano bajo (bs-MB) y Bosque Húmedo Montano (bh-M). Ver Figura 90.

Tabla 43 Resumen de datos climatológicos para las zonas de vida

Estaciones	Precipitación Media Anual (Mm/Año)	Temperatura Media Anual = Biotemperatura	Evapotranspiración Potencial	Etp/Pma
AEROPUERTO A LLERAS C (24035340)	762,3	14,5	681,12	0,89350458
LA COPA (24035040)	206,59	13,396	797,16	
LA SIERRA-AUT (24025030)	1888,4	12,4	535,21	0,28341961
SURBATA- BONZA (24065120)	888,1	14,7	631,60	0,71117653
EL CEREZO (24030510)	900,8			0
PALERMO (24010870)	1522,7			0
TUNGUAVITA (24035430)	980,1	14,7	638,32	0,65128048
Promedio	1021,28429	13,9392653	656,680732	0,50787624

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Figura 90. Zonas de vida para el municipio de Paipa



Fuente: Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Una zona de vida según (Holdridge, 1987, págs. 1-2) “es la asociación que debe concebirse como una unidad natural en la cual la vegetación, la actividad animal, el clima, la fisiografía, la formación geológica y el suelo, están todos interrelacionados en una combinación reconocida y única, que tiene un aspecto o fisonomía típica”.

Basados en el Sistema de clasificación de Holdridge, en donde la fisionomía o apariencia de la vegetación, genera bases de clasificación más allá de la composición florística, se cuenta con tres parámetros generales que determinan las diferentes zonas de vida: la biotemperatura, la precipitación anual en mm, y la evapotranspiración potencial.

Para la zona de estudio y teniendo en cuenta la información climatológica obtenida de las estaciones meteorológicas del IDEAM; se obtuvo dos zonas de vida para la quebrada Honda que corresponde a Bosque seco montano bajo (bs-MB) y Bosque Húmedo Montano (bh-M). Ver Figura 90.

6.3.2.2.1 Bosque Seco montano Bajo (bs-MB)

“En general esta formación tiene como limites climáticos una biotemperatura media entre 12 y 18 °C aproximadamente, un promedio anual de lluvias de 500 a 1000 mm y pertenece a la Provincia de Humedad Subhúmedo. Se halla más o menos de 2000 a 3000 m. de altitud con algunas variaciones locales. Las temperaturas en el día son templadas para enfriarse un poco el ambiente durante la noche. En épocas de sequía ecológica estas oscilaciones de temperatura dan lugar a la presencia de Heladas y Escarchas cuya aparición produce devastadores efectos en los cultivos”. (Corporacion autonoma regional de cundinamarca (CAR), 1996, pág. 24)

En la formación bosque seco Montano Bajo (bs-MB) según (Espinal y Montenegro (1963) citado en (Corporacion autonoma regional de cundinamarca (CAR), 1996)), describe que en la actualidad, quedan muy pocos árboles y arbustos de la cobertura nativa de esta zona de vida, algunas especies comunes en esta formación son: *Baccharis sp*. (Chilco), *Barnadesia espinosa* (Espino), *Croton sp*. (Drago), *Cordia acuta* (Salvio), *Duranta mutisii* (Espino) *Escallonia sp*. (Tibar), Smallanthus pyramidalis (Arboloco), *Oreopanax sp*. (Mano de oso).

Para estas zonas de vida se observa que la intervención humana y el desarrollo agrícola ha modificado profundamente en Colombia la cobertura de bosque seco Montano Bajo (bs-MB), la vegetación nativa de estos bosques para la zona de estudio ha sido alterada, posiblemente muchas especies nativas locales ya desaparecieron de la región y solo se presentan algunos parches de vegetación aislados, y algunas especies representativas de esta zona de vida; como se puede observar a lo largo de toda la quebrada es muy poca la vegetación, tanto que no se encuentra un borde de protección y la comunidad instaló cerca para evitar el paso del ganado a la quebrada. .

6.3.2.2.2 Bosque Húmedo Montano (bh-M)

“El bosque húmedo Montano (bh-M) tiene como limites climáticos una biotemperatura media de 6 a 12ºC., y un promedio anual de lluvias de 500 a 1000 mm y pertenece a la Provincia de Húmedo.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Se inicia a los 3000 m.s.n.m. con variaciones de acuerdo a condiciones locales, y a pesar de contar con poca, lluvia anual, el clima es húmedo, debido a que la baja temperatura determina poca evapotranspiración y puede así crearse un ambiente de moderada humedad. Las oscilaciones de temperatura son grandes entre el día y la noche y la temperatura desciende en ocasiones a menos de 0ºC., originándose entonces las heladas que afectan los cultivos agrícolas y forestales." (Corporacion autonoma regional de cundinamarca (CAR), 1996, pág. 25)

6.3.2.3 Coberturas vegetales

Para la clasificación de las coberturas terrestres se utilizó la metodología Corine Land Cover –CLC- la cual ha sido adaptada para Colombia por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM-, (2010), además de la revisión de la información secundaria, fotointerpretación basada en fotografías aéreas, ortofotomosaicos y Google Earth. Para la cuenca quebrada Honda se encuentran diferentes tipos de coberturas, que determinan a grandes rasgos las características estructurales, de composición de la flora y uso del suelo presente en el área, a continuación, se muestran las coberturas y la proporción en hectáreas que ocupa en la zona de estudio. Ver Tabla 44

Tabla 44. Coberturas y Proporción en Hectáreas para Quebrada Honda

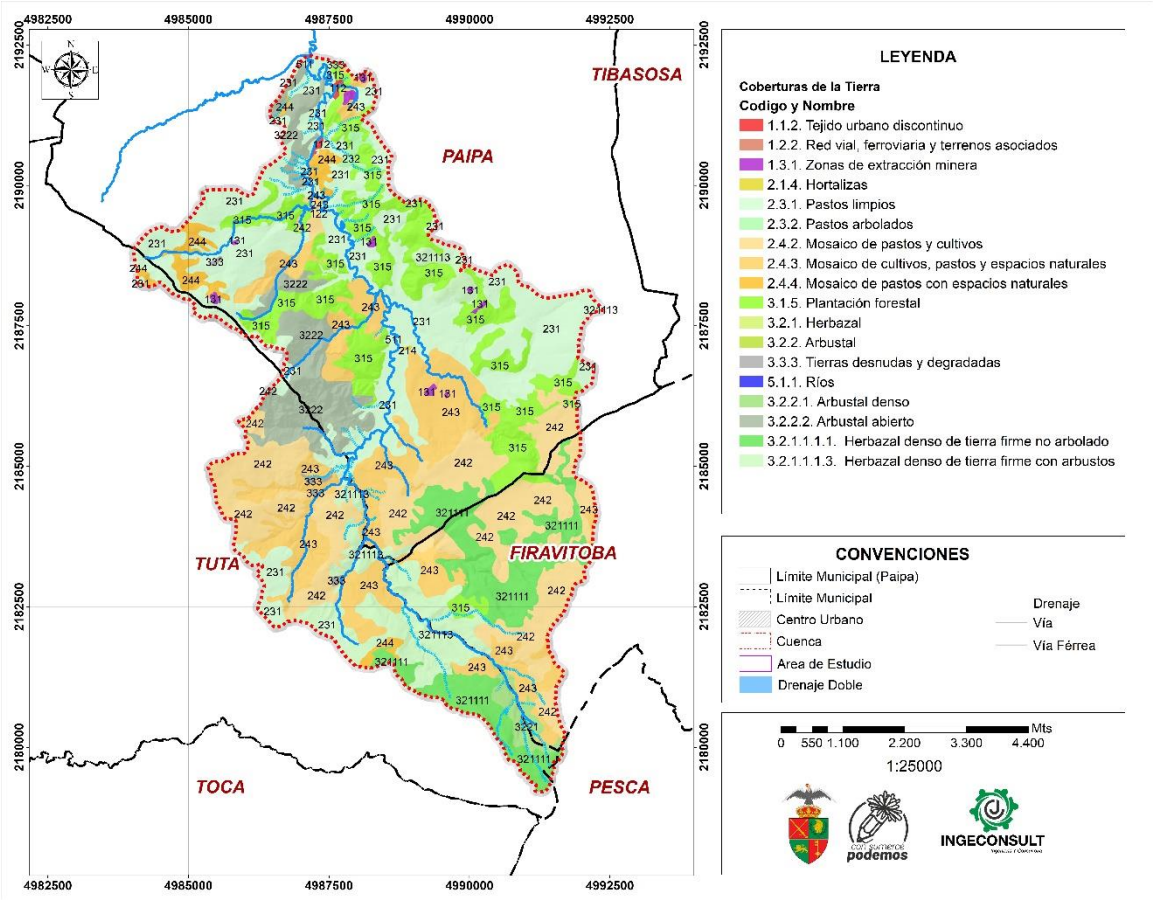
CUENCA	COBERT_CLC	Área_Ha
Cuenca Q Honda	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	6,280195
	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1,786445
	1.3.1. Zonas de extracción minera	19,49818
	2.1.4. Hortalizas	0,773525
	2.3.1. Pastos limpios	1361,037307
	2.3.2 Pastos arbolados	16,686537
	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	961,560204
	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	915,518282
	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	107,183221
	3.1.5. Plantación forestal	762,32037
	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	12,069752
	5.1.1. Ríos y Quebradas	4,237619
	3.2.2.1. Arbustal denso	70,66637
	3.2.2.2. Arbustal abierto	379,884927
	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	509,663003
	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	406,711199

Fuente: Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

A continuación, describen las diferentes coberturas identificadas, para la cuenca quebrada Honda; basados en la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia ver Figura 91.

Figura 91. Mapa de coberturas para la cuenca quebrada Honda, municipio de Paipa



Fuente: Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.3.2.3.1 Territorios artificiados (1)

- Tejido urbano discontinuo 1.1.2

"Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación" (IDEAM , 2010, pág. 14), para la zona de estudio Quebrada Honda equivale a 6,28 (Ha). Ver Fotografía 40.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

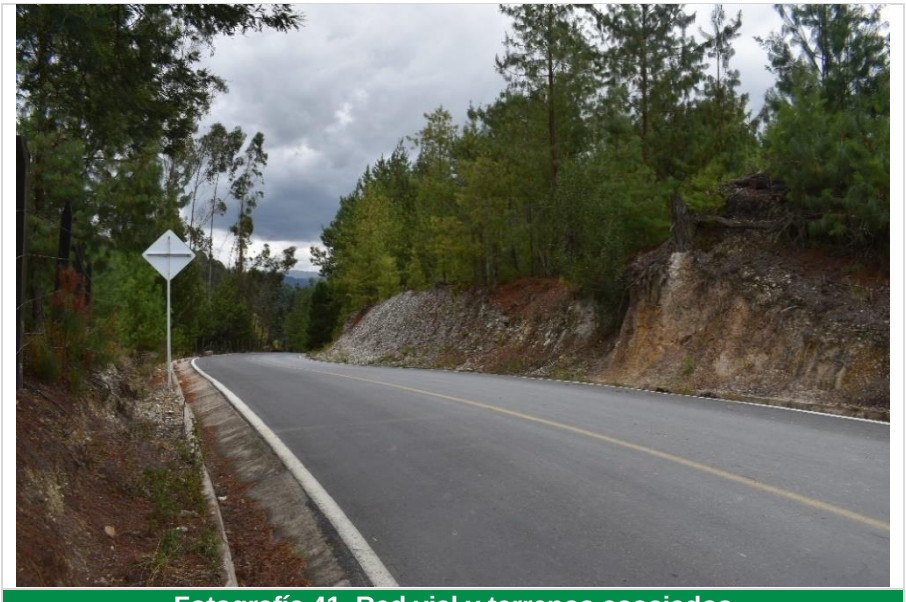


Fotografía 40.Tejido Urbano Discontinuo

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

- Red vial y terrenos asociados 1.2.2.

"Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, tales como carreteras, autopistas y puentes, así como las áreas asociadas como peajes, zonas verdes y zonas de estacionamiento" (IDEAM , 2010, pág. 16). esta cobertura para la zona de estudio ocupa un área de 1,79 (Ha) Se evidencia lateralmente a lo largo de la quebrada ya que son vías que conducen a predios, veredas y otros municipios. Ver Fotografía 41.



Fotografía 41. Red vial y terrenos asociados

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Zonas de extracción 1.3.1.

"Son áreas dedicadas a la extracción de materiales minerales a cielo abierto (IDEAM , 2010, pág. 17). Ocupa un área de 19,4 ha de las coberturas presentes en el área del proyecto.

6.3.2.3.2 Territorios agrícolas (2)

- Hortalizas 2.1.4.

"Cobertura terrestre de manejo intensivo caracterizada por ser un conjunto de plantas herbáceas, cultivadas generalmente en huertas, que se consumen como alimento humano. Se hace en pequeñas extensiones, dándole el máximo de cuidados y manteniendo el suelo constantemente ocupado" (IDEAM , 2010, pág. 23). Ocupa un área de 1,25 ha de las coberturas presentes en el área del proyecto.

- Pastos limpios 2.3.1

"Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas" (IDEAM , 2010, pág. 33). para la Quebrada Honda equivale a 1361,03 (Ha) de la zona de estudio, se evidencia esta cobertura a lo largo de toda a quebrada tanto al margen derecho como al izquierdo. Fotografía 42.



Fotografía 42. Pastos limpios

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Pastos arbolados 2.3.2.

“Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad de pastos” (IDEAM , 2010, pág. 34). Ocupa un área de 16,68 ha de las coberturas del proyecto y se observan a lado y lado de toda la quebrada. Fotografía 43



Fotografía 43. Pastos arbolados

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

- Mosaico de pastos y cultivos 2.4.2

“Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual”. (IDEAM , 2010, pág. 36). para la zona de estudio equivale a 961,5 (Ha), esta se evidencia en la cuenca de la quebrada. Ver Fotografía 44.

- Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 2.4.3

“Comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas.” (IDEAM , 2010, pág. 36), para la zona de estudio equivale a 915,518 (Ha). Ver Fotografía 45.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 44. Mosaico de pastos y cultivos

Fuente: EL ESTUDIO, 2023



Fotografía 45. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

- Mosaico de pastos con espacios naturales 2.4.4.

“Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

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 y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.” (IDEAM , 2010, pág. 37) . Corresponde a 107,18 ha de las coberturas del área. Ver Fotografía 46.



Fotografía 46. Mosaico de pastos con espacios naturales

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.3.2.3.3 Bosques y áreas seminaturales (3)

- Plantación forestal 3.1.5

“Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras)”. (IDEAM , 2010, pág. 46) en la zona de estudio ocupa un área de 762,32 (Ha), de las coberturas, de las coberturas del área, se observa en la parte alta de las montañas alrededor de la quebrada. Ver Fotografía 47.

- Tierras desnudas y degradadas 3.3.3

“Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas. Se incluyen las áreas donde se presentan tierras salinizadas, en proceso de desertificación o con intensos procesos de erosión que pueden llegar hasta la formación de cárcavas” (IDEAM , 2010, pág. 57). Esta cobertura ocupa un área de 12,06 ha del área del proyecto.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 47. Plantación Forestal

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

- Arbustal denso 3.2.2.1

"Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, el cual representa más de 70% del área total de la unidad. La unidad puede contener elementos arbóreos dispersos" (IDEAM , 2010, pág. 53). Ocupa un área de 70,6 (Ha). Ver Fotografía 48.



Fotografía 48. Arbustal denso.

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Arbustal abierto 3.2.2.2.

"Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo y cuya cubierta representa entre 30% y 70% del área total de la unidad" (IDEAM , 2010, pág. 53) Ocupa un área de 379,88 (Ha). Ver Fotografía 49.



Fotografía 49. Arbustal abierto

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

- Herbazal denso de tierra firme no arbolado 3.2.1.1.1.1.

Corresponde a aquellas superficies dominadas por vegetación natural herbácea de porte bajo con una cobertura mayor a 70% del área total de la unidad, donde no existe presencia de elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos, o en caso de existir, en ningún caso superan el 2%. (IDEAM , 2010, pág. 49), Ocupa un área de 509,66 ha de las coberturas. Ver Fotografía 50.

- Herbazal denso de tierra firme con arbustos 3.2.1.1.1.3.

"Corresponde a una cobertura natural constituida por un herbazal denso, el cual se desarrolla en áreas que no están sujetas a períodos de inundaciones, las cuales pueden presentar o no elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos". (IDEAM , 2010, pág. 48) en la zona de estudio ocupa un área de 35.19 (Ha), esta cobertura se presenta en la parte alta de la quebrada, en la ladera de la montaña. Ver Fotografía 51.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 50. Herbazal bajo de tierra firme no arbolado

Fuente: EL ESTUDIO, 2023



Fotografía 51. Herbazal denso de tierra firme

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

6.3.2.3.4 Superficies de agua (5)

- Ríos y Quebradas 5.1.1.

Aguas Continentales “Son cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce (no salina), embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales.” (IDEAM , 2010, pág. 65) Ocupa un área de 4,23 Ha.



Fotografía 52. Quebrada Honda

Fuente: EL ESTUDIO, 2023



Fotografía 53. Vegetación en la quebrada

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Para el caso del área de estudio se tiene presencia de 16 tipos de coberturas dentro de 4 categorías, la mayoría se detallaron hasta el nivel tres, y algunas hasta nivel seis para las diferentes categorías encontradas. la zona de estudio Quebrada Honda presenta alguna zona con pequeños parches de vegetación nativa, sin embargo, los procesos de expansión urbana y agropecuaria, ha llevado a la perdida de coberturas vegetales de Bosque andino y bosque ripario. por eso se evidencia una gran fragmentación a lo largo de toda la quebrada, donde se evidencian coberturas de pastos, cultivos y plantaciones forestales de pino y eucalipto. ver Tabla 45.Tipos de Coberturas para la Cuenca Quebrada Honda Según Metodología Corine Land Cover –CLC-. Ver Tabla 45.

Tabla 45.Tipos de Coberturas para la Cuenca Quebrada Honda Según Metodología Corine Land Cover –CLC-

Primer Nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Cuarto nivel	Quinto Nivel	Sexto Nivel	Séptimo Nivel
	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.2. Tejido urbano discontinuo				
1. Territorios artificializados	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados				
	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1.3.1. Zonas de extracción minera				
2. Territorios agrícolas	2.1. Cultivos Transitorios	2.1.4. Hortalizas				
	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios				
		2.3.2. Pastos Arbolados				
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos				
		2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos con espacios naturales				
		2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales				
3. Bosques y áreas semi naturales	3.1 Bosques	3.1.5 Plantación Forestal				

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Primer Nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Cuarto nivel	Quinto Nivel	Sexto Nivel	Séptimo Nivel
	3.2 áreas con Vegetación herbácea y/o arbustiva		3.2.1.1. Herbazal denso		3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	
					3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	
		3.2.2 Arbustal	3.2.2.1. Arbustal denso			
			3.2.2.2. Arbustal abierto			
	3.3. áreas abiertas sin o con poca vegetación	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas				
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos y Quebradas				

Fuente: Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra – Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000, Adaptado por: EL ESTUDIO, 2023.

6.3.2.4 Estructura y composición florística

En total se muestrearon doce puntos, teniendo en cuenta las coberturas potenciales como lo son Arbustal denso y arbustal abierto, sin embargo y observando que se encontraban individuos a lo largo de la quebrada, se realizaron transectos lineales para caracterizar la vegetación, ver Tabla 46, durante los transectos se registraron datos de individuos con DAP mayor de 10 y con predominio de especies nativas. Las coberturas muestreadas fueron; arbustal denso, pastos arbolados, la cobertura de ríos, arbustal abierto y plantación forestal, sin embargo, es de resaltar que no se tomó en cuenta las especies exóticas para el análisis de H.

Como se explica en la metodología para la delimitación del componente ecosistémico, se deben caracterizar las coberturas por cada zona de vida, es por esto que para el Bosque Húmedo Montano se realizaron 3 puntos de muestreo y para el Bosque Seco Montano Bajo 9 puntos de muestreo.

Tabla 46. Coordenadas puntos de muestreo Quebrada Honda

Parcela	Cobertura	Este	Norte	Este	Norte
		Punto Inicial		Punto Final	
P1	Ríos y Quebradas	5º 40` 25,92”	73º 06`41,88”	5º 40`30,66”	73º 06`34,72”
P2	Ríos y Quebradas	5º 40` 32,19”	73º 06`34,25”	5º 40`36,87”	73º 06`31,00”
P3	Plantación Forestal	5º 41` 02,71”	73º 06`13,72”	5º 41`03.43”	73º 06`13,65”
P4	Ríos y Quebradas	5º 41` 16,46”	73º 06`12,38”	5º 41`18,23”	73º 06`11,92”

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

Parcela	Cobertura	Este	Norte	Este	Norte
		Punto Inicial		Punto Final	
P5	Ríos y Quebradas	5º 41` 32,77”	73º 06`11,45”	5º 41`34,78”	73º 06`07,34”
P6	Plantación Forestal	5º 41` 57,51”	73º 06`12,52”	5º 41`58,61”	73º 06`11,86”
P7	Pastos limpios	5º 42` 22,22”	73º 06`34,58”	5º 42`24,22”	73º 06`34,81”
P8	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5º 41` 40,68”	73º 06`41,88”		
P9	Arbustal abierto	5º 41` 23,52”	73º 06`53,02”		
P10	Arbustal denso	5º 40` 48,45”	73º 06`19,07”	5º 40`57,00”	73º 06`14,34”
P11	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	5º 38` 18,48”	73º 06`18,84”		
P12	Mosaico de pastos y cultivos	5º 40` 26.37”	73º 07`40.61”		

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

“Los inventarios de plantas por medio de parcelas o transectos estandarizados permiten obtener información sobre las características cualitativas y cuantitativas de la vegetación de un área determinada, sin necesidad de estudiarla o recorrerla en su totalidad”. (Villarreal H. et al., 2006, pág. 71). para cada individuo se tomaron datos en campo de CAP, altura total, entre otros (Ver Fotografía 54); se registraron las especies encontradas y posteriormente se realizó la determinación taxonómica de cada individuo presente en el área de Muestreo. (Ver Anexo 1.2 Caracterización ecosistémica)



Fotografía 54. Toma de datos de vegetación

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

“La composición florística trata de establecer conjuntos de especies que denotan maneras de asociarse en patrones o comunidades, dependiendo de los factores bióticos y abióticos de su entorno. El estudio de la composición florística es útil para comparar las comunidades

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

vegetales en función de la riqueza, y evidenciar aspectos de su ecología". (Velázquez, 1997, pág. 60) Para el caso del área de interés, la cuenca quebrada Honda, se observa una alta intervención agrícola, ya que alrededor de la misma predominan las oberturas de pastos y mosaico de pastos y cultivos, además de Plantaciones forestales de pino y Eucalipto.

- Información Secundaría

Para el municipio de Paipa "se reportan 669 especies, 110 especies son endémicas de Colombia (16%), reafirmando el alto valor ecosistémico del municipio. Dentro de estas se encuentran especies de alta importancia ecológica como las algunas especies de frailejón, incluyendo la especie Espeletia paipana que están en peligro crítico de extinción y es endémica del páramo de Ranchería, jurisdicción del municipio de Paipa (Diaz Granados, 2020). En la Tabla 47 se pueden observar las especies endémicas en el municipio de Paipa.

Tabla 47. especies endémicas del municipio de Paipa

Especie	Nombre común	Especie	Nombre común
Achetaria bicolor		*Halenia kalbreyeri*	
Agave cundinamarcensis	Agave	*Hesperomeles goudotiana*	Mortiño/Motemote
Ageratina aristei	Amargosos	*Hieronyma rufa*	Cuacha
Ageratina gracilis	Amargosos/Suica	*Hydrocotyle andina*	Oreja de Ratón
Anthurium lehmannii		*Hypericum bolivaricum*	Chite
Aragoa cleefii		*Hypericum goyanesii*	Chite/Guardarrocío
Aulonemia bogotensis		*Hypericum sabiniforme*	
Berberis goudotii	Espuelo/Uña de	*Lehmanniella splendens*	
Bomarea angustipetala	Cortapicos	*Lepanthes monilia*	Orquídea
Brachyotum strigosum	Zarcillejo Morado	*Magnolia arcabucoana*	Magnolia
Brunellia propinqua	Cedrillo	*Masdevallia coccinea*	Orquídea
Bucquetia glutinosa	Charne	*Masdevallia ignea*	Orquídea
Calea peruviana	Cabezona	*Masdevallia medusa*	Orquídea
Calea subcordata		*Masdevallia purpurella*	Orquídea

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Especie	Nombre común	Especie	Nombre común
Chromolaena bullata		*Miconia biappendiculata*	
Chromolaena perglabra	Jarilla	*Miconia summa*	
Clusia alata	Chagualo/Cape	*Miconia wurdackii*	
Critoniopsis glandulata		*Monnina aestuans*	Tinto/Tintillo
	Helecho		
Cyathea mettenii	Arbóreo/Palma boba	*Monnina densa*	Tinto
Diplostephium dentatum		*Monnina padifolia*	Tinto
Diplostephium phylicoides	Páramo	*(Pentacalia corymbosa)*	Guasgüín/Huashuín
Diplostephium tenuifolium		*Oligactis garcia-barrigae*	
Draba rositae		*Paepalanthus alpinus*	
Epidendrum arachnoglossum	Orquídea	*Paepalanthus columbiensis*	Cardita
Epidendrum arnoldii	Orquídea	*Palicourea eburnea*	
Epidendrum aura-usecheae	Orquídea	*Palicourea lineariflora*	Amarillo/Sacaojo
Epidendrum melinanthum	Orquídea	*Palicourea tunjaensis*	
Espeletia annemariana	Frailejón	*Palicourea vagans*	
Espeletia arbelaezii	Frailejón	*Paragynoxys uribei*	Orejo
Espeletia argentea	Frailejón	*Paramiflos glandulosus*	Frailejón galnduloso
Espeletia barclayana	Frailejón	*Paspalum hirtum*	Jurilla
Espeletia boyacensis	Frailejón	*Passiflora bicuspidata*	
Espeletia cachaluensis	Frailejón	*Passiflora formosa*	
Espeletia congestiflora	Frailejón	*Passiflora longipes*	
Espeletia incana	Frailejón Blanco	*Pentacalia paipana*	
Espeletia lopezii	Frailejón	*Pleopeltis orientalis*	Helecho
Espeletia murilloi	Frailejón	*Plutarchia coronaria*	Uvito

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Especie	Nombre común	Especie	Nombre común
Espeletia nemekenei	Frailejón	*Plutarchia guascensis*	Uvito
Espeletia paipana	Frailejón de Paipa	*Puya cryptantha*	Puya
Espeletia tunjana	Frailejón de Tunja	*Puya nitida*	Puya
Espeletiopsis garciae	Frailejón	*Puya santosii*	Puya
Espeletiopsis guacharaca	Frailejón	*Ribes bogotanum*	Grosello
Espeletiopsis jimenez-quesadae	Frailejón	*Rubus gachetensis*	Mora de Páramo
Espeletiopsis muiska	Frailejón	*Salvia bogotensis*	Salvia
Espeletiopsis pleiochasia	Frailejón	*Salvia cuatrecasana (Salvia cuatrecasasiana)*	Salvia de Cuatrecasa
Evolvulus bogotensis		*Schefflera paniculitomentosa*	Yuco
Fuchsia hirtella	fucsia	*Schefflera trianae*	Pata de Gallina
Galianthe bogotensis		*Scrobicaria ilicifolia*	Palo Blanco Chiquito
Geranium lainzii		*Siphocampylus retrorsus*	Zarcillejo
Graffenrieda uribei	Tuno	*Solanum flahaultii*	
Gunnera lozanoi	Espiga de agua	*Symplocos cundinamarcensis*	

Fuente: Modificado PBOT Paipa, 2000.

6.3.2.4.1 Resultados de la información primaria recolectada en campo

Para la zona de estudio se reportó la presencia de 570 individuos incluyendo arbustos y herbáceas, distribuidos en 19 Familias, 25 géneros y 25 especies, la familia mejor representada fue, Asteraceae con 3 especies, seguido de Poaceae también con 3 especues y Myrtaceae con 2, el resto de familias presentaron 1 especie. Al verificar el grado de amenaza para las especies según la Resolución 1912 de 2017 y los Apéndices del CITES 2010, Libro Rojo de Flora, SIB (Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia) y la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), se encontró que algunas de las especies halladas para la zona de estudio, presentaron categorías de amenaza de preocupación menor (LC).

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

En las parcelas realizadas en la quebrada Honda, se encontraron 25 especies, pertenecientes a 19 familias, en la Tabla 48 se encuentra el registro de la información por especie, como lo es nombre común, nombre científico y género; adicionalmente se registra se si se encuentra registradas las especies en algún grado de amenaza, endemismo o CITES.

Tabla 48. Especies presentes en la quebrada Honda

Genero	Especie	Nombre común	IUCN	RES-1912	Endemismo	CITES	Uso	VEDA	Forma de crecimiento
Acacia	Acacia decurrens	Acacia	LC	-	-	-	-	-	Árbol
Acacia	Acacia melanoxylon	Acacia	LC	-	-	-	-	-	Árbol
Alnus	Alnus acuminata	Aliso	LC	-	E	-	-	-	Árbol
Baccharis	Baccharis macrantha	Chilco	-	-	-	-	Medicinal	-	Arbusto
Cupressus	Cupressus lusitanica	Pino cipres	-	-	-	-	-	-	Árbol
Dodonaea	Dodonaea viscosa	Hayuelo	-	-	-	-	-	-	Arbusto
Escallonia	Escallonia péndula	Mangle de Montaña	-	-	-	-	-	-	Arbusto
Eucalyptus	Eucalyptus globulus	Eucalipto	-	-	-	-	-	-	Árbol
Hesperomeles	Hesperomeles obtusifolia	Mortiño	LC	-	-	-	-	-	Arbusto
Holcus	Holcus lanatus	Pastos	-	-	-	-	-	-	Hierba
Holcus	Holcus lanatus	Pastos	-	-	-	-	-	-	Hierba
Hypochaeris	Hypochaeris radicata	Diente de león	-	-	-	-	-	-	Hierba
Juncus	Juncus capillaceus	Pastos	-	-	-	-	Medicinal	-	Hierba
Miconia	Miconia squamulosa	Tuno esmeraldero	LC	-	-	-	Medicinal	-	Arbusto
Montanoa	Montanoa ovalifolia	Upa	-	-	-	-	-	-	Arbusto
Myrcianthes	Myrcianthes leucoxyla	Arrayan	-	-	E	-	-	-	Árbol
Ocotea	Ocotea arnottiana	Laurel de Monte	-	-	-	-	Restauración ecológica	-	Arbusto
Oxalis	Oxalis filiformis	Tache	-	-	-	-	Medicinal	-	Arbusto
Paspalum	Paspalum bonplandianum	Pastos	LC	-	-	-	Medicinal	-	Herbacea

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Genero	Especie	Nombre común	IUCN	RES-1912	Endemismo	CITES	Uso	VEDA	Forma de crecimiento
Pinus	Pinus patula	Pino	LC	-	-	-	Madera	-	Árbol
Psammisia	Psammisia macrophylla	Uvo	LC				Madera		Arbusto
Quercus	Quercus humboldtii	Roble	VU	-	-	-	Madera	Resolución 0316 de 1974 (INDERENA)	Árbol
Rubus	Rubus robustus	Mora silvestre	-	-	-	-	Medicinal	-	Hierba
Salix	Salix humboldtiana	Sauce	LC	-	-	-	Medicinal	-	Árbol
Viburnum	Viburnum triphyllum	Chuque	LC	-	-	-	-	-	Arbusto
Weinmannia	Weinmannia tomentosa	Encenillo	-	-	-	-	-	-	Arbusto

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

De las 25 especies reportadas, en la Tabla 49. se presentan las 12 especies arbóreas, reportadas en 10 familias, así mismo de estas 12 especies 4 son exóticas o introducidas y 8 son nativas.

Tabla 49. Especies arbóreas en la Quebrada Honda

Genero	Especie	Nombre común	Densidad	DAP (cm) Promedio	Área basal	Altura Promedio (m)	Nativa o Exótica
Acacia	Acacia decurrens	Acacia	2	6,53	33,46	2,80	Exótica
Alnus	Alnus acuminata	Aliso	71	18,66	331,36	5,25	Nativa
Cupressus	Cupressus lusitanica	Pino cipres	16	35,33	1104,19	6,62	Exótica
Eucalyptus	Eucalyptus globulus	Eucalipto	93	28,17	1051,68	5,83	Exótica
Miconia	Miconia squamulosa	Tuno esmeraldero	3	6,37	31,83	2,30	Nativa
Myrcianthes	Myrcianthes leucoxyla	Arrayan	48	15,40	220,16	4,57	Nativa
Oxalis	Oxalis filiformis	Tache	5	7,07	39,68	2,80	Nativa
Pinus	Pinus patula	Pino	4	11,94	113,08	6,40	Exótica
Quercus	Quercus humboldtii).	Roble	4	14,09	160,77	3,93	Nativa
Salix	Salix humboldtiana	Sauce	74	35,07	1267,47	6,66	Nativa

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Viburnum	Viburnum triphyllum	Chuque	8	16,39	243,59	4,80	Nativa
Weinmannia	Weinmannia tomentosa	Encenillo	3	7,75	47,88	2,80	Nativa

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Tabla 50. Especies arbóreas en la zona de vida Bosque seco Montano Bajo

Especie	Nombre común	Densidad	DAP (cm) Promedio	Área basal	Altura Promedio (m)	Nativa o Exótica
Aliso	Alnus acuminata	50	19,041	351,58	5,32	Nativa
Pino	Cupressus lusitanica	15	35,184	1103,93	6,53	Exótica
Eucalipto	Eucalyptus globulus	90	27,834	1035,57	5,78	Exótica
Arrayan	Myrcianthes leucoxyla	28	13,289	163,54	4,12	Nativa
Pino	Pinus patula	4	11,937	113,08	6,40	Exótica
Roble	Quercus humboldtii).	4	14,085	160,77	3,93	Nativa
Sauce	Salix humboldtiana	59	34,847	1226,32	6,48	Nativa
Chuque	Viburnum triphyllum	8	16,393	243,59	4,80	Exótica

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Tabla 51. Especies arbóreas en la zona de vida Bosque húmedo Montano

Especie	Nombre común	Densidad	DAP (cm) Promedio	Área basal	Altura Promedio (m)	Nativa o Exótica
Aliso	Alnus acuminata	21	17,76	283,24	5,10	Nativa
Pino	Cupressus lusitanica	1	37,56	1108,04	8,00	Exótica
Eucalipto	Eucalyptus globulus	3	38,09	1534,81	7,20	Exótica
Arrayan	Myrcianthes leucoxyla	20	18,35	299,43	5,20	Nativa
Sauce	Salix humboldtiana	15	35,95	1429,34	7,36	Nativa

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Teniendo en cuenta la información recolectada y la metodología para el acotamiento, se toman los datos de las especies nativas y con alturas superiores a 3 metros. A estas especies se les halló el Índice de Valor de Importancia (IVI), por consiguiente, se halló también la Abundancia relativa, la Frecuencia relativa y la Dominancia relativa, como se muestra en la Tabla 52. La información detallada de los cálculos se encuentra en el Anexo 1.2.4 IVI Quebrada Honda.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 52. Índice de Valor de Importancia para las especies Nativas de la Quebrada Honda

Especie	Abundancia Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
Viburnum triphyllum	3,90%	11,76%	1,49%	17,16%
Salix humboldtiana	36,10%	29,41%	71,88%	137,39%
Alnus acuminata	34,63%	23,53%	18,03%	76,19%
Myrcianthes leucoxyla	23,41%	29,41%	8,10%	60,93%
Quercus humboldtii).	1,95%	5,88%	0,49%	8,33%
	100,00%	100,00%	100,00%	300,00%

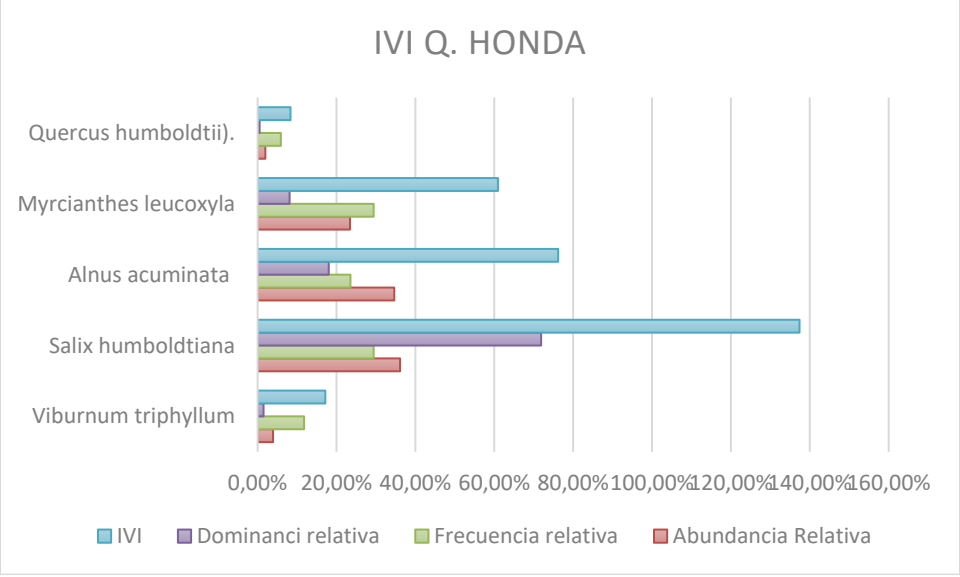
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

De las especies nativas, se observa que la especie *Salix humboldtiana, Alnus acuminata y Myrcianthes leucoxyla* son las tres especies con IVI más alto como se muestra en la Figura 92..

Salix humboldtiana- Sauce es una especie propia de la ribera de los ríos y quebradas, desempeñando el papel de barrera protectora y filtro anti impurezas, en la quebrada Honda se encuentra a lo largo de toda la quebrada

En cuanto al *Alnus acuminata- Aliso* crece en zonas húmedas y con buen drenaje, tiene la capacidad de fijar nitrógeno por tanto enriquece los suelos donde crece y los fertiliza, se observa a lo largo de toda la quebrada.

Figura 92. IVI de las especies de la Quebrada Honda.



Fuente: Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Índice de Valor de Importancia para la zona de vida Bosque seco Montano Bajo

Como se observa en la Tabla 53. se tomaron las especies nativas presentes en esta zona de vida y con alturas superiores a 3 metros, por consiguiente, se observa que la especie con índice de valor de importancia más alto es el Sauce *(Salix humboldtiana)* con 147,44%, seguido de Aliso (*Alnus acuminata)* con 76,66% y Arrayan (*Myrcianthes leucoxyla)* con 40,17%.

