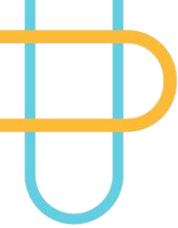


ACOTAMIENTO DE RONDAS HÍDRICAS





QUEBRADAS LA PALMA – EL SALADO

MUNICIPIO DE SAN VICENTE FERRER

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare
CORNARE

JAVIER VALENCIA GONZÁLEZ

Director General CORNARE

OLADIER RAMÍREZ GÓMEZ

Secretario General

DIANA MARÍA HENAO GARCÍA

Subdirectora General de Planeación

MARÍA GARDENIA RIVERA NOREÑA

Jefe de la Oficina Ordenamiento Ambiental del Territorio y Gestión del Riesgo

EQUIPO TÉCNICO

Sebastián Ricaurte Franco
Diana Teresa Valencia Largo
Juan Camilo Pardo Vélez
Ruth María Carvajal Lopera
Julián Andrés Duque López
Sara Manuela Jaramillo Hernández
Sol Inés Herazo González
Juliana Gómez Cuervo
Juan David Gómez García
Juan Diego Pérez Zapata

Enrique Vanegas Ospino
Elkin Guillermo Castro Madrid
Carlos José Gaviria Arbeláez
Alejandro García Ramírez
Diana María Jiménez González
Luis Mateo Cardona Aristizábal
Sebastián García Idárraga
Sergio Hernando Sánchez Ospina

Diseño y Edición de Portada
OFICINA DE COMUNICACIONES

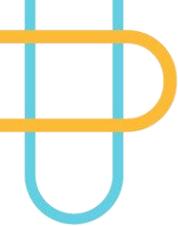
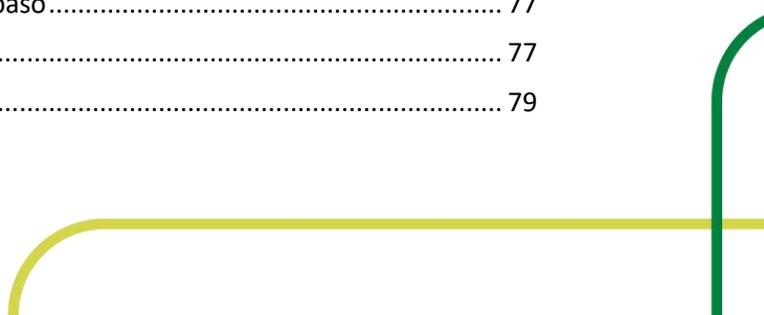
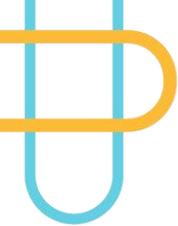


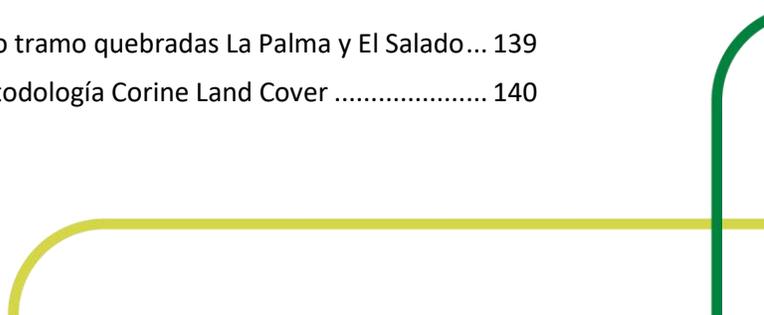
TABLA DE CONTENIDO

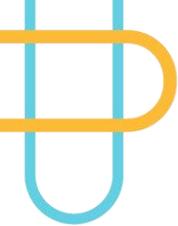
.....	1
INTRODUCCIÓN.....	13
Marco normativo	14
Definiciones.....	18
Metodología para el Acotamiento de Rondas Hídricas	19
GENERALIDADES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA.....	22
1. Descripción del área de estudio y tramo quebradas La Palma - El Salado	22
2. Insumos	23
COMPONENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDA HÍDRICAS.....	29
1. COMPONENTE HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO	29
2.1.2 Parámetros morfométricos.....	30
2.1.3 Tiempos de concentración	32
2.1.4 Análisis de información hidroclimática	36
2.1.4.1 Reconstrucción de series de precipitación.....	38
2.1.4.2 Análisis de homogeneidad y tendencias de la precipitación en la región	39
2.1.4.3 Escalamiento de intensidad de lluvia	43
2.1.4.4 Estimación de la lluvia de diseño	45
2.1.5 Cálculo de la precipitación efectiva.....	47
2.1.6 Simulación hidrológica – estimación de caudales máximos	49
2.2 Estudio hidráulico.....	54
2.2.1 Simulación hidrodinámica.....	54
2.2.1.1 Información topográfica y configuración geométrica del modelo.....	56
2.2.1.2 Estimación del coeficiente de rugosidad de Manning	57
2.2.1.3 Definición de condiciones de borde.....	61
2.2.1.4 Registro de obras en el tramo de simulación.....	62
2.2.1.5 Calibración del modelo matemático	64
2.2.1.6 Resultados de simulación hidrodinámica.....	65
2.2.2 Dinámica hidrológico – hidráulica para la delimitación del cauce permanente	68
2.2.3 Información no sistémica	69
2.3 Delimitación del Componente Hidrológico	70
2.3.1 Análisis de zonas en amenaza y análisis básico predial	76
Análisis de capacidad hidráulica de las obras de paso.....	77
2.3.2 Conclusiones.....	77
COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO.....	79



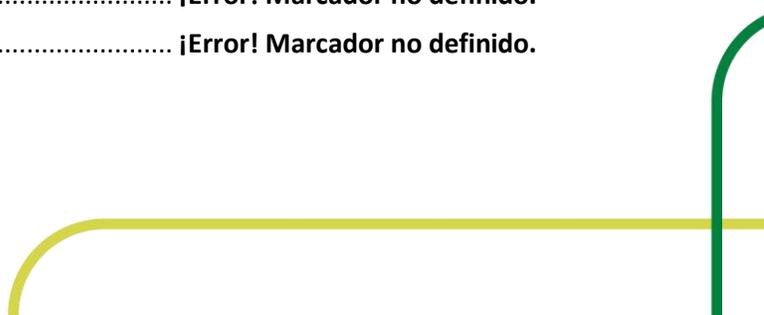


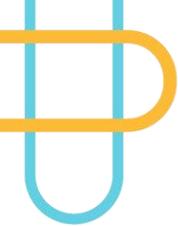
3.1	Marco geológico regional.....	79
3.2	Delimitación unidades geomorfológicas escala 1:25000.....	82
3.3	Caracterización de la corriente.....	86
3.4	Delimitación del cauce permanente.....	95
3.5	Procesos Morfodinámicos.....	97
3.6	Elementos expuestos ante fenómenos de inundación.....	98
3.7	Delimitación detallada unidades Geomorfológicas escala 1:2000.....	99
3.8	Delimitación Componente geomorfológico.....	107
3.9	Conclusiones.....	109
3.9.1	Ambiente fluvial.....	110
3.9.2	Ambiente denudacional.....	111
3.9.3	Ambiente antrópico.....	111
4	COMPONENTE ECOSISTÉMICO.....	112
4.1	Introducción.....	112
4.2	Metodología.....	112
4.2.1	Identificación de zonas de vida.....	112
4.2.2	Caracterización florística.....	113
4.2.2.1	Fase previa y trabajo de campo.....	113
4.2.2.2	Determinación del índice de Valor de Importancia (IVI) por especie y altura media del dosel de la comunidad vegetal (H).....	116
4.2.3	Determinación de la relación entre la densidad de drenaje por unidad geomorfológica y el área de la cuenca aferente (N).....	118
4.2.3.1	Cálculo de la densidad de drenaje por unidad geomorfológica.....	118
4.2.3.2	Cálculo del área de la cuenca aferente en cada punto de la red de drenaje.....	119
4.2.4	Determinación de los valores del componente ecosistémico.....	120
4.2.5	Identificación de las coberturas de la tierra.....	120
4.3	Resultados del componente ecosistémico.....	121
4.3.1	Zona de vida Bosque muy húmedo – Montano bajo (bmh-mb).....	121
4.3.2	Resultado de la caracterización florística de las Quebradas La Palma y El Salado.....	122
4.3.2.1	Sitios de muestreo de vegetación.....	122
4.3.2.2	Índice de Valor de Importancia (IVI).....	128
4.3.3	Altura media del dosel (H).....	131
4.3.4	Relación entre la densidad de drenaje por unidad geomorfológica y cuenca aferente (N).....	131
4.3.5	Delimitación del componente ecosistémico tramo quebradas La Palma y El Salado... ..	139
4.4	Coberturas de la tierra identificadas con la metodología Corine Land Cover.....	140





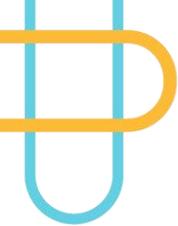
4.5. Conclusiones.....	146
5 COMPONENTE SOCIAL	147
5.1 Generalidades del territorio.....	147
5.1.1 Características socioeconómicas.....	148
5.1.2 Dimensión demográfica	149
5.2. Identificación del tramo de las quebradas La Palma y El Salado del municipio San Vicente Ferrer.....	149
5.3 Proceso de socialización y participación	150
5.3.1 Encuentros de socialización	150
5.3.1.1 Encuentros de participación con comunidades	151
5.3.1.2 Encuentros de participación con instituciones	156
5.3.2 Estrategia de convocatoria y comunicación.....	157
5.4 Percepciones y relación de la comunidad con las quebradas La Palma y El Salado	158
5.4.1 Percepción de inundaciones fluviales lentas	164
5.5 Cartografía social.....	166
5.6 Mapa de actores sociales	169
5.6.1 Identificación y clasificación de actores.....	169
5.6.2 Caracterización de actores	172
5.6.3. Análisis de actores.....	173
5.7 Análisis sociocultural	179
5.8 Acciones de resultado	180
5.8.1 Acciones de conservación	180
5.8.2 Acciones de fortalecimiento comunitario.....	182
5.8.3 Acciones de participación comunitaria	182
5.8.4 Acciones para el conocimiento del ecosistema	182
6. DEFINICIÓN DEL LÍMITE FÍSICO DE LA RONDA HÍDRICA DEL TRAMO QUEBRADAS LA PALMA – EL SALADO	184
6.1 Generalidades de la definición del límite físico de la ronda hídrica	184
6.1.1 Metodología para la definición del límite físico de la ronda hídrica.....	185
6.1.2 Definición del límite físico de la ronda hídrica Quebradas La Palma – El Salado.....	185
6.2 Generalidades de Identificación de los elementos constituyentes de la ronda hídrica	187
6.3 Análisis espacial en el límite físico de la ronda hídrica Quebradas La Palma – El Salado ¡Error! Marcador no definido.	
6.3.1 Vías al interior de la ronda hídrica	¡Error! Marcador no definido.
6.3.2 Predios – Catastro en la ronda hídrica	¡Error! Marcador no definido.





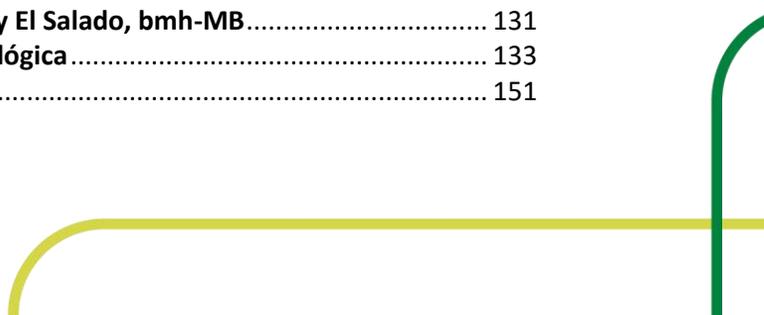
6.3.5 Problemáticas Técnicas de obras de paso (puentes y box culvert)	iError!	Marcador	no definido.
7. COMPONENTE INTEGRADORA			189
7.1 Actores asentados en la ronda hídrica acotada			190
7.2 Servicios ecosistémicos			191
7.3 Definición de estrategias de manejo ambiental en la ronda hídrica de las Quebradas La Palma - El Salado			195
7.3.1 Estrategias de preservación			197
7.3.2 Estrategias de restauración			198
7.3.3 Estrategias de uso sostenible			201
BIBLIOGRAFIA			203
ANEXOS			207





LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Acotamiento de rondas hídricas en instrumentos de planificación de CORNARE ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 2. Referentes normativos en relación con las rondas hídricas	16
Tabla 3. Parámetros morfométricos (1).....	31
Tabla 4. Parámetros morfométricos (2).....	31
Tabla 5. Parámetros morfométricos (3).....	32
Tabla 6. Parámetros morfométricos (4).....	32
Tabla 7. Fórmulas empíricas para estimar el tiempo de concentración.....	33
Tabla 8. Tiempos de concentración (1).....	34
Tabla 9. Tiempos de concentración (2).....	35
Tabla 10. Tiempos de concentración (3).....	35
Tabla 11. Tiempos de concentración (4).....	35
Tabla 12. Longitud de registro y porcentaje de datos faltantes en las series de precipitación.....	38
Tabla 13. Precipitaciones medias anuales de las series históricas y reconstruidas	38
Tabla 14. Resultados del análisis de homogeneidad y tendencias (1)	39
Tabla 15. Resultados del análisis de homogeneidad y tendencias (2)	40
Tabla 16. Distribución de pesos según método de Inverso del Cuadrado de la Distancia.....	44
Tabla 17. Intervalos de precipitación de diseño acumulada para cada periodo de retorno	45
Tabla 18. Valores de Número de Curva CN ponderados para cada subcuenca.....	49
Tabla 19. Parámetros cálculo de caudales máximos – métodos de hidrogramas unitarios.....	52
Tabla 20. Caudales máximos estimados quebrada El Salado	52
Tabla 21. Coeficiente de rugosidad de Manning	58
Tabla 22. Valores de n de Manning utilizados en la modelación hidrodinámica.....	59
Tabla 23. Caudales y gradiente de energía para condiciones de borde	62
Tabla 24. Información general de las obras hidráulicas.....	63
Tabla 25. Sectores donde se refiere información por afectaciones de las corrientes objeto de acotamiento.....	69
Tabla 26. Capacidad hidráulica de las obras de paso para los períodos de retorno analizados....	77
Tabla 27. Porcentaje de área por geoforma y su respectivo origen.....	100
Tabla 28. Estructura del formulario de campo utilizado en la caracterización	115
Tabla 29. Valor de N según área de la cuenca y densidad de drenaje.....	118
Tabla 30. Escala de valores para la clasificación de densidades de drenaje	119
Tabla 31. Rangos de clasificación de áreas aferentes	120
Tabla 32. Ubicación de los transectos en el Fragmento 1 perteneciente a la zona de vida bmh-MB, Quebrada La Palma	123
Tabla 33. Composición florística de especies vasculares con CAP \geq a 10cm Fragmento 1	124
Tabla 34. Ubicación del transecto en el Fragmento 2 perteneciente a la zona de vida bmh-MB, Quebrada El Salado	127
Tabla 35. Composición florística de especies vasculares con CAP \geq a 10cm Fragmento 2	127
Tabla 36. Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies inventariadas en inmediaciones a las Quebradas La Palma y El Salado, bmh-MB.....	129
Tabla 37. Especies nativas con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) de las inventariadas en inmediaciones a las Quebradas La Palma y El Salado, bmh-MB.....	130
Tabla 38. Cálculo de H para las Quebradas La Palma y El Salado, bmh-MB.....	131
Tabla 39. Densidad de drenaje por unidad geomorfológica.....	133
Tabla 40. Encuentros de socialización.....	151



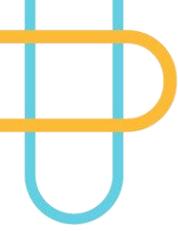
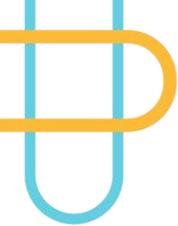


Tabla 41. Encuentro de socialización del proyecto de ARH - CMGRD	156
Tabla 42. Tabla de Percepciones	160
Tabla 43. Signos convencionales cartografía social.....	167
Tabla 44. Actores sociales quebradas La Palma y El Salado.....	170
Tabla 45. Clasificación de los actores sociales.....	173
Tabla 46. Valoración de actores	174
Tabla 47. Escala de Valoración	175
Tabla 48. Plano Cartesiano para el mapeo de actores	176
Tabla 49. Predios urbanos en Límite Físico – Ronda Hídrica.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 50. Predios rurales en Límite Físico – Ronda Hídrica.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 51. Predios con viviendas dentro del cauce permanente en la Ronda Hídrica	193
Tabla 52. Capacidad hidráulica de las obras de paso para los períodos de retorno Tr100.....	¡Error! Marcador no definido.





LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Puntos GNSS establecidos en el tramo quebradas La Palma – El Salado.....	26
Figura 2. Actividades de la Topobatemetría realizada en las quebradas La Palma – El Salado.....	27
Figura 3. Modelo digital del terreno – MDT, Modelo digital de superficie – MDS y Ortofotomosaico.	28
Figura 4. Localización tramo de acotamiento quebradas La Palma - El Salado.....	22
Figura 5. Localización quebradas La Palma - El Salado, en el municipio San Vicente Ferrer	23
Figura 6. Esquema de delimitación de componentes y definición del límite físico; Error! Marcador no definido.	
Figura 7 Delimitación de subcuencas y cuenca hidrográfica de la quebrada El Salado	30
Figura 8 Ubicación de las estaciones de registro de información hidroclimática disponibles en la zona de estudio.	37
Figura 9. Serie de lluvia mensual en la estación La Unión y sus respectivos cambios detectados	40
Figura 10. Serie de lluvia mensual en la estación Marinilla y sus respectivos cambios detectados	40
Figura 11. Serie de lluvia mensual en la estación El Peñol y sus respectivos cambios detectados	41
Figura 12. Serie de lluvia mensual en la estación Campoalegre y sus respectivos cambios detectados	41
Figura 13. Serie de lluvia mensual en la estación Apto JMC y sus respectivos cambios detectados	41
Figura 14. Serie de lluvia mensual en la estación Santuario y sus respectivos cambios detectados	42
Figura 15. Serie de lluvia mensual en la estación Concepción y sus respectivos cambios detectados	42
Figura 16. Serie de lluvia mensual en la estación Corrientes y sus respectivos cambios detectados	43
Figura 17. Exponente de escalamiento θ calculado para el periodo de retorno de 2 años.....	44
Figura 18. Curvas IDF resultantes para la cuenca de la quebrada El Salado	45
Figura 19. Hietograma de diseño $Tr = 2.33$ años	46
Figura 20. Hietograma de diseño $Tr = 15$ años	46
Figura 21. Hietograma de diseño $Tr = 100$ años	47
Figura 22. Espacialización del Número de Curva CN para la cuenca de la quebrada El Salado	48
Figura 23. Porcentaje de lluvia puntual para un área de cuenca (Chow, Maidment, & Mays, Hidrología Aplicada, 1994)	50
Figura 24. Esquema – modelo conceptual HEC-HMS quebrada El Salado.....	51
Figura 25. Caudales máximos estimados para la quebrada El Salado.	53
Figura 26. Hidrograma de salida quebrada El Salado – $Tr=2.33$ años.....	53
Figura 27. Hidrograma de salida quebrada El Salado – $Tr=15$ años.....	53
Figura 28. Hidrograma de salida quebrada El Salado – $Tr=100$ años.....	54
Figura 29. Levantamiento topográfico - Modelo Digital de Terreno (MDT) como insumo geométrico.....	56
Figura 30. Vista geometría en modelo HEC-RAS (izq) y Ras Mapper (der)	57
Figura 31. Zonificación espacial de usos del suelo y tramos de cauces para coeficiente de rugosidad	59
Figura 32. Registro fotográfico de corrientes y tramos caracterizados	60
Figura 33. Distribución geométrica de las condiciones de borde	61

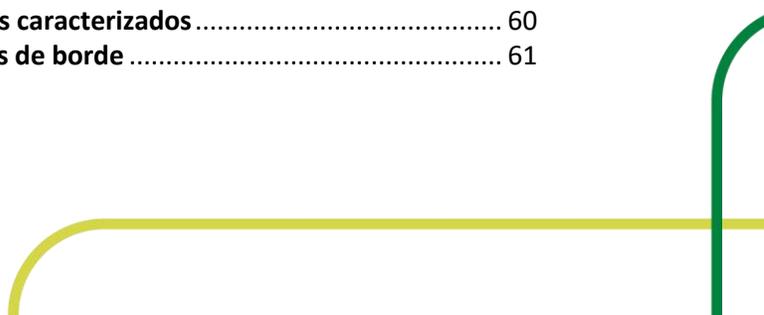
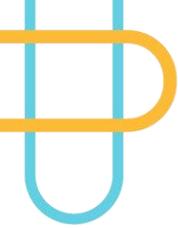


Figura 34. Ubicación de las obras hidráulicas de las quebradas La Palma y El Salado en tramo de acotamiento.....	62
Figura 35. Ejemplo obra tipo puente en el modelo hidrodinámico – Obra Puente 21	63
Figura 36. Ejemplo obra tipo alcantarilla en el modelo hidrodinámico – Obra Alcantarilla 1.....	64
Figura 37. Discretización temporal modelo hidrodinámico seleccionada.....	64
Figura 38. Discretización espacial – Malla computacional en HEC RAS.....	65
Figura 39. Manchas de inundación – distribución de la profundidad de flujo escenario Sin Obras Tr 15 (der) y 100 años (izq) – El Salado Arriba	66
Figura 40. Manchas de inundación – distribución de la profundidad de flujo escenario Sin Obras Tr 15 (izq) y 100 (der) años – La Palma.....	66
Figura 41. Manchas de inundación – distribución de la profundidad de flujo escenario Sin Obras Tr 15 (izq) y 100(der) años – Confluencia La Palma – El Salado en cabecera municipal	67
Figura 42. Manchas de inundación – distribución de la profundidad de flujo escenario Sin Obras Tr 15 (izq) y 100(der) años –El Salado tramo aguas abajo.....	67
Figura 43. Mancha de inundación asociada a período de retorno de 2.33 años	68
Figura 44. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica quebradas La Palma y El Salado en San Vicente Ferrer	71
Figura 45. Zona crítica identificada – tramo quebrada La Palma	72
Figura 46. Zona crítica identificada – tramo quebrada El Salado aguas arriba de la cabecera municipal	73
Figura 47. Zona crítica identificada – tramo quebrada El Salado en inmediaciones de la cancha	74
Figura 48. Zona crítica identificada – tramo quebrada El Salado cabecera municipal de San Vicente Ferrer.....	75
Figura 49. Resultados profundidad de flujo escenario Con Obras.....	76
Figura 50. Geología regional cuencas de influencia de las quebradas La Palma y El Salado	81
Figura 51. Mapa de pendientes del terreno, clasificación propuesta por van (van Zuidam, 1986)	82
Figura 52. Ambientes y Subunidades geomorfológicas de las zonas aferentes y cuencas de los cauces la Palma y el Salado	83
Figura 53. Clasificación de ríos aluviales.....	86
Figura 54. Clasificación de la corriente, tramo norte la Palma El Salado y zona urbana de San Vicente	87
Figura 55. Clasificación de cuencas por su madurez, curva hipsométrica	88
Figura 56. Curva hipsométrica quebrada El Salado	89
Figura 57. Curva hipsométrica quebrada La Palma	89
Figura 58. Sector norte de la quebrada el Salado, cauce permanente (izq.) y tipo de corriente (der.)	90
Figura 59. Cauce quebrada La Palma	90
Figura 60. Tipo de corriente en zona urbana del municipio San Vicente	91
Figura 61. Tipo de corriente, zona sur de la ronda hídrica.....	92
Figura 62. Longitud zona de análisis fluvial.	93
Figura 63. Perfil longitudinal de cauces.	94
Figura 64. Delimitación del cauce permanente La Palma el Salado	96
Figura 65. Socavación lateral, Unión Quebrada la Palma - El Salado.	97
Figura 66. Elementos expuestos ante fenómenos de inundación	99
Figura 67. Geoformas denudacionales combinadas, mostrando la dinámica denudacional y la forma de sus depósitos	101
Figura 68. Cono de deyección de valles intramontanos.....	102

Figura 69. Escarpe de erosión menor, llanura de inundación la planicie superior, sector unión Quebradas La Palma – El Salado	103
Figura 70. Geoformas producto de la delimitación 1:2000 donde convergen diferentes ambientes.	104
Figura 71. Barra puntual y geoformas denudaciones en tramo de cauce sinuoso encañonado.	105
Figura 72. Llanura de inundación (Izq.), laderas erosivas y construcciones civiles en la parte superior (Der.)	106
Figura 73. Delimitación del componente geomorfológico de las quebradas La Palma y El Salado (Izq.), delimitación zona urbana (der.)	108
Figura 74. Delimitación componente geomorfológico y zonas de conflicto.	109
Figura 75. Zonas de vida	113
Figura 76. Transecto de muestreo de plantas leñosas	114
Figura 77. Implementación de las parcelas de Gentry	114
Figura 78. Proceso de medición de la CAP ≥ 10 cm de los individuos en los transectos y toma de datos con la aplicación Memento Database®	115
Figura 79. Uso del cortarramas para la toma de muestras y registro fotográfico para la identificación taxonómica	116
Figura 80. Zonas de vida en la microcuenca La Compañía y sitios de caracterización florística	121
Figura 81. Estado general del Fragmento 1 en inmediaciones a la Quebrada La Palma	123
Figura 82. Composición del Fragmento 1 ubicado en inmediaciones a la Quebrada La Palma... ..	125
Figura 83. Estado general del Fragmento 2 en inmediaciones a la Quebrada El Salado	126
Figura 84. Composición del Fragmento 2 ubicado en inmediaciones a la Quebrada El Salado... ..	128
Figura 85. Unidades geomorfológicas existentes en la cuenca de las Quebradas La Palma y El Salado.....	132
Figura 86. Densidad de drenaje por unidad geomorfológica.....	136
Figura 87. Acumulación de área en las cuencas La Palma y El Salado	137
Figura 88. Representación del valor N para las Quebradas La Palma y El Salado.....	138
Figura 89. Delimitación del componente ecosistémico para las Quebradas La Palma y El Salado	139
Figura 90. Coberturas de la tierra identificadas en el tramo La Palma - El Salado.....	145
Figura 91. Mapa de ubicación de las veredas del área de influencia	149
Figura 92. Tramo de acotamiento ronda hídrica quebradas la Palma - El Salado.....	150
Figura 93. Encuentro de socialización con ASOCOMUNAL	152
Figura 94. Encuentro de socialización con el Consejo Territorial de Planeación	152
Figura 95. Encuentro de socialización vereda Alto de la Compañía	153
Figura 96. Encuentro de socialización vereda Guacirú.....	153
Figura 97. Encuentro de socialización vereda La Floresta	154
Figura 98. Encuentro de socialización vereda Santa Ana.....	154
Figura 99. Encuentro de socialización vereda La Enea	155
Figura 100. Veredas participantes	155
Figura 101. Encuentro de socialización del ARH CMRD San Vicente Ferrer	156
Figura 102. Ecard de invitación a encuentros de socialización	157
Figura 103. Guía entrevista con comunidades	158
Figura 104. Formato para inundaciones fluviales lentas	165
Figura 105 . Cartografía Social.....	166
Figura 106. Ubicación de actores en el territorio	169
Figura 107. Tipo de organización de los actores sociales.....	171
Figura 108 Actores sociales por zona	172