Tabla 53. Índice de Valor de Importancia para la zona de vida Bosque seco Montano bajo

Especie	Abundancia Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
Alnus acuminata	33,56%	25,0%	18,10%	76,66%
Myrcianthes leucoxyla	18,79%	16,7%	4,72%	40,17%
Quercus humboldtii	2,68%	8,3%	0,66%	11,68%
Salix humboldtiana	39,60%	33,3%	74,51%	147,44%
Viburnum triphyllum	5,37%	16,7%	2,01%	24,04%
	100,00%	100,00%	100,00%	300,00%

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

- Índice de Valor de Importancia para la zona de vida Bosque Húmedo Montano

Para el Bosque húmedo Montano se encuentra que solo tres especies cumplen con los parámetros de ser nativos y tener la altura de más de 3 metros y de DAP mayor de 10, estos son Aliso, Arrayan y Sauce, siendo el de mayor abundancia el Aliso (*Alnus elem,enacuminata),* seguido del Arrayan (*Myrcianthes leucoxyla)* y por último el Sauce (*Salix humboldtiana)*

- Cálculo de Alturas

Una vez seleccionadas las tres especies nativas con el mayor IVI, se procede a hallar altura media del dosel, en la Tabla 54. se encuentran los datos observados, donde se encontró que la especie de *Salix humboldtiana* con una altura promedio de 6,65 metros, con una altura de copa de 5,6 metros en promedio. Le sigue la especie de *Alnus acuminata* con 5,25 metros en promedio altura total y una altura de dosel de 4,2 en promedio. Para *Myrcianthes leucoxyla* se tiene una altura total media de 4,5 y una altura de dosel de 4,3 metros.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 54. Promedio de Altura para el Bosque Seco Montano Bajo

Especie	Promedio Altura total	Promedio Altura de copa	Promedio altura total	Altura Máxima
Alnus acuminata	5,25211268	4,20704225	5,04	12,4
Myrcianthes leucoxyla	4,56875	4,35208333		
Quercus humboldtii).	3,925	3,05		
Salix humboldtiana	6,65675676	5,62567568		
Viburnum triphyllum	4,8	3,8125		

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Para el caso de las tres especies de la zona de vida de Bosque húmedo montano se tiene que la mayor altura es para el Sauce (*Salix humboldtiana)* con altura total promedio de 7,36 metros, seguido de Arraya *(Myrcianthes leucoxyla)* con 5,19 de altura promedio y por último el Aliso (*Alnus acuminata)* con 5,09 metros. En promedio esta zona tiene una altura de 4,77 con una altura máxima de 12,4 metros.

Tabla 55. Promedio de Altura para el Bosque húmedo montano

Especie	Promedio Altura total	Promedio Altura de copa	Promedio altura total	Altura Máxima
Alnus acuminata	5,095	4,009	4,77	12,4
Myrcianthes leucoxyla	5,195	4,045		
Salix humboldtiana	7,36	6,26		

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.3.2.4.2 Registro Fotográfico

De la Fotografía 55 a la Fotografía 77, se puede observar el registro fotográfico obtenido en la salida de campo.



Fotografía 55 *Viburnum triphyllum- Chuque*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 55 Arrayan - Myrcianthes leucoxyla

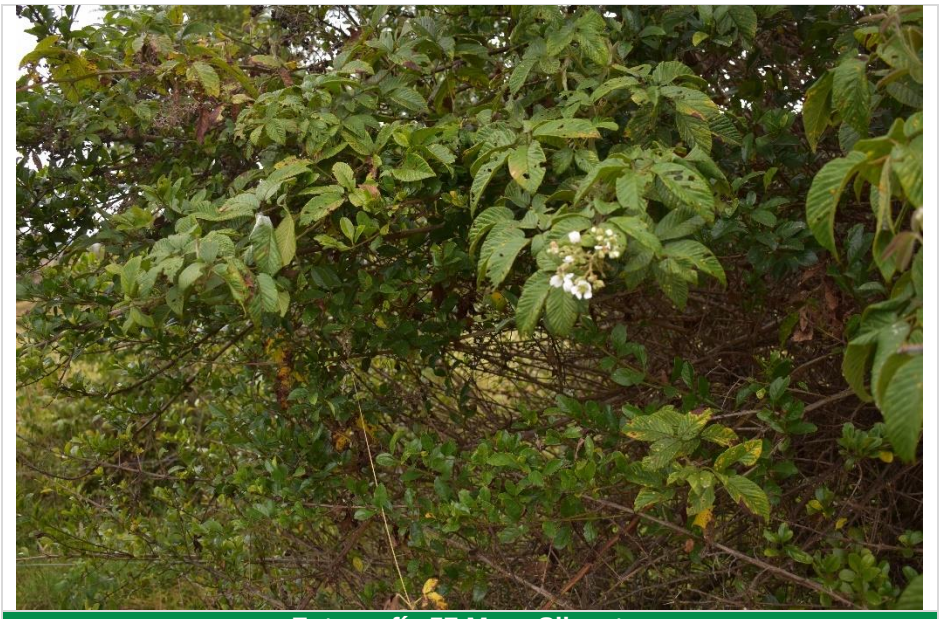
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 56 *Aliso- Alnus acuminata*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 57 Mora Silvestre

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 58 *Acacia decurrens- Acacia*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 59 *Tillandsia incarnata- Quiche*

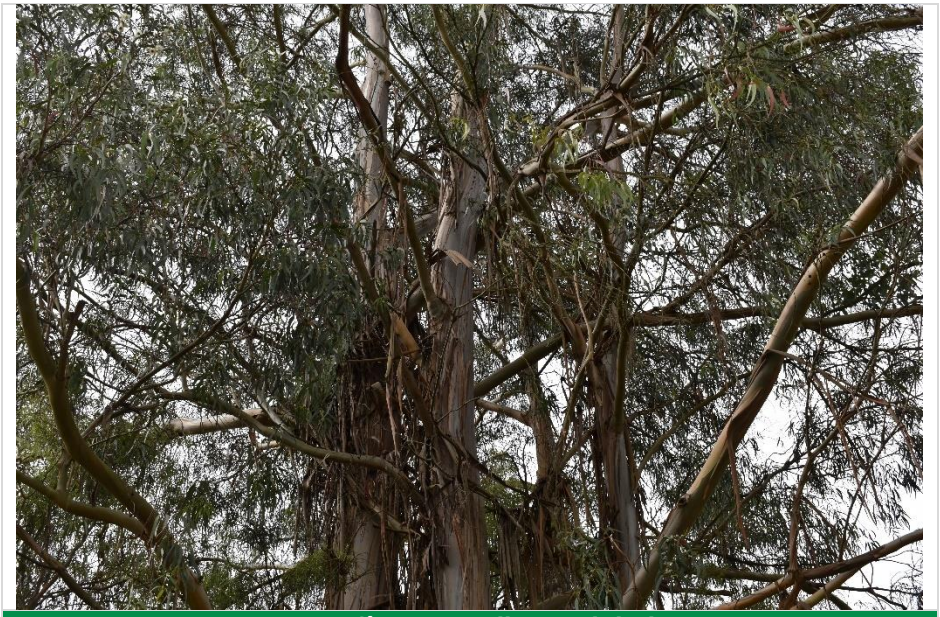
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 60 *Tillandsia incarnata- Quiche*

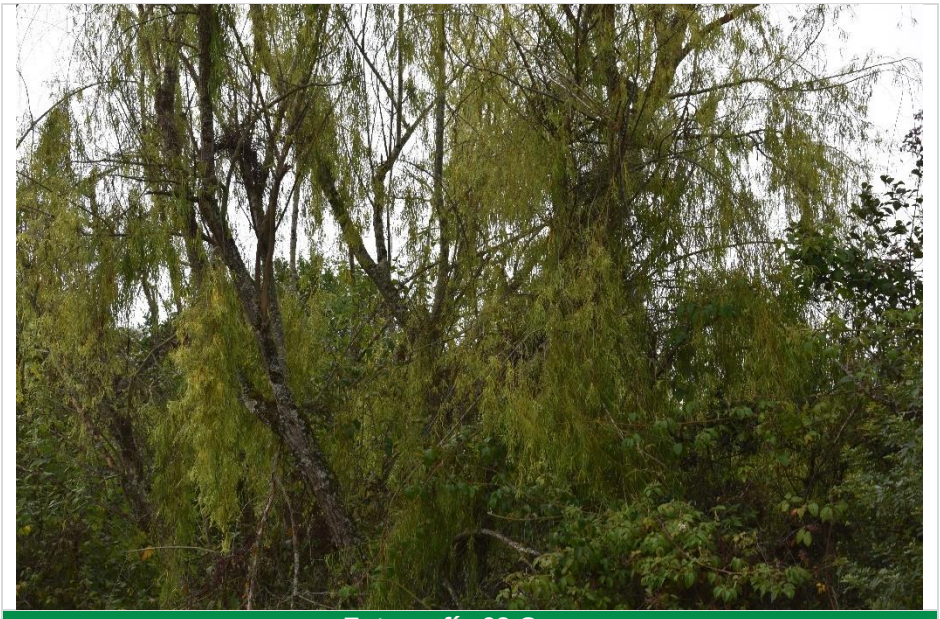
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 61 *Eucaliptus globulus*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 62 *Sauce*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 63 *Tillandsia sp - Bromelia*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 64 *Pino cipres*

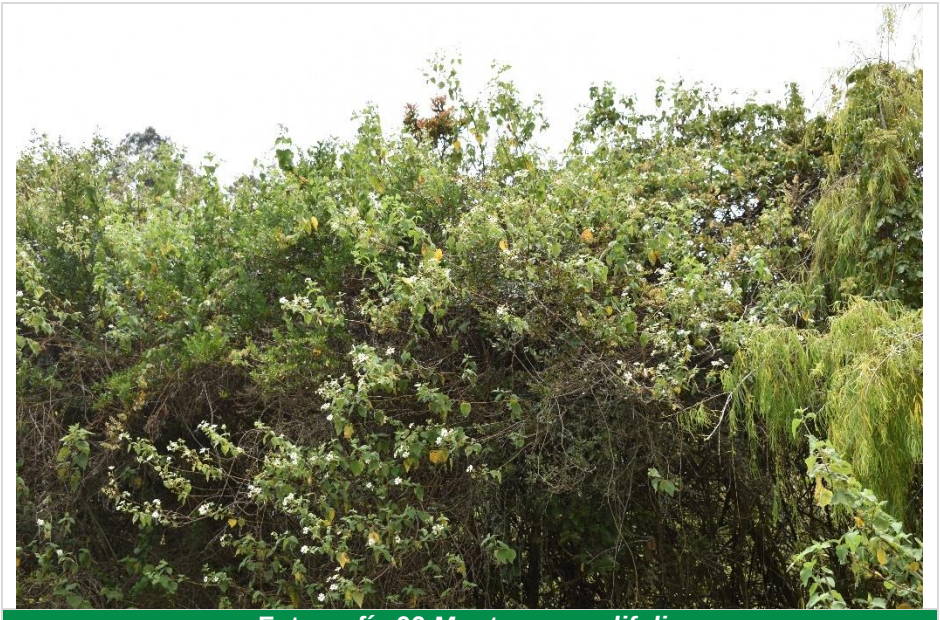
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 65 *Pino Patula*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 66 *Montanoa ovalifolia*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 67 Garrocho o Chuque

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 68 *Hayuelo*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 69 Borrachero- Brugmansia arborea

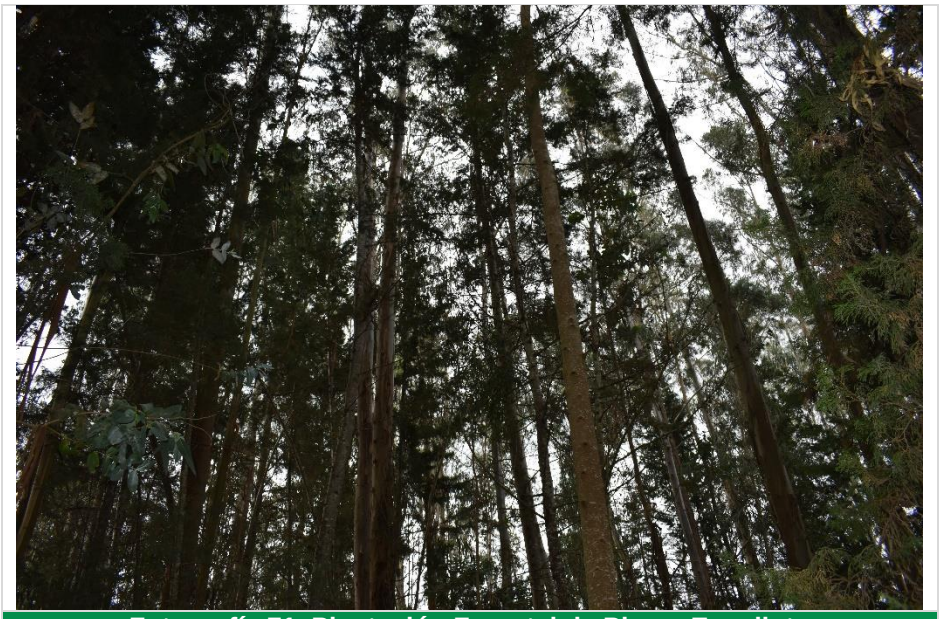
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 70 Barba de viejo- Tillandsia usneoides

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 71 Plantación Forestal de Pino y Eucalipto

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 72 Tuno esmeraldero- *Miconia squamulosa*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908



Fotografía 73 Hayuelo - *Dodonaea viscosa*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 74 Laurel de monte- *Ocotea arnottiana*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 75 Encenillo- *Weinmannia tomentosa*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

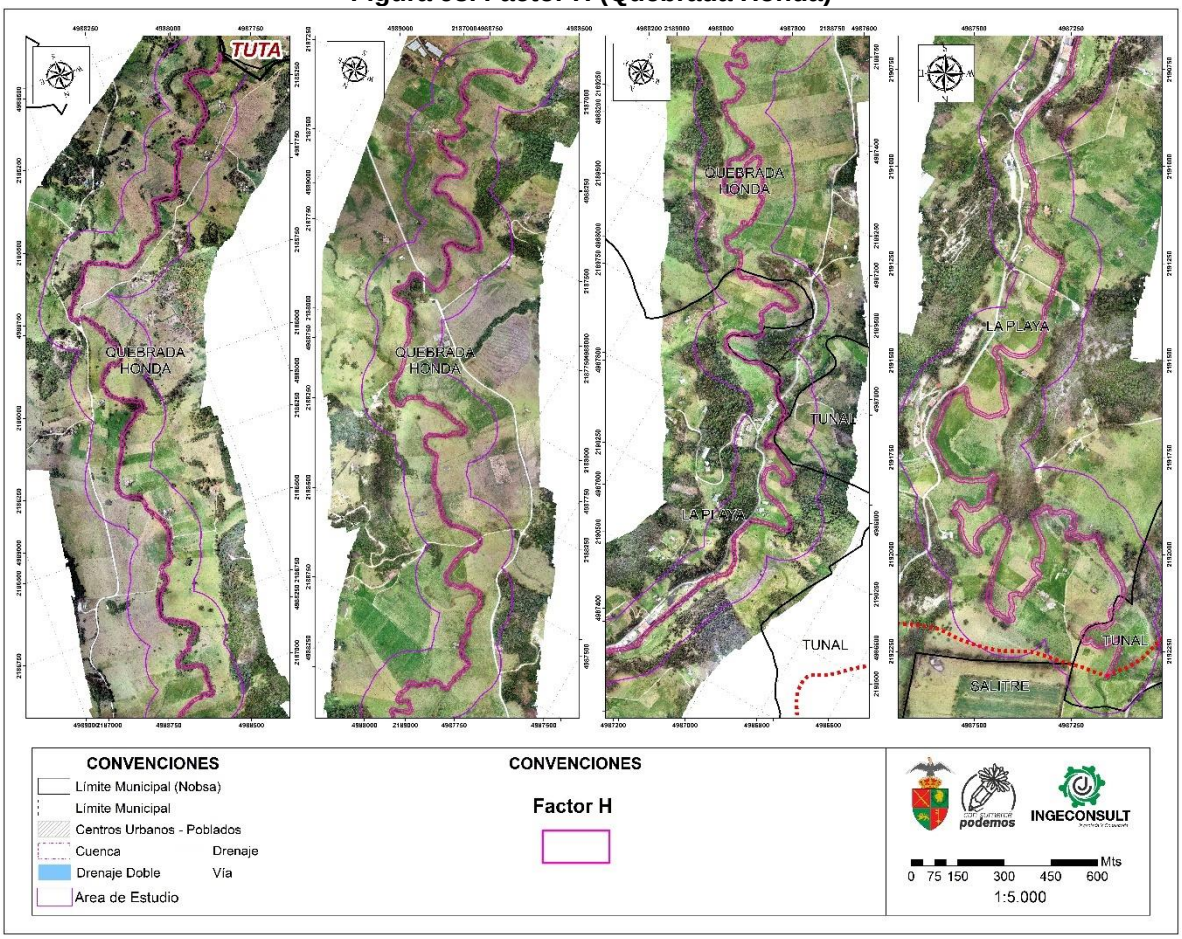


Fotografía 77 Roble - *Quercus humboldtii*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 93. Factor H (Quebrada Honda)



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.3.2.5 Fauna

6.3.2.5.1 Resultados

- Aves

Para la información secundaria de este grupo faunístico, se tomaron datos del Plan de Ordenamiento Territorial, indica que en el área del municipio de Paipa “La avifauna presente se conforma de 197 especies distribuidas en 19 órdenes y 44 familias, donde Passeriformes tuvo la mayor representatividad con 118 taxones y dentro de este, las familias Thraupidae, Tyrannidae y Trochilidae con 29, 25 y 23 especies respectivamente.”

A continuación, se muestra el listado de aves migratorias registradas para el municipio de Paipa, Tabla 56.

Tabla 56. Aves en el municipio de Paipa.

Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre Común
Accipitriformes	Accipi tridae	Accipiter	*Accipiter ventralis*	Gavilán andino
	Accipi tridae	Buteo	*Buteo platypterus*	Águila aliancha
	Accipi tridae	Elanus	*Elanus leucurus*	Gavilán
	Catha rtidae	Cathartes	*Cathartes aura*	Buitre cabezirojo
	Catha rtidae	Corag yps	*Coragyps atratus*	Gallinazo común
	Pandionidae	Pandion	*Pandion haliaetus*	Aguila pescadora
Anseriformes	Anati dae	Anas	*Anas andium*	Pato paramudo
	Anati dae	Oxyura	*Oxyura jamaicensis*	Pato zambullidor grande
	Anati dae	Anas	*Anas discors*	Pato de alas azules
Apodiformes	Apodi dae	Streptoprocne	*Streptoprocne zonaris*	Vencejo Collar Blanco
	Trochilidae	Boissonneaua	*Boissonneaua flavescens*	Colibrí colihabano
	Trochilidae	*Campylopterus*	*Campylopterus falcatus*	colibrí lazulita
	Trochilidae	Coeligena	*Coeligena bonapartei*	colibrí inca ventridorado
	Trochilidae	Eriocnemis	*Eriocnemis cupreoventris*	colibrí pantalón cobrizo
	Trochilidae	Eriocnemis	*Eriocnemis vestita*	Colibrípantalón verde
	Trochilidae	Helioangelus	*Heliangelus amethysticollis ssp. Clarisse*	colibrí gorgiamatista
	Trochilidae	Lafresnaya	*Lafresnaya lafresnayi*	colibrí terciopelo
	Trochilidae	Lesbia	*Lesbia victoriae*	cometa colinegro
	Trochilidae	Metallura	*Metallura tyrianthina*	colibrí verde colirrojo
	Tyrannidae	Mecocerculus	*Mecocerculus leucophrys*	tiranuelo gorgiblanco
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Systellura	*Systellura longirostris*	Guardacamin os Andino
Charadriiformes	Scolopacidae	Actits	*Actitis macularia*	Planchero manchado
	Scolopaciae	Trina	*Tringa solitaria*	Andarríos solitario
	Charadriidae	Vanellus	*Vanellus chilensis*	Alcaraván
Columbifores	Columbidae	*Columba*	*Columba livia*	paloma bravía
	Columbidae	Patagioenas	*Patagioenas fasciata*	Paloma de collar
Craciformes	Cracidae	Penelope	*Penelopemontagnii*	Pava andina
Gallifomes	Odonridae	Odonrus	*Odontophorus*	Perdiz
Gruiformes	Rallidae	Fulica	*Fulica americana*	Focha americana
		Galli ula	*Gallinula melanops*	*Gallineta pintada*
Passeriformes	Cardinalide	Pheu cticus	*Pheucticus aureoventris*	Picogordo Pechinegro
		Piranga	*Piranga rubra*	Tangara
	Cotingidae	Ampelion	*Ampelion rubrocristatus*	cotiga crestirrojo
	Emberizidae	Atlapetes	*Atlapetes schistaceus*	matorralero pizarroso
		Atlapetes	*Atlapetes schistaceus*	matorralero pizarroso

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre Común
		Zonotrichia	*Zonotrichia capensis*	Copeton
	Formicariidae	Grallaria	*Grallaria quitensis*	tororoí leonado
		Grallaria	*Grallaria ruficapilla*	Torotoi comprapán
		Grallaria	*Grallaria rufula*	tororoi flautista
		Grallaria	*Grallaria squamigera*	Tororoi ondeado
	Fringillidae	Asthe nes	*Asthenes fuliginosa*	*Chamicero andino*
		Hellm ayrea	*Hellmayrea gularis*	Rastrojero Cejiblanco
		Lepidocola ptes	*Lepidocolaptes sp*	Trepatroncos
		Margarornis	*Margarornis squamiger*	corretroncos perlado
		Pseud ocola ptes	*Pseudocolapte s boissonneautii*	Corretroncos cuelliblanco
		Spinus	*Spinus spinescens*	Jilguero andino
		Spinus	*Spinus xanthogastrus*	*Jilguero ventriamarillo*
		Synallaxis	*Synallaxis unirufa*	*Rastrojero de Antifaz*
		Synallaxis	*Synallaxis subpudica*	Pijuí de Cundinamarca
	Hirundinidae	Hiruno	*Hirundo rustica*	Golondrina Común
		Notiochelidon	*Notiochelidon murina*	Golondrina
		Petrochelidon	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina alfarera
		Riparia	*Riparia*	Golondrina riparia
	Icteridae	Amblycercus	*Amblycercus holosericeus*	Cacique piquiclaro
		Icterus	*Icterus chrysater*	Toche
		Sturnella	*Sturnellamagna*	Chrilobirlo
	Parulidae	Basileuterus	*Basileuterus nigrocristatus*	Reinita crestinegra
		Myioborus	*Myioborus ornatus*	candelita adornada
		Myiothlypis	*Myiothlypis nigrocristata*	Reinita crestinegra o Reinita coronada
	Rhinocryptidae	Acropternis	*Acropternis orthonyx*	Tapaculo ocelado
		Scytalopus	*Scytalopus griseicollis*	*Tapaculo andino*
			Scytalopus latrans	*Tapaculo negruzco*
	Thraupidae	Anisognathus	*Anisognathus igniventris*	Tangara ventrinaranja
		Buthraupis	*Buthraupis montana*	Tangara montana
		Chlorornis	*Chlorornis riefferii*	Frutero verde claro
		Chlorospingus	*Chlorospingus flavopectus*	Montero Ojiblanco
		Chlorospingus	*Chlorospingus ophthalmicus*	Tangara de monte orejuda

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre Común
		Conirostrum	*Conirostrum rufum*	Conirrostro rufo
		Diglossa	*Diglossa albilatera*	pinchaflor flanquiblanco

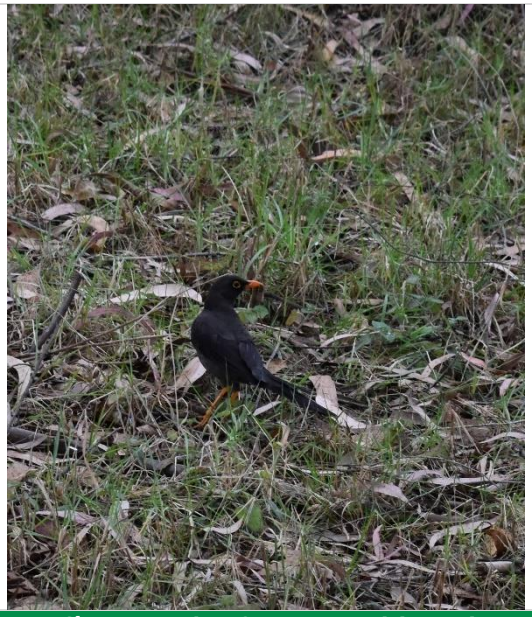
Convenciones: MB: Migratorio Boreal, MA: Migratorio Austral, LOC: Local, ALT: Altitudinal.
Fuente: Modificado PBOT Paipa, 2000. adaptada para EL ESTUDIO, 2023.

Para la información primaria y la metodología utilizada en el área de la Quebrada Honda, se reportaron 9 especies de aves Tabla 57., las cuales pertenecen a 9 familias, 7 reportadas en preocupación menor y la especie *Zenaida auriculara* y *Sturnella magna- Chirlobirlo* en categoría casi amenazado (NT).

Tabla 57. Especies de Fauna presentes en la Quebrada Honda.

Familia	*Genero*	*Especie*	Nombre común	IUCN	RES-1912	ENDEMISMO	CITES
Icteridae	Sturnella	magna	Chirlobirlo	NT	-	-	-
Columbidae	Zenaida	auriculata	Torcaza	NT	-	-	-
Tyrannidae	Tyrannus	melancholicus	Sirirí común	LC	-	-	-
Emberizidae	Zonotrichia	capensis	Copetón	LC	-	-	-
Ardeidade	*Ardea*	*Ardea alba*	Garza real	LC	-	-	-
Turdidae	*Turdus*	*fuscater*	Mirla patinaranja	LC	-	-	-
Tyrannidae	Tyrannus	melancholicus	Sirirí común	LC	-	-	-
Charadriidar	*Vanellus*	*Vanellus chilensis*	Alcaraván	LC	-	-	-
Cuculidae	*Crotophaga*	*Crotophaga ani*	Garrapatero	LC	-	-	-

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 77 *Turdus fuscater- Mirla patinaranja*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsultjc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 78 Zenaida auriculata- Torcaza Nagüiblanca

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 79 Ardea alba- Garza real

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 80 Zonotrichia capensis- Copetón

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 81 *Tyrannus melancholicus- Siriri común*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 82 Golondrina
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



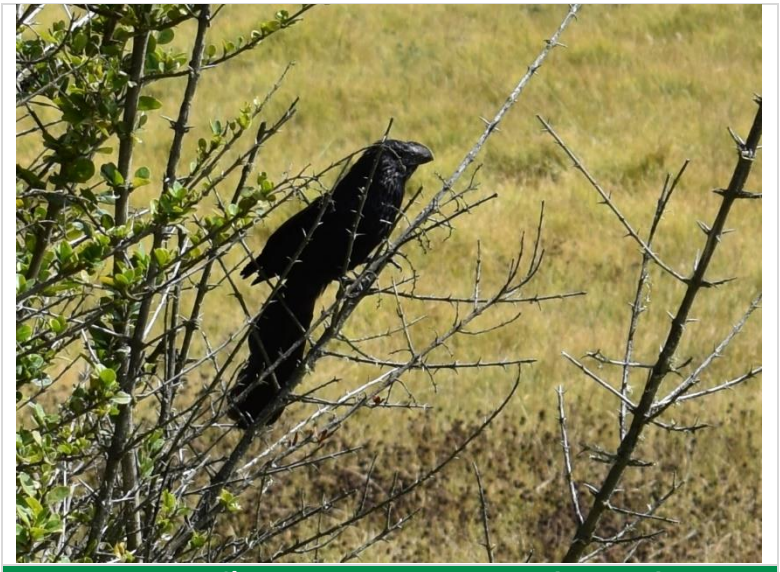
Fotografía 83 Alcaraván - *Vanellus chilensis*
Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 84 *Sturnella magna- Chirlobirlo*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.



Fotografía 85 *Garrapatero- Crotophaga ani*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Mamíferos

En cuanto a este grupo faunístico se encontró información secundaria, se registran las especies con algún grado de conservación así: “Para el área de estudio se reporta la potencial presencia de cuatro (8) especies de mamíferos que han sido incluidos en los listados de la (IUCN, 2019), en la resolución 1912 de 2017 y en el Libro Rojo de Mamíferos de Colombia (Rodríguez-Mahecha & Alberico, 2006), bajo las categorías de “Casi amenazada” (NT), “Vulnerable” (VU), “En Peligro Crítico” (CR) y/o “En Peligro” (EN), debido al deterioro de su hábitat natural y reducido tamaño poblacional.” Tomado de (ALCALDÍA DE PAIPA, 2022, pág. 369), esta información se observa en la Tabla 58.

Tabla 58. Especies de Mamíferos vulnerables en el municipio de Paipa

Nombre científico	Nombre Común	UICN	Libro Rojo de Mamíferos	CITES	Res. 1912 de 2017
Leopardus tigrinus	*Tigrillo*	VU	VU	I	VU
Leopardus wiedii	*Margay*	VU			
Nasuella olivacea	*Cusumbo*	NT			
Cerdocyon thous					
Thomasomys niveipes	*Zorro Perro*	LC		II	
Mazama rufina	*Corzuela pequeña*	VU			
Mustela frenata	Comadreja de cola larga	NT		II	
Cuniculus taczanow skii	*Paca*	NT			

Fuente: Modificado PBOT Paipa, 2000. adaptada para EL ESTUDIO, 2023.

- Herpetofauna

Para este grupo se encontró información secundaria tanto de reptiles como de anfibios, la información se muestra en la Tabla 59.

“En el municipio de Paipa encontramos (45) especies de las cuales, (7) especies son reptiles, y (38) especies son anfibios, toda la información fue encontrada mediante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, la base de datos iNaturalist-Colombia, el Sistema de información sobre Biodiversidad Colombia-SiB, el Global Biodiversity Information Facility Colombia (Gbif), la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia” La información de herpetofauna se observa en la Tabla 59.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 59. Especies de Reptiles en el municipio de Paipa

Familia	Genero	Especie	Nombre Común
Gymnophthalmidae	Anadia	*Anadia bogotensis*	*Lagartija andina*
	Riama	*Riama striata*	*Lisa rayada*
Dactyloidae	Anolis	*Anolis heterodermus*	*Camaleon de páramo*
Tropiduridae	Stenocercus	*Stenocercus trachycephalus*	*Lagartija collareja*
Colubridae	Atractus	*Atractus crassicaudatus*	*Serpiente tierrera*
	Lampropeltis	*Lampropeltis triangulum*	*Falsa cosal, coral, ratonera*
	Erythrolamprus	*Erythrolamprus epinephelu*	*Culebra pantano*

Fuente: Modificado PBOT Paipa, 2000, adaptado para EL ESTUDIO, 2023.

- Ictiología

A lo largo del cauce de quebrada Honda, se evidenció la presencia de 2 especies, la "Trucha arcoíris" *Oncorhynchus mykiss* y la "Carpa" *Cyprinus carpio*, estas especies no se utilizan a nivel económico, sino como pasatiempo de algunos miembros de la comunidad que se encargan de su cuidado.

No fue posible obtener registro fotográfico de estas especies, ya que en los sectores donde habitan la coloración del agua es marrón-amarillento y son animales que al sentir la presencia humana se camuflan rápidamente con su entorno.

Tabla 60. Especies de peces presentes en la quebrada Honda

Familia	Genero	Especie	Nombre Común
Salmonidae	Oncorhynchus	*Oncorhynchus mykiss*	*Trucha arcoíris*
Cyprinidae	Cyprinidae	*Cyprinus carpio*	*Carpa*

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.3.3 Factor N

- Densidad de drenaje (Dd) por Unidad Geomorfológica

Según Horton (1945), la densidad de drenaje de una cuenca corresponde al cociente entre la longitud total de los cauces que conforman su sistema fluvial, expresada en km, y el área total de la cuenca, expresada en km^2. Para efectos de identificar el patrón de drenaje para cada geoforma, se calcula este índice para cada unidad (A escala regional 1:25.000), en función de su área y la longitud de drenaje asociada; para esta relación se usa la siguiente ecuación:

$$Di = \frac{L_i}{A_i}$$

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Donde

Di= Densidad de drenaje de la unidad geomorfológica i (km/km^2).
Li = Longitud de drenaje asociado a la unidad geomorfológica i (km).
Ai = Área de la unidad geomorfológica i (km^2).

Calculada la densidad de drenaje por cada unidad geomorfológica, se categoriza según la siguiente tabla:

Tabla 61. Escala de valores para la clasificación de densidades de drenaje

DENSIDAD DE DRENAJE		
Baja	Media	Alta
< 1.5 km/km^2	1.5 – 3.0 km/km^2	> 3.0 km/km^2

Fuente: Basado en Londoño (2001)

- Cálculos de áreas acumuladas

"Para calcular el área aferente en cada punto de la red de drenaje se utiliza el mapa de áreas acumuladas (Aa) en formato "raster" obtenido a partir del procesamiento del Modelo Digital de Elevación (MDE) de mejor resolución espacial que se disponga. El mapa de áreas acumuladas (Aa) contiene información del área de la cuenca aferente a cada punto de la red de drenaje." (MINAMBIENTE , 2018, pág. 117)

Tabla 62. Rangos de clasificación de áreas aferentes

Área de cuenca aferente (Km^2)	Clase	Área de cuenca aferente (Km^2)	Clase
0 < a ≤1	1	100 < a ≤ 1000	4
1 < a ≤10	2	1.000 < a ≤ 10.000	5
10 < a ≤ 100	3	10.000 < a ≤ 100.000	6

Fuente: Basado en UNAL (2012), citado en MINAMBIENTE (2018, pág. 117)

- Definir la relación entre la densidad y área de drenaje por unidad geomorfológica (N)

La relación entre la densidad y área de drenaje por unidad geomorfológica se corresponde al factor "N", y para su cálculo se relacionan el área de la cuenca aferente en Km² y la Densidad de drenaje en Km/Km², con base en la siguiente tabla:

Tabla 63. Rangos de clasificación de áreas aferentes

Área de cuenca aferente (Km^2)	Valor de N		
	Densidad de drenaje		
	Baja < 1.5 km/km^2	Media 1.5 - 3.0 km/km^2	Alta > 3 km/km^2
0 < A ≤1	2.0	1.5	1.0
1 < A ≤10	2.5	2.0	1.5
10 < A ≤ 100	3.0	2.5	2.0
100 < A ≤ 1000	3.5	3.0	2.5
1.000 < A ≤ 10.000	4.0	3.5	3.0
10.000 < A ≤ 100.000		4.0	

Fuente: Basado en UNAL (2012), citado en MINAMBIENTE (2018, pág. 115)

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

En la Tabla 64, se muestran los valores “N” calculados para cada unidad geomorfológica, con base en la relación entre la densidad y área de drenaje de cada una.

Tabla 64. Determinación del valor “N” para cada unidad geomorfológica

ZONA DE VIDA	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	CÓDIGO	ÁREA AFERENTE (Km^2)	LONGITUD DRENAJE (Km)	DENSIDAD DE DRENAJE	VALOR N
Bosque Seco montano Bajo (bs-MB)	Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión	Dco	0.030	0.41	13.88	1
	Loma denudada	Dld	3.521	3.38	4.79	1
	Lomo denudado bajo de longitud media	Dldebm	0.123	0.07	0.56	2
	Lomo denudado bajo de longitud media	Dldebm	0.703	1.39	1.98	1.5
	Plano o llanura de inundación	Fpi	0.225	0.91	20.12	1
	Plano o llanura de inundación	Fpi	0.883	1.59	18.04	1
	Plano o llanura de inundación	Fpi	4.486	17.27	7.70	1.5
	Plano o llanura de inundación	Fpi	0.045	0.91	20.12	1
	Plano o llanura de inundación	Fpi	0.265	1.59	18.04	1
	Plano o llanura de inundación	Fpi	0.013	0.35	26.29	1
	Plano o llanura de inundación	Fpi	6.729	17.27	7.70	1.5
	Escarpe de terraza de acumulación	Ftae	0.006	0.08	12.18	1
	Escarpe de terraza de acumulación	Ftae	0.003	0.01	1.97	1.5
	Escarpe de terraza de acumulación	Ftae	0.015	0.01	0.57	2
	Escarpe de terraza de acumulación	Ftae	0.041	0.68	16.53	1
	Escarpe de terraza de acumulación	Ftae	0.014	0.16	11.96	1
	Lomos	Sl	0.244	1.29	5.31	1
	Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	Sshlc	5.075	10.63	4.19	1.5
	Ladera estructural de sierra homoclinal	Sshle	1.784	9.27	5.2	1.5
	Ladera estructural de sierra homoclinal	Sshle	4.504	13.41	2.98	2
	Criptodomo	Vcd	5.114	33.85	6.62	1.5

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 94. Factor N (Quebrada Honda)



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.3.4 Componente ecosistémico

"El límite del componente ecosistémico comprende, además de la altura de los árboles representativos de la zona de vida (H), la relación entre la densidad de drenaje de las corrientes y el área de la cuenca aferente (N), la cual varía de acuerdo con el cuerpo de agua analizado" (MINAMBIENTE, 2018, pág. 118). El cálculo para la determinación de este componente se realiza de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$Componente\ ecosistémico = H_i * N_i$$

Donde:

Hi= Altura media de las especies representativas de la zona de vida en el pixel i (m)
Ni = Relación de la densidad de drenaje con el área de la cuenca aferente en el pixel i.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

La altura media del dosel de la vegetación nativa representativa (H) corresponde a 5,04 mts, como se muestra en la Tabla 54., mientras que los valores de N se muestran en la Tabla 64. A continuación, se muestran los valores del componente ecosistémico para cada unidad geomorfológica.