Figura 109. Ruta de identificación de actores	173
Figura 110. Número de actores por zona.....	177
Figura 111. Actores sociales por género	178
Figura 112. Actores sociales por sector	178
Figura 113. Procedencia de los actores sociales.....	179
Figura 114. Esquema de Análisis Espacial para definir el Limite físico – Envoltente Tramo quebradas La Palma – El Salado	184
Figura 115. Limite físico – Envoltente Tramo quebradas La Palma – El Salado	186
Figura 116. Elementos constituyentes de la Ronda Hídrica quebradas La Palma – El Salado	188
Figura 117. Análisis espacial predios en límite físico	¡Error! Marcador no definido.
Figura 118. Actores Sociales en la Ronda Hídrica La Palma – El Salado	190
Figura 119. Zonificación ambiental Ronda Hídrica Tramo La Palma – El Salado.....	196
Figura 120. Detalle Zonificación Ambiental – Quebrada La Palma parte alta (Zona Rural) ...	¡Error! Marcador no definido.
Figura 121. Detalle Zonificación Ambiental – Quebrada El Salado parte alta (Zona Rural) ...	¡Error! Marcador no definido.
Figura 122. Detalle Zonificación Ambiental – Quebradas La Palma – El Salado, Zona Urbana y Zona de Expansión – Parte Alta	¡Error! Marcador no definido.
Figura 123. Detalle Zonificación Ambiental – Quebradas La Palma – El Salado, Zona Urbana y Zona de Expansión – Parte Baja	¡Error! Marcador no definido.
Figura 124. Detalle Zonificación Ambiental – Quebrada El Salado parte baja (Zona Rural)...	¡Error! Marcador no definido.



INTRODUCCIÓN

La ronda hídrica se constituye en la región de transición y de interacciones entre los medios terrestre y acuático, es decir son las franjas contiguas a los cuerpos de agua continentales, sean naturales o artificiales, estén en movimiento (ríos, quebradas, arroyos) o relativamente estancados (lagos, lagunas, pantanos, esteros), sean efímeros (intermitentes) o continuos (perennes).

En el contexto actual caracterizado por la creciente presión sobre los recursos naturales, el cambio climático y la expansión urbana acelerada, el acceso al agua se ha convertido en un asunto de vital importancia. Estas circunstancias han generado mayor conciencia sobre la necesidad de implementar enfoques más integrales y participativos para la gestión hídrica, especialmente en áreas donde existe competencia por el uso del recurso o comunidades están expuestas a las inundaciones o a las avenidas torrenciales. En esta realidad, es fundamental considerar que las riberas de nuestras quebradas son zonas frecuentemente inundables de manera natural, la ocupación antrópica de las riberas y sus alrededores hace que se generen condiciones de vulnerabilidad y riesgo a eventos de inundaciones, con exposición frecuente de personas, bienes, servicios y/o actividades económicas.

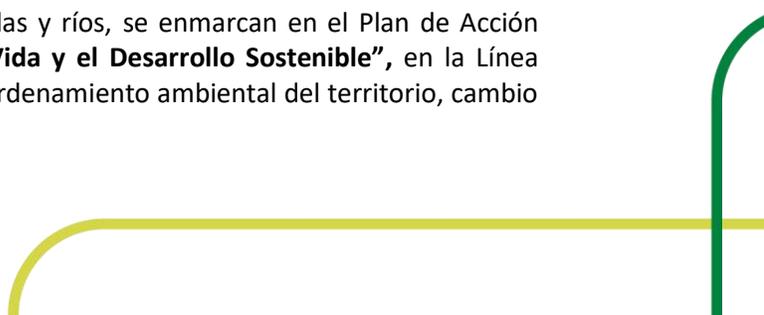
Como lo expresaba (Rosgen, 1994) “Entender el funcionamiento del sistema fluvial resulta crucial para decidir cuáles de estas funciones han de ser prioritariamente conservadas, protegidas o restauradas para garantizar un funcionamiento armónico con las necesidades de ocupación de las sociedades humanas”.

Dentro de las reglamentaciones existentes para la delimitación de las rondas hídricas se encuentra que a nivel regional, en el año 2011 y en cumplimiento del artículo 206 de la Ley 1450 de 2011, Cornare expidió el Acuerdo 251 de 2011, *“por medio del cual se fijan Determinantes Ambientales para la reglamentación de las rondas hídricas y las áreas de protección o conservación aferentes a las corrientes hídricas y nacimientos de agua en el Oriente del Departamento de Antioquia, jurisdicción de CORNARE”*, el cual se apoya en la metodología establecida en el documento técnico *“Elementos Ambientales a tener en cuenta para la delimitación de retiros a corrientes hídricas y nacimientos de agua en el suroriente antioqueño”*.

Posteriormente en el año 2018, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió la Resolución 0957 de 2018, a través de la cual se adopta la *“Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia”*. Dicha guía técnica contiene los elementos técnicos que deberán ser desarrollados por las Corporaciones Autónomas Regionales para la determinación de las rondas hídricas y sus medidas de manejo ambiental y dispone para que dichas Corporaciones realicen el ejercicio de priorización de las fuentes hídricas cuya ronda se pretende acotar en las jurisdicciones respectivas.

Por lo anterior, Cornare expidió la Resolución N° 112-4927-2018, por medio de la cual se establece el orden de prioridades para el inicio del acotamiento de las rondas hídricas y la cual se constituye en una orientación para establecer el cronograma de acotamiento, en el marco del cumplimiento de las metas establecidas en el Plan de Acción Institucional de Cornare.

Los acotamientos de las rondas hídricas de quebradas y ríos, se enmarcan en el Plan de Acción Institucional 2024-2027 **“Mejor Ambiente para la Vida y el Desarrollo Sostenible”**, en la Línea estratégica 1 *“Información ambiental, planeación y ordenamiento ambiental del territorio, cambio*



climático y gestión del riesgo”, específicamente en las actividades asociadas a la “Delimitación y acotamiento de rondas hídricas” del Programa 2. “Planificación y ordenamiento ambiental del territorio”.

En octubre de 2024 se inicia el proceso de acotamiento de la ronda hídrica de las Quebradas La Palma – El Salado, en el municipio San Vicente Ferrer, realizando una caracterización preliminar de la zona de interés y, desarrollando los componentes geomorfológico, hidrológico, ecosistémico y la identificación del componente social en el tramo objeto de los estudios.

El área de estudio se suscribe al tramo de las quebradas La Palma - El Salado, con una longitud aproximada total de 7.72 km, que se localizan en su totalidad en el municipio San Vicente Ferrer. La quebrada La Palma nace en la vereda San Ana y discurre de norte a sur, hacia la zona urbana o cabecera municipal de San Vicente Ferrer, hasta confluir en la zona urbana, con la quebrada El Salado, que nace entre las veredas La Enea y Guacirú, discurriendo también de norte a sur, pero en el costado occidental de la cabecera municipal.

Marco normativo

De manera general se presentarán las principales normas en relación con el acotamiento de las Rondas Hídricas; sin embargo, se reconoce la interrelación con temáticas de ordenamiento territorial, gestión de riesgo, zonificaciones ambientales, POMCAS, PORH, áreas protegidas, entre muchas otras, algunas de ellas se presentan en la

La Constitución Política de la República de Colombia de 1991, estableció el derecho a gozar de un ambiente sano y 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, con un especial deber de protección del agua.

Desde el Decreto-Ley 2811 de 1974, en su artículo 83 del: "Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado:"(...) "de- 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".

La Ley 99 de 1993, en el artículo 31 numerales 3, 9, 12 y 19 estableció, corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, en virtud de lo cual deben desarrollar labores orientadas a la evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, otorgar permisos, concesiones y autorizaciones para el uso y aprovechamiento de las aguas y propender por la protección de fuentes hídricas, entre otras.

En la Ley 1450 de 2011 Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014, se dispuso en el artículo 206 **Rondas hídricas** “Corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, los Grandes Centros Urbanos y los Establecimientos Públicos Ambientales efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d) del artículo 83 del Decreto-ley 2811 de 1974 y el área

de protección o conservación aferente, para lo cual deberán realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que defina el Gobierno Nacional”.

CORNARE expide el Acuerdo 251 de 2011, “Por medio del cual se fijan Determinantes Ambientales para la reglamentación de las rondas hídricas y las áreas de protección o conservación aferentes a las corrientes hídricas y nacimientos de agua en el Oriente del Departamento de Antioquia, jurisdicción de CORNARE”.

El Decreto 2245 de 2017 reglamentó el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 y adicionó una sección al Decreto 1076 de 2015, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas, disponiendo para ello que el Acotamiento es el “Proceso mediante el cual la Autoridad Ambiental competente define el límite físico de la ronda hídrica de los cuerpos de agua en su jurisdicción”, así mismo, definió los criterios y directrices para el acotamiento de las rondas hídricas, indicando además en su artículo 2.2.3.2.3A.4 que “Las autoridades ambientales competentes deberán definir el orden de prioridades para el inicio del acotamiento de las rondas hídricas en su jurisdicción, teniendo en cuenta para el efecto lo dispuesto en la "Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia”.

La misma norma ibidem señala en el artículo 2.2.3.1.6.5 que para la armonización de los instrumentos de planificación deberá tenerse en cuenta entre otros la “Delimitación de Rondas Hídricas”.

Decreto 2245 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 acotamiento de rondas hídricas". En el ARTÍCULO 2.2.3.2.3A.1. se estableció: “La ronda hídrica se constituye en una norma de superior jerarquía y determinante ambiental”.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante Resolución 0957 de 2018, adoptó la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de las Rondas hídricas en Colombia”. Adicionalmente dispuso de un plazo de seis (06) meses contados a partir de su publicación para que las Autoridades Ambientales competentes expidan el Acto Administrativo contentivo del orden de prioridades para el inicio del acotamiento de las rondas hídricas en las jurisdicciones respectivas.

Con el fin de establecer el Orden de Prioridades de acotamiento, CORNARE expide la Resolución 112-4927-2018 del 26 de noviembre de 2018, mediante la cual se definió el orden de prioridades para el inicio del acotamiento de las rondas hídricas. En esta se priorizó en el anexo, el acotamiento de la ronda hídrica de las quebradas La Palma – El Salado, en el municipio San Vicente Ferrer.

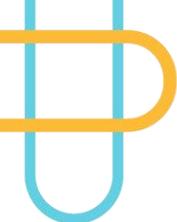
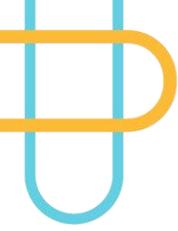


Tabla 1. Referentes normativos en relación con las rondas hídricas

Normativa	Tema	Alcance
Constitución política de Colombia de 1991	Derecho a gozar de un ambiente sano. Obligación del estado respecto al tema de prevención y atención de desastres.	Nacional
Ley 99 de 1991	Crea el Ministerio del Medio Ambiente y reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente.	Nacional
Ley 388 de 1997	Ley de ordenamiento territorial	Nacional
Ley 1450 de 2011	Plan Nacional de Desarrollo 2010 - 2014. Corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua.	Nacional
Acuerdo 251 de 2011 Cornare	Rondas Hídricas	Regional
Acuerdo 250 de 2011 Cornare	Determinantes ambientales	Regional
Decreto 1640 de 2012	reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones	Nacional
Ley 1523 de 2012	Adopta política nacional de gestión del riesgo	Nacional
Ley 1575 de 2012	Ley general de bomberos	Nacional
Decreto 1807 de 2014	Incorporación de gestión del riesgo en el ordenamiento territorial	Nacional
Decreto 1076 de 2015	Decreto único reglamentario sector ambiente y desarrollo sostenible	Nacional
Decreto 2245 de 2017	Reglamenta lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas. "Proceso mediante el cual la Autoridad Ambiental competente define el límite físico de la ronda hídrica de los cuerpos de agua en su jurisdicción"	Nacional
Memorando Procuraduría No. 005 de 2017	Adopción de medidas urgentes frente a desbordamientos de cuerpos hídricos superficiales	Nacional
Ley 1931 de 2018	Cambio climático	Nacional
Resolución 886 de 2018 Minambiente	Zonificación POMCAS	Nacional
Resolución 0957 de 2018	Adoptó la "Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia"	Nacional
Resolución 112 – 4927 - 2018 Cornare	Por medio de la cual se establece el orden de prioridades para el inicio del acotamiento de las rondas hídricas	Regional
Resoluciones Nos. 112-7296, 112-7292, 112-7291, 112-7294, 112-7293, 112-7295 del 21 de diciembre de 2017 y 112-1187 del 13 de marzo de 2018 de Cornare	Aprobó los Planes de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica de los Ríos Negro, Cocorná y Directos al Magdalena Medio entre los ríos La Miel y Nare, La Miel, Nare, Samaná Norte, Samaná Sur y Arma respectivamente	Regional
Decreto 2106 de 2019	Decreto anti trámite	Nacional
Circular Minambiente 8140-E2-2900 de 2019	Aplicación artículo 2.2.1.1.18.2 del Decreto 1076 de 2015 – retiros a fuentes, pendientes, coberturas boscosas, rondas hídricas	Nacional





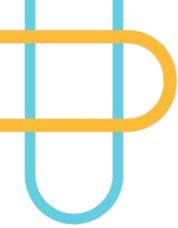
Normativa	Tema	Alcance
Resoluciones Nos. 112-4795 del 08 de noviembre de 2018 y 112-0396, 112-0399, 112-0393, 112-0395, 112-0394, 112-0397 del 13 de febrero de 2019 de Cornare.	Se estableció el régimen de usos al interior de la zonificación ambiental de los Planes de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica de los Ríos Negro, Cocorná y Directos al Magdalena Medio entre los ríos La Miel y Nare, La Miel, Nare, Samaná Norte, Samaná Sur y Arma correspondientemente	Regional
Resolución 112-5218 de 2019	Acoge ronda hídrica Rio Guatapé en el municipio San Rafael	Regional
Memorando Procuraduría 001 de 2020	Obligación de los alcaldes y gobernadores de cumplir determinantes ambientales	Nacional
Circular Minambiente MIN-8000-2-1322 de 2020	Claridad con respecto al tratamiento al acotamiento de la ronda hídrica	Nacional
Ley 2294 de 2023	<p>PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2022- 2026</p> <p>Art. 32. En la elaboración y adopción de sus planes de ordenamiento territorial, los municipios y distritos deberán tener en cuenta las siguientes determinantes, que constituyen normas de superior jerarquía en sus propios ámbitos de competencia, de acuerdo con la Constitución y las leyes.</p> <p>Nivel 1. Las determinantes relacionadas con la conservación, la protección del ambiente y los ecosistemas, el ciclo del agua, los recursos naturales, la prevención de amenazas y riesgos de desastres, la gestión del cambio climático y la soberanía alimentaria.</p>	Nacional

Fuente: CORNARE

CORNARE, en su Plan de Acción 2024-2027 - **“Mejor Ambiente para la Vida y el Desarrollo Sostenible”**, en el Programa 2. “Planificación y ordenamiento ambiental del territorio”, “Proyecto 2. Ordenamiento ambiental del territorio alrededor del agua y los demás recursos naturales renovables y la acción climática”, cuyo objetivo es “Incorporar las Determinantes Ambientales en el Ordenamiento Ambiental del Territorio para una adecuada Gestión Ambiental Regional y de los recursos naturales”, para lo cual estableció una de las actividades del plan “Delimitación y acotamiento de rondas hídricas”, mediante la cual, se están ejecutando los Acotamientos de las Rondas Hídricas en su jurisdicción.

Se aplicarán las orientaciones y directrices de la Oficina de Ordenamiento Ambiental del Territorio y Gestión del Riesgo y el documento de Determinantes Ambientales para el ordenamiento territorial – Versión 01 – Octubre 2024.





Definiciones

Con el fin de facilitar la lectura del documento técnico, se presentan las siguientes definiciones, en relación con el acotamiento de las rondas hídricas:

Acotamiento¹: Proceso mediante el cual la Autoridad Ambiental competente define el límite físico de la ronda hídrica de los cuerpos de agua en su jurisdicción.

Cauce permanente²: Corresponde a la faja de terreno que ocupan los niveles máximos ordinarios de un cuerpo de agua sin producir desbordamiento de sus márgenes naturales.

Ronda Hídrica³: Comprende la faja paralela a la del cauce permanente de ríos, hasta de treinta metros de ancho. Así mismo hará parte de la ronda hídrica el área de protección o conservación aferente. Tanto para la faja paralela como para el área de protección o conservación aferente se establecerán directrices de manejo ambiental, conforme a lo dispuesto en la "Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia".

Componente Hidrológico⁴: Permite el funcionamiento del sistema fluvial para los eventos extremos más frecuentes, los cuales son necesarios para la conexión de los cuerpos lóticos en el sistema fluvial, el intercambio de sedimentos, nutrientes y organismos y en general para el mantenimiento de los ciclos biológicos de las especies en estos ecosistemas.

Componente Geomorfológico: Define el área necesaria para garantizar los procesos morfodinámicos que soportan la función de transporte y almacenamiento de agua y sedimentos.

Componente Ecosistémico: 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. La franja de terreno necesaria para que se den estas dinámicas delimitará este componente.

Definición del límite físico⁵: Es el resultado de la envolvente que genera la superposición de los tres componentes preponderantes de las características físico-bióticas de este ecotono desde el punto de vista funcional: geomorfológicas, hidrológicas y ecosistémicas.

Servicios ecosistémicos⁶: 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. Los servicios ecosistémicos se clasifican en los

¹ Definiciones Decreto 2245 de 2017

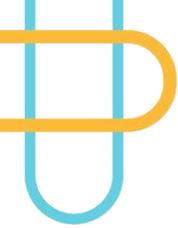
² Definiciones Decreto 2245 de 2017

³ Definiciones Decreto 2245 de 2017

⁴ Guía técnica de criterios para el acotamiento de rondas hídricas en Colombia, adoptada mediante Resolución Minambiente 0957 de 2018.

⁵ Guía técnica de criterios para el acotamiento de rondas hídricas en Colombia, adoptada mediante Resolución Minambiente 0957 de 2018.

⁶ Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos – PNGIBSE- (Minambiente, 2012).



siguientes tipos: Servicios de regulación, Servicios de soporte, Servicios de aprovisionamiento y Servicios culturales.

Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica: Considera unas directrices mínimas para el manejo ambiental de la ronda hídrica a través de estrategias de preservación, restauración o usos sostenibles. Para ello, se deben identificar los actores y servicios ecosistémicos, así como los elementos constituyentes (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) de la ronda hídrica con base en los resultados del proceso de delimitación del límite físico de la ronda y el desarrollo de la estrategia de participación.

Estrategia de Preservación: Se refiere a mantener la composición, estructura y función de la biodiversidad, conforme a su dinámica natural y evitando los posibles disturbios que ocasionen las acciones humanas.

Estrategia de Restauración: Identificar y adelantar acciones de restauración de áreas que han tenido algún tipo de intervención y donde puede restituirse el ecosistema natural, buscando conservar o restaurar corredores biológicos.

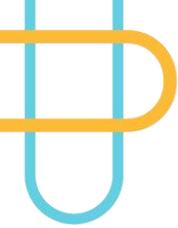
Estrategia de Uso sostenible: Permite actividades que no afectan la funcionalidad de la ronda hídrica, es decir que las actividades que allí se desarrollen no alteren los atributos actuales identificados en sus tres componentes físico-bióticos.

Metodología para el Acotamiento de Rondas Hídricas

Para la construcción de la propuesta metodológica se partió del Decreto 2245 de 2017, el cual reglamenta lo relacionado con el acotamiento de las rondas hídricas y lo define como: “Proceso mediante el cual la Autoridad Ambiental competente define el límite físico de la ronda hídrica de los cuerpos de agua en su jurisdicción”. Adicionalmente se incluyeron algunos criterios, desarrollados o contemplados en la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia, adoptada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante Resolución 0957 de 2018. Considerando las orientaciones y criterios de la Guía, de CORNARE, a través de la Oficina de Ordenamiento Ambiental del Territorio y Gestión del Riesgo, con su Equipo de Rondas Hídricas, inicia un proceso de Acotamiento de la Ronda Hídrica del Tramo quebradas La Palma – El Salado, considerando las siguientes fases y/o actividades, en concordancia con los criterios de la Guía; así:

1. Como lo orienta la Guía, en concordancia con la Fase 0:
 - Recopilación de información secundaria: Se enuncian algunas fuentes de información desde las que recopiló dicha información, la cual se describe en cada uno de los componentes (Información topográfica de detalle, con amarre a la red Geodésica Nacional; levantamiento RTK y GNSS; Imágenes LIDAR actualizadas (por sus siglas en inglés de "Light Detection and Ranging"); Modelo Digital del Terreno – MDT y Modelo Digital de Superficie – MDS actualizados; imagen ortofotogramétrica; secciones topobatimétricas; entre otros.





- Diseño de estrategia de participación.
 - Diseño de la base de datos geográficas.
 - Programación de actividades.
2. En lo que se relaciona con la Fase 1 de la Guía, se genera la delimitación del cauce permanente del tramo de estudio.
 3. En lo que se relaciona con la Fase 2 de la Guía, se desarrolla cada uno de los Componentes (Hidrológico – Hidráulico, Geomorfológico y Ecosistémico) para definir el límite físico de la ronda hídrica, además de:
 - Realizar la Zonificación Ambiental.
 - Establecer las Directrices para el manejo ambiental de las rondas hídricas.
 4. En lo que respecta a las Directrices para el manejo ambiental de las rondas hídricas, estas son necesarias para permitir manejos compatibles con la funcionalidad de la ronda hídrica, a partir de los análisis realizados en la delimitación de la misma, entre los que se consideran:
 - Evitar la generación de condiciones de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y estabilidad geotécnica.
 - Prevenir la exposición de personas, bienes o servicios a condiciones de riesgos.
 - Orientar su aprovechamiento de manera sostenible.
 - Identificar el grado de ocupación y uso de la tierra (rurales y urbanas).
 - Localizar áreas de recreación existentes o prácticas ancestrales, culturales u otras actividades antrópicas.

Las poblaciones asentadas en cercanía a las rondas hídricas, con sus distintas formas de ocupación, uso del territorio y aprovechamiento de los diferentes recursos naturales, pueden impactar significativamente las funciones que hacen parte de los diferentes componentes de la ronda hídrica; lo que requiere de aplicación de estrategias para el manejo ambiental, en las diferentes áreas con características similares en el límite físico; identificando los principales actores que tienen relación con la ronda hídrica; además los diferentes servicios ecosistémicos que se dan dentro de la misma.

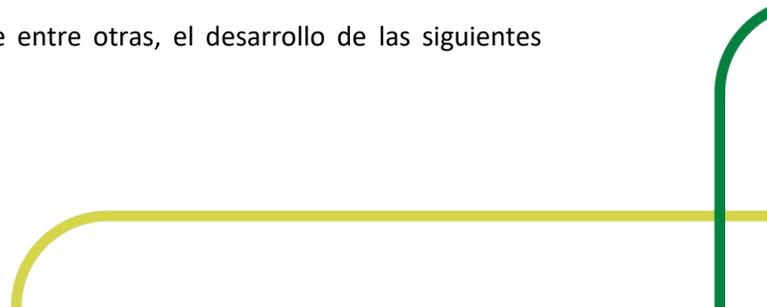
En concordancia con la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (MinAmbiente, 2012), en el sentido del logro de objetivo de conservación, se tienen estrategias relacionadas con:

- Preservación
- Restauración
- Uso sostenible

En resumen, se presentan algunas de las actividades y análisis que se realizaron en cada uno de los componentes, para la delimitación:

Delimitación del componente geomorfológico

En la delimitación de este componente se requiere entre otras, el desarrollo de las siguientes actividades:



- Identificar y clasificar las geoformas asociadas a la ronda hídrica
- Referenciar en campo evidencias asociadas a unidades morfológicas por tipologías de cuerpos de agua
- Delimitar el componente geomorfológico de la ronda hídrica

Delimitación del componente hidrológico

En la delimitación de este componente se requiere el desarrollo de las siguientes actividades:

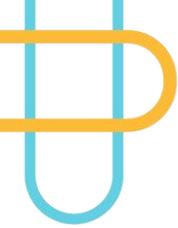
- Obtener información de niveles o caudales desde información sistemática, no sistemática, sensores remotos y fotografías aéreas, modelación hidrológica.
- Realizar análisis de frecuencia de máximos para períodos de retorno de interés
- Establecimiento y evaluación del modelo hidráulico/hidrodinámico
- Delimitar el componente hidrológico

Delimitación del componente ecosistémico

En la delimitación de este componente se requiere el desarrollo de las siguientes actividades:

- Identificar las zonas de vida
- Calcular la altura media de dosel de una comunidad vegetal(H)
- Definir la relación entre la densidad y área de drenaje por Unidad Geomorfológica (“N”).
- Delimitar el componente ecosistémico

Tal como se ha indicado anteriormente, la ronda hídrica se constituye en la envoltura de las tres componentes mencionadas.



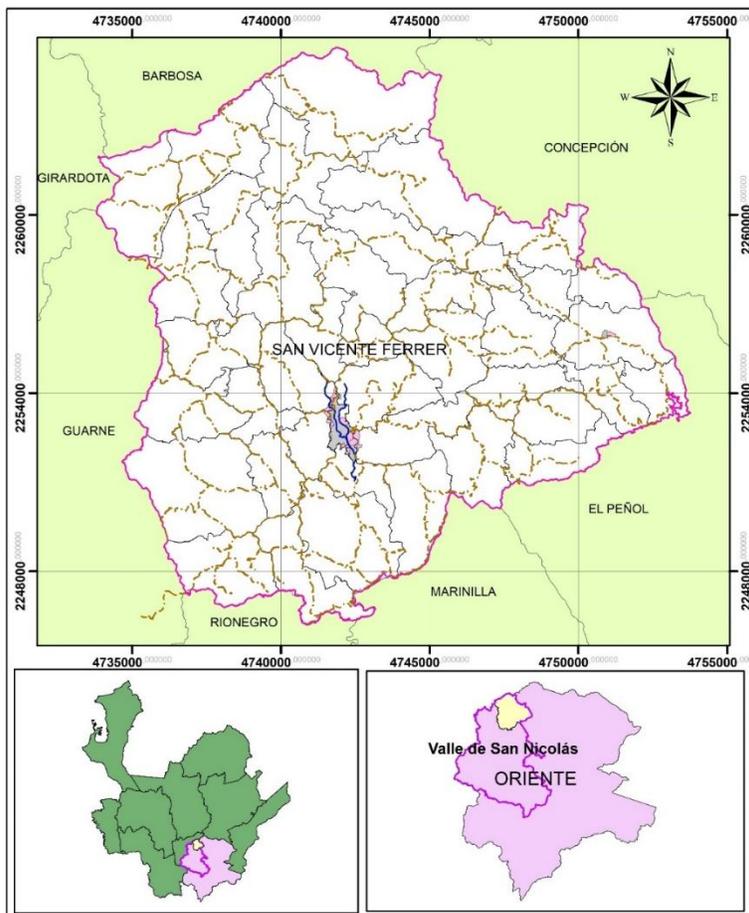
GENERALIDADES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA

1. Descripción del área de estudio y tramo quebradas La Palma - El Salado

El Municipio San Vicente Ferrer, se localiza en la subregión Oriente del departamento de Antioquia y en la Subregional Valle de San Nicolás de CORNARE, con una extensión de 243 km² aproximadamente, con dos corregimientos y 41 veredas y una población total de 23546 habitantes, con 7364 en la zona urbana y 16182 en la zona rural.