Tabla 65. Componente ecosistémico para cada unidad geomorfológica

ZONA DE VIDA	UNIDAD	CÓDIGO	VALOR N	VALOR H	COMPONENTE ECOSISTÉMICO (mts)
BOSQUE SECO MONTANO BAJO (bs-MB)	Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión	Dco	1	5,04	5,04
	Loma denudada	Dld	1	5,04	5,04
	Lomo denudado bajo de longitud media	Dldebm	2	5,04	10,08
	Lomo denudado bajo de longitud media	Dldebm	1,5	5,04	7,56
	Plano o llanura de inundación	Fpi	1	5,04	5,04
	Plano o llanura de inundación	Fpi	1	5,04	5,04
	Plano o llanura de inundación	Fpi	1,5	5,04	7,56
	Plano o llanura de inundación	Fpi	1	5,04	5,04
	Plano o llanura de inundación	Fpi	1	5,04	5,04
	Plano o llanura de inundación	Fpi	1	5,04	5,04
	Plano o llanura de inundación	Fpi	1,5	5,04	7,56
	Escarpe de terraza de acumulación	Ftae	1	5,04	5,04
	Escarpe de terraza de acumulación	Ftae	1,5	5,04	7,56
	Escarpe de terraza de acumulación	Ftae	2	5,04	10,08
	Escarpe de terraza de acumulación	Ftae	1	5,04	5,04
	Escarpe de terraza de acumulación	Ftae	1	5,04	5,04
	Lomos	Sl	1	5,04	5,04
	Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	Sshlc	1,5	5,04	7,56
	Ladera estructural de sierra homoclinal	Sshle	1,5	5,04	7,56
	Ladera estructural de sierra homoclinal	Sshle	2	5,04	10,08
	Criptodomo	Vcd	1,5	5,04	7,56

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

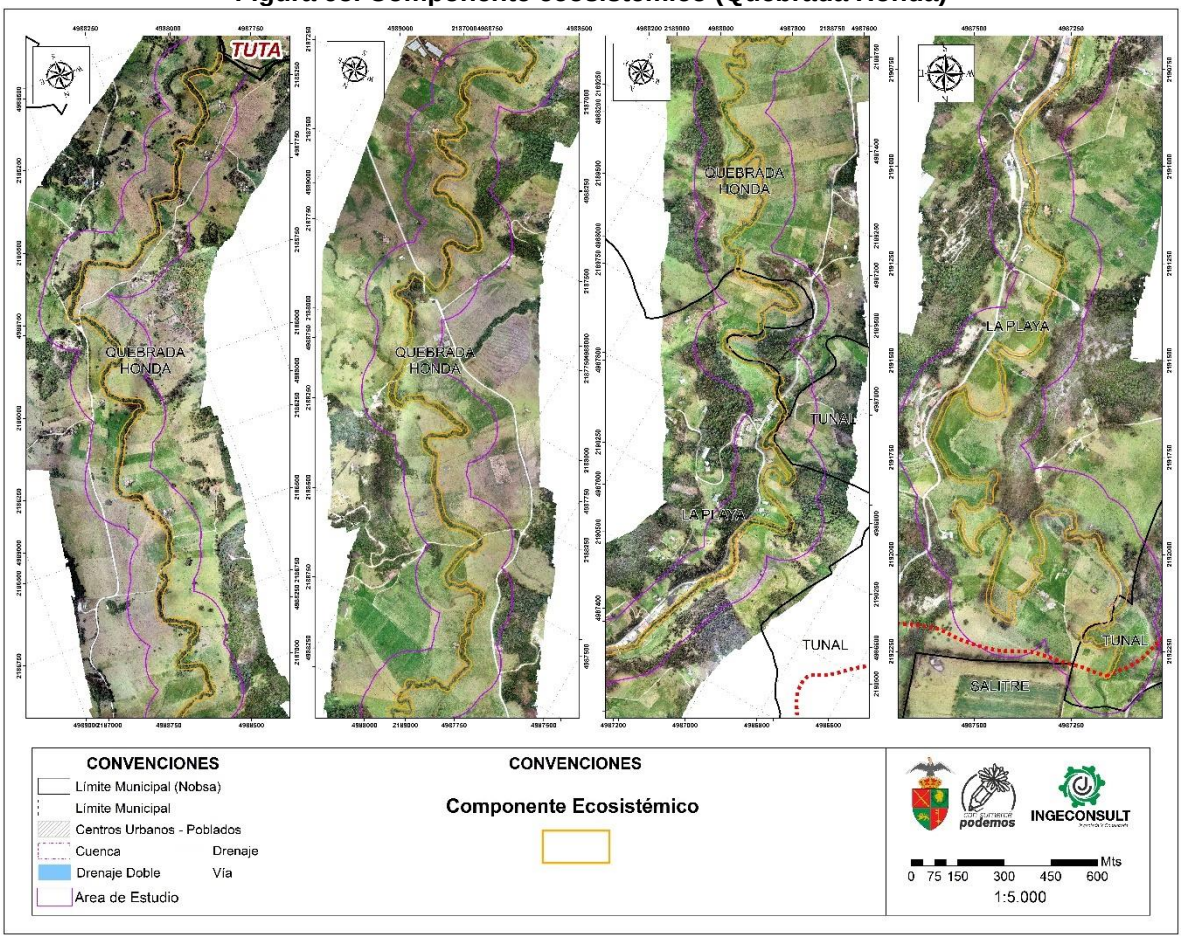
Como se observa en la Tabla 63, el componente ecosistémico se encuentra entre los 10.08 y 5.04 metros, según cada unidad geomorfológica.

Teniendo en cuenta que en el municipio de Paipa la vegetación ribereña ha sido deforestada con fines de expansión de fronteras agrícolas y aumentar el área “productiva” de predios, y que “El componente ecosistémico de la ronda hídrica busca **establecer, mantener o recuperar** las coberturas vegetales propias de la región en los cuerpos de agua, de forma tal que se mantengan o restablezcan sus funciones ecosistémicas considerando los demás aspectos relacionados desde los componentes geomorfológico e hidrológico” (MINAMBIENTE , 2018, pág. 107), este componente se establece para todo el recorrido de la quebrada, desde su inicio dentro del municipio de Paipa hasta su desembocadura, con el fin de proteger la vegetación riparia nativa predominante en la parte alta, así como pretender la recuperación de esta misma y el restablecimiento de las funciones ecosistémicas en la parte media y baja, donde se manifiesta con mayor agudeza la intervención antrópica.

La decisión de mantener el ancho del componente ecosistémico en aquellas zonas en que no se encuentra vegetación riparia nativa por deforestación o la ribera se encuentra ocupada, es observable en estudios de delimitación de ronda hídrica en drenajes de mayor jerarquía, como el del Río Chicamocha; en este estudio realizado por CORPOBOYACÁ (2019), se presenta justamente en el transcurso del río Chicamocha por el municipio de Paipa, un ancho similar del componente ecosistémico, independientemente de la presencia o no de vegetación riparia nativa u ocupaciones antrópicas de algún tipo (Como edificaciones y vías), precisamente como resultado del cálculo que involucra el producto entre la altura media del dosel de la comunidad vegetal representativa en la zona de vida (H) y la densidad de drenaje asociada a la geoforma principal aferente (N). De hecho, el área que define este componente “permite reconstruir las alturas del dosel y anchos de ronda que presumiblemente existieron en condiciones prístinas, al igual que las especies de grupos de fauna tetrápoda asociada a estos bosques riparios y que sirven de patrón comparativo para futuras acciones de restauración de las zonas de ronda que lo ameriten y/o que la autoridad ambiental determine” (CORPOBOYACA, 2019).

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 95. Componente ecosistémico (Quebrada Honda)

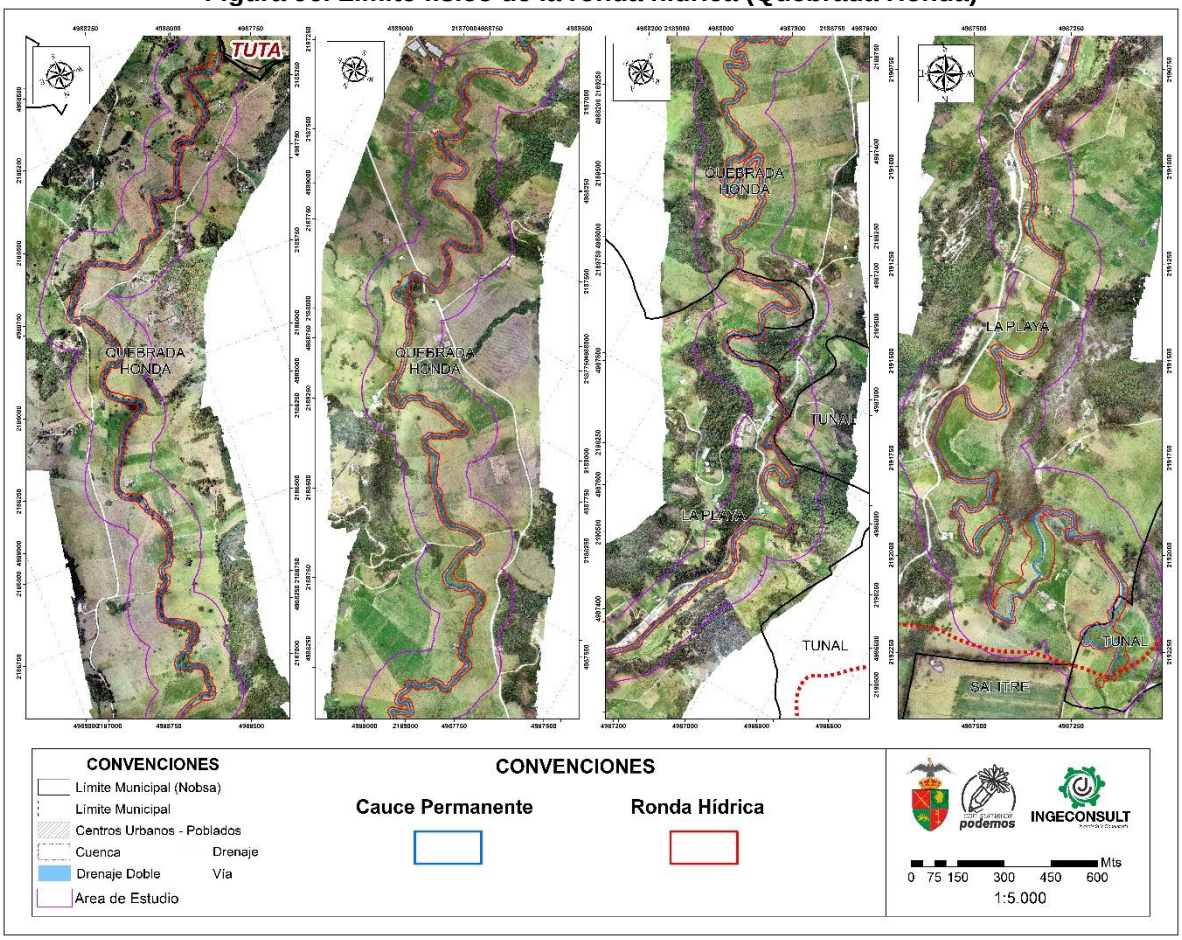


Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

6.4 DEFINICIÓN DEL LÍMITE FÍSICO DE LA RONDA HÍDRICA

"El límite físico de la ronda hídrica es la envolvente de la superposición de las superficies obtenidas para cada uno de los tres componentes: geomorfológico, hidrológico y ecosistémico" (MINAMBIENTE, 2018, pág. 122) que busca asegurar la salud y la funcionalidad del ecosistema estableciendo las condiciones para procesos hidrodinámicos, transporte de sedimentos, y ciclos biogeoquímicos, la ronda hídrica, actúa como zona de transición que influye directamente en la calidad del agua, la biodiversidad, y la estabilidad de los ecosistemas fluviales. Para la quebrada Honda, la ronda hídrica comprende una distancia entre los 5,04 m y los 30 m medidos desde el cauce permanente.

Figura 96. Límite físico de la ronda hídrica (Quebrada Honda)



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

7 DIRECTRICES PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LAS RONDAS HÍDRICAS

"El desarrollo histórico de los asentamientos humanos se ha realizado, entre otras, alrededor de cuerpos de agua por la diversidad de servicios ecosistémicos que éstos prestan. En tal sentido, deben darse manejos que sean compatibles con la funcionalidad de la ronda hídrica a partir de los resultados del análisis que soporta su delimitación física." (MINAMBIENTE, 2018, pág. 123). De ahí la importancia de definir las estrategias para el manejo ambiental, al interior de la ronda hídrica delimitada; directrices y alcances que el Ministerio De Ambiente establece en el Decreto 2245 de 2017, en el que se exponen los criterios técnicos establecidos en la guía técnica de las rondas hídricas en Colombia (resolución 957 de 2018). Con lo cual se pretende la conservación de esta área de especial importancia ecosistémica para contribuir a la construcción de territorios seguros, orientar aprovechamientos sostenibles de los recursos naturales renovables y evitar la generación de condiciones de riesgo y la exposición de personas, bienes y servicios en dichas áreas que, en general, son frecuentemente inundables. (MINAMBIENTE, 2020, pág. 43)

A lo largo de este capítulo se hace un análisis desde el punto de vista del desarrollo del territorio. Comenzando con la identificación de los elementos constituyentes de la ronda hídrica, los actores involucrados y los servicios ecosistémicos que presta, teniendo en cuenta la tenencia y grado de ocupación del territorio, el uso de la tierra y las actividades antrópicas desarrolladas en las riberas de los drenajes priorizados en este estudio. Con el fin de proponer acciones y estrategias para ser tenidas en cuenta y orientar los futuros procesos de ordenamiento ambiental del territorio, en lo referente a estas zonas de especial importancia ecosistémica. Además de analizar los alcances de las áreas de conservación, restauración y desarrollo sostenible para el logro del objeto de conservación.

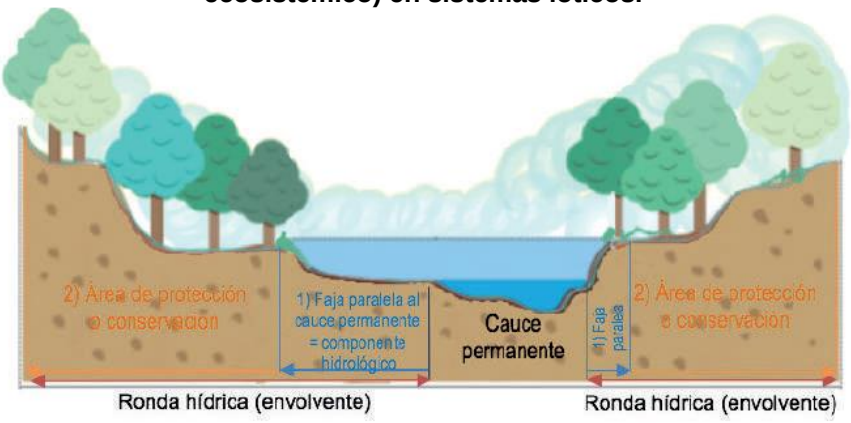
7.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LA RONDA HÍDRICA ESTABLECIDOS EN EL ARTÍCULO 206 DE LA LEY 1450 DE 2011

"Dentro del límite físico de la ronda hídrica se encuentran sus dos elementos constituyentes establecidos en el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011: i) "la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d) del artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974", ii) "y el área de protección o conservación aferente" (MINAMBIENTE, 2018, pág. 123).

Teniendo en cuenta los criterios y directrices de la guía para el acotamiento de las rondas hídricas. Cuando el componente hidrológico (tanto para cuerpos de agua con modificaciones considerables en su morfología o los que no) es menor a 30 metros, este componente es el criterio con base en el cual se define el primer elemento de la ronda hídrica. Para el caso concreto de la quebrada Honda, en la cual la extensión del componente Hidrológico no supera los 30 metros, "la faja paralela" corresponderá a la extensión que haya dado el componente hidrológico, y el "área de protección o conservación aferente" corresponderá con el área complementaria obtenida desde la envolvente que integra los otros dos componentes (geomorfológico y ecosistémico)" (MINAMBIENTE, 2018, pág. 124)

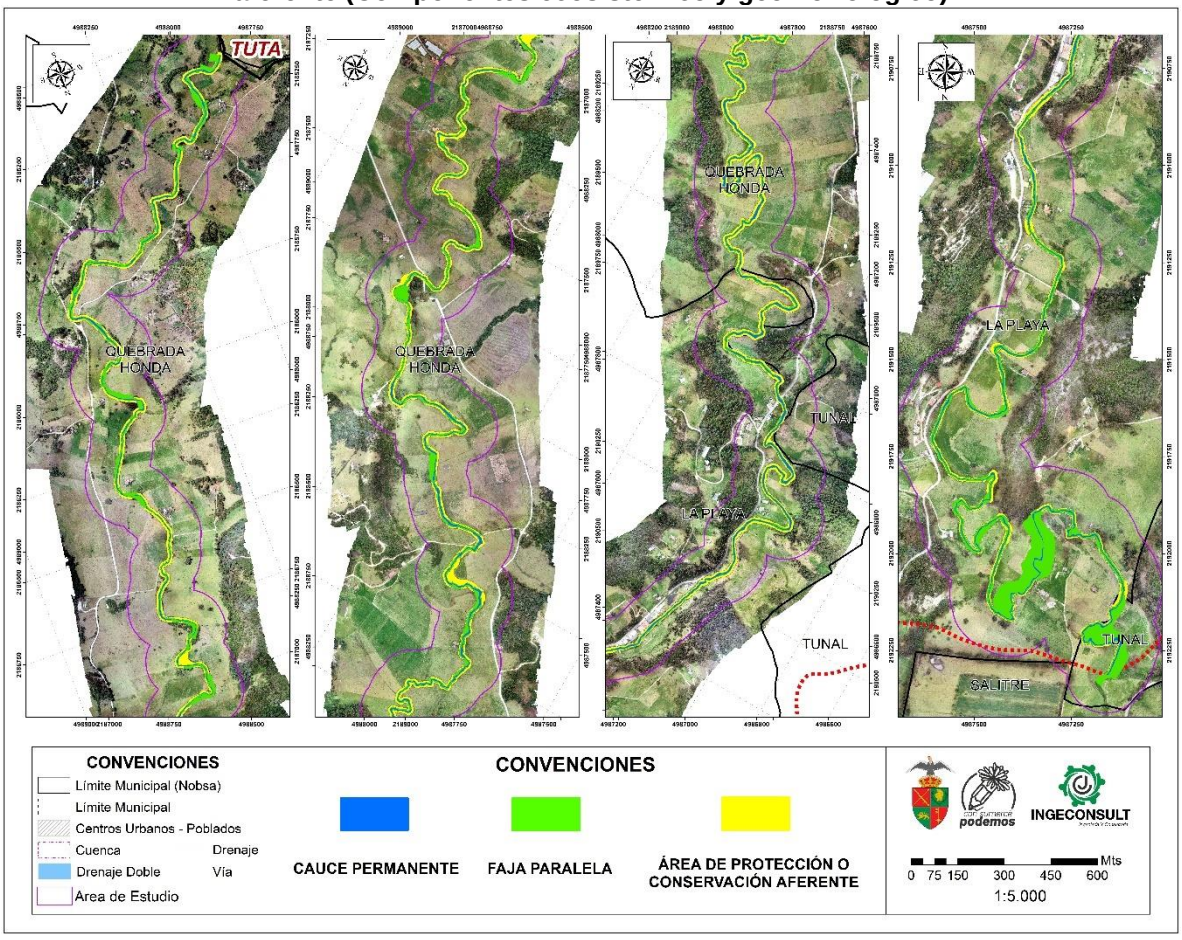
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 97. Identificación de los elementos constituyentes de la ronda hídrica (flecha roja) cuando el primero (flecha azul) es igual al componente hidrológico (< 30 metros) y el resto es hasta el límite de la envolvente de los otros dos componentes (geomorfológico y ecosistémico) en sistemas lóticos.



Fuente: MINAMBIENTE (2018, pág. 125).

Figura 98. Faja paralela (Componente hidrológico) y Área de protección o conservación aferente (Componentes ecosistémico y geomorfológico)



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Teniendo en cuenta los criterios y directrices de la guía para el acotamiento de las rondas hídricas, los dos elementos constituyentes: el "área de protección o de conservación aferente" abarca un área de 12,157 Ha, la "faja paralela" abarca un área de 10,157 Ha, estas dos áreas sumadas conforman el "componente hidrológico" de la quebrada Honda, que en su totalidad equivale a un área de 22,314 Ha, como se observa en la Tabla 66 y la Figura 99.

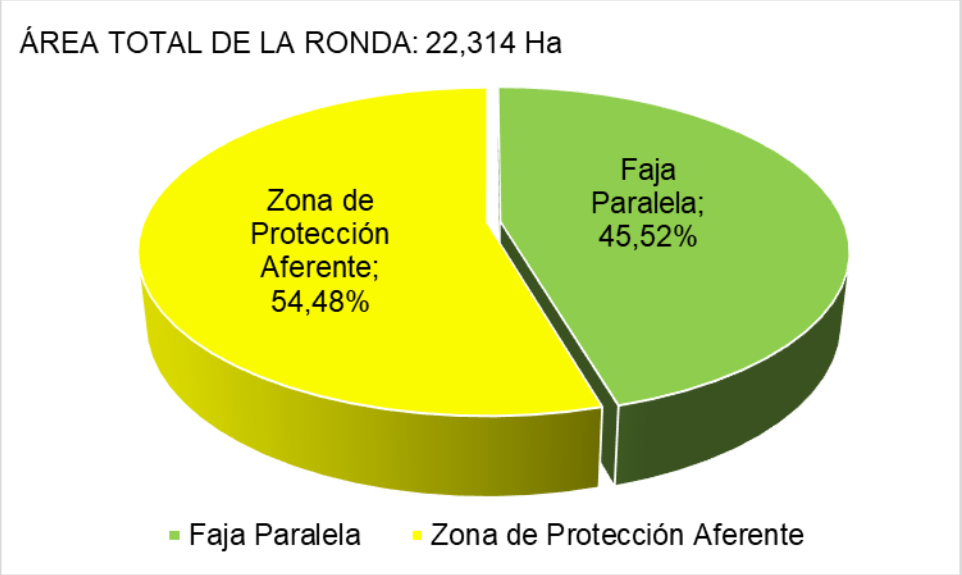
Si a la ronda hídrica le sumamos la zona que abarca el cauce permanente que es de 4,237 Ha, en su totalidad comprenderían un área de 26,551 Ha.

Tabla 66 Elementos constituyentes en la ronda hídrica del área de estudio

Elementos Constituyentes	Área M2	Área Ha	Porcentaje
Faja Paralela	101567,37	10,157	45,52%
Zona de Protección Aferente	121568,700	12,157	54,48%
Total	**223136,070**	**22,314**	**100%**

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Figura 99 Proporciones de área de los elementos constituyentes de la ronda hídrica



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

En la ronda hídrica de la quebrada Honda la faja paralela presenta su presenta su mayor amplitud en la parte más alta de la quebrada y la más baja en el municipio abarcando 30 metros de amplitud, la quebrada por sus características y los caudales calculados presenta inundaciones en algunos sectores al ser sinuoso, por esta razón en el recorrido presenta variaciones desde centímetros hasta los 30 metros de amplitud, resaltando las características dinámicas y cambiantes de la topografía fluvial; la zona de protección aferente presenta variación en el recorrido de la quebrada, lugares donde no se presenta al ser mayor la faja paralela, y en otros donde supera los 25 metros.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

7.2 COMPONENTE SOCIAL Y DE PARTICIPACIÓN

En el centro de cualquier proyecto destinado a la gestión sostenible de recursos naturales, se encuentra la esencia de la participación comunitaria y el entendimiento de las dinámicas sociales locales. El municipio de Paipa, se enfrenta al desafío de preservar las fuentes hídricas y garantizar la sostenibilidad a largo plazo, en este capítulo se describe un poco lo que tiene que ver con la población, su dinámica y la percepción que tiene la comunidad sobre las Rondas Hídricas y el proyecto de acotamiento de Quebrada Honda.

7.2.1 Contexto territorial, demográfico, económico y cultural del Municipio de Paipa

En este capítulo se realiza un análisis del contexto en el que se encuentra el Municipio de Paipa, abordando aspectos territoriales, demográficos, económicos y culturales. El cual permitirá comprender las características distintivas que configuran la identidad de este municipio, así como identificar factores clave que influyen en su desarrollo y dinámica comunitaria. Desde la geografía que define sus límites hasta su población y las dinámicas económicas y culturales, lo que proporcionará un panorama completo que servirá para comprender a las comunidades directamente relacionadas con el proyecto. Este análisis proporcionará una base para el diseño de estrategias que consideren no solo la dimensión ambiental, sino también las realidades sociales y económicas del área de influencia de la ronda hídrica de la quebrada Honda, en el municipio de Paipa.

7.2.1.1 Contexto Territorial

El municipio de Paipa según el DANE cuenta con el código 15516 y tiene una extensión territorial de 395 km². Según el Plan de Manejo del DRMI (2019) presenta una extensión de 305,9241 km² (30592,41 ha), está ubicado en la provincia del Tundama, departamento de Boyacá, en el centro-oriente del país, pertenece a la región del Alto Chicamocha, es un municipio industrial, artesanal, turístico y agrícola, dista 184 Km de Bogotá D.C; y a 40 Km. de Tunja, la capital del departamento. Por su localización hace parte del corredor industrial y comercial del altiplano Cundiboyacense; contiene en su territorio la industria pesada y mediana más importante del departamento de Boyacá. Los recursos naturales y la localización geográfica estratégica, hacen que el municipio de Paipa contribuya extensamente con diferentes productos en cada uno de los sectores económicos de la región.

Limita al norte con el municipio de Gambita (Santander), al oriente con los municipios de Duitama y Tibasosa, al occidente con las poblaciones de Sotaquirá y Tuta, al sur con el municipio de Firavitoba. Cuenta con 30161.99 ha de suelo rural, que representa el 98,66% del total del territorio. Se divide en 38 Veredas como se muestra en la Figura 100 y la Tabla 67.

Tabla 67 Distribución Área Rural del Municipio de Paipa

	Vereda	Área Ha
1	LA PLAYA	350.11
2	TUNAL	809.02
3	SALITRE	1154.24
4	RIO ARRIBA	523.80

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

	Vereda	Área Ha
5	MIRABAL	331.72
6	CANOCAS	556.41
7	VARGUITAS	299.70
8	CHITAL	443.75
9	VENTA DE LLANO	933.24
10	PASTOREROS	442.82
11	MEDIOS	901.90
12	RINCÓN DE ESPAÑOLES	1125.40
13	TOIBITA	380.99
14	ROMITA	720.84
15	CRUZ DE BONZA	661.33
16	JAZMINAL	721.65
17	FICAL	325.70
18	GUACAMAYAS	2297.54
19	VENADO	3708.75
20	PENA BLANCA	1508.96
21	PENA AMARILLA	1730.47
22	RETIRO	1065.87
23	CURIAL	1145.94
24	CENTRO	151.91
25	SAN PEDRO	1029.19
26	QUEBRADA HONDA	1640.68
27	LA ESPERANZA	403.72
28	CANOS	826.27
29	RINCON DE VARGAS	637.48
30	PANTANO DE VARGAS	309.08
31	TEJAR	174.64
32	MARCURA	644.33
33	LA BOLSA	387.96
34	VOLCÁN	834.84
35	ROSAL	121.17
36	SATIVA	290.46
37	LLANO GRANDE	214.59
38	CRUZ DE MURCIA	355.52
	TOTAL	**30161.99**

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Mientras que el 1,34 % restante lo conforma el área urbana con 409,715 ha, distribuida como se muestra en la Figura 100 y la Tabla 68.

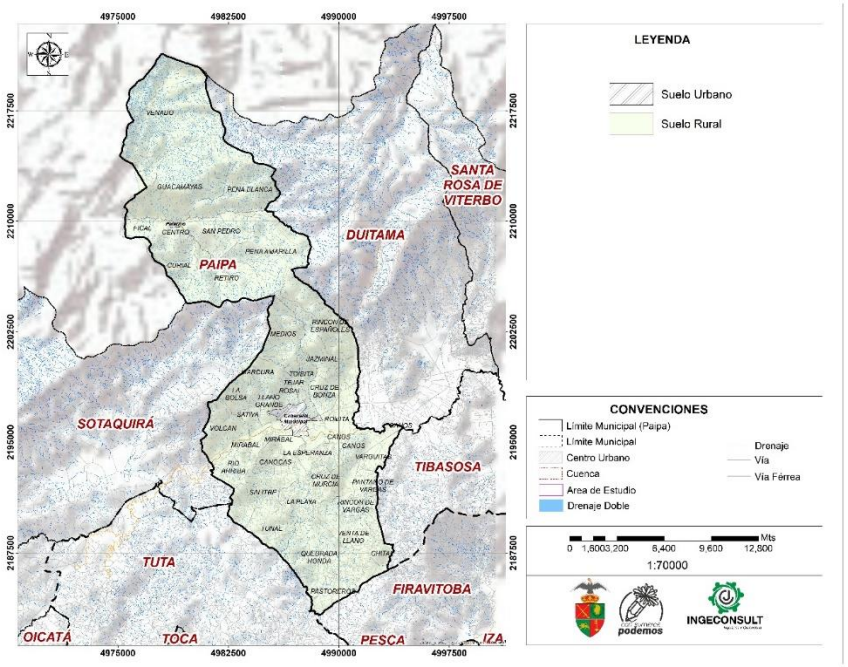
Tabla 68 Distribución Área Urbana del Municipio de Paipa

	Zona Urbana	Área Ha
1	Cabecera Municipal	396.269107
2	Palermo	13.446861
	Total	**409.715968**

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

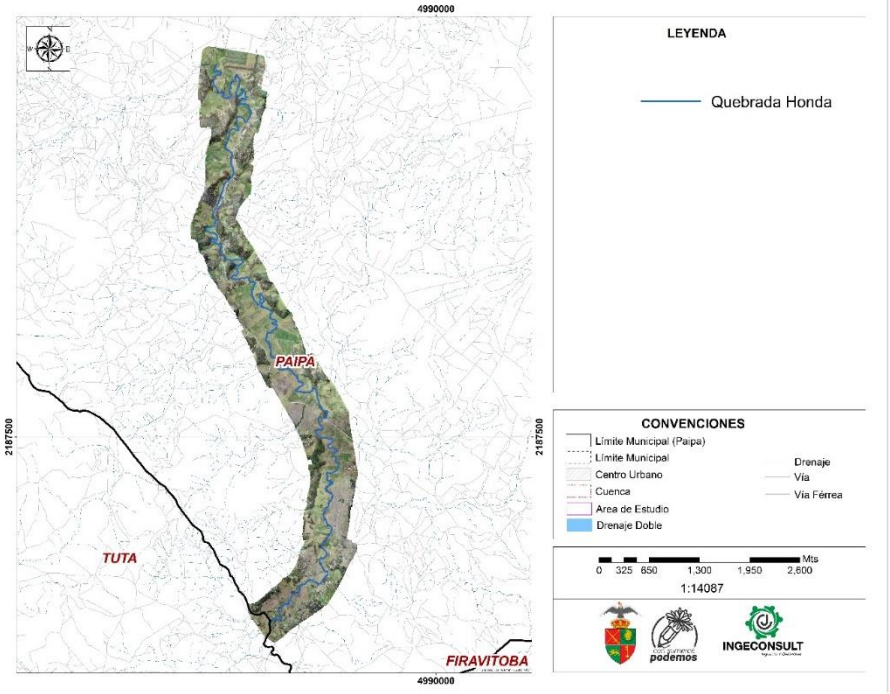
Figura 100. Mapa Categorización Del Suelo Municipio De Paipa – Boyacá.



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

La Quebrada Honda tiene su zona de influencia, principalmente en las veredas La Playa y Quebrada Honda.

Figura 101. Ubicación de la quebrada Honda



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

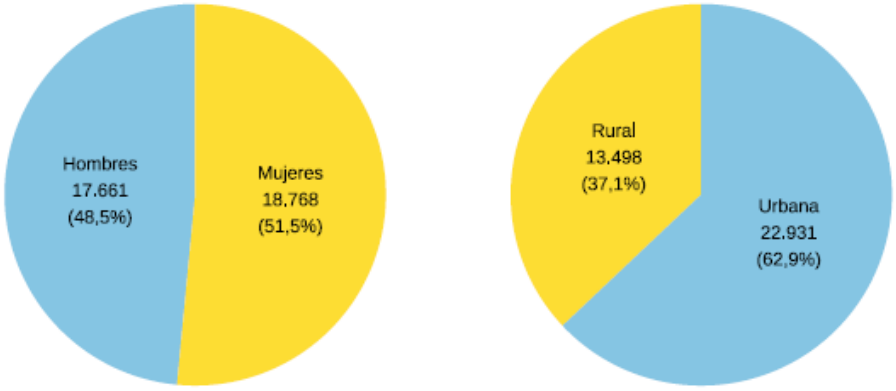
7.2.1.2 Contexto Demográfico

La Demografía es una ciencia que estudia las poblaciones humanas, analiza sus diversas dimensiones, concentrándose en el estado y la dinámica de estas poblaciones en el tiempo, analiza patrones, tendencias y características que definen la composición y evolución de una comunidad.

7.2.1.2.1 Población en el Municipio de Paipa

Según los datos más recientes del censo realizado por el DANE en 2018 y sus proyecciones, la densidad poblacional del municipio para 2024 corresponde a 92,23 Hab/km2, con 36.429 habitantes, donde la proporción de mujeres es algo mayor (18,768%) que la de los hombres (17,661 %) y la mayor parte de la población total se concentra en su mayoría en la zona urbana, con un 62,9 %, Vs en zona rural con un porcentaje de 13,498.

Figura 102. Población desagregada por sexo y área del Municipio De Paipa – Boyacá (2024)



Fuente: DANE, Proyecciones de población con base en el censo 2018

A continuación, se muestran los datos obtenidos en el censo de 2018 y sus proyecciones hasta el 2035, se observa que la tendencia en el comportamiento de la distribución de la población se mantiene con un mayor porcentaje de habitantes en la zona urbana, además predomina la población femenina.

Tabla 69 Estadísticas y Proyecciones censo DANE 2018 del Municipio de Paipa

Población Total Personas	Hombres		Mujeres		Población Rural		Población Urbana		Año
	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%	
33.535	16.146	48,15	17.389	51,85	13.514	40,30	20.021	59,70	2018
34.177	16.468	48,18	17.709	51,82	13.51	39,53	20.667	60,47	2019
34.823	16.792	48,22	18.031	51,78	13.51	38,80	21.313	61,20	2020
35.324	17.059	48,29	18.265	51,71	13.545	38,35	21.779	61,66	2021
35.687	17.242	48,31	18.445	51,69	13.516	37,87	22.171	62,13	2022
36.078	17.467	48,41	18.611	51,59	13.514	37,46	22.564	62,54	2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Población Total Personas	Hombres		Mujeres		Población Rural		Población Urbana		Año
	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%	
36.429	17.661	48,48	18.768	51,52	13.498	37,05	22.931	62,95	2024
36.778	17.834	48,49	18.944	51,51	13.501	36,71	23.277	63,29	2025
37.096	18.003	48,53	19.093	51,47	13.517	36,44	23.579	63,56	2026
37.403	18.173	48,59	19.23	51,41	13.566	36,27	23.837	63,73	2027
37.677	18.311	48,60	19.366	51,40	13.586	36,06	24.091	63,94	2028
37.953	18.45	48,61	19.503	51,39	13.664	36,00	24.289	64,00	2029
38.222	18.613	48,70	19.609	51,30	13.742	35,95	24.48	64,05	2030
38.482	18.756	48,74	19.726	51,26	13.85	35,99	24.632	64,01	2031
38.74	18.881	48,74	19.859	51,26	13.948	36,00	24.792	64,00	2032
38.983	19.016	48,78	19.967	51,22	14.037	36,01	24.946	63,99	2033
39.22	19.141	48,80	20.079	51,20	14.126	36,02	25.094	63,98	2034
39.434	19.253	48,82	20.181	51,18	14.22	36,06	25.214	63,94	2035

Fuente: DANE, Proyecciones de población con base en el censo 2018

Se destaca también el alto grado de alfabetismo de la población siendo en la mayoría de los dos géneros cercana al 100%.

Figura 103. Alfabetismo y analfabetismo de la población del Municipio De Paipa (2018)



Fuente: DANE, Proyecciones de población con base en el censo 2018

En las tablas siguientes se muestra la distribución poblacional existente para los años 1991,1998 y 2016 con base en los resultados de la encuesta del Sisbén en Paipa (2016) y estadísticas del DANE de 1991 y 1998, de las siguientes veredas.

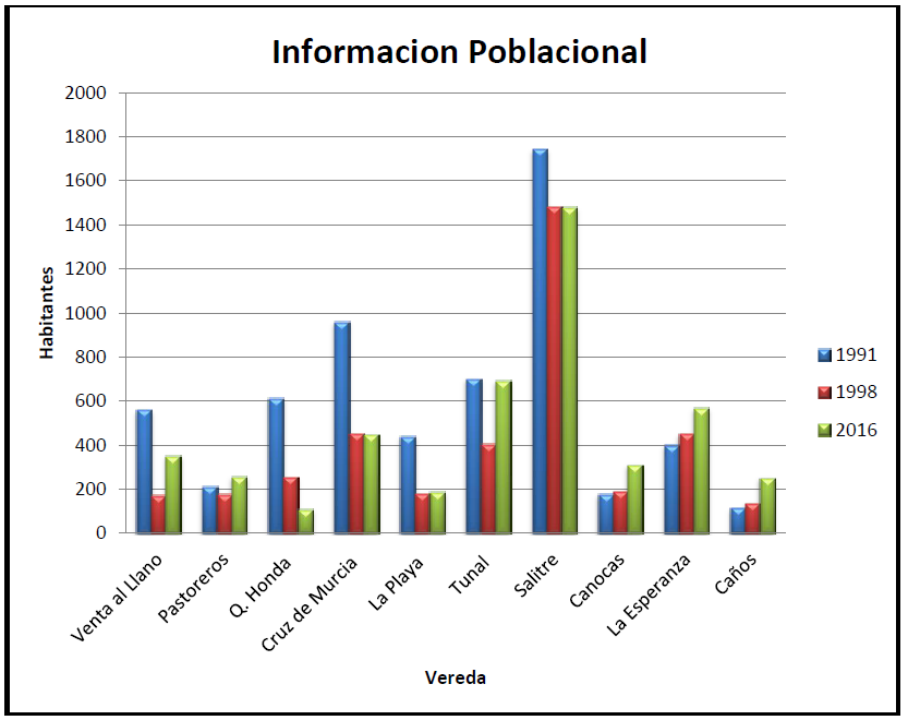
Tabla 70. Distribución poblacional por veredas – zona rural 1991, 1998 y 2016

Vereda	1991	1998	2016
Cruz De Murcia	960	451	448
Salitre	1742	1480	1479
Canocas	176	189	308
El Tunal	700	404	691
La Esperanza	400	450	567
La Playa	440	179	186
Pastoreros	210	177	225
Quebrada Honda	611	253	106
Venta De Llano	560	170	349

Vereda	1991	1998	2016
Caños	480	576	789
TOTAL	6279	4329	5148

Fuente: Corpoboyacá (2019)

Figura 104. Variación de población por veredas y años



Fuente: Corpoboyacá (2019)

7.2.1.2.2 Población rural en el área de influencia de la quebrada

En el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), se adentran en el tejido demográfico del municipio caracterizando detalladamente a la población del municipio. En esta sección se muestran los datos referentes al área de influencia del cauce priorizado. Este análisis proporcionará una visión detallada de la composición poblacional, sentando así las bases para comprender el entorno humano que interactúa con la quebrada y su entorno circundante.

La vereda La Playa limita por el norte con las veredas La Esperanza y El Salitre, en el sur con la vereda Quebrada Honda, al occidente con El tunal y al oriente con Venta de Llano.

Esta vereda se estableció como independientes en 1968 con la creación de la escuela, la población le otorgo este nombre ya que se encuentra en la rivera del antes caudaloso río Salitre, tiene nacimientos de aguas termales, que han incentivado a la generación de construcción de piscinas termales, dedicadas al fomento del turismo en este sector (Corpoboyacá, 2019).