El área de estudio se suscribe al tramo de las quebradas La Palma - El Salado, con una longitud total de 7.72 km, que se localizan en su totalidad en el municipio San Vicente Ferrer (Ver **Figura 1**). La quebrada La Palma nace en la vereda San Ana y discurre de norte a sur, hacia la zona urbana o cabecera municipal de San Vicente Ferrer, con un tramo aproximado de 2.47 km, hasta confluir en la zona urbana, con la quebrada El Salado, que nace entre las veredas La Enea y Guacirú, discurre también de norte a sur, pero en el costado occidental de la cabecera municipal, con un tramo de aproximadamente 5.25 km. Estas dos quebradas se localizan entre la cabecera municipal y son afluentes de la quebrada San Antonio que hacen parte de la cuenca del río Negro.

Figura 1. Localización tramo de acotamiento quebradas La Palma - El Salado



Fuente: Elaboración propia



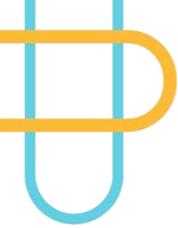
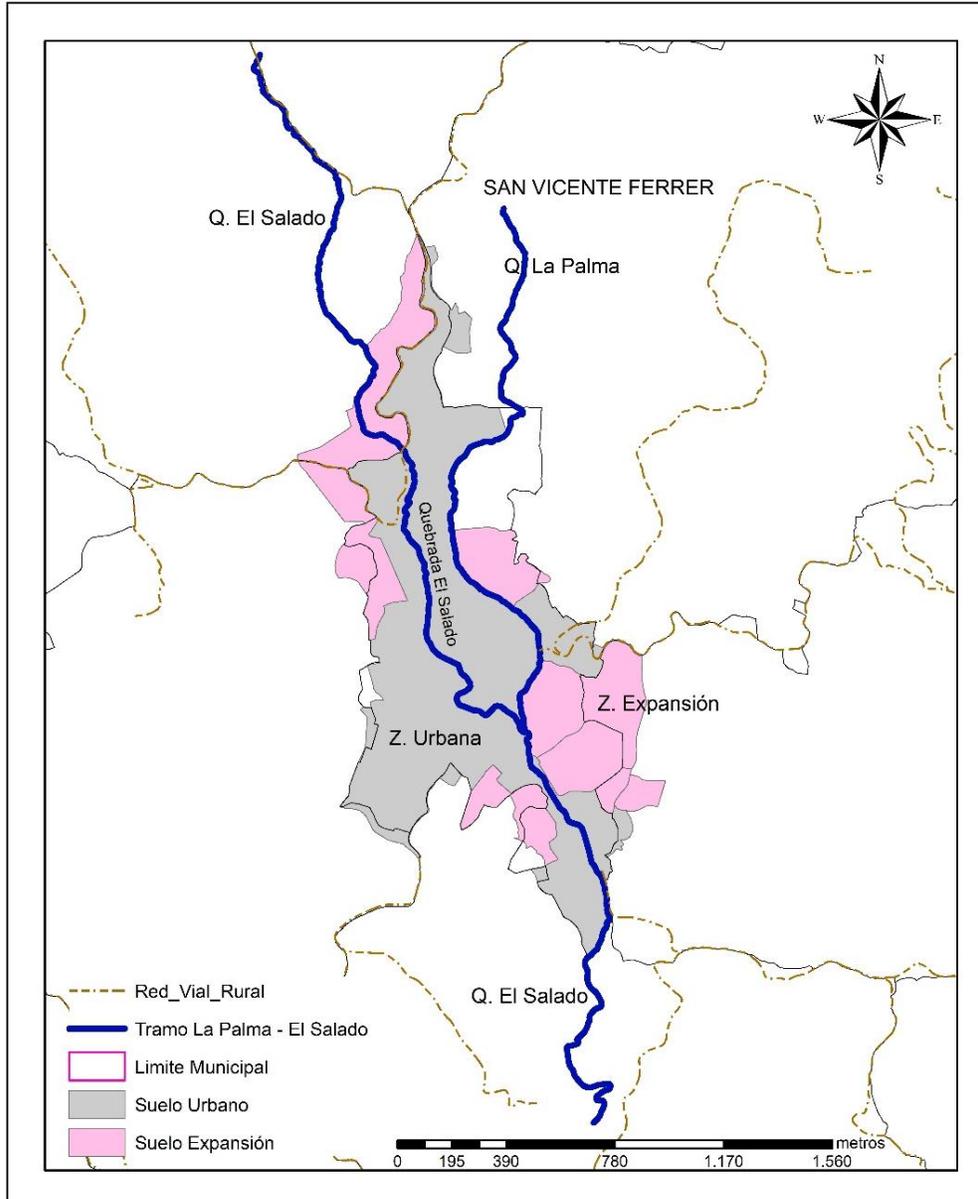


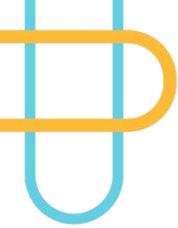
Figura 2. Localización quebradas La Palma - El Salado, en el municipio San Vicente Ferrer



Fuente: Elaboración propia

2. Insumos

Con el fin de dar inicio al proceso de acotamiento de la ronda hídrica de las Quebradas La Palma – El Salado, en el municipio San Vicente Ferrer; CORNARE, mediante la Contratación de la Topobatimetría con la firma SOLUCIONES GEOESPACIALES S.A.S. (SOLGEO S.A.S), Contrato No. S-PCM-524-2024, buscó suministrar los insumos técnicos actualizados, para realizar el acotamiento de la ronda hídrica. Esta contratación consiste en grandes rasgos de las siguientes actividades, entre otras:



- **Materialización de los mojones geodésicos (GNSS):** Los amarres geodésicos de los mojones materializados, se georreferenciaron con las bases del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (sistema geográfico Magna Sirgas), colocando un total de 10 mojones, dos (2) pares de mojones cada dos (2) kilómetros para corrección angular y de cota.

Se creó una red de diez (10) puntos rastreados con equipos GNSS de alta precisión para utilizarlos como base RTK y puntos de control en los procesos de fotogrametría y LIDAR.

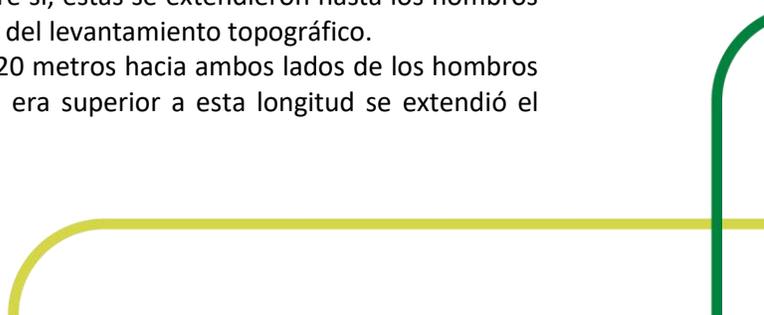
Se implementaron receptores GNSS en modo RTK (Cinemática en Tiempo Real) para el levantamiento georreferenciado de los puntos en campo.

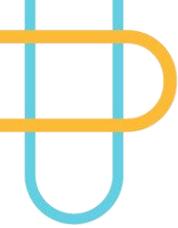
Se realizaron ajustes y comprobaciones en los datos recolectados, asegurando la correcta georreferenciación de todos los puntos GNSS.

- **Levantamiento Altiplanimétrico:** El levantamiento incluyó detalles de interés socioeconómico (paramentos de edificaciones, trazado de redes de servicio público y privado, cercas, andenes, entre otros que susciten interés, desde el punto de vista del comportamiento hidráulico, a lo largo del corredor aluvial del tramo de interés); identificando las márgenes del cauce, su geometría y los accidentes topográficos del terreno. El resultado es un plano con curvas de nivel donde se distingan los elementos antes mencionados.
- **Levantamiento mediante fotogrametría:** Se capturaron fotografías aéreas mediante drones equipados con cámaras de alta resolución. Se generaron ortomosaicos y modelos digitales de elevación (MDE) a partir de las imágenes, utilizando software especializado para garantizar alta precisión en la representación topográfica. Adicionalmente, se utilizaron los puntos de control establecidos con GNSS para alinear y validar la información fotogramétrica.
- **LIDAR (Ortofotomosaico):** Se generaron Modelos digitales: DTM (modelo digital de terreno), DMS (modelo digital de superficie) y un ortofotomosaico de una faja aproximada de 240m, en el tramo objeto de acotamiento, con alta resolución 0.25m para DTM y DMS y 0.025 para el ortofotomosaico. Modelos digitales de terreno integrados con la superficie de batimetría.
- **Ortofotomosaico de los tramos y afluentes:** Se escaneó del terreno mediante sensores LiDAR montados en drones o equipos terrestres, obteniendo nubes de puntos densas que representan la morfología del área de estudio.

Se filtró, clasificó y convirtió la nube de puntos en modelos digitales de terreno y superficie. Se realizó la superposición y comparación de los datos LIDAR con los obtenidos por levantamiento RTK-GNSS y fotogrametría para validar la consistencia de la información.

- **Levantamiento Topobatimétrico:** En cada una de las fuentes hídricas se realizó la recolección de información con equipo de ecosonda y/o Gps o RTK, generando secciones transversales espaciadas cada 10 metros entre sí, estas se extendieron hasta los hombros del cauce, realizando empalme con secciones del levantamiento topográfico. Las secciones transversales se extendieron 120 metros hacia ambos lados de los hombros del cauce. En aquellos casos que la planicie era superior a esta longitud se extendió el





levantamiento como mínimo hasta encontrar un punto en la planicie, que impida el avance de una creciente, como lo puede ser una estructura, diques naturales, un talud, muro o entre otros elementos.

Se realizó en el levantamiento en detalle específico de las estructuras hidráulicas (pilas, estribos y losas de puentes), identificando espesores de losas, de vigas y geometría en general de la obra; siempre que estas se encuentren en la faja de 240 metros de ancho de la faja del tramo en acotamiento.

Se entregaron planos con curvas de nivel en escala 1:1000 y secciones transversales incluyendo las obras hidráulicas, entre otros.

El resumen de los resultados de los estudios de topobatemetría, realizados para el tramo La Palma – El Salado, se puede apreciar un resumen en la **Figura 4**, así como el resultado de la información de los mojones geodésicos levantados – GNSS, los cuales se ubicaron en pares, de la siguiente manera:

- GNSS 1 y 2: En la vereda Guacirú y La Enea, en la parte alta al inicio del Tramo El Salado.
- GNSS 3 y 4: En la vereda Santa Ana, en la parte alta al inicio del Tramo La Palma.
- GNSS 5 y 6: En la vereda La Enea, cerca al puente nuevo y a la zona urbana.
- GNSS 7 y 8: En las veredas El Potrero y La Floresta, cerca de la zona urbana, a lado y lado de la avenida bicentenario.
- GNSS 9 y 10: En la vereda El Potrero, en la parte baja del tramo El Salado, cerca de la desembocadura.

Cada uno de los Mojones GNSS, con sus respectivos datos finales, se observan en la **Figura 3**, los cuales se integraron en los análisis para MDT, ortofotomosaico, entre otros análisis, en el acotamiento de la ronda hídrica. Así mismo, en las **Figura 4** y **Figura 5**, se muestran algunos de los resultados del estudio de topobatemetría realizado como insumo para el estudio de acotamiento de la ronda hídrica, entre los cuales están el modelo digital del terreno – MDT, Modelo digital de superficie – MDS, la información LIDAR y el ortofotomosaico.

Estos resultados se integran a los análisis de cada uno de los componentes y sirven de base para realizar las diferentes delimitaciones o modelaciones en los mismos.



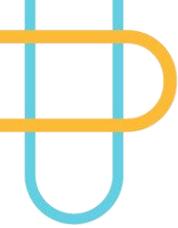
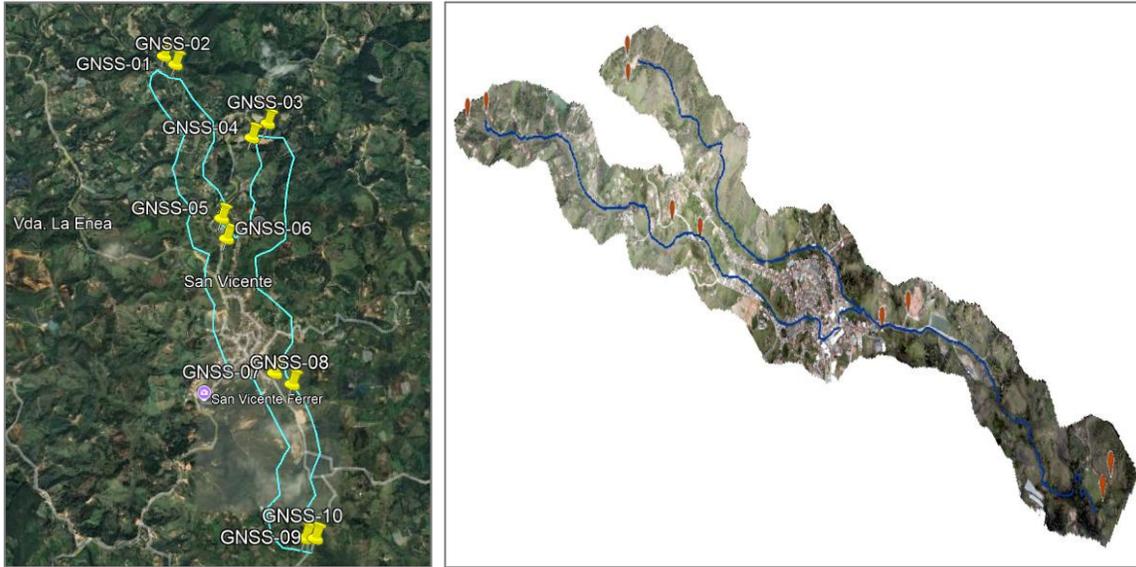


Figura 3. Puntos GNSS establecidos en el tramo quebradas La Palma – El Salado.



Puntos GNSS Tramo Quebradas La Palma - El Salado							
Punto	Norte	Este	Cota Elipsoidal	Cota Ortométrica	Cota Geométrica	Cota Nivelación GPS	Cota Definitiva
GNSS-01	2,254,888.908	4,741,283.640	2,181.491	2,156.191	-	-	2,156.191
GNSS-02	2,254,958.626	4,741,185.177	2,180.481	2,155.181	2,155.163	-	2,155.163
GNSS-03	2,254,367.805	4,742,081.391	2,206.455	2,181.155	-	2,181.100	2,181.100
GNSS-04	2,254,233.922	4,741,970.900	2,224.973	2,199.673	-	2,199.600	2,199.600
GNSS-05	2,253,562.743	4,741,726.671	2,177.602	2,152.202	-	2,152.100	2,152.100
GNSS-06	2,253,381.802	4,741,791.182	2,166.786	2,141.386	-	2,141.200	2,141.200
GNSS-07	2,252,299.728	4,742,225.358	2,155.947	2,130.547	-	2,130.600	2,130.600
GNSS-08	2,252,216.619	4,742,375.214	2,159.173	2,133.773	-	2,133.800	2,133.800
GNSS-09	2,251,028.322	4,742,605.415	2,146.153	2,120.753	-	2,121.000	2,121.000
GNSS-10	2,251,028.270	4,742,518.156	2,128.208	2,102.808	-	2,102.900	2,102.900

Fuente: Elaboración propia (con tabla – imagen, fuente: SOLGEO S.A.S 2024)



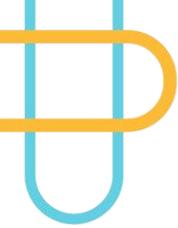
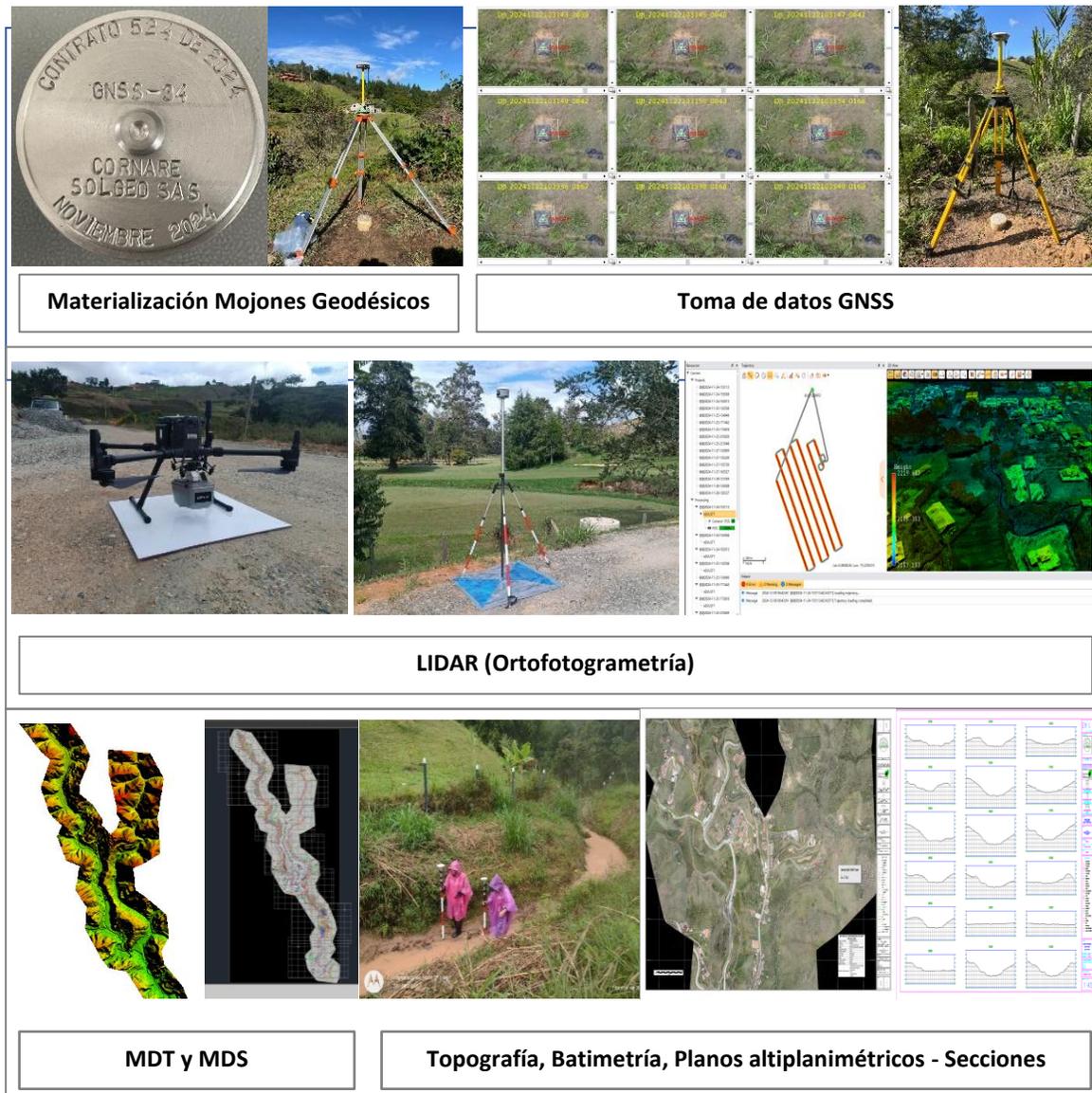


Figura 4. Actividades de la Topobatimetría realizada en las quebradas La Palma – El Salado



Fuente: Elaboración propia (Con imágenes fuente: SOLGEO S.A.S 2024)

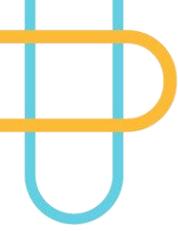
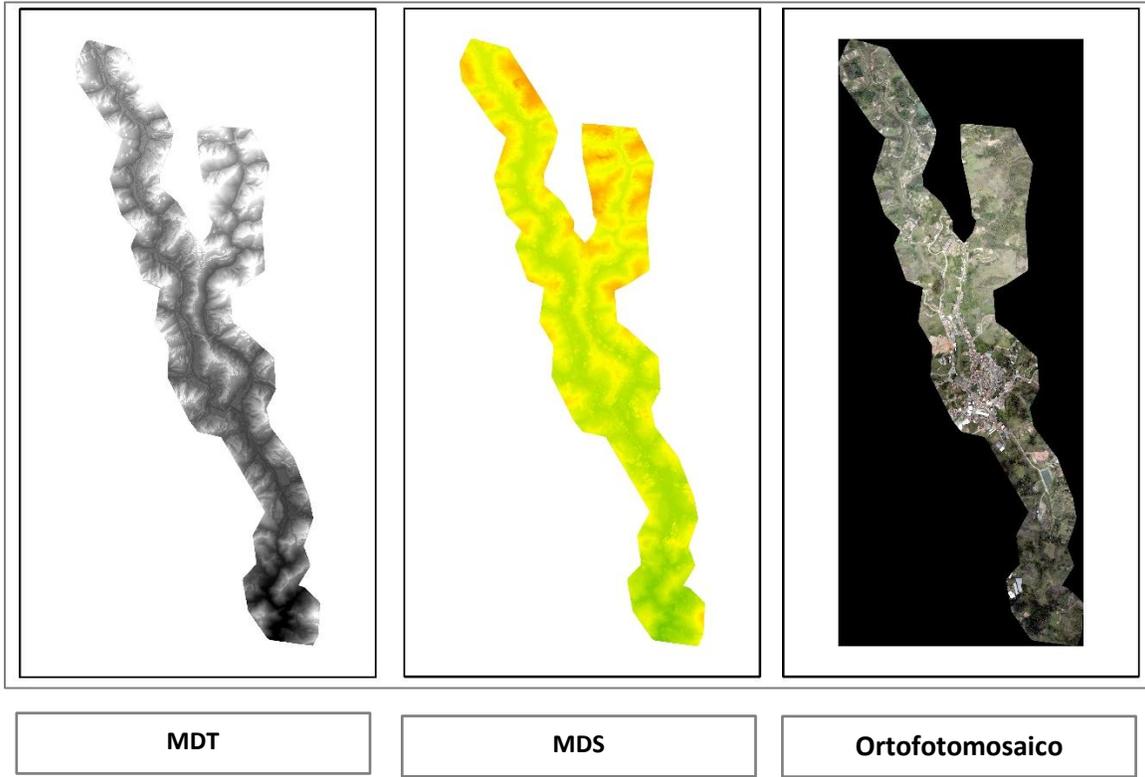
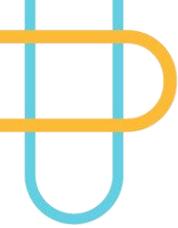


Figura 5. Modelo digital del terreno – MDT, Modelo digital de superficie – MDS y Ortofotomosaico.



Fuente: Elaboración propia (Con imágenes fuente: SOLGEO S.A.S 2024)





COMPONENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDA HÍDRICAS

1. COMPONENTE HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Con el fin de llevar a cabo la delimitación del componente hidrológico para la ronda hídrica de las quebradas La Palma y El Salado en San Vicente Ferrer, se parte de los resultados de manchas de inundación asociados a períodos de retorno de 15 y 100 años como se establece en la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia (Minambiente, 2018). Con el fin de brindar soporte a la delimitación del cauce permanente y complementar los análisis de manchas de inundación se llevan a cabo también simulaciones hidrodinámicas con caudales máximos asociados a períodos de retorno de 2.33 y 25 años.

1.1. Análisis Hidrológico

1.1.1. Delimitación de las cuencas de estudio

Para estimar caudales máximos asociados a diferentes períodos de retorno se realiza la delimitación de la cuenca hidrográfica de la quebrada El Salado teniendo en cuenta los afluentes, entre los cuales se encuentra la quebrada La Palma. La delimitación de la macrocuenca de la quebrada El Salado se realiza con punto de interés hidrológico en la confluencia con la quebrada El Molino, en la jurisdicción municipal de San Vicente Ferrer.

Para realizar la delimitación de las sub cuencas hidrográficas objeto de estudio se utiliza como insumo la red hidrográfica disponible en la jurisdicción de la corporación escala 1:10.000, además del modelo de elevación digital del terreno (DEM) con resolución espacial de 1.0 m. Los insumos para el trazado de las cuencas deben pasar por una serie de procesos que permiten la preparación del DEM, para generar de la forma más precisa posible la dirección de flujo sobre el terreno. Por ello, se eliminan las fuentes y sumideros, que no permiten que el flujo circule según la forma del terreno, posteriormente, se calculan los mapas de dirección y acumulación de flujo y se realiza la subdivisión de microcuencas.

A continuación, en la **Figura 6** se muestra la delimitación de las subcuencas y la cuenca hidrográfica de la quebrada El Salado, en contraste con el modelo de elevación utilizado y la red de drenaje.