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 71. Población Vereda La Playa

VARIABLES	VALOR
Número de Habitantes (2016)	186
Extensión (ha)	350.11
Hombres	48%
Mujeres	52%

Fuente: Corpoboyacá (2019)

La vereda Quebrada Honda es la segunda vereda con mayor extensión dentro de la población de Paipa, limita al norte con las veredas El Tunal y La Playa, al oeste con el municipio de Tuta, al oriente por la vereda Venta de Llano, y al sur por la vereda Pastoreros, En esta vereda le sitúa la piscina Olitas, alimentada por agua dulce. Tiene yacimientos de Puzolana (Corpoboyacá, 2019). .

Tabla 72. Población Vereda Quebrada Honda

VARIABLES	VALOR
Número de Habitantes (2016)	106
Extensión (ha)	1640.68
Hombres	47%
Mujeres	53%

Fuente: Corpoboyacá (2019)

7.2.1.2.3 Servicio Públicos en el Municipio de Paipa

Un porcentaje considerable de las viviendas en Paipa cuenta con servicios públicos fundamentales como energía eléctrica, acueducto, alcantarillado y recolección de basuras. No obstante, se identifica un área de oportunidad para mejorar la cobertura de servicios como el gas natural y el acceso a internet.

7.2.1.2.4 Necesidades Básicas insatisfechas (NBI) Municipio de Paipa

Las NBI son un conjunto de carencias en áreas clave como vivienda, servicios públicos, educación, y empleo, que proporcionan una visión integral de las condiciones de vida y bienestar de la población de una población. Cuanto más alto sea el índice, mayor será el nivel de privación y las necesidades básicas no satisfechas en la población. Estos índices son un indicador clave para evaluar la pobreza y el bienestar en una población específica, y su reducción suele ser un objetivo en políticas sociales y de desarrollo. En Paipa los índices son relativamente bajos, sobre todo comparándolo con otros municipios a nivel nacional, lo que sugiere, en términos generales, un nivel relativamente favorable de las condiciones socioeconómicas, de vida y bienestar de la población.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 73 Necesidades Básicas Insatisfechas

Cabeceras						
Necesidades Básicas Insatisfechas por Categorías %						
Prop de Personas en NBI (%)	Prop de Personas en miseria	Componente vivienda	Componente Servicios	Componente Hacinamiento	Componente Inasistencia	Componente dependencia económica
2.94	0.10	0.17	0.05	1.15	0.58	1.13
Centros Poblados y Rural Disperso						
Necesidades Básicas Insatisfechas por Categorías %						
Prop de Personas en NBI (%)	Prop de Personas en miseria	Componente vivienda	Componente Servicios	Componente Hacinamiento	Componente Inasistencia	Componente dependencia económica
8,68	0,52	0,62	0,48	2,14	0,59	5,38
Total						
Necesidades Básicas Insatisfechas por Categorías %						
Prop de Personas en NBI (%)	Prop de Personas en miseria	Componente vivienda	Componente Servicios	Componente Hacinamiento	Componente Inasistencia	Componente dependencia económica
5,12	0,26	0,34	0,21	1,52	0,58	2,74

Fuente: DANE - Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) total, cabecera, centros poblados y rural disperso, a nivel municipal. Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018

7.2.1.3 Contexto económico

Esta sección se realiza con información del documento del Plan de Manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado del Lago Sochagota y La Cuenca que lo Alimenta (DRMI) (2019), el cual expresa el potencial del municipio de Paipa, y considera que el sector industrial, la producción de energía, la metalmecánica y el sector turismo, son claves en la economía de esta población. En el municipio se realizan actividades pertenecientes a cada uno de los tres sectores de la economía.

7.2.1.3.1 Actividades económicas por sectores

Las actividades primarias, secundarias y terciarias son categorías utilizadas para clasificar las diferentes actividades económicas en función de su naturaleza y su contribución a la producción y el desarrollo económico. Estas categorías son parte de la estructura de la economía, y cada una se enfoca en tipos específicos de actividades.

7.2.1.3.1.1 Sector primario

El sector primario lo conforman los subsectores: agrícola, pecuario, forestal y minero, todos relacionados con la explotación de recursos naturales y la obtención directa de productos de la tierra (suelo y subsuelo) en el caso del municipio de Paipa. En el Municipio de Paipa sobresalen los cultivos de: Papa, Cebolla de Bulto, Mora, Avena y Durazno o Albaricoque. Donde la Papa ocupa el primer lugar en producción según la UPRA.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 105. Cultivos de mayor producción en la entidad

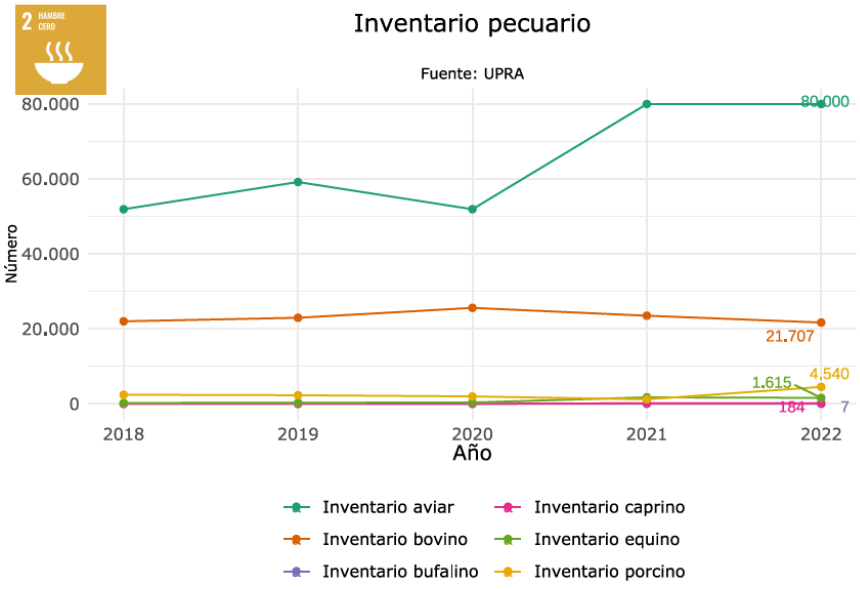
Cultivos de mayor producción en la entidad

Orden por nivel de producción (2021)	Cultivo	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Primer cultivo	Papa	1.428,00	10,98
Segundo cultivo	Cebolla De Bulbo	1.099,60	9,73
Tercer cultivo	Mora	736,80	8,00
Cuarto cultivo	Avena	462,50	8,33
Quinto cultivo	Durazno o Alba-ricoque	369,00	10,00

Fuente: UPRA

Otra de las actividades del sector primario es la actividad pecuaria, la cual tiene una ganadería extensiva no tan tecnificada, se desarrolla de forma complementaria con la agrícola, no existe en el municipio fincas o unidades productivas consideradas exclusivamente ganaderas, la gran mayoría de las reses son para multipropósito (cría y ordeño), pocas cabezas son exclusivas para la ceba o para lechería especializada. La Upra presenta un gráfico donde se observan los datos de un inventario pecuario de la entidad donde el inventario aviar es el de mayor presencia.

Figura 106. Inventario pecuario



Fuente UPRA

7.2.1.3.1.2 Sector secundario

El sector secundario incluye todas aquellas actividades que transforman materias primas que está compuesto básicamente por la industria propiamente dicha que elabora productos manufacturados y el sector de la construcción, en términos generales se consideran que las actividades dentro de este sector son más rentables que las de los otrostalmecanica,

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

estos dos sectores representan mayor importancia a nivle economico, sectores, debido a la incorporación de un valor agregado mayor.

La actividad industrial del municipio se caracteriza por la produccion de energia como la Central Termoelectrica Termopaipa, que genera energia a base de vapor, mediante carbon bituminoso pulverizado; tambien se encuentra la industria metalmecanica, estos dos sectores son los de mayor importacia economica en el municpio, de igual forma los sectores de producción del area manufacurera, grupos artesanos, confecciones de ropa y elaboracion de insumos y productos alimenticios (Corpoboyacá, 2019).

7.2.1.3.1.3 Sector terciario

Sector terciario Dentro de este sector las actividades más representativas son el turismo; el sector hotelero representa un mayor aporte con el servicio de hospedaje, el trasporte para la recreación y el descanso, entre otros. También se destacan las prendas de vestir, productos para la construcción y el hogar.

7.2.1.3.2 Valor agregado

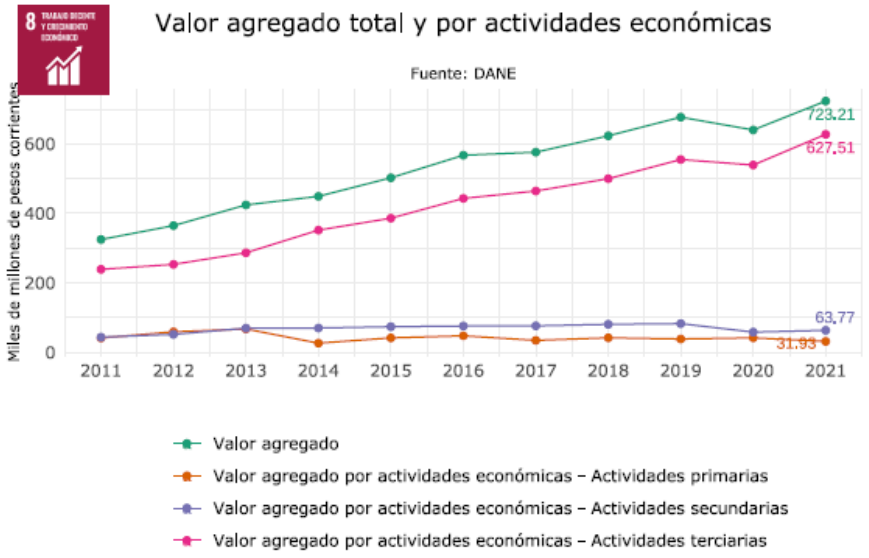
El "valor agregado" se refiere al valor económico que se añade a un bien o servicio durante el proceso de producción. Es la diferencia entre el valor de los bienes y servicios producidos y los costos de los insumos y materiales utilizados en su fabricación. En otras palabras, es el valor que una empresa agrega a los recursos que adquiere, convirtiéndolos en productos o servicios que tienen un valor superior al de los insumos originales.

El valor agregado es un indicador clave en la medición del desempeño económico y se utiliza para evaluar la eficiencia y la productividad de un sector o una economía en su conjunto. También se emplea para analizar la contribución de diferentes sectores a la economía y entender cómo se distribuye el valor generado en el proceso productivo.

En la gráfica siguiente se observa el valor agregado por cada sector económico, como era de esperarse el sector secundario de transformación o industrial tiene una participación muchísimo mayor, seguido del sector terciario o de servicios, se debe decir que gran parte de las actividades de comercio y servicios que se desarrollan en el municipio (parqueaderos, restaurantes, servicios de ruta, etc.), tienen un fuerte vínculo con la actividad industrial y dependen en gran medida de esta. Por último, el sector primario del municipio tiene una participación mínima, en este sector se encuentra la extracción de minerales y el de la explotación agropecuaria, además gran parte de la participación del subsector agropecuario está representada en el cultivo de papa lo que da cuenta de la falta de diversificación de este sector.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 107. Valor agregado total y por actividades económicas



Fuente: DANE

7.2.1.4 Contexto cultural

En el caso específico de Paipa se encuentran productos turísticos tradicionales y de reconocimiento nacional, y otros productos turísticos potenciales, en el caso de Paipa es un turismo histórico - cultural, así los principales productos son:

- Aguas termales: atractivo turístico de gran calidad que posee excelente infraestructura y facilidades turísticas que atrae gran cantidad de visitantes
- Aeropuerto Juan José Rondón: aeropuerto de carácter comercial localizado en el Altiplano Cundiboyacense administrado por la Aerocivil, que sirve a la ciudad de Duitama y en general a la Provincia de Tundama en el departamento de Boyacá, Colombia.
- El lago Sochagota: sitio turístico clave en la economía de la región, lugar ideal para la práctica de deportes náuticos por su atractivo paisajístico.
- La Casona del Salitre: Es de gran importancia por su historia que data de 1600, tiene la categoría de Monumento Nacional, en la actualidad opera como hotel.
- El Concurso Nacional de Bandas: Es un evento importante del Concurso Nacional de Bandas Musicales (declarado Bien de Interés Cultural de Carácter Nacional en 2004), que se celebra en Paipa desde 1975.
- Artesanías y amasijos: se encuentra relacionado al sector del turismo de la región, se localizan en las vías principales del municipio.

7.2.2 Encuentros con la Comunidad

La comunicación con la población del área de influencia de Quebrada Honda ha sido diversa. No solo limitándose a interactuar en recintos comunitarios, sino también durante los recorridos de campo, mediante conversaciones abiertas, escuchando atentamente las

perspectivas de la comunidad, recopilando aportes valiosos y llevando a cabo encuestas específicas sobre inundaciones. Estos encuentros iniciales sentaron las bases para una comprensión integral que ha influido significativamente en nuestro enfoque hacia el proyecto buscando comprender la dinámica de la quebrada y sus posibles afectaciones.

En esta sección, se detallan los dos momentos esenciales de interacción con la comunidad que han orientado la estrategia participativa, destacando especialmente los encuentros de dialogo y participación en los recintos comunitarios.

En la primera fase Recolección de información y cartografía social, se realizó un diálogo participativo, llevado a cabo después de los recorridos y la obtención de insumos como Fotogrametría, Topografía y Batimetría, pero antes de la iniciación del proyecto. Esta fase se centró en una presentación inicial del proyecto y la realización de talleres de mapeo participativo. Como soporte de la actividad se encuentran las actas de participación en la subcarpeta 5.1 Recolección de información y cartografía social del anexo 5. Componente de participación.

La segunda fase, una sesión de socialización de resultados, donde se ofrece el espacio para compartir los hallazgos del proyecto y, a su vez escuchar las opiniones de los participantes, además de la realización de una encuesta de percepción del proyecto y para la identificación de actores y servicios ecosistémicos. Como soporte de la actividad se encuentran las encuestas aplicadas en la subcarpeta 5.2 socialización de resultados y aplicación de encuestas del anexo 5. Componente de participación.

7.2.2.1 Primera fase: Recolección de información y cartografía social

En la recolección de información y cartografía social se explica a la comunidad la justificación del proyecto, el marco normativo y el marco metodológico correspondiente a la guía metodológica de acotamiento de rondas hídricas de MINAMBIENTE (2018), los avances en la consecución de los insumos necesarios para llevar a cabo el proyecto de acotamiento de la Ronda hídrica de la quebrada Honda del municipio de Paipa. Posteriormente con la comunidad se realiza el reconocimiento de la zona de estudio en los mapas preparados para la actividad y se elabora la cartografía social; se solicita a la comunidad, indicar si tienen información de la quebrada, además de marcar en el mapa lo referente a algunos aspectos principales:

1. Ubicación de nacimientos y zonas importantes de recarga de la quebrada.
2. Ocurrencia de inundaciones
3. Usos del recurso hídrico u otras actividades desarrolladas en las márgenes de las quebradas.
4. Afectación antrópica referente a desvíos u otros que afecten la dinámica de la quebrada.
5. Otras afectaciones o información referente a la quebrada y sus alrededores.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

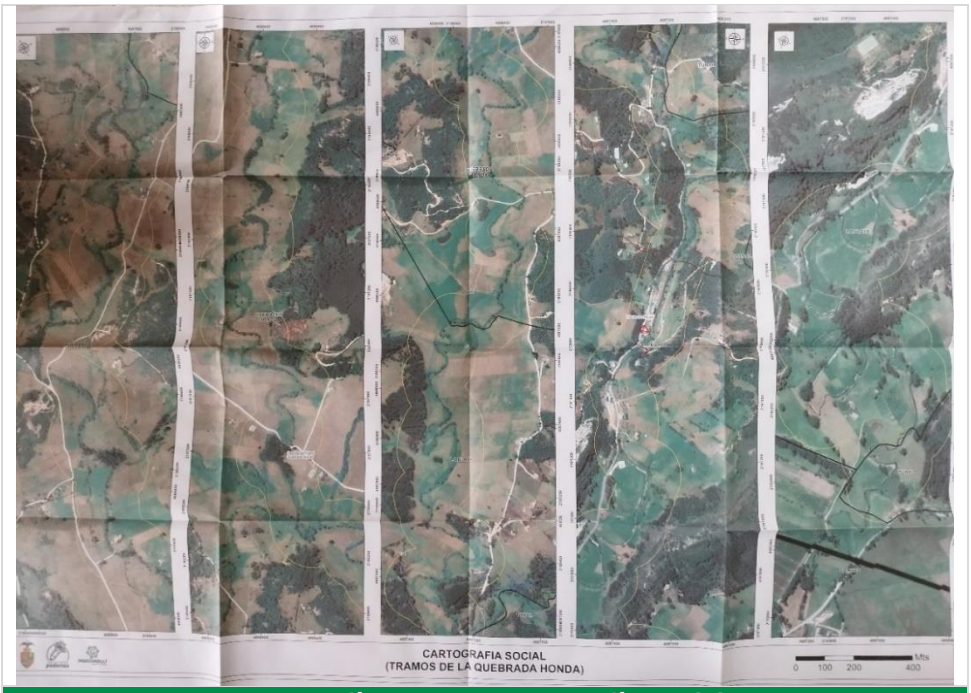
7.2.2.1.1 Resultados Primera Fase

En el encuentro la comunidad aporta información y se llega con ellos a las siguientes conclusiones sobre la quebrada Honda:

- El caudal de la quebrada se ha disminuido muchísimo, llegando incluso en algunas ocasiones relacionadas a periodos prolongados sin lluvia a perderlo casi en su totalidad.
- Antes existían algunos nacimientos, pero indican que desde que se desarrolla la minería se secaron. Los nacimientos principales que aportan a la quebrada pertenecen a los municipios de Tuta y Firavitoba,
- Mencionan que incluso en ocasiones no les permiten usar el agua para darle de beber al ganado.
- La presión por el aumento de suscriptores a los acueductos veredales que toman el agua de algunos tributarios de la quebrada Honda ha contribuido a una disminución significativa del caudal de la quebrada.
- Existe gran cantidad de vegetación exótica asociada a alto consumo de agua como la acacia, eucalipto y pino en la cuenca. Además, algunos de estos árboles consiguen gran altura y luego por su peso caen.
- Hay presencia de ganado cerca al curso de la quebrada, pero en la mayor parte de esta, los animales no tienen acceso directo a la fuente hídrica.
- No se han presentado desbordamientos asociados al cauce.
- La comunidad comenta que ya son muy pocos los animales silvestres que se observan y que antes hacían presencia en sector, han migrado o desaparecido y que actualmente a lo largo de la quebrada hay presencia de algunas truchas arcoíris y carpas, introducidas a la fuente antrópicamente.
- La comunidad también menciona que en la vereda La Playa, muy cerca del sector de las piscinas, se empiezan a observar los afloramientos de aguas “salinas” que posteriormente llegan al cauce de la quebrada honda, cambiando sus propiedades. Estas aguas no pueden ser usadas para agricultura, ni para los animales porque mueren, algunas de ellas, las aguas termales son aprovechadas en el turismo.

Aportes que se identificaron en la cartografía social que se observa en la siguiente fotografía.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 86 Mapa Cartografía Social

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

7.2.2.2 Segunda fase: Socialización de resultados y aplicación de encuestas

Para la socialización de los resultados, se llevó a cabo una presentación en la que se detalló la metodología empleada para la obtención de la ronda hídrica. Durante esta exposición, se ofrecieron explicaciones concisas sobre cada uno de sus componentes: geomorfológico, hidrológico y ecosistémico. En la presentación de la metodología, se abordaron y resolvieron las dudas que surgieron entre los asistentes.

A continuación, se expusieron los resultados obtenidos de la ronda hídrica de la quebrada mediante una presentación de PowerPoint y ocasionalmente con el apoyo de la cartografía en un sistema de información geográfico, destacando las variaciones a lo largo de su recorrido. Se proporcionó una explicación sobre los factores que contribuyeron a que el límite físico de la ronda hídrica presentara variabilidad. Se respondieron las preguntas e inquietudes planteadas por los asistentes.

Posteriormente, se abrió un espacio para la participación activa de la comunidad, brindando la oportunidad para que expresaran sus puntos de vista y opiniones sobre los resultados obtenidos del acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada. Es relevante señalar que los asistentes manifestaron su satisfacción con los resultados del estudio, evidenciando una aprobación generalizada entre los actores presentes es la socialización en el proyecto.

Finalmente, se lleva a cabo una encuesta entre los asistentes con el propósito de recopilar información sobre la relación entre el territorio y el agua. Se busca obtener percepciones sobre los riesgos asociados, tales como movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales. Asimismo, se indaga sobre la importancia de realizar acotamientos en las

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

rondas hídricas. Además, se tiene el objetivo de identificar a las personas u organizaciones vinculadas con la ronda hídrica de la quebrada.

7.2.2.2.1 Resultados Segunda Fase

El las encuestas se identificaron los actores presentes en la ronda hídrica de quebrada Honda. Ver subcarpeta 5.2 socialización de resultados y aplicación de encuestas del anexo 5. Componente de participación. A continuación, se muestran los actores identificados

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (MADS)
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)
- Policía de Ambiente
- Comité nacional para el manejo de desastres
- Autoridad Ambiental Corpoboyacá
- Alcaldía Municipal
- Consejo municipal
- Secretaría De Planeación
- Secretaría De Agricultura, Ganadería Y Control Del Medio Ambiente
- Oficina de gestión del riesgo
- Unidad Administrativa De Asistencia Técnica Agropecuaria - Umata
- Miembros junta de acción comunal de la vereda Quebrada Honda
- Miembros junta de acción comunal de la vereda La Playa
- Comunidad del área de influencia de los cauces
- Instituciones Educativas escuela La Esperanza y La Playa, Instituto Técnico Agropecuario (ITA) de paipa
- Cuerpo de bomberos

En las encuestas los asistentes manifiestan que el agua de la quebrada es utilizada para agricultura, ganadería, uso doméstico, agropecuarios; disminución de agua por riego de pastos se usan motobombas, en la zona de la quebrada donde aún no se encuentran nacimientos salinos; actividades mineras ilegales han afectado la quebrada, tala de vegetación; se presentan vertimientos en la quebrada contaminándola; se presentan represamientos a lo largo de la quebrada y se solicita ayuda de las autoridades pertinentes para eliminar estas obstaculizaciones, ya que algunas son por troncos de grandes dimensiones y no pueden ser retirados manualmente y permitir que la quebrada tenga un flujo de agua normal; solicitan una reforestación urgente con árboles nativos y resistentes a heladas, limpieza y dragado de la quebrada.

Al final los asistentes manifiestan su satisfacción con los resultados obtenidos en el acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada Honda.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

7.3 IDENTIFICACIÓN DE ACTORES

Las personas hacen parte esencial de las dinámicas territoriales, aportan información valiosa que de otra manera no sería posible obtener, “su conocimiento espacial e histórico acumulado, su relación cotidiana con el territorio y las capacidades particulares que pueden ayudar a dinamizar los procesos”. (ANT (Agencia Nacional de Tierras), 2022)

Se entiende como actor a “todo individuo, que se encuentra o forma parte de un grupo, organización, entidad, corporativo o institución del sector público, social, privado, organización no gubernamental o agencia internacional que tenga relación directa o indirecta con el proyecto a ejecutar” (CONAGUA, 2007, pág. 7). además “los actores sociales pueden ser comunidades o personas afectadas a nivel local y sus representantes oficiales y extraoficiales, autoridades de gobierno a nivel nacional o local, políticos, lideres religiosos, organizaciones de la sociedad civil y grupos con intereses especiales, los círculos académicos u otras organizaciones” (Banco Mundial, 2007, pág. 10). Usualmente, “son considerados actores aquellos individuos, grupos o instituciones que poseen información, recursos, experiencia y alguna forma de poder para influenciar la acción de otros, aquellas personas, grupos o instituciones influyentes, no por el capital económico, sino por su poder de decisión”. (Tavares M. & Fitch O, 2019; EC-FAO, 2006).

Para el análisis de este proyecto se consideran tres tipos de actores, los actores clave, los actores primarios y los secundarios que se definirán más adelante.

7.3.1 Metodología

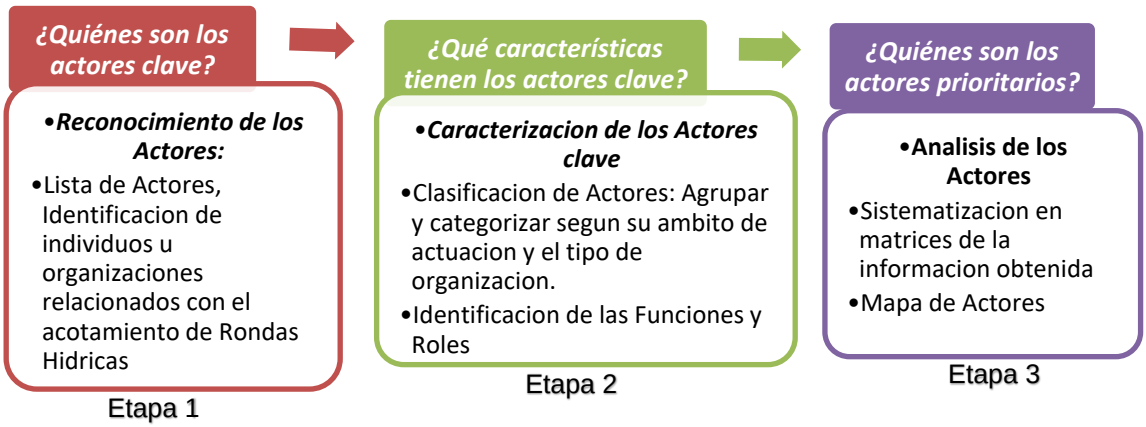
Existen diferentes enfoques metodológicos, propuestas y herramientas para la identificación de actores, “el mapeo de actores sociales es una metodología ampliamente extendida y estrechamente vinculada con la teoría de redes sociales, que ayuda a representar la realidad social para comprenderla en su complejidad”, posibilita analizar sus intereses, importancia e influencia sobre los resultados de la intervención. (Alcaldia de Medellin, 2011). El Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible en la guía para la formulación de los POMCA (MINAMBIENTE, 2014, pág. 26) hace algunas sugerencias y presenta algunos lineamientos para la identificación y caracterización de los actores vinculados a un proyecto; presenta tres interrogantes que deben responderse y a partir de los cuales se llega a una mejor comprensión de la realidad social y sus relaciones, en este caso en torno a el acotamiento de las Rondas hídricas y lo que estas implican.

Para el desarrollo de este proyecto y buscando responder a los lineamientos metodológicos Figura 108, se realizó una adaptación de las propuestas metodológicas expuestas en (Tapella, 2007; EC-FAO, 2006; Pozo Solís, 2007; CONAGUA, 2007; MINAMBIENTE, 2014; C40 Cities Finance Facility (CFF), 2017) y se organizó en tres etapas, como lo muestra la Figura 109.

Antes de identificar a los Actores Clave, se debe tener claro el tipo de proyecto a desarrollar, es crucial comenzar con un tema claramente definido (CONAGUA, 2007; C40 Cities Finance Facility (CFF), 2017), dado que el objetivo del proyecto es muy específico: el Acotamiento de la Ronda Hídrica del cauce de la quebrada Honda del municipio de Paipa, este paso no se tuvo en cuenta en la metodología.

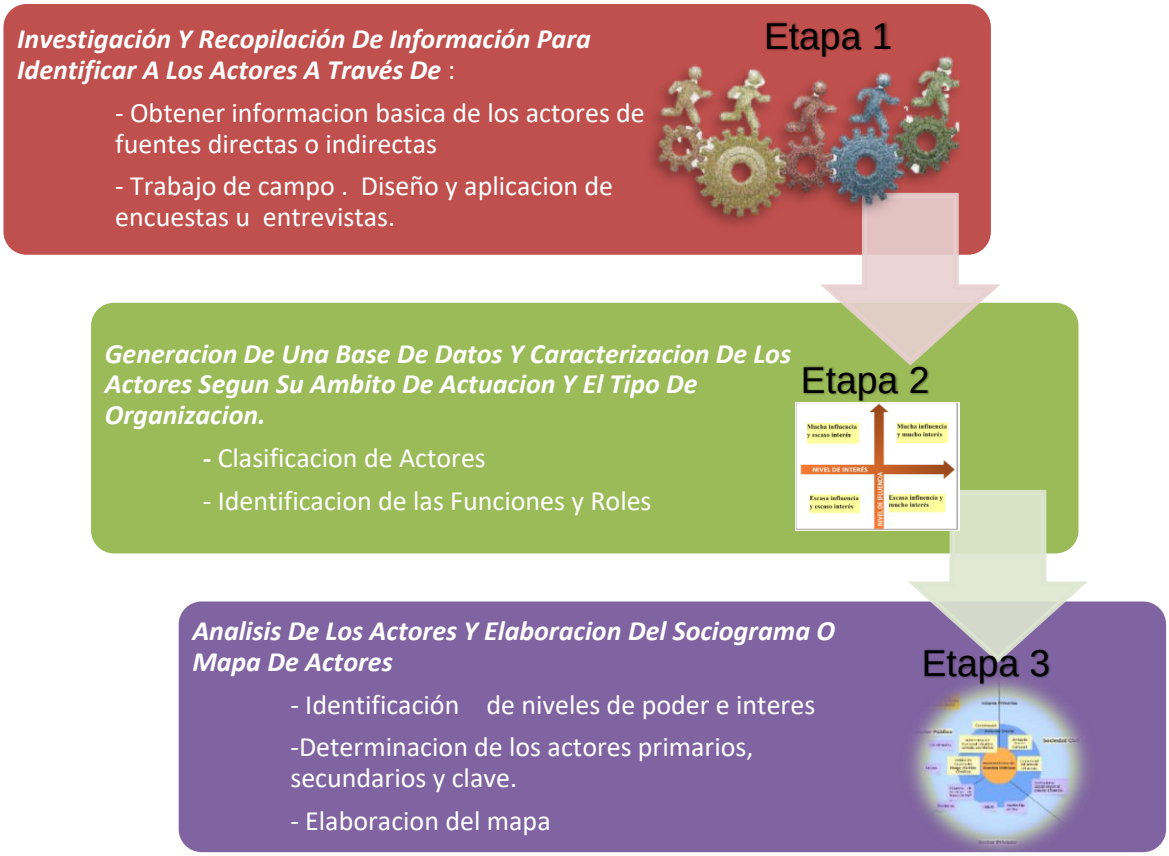
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 108. Lineamientos Metodológicos para la identificación, caracterización y priorización de los actores vinculados a un proyecto



Fuente: El estudio 2023, basado en (MINAMBIENTE, 2014, pág. 26)

Figura 109. Metodología para la identificación de los actores vinculados a un proyecto



Fuente: El estudio 2023, basado en (Tapella, 2007; EC-FAO, 2006; Pozo Solís, 2007; CONAGUA, 2007; MINAMBIENTE, 2014; C40 Cities Finance Facility (CFF), 2017)

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Es esencial que los diversos actores involucrados estén informados sobre los resultados del estudio de acotamiento de la ronda hídrica, ya que su conocimiento posibilita la contribución valiosa desde sus percepciones individuales. Este aporte colectivo es crucial para la identificación de los servicios ecosistémicos, lo cual sienta las bases para la definición de estrategias integrales en el manejo ambiental de la ronda hídrica. Este enfoque abarca tanto las dimensiones físico-bióticas como socioeconómicas del entorno. La comunicación con la comunidad no solo tiene un propósito informativo, sino que también "servirá para promover la responsabilidad colectiva y la concientización relacionada con la importancia de estas áreas del territorio en particular en la regulación natural, evitando con ello la generación de condiciones de riesgo". (MINAMBIENTE, 2018, pág. 125). Razón por la cual se llevaron a cabo espacios tanto de participación ciudadana como de socialización de resultados, estas interacciones se desarrollaron mediante diversas estrategias, como talleres de mapeo participativo, encuestas, conversaciones con las personas encontradas a lo largo del recorrido, entre otros métodos participativos, con el objetivo de captar una variedad de perspectivas y experiencias. Este enfoque inclusivo no solo fortalece la validez y la aplicabilidad de los resultados, sino que también promueve un compromiso activo y consciente de la comunidad en la gestión sostenible de la ronda hídrica.

7.3.2 Etapa 1: Reconocimiento de los Actores

El reconocimiento de actores se refiere a la identificación y comprensión de todas las partes interesadas y personas involucradas en el proyecto, ya sean individuos, grupos comunitarios, organizaciones gubernamentales o no gubernamentales, empresas u otros actores relevantes. Al reconocer a todos los actores involucrados, se pueden comprender mejor sus intereses, perspectivas y preocupaciones sobre el acotamiento de rondas hídricas. Al comprender y abordar las diversas perspectivas y necesidades de los actores, se pueden tomar decisiones informadas que beneficien a la comunidad y al medio ambiente en general. Es esencial para lograr una gestión efectiva y sostenible de los recursos hídricos.

7.3.2.1 Investigación Y Recopilación De Información Para Identificar A Los Actores

Para esta etapa se procede a identificar a los actores sociales asociados, "para obtener la información se puede consultar en directorios, organigramas, encuestas, informes, registros escritos y planes de ordenamiento territorial emitidos por las autoridades locales, el sector comercial e industrial, etc." (CONAGUA, 2007). Para realizar una adecuada identificación de actores se han tenido en cuenta las siguientes características descritas por (Corporacion Autonoma Regional del Valle del Cauca (CVC), 2015) y (Fundacion Presencia):

- Generadores de la situación ambiental
- Están afectados o podrían verse afectados por la situación ambiental
- Pueden verse afectados en las estrategias de intervención para dar solución a problemáticas identificadas.
- Aliados para la gestión de la situación ambiental
- Oponentes para la gestión de la situación ambiental

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Tienen interés en participar de la gestión de la situación ambiental
- Tienen conocimiento, experiencia y recursos sobre la situación ambiental
- Tienen competencia entorno a la situación ambiental
- No están siendo directamente afectados, pero podrían tener un interés en la propuesta.
- Son necesarios para la adopción de la política pública.
- Son necesarios para la implementación de la política pública.
- Consideran que tienen derecho a estar involucrados en las decisiones relacionadas con el problema y la propuesta.

Luego de la revisión se consideran los siguientes actores:

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (MADS)
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)
- Policía de Ambiente
- Comité nacional para el manejo de desastres
- Autoridad Ambiental Corpoboyacá
- Alcaldía Municipal
- Consejo municipal
- Secretaría De Planeación
- Secretaría De Agricultura, Ganadería Y Control Del Medio Ambiente
- Oficina de gestión del riesgo
- Unidad Administrativa De Asistencia Técnica Agropecuaria - Umata
- Miembros junta de acción comunal de la vereda Quebrada Honda
- Miembros junta de acción comunal de la vereda La Playa
- Comunidad del área de influencia de los cauces
- Instituciones Educativas escuela La Esperanza y La Playa, Instituto Técnico Agropecuario (ITA) de paipa
- Cuerpo de bomberos

7.3.2.2 Diseño y aplicación de encuestas

Como parte del trabajo de campo para complementar la información requerida, se diseñaron y aplicaron encuestas basadas en los instrumentos para la participación ciudadana utilizados en el proyecto “Delimitación de la ronda hídrica de la quebrada la Mosca” (Areiza R, y otros, 2021). Las encuestas aplicadas se encuentran en el Anexo 5.2 Socialización de resultados y aplicación de encuestas.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Estas encuestas tienen como objetivo involucrar a los diferentes actores relacionados con la ronda hídrica, permitiéndoles aportar desde su percepción información valiosa que contribuya a identificar los servicios ecosistémicos presentes en la zona. Esta información es fundamental para definir estrategias de manejo ambiental que consideren tanto las dimensiones físico-bióticas como las socioeconómicas del área.

El conocimiento de los resultados del estudio de acotamiento de la ronda hídrica es esencial para promover la responsabilidad colectiva y la concienciación sobre la importancia de estas áreas del territorio en la regulación natural del agua. Al involucrar a los actores locales en el proceso, se busca obtener una visión integral de las necesidades y expectativas de la comunidad en relación con el manejo sostenible de la ronda hídrica.

En las reuniones de participación ciudadana con los principales actores de la ronda de la quebrada, se llevó a cabo la socialización del proyecto y se recopiló información relevante sobre diversas temáticas. Esto incluyó las percepciones y conocimientos de la comunidad que habita o posee bienes en la ronda de la quebrada, el uso actual del suelo, las costumbres culturales y ancestrales relacionadas con el entorno natural, la historia de eventos invernales pasados, el aprovechamiento de recursos naturales, la tenencia y ocupación del territorio, entre otros aspectos.

La recopilación de esta información en las reuniones de participación ciudadana permitirá tener una comprensión más completa de la relación entre la comunidad y el entorno de la ronda hídrica. Asimismo, facilitará la toma de decisiones informadas para el desarrollo de estrategias de manejo adecuadas, que promuevan la protección y conservación de los servicios ecosistémicos, evitando así la generación de condiciones de riesgo en el territorio.

En resumen, la participación activa de los actores locales y la recopilación de sus percepciones y conocimientos son fundamentales para garantizar que el proyecto de acotamiento de la ronda hídrica sea un esfuerzo colectivo que considere tanto los aspectos naturales como los culturales de la zona. Al trabajar en conjunto, se podrá diseñar un manejo ambiental más efectivo y sostenible que beneficie tanto al ecosistema como a la comunidad que depende y valora estas áreas del territorio

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908



Fotografía 87. Socialización de Resultados y aplicación de encuestas

Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

7.3.3 Etapa 2: Caracterización De Actores

La caracterización de actores se refiere al proceso de describir y comprender a los diferentes individuos, grupos, organizaciones o instituciones que tienen un interés o participación en este caso en el acotamiento de las rondas hídricas.

7.3.3.1 Categorización De Los Principales Actores Identificados

La categorización de actores se refiere al proceso de clasificar y agrupar a los diferentes actores, es útil para organizar y comprender la diversidad de actores involucrados en el proyecto lo que facilita la identificación de sus roles, intereses, influencia y relaciones en relación con el tema.

“Categorizar es un ejercicio necesario para determinar el ámbito de actuación de los actores ya sea geográficamente o contextualmente. Esto permitirá determinar la tipología del actor.” (MINAMBIENTE, 2014)

Según el ámbito de influencia geográfico, los actores se clasifican en :

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 74. Ámbito de influencia geográfico

Ámbito de influencia geográfico Territorio de actuación del actor, ya sea por su ubicación física en la cuenca, el alcance de sus actividades y/o el ámbito de desarrollo de las mismas.	
TIPO DE ÁMBITO	**EJEMPLOS**
Internacional: Actores con influencia a nivel internacional, pueden brindar apoyo financiero, asesoría técnica, compartir buenas prácticas y promover políticas y acuerdos internacionales relacionados	Organización de las Naciones Unidas (ONU), el Banco Mundial, la Unión Europea u otras organizaciones no gubernamentales con alcance global, Empresas multinacionales, entre otros
Nacional: Actores cuyo ámbito de actuación es la Nación y tienen incidencia en el área de la misma. Son entidades que cumplen funciones de gobierno, administración o planeación del territorio, juegan un papel fundamental en la formulación de políticas, normativas y regulaciones.	Ministerio del Medio Ambiente y de Desarrollo Sostenible (MADS), Departamento Nacional de Planeación (DNP), DANE, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la Unidad Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), entre otros
Departamental o Regional: Actores cuyo ámbito de actuación es el Departamento o tienen incidencia a nivel regional en el área de la misma.	Gobernaciones, Consejos Departamentales de Gestión del Riesgo de Desastres (CDGRD), Unidades Administrativas Especiales para la Gestión del Riesgo de Desastres, Corporaciones Autónomas Regionales, asociaciones, agremiaciones, productores y comerciantes que desarrollen actividades a nivel regional
Municipal: Actores cuyo ámbito de actuación es el municipio, Estos actores desempeñan un papel importante en la planificación y ejecución de proyectos y acciones a nivel local, incluyendo la gestión de áreas cercanas a las rondas hídricas y el control del uso del suelo en sus territorios	Gobierno (alcalde, concejo municipal, secretarias de planeación, desarrollo social, secretarias de salud, secretarias de gobierno, secretarias de educación, de infraestructura, cultura, SISBEN, medio ambiente, comité de gestión del riesgo, entre otros), organismos de control (personería, contraloría), entidades de servicios públicos, bomberos, defensa civil, Juntas de Acción comunal, asociaciones o agremiaciones del sector productivo, minería, ganadería, ONG y veedurías municipales y líderes ambientales, entre otros.
Local: Actores cuyo ámbito de actuación son las veredas y barrios que hacen parte del área del estudio.	Comunidad del área de influencia, juntas de acción comunal, entre otros

Fuente: El Estudio 2023, modificada y adaptada de (CORTOLIMA, 2019) y (Consorcio Vino Tinto y Oro, 2016) en (CORCUENCAS, 2019)

En la Figura 110 se presenta a los actores involucrados en el proyecto de acotamiento de rondas hídricas, tanto a nivel local, municipal, departamental nacional e internacional.

Los actores municipales desempeñan un papel fundamental y de gran relevancia en el proyecto de acotamiento de rondas hídricas. Su importancia radica en que representan las autoridades y otras entidades locales comprometidas con la protección y conservación de las rondas hídricas, directamente vinculadas con la gestión del territorio y el bienestar de las comunidades que habitan en las cercanías de las rondas hídricas. En esta categoría se encuentran los actores con competencias y responsabilidades a nivel municipal. Su participación es fundamental para asegurar la adecuada planificación y ejecución de acciones a nivel local. En la Tabla 75, se presenta una base de datos de los actores que se reconocen en el ámbito municipal.

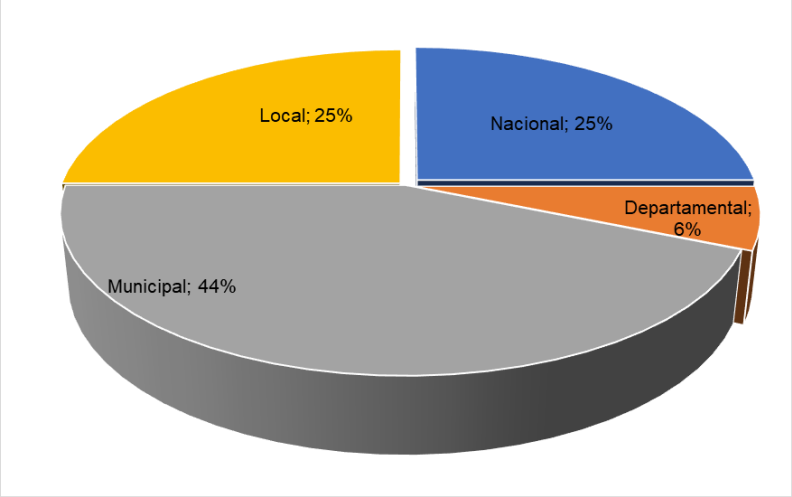
Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 110. Actores identificados según el ámbito de influencia



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Figura 111. Distribución de los actores según su ámbito de influencia



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Tabla 75. Base De Datos de actores del ámbito municipal.

Nombre Institución	Cargo	Nombre	Correo electrónico	Teléfono oficina	Dir
Alcaldía Municipal	Alcalde	Fabio Alberto Medrano Reyes	contactenos@paipa-boyaca.gov.co / alcaldia@paipa-boyaca.gov.co	(608) 7850131 - (608) 7850135	Carrera 22 No 25-14, Paipa - Boyacá
Consejo municipal	Honorables concejales		concejo@paipa-boyaca.gov.co	(608) 7850131	
Secretaría De Planeación	Asesor de Planeación	William Giovanny Rodríguez Avendaño	planeacion@paipa-boyaca.gov.co	3165215839	
Unidad Administrativa de Gestión del Riesgo y Cambio Climático	Asesor	Jhon Michel Fonseca Rodríguez	cmgrd@paipa-boyaca.gov.co	3163191473 - 3104785683 - 3178633769	
Secretaría de Agricultura	Director Técnico	Fabian Danilo Reyes Ruiz	agricultura@paipa-boyaca.gov.co	3174052045	
Secretaría de Agricultura	Director Técnico	Fabian Danilo Reyes Ruiz	agricultura@paipa-boyaca.gov.co	3174052045 Carrera 22 Nº 25 - 14	
Cuerpo de Bomberos				3204279107- 3209193755 Plaza De Mercado Local 2	

Fuente: EL ESTUDIO, 2023 basado en https://www.paipa-boyaca.gov.co/NuestraAlcaldia/Paginas/Directorio-de-Dependencias.aspx

Según el contexto de actuación o tipología, los actores se clasifican en:

Tabla 76. Actores según su tipología.

Grupo interesado clave	Ejemplos	Definición
Organismos gubernamentales	Ministerios, gobiernos locales…	Organismos financiados por el Estado, con personal financiado por el Estado, a excepción de los centros de investigación y los centros de capacitación a educadores.
Organizaciones de la sociedad civil	Organizaciones no gubernamentales, organizaciones religiosas, escuelas de educación, redes, fundaciones privadas, partidos políticos, movimientos ciudadanos, medios de comunicación, sindicatos, iglesias y ONG, entre otros	Organizaciones locales que no tienen filiales en otros países y cuyo financiamiento proviene de diversas fuentes externas. No dependen del Estado. Se refiere a todos aquellos individuos con el título de ciudadanos de una sociedad determinada que actúan de manera colectiva, con el objetivo de tomar decisiones en lo concerniente al ámbito público, fuera de cualquier tipo de estructura gubernamental; estos pueden ser (PNUD, 2003)
Organizaciones comunitarias	Población local que habita en las cercanías de las rondas hídricas. Juntas de Acción Comunal (JAC), Asociaciones de Juntas de Acción Comunal a nivel municipal (Asojuntas) y Veedurías ciudadanas, entre otras. Grupos de agricultores, pescadores, pobladores y otros miembros de la comunidad que	Son entidades que buscan resolver problemas que afectan a la comunidad y desarrollar iniciativas de interés para sus miembros, esto exige la participación de actores organizados entre los cuales deben existir lazos de confianza, reciprocidad y cooperación. Estos actores tienen un conocimiento profundo del territorio, sus usos tradicionales y culturales, y su relación directa con los recursos naturales. Los actores comunitarios

Grupo interesado clave	Ejemplos	Definición
	dependen de los ecosistemas para su subsistencia y bienestar.	pueden representar a grupos y otros miembros de la comunidad que dependen de los ecosistemas acuáticos para su subsistencia y bienestar.
Sector productivo o privado	Los actores pueden ser aquellos que se dedican a las siguientes actividades: **Primario o Agropecuario (**agricultura, ganadería, silvicultura, apicultura, caza, pesca, explotación forestal, …), **Secundario o Industrial (**la transformación de la materia prima, la construcción de infraestructura y la labor minero-energética, …), **Sector Terciario o de Servicios** (restaurantes, hoteles, , los servicios profesionales, empresas privadas prestadoras de servicios públicos, …)	El sector privado que se contrapone al sector público, es aquella parte de la economía que busca el ánimo de lucro en su actividad y que no está controlada por el Estado. Teniendo en cuenta que dentro de los privados se pueden identificar muchos actores se definen subcategorías basadas en los tres sectores de la economía como lo son: primario o agropecuario, secundario o industrial y terciario o de servicios.

Fuente: El ESTUDIO. 2023 modificado y adaptado de (American Institutes for Research, 2018)

En la Figura 112 se presenta a los actores involucrados en el proyecto de acotamiento de rondas hídricas, tanto gubernamentales, privados y de organizaciones de la sociedad civil y comunitarias.

Figura 112. Actores identificados según su tipología

Organismos gubernamentales

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (MADS)
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)
- Policia de Ambiente
- Comite nacional para el manejo de desastres
- Autoridad Ambiental Corpoboyaca
- Alcaldía Municipal
- Consejo municipal
- Secretaría De Planeación
- Unidad Administrativa De Asistencia Técnica Agropecuaria - Umata
- Secretaría De Agricultura, Ganadería Y Control Del Medio Ambiente
- Cuerpo de Bomberos
- Oficina de gestion del riesgo

Organizaciones de la sociedad civil

- Instituciones Educativas escuela La Esperanza y La Playa, Instituto Técnico Agropecuario (ITA) de Paipa

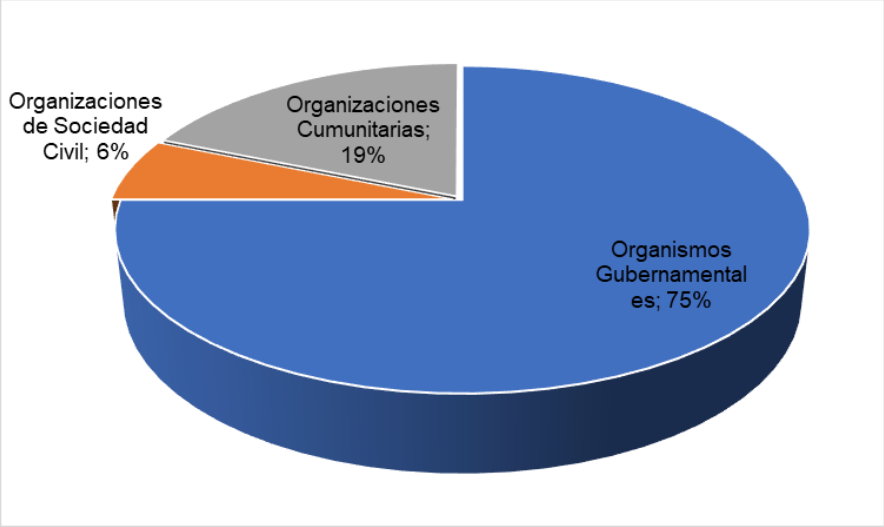
Organizaciones comunitarias

- Miembros junta de acción comunal de la vereda Quebrada Honda
- Miembros junta de acción comunal de la vereda La Playa
- Comunidad del área de influencia de los cauces

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 113.Distribucion de los actores según su tipología



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

7.3.3.2 Identificación de las Funciones y Roles

Es importante comprender los roles y responsabilidades de cada actor en relación con el tema. Esto ayudará a determinar cómo pueden influir en el proceso y cuáles son sus intereses y objetivos, “debe ser posible profundizar en su determinación, a partir de criterios y preguntas como: ¿Cuál es su posición en relación al proyecto?, para posteriormente elegir los puntos clave de caracterización, tales como intereses, poder de influencia, posición frente al proyecto, entre otros”. (MINAMBIENTE, 2014)

A continuación, se describen los principales intereses, funciones y roles de los actores enfocados al proyecto de acotamiento de las rondas hídricas.

Tabla 77. Roles de los actores en los ámbitos nacional, regional y local.

Actor	Ámbito de gestión	Rol/ Interés en el tema
Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (MADS)	Nacional	• Responsable de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible. (Decreto 3570 de 2011)
Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA	Nacional	• La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, es la encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible del país. • Es la encargada de que los proyectos obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o tramite ambiental cumplan con la normativa ambiental. Otorga los permisos para concesiones de agua (tanto subterránea como superficial), permisos de vertimientos de aguas residuales

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Actor	Ámbito de gestión	Rol/ Interés en el tema
Autoridad Ambiental Corpoboyacá	Regional	• Dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes en materia de medio ambiente y recursos naturales renovables, sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio de Ambiente. (Ley 99 de 1993, Artículo 30) • Establecer las determinantes ambientales en su jurisdicción. • Orienta, formula, monitorea, evalúa, hace seguimiento y aprueba el acotamiento de las rondas hídricas. • permiso de ocupación de cauce, Otorga los permisos para concesiones de agua (tanto subterránea como superficial), permisos de vertimientos de aguas residuales
ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL • Alcaldía Municipal • Consejo Municipal • Secretaría De Planeación • Entre otros.	Municipal	• Ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes. • Corresponde en materia ambiental a los municipios además de las funciones que les sean delegadas por la ley o de las que se deleguen por el Ministerio de Ambiente o las Corporaciones Autónomas Regionales. Entre otras: -La expedición de disposiciones para el control y vigilancia de los recursos naturales. - Promover, cofinanciar o ejecutar, en coordinación con los entes directores y organismos ejecutores del Sistema Nacional de Adecuación de Tierras y con las Corporaciones Autónomas Regionales, obras y proyectos de irrigación, drenaje, recuperación de tierras, defensa contra las inundaciones y regulación de cauces o corrientes de agua, para el adecuado manejo y aprovechamiento de cuencas y microcuencas hidrográficas. (Ley 99 de 1993 Artículo 65)
Cuerpo de Bomberos	Municipal	• Definir, desarrollar e implementar programas de mitigación. • Rescate de personas en cuerpos de agua. • Rescate de fauna. • Presentar ayuda cuando se presentan inundaciones.
Unidad Administrativa De Asistencia Técnica Agropecuaria a Pequeños Productores - Umata	Municipal	• Diseñar, formular y ejecutar las políticas, planes y programas del sector agropecuario y rural con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible. • Servicio de asistencia técnica y transferencia de tecnología en lo relacionado con la defensa del medio ambiente y la protección de los recursos naturales renovables. (Ley 99 de 1993 Artículo 65)
Policía Nacional	Nacional/ Municipal	• De acuerdo con el artículo 218 de la Constitución Política de Colombia, la Policía Nacional es un cuerpo armado permanente de naturaleza civil, a cargo de la Nación, cuyo fin primordial es el mantenimiento, de las condiciones necesarias para el ejercicio de los derechos y libertades públicas, y para asegurar que los habitantes de Colombia convivan en paz. • Está principalmente relacionada la especialidad adscrita a la Dirección de Protección y Servicios Especiales llamada “Policía Ambiental y Ecológica”, que tiene como misión contribuir a la protección, conservación y recuperación ambiental mediante un servicio de control y vigilancia.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

Actor	Ámbito de gestión	Rol/ Interés en el tema
Comité Nacional para el Manejo de Desastres	Nacional	• Encargado de asesorar y planificar la implementación del proceso de manejo de desastres. Este comité está encabezado por el director de la UNGRD, el director del Departamento Nacional de Planeación y los comandantes o directores del Ejercito Nacional, la Armada Nacional, la Fuerza Aérea Colombiana, la Policía Nacional, la Defensa Civil, la Cruz Roja Colombiana y la Junta Nacional de Bomberos. https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Estructura.aspx
Comunidad	Local	• La comunidad local que habita o posee bienes en la zona de la ronda hídrica desempeña un papel fundamental en el proyecto, sobre todo por su conocimiento del territorio, Los propietarios de tierras ubicadas en la ronda hídrica tienen un interés directo en el proyecto, ya que sus terrenos pueden verse afectados por las medidas de acotamiento. Su participación y aportes son cruciales para tomar decisiones que equilibren la protección del ecosistema con los derechos y necesidades de la propiedad privada. • "La comunidad, como usuaria del recurso hídrico, tiene la responsabilidad de hacer un uso racional y eficiente de éste. Lo que implica además colaborar con las entidades y autoridades encargadas de su planificación y administración, a través de una efectiva participación para la toma de decisiones, y en la vigilancia para su adecuada gestión. También es fundamental la adecuada realización de los trámites relacionados con el uso y aprovechamiento del recurso hídrico, como son, las concesiones de aguas, los permisos de vertimiento y los permisos de ocupación de cauce, considerando que las fuentes hídricas donde el uso no ha sido debidamente legalizado se encuentran más expuestas al deterioro y la contaminación, aumentando el riesgo de que se presente desabastecimiento por disponibilidad." (MINAMBIENTE, 2017, pág. 24)
Juntas de Acción Comunal	Local	• Es una organización comunitaria sin ánimo de lucro de carácter privado con un perfil de liderazgo capaz de impulsar procesos comunitarios en barrios o veredas y con el objetivo de solucionar problemas de su comunidad, siendo los encargados de propender por la participación ciudadana por medio de sus funciones administrativas. (CONSORCIO RIO CHICAMOCHA IEH GRUCON –H&E, 2018) El decreto 1930 de 1979, artículo 11º. modificado por el art. 11 del decreto nacional 300 de 1987, establece la finalidad y los objetivos de las Jac: • Estudiar y analizar las necesidades, intereses e inquietudes de la comunidad, comprometiéndola en la búsqueda de soluciones • Lograr que la comunidad esté permanentemente informada sobre el desenvolvimiento de los hechos, programas, políticas y servicios de Estado y de las entidades que incidan en su bienestar y desarrollo • Lograr que las organizaciones comunales se hagan representar por sus líderes en las corporaciones públicas en las cuales se tomen decisiones que repercutan en la vida social y económica de la comunidad • Establecer planes y programas relacionados con las necesidades, intereses y posibilidades de la comunidad

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

Actor	Ámbito de gestión	Rol/ Interés en el tema
Instituciones Educativas	Local	• Al estar muy cercanos a las rondas hídricas, desempeñan un papel significativo en la promoción de la conciencia ambiental, la investigación científica y la adopción de prácticas sostenibles en relación con las rondas hídricas. Tienen la oportunidad de educar a las comunidades locales sobre la importancia de estos ecosistemas y su relación con el bienestar humano y la biodiversidad participando en la planificación y desarrollo de programas educativos que contribuyan a la protección de los servicios ecosistémicos proporcionados por las rondas hídricas y al fortalecimiento del vínculo entre la comunidad local y su entorno natural.

Fuente: EL ESTUDIO, 2023. Basado en (QUIJANO SAMPER, 2019, págs. 27 -46) (MINAMBIENTE, 2017, págs. 17- 24)

7.3.4 Etapa 3: Análisis De Los Actores Identificados

Este análisis busca analizar las relaciones, percepciones, intereses y capacidades de los actores involucrados con el fin de comprender cómo pueden afectar o ser afectados por el proyecto. Se analiza la posición, intereses y poder o influencia.

7.3.4.1 Identificación de niveles de poder e interés

Este proceso nos permite comprender la dinámica de influencia y posición que cada actor tiene en el desarrollo y éxito del proyecto permitiendo tomar decisiones informadas y efectivas para el beneficio tanto del ambiente como de las comunidades locales.

En el contexto de la conservación y manejo sostenible de recursos hídricos, los actores pueden tener diferentes niveles de poder, que se refieren a su capacidad para tomar decisiones y ejercer influencia sobre las acciones y resultados del proyecto, “la capacidad del actor de limitar o facilitar las acciones” (CONAGUA, 2007). En este caso, podemos caracterizarlo como alto, medio y bajo. Asimismo, los actores pueden tener una posición con respecto al proyecto sea a favor, neutral/ indiferente o en contra.

Para evaluar la influencia o poder de los actores, se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

Tabla 78. Variables que contribuyen a la influencia o poder de diferentes actores.

FACTORES DE INFLUENCIA	
Dentro y entre las organizaciones formales	**En grupos informales**
Jerarquía (toma de decisiones, manejo de presupuestos)	Estatus social, económico y político
Liderazgo (formal, informal, político, familiar o por carisma,)	Grado de organización, consenso y liderazgo en el grupo
Control de recursos estratégicos para el proyecto	Grado de control de recursos estratégicos
Conocimiento especializado (p.ej., los ingenieros)	Influencias informales mediante nexos con otros actores
Posición que favorece la negociación (fortaleza frente a otros actores) – conexiones personales con políticos poderosos	Grado de dependencia de otros actores

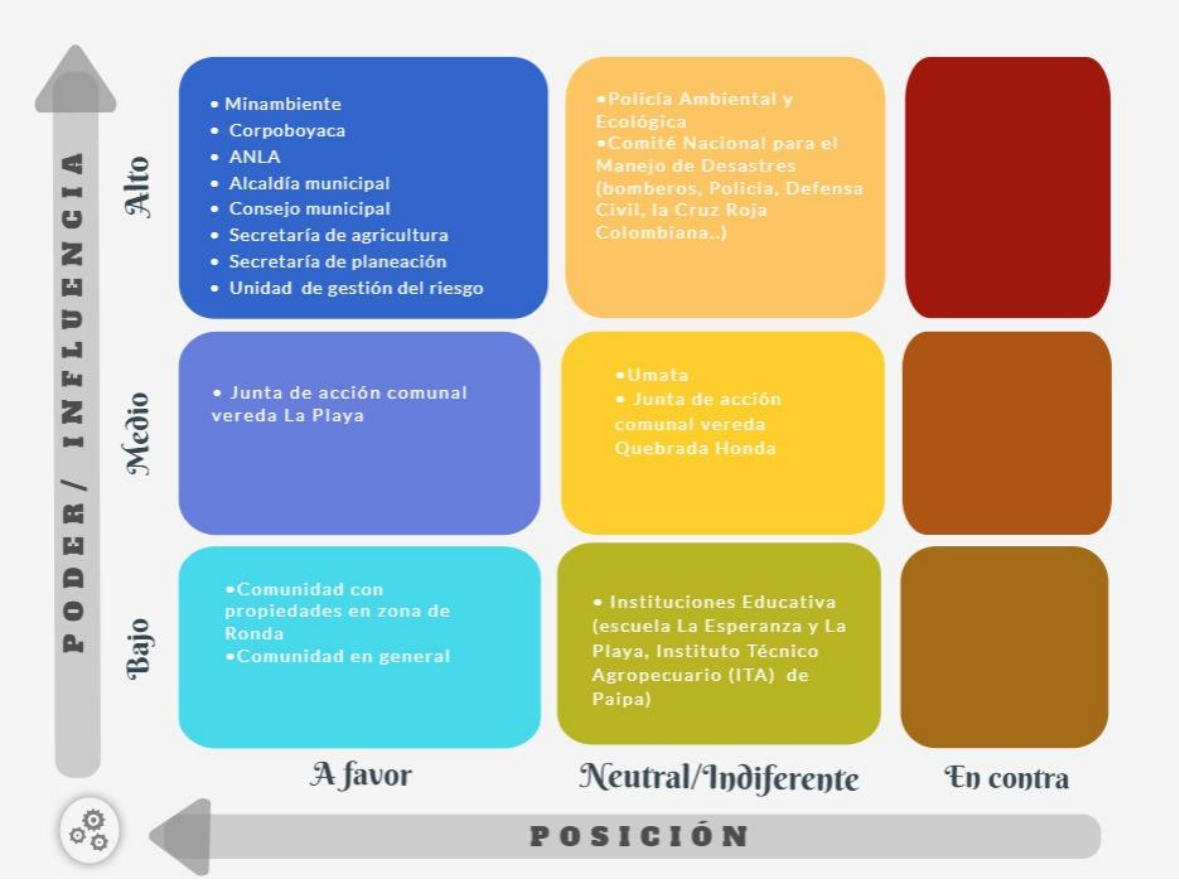
Fuente: (Reymond, 2014) adaptado de (ODA, 1995)

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

La posición del actor frente al proyecto, “es la afinidad expresa del actor hacia el estudio, a través de acciones específicas, relaciones predominantes y posturas manifiestas en diferentes procesos o escenarios”. (CONSORCIO RIO CHICAMOCHA IEH GRUCON – H&E, 2018). Con las respuestas de las encuestas se evaluó la posición de cada uno de los actores.

En la Figura 114 se observa la valoración de los actores identificados en el proyecto, representada en la matriz de posición e influencia. Es importante destacar que no se identificaron actores que estén en contra del proyecto, lo que indica que existe un consenso general o una aceptación por parte de los actores respecto a la importancia y beneficios del acotamiento de rondas hídricas. En cuanto a la distribución de actores según su nivel de influencia, se observa que la mayoría de los actores, tanto a nivel gubernamental como comunitario, muestran una posición favorable hacia el proyecto. Esto sugiere que existe un amplio apoyo y compromiso de diferentes sectores de la sociedad en la conservación y manejo sostenible de los recursos hídricos.

Figura 114. Matriz de posición - influencia



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Sin embargo, se identificaron algunos actores, las instituciones educativas y algunos sectores de la comunidad que muestran una posición neutral/indiferente. Esto puede

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

significar que estos actores aún no han tomado una posición clara o que no están completamente involucrados o informados sobre el proyecto y sus implicaciones.

7.3.4.2 Mapa de Actores

En un mapa de actores para un tema específico, se visualiza a todos los actores de acuerdo con sus roles y la relevancia. Se puede distinguir entre "actores primarios", "actores secundarios", "actores clave" , los límites entre estas categorías suelen ser fluidos. (C40 Cities Finance Facility (CFF), 2017)

- Los actores primarios son los actores que están directamente afectados por el proyecto, ya sea como beneficiarios designados, o porque pueden obtener o perder poder y privilegios como resultado del proyecto.
- Los actores secundarios son aquellos cuya participación en el proyecto es sólo indirecta o temporal.
- Los actores claves son aquellos que son capaces de influir el proyecto, a través de sus habilidades, conocimientos o posición de poder. Por lo general, participan en la toma de decisiones dentro de un proyecto. (C40 Cities Finance Facility (CFF), 2017) “Son aquellos individuos cuya participación es indispensable y obligada para el logro del propósito, objetivos y meta, del proyecto en cuestión.”

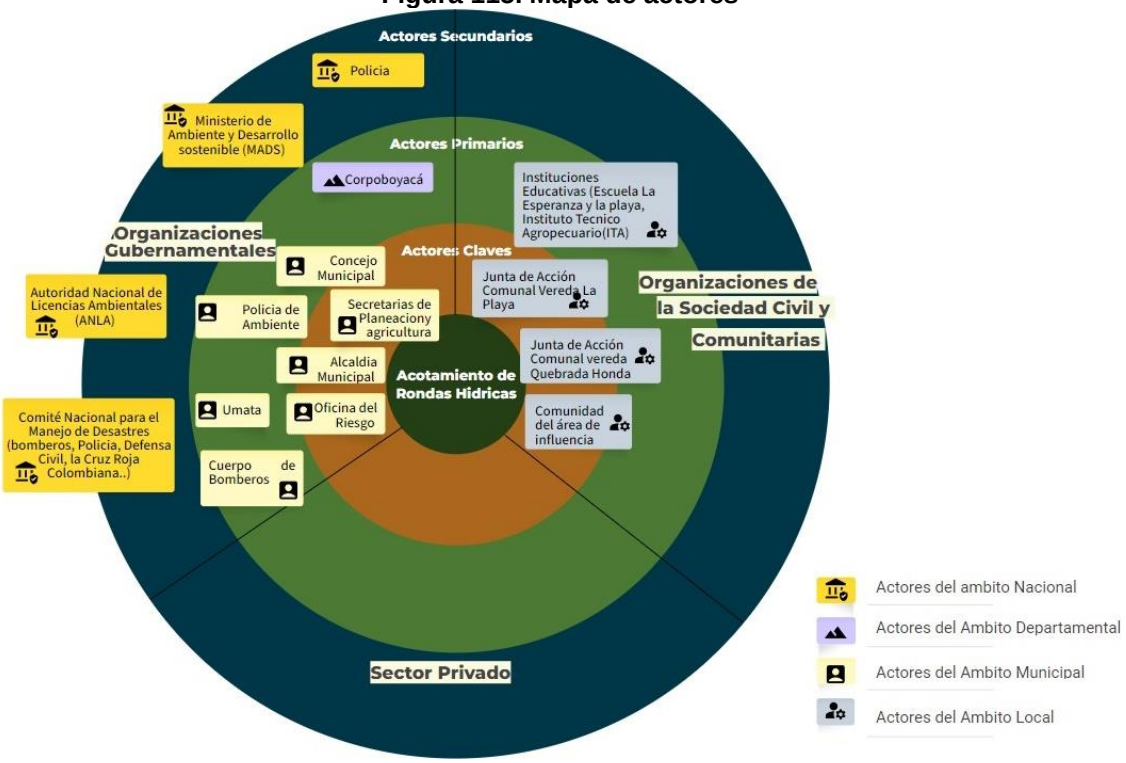
Se partirá de la premisa de que todos aquellos individuos que forman parte de una localidad deberán considerarse como Actores Clave (CONAGUA, 2007, pág. 7). La representación gráfica de la valoración de los actores en el mapa brinda una visión más clara y completa de cómo se comporta cada actor en el contexto general de la ronda hídrica.

Al utilizar el mapa de actores, se pueden identificar de manera visual las posiciones e influencias de cada actor en relación con el proyecto. Esta representación facilita la comprensión de las dinámicas sociales, políticas y económicas que rodean la conservación y manejo sostenible de los recursos hídricos en la zona de influencia de la ronda hídrica.

En la Figura 115, se presenta el sociograma o mapa de actores asociados a la Ronda hídrica de la quebrada. Este análisis destaca la importancia crucial de los actores sociales que interactúan en esta zona. Su participación activa y compromiso resultan fundamentales para aprovechar, conservar y recuperar el recurso hídrico en la región. Asimismo, desempeñan un papel determinante en la conservación de los ecosistemas y en la reducción de riesgos asociados a inundaciones y sequías. Es esencial garantizar el aprovechamiento sostenible del agua y lograr un equilibrio entre las necesidades humanas y la preservación del medio ambiente.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 115. Mapa de actores



Fuente: EL ESTUDIO, 2023.

Tanto los individuos como los grupos de actores se ven directa o indirectamente afectados o beneficiados por la presencia y disponibilidad del agua. Sin embargo, la relevancia o importancia de las rondas no se limita solo a la disponibilidad del recurso, sino que abarca aspectos vitales como el control y la mitigación de riesgos relacionados con el agua, entre otros servicios ecosistémicos que presta la ronda hídrica.

Es fundamental promover el diálogo y la cooperación entre todos los actores involucrados, reconociendo la diversidad de intereses y perspectivas, para lograr un equilibrio entre el aprovechamiento económico y la conservación de la quebrada en beneficio de las comunidades y el ambiente. La participación de los actores es fundamental en los diferentes procesos de la gestión integral del recurso hídrico. En particular, para las rondas hídricas, “el análisis funcional desde el punto de vista físico-biótico va de la mano del análisis socio-cultural, ya que las riberas de los cuerpos de agua reflejan procesos de coevolución entre estas dos dimensiones”. (MINAMBIENTE, 2018, pág. 49)

7.4 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

“Los servicios ecosistémicos son los beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el resultado de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad” (MINAMBIENTE, 2012, pág. 30), “la prestación y el mantenimiento de estos servicios es indispensable para la supervivencia de la vida humana en el planeta, algo solo posible si se garantiza la

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

estructura y el funcionamiento de la biodiversidad" (MEA, 2005), por lo que la tierra, el agua, el aire, el clima y los recursos genéticos se deben utilizar de forma responsable para las presentes y futuras generaciones.

"El concepto de servicio ecosistémico es netamente antropocéntrico, pues sólo los procesos y las funciones percibidas por los humanos como benéficas se reconocen y denominan de esta forma". (PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, 2010, pág. 14) "Los servicios ecosistémicos han sido reconocidos como el puente de unión entre la biodiversidad y el ser humano", por eso, las acciones para la conservación de la biodiversidad contribuyen significativamente a la provisión de servicios ecosistémicos de los cuales depende directa e indirectamente el desarrollo de todas las actividades humanas de producción, extracción, asentamiento y consumo, así como el bienestar de nuestras sociedades. (MINAMBIENTE, 2012, pág. 30). "La adopción de los servicios ecosistémicos como marco de análisis hace posible aproximarse a los ecosistemas a partir de los beneficios que proporcionan a las sociedades humanas, haciendo posible aplicar el enfoque de socio-ecosistema" (PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, 2010, pág. 17).

Los servicios ecosistémicos son además proporcionados en diferentes escalas espaciotemporales, por ejemplo, la regulación del clima y el almacenamiento de carbono ocurren a escala global; la protección contra inundaciones y el ciclado de nutrientes, a escala regional; y la formación del suelo y la polinización a escala local (De Groot, Wilson, & Boumans, 2002)

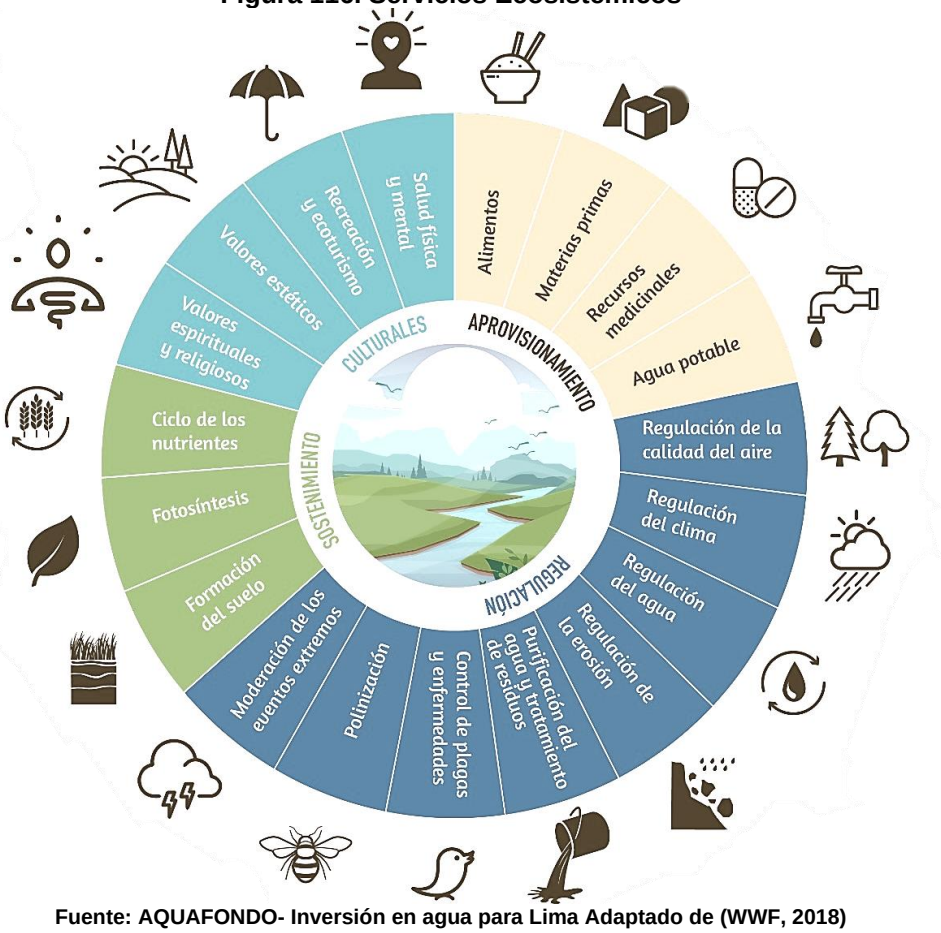
En términos generales se pueden identificar cuatro tipos de servicios ecosistémicos (MEA, 2005).

- **Servicios de abastecimiento o aprovisionamiento**: Constituidos por el conjunto de bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas como alimentos, medicinas, fibras, maderas, agua, suelo, recursos genéticos, pieles, mascotas, combustibles entre otros.
- **Servicios de regulación:** son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos, incluyendo el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión, la purificación del agua, la moderación de fenómenos naturales como las inundaciones, el tratamiento de aguas residuales, el control de plagas, la polinización y regulación de los flujos del agua, entre otros.
- **Servicios de apoyo o sostenimiento:** son servicios y procesos ecológicos, necesarios para la provisión y la existencia de todos los demás servicios ecosistémicos, por ejemplo, ofreciendo espacios en los que viven las plantas y los animales, permitiendo la diversidad de especies y manteniendo la diversidad genética. Estos servicios se evidencian a escalas de tiempo y espacio mucho más amplias que los demás, ya que incluyen procesos como la producción primaria, la formación del suelo, la provisión de hábitat para especies, el ciclado de nutrientes, almacenamiento y captura de carbono, entre otros
- **Servicios culturales** Son los beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, a través del enriquecimiento espiritual, belleza escénica, inspiración artística e intelectual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas, la

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

identidad cultural, el sentimiento de apego al terruño y el bienestar espiritual, salud física y mental. En este grupo se incluyen las actividades recreativas y para el turismo.

Figura 116. Servicios Ecosistémicos



Fuente: AQUAFONDO- Inversión en agua para Lima Adaptado de (WWF, 2018)

7.4.1 Metodología

Una vez identificadas las coberturas naturales y transformadas detalladas a partir del ortomosaico y verificados los usos del suelo presentes en el área de la ronda hídrica, se procede a evaluar la información recopilada de los actores interesados y también la información del plan básico de ordenamiento territorial (PBOT). Luego se identifican los servicios ecosistémicos de regulación, aprovisionamiento, soporte y culturales teniendo en cuenta los siguientes criterios.

Tabla 79 Criterios de identificación servicios ecosistémicos

Tipo de servicio ecosistémico	Criterio
Abastecimiento o aprovisionamiento	• Oferta Hídrica para consumo humano, para riego y abrevadero de semovientes • Cultivos – actividad agrícola de subsistencia y comercial • Pastos y otros espacios– actividad pecuaria • Madera – como combustible para estufas en zona rural

Tipo de servicio ecosistémico	Criterio
Regulación	• Coberturas arbóreas, de herbazales y arbustales que regulan la contaminación.
Sostenimiento	• Coberturas arbóreas, de herbazales y arbustales, si bien son especies en su mayoría exóticas, contribuyen a sostener este tipo de servicios
culturales	• Zonas de interés paisajístico, turismo, potencial hacia el ecoturismo, senderismo.

Fuente: Basado en (Alcaldía de Paipa, 2000)**, encuentros con la comunidad y observaciones en campo.**

7.4.2 Identificación de servicios ecosistémicos

"Las sociedades modernas han basado gran parte de su desarrollo en la transformación y degradación de los recursos naturales, muchos de ellos no renovables o con procesos de recuperación muy lentos, lo que ha llevado al planeta en las últimas décadas a situaciones nunca antes registradas de insostenibilidad ambiental." (MEA, 2005). Este deterioro se evidencia en la pérdida de componentes de esa biodiversidad (especies, ecosistemas), en la degradación de las funciones ecológicas que estos cumplen y en la disminución en la calidad de bienes y servicios generados para el bienestar humano. (PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, 2010, pág. 28). El cambio climático, la transformación, pérdida y fragmentación de ecosistemas, la introducción de especies exóticas, la sobreexplotación y la contaminación de agua, aire y suelos entre otros, parecen ser los principales responsables, afectando con esto la calidad y bienestar de la vida en el planeta (Myers & Knoll, 2001; Groom, Meffe, & Carroll, 2006; MEA, 2005)

Paipa, no es ajeno a esta situación, se ha evidenciado una disminución de los servicios ecosistémicos que las quebradas solían proporcionar. Es importante tener en cuenta que esta disminución está vinculada a la reducción de los caudales y a la intervención humana que se presenta en las zonas cercanas a la quebrada. Actualmente se reconocen los siguientes:

Tabla 80. Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento.

SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO O APROVISIONAMIENTO		
Es fundamental encontrar un equilibrio para garantizar la sostenibilidad y la conservación de los recursos naturales en el entorno de la ronda hídrica, especialmente cuando la quebrada ha disminuido significativamente sus caudales. El objetivo es asegurar que las prácticas humanas sean compatibles con la conservación del ecosistema y el bienestar de la comunidad local. A pesar de esta disminución en la cantidad de agua, los servicios ecosistémicos relacionados con el agua aún pueden ser aprovechados de diversas maneras. La reducción del flujo de agua podría afectar la disponibilidad de recursos hídricos para estas actividades, lo que podría tener impactos en la producción agrícola y ganadera.		
Tipo	Servicio Ecosistémico	Descripción
Alimento	• Agricultura de subsistencia	• Los agricultores practican técnicas agrícolas tradicionales y de baja escala para producir alimentos básicos para el consumo de sus familias, proporciona una fuente confiable de alimentos para las familias locales. Es la más común en la zona rural del municipio de Paipa, gran parte de las familias la desarrollan.
Agua Dulce	• Almacenamiento	• La quebrada puede actuar como un importante sistema de almacenamiento de agua. Durante los períodos de flujo, el agua se acumula en la quebrada que puede ser utilizada para diversas necesidades, como riego agrícola, para semovientes, entre otros.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO O APROVISIONAMIENTO		
Es fundamental encontrar un equilibrio para garantizar la sostenibilidad y la conservación de los recursos naturales en el entorno de la ronda hídrica, especialmente cuando la quebrada ha disminuido significativamente sus caudales. El objetivo es asegurar que las prácticas humanas sean compatibles con la conservación del ecosistema y el bienestar de la comunidad local. A pesar de esta disminución en la cantidad de agua, los servicios ecosistémicos relacionados con el agua aún pueden ser aprovechados de diversas maneras. La reducción del flujo de agua podría afectar la disponibilidad de recursos hídricos para estas actividades, lo que podría tener impactos en la producción agrícola y ganadera.		
Tipo	Servicio Ecosistémico	Descripción
		• Es importante poner en claro que existen varios reservorios a los costados del cauce, los cuales son abastecidos de diferentes formas, una de ellas es con agua que extraen de la quebrada.
	• Agua para consumo humano	• La quebrada solía suplir algunas necesidades de agua para el consumo humano en la comunidad local. Sin embargo, debido a la disminución de caudales y la posible contaminación es necesario considerar gestionar adecuadamente el acceso a esta agua y asegurar que se tomen las medidas necesarias para mantener su calidad y disponibilidad.
	• Agua para cultivo de subsistencia	• La comunidad puede utilizar el agua almacenada en la quebrada para regar sus cultivos agrícolas para subsistencia y asegurar así su crecimiento y desarrollo.
	• Agua para semovientes	• De la quebrada se extrae agua para abastecer algunos abrevaderos, de esta forma pueden beber y satisfacer sus necesidades de hidratación.

Fuente: EL ESTUDIO, 2023 basado en (MEA, 2005)

Tabla 81. Servicios ecosistémicos de regulación.

SERVICIOS DE REGULACIÓN		
En una zona de ronda hídrica con un cauce disminuido y que abarca tanto áreas rurales como urbanas, los servicios de regulación ecológica juegan un papel fundamental para mantener el equilibrio de los ecosistemas y proteger la calidad del agua. Sin embargo, la deforestación y los cambios en el curso del cauce pueden afectar negativamente estos servicios.		
Tipo	Servicio Ecosistémico	Descripción
Calidad del Aire	• Captura de gases o partículas contaminantes del aire	• Los ecosistemas, como los bosques y vegetación en general, pueden actuar como sumideros naturales de ciertos gases contaminantes presentes en la atmósfera. • Los ecosistemas también pueden capturar partículas contaminantes presentes en el aire, como polvo, hollín, cenizas y otros contaminantes sólidos. La vegetación y el suelo actúan como filtros naturales, atrapando estas partículas a medida que el aire pasa a través de ellas.
Regulación Climática	• Regulación gases efecto invernadero (GEI)	• El aumento de las emisiones de GEI debido a actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles y la deforestación, ha llevado a un aumento en la concentración de estos gases en la atmósfera, lo que contribuye al calentamiento global y el cambio climático. Los suelos y ecosistemas saludables regulan la emisión de metano y óxido nitroso, ya que ciertos microorganismos ayudan a convertir estos gases en formas menos perjudiciales para el clima

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

SERVICIOS DE REGULACIÓN		
En una zona de ronda hídrica con un cauce disminuido y que abarca tanto áreas rurales como urbanas, los servicios de regulación ecológica juegan un papel fundamental para mantener el equilibrio de los ecosistemas y proteger la calidad del agua. Sin embargo, la deforestación y los cambios en el curso del cauce pueden afectar negativamente estos servicios.		
Tipo	Servicio Ecosistémico	Descripción
	• Regulación termopluviométrica	• Este servicio ecosistémico se refiere a la capacidad de los ecosistemas para regular el clima local y regional a través de la influencia en la temperatura y los patrones de precipitación.
Control de la erosión	• Retención de suelos	• La vegetación presente en las rondas hídricas actúa como una barrera natural que ayuda a prevenir la pérdida de suelo debido al impacto del agua y el viento. Las raíces de los árboles, arbustos y plantas en las rondas hídricas mantienen el suelo unido y evitan su erosión. La estructura de las raíces ayuda a estabilizar el suelo, reduciendo la escorrentía y el arrastre de partículas hacia los cuerpos de agua. • La sedimentación excesiva en los cuerpos de agua puede afectar negativamente la calidad del agua. • En el municipio, la vegetación en la cuenca hidrográfica ayuda muchísimo con este control, se debe tener un cuidado ya que los zanjones y el cauce de la quebrada podría perder la profundidad y capacidad de regular las agua, especialmente en épocas de lluvia.
Régimen Hidrológico	• Carga/ descarga de aguas subterráneas	• Las rondas hídricas pueden actuar como áreas de recarga de acuíferos subterráneos, también pueden ser áreas de descarga, donde el agua subterránea alcanza la superficie en forma de manantiales o se filtra directamente hacia los cuerpos de agua superficiales, ya en las zonas bajas, en estas áreas donde el nivel freático es alto, las rondas hídricas pueden liberar agua subterránea hacia los cuerpos de agua cercanos.
	• Regulación de los flujos del agua	• La quebrada, en su estado natural, solía regular el flujo de agua, actuando como un sistema de almacenamiento temporal durante las épocas de lluvia y liberando agua gradualmente durante los períodos secos. Sin embargo, debido a los cambios en el caudal, esta capacidad de regulación se ha visto afectada, lo que podría generar problemas de inundaciones o escasez de agua en ciertos momentos. Con un cauce disminuido y deforestación, la capacidad de las rondas para retener el agua se reduce. • Aunque con capacidades reducidas este servicio sigue siendo fundamental en el control principalmente en épocas de eventos extremos.
Mitigación de Riesgos	• Control de inundaciones	• Durante los períodos de lluvia o crecida, la quebrada recoge y almacena temporalmente el agua reduciendo el riesgo de inundaciones aguas abajo.
Control a la contaminación	• Retención y eliminación de nutrientes excesivos y contaminantes	• Estos servicios son esenciales para mantener la calidad del agua en los cuerpos de agua cercanos y proteger la salud de los ecosistemas, protegiendo así la vida acuática y la calidad del agua. Las rondas hídricas, con su vegetación y suelo, actúan como filtros naturales que retienen nutrientes excesivos y contaminantes presentes en el.
Regulación ecológica	• Regulación biológica - Control del Plagas	• Las rondas hídricas albergan una amplia diversidad de especies, incluyendo numerosos organismos beneficiosos que juegan un papel clave en el control de plagas, es común encontrar insectos depredadores, aves y otros animales que se alimentan de plagas, como insectos, herbívoros y roedores. Al proporcionar refugio y alimento para los depredadores

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

SERVICIOS DE REGULACIÓN		
En una zona de ronda hídrica con un cauce disminuido y que abarca tanto áreas rurales como urbanas, los servicios de regulación ecológica juegan un papel fundamental para mantener el equilibrio de los ecosistemas y proteger la calidad del agua. Sin embargo, la deforestación y los cambios en el curso del cauce pueden afectar negativamente estos servicios.		
Tipo	Servicio Ecosistémico	Descripción
		naturales de plagas, las rondas hídricas ayudan a mantener un equilibrio ecológico en los ecosistemas circundantes. Esto permite un control natural de las poblaciones de plagas y evita brotes masivos que podrían tener consecuencias negativas en la agricultura, ganadería y otros sectores.
	• Polinización	• Las rondas hídricas proporcionan una amplia variedad de flores y recursos alimenticios para polinizadores, como abejas, mariposas y otros insectos.

Fuente: EL ESTUDIO, 2023 basado en (MEA, 2005)

Tabla 82. Servicios ecosistémicos de apoyo o sostenimiento.

SERVICIOS DE APOYO O SOSTENIMIENTO		
Estos servicios ecosistémicos de apoyo proporcionan las bases para la existencia y funcionamiento de otros servicios ecosistémicos y son fundamentales para el bienestar de la biodiversidad y las comunidades humanas que dependen de estos ecosistemas		
Tipo	Servicio Ecosistémico	Descripción
Producción primaria		• A pesar de las alteraciones, los ecosistemas en las rondas hídricas pueden continuar siendo productores primarios, generando biomasa a través de la fotosíntesis y proporcionando alimento y energía para otros organismos. La vegetación en estas áreas puede ser una fuente de alimento para la fauna, y también puede contribuir a la producción de materia orgánica que enriquece los suelos.
Recursos genéticos		• Las rondas hídricas pueden albergar una diversidad de especies vegetales y animales, incluyendo aquellas con características genéticas únicas que les confieren adaptaciones y resistencia a diversas condiciones ambientales. Estos recursos genéticos pueden ser valiosos para la conservación y mejora de cultivos agrícolas y especies silvestres en un contexto de cambio climático.
Provisión de hábitat	• Hábitat para especies incluyendo animales, plantas, insectos y microorganismos.	• La quebrada, en su estado original, proporcionaba un hábitat diverso para diversas especies de flora y fauna acuática y terrestre. La disminución de los caudales y la intervención humana pueden haber alterado estos hábitats, afectando la biodiversidad y la presencia de especies en el área. Aunque la quebrada en algunas ocasiones entado un caudal muy bajo, aún proporciona un hábitat vital para la biodiversidad local. Además, la vegetación circundante y las áreas cercanas a la quebrada ofrecen hábitats terrestres para algunas especies de plantas y animales.
Ciclos biogeoquímicos	• Ciclo de Nutrientes: ciclo del carbono, nitrógeno,	• Son procesos naturales fundamentales que implican el movimiento y la transformación de elementos y compuestos químicos esenciales para la vida en la Tierra. Estos ciclos involucran interacciones complejas entre los componentes biológicos, geológicos y atmosféricos del ecosistema, son procesos

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

SERVICIOS DE APOYO O SOSTENIMIENTO		
Estos servicios ecosistémicos de apoyo proporcionan las bases para la existencia y funcionamiento de otros servicios ecosistémicos y son fundamentales para el bienestar de la biodiversidad y las comunidades humanas que dependen de estos ecosistemas		
Tipo	Servicio Ecosistémico	Descripción
	fósforo, oxígeno, azufre, etc.	esenciales que sustentan la vida y mantienen el equilibrio de los ecosistemas.
	• Almacenamiento de carbono	• Es esencial para la mitigación del cambio climático y la regulación del ciclo del carbono en la Tierra. Contribuye a la reducción de la concentración de dióxido de carbono (CO2) en la atmósfera, uno de los principales gases de efecto invernadero responsables del calentamiento global.
Formación de suelo	• Retención de Sedimentos • Acumulación de Materia Orgánica • Fertilidad del suelo	• Los sedimentos y nutrientes transportados por el agua durante los períodos de flujo pueden enriquecer el suelo cercano y contribuir a la fertilidad del terreno. Además, la descomposición de la materia orgánica que se acumula en la quebrada durante los períodos secos puede liberar nutrientes nuevamente al ecosistema cuando el agua vuelve a aumentar sus caudales. Son servicios ecosistémicos cruciales que contribuyen a la salud y resiliencia de los ecosistemas naturales, así como a la producción de alimentos y la conservación de la biodiversidad.

Fuente: EL ESTUDIO, 2023 basado en (MEA, 2005)

Tabla 83. Servicios ecosistémicos culturales.

SERVICIOS CULTURALES		
Los servicios culturales son un tipo de servicio ecosistémico que se refiere a los beneficios que los ecosistemas proporcionan en términos de enriquecimiento cultural y bienestar humano, no están vinculados directamente a los recursos naturales o a la provisión de bienes tangibles, sino que se centran en las relaciones y conexiones que las personas tienen con la naturaleza y los valores culturales que se derivan de ella, están estrechamente vinculados con la relación que las comunidades locales tienen con estos ecosistemas y su patrimonio natural.		
Tipo	Servicio Ecosistémico	Descripción
Patrimonio	• Identidad cultural • Sentimiento de apego al terruño	• Estos espacios naturales tienen una historia y significado especial para las personas que han vivido en la zona durante generaciones. • Como parte del paisaje local, los miembros de las comunidades, sobre todo los de mayor edad tienen un fuerte sentimiento de apego al terruño. • Para algunos, la preservación de estas áreas es vista como una responsabilidad y un deber compartido, un compromiso con la protección de su patrimonio natural, aunque este último se ha visto disminuido debido a la falta de apoyo y atención por parte de las entidades gubernamentales, así como de los demás miembros de comunidad, en lo referente a su cuidado y mantenimiento.
Educación	• Educación ambiental	• Sensibilización, concienciación, o formación sobre el papel de los ecosistemas y la biodiversidad como suministradores de servicios
	• Conocimiento científico	• Los ecosistemas y la biodiversidad que estos albergan son un laboratorio de experimentación y de desarrollo del conocimiento.
Turismo	• Aguas termales	• En la zona de estudio se tiene una particularidad geológica relacionada con cuerpos ígneos intrusivos, que generan que en algunos sectores las

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

SERVICIOS CULTURALES		
Los servicios culturales son un tipo de servicio ecosistémico que se refiere a los beneficios que los ecosistemas proporcionan en términos de enriquecimiento cultural y bienestar humano, no están vinculados directamente a los recursos naturales o a la provisión de bienes tangibles, sino que se centran en las relaciones y conexiones que las personas tienen con la naturaleza y los valores culturales que se derivan de ella, están estrechamente vinculados con la relación que las comunidades locales tienen con estos ecosistemas y su patrimonio natural.		
Tipo	Servicio Ecosistémico	Descripción
		aguas que nacen tengan sales y otros minerales disueltos y además gran parte de estas aguas tengan una temperatura considerable, dado que son calentadas por estos cuerpos magmáticos presentes en la zona. Estas aguas son apreciadas y de gran interés para propios y turistas por los beneficios para la salud y la temperatura agradable.

Fuente: EL ESTUDIO, 2023 basado en (MEA, 2005)

Es importante tener en cuenta que la reducción de los caudales y a la intervención antrópica a los costados de la quebrada, pueden influir en la disponibilidad y la calidad de algunos servicios ecosistémicos. Por lo tanto, es esencial llevar a cabo una gestión adecuada del agua y del entorno circundante para mantener y mejorar estos servicios. La planificación sostenible y la conservación de la vegetación riparia son estrategias importantes para mantener la salud de los ecosistemas y la provisión de servicios para la comunidad local, la sensibilización y participación activa de la comunidad local son fundamentales para proteger y restaurar los servicios ecosistémicos de la quebrada y asegurar un equilibrio entre las necesidades humanas y la conservación del medio ambiente.

Los servicios ecosistémicos de regulación y apoyo se encuentran a lo largo de toda la quebrada, en mayor calidad en las coberturas que están relacionadas con un mayor grado de conservación.

Los servicios de abastecimiento sobre todo el relacionado con el consumo de agua para semovientes se encuentra a lo largo de toda la quebrada, presentándose con mayor densidad en la vereda Quebrada Honda, ya que cuando la quebrada entra a la vereda la playa los habitantes mencionan que tiene una recarga de aguas salinas directa al cauce por lo que en épocas de verano especialmente el agua de la quebrada es perjudicial para los animales y cultivos. Son muy pocos y pequeños los cultivos que se encuentran en la ronda y están relacionados con agricultura de subsistencia, se encuentran sobre todo en la parte más cercana a la desembocadura en la quebrada salitre, el agua para consumo que se toma directamente en la zona de estudio es casi nula, sin embargo, la quebrada Honda y algunos de son afluentes son las fuentes principales de agua de los acueductos veredales que suplen las necesidades de los pobladores.

Los servicios culturales están relacionados con la particularidad geológica de los cuerpos ígneos intrusivos que da lugar a las aguas termales, lo que genera gran interés tanto a nivel científico como turístico, estos servicios se ubican la vereda la playa, precisamente en el sector de las piscinas.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

7.5 ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LAS RONDAS HÍDRICAS

En las rondas hídricas se deben identificar áreas con características similares desde el punto de vista de los resultados del límite físico, así como de la identificación de los servicios ecosistémicos que presta, para establecer las estrategias que orienten los futuros procesos de ordenamiento ambiental del territorio. El primer elemento de la ronda hídrica será el más restrictivo desde el punto de vista de la ocupación antrópica, ya que es la zona que se inunda periódicamente y en la que está la vegetación de ribera por lo que la estrategia fundamental será la de preservación, y cuando aplique la de restauración, en el segundo elemento constituyente los condicionamientos dependerán de los atributos de funcionalidad de los tres componentes que dan el soporte para la delimitación física de la ronda hídrica. (MINAMBIENTE , 2018)

“La preservación se refiere a mantener la composición, estructura y funcionalidad de la biodiversidad, conforme a la dinámica natural de los ecosistemas, evitando los posibles disturbios que ocasionen las acciones humanas.” (MINAMBIENTE , 2018, pág. 127). Todo esto pretende asegurar la función de la ronda hídrica, dándole el control necesario a posibles factores de riesgo, tales como inundaciones, movimientos de tierra o cualquier amenaza que se pueda presentar en la zona y que cause afectaciones directos o indirectas a las comunidades, ecosistemas e infraestructura presente.

Dentro del nuevo modelo de desarrollo y crecimiento municipal en Paipa, se procura lograr la búsqueda de un beneficio económico, social y ambiental, de tal forma que se genere un balance, entre crecimiento económico y conservación ambiental, hay que procurar que las estrategias que se lleguen a adoptar sean las adecuadas en pro de los ecosistemas y de la población. La comprensión del nuevo rol del Municipio, como territorio que alberga dinámicas de expansión económica, además de los riesgos evidentes ambientalmente, asociados a la cuenca quebrada Honda y a sus ecosistemas asociados, resultan ser aspectos claves para conciliar acciones de planificación territorial oportunas.

En MINAMBIENTE (2018, pág. 127), se enfatiza en la conservación del medio ambiente, como concepto transcendental que no sólo abarca la el desarrollo natural del medio, sino también las acciones de preservación, uso sostenible, generación de conocimiento y restauración de la biodiversidad. El cuidado de los sistemas socio-ecológicos no sólo favorece la conservación de la naturaleza, sino que garantiza los servicios ecosistémicos necesarios para el bienestar humano y para ello, se han propuesto estrategias ambientales que promueven no sólo el cuidado del medio ambiente sino también su uso racional y viable; estas estrategias se relacionan con la preservación, la restauración y el uso sostenible.

Las estrategias de preservación consisten en “mantener la composición, estructura y función de la biodiversidad, conforme a su dinámica natural y evitando los posibles disturbios que ocasionen las acciones humanas. En estos casos estarían, por ejemplo, aquellas áreas donde se encuentre bosque de ribera nativo (bosque de galería).” (MINAMBIENTE , 2018, pág. 127). Estas estrategias en el municipio de Paipa están centradas en la reivindicación del grado de protección y conservación de áreas ya definidas con importancia ambiental y el cauce como tal el cauce de la quebrada.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Por su parte las estrategias de restauración se enfocan en “restablecer parcial o totalmente la composición, estructura y función de la biodiversidad, en áreas de la ronda hídrica que hayan sido alteradas o degradadas que contribuyan a la conectividad ecológica” (MINAMBIENTE , 2018, pág. 127); en el caso particular del municipio de Paipa, cuya corriente hídrica se encuentra afectada por deforestación, introducción de especies exóticas, y contaminación, este tipo de estrategias son fundamentales para restaurar el equilibrio ecosistémico de la ronda hídrica, y así mitigar las consecuencias que actualmente la comunidad está padeciendo, como la disminución preocupante del caudal de la quebrada, el desplazamiento y desaparición de flora y fauna nativa, variaciones en términos de microclima (la comunidad asegura que llueve menos que en épocas anteriores), conflictos importantes en los usos del suelo, uso descontrolado de los servicios ecosistémicos, entre otros; además, teniendo en cuenta la influencia ambiental del cambio climático, las conservación de las fuentes hídricas es esencial para el bienestar de la comunidad y la prevención de desastres naturales.

Las estrategias de uso sostenible, son áreas que no están catalogadas entro de las anteriores estrategias e incluyen áreas que están “en conflicto por usos de la tierra o grado de deterioro ambiental identificados tanto en la definición del límite funcional como la de servicios ecosistémicos, así como en la que se puedan desarrollar actividades económicas que sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica” (MINAMBIENTE , 2018, pág. 129).

Para definir las zonas que por sus atributos tiene fines de preservación o énfasis de restauración, se tienen en cuenta las consideraciones descritas por la guía metodológica para las tres categorías propuestas. (MINAMBIENTE , 2018, pág. 128)

- Preservación: zonas que deberán ser preservadas evitando la ocupación humana

  - Áreas de existencia de vegetación nativa (e.g. bosque de galería, vegetación helófita o higrófita).
  - Áreas donde se identifiquen los hábitats necesarios para la sobrevivencia de las especies o comunidades de especies que presentan condiciones particulares de especial interés para la conservación de la biodiversidad, con énfasis en aquellas de distribución espacial restringida, especies endémicas, en alguna categoría de amenaza, hábitat de especies migratorias” (MINAMBIENTE , 2018, pág. 129). esta estrategia se debe aplicar en especial para la cobertura con vegetación riparia, bosque fragmentado con vegetación secundaria.
  - Áreas donde se requiera conservar la capacidad productiva de ecosistemas naturales y la viabilidad de las poblaciones de especies silvestres de manera que se garantice una oferta y aprovechamiento de los recursos biológicos y servicios ecosistémicos.
  - El área completa de la ronda hídrica de los nacimientos de cuerpos de agua.
  - Áreas de recarga de acuíferos.
  - El componente hidrológico de la ronda hídrica en sistemas lóticos.

- Restauración: Los objetivos de la restauración se concentran en la rehabilitación de las corrientes (en este caso las que tienen influencia urbana, rural, industrial y agropecuaria), la recuperación del régimen hidrológico y la vegetación nativa en la parte alta de la cuenca;

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

estas estrategias se deben aplicar en la mayor parte del cauce, principalmente en la zona donde se encuentran los parches de Bosque fragmentado.

- “En los casos de existencia de áreas funcionales para la conectividad de relictos de vegetación nativa (e.g. bosques de galería) y en general del corredor ripario a lo largo de tramos, segmentos o la cuenca hidrográfica, tales áreas serán objeto de la presente estrategia para buscar el restablecimiento de la composición, estructura y función de la biodiversidad.” (MINAMBIENTE , 2018, pág. 129).
- Se recomienda y se hace necesario que la reforestación de la zona perteneciente a Bosque de galería, se realice con especies de las que están presentes en la zona, ubicadas en los fragmentos de vegetación Nativa o en zonas de vegetación secundaria.

⦿ Uso sostenible: Las áreas que no están catalogadas dentro de las anteriores estrategias pueden ser establecidas para usos sostenibles compatibles con el objeto de conservación de la funcionalidad de las rondas hídricas.

7.5.1 Metodología

La delimitación física de la Ronda Hídrica y la identificación de sus elementos constituyentes son etapas fundamentales que abren el camino para la formulación de estrategias de manejo ambiental. Estas estrategias, que abarcan la preservación, restauración y el uso sostenible, se aplican de manera más efectiva mediante la discretización del límite físico en zonas específicas, cada una definida de acuerdo a criterios y características particulares de cada área que se alinean con un enfoque particular de las estrategias de manejo ambiental mencionadas.

Con el propósito de establecer estrategias efectivas para el manejo ambiental dentro de la Ronda Hídrica, se ha segmentado el área en dos secciones fundamentales. El criterio primordial de separación radica en la identificación de las zonas de la ronda que interceptan con ecosistemas protegidos y de relevancia ecosistémica, tanto a nivel regional como municipal, y aquellas que no lo hacen.

7.5.2 Identificación de las zonas homogéneas de la Ronda Hídrica

El presente capítulo tiene como objetivo principal la delimitación y clasificación de zonas homogéneas dentro de la ronda hídrica, con el propósito de establecer categorías y facilitar el desarrollo e implementación de medidas de manejo específicas y adecuadas para para cada área identificada.

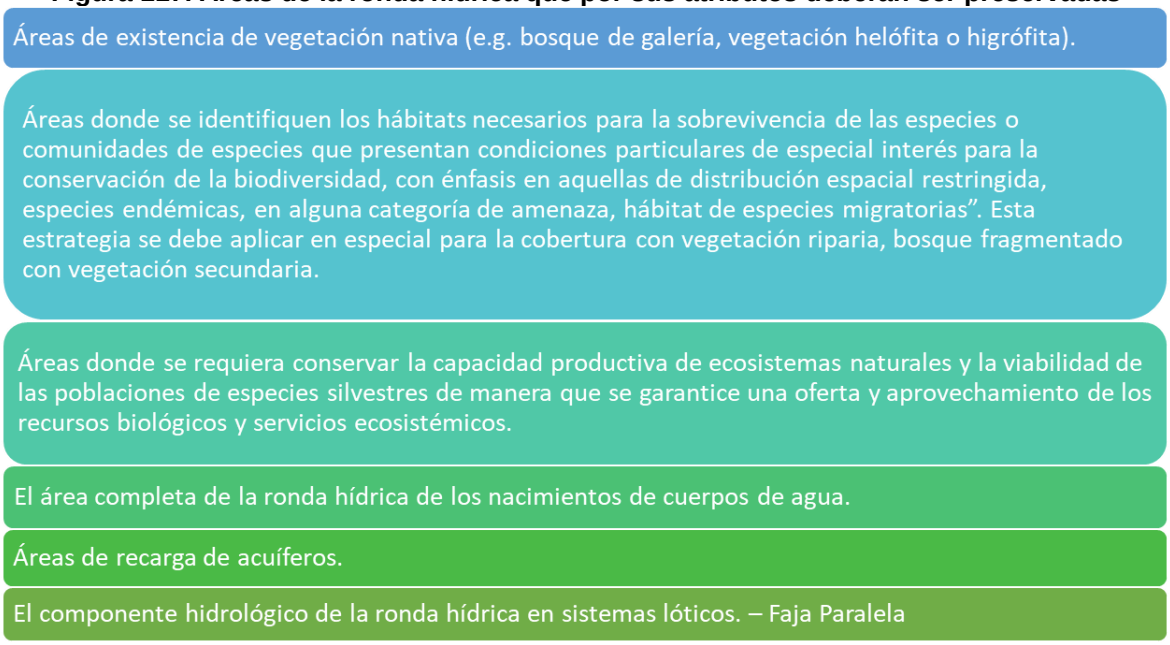
La zonificación de estas áreas es un paso crucial en la planificación de estrategias de conservación restauración y uso sostenible, ya que nos permite reconocer y valorar las particularidades de cada zona, considerando sus características físicas y ecológicas.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

7.5.2.1.1 Metodología

Para realizar la identificación de zonas homogéneas en primer lugar se tienen en cuenta las áreas de la Ronda Hídrica cuyos atributos exigen ser preservados y que están claramente identificadas en la guía metodológica y se enumeran en la siguiente figura.

Figura 117. Áreas de la ronda hídrica que por sus atributos deberán ser preservadas



Fuente: (MINAMBIENTE, 2018, pág. 129).

Dentro de estas zonas las de mayor relevancia son el cauce permanente y la Faja paralela definidos en este estudio. Aunque la guía sugiere que la faja paralela debe tener medidas de preservación, en la ronda se observó que gran parte del área de la faja lo constituyen pastos, por lo que se hace necesaria su restauración.

Estas medidas corresponden a la categorización de las zonas específicas de acuerdo a los criterios de la guía metodológica, asegurando así un enfoque adecuado para la preservación y restauración en cada área.

Tabla 84. Medidas de Manejo Ambiental de las áreas

MEDIDA	CRITERIO -TIPO
Preservación	Cauce Permanente
Restauración	Faja Paralela

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Como siguiente paso, se realiza la zonificación de las zonas restantes mediante una superposición en un sistema de información geográfico, para esto, se usan las capas de zonas homogéneas del IGAC, geomorfología, y coberturas elaboradas para este proyecto,

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

las cuales han sido calificadas de 1 a 3, teniendo en cuenta entre otros los criterios establecidos en la guía metodológica de MINAMBIENTE (2018), tales como:

- Geoformas y procesos morfodinámicos asociados al flujo y almacenamiento temporal de agua y sedimentos, ajuste de la forma del cauce y sus patrones de alineamiento.
- Dinámica de los flujos de agua (y, por ende, de sedimentos y nutrientes) a lo largo de la red de drenaje de la cuenca hidrográfica.
- Rol de la vegetación de ribera en las condiciones microclimáticas y las características de hábitat en los cuerpos de agua, corredor biológico, filtración de contaminantes que podrían llegar al cuerpo de agua por escorrentía, estabilidad de las orillas del cuerpo de agua, entre otros.

Además, se consideran criterios como el nivel o estado de conservación-deterioro de los ecosistemas y el grado de intervención antrópica y conflictos de uso asociados al área de la Ronda.

Luego se calcula el promedio de las calificaciones de cada una de las capas, y se aproxima al entero más cercano. Se busca obtener tres zonas con calificaciones de 1 a 3 donde 1 es la calificación que denota mayor conservación e importancia para la conservación y 3 la que presenta mayor afectación o intervención antrópica,

7.5.2.1.2 Calificación de cada una de las capas

Cada capa fue evaluada y calificada de manera específica, considerando sus características particulares y su contribución al conjunto de información geoespacial. Este proceso de calificación se realiza con el objetivo de asignar valores que reflejen la relevancia y la influencia de cada una en el contexto general de este análisis.

Las capas de coberturas y geomorfología, son insumos elaborados para el desarrollo de este estudio, como complemento se evalúan las zonas homogéneas con fines multipropósito elaborada por el IGAC para el municipio de Paipa.

La cobertura ofrece una visión de los elementos presentes en la superficie terrestre, como vegetación, cuerpos de agua y áreas urbanizadas, que junto con lo observado en campo, dan indicios de las actividades humanas que inciden en estas zonas.

Por otro lado, la geomorfología y las zonas homogéneas del IGAC proporcionan información sobre la topografía, configuración del terreno y composición de los suelos, enriqueciendo la comprensión de la interacción entre estos elementos.

Esta evaluación es importante para identificar similitudes en el comportamiento de las zonas y determinar las medidas más apropiadas de manejo que contribuyan con los objetivos de conservación de las estas zonas estratégicas: las rondas hídricas.

- Para la cobertura se evaluó el criterio del grado de intervención antrópica, entre mayor intervención sugiere una cobertura, mayor es la calificación.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 85. Calificación de las coberturas

Cobertura	Calificación_cob
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3
2.3.1. Pastos limpios	3
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	3
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2
5.1.1. Ríos y Quebradas	1
3.2.2.2. Arbustal abierto	2

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

- Para el componente geomorfológico se evaluaron los criterios de asociación al flujo y almacenamiento temporal de agua y sedimentos. Aquellas geoformas que están más relacionadas con el cauce y su dinámica obtienen la calificación más baja.

Tabla 86. Calificación de la geomorfología

Componente geomorfológico	Nomenclat	Cal_Geomo
Culvert	AF	1
Ford	AG	1
Bridge	AH	3
Artificial Levée or Embankment	AM	1
Planos y Campos de Llenos Antrópicos	Ar	3
Represanmiento antrópico	Arp	2
Reservorio	Ars	1
Superficie de Explanación	Asp	3
Pool	CP	1
Dammed Pool	CPd	1
Step	CT	1
Deslizamiento indiferenciado	Ddi	2
Loma Denudada Corta y abrupta	Dldca	2
Lomo denudado bajo de longitud media	Dldebm	2
Ladera ondulada corta e inclinada	Dloci	2
Montículo y ondulaciones denudacionales	Dmo	2
Planicie de laderas cortas	Dplc	3
Cauce Aluvial	Fca	1
Cauce Aluvial Permanente	Fcap	1
Desembocadura	Fdes	1
Plano o llanura de inundación	Fpi	3
Tributario	Ft	2
Terraza de acumulación	Fta	3
Escarpe de terraza de acumulación	Ftae	2
Terraza de acumulacion subreciente	Ftas	2
Zona de Encharcamiento	Fze	1
Espolón bajo de longitud larga	Sesbl	2
Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	Sshlc	2

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Componente geomorfológico	Nomenclat	Cal_Geomo
Ladera estructural de sierra homoclinal	Sshle	2
Acuatic Vegetation	VA	1
Cripotodomo	Vcd	2

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

- El criterio empleado para calificar las zonas homogéneas se basa en las características del terreno que propician actividades humanas. En este enfoque, se han priorizado y otorgado calificaciones más altas a aquellas áreas cuya topografía, composición del suelo y otros elementos geomorfológicos facilitan y favorecen las diversas actividades desarrolladas por la población.

Los parámetros y variables usados por el IGAC son descritos en el documento elaboración del estudio de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas y determinación del valor unitario e integral (ph) por tipo de construcción (IGAC, 2021), entre ellos se evalúan las condiciones climáticas, relieve y material litológico o depósitos superficiales y características y/o cualidades de los suelos para definir el valor potencial de las tierras.

Tabla 87. Calificación de las zonas homogéneas del IGAC

Símbolo	Unidades de Suelo	Valor potencial	Observaciones	Cal
09FHe1L-38	MMX	9	Suelos a partir de areniscas, lutitas, lodolitas y de depósitos superficiales gravigénicos heterométricos; en sectores han evolucionado de ceniza volcánica; presentan texturas medias y medianamente finas en la capa arable. Fertilidad química alta	3
09FHe1L-38	MMX	9	Suelos a partir de areniscas, lutitas, lodolitas y de depósitos superficiales gravigénicos heterométricos; en sectores han evolucionado de ceniza volcánica; presentan texturas medias y medianamente finas en la capa arable. Fertilidad química alta	3
02FHb-80	MMH	2	Suelos a partir de aluviones heterométricos, mixtos y gruesos. Presentan texturas medias y medianamente finas en la capa arable y moderadamente finas, medias, y medianamente finas en el perfil; bien drenados y profundos. Fertilidad química moderada	2
05FHb1L-61	MMX	5	Suelos a partir de areniscas, lutitas, lodolitas y de depósitos superficiales gravigénicos heterométricos; se caracterizan por texturas medias y medianamente finas en la capa arable y finas en el perfil, bien drenados. Fertilidad química alta	3
07FHd1L-49	MMX	7	Suelos a partir de areniscas, lutitas, lodolitas y de depósitos superficiales gravigénicos	3

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Símbolo	Unidades de Suelo	Valor potencial	Observaciones	Cal
			heterométricos; en sectores han evolucionado de ceniza volcánica; presentan texturas medias y medianamente finas en la capa arable. Fertilidad química alta	
08FHe1-44	AMV	8	Suelos a partir de rocas sedimentarias clásticas arenosas y arcillosas recubiertas en sectores con capas de ceniza volcánica; texturas medianamente finas en la capa arable y finas en el perfil, bien drenados, superficiales. Fertilidad química moderada	2
08FHe1-44	AMV	8	Suelos a partir de rocas sedimentarias clásticas arenosas y arcillosas recubiertas en sectores con capas de ceniza volcánica; texturas medianamente finas en la capa arable y finas en el perfil, bien drenados, superficiales. Fertilidad química moderada	2
04FHb-67	VMA	4	Suelos a partir de aluviones mixtos y finos. Se caracterizan por presentar texturas finas y medianamente finas en todo el perfil; moderada a imperfectamente drenados y profundos. Fertilidad química moderada	2
07FHd1-49	AMV	7	Suelos a partir de rocas sedimentarias clásticas arenosas y arcillosas recubiertas en sectores con capas de ceniza volcánica; texturas medianamente finas en la capa arable y finas en el perfil, bien drenados, superficiales. Fertilidad química moderada	2

Fuente: EL ESTUDIO, 2023 Basado en IGAC

Luego de realizado el cruce de las capas, se

La zona 1 que por sus características y su importancia deben conservarse.

La Zona 2 se caracteriza por áreas donde el nivel de deterioro aún no ha alcanzado un punto crítico que signifique la pérdida irreversible de los servicios ecosistémicos, se observan indicios de recuperación de las coberturas vegetales. Estas áreas, se encuentran a lo largo de la ronda, y muestran un incremento significativo de áreas destinadas a actividades pastoriles y de producción agrícola.

La Zona 3 se caracteriza por áreas que han experimentado intervención humana, lo que ha generado modificaciones significativas, aunque no se ha perdido irremediablemente la funcionalidad, se reconoce la necesidad de implementar acciones para detener los procesos de degradación y mal uso del suelo.

En la Tabla 88 se observa la categoría asignada a las áreas resultantes de la zonificación.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 88. Medidas de Manejo Ambiental de las zonas homogéneas

MEDIDA	CRITERIO -TIPO
Preservación	Zona 1
Restauración	Zona 2
Uso Sostenible	Zona 3

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

7.5.3 Categoría de Manejo ambiental de la Ronda hídrica de la quebrada Honda

La Ronda hídrica, como franja de terreno adyacente a los cauces de agua, juega un papel fundamental en la protección y conservación de los recursos hídricos y el ecosistema asociado. Mediante la clasificación de la Ronda en diferentes categorías de manejo, se busca gestionar de manera adecuada las actividades humanas y la conservación del entorno natural, es crucial para la planificación y ejecución de acciones concretas enfocadas en la conservación y restauración de las quebradas, con miras a asegurar la sostenibilidad de los recursos hídricos y la preservación de los servicios ecosistémicos que brindan a la comunidad local y el entorno natural.