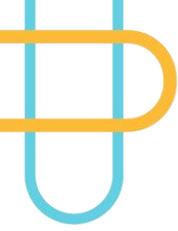
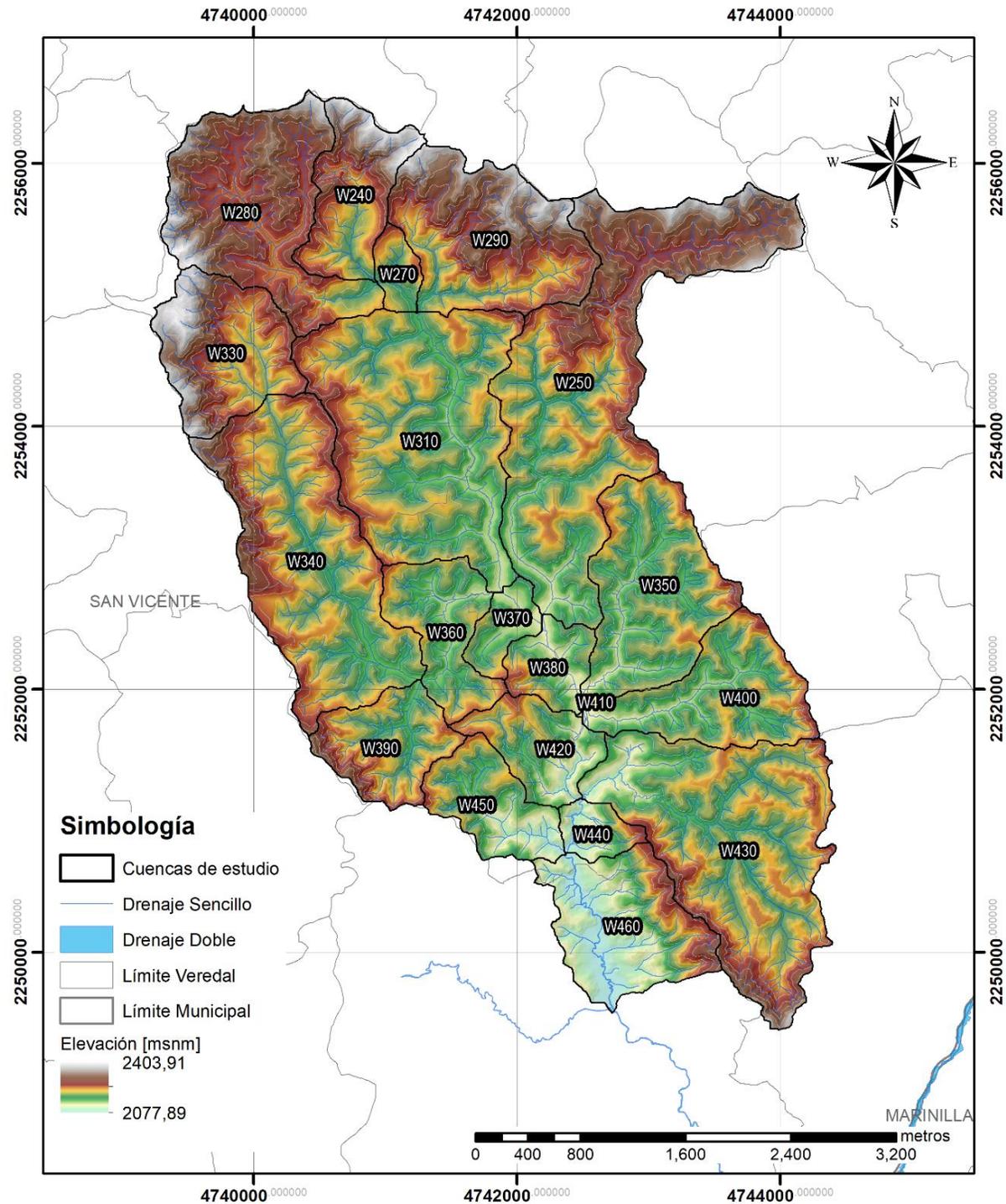


Figura 6 Delimitación de subcuencas y cuenca hidrográfica de la quebrada El Salado



1.1.2. Parámetros morfométricos

Los aspectos básicos que deben abordarse cuando se realiza la caracterización hidrológica de determinado grupo de cuencas, incluyen una correcta descripción de cada una de ellas

considerando datos relativos a su área, tamaño, perímetro y ancho, así como aspectos generales, longitud y densidad en cuanto a la red de drenaje y, finalmente, otros parámetros de relieve y parámetros de forma (Ibáñez Asensio, Héctor, & Juan M.I). Los parámetros morfométricos y los factores de forma se obtienen a partir del análisis de la morfometría de la divisoria de aguas de cada subcuenca, su red de drenaje y la topografía asociada.

Los parámetros morfométricos estimados para cada una de las subcuencas de la quebrada El Salado incluyendo la macrocuenca, se presentan a continuación entre la **Tabla 2** y la **Tabla 3**.

Tabla 2. Parámetros morfométricos (1)

Parámetro	W240	W250	W280	W290	W310
Nombre	Qda. El Molino	Qda. La Palma	Qda. El Salado Arriba	Corriente NN 1	Directos El Salado
Área (km ²)	0.75	3.06	1.67	1.45	2.57
Perímetro (km)	5.59	15.54	8.72	6.88	9.74
Coefficiente de compacidad (Kc)	1.82	2.50	1.90	1.61	1.72
Longitud de la cuenca (km)	1.45	3.47	1.92	1.43	2.19
Ancho de la cuenca (km)	0.52	0.88	0.87	1.01	1.17
Cota menor de la cuenca (msnm)	2156.00	2124.00	2156.00	2149.14	2130.00
Cota mayor de la cuenca (msnm)	2363.82	2339.17	2400.99	2352.79	2256.95
Altitud media (msnm)	2241.72	2213.63	2249.45	2243.54	2179.09
Longitud del cauce principal (km)	1.37	3.67	2.01	1.42	2.36
Pendiente media de la cuenca (%)	45.70	39.74	38.34	43.36	34.80
Cota mayor cauce principal (msnm)	2288.00	2284.00	2234.00	2288.00	2149.00
Pendiente media cauce principal (%)	9.64	4.36	3.88	9.76	0.81
Factor de forma Kf	0.38	0.24	0.43	0.71	0.50

Tabla 3. Parámetros morfométricos (2)

Parámetro	W330	W340	W350	W360
Nombre	Qda. La Enea Arriba	Qda. La Enea intermedio	Qda. Los Puentes	Qda. La Enea Abajo
Área (km ²)	1.00	2.23	1.34	0.68
Perímetro (km)	5.51	9.85	6.96	5.65
Coefficiente de compacidad (Kc)	1.56	1.86	1.69	1.94
Longitud de la cuenca (km)	1.16	2.45	1.83	1.09
Ancho de la cuenca (km)	0.86	0.91	0.74	0.62
Cota menor de la cuenca (msnm)	2174.00	2143.00	2121.00	2130.00
Cota mayor de la cuenca (msnm)	2404.43	2333.00	2264.71	2232.95
Altitud media (msnm)	2249.81	2197.76	2169.64	2168.15
Longitud del cauce principal (km)	0.90	2.59	1.37	0.97
Pendiente media de la cuenca (%)	44.72	35.94	39.09	35.81
Cota mayor cauce principal (msnm)	2238.00	2175.00	2138.00	2144.00
Pendiente media cauce principal (%)	7.13	1.24	1.24	1.44
Factor de forma Kf	0.96	0.35	0.54	0.64

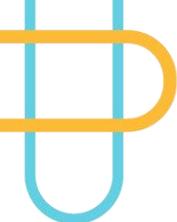


Tabla 4. Parámetros morfométricos (3)

Parámetro	W390	W400	W430
Nombre	Corriente NN 2	Corriente NN 3	Corriente NN 4
Área (km ²)	0.68	1.02	2.47
Perímetro (km)	4.76	6.47	10.43
Coeficiente de compacidad (Kc)	1.62	1.80	1.87
Longitud de la cuenca (km)	1.02	1.81	2.30
Ancho de la cuenca (km)	0.67	0.56	1.07
Cota menor de la cuenca (msnm)	2143.01	2121.00	2095.11
Cota mayor de la cuenca (msnm)	2303.87	2252.33	2310.00
Altitud media (msnm)	2195.33	2169.18	2186.26
Longitud del cauce principal (km)	0.97	2.00	2.83
Pendiente media de la cuenca (%)	45.14	40.81	39.47
Cota mayor cauce principal (msnm)	2225.00	2218.00	2237.00
Pendiente media cauce principal (%)	8.45	4.85	5.02
Factor de forma Kf	0.69	0.28	0.38

Tabla 5. Parámetros morfométricos (4)

Parámetro	W430	W450	W460	El Salado
Nombre	Corriente NN 4	Corriente NN 5	Qda. El Salado Arriba	El Salado
Área (km ²)	2.47	0.61	1.10	22.20
Perímetro (km)	10.43	4.55	6.45	26.53
Coeficiente de compacidad (Kc)	1.87	1.64	1.73	1.59
Longitud de la cuenca (km)	2.30	0.98	1.20	7.51
Ancho de la cuenca (km)	1.07	0.63	0.92	2.96
Cota menor de la cuenca (msnm)	2095.11	2087.11	2077.66	2077.66
Cota mayor de la cuenca (msnm)	2310.00	2234.94	2270.00	2404.43
Altitud media (msnm)	2186.26	2153.75	2140.44	2196.75
Longitud del cauce principal (km)	2.83	0.49	1.37	8.24
Pendiente media de la cuenca (%)	39.47	39.18	35.60	38.83
Cota mayor cauce principal (msnm)	2237.00	2102.00	2087.00	2234.90
Pendiente media cauce principal (%)	5.02	3.04	0.68	1.91
Factor de forma Kf	0.38	1.28	0.67	0.36

1.1.3. Tiempos de concentración

El tiempo de concentración (T_c) es una variable de gran importancia dentro del diseño hidrológico, especialmente en estimaciones de caudales máximos basados en la respuesta de cuencas ante eventos de precipitación de diseño, como es el caso del presente estudio de acotamiento. La variable tiempo de concentración depende de las características físicas de la cuenca. El tiempo de concentración se define como el tiempo requerido para que, durante un evento de lluvia, todos los puntos de la cuenca estén contribuyendo de manera simultánea a la generación de flujo en el sitio de descarga o punto de salida, alcanzando un estado de aporte estacionario (Chow, Maidment, &

Mays, Hidrología Aplicada, 1994). Se simplifica como el tiempo que tarda en llegar una gota de agua precipitada en el punto hidrológicamente más alejado hasta el punto de descarga de la cuenca (Linsley, Kohler, & Paulus, 1975).

Las expresiones más conocidas y ampliamente utilizadas para estimar el tiempo de concentración están dadas en términos de los parámetros morfométricos, estas expresiones típicas y que fueron utilizadas se enuncian en la **Tabla 6**. Una vez estimado el T_c por cada método, mediante criterios estadísticos se utiliza una banda de confianza simple ($\mu \pm \sigma$) para descartar valores extremos y se recalcula el promedio sobre los valores que se encuentren dentro del intervalo.

Tabla 6. Fórmulas empíricas para estimar el tiempo de concentración

Método	Ecuación	Variables
Témez	$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S_0^{0.25}} \right)^{0.75}$	Tc: Tiempo de concentración, en [h]
		L: Longitud del cauce principal, en [km]
		So: Pendiente media del canal principal, en [%]
Kirpich	$T_c = 0.066 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$	Tc: Tiempo de concentración, en [h]
		L: Longitud desde la estación de aforo hasta la divisoria, siguiendo el cauce principal [km]
		S: Diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente sobre L [m/m]
California Culverts Practice	$T_c = \left(\frac{11.9 L^3}{H} \right)^{0.385}$	Tc: Tiempo de concentración [h]
		L: Longitud del cauce principal hasta la divisoria [millas]
		H: Diferencia de cotas entre el punto de interés y la divisoria [ft]
Giandiotti	$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 L}{25.3 \sqrt{L S_0}}$	Tc: Tiempo de concentración [h]
		A: Área de la cuenca [km ²]
		L: Longitud del cauce principal [km]
		So: Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente sobre L [m/m]
SCS-Ranser	$T_c = 0.947 \left(\sqrt{\frac{L_c^3}{H}} \right)^{0.385}$	Tc: Tiempo de concentración [h]
		Lc: Longitud desde la estación de aforo hasta la divisoria, siguiendo el cauce principal [km]
		H: Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente [ft]
Bransby - Williams	$T_c = \frac{F L}{A^{0.1} S_0^{0.2}}$	Tc: Tiempo de concentración [h]
		L: Longitud de la cuenca [km]

Método	Ecuación	Variables
		A: Área de la cuenca [km ²] So: diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente sobre L [m/m.] F: factor por unidades 14.7 si el área está en kilómetros cuadrados.
Johnstone y Cross	$T_c = 5 \left(\frac{L}{\sqrt{S_0}} \right)^{0.5}$	Tc: Tiempo de concentración [h] L: Longitud del cauce principal [millas] So: Diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente dividida por L [%]
Passini	$T_c = \frac{\beta (A L)^{\frac{1}{3}}}{S_0^{0.5}};$ $0.04 \leq \beta \leq 0.1$	Tc: Tiempo de concentración [h] L: Longitud de la cuenca [km] A: Área de la cuenca [km ²] So: diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente sobre L [m/m]

Los tiempos de concentración estimados para cada subcuenca por cada uno de los métodos se muestran a continuación, entre la **Tabla 7** y la

Tabla 10. Se tiene en cuenta el tiempo de retorno mínimo para diseño establecido en el capítulo 2.1 del Manual de Drenaje de Carreteras del INVIAS de 15 minutos.