Se presentan los resultados del área total de la ronda hídrica, derivados de la identificación de zonas homogéneas, reflejando una clasificación del área conforme a las medidas de preservación, restauración y uso sostenible. En la Figura 118 y la Tabla 89 se presenta la información de las áreas específicas asignadas a cada categoría y su correspondiente porcentaje en relación con el total del área de la ronda hídrica. La preservación abarca 0,028Ha (0,125%), la restauración 12,675Ha (56,85%), y el uso sostenible 9,59Ha el 43,02% de la ronda. El cauce permanente se encuentra en las zonas con medidas de preservación, pero su área no se tiene en cuenta para calcular el total y los porcentajes.

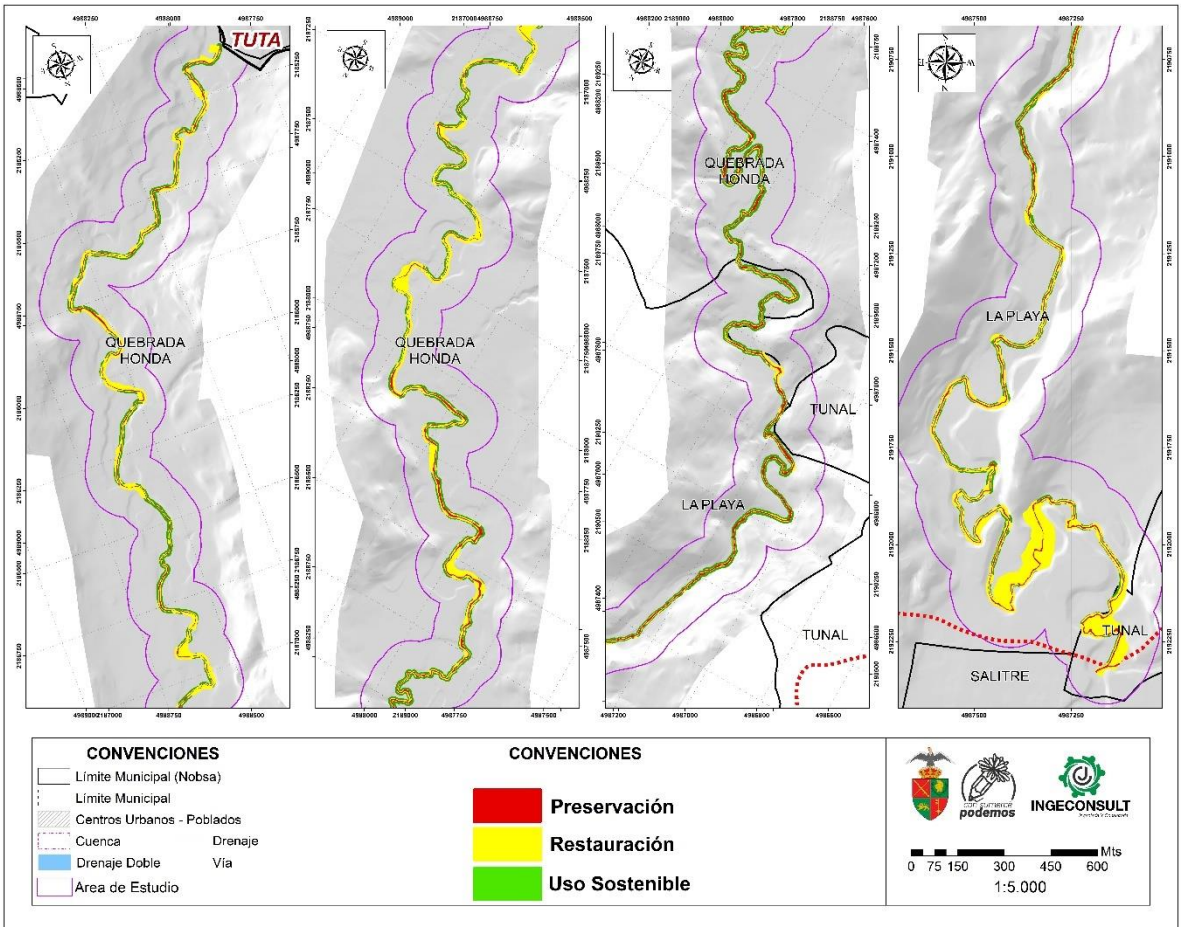
Tabla 89. Áreas de las zonas estratégicas de manejo de la Ronda hídrica

ZONAS ESTRATÉGICAS			
COLOR	**Medida**	**ÁREA (Ha)**	**PORCENTAJE %**
	Preservación -Cauce Permanente	4,238	
	Preservación Ronda	0,028	0,125%
	Restauración Ronda	12,675	56,855%
	Uso Sostenible Ronda	9,591	43,020%
Total Ronda		22,294	100%

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Figura 118. Categorías de manejo de la Ronda hídrica



Fuente: EL ESTUDIO, 2023

7.5.4 Estrategias de manejo ambiental

“El desarrollo histórico de los asentamientos humanos se ha realizado, alrededor de cuerpos de agua por la diversidad de servicios ecosistémicos que éstos prestan. En tal sentido, deben darse manejos que sean compatibles con la funcionalidad de la ronda hídrica a partir de los resultados del análisis que soporta su delimitación física”. (MINAMBIENTE , 2018, pág. 123)

“La preservación se refiere a mantener la composición, estructura y funcionalidad de la biodiversidad, conforme a la dinámica natural de los ecosistemas, evitando los posibles disturbios que ocasionen las acciones humanas.” (MINAMBIENTE , 2018, pág. 127). Todo esto pretende asegurar la función de la ronda hídrica, dándole el control necesario a posibles factores de riesgo, tales como inundaciones, movimientos de tierra o cualquier amenaza que se pueda presentar en la zona y que cause afectaciones directos o indirectas a las comunidades, ecosistemas e infraestructura presente.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Dentro del modelo de desarrollo y crecimiento municipal de Paipa, se procura lograr la búsqueda de un beneficio económico, social y ambiental, de tal forma que se genere un balance, entre crecimiento económico y conservación ambiental, hay que procurar que las estrategias que se lleguen a adoptar sean las adecuadas en pro de los ecosistemas y de la población.

Las estrategias se consideran para las tres categorías de manejo: preservación, restauración y uso sostenible. Teniendo en cuenta que la preservación y la restauración buscan mantener o recuperar la estructura y biodiversidad del drenaje, se sugiere tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Evitar las modificaciones del cauce, como los rellenos ya que alteran significativamente la dinámica natural.
- Cuando se requiera realizar una ocupación del cauce, por ejemplo, para infraestructura de transporte, deben estar como mínimo por fuera de la franja del terreno definida por el componente hidrológico, debe permitir la continuidad en el transporte de agua y sedimento, además, el diseño debe considerar caudales máximos correspondientes al periodo de retorno de 15 años. Ver ANEXO III. CRITERIOS MÍNIMOS A CONSIDERAR PARA LA OCUPACIÓN DE RONDAS HÍDRICAS (MINAMBIENTE, 2018, pág. 158)
- Establecimiento de medidas de restricción parcial o total, según corresponda, a la ocupación e intervención humana con infraestructura y actividades agropecuarias y/o productivas en las rondas de protección del drenaje, en especial en las zonas con la categoría de preservación y donde todavía no hay urbanizaciones.
- Evaluar edificaciones o infraestructura que difieran de las sugeridas para usos condicionados y proponer acciones según la situación geográfica del predio y la vulnerabilidad que presente.
- La ejecución de infraestructuras públicas, parques lineales y proyectos de movilidad debe basarse en estudios y diseños técnicos previamente acordados con Corpoboyacá como autoridad ambiental competente. Las obras se deben diseñar obras bajo estándares de sostenibilidad y utilización de infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza, con el objetivo de gestionar eficientemente los drenajes urbanos, mitigar riesgos, mejorar la habitabilidad urbana y embellecer las áreas verdes. A continuación, se describen de manera general.

7.5.4.1 Estrategias de Preservación

La Ronda Hídrica, alberga una riqueza ecológica invaluable que demanda una atención especializada para su conservación a largo plazo. En este contexto, se han desarrollado estrategias de preservación diseñadas para salvaguardar la integridad de este crucial ecosistema acuático. Estas estrategias no solo aspiran a proteger la biodiversidad y la calidad del agua, sino también a promover un equilibrio armonioso entre la actividad humana y la salud de la Ronda Hídrica.

Para las zonas con la categoría de preservación, se deben buscar estrategias, programas o proyectos encaminados a la protección de las mismas, por lo que se propone:

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Diseñar acciones y programas encaminados a salvaguardar y conservar los hábitats biológicos, enfocados en la preservación, especialmente en la zona alta donde se encuentra la mayor cantidad de vegetación.
- Implementación de medidas de control, constante monitoreo y propuestas de restauración en las zonas donde la cobertura no incluya vegetación nativa para asegurar la protección del cauce. Dando prioridad a la preservación de áreas dentro de la faja paralela.
- Estrategia de Educación y Concienciación Ambiental.
- Estrategia para el fortalecimiento de la apropiación social.
- Considerar y gestionar la adquisición de predios en la ronda para garantizar la dinámica del cuerpo de agua y promover el pago por servicios ambientales.

A continuación, se presenta una propuesta que describe los usos recomendados para estas áreas destinadas a la preservación.

Tabla 90. Propuesta de usos zonas de Preservación

Uso	Preservación
Uso principal	*Preservación:* Preservación de suelos y/o de la vegetación nativa de ribera adecuada para la protección de la ronda hídrica. Comprende todas aquellas actividades de protección, regulación, ordenamiento, administración, control y vigilancia, dirigidas al mantenimiento de los atributos, composición, estructura y función de la biodiversidad, evitando al máximo la intervención humana y sus efectos. Comprende todas las actividades de preservación ecológica de ecosistemas; manejo de especies y de hábitats, dirigidas a mantener los atributos de la biodiversidad.
Uso compatible	*Restauración:* Comprenden todas las actividades de recuperación y rehabilitación de ecosistemas; manejo, repoblación, reintroducción o trasplante de especies y enriquecimiento y manejo de hábitats, dirigidas a recuperar los atributos de la biodiversidad. Control y manejo de especies vegetales enredaderas, invasoras y potencialmente invasora. *Conocimiento*: Comprenden todas las actividades de investigación, monitoreo o educación ambiental que aumentan la información, el conocimiento, el intercambio de saberes, la sensibilidad y conciencia frente a temas ambientales y la comprensión de los valores y funciones naturales, sociales y culturales de la biodiversidad. *Recreación pasiva y/o contemplativa:* Comprenden todas las actividades de recreación y ecoturismo, condicionando la construcción, adecuación o mantenimiento de la infraestructura necesaria para su desarrollo, que no alteran los atributos de la biodiversidad, y que sea incluida y aprobada mediante el respectivo plan de manejo.
Uso condicionado	*Infraestructura* de captación de aguas para usos domésticos, conducción o transporte de agua, infraestructura para la descarga de vertimientos de aguas residuales domesticas o lluvias, emisarios finales de alcantarillado, siempre y cuando no afecten el cuerpo de agua ni se realice sobre nacimientos, obras de adecuación hidráulica, senderos ecoturísticos de contemplación pasiva, infraestructura secundaria de vías como puentes, pontones, alcantarillas, infraestructura de apoyo para actividades de recreación y desagüe de instalaciones de agricultura. Aprovechamiento: Asimismo se podrá realizar el aprovechamiento de árboles aislados, cuando se encuentren caídos o muertos por causas naturales, o para el control de emergencias fitosanitarias y la prevención de riesgos de desastres, y en general, en aquellos casos en los cuales se ponga en peligro la vida y bienes de las personas, previo permiso de CORPOBOYACÁ. -El desarrollo de los usos condicionados deberá contar con las autorizaciones y/o permisos de las autoridades competentes, de acuerdo con la normatividad vigente. Los parámetros

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Uso	Preservación
	para la implementación de los usos condicionados, se sujeta al cumplimiento de los siguientes requisitos: a) Contar con los permisos ambientales y urbanísticos a que haya lugar. b) Autorización previa por parte de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACÁ de acuerdo con su competencia. c) No generar fragmentación de vegetación nativa o de los hábitats de la fauna y su integración paisajística al entorno natural. d) El desarrollo de los usos previstos en el presente artículo puede conllevar, en algunos casos, la intervención dentro del cauce del cuerpo hídrico.
Uso prohibido	Agropecuarios, industriales, urbanos y suburbanos, loteo y construcción de viviendas, comercial, servicios, minería, disposición de residuos sólidos, plantaciones forestales con especies exóticas, quema y tala de vegetación nativa, cacería de fauna, y las demás actividades que no se mencionen en los usos principales, compatibles o condicionados.

Fuente: Adaptado de CONSORCIO RIO CHICAMOCHA IEH GRUCON –H&E (2018)

7.5.4.2 Estrategias de Restauración

Estas estrategias buscan revertir los impactos ambientales negativos, restablecer la funcionalidad de los ecosistemas y promover la resiliencia frente a los desafíos contemporáneos.

La restauración tiene como principal objetivo aumentar la estructura y función de conectividad ecológica del drenaje, por ello se propone:

- Reforestación con especies nativas a lo largo de las márgenes del drenaje, en especial en las zonas con mayores pendientes que no han sido intervenidas con infraestructura, buscando corregir el desequilibrio ecológico causado por la intervención antrópica, así como el daño causado al introducir especies como pinos, eucaliptos y acacias.
- Rehabilitación de áreas degradas por actividades humanas, en la zona rural del drenaje.
- Actividades de educación ambiental que incluya a toda la comunidad aledaña al drenaje.
- Considerar y gestionar la adquisición de predios en la ronda para garantizar la dinámica del cuerpo de agua y promover el pago por servicios ambientales

Tabla 91. Propuesta de usos zonas de Restauración

Uso	Restauración
Uso principal	*Preservación:* Comprenden todas aquellas actividades de protección, regulación, ordenamiento y control y vigilancia, dirigidas al mantenimiento de los atributos, composición, estructura y función de la biodiversidad. *Restauración:* Restauración de suelos y/o de la vegetación nativa de ribera adecuada para la protección de la ronda hídrica. Comprende todas las actividades de recuperación y rehabilitación de ecosistemas; manejo, repoblación, reintroducción o trasplante de especies y enriquecimiento y manejo de hábitats, dirigidas a recuperar los atributos de la biodiversidad, -El manejo de esta área pretende lograr un proceso de restauración ecológica tendiente a llevar el área al estado de conservación. Todas las actividades deben estar dirigidas a recuperar los atributos de la biodiversidad por lo tanto estas incluyen actividades de

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

Uso	Restauración
	herramientas de manejo del paisaje (HMP), dirigidas a la restauración ecológica. Entre otras la recuperación y manejo de la vegetación nativa y suelos, enriquecimiento de la estructura vegetal, mejoramiento y reconformación de hábitats para la fauna.
Uso compatible	*Conocimiento:* Comprenden todas las actividades de investigación, monitoreo o educación ambiental que aumentan la información, el conocimiento, el intercambio de saberes, la sensibilidad y conciencia frente a temas ambientales y la comprensión de los valores y funciones naturales, sociales y culturales de la biodiversidad. *Disfrute:* Comprenden todas las actividades de recreación y ecoturismo, condicionando la construcción, adecuación o mantenimiento de la infraestructura necesaria para su desarrollo, que no alteran los atributos de la biodiversidad, y que sea incluida y aprobada mediante el respectivo plan de manejo.
Uso condicionado	*Sostenible forestal*: En estas zonas será permitido el aprovechamiento forestal único de especies foráneas y no persistente, el cual tendrá como finalidad el recambio por especies nativas. *Infraestructura* de captación de aguas para cualquier uso, conducción o transporte de agua, infraestructura para la descarga de vertimientos de aguas residuales o lluvias, emisarios finales de alcantarillado, siempre y cuando no afecten el cuerpo de agua ni se realice sobre nacimientos, obras de adecuación hidráulica, senderos ecoturísticos de contemplación pasiva, infraestructura secundaria de vías como puentes, pontones, alcantarillas, infraestructura de apoyo para actividades de recreación y desagüe de instalaciones de agricultura. -El desarrollo de los usos condicionados deberá contar con las autorizaciones y/o permisos de las autoridades competentes, de acuerdo con la normatividad vigente. Los parámetros para la implementación de los usos condicionados, se sujeta al cumplimiento de los siguientes requisitos: a. Contar con los permisos ambientales y urbanísticos a que haya lugar. b. Autorización previa por parte de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACÁ de acuerdo con su competencia. c. No generar fragmentación de vegetación nativa o de los hábitats de la fauna y su integración paisajística al entorno natural. d. El desarrollo de los usos previstos en el presente artículo puede conllevar, en algunos casos, la intervención dentro del cauce del cuerpo hídrico. -Asimismo se podrá realizar el aprovechamiento de árboles aislados, cuando se encuentren caídos o muertos por causas naturales, o para el control de emergencias fitosanitarias y la prevención de riesgos de desastres, y en general, en aquellos casos en los cuales se ponga en peligro la vida y bienes de las personas, previo permiso de CORPOBOYACÁ.
Uso prohibido	Agropecuarios, industriales, comerciales, urbanos y suburbanos, loteo y construcción de viviendas, minería, disposición de residuos sólidos, aprovechamientos forestales de especies nativas, plantaciones forestales con especies exóticas, quema y tala de vegetación nativa, cacería de fauna, y las demás actividades que no se mencionen en los usos principales o condicionados.

Fuente: Adaptado de CONSORCIO RIO CHICAMOCHA IEH GRUCON –H&E (2018)

7.5.4.3 Estrategias de Uso Sostenible

Estas estrategias no solo buscan satisfacer las demandas de la comunidad de manera responsable, sino que también pretenden preservar y proteger la integridad del ecosistema buscando un equilibrio entre las necesidades humanas y la conservación de la Ronda Hídrica. Los usos los dispone el PBOT del municipio de Pipa

Para estas áreas, se sugiere:

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

- Estrategias para mejorar las prácticas agrícolas y pecuarias, enfocándose en las buenas prácticas.
- Estrategias de uso eficiente del recurso hídrico.

Deben considerarse los siguientes parámetros de buenas prácticas agrícolas sugeridos por (CONSORCIO RIO CHICAMOCHA IEH GRUCON –H&E, 2018) para la transformación a usos agrícolas sostenibles y usos pecuarios sostenibles.

- Usos Agrícolas Sostenibles

  - No emplear tractor y/o maquinaria pesada en el desarrollo de las actividades agrícolas, ya que estos procesos aceleran los procesos de erosión y compactación del suelo.
  - La fumigación y aspersión con agroquímicos deberá eliminarse paulatinamente en el marco de la reconversión de las actividades agrícolas, con lo cual se evitará el aporte a la contaminación por escorrentía al cuerpo de agua.
  - Se deben utilizar abonos orgánicos.
  - Realizar barreras de cercas vivas con especies nativas.
  - Implementar alternativas de rotación de cultivos.
  - Efectuar un correcto manejo de los residuos sólidos, evitando la disposición final dentro de la Ronda Hídrica.
  - Se prohíbe la introducción y manejo de organismos genéticamente modificados y especies invasoras.
  - Se prohíben las quemas.
  - Se prohíben las talas, con excepción de aquellas que sean necesarias para garantizar la conservación de la Ronda Hídrica, siempre y cuando cuenten con la autorización correspondiente y cumplan con los lineamientos establecidos por la Autoridad Ambiental.
  - Se prohíbe la degradación de cobertura vegetal nativa existente.
  - Se deben crear sistemas productivos que favorezcan gradientes de vegetación similares a las observadas en la vegetación riparia existente.

- Usos Pecuarios Sostenibles

  - Para la ejecución de actividades pecuarias de forma sostenible se hace necesario que el área donde se realice el pastoreo de ganado se encuentre totalmente cerrada y delimitada, esto con el fin de evitar la expansión de frontera pecuaria y prevenir el ingreso de animales a zonas no intervenidas o a las áreas de restauración y/o preservación.
  - Dentro de la Ronda Hídrica se debe aislar con cerca viva de especies nativas o con cerca convencional el área de restauración y/o preservación del área de desarrollo sostenible.
  - Asistir a programas de capacitación en producción agrícola y pecuaria más limpia basada en prácticas de producción sostenible.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 92. Propuesta de usos categoría de uso sostenible

Uso	Preservación
Uso principal	*Preservación:* Comprenden todas aquellas actividades de protección, regulación, ordenamiento y control y vigilancia, dirigidas al mantenimiento de los atributos, composición, estructura y función de la biodiversidad, evitando al máximo la intervención humana y sus efectos. *Restauración:* Comprenden todas las actividades de recuperación y rehabilitación de ecosistemas; manejo, repoblación, reintroducción o trasplante de especies y enriquecimiento y manejo de hábitats, dirigidas a recuperar los atributos de la biodiversidad.
Uso compatible	*Conocimiento:* Comprenden todas las actividades de investigación, monitoreo o educación ambiental que aumentan la información, el conocimiento, el intercambio de saberes, la sensibilidad y conciencia frente a temas ambientales y la comprensión de los valores y funciones naturales, sociales y culturales de la biodiversidad, además de la instalación y operación de equipos de monitoreo ambiental. *Disfrute:* Comprenden todas las actividades de recreación y ecoturismo, condicionando la construcción, adecuación o mantenimiento de la infraestructura necesaria para su desarrollo, que no alteran los atributos de la biodiversidad, que cuente con las autorizaciones y/o permisos de las autoridades competentes, de acuerdo con la normatividad vigente.
Uso condicionado	*Infraestructura* de captación de aguas para usos domésticos, conducción o transporte de agua, infraestructura para la descarga de vertimientos de aguas residuales domesticas o lluvias, emisarios finales de alcantarillado, siempre y cuando no afecten el cuerpo de agua ni se realice sobre nacimientos, obras de adecuación hidráulica, senderos ecoturísticos de contemplación pasiva, infraestructura secundaria de vías como puentes, pontones, alcantarillas, infraestructura de apoyo para actividades de recreación y desagüe de instalaciones de agricultura. Aprovechamiento sostenible forestal: En estas zonas será permitido el aprovechamiento forestal único de especies foráneas y no persistente, el cual tendrá como finalidad el recambio por especies nativas, previo permiso de CORPOBOYACÁ. *Actividades de agrosilvicultura, silvicultura, agrosilvopastoriles, agropecuario sostenible y Agropecuarios mecanizados o agropecuario tradicional* que se enfoquen hacia procesos de reconversión hasta su prohibición en un máximo de quince (15) años, una vez cumplido el proceso será permitido el uso agropecuario ecológico o de buenas prácticas agrícolas, actividades de permacultura, acuacultura, recreación contemplativa, infraestructura vial e institucional existentes, equipamiento comunitario existente, infraestructura básica para usos compatibles, captación de acueductos, construcción de vivienda campesina, cultivos de flores existentes, granjas avícolas existentes, infraestructura de saneamiento básico (emisarios finales, colectores, interceptores, PTAR, PTAP). Se deberá dedicar como mínimo el 10% del predio para la formación de corredores ecológicos mediante cercas vivas y similares. -El desarrollo de los usos condicionados deberá contar con las autorizaciones y/o permisos de las autoridades competentes, de acuerdo con la normatividad vigente. Los parámetros para la implementación de los usos condicionados, se sujeta al cumplimiento de los siguientes requisitos: a) Contar con los permisos ambientales y urbanísticos a que haya lugar. b) Autorización previa por parte de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACÁ de acuerdo con su competencia. c) No generar fragmentación de vegetación nativa o de los hábitats de la fauna y su integración paisajística al entorno natural. d) Todas las actividades enumeradas anteriormente deberán desarrollarse con buenas prácticas de manejo y conservación de suelos que eviten salinización, compactación,

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Uso	Preservación
	erosión, contaminación o vertimiento de sustancias y residuos y en general su pérdida o degradación.
Uso prohibido	Industriales, urbanos y suburbanos, loteo y construcción de viviendas excepto vivienda campesina, comercial, servicios, minería, disposición de residuos sólidos, plantaciones forestales con especies exóticas, quema y tala de vegetación nativa, cacería de fauna, y las demás actividades que no se mencionen en los usos principales, compatibles o condicionados.

Fuente: Adaptado de CONSORCIO RIO CHICAMOCHA IEH GRUCON –H&E (2018)

7.5.4.4 Estrategias de manejo ambiental detalladas para quebrada Honda

A continuación, se mencionan las estrategias detalladas de preservación, restauración y uso sostenible que se deben tener en cuenta para la preservación del recurso hídrico de quebrada Honda.

Tabla 93. Estrategia 1

ACOTAMIENTO DE RONDAS HÍDRICAS	
ESTRATEGIA DE MANEJO	Conservación de Hábitats Biológicos
TIPO DE MEDIDA	Preservación, Restauración
OBJETIVO	Diseñar acciones y programas destinados a salvaguardar y conservar los hábitats biológicos, promoviendo la biodiversidad y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental, haciendo especial énfasis en las zonas de ecosistemas estratégicas y el sistema municipal de áreas protegidas del municipio de Paipa.
JUSTIFICACIÓN	La conservación de hábitats biológicos es esencial para mantener la diversidad de especies, preservar funciones ecológicas y garantizar la salud de los ecosistemas. Esta estrategia busca asegurar la continuidad de los hábitats naturales y promover la coexistencia armoniosa entre la vida silvestre y las actividades humanas.
IMPACTOS A CONTROLAR	*Pérdida de Biodiversidad: Controlar la pérdida de biodiversidad mediante la conservación y mejora de hábitats críticos, evitando la destrucción o alteración significativa de estos entornos. *Fragmentación del Hábitat: Mitigar la fragmentación del hábitat al establecer corredores biológicos y medidas que restauren la conectividad entre áreas naturales. *Impactos Antropogénicos: Minimizar los impactos negativos derivados de actividades humanas en los hábitats biológicos, estableciendo prácticas sostenibles y regulaciones adecuadas.
ACCIONES SUGERIDAS A DESARROLLAR	*Educación Ambiental: Desarrollar programas educativos dirigidos a la comunidad local para aumentar la conciencia sobre la importancia de la conservación de hábitats biológicos y fomentar la participación activa en iniciativas de conservación. *Establecer colaboraciones con comunidades locales, involucrándolas en la planificación y ejecución de acciones de conservación para asegurar el apoyo y la participación activa. *Restauración Participativa: Implementar programas de restauración participativa, involucrando a voluntarios y organizaciones locales en actividades de plantación, limpieza y monitoreo de hábitats.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

ACTIVIDADES	*Identificación de Hábitats Clave: Realizar estudios para identificar y mapear hábitats biológicos clave en la zona de influencia, priorizando aquellos que albergan especies en peligro de extinción o son críticos para la conectividad ecológica. *Restauración de Hábitats Degradados: Implementar programas de restauración de hábitats degradados, utilizando prácticas como la revegetación, control de especies invasoras y rehabilitación de ecosistemas acuáticos. *Creación de Corredores Biológicos: Establecer corredores biológicos que conecten hábitats fragmentados, facilitando el desplazamiento de especies y promoviendo la diversidad genética. *Monitoreo de Poblaciones y Hábitats: Desarrollar programas de monitoreo continuo para evaluar la salud de las poblaciones y la calidad de los hábitats, utilizando tecnologías como cámaras trampa, sensores remotos y técnicas de observación.

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Tabla 94. Estrategia 2

ACOTAMIENTO DE RONDAS HÍDRICAS	
ESTRATEGIA DE MANEJO	Manejo de Ronda Hídrica: Implementación de Medidas de Control y Restauración en Áreas sin Vegetación Nativa
TIPO DE MEDIDA	Preservación, Restauración
OBJETIVO	El objetivo principal de esta estrategia es asegurar la protección del cauce de la ronda hídrica mediante la implementación de medidas de control, monitoreo constante y propuestas de restauración en aquellas zonas donde la cobertura no incluya vegetación nativa. Se busca salvaguardar la integridad ambiental de la ronda hídrica, priorizando la preservación de áreas dentro de la faja paralela al curso de agua.
JUSTIFICACIÓN	La vegetación nativa desempeña un papel fundamental en la salud de los ecosistemas fluviales al proporcionar estabilidad del suelo, filtración de contaminantes y hábitats vitales para la fauna. La falta de vegetación nativa en ciertas áreas de la ronda hídrica puede aumentar la vulnerabilidad a la erosión, contaminación y pérdida de biodiversidad. La protección del cauce, especialmente en la faja paralela, es esencial para mantener la calidad del agua, prevenir daños ambientales y promover la resiliencia del ecosistema fluvial frente a posibles impactos.
IMPACTOS A CONTROLAR	*Pérdida de cobertura vegetal y erosión. * Fragmentación de los ecosistemas y la pérdida de especies vegetales importantes presentes *Deterioro del paisaje. *Posible generación de procesos erosivos y fenómenos de inestabilidad. *Pérdida de hábitats. *Impacto visual y estético
ACCIONES SUGERIDAS A DESARROLLAR	*Identificación de Áreas sin Vegetación Nativa: Realizar un mapeo detallado para identificar las áreas dentro de la ronda hídrica donde la cobertura no incluye vegetación nativa. *Implementación de Medidas de Control: Establecer medidas de control, como barreras físicas o técnicas, para prevenir la expansión de actividades que contribuyan a la pérdida de vegetación nativa. *Monitoreo Constante: Establecer un sistema de monitoreo regular para evaluar la cobertura del suelo y la presencia de vegetación en las zonas identificadas. Propuestas de Restauración: Desarrollar planes de restauración que incluyan la siembra de especies nativas, la restauración de suelos y la gestión activa de la vegetación para fomentar la recuperación de la cobertura vegetal. *Priorización: Dado su impacto directo en la salud del cauce, dar prioridad a la implementación de medidas de control y restauración en las áreas dentro de la faja

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

	paralela a fin de preservar la funcionalidad y biodiversidad del ecosistema acuático, sin dejar de lado el resto de la ronda hídrica.
ACTIVIDADES	*Siembra de especies Pioneras intermedias: Especies de crecimiento rápido propias de sucesiones intermedias, entre ellas el Drago y arboloco, estás especies pueden ser sembradas en las coberturas de plantación forestal y en la cobertura de vegetación secundaria alta, herbazal denso de tierra firme. *Siembra de especies nativas: Importantes para el sostenimiento de los bosques, entre ellos tenemos el Aliso, el cedro y Arrayan. Estas especies pueden ser sembradas en las coberturas de bosque fragmentado, vegetación secundaria alta y arbustal. *Siembra de especies para protección de las márgenes de los cuerpos de agua: Algunas especies han sido registradas por varios autores como protectoras de fuentes hídricas, tal es el caso del Sauce. *Siembra de cercas vivas: Constituyen un gran elemento para la conectividad secundaria, se pueden sembrar especies como la Eugenia a lo largo de todo el drenaje. Ver Plan de Recuperación

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Tabla 95. Estrategia 3

ACOTAMIENTO DE RONDAS HÍDRICAS	
ESTRATEGIA DE MANEJO	Educación y Concienciación Ambiental para el Proyecto de Acotamiento de Ronda Hídrica
TIPO DE MEDIDA	Preservación, Restauración y Uso sostenible
OBJETIVO	Promover la comprensión y concienciación ambiental en la comunidad local respecto al proyecto de acotamiento de ronda hídrica, buscando la participación activa y el compromiso ciudadano en la preservación y manejo sostenible de estos ecosistemas.
JUSTIFICACIÓN	La educación y concienciación ambiental son fundamentales para el éxito a largo plazo del proyecto de acotamiento de la ronda hídrica. Al aumentar el conocimiento y la conexión emocional de la comunidad con su entorno, se fomenta una actitud proactiva hacia la conservación, minimizando impactos negativos y maximizando el respaldo a las medidas implementadas.
IMPACTOS A CONTROLAR	*Desconocimiento: Controlar la falta de conocimiento sobre la importancia de las rondas hídricas. *Desinterés Comunitario: Mitigar la falta de interés o apatía hacia las iniciativas de conservación y restauración. *Prácticas No Sostenibles: Prevenir acciones no sostenibles por parte de la comunidad que podrían afectar negativamente las rondas hídricas.
ACCIONES SUGERIDAS A DESARROLLAR	*Participación Activa: Fomentar la participación activa de la comunidad en eventos y actividades educativas. *Feedback o Retroalimentación Continuo: Establecer mecanismos para recibir retroalimentación de la comunidad y adaptar las estrategias educativas según sea necesario. *Alianzas Comunitarias: Colaborar con líderes comunitarios, escuelas y organizaciones locales para fortalecer el impacto de la estrategia. *Monitoreo del Progreso: Implementar sistemas de monitoreo para evaluar la efectividad de la estrategia y realizar ajustes según los resultados obtenidos.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

ACTIVIDADES	*Talleres Educativos: Impartir talleres interactivos para diferentes grupos de la comunidad, abordando temas como la importancia de las rondas hídricas, la biodiversidad local y las prácticas sostenibles. *Charlas Informativas: Realizar charlas periódicas en escuelas, centros comunitarios y eventos locales, proporcionando información sobre la importancia de las rondas hídricas y los beneficios para la comunidad. *Campañas de Sensibilización: Lanzar campañas de sensibilización a través de medios locales, redes sociales y cartelería, destacando la necesidad de proteger las rondas hídricas y su impacto positivo. *Recorridos Educativos: Organizar visitas guiadas a las áreas de intervención, permitiendo a la comunidad observar de primera mano los cambios positivos y entender el rol crucial de las rondas hídricas. Se pueden proponer jornadas de limpieza y así involucrar aún más a la comunidad en la importancia del cuidado de las fuentes hídricas. *Material Educativo: Desarrollar material educativo como folletos, carteles y videos informativos que simplifiquen conceptos clave sobre la ronda hídrica y sus beneficios.

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Tabla 96. Estrategia 4

ACOTAMIENTO DE RONDAS HÍDRICAS	
ESTRATEGIA DE MANEJO	Adquisición de Predios en la Ronda para Garantizar la Dinámica del Cuerpo de Agua y Promover el Pago por Servicios Ambientales.
TIPO DE MEDIDA	Preservación, Restauración y Uso sostenible
OBJETIVO	Asegurar la integridad y dinámica del cuerpo de agua mediante la adquisición estratégica de predios en la ronda hídrica, al mismo tiempo que se fomenta el pago por servicios ambientales para reconocer y recompensar a los propietarios por su contribución a la conservación y restauración del ecosistema acuático.
JUSTIFICACIÓN	La adquisición de predios en la ronda hídrica es esencial para mantener la funcionalidad del cuerpo de agua y proteger sus servicios ambientales. Al incentivar el pago por servicios ambientales, se reconoce la contribución de los propietarios a la sostenibilidad del ecosistema, promoviendo prácticas responsables y fortaleciendo la conexión entre la conservación y el beneficio económico.
IMPACTOS A CONTROLAR	*Fragmentación del Hábitat: Evitar la fragmentación del hábitat acuático debido a actividades humanas en la ronda hídrica. *Contaminación del Agua: Controlar la entrada de contaminantes provenientes de actividades en los predios circundantes. *Alteración de Flujos Naturales: Mitigar las alteraciones en los flujos naturales del agua que podrían afectar la dinámica del cuerpo de agua.
ACCIONES SUGERIDAS A DESARROLLAR	*Campañas de Sensibilización: Desarrollar campañas educativas para sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de la adquisición de predios y el pago por servicios ambientales. *Coordinación de la autoridad ambiental y gobiernos locales, regionales y nacionales para asegurar el respaldo legal y financiero necesario para la implementación efectiva de la estrategia. *Monitoreo Continuo: Implementar sistemas de monitoreo para evaluar el impacto de la estrategia a lo largo del tiempo y realizar ajustes según sea necesario.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

ACTIVIDADES	*Identificación de Predios Clave: Evaluar y seleccionar estratégicamente los predios cuya adquisición tendría un impacto significativo en la dinámica del cuerpo de agua y la salud del ecosistema. *Negociación con Propietarios: Iniciar negociaciones con los propietarios de los predios identificados, destacando los beneficios de la adquisición para la conservación del cuerpo de agua y ofreciendo incentivos para su participación voluntaria. *Establecimiento de Acuerdos de Pago por Servicios Ambientales: Desarrollar acuerdos formales que establezcan compensaciones financieras a los propietarios por los servicios ambientales proporcionados, como la protección del agua, la biodiversidad y la prevención de la erosión. *Evaluación de Impacto Ambiental: Realizar evaluaciones ambientales para comprender los impactos actuales en la dinámica del cuerpo de agua y determinar cómo la adquisición de predios puede contribuir a la mejora.

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Tabla 97. Estrategia 5

ACOTAMIENTO DE RONDAS HÍDRICAS	
ESTRATEGIA DE MANEJO	Mejorar las Prácticas Pecuarias y Agrícolas Mediante Buenas Prácticas de Aprovechamiento Sostenible
TIPO DE MEDIDA	Uso sostenible
OBJETIVO	Facilitar la transición hacia prácticas pecuarias y agrícolas más sostenibles, reduciendo la dependencia de agroquímicos y el uso de máquinas que aceleran los procesos de erosión y compactación del suelo, para lograr un equilibrio entre la productividad, la conservación ambiental y la eficiencia económica.
JUSTIFICACIÓN	La implementación de buenas prácticas pecuarias y agrícolas es esencial para mitigar impactos negativos en el suelo, agua y aire, mejorar la productividad. Además, estas prácticas contribuyen a la conservación de los recursos naturales y a la reducción de impactos ambientales adversos.
IMPACTOS A CONTROLAR	*Contaminación del Agua y Suelo: Controlar la contaminación del agua y suelo mediante la reducción de la escorrentía de nutrientes, productos químicos e ingreso de semovientes a la quebrada. *Sobreexplotación de Recursos: Evitar la sobreexplotación del suelo y los recursos hídricos, asegurando una gestión sostenible. *Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: Controlar las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la ganadería mediante prácticas mejoradas de manejo. *Desertificación y Degradación del Suelo: Evitar la desertificación y degradación del suelo mediante prácticas que mejoren su salud y fertilidad. *Reducción de Biodiversidad: Evitar la pérdida de biodiversidad relacionada con el uso excesivo de agroquímicos.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com Dirección: Calle 14a #8a-44 Teléfono: 7751908

ACCIONES SUGERIDAS A DESARROLLAR	*Asesoramiento Técnico Personalizado: Proporcionar asesoramiento técnico adaptado a cada explotación ganadera o agrícola, considerando sus particularidades y necesidades específicas. *Capacitación Continua: Ofrecer programas de capacitación continuos para ganaderos y agricultores, actualizándolos sobre nuevas prácticas sostenibles y tecnologías. *Certificación Sostenible: Incentivar la obtención de certificaciones sostenibles que reconozcan y validen las prácticas responsables adoptadas por los productores. *Fomento de Prácticas Agroecológicas: Apoyar la transición hacia prácticas agroecológicas que promuevan la interacción equilibrada entre los sistemas agrícolas y el entorno natural. *Programas de Incentivos: Establecer programas de incentivos económicos para aquellos ganaderos y agricultores que adopten y mantengan buenas prácticas. *Redes de Apoyo Comunitario: Fomentar la creación de redes de apoyo comunitario donde los ganaderos y agricultores puedan compartir experiencias y conocimientos sobre la implementación de buenas prácticas. *Monitoreo Continuo: Establecer sistemas de monitoreo para evaluar regularmente el cumplimiento de las buenas prácticas y realizar ajustes según sea necesario. *Desarrollo de Tecnologías Sostenibles: Apoyar la investigación y el desarrollo de tecnologías sostenibles que faciliten la implementación de buenas prácticas en el sector agropecuario, con prácticas ganaderas y agrícolas innovadoras y tecnologías sostenibles que faciliten la transición hacia un modelo más ecológico.
ACTIVIDADES	*Capacitación y Sensibilización: Impartir programas de capacitación para ganaderos y agricultores sobre las mejores prácticas disponibles, destacando los beneficios económicos y ambientales. *Asesoramiento Técnico: Proporcionar asesoramiento técnico a nivel individual para adaptar las buenas prácticas a las condiciones específicas de cada explotación ganadera o agrícola. *Implementación Gradual: Facilitar la implementación gradual de las buenas prácticas, permitiendo a los productores ajustarse a cambios progresivos y adoptar nuevas metodologías de manera más efectiva. *Uso Eficiente de Recursos: Promover la gestión eficiente del agua, suelo y recursos energéticos en la producción pecuaria y agrícola. Implementar técnicas y tecnologías para el uso eficiente del agua, como técnicas de conservación de agua en la ganadería y sistemas de riego inteligentes. *Diversificación de Cultivos y Razas: Promover la diversificación de razas ganaderas y cultivos para mejorar la resiliencia del sistema y reducir la presión sobre recursos específicos. *Pastoreo Planificado y Rotación de Cultivos: Implementar sistemas de pastoreo planificado y rotación de cultivos para mejorar la salud del suelo y maximizar la productividad. *Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades: Adoptar prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades para reducir la dependencia de pesticidas y mejorar la salud de los cultivos y animales. *Promoción de Métodos Orgánicos: Fomentar el uso de métodos agrícolas orgánicos, incluyendo la rotación de cultivos, abonos orgánicos y control biológico de plagas. *Agroforestería: Introducir prácticas agroforestales que integren árboles y arbustos en sistemas agrícolas para mejorar la biodiversidad, conservar el suelo y proporcionar servicios ecosistémicos. *Tecnologías Sostenibles: Introducir y promover el uso de tecnologías sostenibles, como drones para monitoreo de técnicas para la conservación del agua en ganadería, cultivos y sistemas de riego eficientes. *Agricultura de Conservación: Implementar prácticas de agricultura de conservación que reduzcan la necesidad de arado intensivo y mejoren la salud del suelo.

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 98. Estrategia 6

ACOTAMIENTO DE RONDAS HÍDRICAS	
ESTRATEGIA DE MANEJO	Estrategias de Uso Eficiente del Recurso Hídrico
TIPO DE MEDIDA	Uso sostenible
OBJETIVO	Optimizar el uso del recurso hídrico en actividades pecuarias, agrícolas y domésticas, garantizando la sostenibilidad hídrica, la conservación del medio ambiente y la seguridad hídrica a largo plazo.
JUSTIFICACIÓN	La gestión eficiente del agua es esencial para abordar la creciente escasez de recursos hídricos y los desafíos asociados al cambio climático. Esta estrategia busca preservar la calidad y cantidad del agua, asegurando su disponibilidad para las generaciones futuras y reduciendo los impactos negativos en los ecosistemas acuáticos.
IMPACTOS A CONTROLAR	*Contaminación del Agua: Mitigar la contaminación del agua por ingreso de semovientes al cauce, agroquímicos y vertidos domésticos a través de prácticas de gestión adecuadas y tratamiento de aguas residuales. *Impacto en Ecosistemas: Evitar la reducción de caudales que pueda afectar la biodiversidad y la salud de los ecosistemas.
ACCIONES SUGERIDAS A DESARROLLAR	*Incentivos para la Eficiencia Hídrica: Establecer incentivos económicos para hogares, y en general a los usuarios del recurso que adopten tecnologías y prácticas que mejoren la eficiencia en el uso del agua. *Legislación y Regulación: Desarrollar y reforzar leyes y regulaciones que promuevan el uso sostenible del agua, estableciendo límites y requisitos para la conservación y calidad del recurso. *Investigación en Tecnologías Hídricas: Invertir en investigación y desarrollo de tecnologías innovadoras para la gestión eficiente del agua, adaptadas a las necesidades específicas de cada sector y región.
ACTIVIDADES	*Sistemas de Riego Eficientes: Promover la adopción de sistemas de riego eficientes, como el riego por goteo y la irrigación controlada por sensores, para minimizar el desperdicio de agua en la agricultura. *Reutilización y Reciclaje del Agua: Fomentar la reutilización y reciclaje del agua, reduciendo la demanda de agua fresca y disminuyendo la descarga de aguas residuales. *Educación y Concientización: Llevar a cabo campañas educativas para sensibilizar a la comunidad sobre la importancia del uso eficiente del agua y promover prácticas responsables en el hogar, ganadería y agricultura. *Gestión de Cuencas Hidrográficas: Implementar estrategias de gestión integrada de cuencas hidrográficas para asegurar un equilibrio sostenible entre la demanda y la oferta de agua, considerando aspectos ecológicos, sociales y económicos. *Desarrollo de Estrategias de Adaptación al Cambio Climático: Considerar e implementar estrategias específicas de adaptación al cambio climático en la gestión de la ronda hídrica, anticipando posibles cambios en los patrones hidrológicos y la disponibilidad de agua.

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Tabla 99. Estrategia 7

ACOTAMIENTO DE RONDAS HÍDRICAS	
ESTRATEGIA DE MANEJO	Estrategias de Gestión Adaptadas a Variaciones de Sequía y Flujos irregulares en Cauces Hídricos
TIPO DE MEDIDA	Preservación, Restauración
OBJETIVO	Desarrollar estrategias de gestión flexibles y adaptativas que aborden las variaciones naturales de sequía y flujo en los cauces hídricos, garantizando la sostenibilidad de los recursos hídricos y la resiliencia de los ecosistemas.
JUSTIFICACIÓN	Las variaciones climáticas, como sequías y flujos irregulares, son fenómenos naturales que pueden afectar significativamente la disponibilidad de agua y la salud de los ecosistemas acuáticos. Establecer estrategias de gestión adaptativas es crucial para enfrentar estos desafíos, asegurando la eficiencia en el uso del agua y la preservación de la biodiversidad.
IMPACTOS A CONTROLAR	*Escasez de Agua: Controlar la escasez de agua durante periodos de sequía mediante la implementación de medidas que aseguren el suministro sostenible para usos prioritarios. *Pérdida de Biodiversidad: Mitigar la pérdida de biodiversidad causada por variaciones extremas de flujo, protegiendo hábitats críticos y promoviendo la conectividad ecológica. *Conflictos por Uso del Agua: Evitar conflictos por el uso del agua, estableciendo políticas y regulaciones claras que gestionen de manera equitativa y sostenible la distribución del recurso.
ACCIONES SUGERIDAS A DESARROLLAR	*Planificación Integrada del Recurso Hídrico: Desarrollar planes de gestión integrada del recurso hídrico que consideren escenarios de sequía y flujo irregular, asegurando la sostenibilidad a largo plazo. *Investigación y Desarrollo de Tecnologías Hídricas: Invertir en investigación y desarrollo de tecnologías que optimicen el uso del agua y permitan su almacenamiento eficiente durante periodos de flujo. *Colaboración Interinstitucional: Establecer colaboraciones entre entidades gubernamentales, empresas, organizaciones ambientales y la comunidad para implementar estrategias conjuntas y aprovechar recursos y conocimientos diversos. *Monitoreo Continuo: Establecer sistemas de monitoreo continuo para evaluar la efectividad de las estrategias implementadas y realizar ajustes según sea necesario.
ACTIVIDADES	*Evaluación de Vulnerabilidades y Riesgos: Realizar evaluaciones detalladas de las vulnerabilidades y riesgos asociados a las variaciones de sequía y flujo en la zona de influencia de los cauces hídricos. *Desarrollo de Modelos Hidrológicos: Utilizar modelos hidrológicos avanzados para prever patrones de sequía y flujo, permitiendo una planificación más efectiva de las medidas de gestión. *Implementación de Reservas Estratégicas: Establecer reservas estratégicas de agua durante períodos de flujo para su uso durante sequías, asegurando un suministro sostenible y mitigando impactos en la disponibilidad del recurso. *Promoción de Prácticas de Conservación del Agua: Desarrollar programas educativos para fomentar prácticas de conservación del agua entre la comunidad y empresas, incentivando el uso eficiente del recurso.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

	*Manejo Sostenible de Ecosistemas Riparios: Implementar estrategias que promuevan la salud de los ecosistemas riparios, ya que estos actúan como amortiguadores naturales durante eventos de sequía y ayudan a mantener la calidad del agua.

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

Tabla 100. Plan de recuperación de la Ronda Hídrica

Plan de recuperación de la ronda a través de la reforestación		
Localización:		La distribución espacial para el plan de reforestación, involucra el área total de la ronda Hídrica de la Quebrada, buscando adelantar la plantación con especies nativas para el fortalecimiento de la capa vegetal protectora. Se pretende recuperar y fortalecer la vegetación endémica de la ronda hídrica. En las zonas de mayor altura y mayor pendiente se recomienda incluir especies de porte arbóreo y arbustivo y en resto de la quebrada se pueden incluir especies en su mayoría arbustivas.
Especies:		Las especies a ser empleadas corresponderán a especies nativas con área de distribución natural en el territorio objeto de intervención o que estén representadas en los ecosistemas de referencia propios de la zona, principalmente por las especies más comunes del área, tales como: Sauco (Sambucus nigra), Siete cueros (Tibouchina lepidota), Yarumo (Cecropia peltata), Aliso (Alnus acuminata) y Guayacan (Guaiacum officinale)
Trazado y marcación de los sitios de plantación:		El desarrollo de esta actividad, el trazado se deberá realizar de acuerdo a la estructura de la planta a sembrar, esta labor se realiza con cabuya pisada y con corrección de pendiente, generando un arreglo forestal, triangular con distancia de siembra entre árbol de 2 metros el cual está sujeto a ajuste dependiendo el sitio y al material forestal a establecer.
Establecimiento Vegetal	**Plateo:**	De acuerdo al tipo de cobertura existente en las áreas a intervenir (predominio de gramíneas, especialmente pasto kikuyo), se debe realizar una limpieza de tipo mecánico del área donde se va a establecer la plántula en un radio mínimo de cuarenta (40) cm; en dicha área se eliminará la totalidad de gramíneas existentes.
	Ahoyado:	Mediante el empleo de ahoyadoras hidráulicas, o manuales y/o barras, entre otras, se efectuarán hoyos de una profundidad de cuarenta (40) cm y con un diámetro de treinta (30) cm. Aplicación de correctivos al suelo: Los correctivos (Cal) deberán ser adicionados, al voleo, manteniendo homogeneidad en su distribución y mezclado al suelo previamente 73 repicado, en dosis de cien (100) gr por sitio (hoyo), dicha aplicación deberá darse treinta (30) días antes del establecimiento (plantación) de los individuos forestales.
	Plantación:	Para la plantación, se debe distribuir en cada sitio una plántula y posteriormente, con un palín, remover el suelo en el centro del plato, romper la bolsa de la plántula y colocar el individuo en el centro del plato, la plántula debe quedar recta, y el pan de tierra de la misma a ras con el nivel del suelo, luego se debe apisonar fuertemente alrededor de la plántula. Cabe mencionar, que la plántula debe ser establecida en el ahoyado con el suficiente cuidado de no realizar daños que posteriormente puedan ocasionar trastorno a las plantaciones y evitar bolsas de aire en el sitio.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Especificaciones técnicas del material vegetal	El material a plantar debe cumplir como mínimo con las siguientes características técnicas: *Tipo de Bolsa: El material vegetal deberá suministrarse en bolsa de polietileno negro de tamaño 12 x 18, Calibre 1.5 con perforaciones que permitan la aireación y circulación del agua. *Sustrato: El sustrato debe estar conformado por tierra negra, cascarilla de arroz y enriquecido con abono orgánico, o un sustrato acorde al sistema de producción de material vegetal. *Micorrizas: Se debe garantizar una adecuada inoculación de hongos (micorrizas), a las plántulas en la etapa de vivero, acción que deberá ser certificada por el proveedor. *Altura de las plántulas: El material vegetal a plantar deberá tener una altura superior a veinte (20) cm, medidos a partir del cuello de la raíz; de ser necesario y posterior a la plantación se colocarán tutores. * Conformación de la plántula: La parte aérea deberá tener suficiente follaje, presentar buena conformación en lo referente a la ramificación, la densidad y el color del follaje característico de la especie, el tallo principal deberá poseer como mínimo cuatro (4) mm de grosor, recto (acorde a la especie) y que no presente un estado avanzado de lignificación. El Sistema radicular debe estar bien conformado, sin torceduras. *Estado fitosanitario: La plántula debe estar libre de agentes patógenos, ataques foliares, necrosis, daños radiculares, cuello de ganso, cola de marrano, daños mecánicos o cualquier otra situación que impida su normal desarrollo y adaptabilidad. Se deberá emplear especies provenientes de viveros certificados por el ICA y que cumplan con lo establecido en la Resolución ICA 2457 de 2010. Aplicación de fertilizantes: Se deberá adicionar un fertilizante compuesto NPK (15-15-15 o similar), en dosis de cien (100) g por plántula y de cincuenta (50) g de fertilizante con elementos menores (agrimins) por plántula. La aplicación será localizada, en corona, semicorona o al chuzo, dependiendo de las condiciones topográficas del terreno. *Control Fitosanitario: De ser necesario un control fitosanitario deben emplearse sustancias de síntesis que no afecten el medio ambiente, toda vez que se la plantación se pretende desarrollar en una zona circundante a un cuerpo hídrico.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

	Mantenimiento	El mantenimiento de la plantación se realizará cada tres (3) meses después de haberse establecido la plantación de la siguiente forma: *Replante: En caso de presentarse mortalidad de la plantación, se realizará el replante del material vegetal, para lo cual se deben emplear plantas con las mismas especificaciones técnicas descritas anteriormente; transportarlas y plantarlas en los sitios donde se presentó la mortalidad, siguiendo las especificaciones técnicas establecidas. *Limpieza del plato: En cada mantenimiento deberá realizarse una limpieza de tipo mecánico del área del plato efectuado previo a la plantación, conservando un radio mínimo de cuarenta (40) cm, medidos a partir del individuo plantado; en dicha área se eliminará la totalidad de gramíneas o arvenses existentes. *Fertilización: Deberá adicionarse un fertilizante compuesto NPK (15-15-15 o similar), en dosis de cien (100) g por plántula. La aplicación será localizada, en corona, semicorona o al chuzo, dependiendo de las condiciones topográficas del terreno. Esta actividad se realizará, luego de la limpieza del plato y del replante requerido. *Control fitosanitario: De ser necesario, deberá realizarse el control de plagas técnicamente adecuado para evitar la afectación o muerte de las plantas, en el control deben emplearse sustancias de síntesis que no afecten el medio ambiente. Requerimientos de Plan de reforestación El plan debe contar con intervención activa de los habitantes de la zona, en todas las fases del mismo; a su vez es indispensable contar con el apoyo de personal calificado de Corpoboyacá, para la capacitación, orientación y, acompañamiento de la comunidad durante el plan de recuperación de la ronda a través de la reforestación.
Alcances	**Resultados esperados**	- Recuperar el área del drenaje - Reducir procesos erosivos - Aumento de flora y coberturas vegetales - Crear zonas de protección forestal a lo largo del drenaje - Aumentar la biodiversidad biológica con enriquecimiento forestal
	Corto plazo	-Identificación y diagnóstico de las áreas a reforestar en la quebrada
	Mediano plazo	-Intervención y reforestación a lo largo de la quebrada
	Largo plazo	-Monitoreo y control de las áreas reforestadas

Fuente: EL ESTUDIO, 2023

7.5.5 Recomendaciones particulares

Como se menciona en capítulos anteriores, la quebrada Honda presenta una mínima intervención antrópica. Principalmente es posible reconocer en campo algunos represamientos. Se debe tener un control continuo para evitar la urbanización dentro de la ronda hídrica y así evitar la alteración de la dinámica natural de la ronda.

Se debe prevenir la contaminación del recurso hídrico, en algunos sectores de la quebrada los semovientes ingresan al cauce contaminándolo de diferentes maneras, también

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

causando taponamientos y daño del vaso de la quebrando lo cual puede generar desbordamientos e inundaciones de los predios aledaños. Verificar periódicamente los vertimientos que se presentan para controlar la calidad del agua.

Es fundamental permitir el libre tránsito de la quebrada y evitar su obstaculización o represamiento con el propósito de acumular agua para diversas actividades. Las quebradas son componentes vitales del ciclo hidrológico y del ecosistema en general. Al permitir que fluyan libremente, cumplen una función esencial en la regulación del caudal y la recarga de acuíferos, lo que contribuye a mantener un equilibrio hídrico en la región y garantiza el suministro sostenible de agua para comunidades, ganadería, agricultura y vida silvestre.

La represión u obstaculización de una quebrada interrumpe su flujo natural, lo que puede tener consecuencias graves para el entorno. Se pueden generar inundaciones aguas arriba debido al represamiento, y aguas abajo se pueden producir escasez de agua. Además, la acumulación de agua en un reservorio altera el ecosistema acuático y afecta negativamente la biodiversidad, ya que muchas especies dependen del flujo constante del agua para su supervivencia.

En lugar de represar u obstaculizar las quebradas, es esencial buscar soluciones sostenibles y respetuosas con el medio ambiente para satisfacer las necesidades de agua de las comunidades. Se pueden implementar prácticas de gestión integrada del agua y técnicas de conservación, como la captación de agua de lluvia, que aprovechen de manera responsable los recursos hídricos disponibles sin comprometer la salud del ecosistema. Al proteger y mantener el flujo natural de la quebrada, se garantiza la conservación del medio ambiente y el bienestar de las comunidades a largo plazo.

Se recomienda remover del cauce todo tipo de obstáculo o represamiento. Es importante mantener el canal limpio, sin basura, para evitar el deterioro de la calidad del agua.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

8 BIBLIOGRAFÍA

Alcaldia de Medellin. (2011). *Movilidad, responsabilidad de todos. Mapa de actores.* Medllin.

Alcaldía de Paipa. (2000). POT. En A. dePaipa. Paipa.

ALCALDÍA DE PAIPA. (2022). *PBOT- PAIPA.*

Alcaráz Ariza, F. (2008). *Geobotánica.* Murcia: Universidad de Murcia. www.um.es/docencia/geobotanica/teoria.html.

American Institutes for Research. (2018). *La lectoescritura inicial en América Latina y el Caribe: mapeo y análisis de actores clave - Resumen Regional.*

Angulo et al. (2006). *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina.* Bogotá D.C.

ANT (Agencia Nacional de Tierras). (2022). *DENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y MAPEO DE ACTORES EN EL MARCO DE LA FORMULACIÓN DE LOS POSPR - OPERATIVO .* Bogotá D.C.

Areiza R, M. F., Botero H, B. A., I, C. G., González González, J. D., Jaramillo T, P. A., Parra T, J. C., . . . Vieira A, C. (2021). *DELIMITACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA LA MOSCA CONVENIO INTERADMINISTRATIVO 198-2021 CORNARE - POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID.* MEDELLÍN: POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID.

Banco Mundial. (2007). *Relaciones con la comunidad y otros actores sociales: Manual de prácticas recomendadas para las empresas que hacen negocios en mercados emergentes .* Washington: Corporación Financiera Internacional Grupo del Banco Mundial.

Beechie et al, L. M. (2006). *Channel Pattern and River Floodplain Dynamics in Forested Mountain River Systems.*

Bravo, e. a. (2018). *DELIMITACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA CON CRITERIO ECOSISTÉMICO DEL RÍO MIJITAYO, MUNICIPIO DE PASTO-NARIÑO.* Revista de Investigación Agraria y Ambiental.

C40 Cities Finance Facility (CFF). (2017). *Taller de mapa de actores del proyecto.* Ciudad de México, México.

Caicedo G., S. (2013). PROTECCIÓN DE LAS RONDA HÍDRICAS Y SUS IMPLICACIONES EN EL DERECHO DE PROPIEDAD. Pontificia Universidad Javeriana- Facultad de Ciencias Jurídicas.

Cardona, B. (2016). *Conceptos básicos de morfometría de cuencas hidrográficas.* Cdad. de Guatemala 01012: Facultad de Ingeniería, Maestría en Energía y Ambiente, Universidad de San Carlos de Guatemala 01012.

Carvajal P., J. H. (2012). *Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia.* Bogota: Servicio Geológico Colombiano.

Chow, V. t. (1994). *Hidráulica de canales abiertos.* Santafé de Bogotá: McGRAW-HILL INTERAMERICANA SA.

Chow, V. t., Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrología aplicada.* Bogotá: Mc Graw Hill interamericana SA, 580p.

CONAGUA. (2007). *Guía de Identificación de Actores Clave .* México: Comisión Nacional del Agua.

Congreso de la República de Colombia. (1974). *Decreto 2811. (18, diciembre, 1974). Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.*

Congreso de la República de Colombia. (11 de Enero de 1989). LEY 9 DE 1989 por la cual se dictan normas sobre planes de desarrollo municipal, compraventa y expropiación de bienes y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia.

Congreso de la República de Colombia. (22 de Diciembre de 1993). LEY 99 DE 1993 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan . Bogotá, Colombia.

Congreso de la República de Colombia. (2011). *Decreto Ley 1450. (16, junio, 2011). Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014.*

CONSORCIO RIO CHICAMOCHA IEH GRUCON –H&E. (2018). *Directrices Para El Manejo Ambiental De La Ronda Hídrica Del Cauce Principal De La Cuenca Alta Del Rio Chicamocha, Contrato ccc 2016- 175 consultoría para realizar los estudios técnicos necesarios para definir la ronda de protección ambiental.* Tunja.

Consorcio Vino Tinto y Oro. (2016). *TOMO 07. Actividades Complementarias.*

Constitución Política de Colombia. (7 de Julio de 1991). Bogotá, Colombia: Editorial Legis.

CORCUENCAS. (2019). *TOMO 02. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE ACTORES.*

Córdova, M. (30 de Abril de 2016). *Parámetros geomorfológicos de cuencas hidrográficas*. Obtenido de PRONTUBEAM: https://www.prontubeam.com/articulos/articulos.php?Id_articulo=26

CORPOBOYACA. (2017). *TALLER DE SOCIALIZACIÓN "PROYECTO CAUCE PRINCIPAL RÍO CHICAMOCHA".*

CORPOBOYACA. (30 de Noviembre de 2018). Resolución 4361 de 2018 "Por medio de la cual se establece el orden de priorizacion para el acotamiento de rondas hidricas de los cuerpos de agua naturales superficiales lóticos en la jurisdiccion de Corpoboyacá".

CORPOBOYACA. (2019). *Concepto técnico AR-003/19: Viabilidad de acotamiento de Ronda Hídrica del Río Chicamocha, en los municipios de Sotaquira, Tuta, Paipa, Tibasosa, Duitama, Nobsa, Sogamoso, COrrales y Topaga.* Subdirección de Eocistemas y Gestión Ambiental.

CORPOBOYACA. (2019). *Resolución 4545 de 27 de Diciembre de 2019, Por medio de la cual se acota la ronda hídrica del cauce principal del Río Chicamocha.* Subdirección de Ecosistemas y Gestión Ambiental.

CORPOBOYACÁ. (2019B). *Plan de manejo del distrito regional de manejo integrado del Lago Sochagota y la cuenca que lo alimenta.* Bogotá D.C.

Corporacion autonoma regional de cundinamarca (CAR). (1996). *ZONAS DE VIDA O FORMACIONES VEGETALES AREA JURISDICCIONAL C.A.R.* Santafe de Bogota .

Corporacion Autonoma Regional del Valle del Cauca (CVC). (2015). *GUIA: RUTA METODOLOGICA PARA LA IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE ACTORES SOCIALES PARA LA GESTION DE SITUACIONES AMBIENTALES EN LA CUENCA HIDROGRAFICA .* Consultoría ICESI y Grupo de trabajo Educación Ambiental y Participación ciudadana .

Corradine, M. F. (2017). *Fase de diagnóstico, caracterización Físico - Biótica de la cuenca, sub capitulo 3.5 Morfometría, POMCA río Garagoa.* Garagoa: CORPOCHIVOR.

CORTOLIMA. (2019). IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE ACTORES DE LA SUBZONA HIDROGRÁFICA DEL RÍO COELLO. En

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

CORTOLIMA, *“AJUSTE PARCIAL AL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA SUBZONA HIDROGRÁFICA DEL RIO COELLO".*

Corzo, F., & Pinilla, J. (2015). *COMPARACIÓN DE CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF).* Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia.

Cruden, D. M., & Varnes, D. J. (1996). Landslide Types and Processes. *Transportation Research Board, National Research Council. National Academy Press*(247).

De Groot, R., Wilson, M., & Boumans, R. M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics 41*, 393-408.

EC-FAO. (2006). *Reporting food security information, stakeholder analysis, Annex I to the lesson "undestanding the users information needs.*

Escuela Judicial RLB. (18 de septiembre de 2020). Escuela Judicial Rodrigo Lara Bonilla, Ciclo de capacitaciones en derecho ambiental : Protección del ambiente como derecho humano- 1 videoconferencia : SISTEMA NACIONAL AMBIENTAL Y GESTIÓN DE RONDAS HIDRICAS. https://www.youtube.com/watch?v=chEMdoHN8RI&ab_channel=EscuelaJudicialRLB.

Estrada Sifontes, V., & Pacheco Moya, R. M. (2012). Modelación hidrológica con HEC-HMS en cuencas montañosas de la región oriental de Cuba. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*.

FAO. (1985). *Manual de Ordenación de Cuencas.* Roma, Italia: Serie Montes No.35 FAO.

FAO Y MADS. (2018). Guía de buenas practicas para la gestion y uso sostenible de los suelos en áreas rurales.

Flores et al. (2006). Channel-reach morphology dependence on energy, scale, and hydroclimatic processes with implications for prediction using geospatial data. *Water Resour. Res., 42, W06412*. doi:doi:10.1029/2005WR004226

Forero, N. (2015). *LA CARTOGRAFÍA SOCIAL COMO HERRAMIENTA DE ARTICULACIÓN ENTRE LA PLANEACIÓN TERRITORIAL Y LA GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL. CASO CUENCA RÍO SALITRE, BOGOTÁ D.C. .* Bogotá: UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES .

Formica, e. a. (2015). *Modelado De Calidad De Agua En Ríos De Montaña Con Impacto Antrópico. Caso De Estudio: Sierra Chica De Córdoba, Argentina.* Revista Internacional de Contaminación Ambiental.

Fundacion Presencia. (s.f.). Elementos para el mapeo de actores sociales y el diseño de estrategias para el desarrollo del plan de acción en Proyecto Ciudadano .

Galeano, M. (2007). *Estrategias de investigacion social cualitativa, El giro en la mirada.* Medellin: La Carreta, editores E.U.

Gavilán, G. (s.f.). características morfométricas de cuencas. *Curso de hidrología*. Bucaramanga: Escuela de ingenieria civil. Universidad Industrial de Santander.

Groom, M., Meffe, G., & Carroll, C. (2006). *Principles of conservation biology.* Sunderland: Sinauer.

Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida. :.* San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de ciencias Agricolas.

Horton, R. E. (1932). *Drainage basin characteristics.* Trans.American GeophysicalUnion.

Horton, R. E. (1945). *Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology.* U.S.A.

IBAL, S. (2009). *Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Microcuenca de las*. Obtenido de CORTOLIMA:

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

http://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/cuenca_panelas/DIAGNOSTICO/2.2ASPECTOS_BIOFISICOS.pdf

Ibañes, S., Moreno, H., & Gisbert, J. (2011). Morfología de las cuencas hidrográficas. *Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural*, 9.

IDEAM . (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodologia Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000.* Bogotá, D.C.,.

IDEAM. (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000.* Bogotá.

IDEAM. (2023). *Estudio Nacional del Agua 2022.* Bogotá.

IGAC. (2021). *ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE ZONAS HOMOGÉNEAS FÍSICAS Y GEOECONÓMICAS Y DETERMINACIÓN DEL VALOR UNITARIO E INTEGRAL (PH) POR TIPO DE CONSTRUCCIÓN .*

INVIAS. (2011). *Manual de drenaje para carreteras.*

Jarro, E. (2004). Guía Técnica para la restauración de áreas de ronda y nacederos del distrito. Bogotá, D.C: DAMA.

Jimenez, M. (2015). *Morphological representation of drainage networks, implications on solute transport and distributed simulation at the basin scale (Teis Doctoral).* Medellín: UNAL.

Josa Paz, C., Ortiz Gómez, L. E., Villacres Díaz, J. V., & Mafla Chamorro, F. R. (2018). La importancia de las rondas hídricas y el acotamiento de las mismas en Colombia. *Universidad Mariana - Boletín Informativo CEI 5(1)*, 76-78.

Keller, E., & Rockwell, T. (1984). Tectonic geomorphology, Quaternary chronology, and paleoseismicity. *Developments and applications of geomorphology.*, 41-76.

Lluén Chero, W. E., & Castellet, E. B. (2015). *Aplicación de la nueva herramienta HEC-RAS 5.0 para cálculos bidimensionales del flujo de agua en ríos.* Escola De Camins UPC Barcelonatech: Barcelona, España.

Londoño, C. H. (2001). *BASES CONCEPTUALES – CARACTERIZACIÓNPLANIFICACIÓN-.* Ibagué: Universidad del Tolima, Facultad de ingeniería forestal, departamento de Ingeniería.

M. Rinaldi, B. B. (2015). *The Geomorphic Units survey and classification System (GUS).*

Marcano M., J. E. (2022). *Eco - Hispaniola.* Obtenido de Las Zonas de Vida: https://ecohis.jmarcano.com/biodiversidad/zonas-vida/

MEA. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis.* Washington, DC. : Millennium Ecosystem Assessment, - MEA (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio) - World Resources Institute.

Mendieta, D. M. (2021). *Recuperación ambiental de la ronda hídrica de la Quebrada Galapo en el sector Pavimentos Colombia del municipio de Venadillo Tolima.* Fundación Universitaria Los Libertadores - Facultad de Ciencias Humanas y Sociales-Especialización en Educación Ambiental.

MINAMBIENTE . (2018). *Guia Tecnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hidricas en Colombia.* Bogotá, D,C, Colombia : Direccion de Gestion Integral del Recurso Hidrico.

MINAMBIENTE. (2001). *POLÍTICA NACIONAL PARA HUMEDALES INTERIORES - ESTRATEGIAS PARA SU CONSERVACIÓN Y USO RACIONAL.* Bogota: MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.

MINAMBIENTE. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.* Bogotá, D.C.: Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

MINAMBIENTE. (2012). *POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (PNGIBSE).*

MINAMBIENTE. (2014). *Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.* Bogotá.

MINAMBIENTE. (2015). *Decreto 1076. (26, mayo, 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.*

MINAMBIENTE. (2017). *Decreto 2245 .(29 diciembre de 2017) "Por el cual se reglamenta el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el aco.*

MINAMBIENTE. (2017). *Guía metodológica para el diseño y la implementación de procesos de prevención y transformación de conflictos por el agua: Conceptos y herramientas de diálogo y negociación.* Bogotá, D.C.: Colombia: Dirección de Gestión Integral de Recurso Hídrico; con el apoyo de: Programa Medio Ambiente Colombia - PROMAC.

MINAMBIENTE. (2018). *Decreto 0957 .(31 mayo de 2018) "Por el cual se adopta l guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia y se dictan otras disposiciones".*

MINAMBIENTE. (2018). *Guía técnica de criterios para el actamiento de las rondas hídricas en Colombia.* Bogotá.

MINAMBIENTE. (4 de Enero de 2018). *MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/autoridades-ambientales-cuentan-con-criterios-tecnicos-para-el-acotamiento-de-rondas-hidricas/

MINAMBIENTE. (2 de Abril de 2020). *Claridad con Respecto al Tratamiento al Acotamiento de la Ronda Hidrica*. Bogotá, Colombia.

MINAMBIENTE. (2020). Orientaciones para la definición y actualización de las determinantes ambientales por parte de las autoridades ambientales y su incorporación en los planes de ordenamiento territorial, segunda edición. Bogotá, Colombia: Dirección de Ordenamiento Ambiental Territorial y Coordinación del SINA.

MINAMBIENTE. (2021). *Humedales de Colombia.* Bogotá.

MINAMBIENTE. (10 de Abril de 2023). *MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE.* Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/: https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/acotamiento-de-la-ronda-hidrica/

MINDESA. (4 de Agosto de 1998). DECRETO 1504 DE 1998 Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial . *Ministerio de desarrollo economico*. Bogotá, Colombia.

MINVIVIENDA. (2015). *Decreto 1077 de 2015.* Bogotá.

Mori Vilca, M. (s.f.). *Simulación Hidráulica Aplicada, Usando HEC-RAS.* Chiclayo: X PTE - INGENIERÍA AGRÍCOLA.

Myers, N., & Knoll, A. H. (2001). The biotic crisis and the future of evolution. . *Proceedings of the National Academy of Sciences, 98(10),* , 5389-5392.

Narváez, V. & G. Zapata-Ríos. (2020). *Manual para el muestreo de fauna silvestre con transectos lineales. Wildlife Conservation Society.* Quito.

ODA. (1995). *Guidance note on how to do stakeholder analysis of Aid projects and Programmes.* Gran Bretaña: Overseas Development Administration (ahora DfID) - Social Development Department .

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

Ortega, e. a. (2021). *ACOTAMIENTO DEL COMPONENTE ECOSISTÉMICO DE RONDAS HÍDRICAS EN SISTEMAS LÓTICOS EN NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA.* Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander.

Pérez, J., & Barbosa, C. (2018). *Aplicación de modelo de simulación hidrológica é hidráulica HEC-HMS Y HEC-RAS para la estimación de manchas de inundación a una escala de 1:25.000 en la cuenca del río Chicú.* Bogotá D.C.: UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. (2010). *FUNDAMENTOS CONCEPTUALES BASE PARA UNA POLITICA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2010-2020.* BOGOTA: MINAMBIENTE.

Pozo Solís, A. (2007). *"Mapeo de Actores Sociales", documento de trabajo PREVALFIDA.*

QUIJANO SAMPER, P. (2019). *MAPA DE ACTORES Y ESCENARIOS PARA LA REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA POLÍTICA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD.* Bogota: INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES PARA EL DESARROLLO DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA - DIRECCION DE ECOSISTEMAS MINAMBIENTE .

Ramos, A. M., Reyes, A. A., Munévar, M. A, Ruiz, G. L., Machuca, S. V., Rangel, M. S., Prada, L. F., Cabrera,. (2021). *Guía metodológica para zonificación de amenaza por avenidas torrenciales.* Servicio Geológico Colombiano y Pontificia Universidad Javeriana. https://doi. org/10.32685/9789585313156.

Reyes, A., Barroso, F., & Escobar, Y. (2010). *Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas.* Cali: Programa editorial Universidad del Valle (Colección ciencias físicas, exactas y naturales).

Reyes, I. (1990). Observaciones sobre el Cuaternario del altiplano Tunja-Sogamoso. *Geologia Colombiana*(17), 151-157.

Reymond, P. (2014). Capítulo 15. Análisis de los Actores. En L. Strande, M. Ronteltap, & D. Brdjanovic, *Manejo de Lodos Fecales: Un enfoque sistémico para su implementación y operación* (págs. 315 - 336). Londres: IWA Publishing.

Rinaldi et al. (2015). The Geomorphic Units Survey and Classification System (GUS). *Deliverable 6.2, Part 4, of REFORM*.

Robertson, K. (1990). *Unidades de levantamientos rurales y forestal. Ecología. Guías de análisis de terreno. Geomorfología aplicada. Notas de clase.* Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección de Docencia e Investigación.

Ruiz, E., & Martínez, M. (2001). *Hidrología aplicada - Escorrentía*. Obtenido de OpenCourseWare (OCW): https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/47725/mod_resource/content/1/Material_Docente/Tema_5.pdf

Senciales, J. (1998). Análisis morfológico de las cuencas fluviales aplicado al estudio hidrográfico. Obtenido de http://hdl.handle.net/10662/755

SGC - UPTC. (2018). *Memoria explicativa del maá geomorfológico aplicado a movimientos en masa esc 1:100.000 (Plancha 172 - Paz de Río).* Sogamoso.

SGC. (2012). Anexo A. GLOSARIO DE TÉRMINOS GEOMORFOLÓGICOS. En SGC, *PROPUESTA METODOLÓGICA SISTEMÁTICA PARA LA GENERACIÓN DE MAPAS GEOMORFOLÓGICOS ANALÍTICOS APLICADOS A LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA ESCALA 1:100.000.* Bogotá.

SGC. (2012). Propuesta Metodológica Sistemática Para La Generación De Mapas Geomorfológicos Analíticos Aplicados A La Zonificación De Amenaza Por Movimientos En Masa Escala 1:100.000. En SGC. Bogotá.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908

SGC. (2016). *Guía Metodológica para estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa.* Servicio Geológico Colombiano (SGC), Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

SGC. (2017). *Guía metodológica para la zonificaicón de la amenaza por movimientos en masa a escala 1:25.000.* Servicio Geológico Colombiano(SGC), Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

Tapella, E. (2007). *El mapeo de actores claves. Documento de trabajo del proyectoEl mapeo de actores claves. Documento de trabajo del proyecto: Efectos de la biodiversidad funcional sobre procesos eco-sistémicos y sustentabilidad en las Américas: Un abordaje interdisciplinar.* Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba, Inter-American Institute for Global Change Research (IAI).

Tavares M., R. A., & Fitch O, J. M. (2019). Planificación comunitaria en barrios social mente vulnerables. Identificación de los actores sociales en una comunidad. *Revista de Arquitectura*, Doi: 10.14718/RevArq.2019.21.2.2258.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL RIEGO. (3 de Mayo de 2019). *La textura en los suelos agrícolas*. Obtenido de https://www.universidadderiego.com/la-textura-en-los-suelos-agricolas/

Vargas, R., & Diaz Granados, M. (1998). *Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad - duración - frecuencias para Colombia.* Bogotá D.C.: Universidad de los Andes.

Velázquez, J. O.-C. (1997). METODOS DE ESTUDIO DE LA VEGETACION. En U. N. COLOMBIA, *COLOMBIA DIVERSIDAD BIÓTICA II: TIPOS DE VEGETACIÓN EN COLOMBIA (pp.59-88)Publisher: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA* (págs. .59-88)).

Villareal et al. (2006). *Manual de Métodos para el desarrollo de Inventarios de Biodiversidad.* Bogotá.

Villarreal H. et al. (2006). *Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad* (segunda ed.). (I. d. Humboldt., Ed.) Bogotá,, Colombia.

WWF. (2018). *Informe Planeta Vivo - 2018: Apuntando más alto.* Gland, Suiza.: Grooten, M. y Almond, R.E.A.

Correo: ingenieriaconsultoria@ingeconsuljc.com
Dirección: Calle 14a #8a-44
Teléfono: 7751908