Tabla 7. Tiempos de concentración (1)

Código	Tiempo de concentración [min]				
	W240	W250	W280	W290	W310
Nombre	Qda. El Molino	Qda. La Palma	Qda. El Salado Arriba	Corriente NN 1	Directos El Salado
Témez	14.91	36.21	23.54	15.30	35.70
Kirpich	12.42	36.00	23.66	12.73	49.10
California Culverts Practice	10.48	32.28	15.30	11.04	23.75
Giandotti	36.01	74.13	69.48	44.23	171.15
SCS - Ramser	10.47	32.25	15.29	11.03	23.73
Johnstone - Cross	58.29	116.33	88.56	59.22	142.30
Bransby - Williams	33.10	90.26	53.69	32.10	82.82
Passini	19.50	64.36	45.57	24.45	121.89
Promedio	24.40	60.23	41.89	26.26	81.30
Desv Est	16.92	31.59	27.19	17.78	57.55
Banda superior	41.32	91.82	69.08	44.04	138.86
Banda inferior	7.48	28.64	14.69	8.48	23.75
Promedio recalculado	19.56	52.21	29.51	17.77	56.16
Tc seleccionado	19.56	52.21	29.51	17.77	56.16

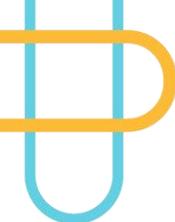


Tabla 8. Tiempos de concentración (2)

Código	Tiempo de concentración [min]			
	W330	W340	W350	W360
Nombre	Qda. La Enea Arriba	Qda. La Enea intermedio	Qda. Los Puentes	Qda. La Enea Abajo
Témez	11.48	35.28	21.92	16.46
Kirpich	10.06	44.67	27.39	19.82
California Culverts Practice	6.18	22.61	12.10	9.24
Giandotti	50.06	130.67	121.78	95.17
SCS - Ramser	6.17	22.59	12.09	9.23
Johnstone - Cross	50.85	133.82	97.41	78.96
Bransby - Williams	22.36	84.48	47.12	34.69
Passini	21.64	96.78	66.10	43.47
Promedio	22.35	71.36	50.74	38.38
Desv Est	18.41	46.30	41.12	32.59
Banda superior	40.76	117.66	91.86	70.97
Banda inferior	3.94	25.06	9.62	5.79
Promedio recalculado	12.98	51.07	31.12	22.15
Tc seleccionado	15.00	51.07	31.12	22.15

Tabla 9. Tiempos de concentración (3)

Código	Tiempo de concentración [min]		
	W390	W400	W430
Nombre	Corriente NN 2	Corriente NN 3	Corriente NN 4
Témez	11.79	22.49	29.00
Kirpich	10.01	21.63	27.89
California Culverts Practice	7.77	19.34	23.89
Giandotti	39.46	53.63	66.26
SCS - Ramser	7.76	19.32	23.87
Johnstone - Cross	50.68	83.55	98.56
Bransby - Williams	24.27	53.67	69.07
Passini	18.01	34.56	51.18
Promedio	21.22	38.52	48.72
Desv Est	16.02	23.24	27.43
Banda superior	37.24	61.76	76.15
Banda inferior	5.20	15.29	21.28
Promedio recalculado	13.27	28.50	41.59
Tc seleccionado	15.00	28.50	41.59

Tabla 10. Tiempos de concentración (4)



Código	Tiempo de concentración [min]		
	W450	W460	El Salado
Nombre	Corriente NN 5	Qda. El Salado Arriba	El Salado
Témez	8.56	24.49	77.55
Kirpich	8.78	34.44	92.24
California Culverts Practice	3.65	10.80	69.96
Giandotti	75.06	153.53	186.63
SCS - Ramser	3.64	10.79	69.89
Johnstone - Cross	46.52	113.03	214.30
Bransby - Williams	15.22	54.09	196.10
Passini	23.03	83.39	246.56
Promedio	23.06	60.57	144.15
Desv Est	25.31	51.95	73.74
Banda superior	48.37	112.52	217.89
Banda inferior	-2.25	8.61	70.42
Promedio recalculado	10.48	36.33	129.52
Tc seleccionado	15.00	36.33	129.52

1.1.4. Análisis de información hidroclimática

Dentro de las actividades fundamentales para el análisis hidrológico se encuentra la revisión y análisis de la información disponible relacionada con la precipitación en la región, dicha revisión, permitió consolidar la información que debe ser procesada para la construcción del modelo hidrológico. Entre la información que se encuentra disponible en la región de estudio, se encuentran estaciones de precipitación diaria a cargo del IDEAM, estaciones de curvas IDF del IDEAM y estaciones pluviográficas de EPM. A continuación, en la **Figura 7** se presenta la ubicación de las estaciones de registro de información hidroclimática disponibles en la zona. Por otra parte, en la **Tabla 11** se presenta la longitud de registro y porcentaje de datos faltantes de cada una de las estaciones de precipitación diaria.

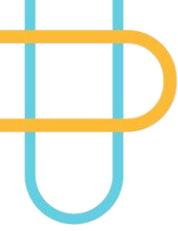
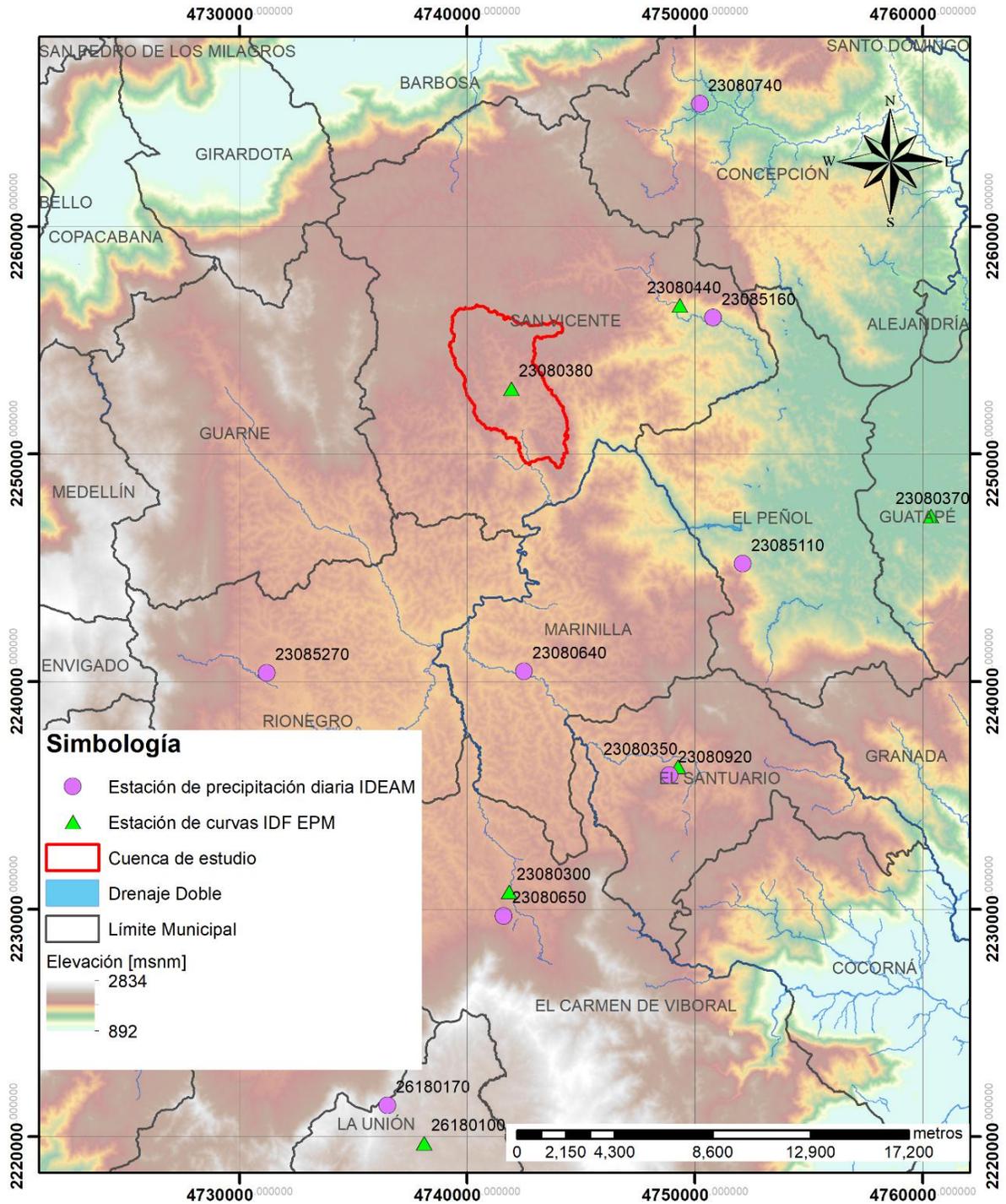


Figura 7. Ubicación de las estaciones de registro de información hidroclimática disponibles en la zona de estudio.



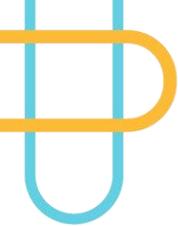


Tabla 11. Longitud de registro y porcentaje de datos faltantes en las series de precipitación

Código	Nombre	Periodo de registro		Categoría	Longitud [años]	% faltantes
		Año inicial	Año final			
26180170	La Unión	1970	Activa	Pluviométrica	54	3 %
23080640	Marinilla	1973	Activa	Pluviométrica	51	11 %
23085110	El Peñol	1973	Activa	Climática Ordinaria	51	7 %
23080650	Campoalegre	1973	Activa	Pluviométrica	51	2 %
23085270	Apt. José María Córdova	1973	Activa	Sinóptica principal	51	13 %
23080920	Santuario	1992	Activa	Pluviográfica	32	3 %
23080740	Concepción	1975	Activa	Pluviométrica	49	0.1 %
23085160	Corrientes	1975	2024	Climática Ordinaria	49	9 %

2.1.4.1 Reconstrucción de series de precipitación

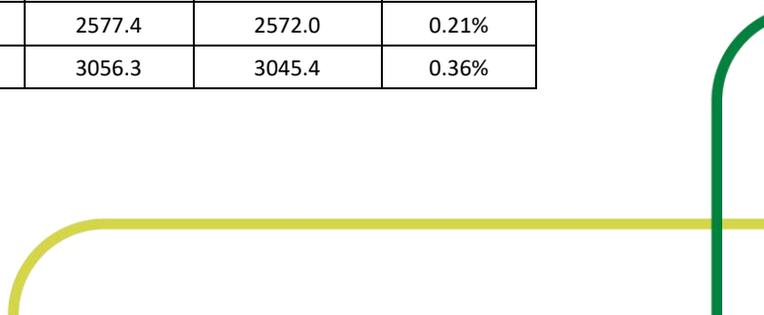
Con el fin de aumentar la consistencia de los registros de precipitación diaria de las estaciones a ser usadas en la modelación hidrológica, se realiza la reconstrucción de los datos faltantes mediante el método de Razones Promedio (UNESCO Regional Office for Science and Technology for Latin America and the Caribbean, 1982), se parte de estaciones vecinas, utilizando la precipitación media anual como estándar de comparación. El método estima los datos faltantes en el registro de una estación, a partir de la siguiente ecuación, donde P_x es el dato faltante, N_x es el promedio de la precipitación anual en la estación dada, P_n es el registro existente en la fecha faltante de cada una de las estaciones vecinas, N_m , la media correspondiente a cada estación vecina y M es el número de estaciones que se utilizan para realizar la reconstrucción.

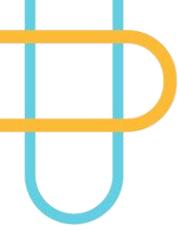
$$P_x = \frac{N_x}{M} \left(\frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \dots + \frac{P_m}{N_m} \right)$$

En la **Tabla 12** se presentan los resultados de la reconstrucción, mostrando las diferencias entre las precipitaciones medias anuales de las estaciones originales y las reconstruidas.

Tabla 12. Precipitaciones medias anuales de las series históricas y reconstruidas

Estación	Período de Reconstrucción	P media anual [mm/año]		Diferencia
		Original	Reconstruidos	
UNION LA [26180170]	1978 - 2024	1992.5	1993.3	0.04%
MARINILLA [23080640]	1978 - 2024	1972.5	1968.2	0.22%
PENOL EL [23085110]	1978 - 2024	2574.3	2569.1	0.20%
CAMPOALEGRE [23080650]	1978 - 2024	2697.8	2703.1	0.20%
AEROPUERTO J.M. CORDOVA - AUT [23085270]	1978 - 2024	1995.6	1994.8	0.04%
SANTUARIO [23080920]	1978 - 2024	2577.4	2572.0	0.21%
CONCEPCION [23080740]	1978 - 2024	3056.3	3045.4	0.36%





CORRIENTES [23085160]	1978 - 2024	2637.0	2822.4	6.57%
-----------------------	-------------	--------	--------	-------

2.1.4.2 Análisis de homogeneidad y tendencias de la precipitación en la región

El análisis y modelación de registros hidrológicos a menudo asume que los datos se rigen por la hipótesis de estacionariedad, que implica que la función de distribución de probabilidades no cambia con el tiempo (Poveda & Álvarez, 2012), sin embargo, se sabe que sí existen cambios y/o tendencias en las series temporales, lo que sugiere el rechazo de la hipótesis planteada. por lo que es importante identificar las variaciones de cada una de las series de precipitación. El análisis de homogeneidad se realiza para verificar la calidad de la información disponible, y consiste en calcular estadísticos de prueba para la media y la varianza del conjunto de datos

Las pruebas estadísticas utilizadas son: la prueba T simple, T modificada y suma de rangos de Wilcoxon o Mann – Whitney; para detectar una posible tendencia en la media de un registro de datos se utiliza la prueba T, y para identificar cambios en la varianza se recurre a las pruebas F simple, F modificada y la Ansari – Bradley. El análisis se practica a escala mensual

En la



Tabla 14 se consignan los resultados obtenidos tras realizar las pruebas de hipótesis en los diferentes registros de precipitación que tienen influencia sobre la zona de estudio. El período de análisis en todos los casos es entre 1971 y 2023. En caso de obtener «No» significa que la prueba rechaza la hipótesis nula y la diferencia entre medias ó varianzas es diferente de cero, por el contrario, si se «Acepta» se indica el año en el cual se presenta el salto, es un indicador de que la prueba no rechaza la hipótesis nula y existe homogeneidad o igualdad de varianzas o en la media, así como la tendencia. Los resultados se presentan de manera gráfica entre la **Figura 8** y la **Figura 15**.

Tabla 13. Resultados del análisis de homogeneidad y tendencias (1)

Estación		La Unión	Marinilla	El Peñol	Campoalegre
Tendencia		Decreciente	Decreciente	No	Creciente
Cambio en la media	T simple	1993	1990, 1999	1998	1988 - 2010
	T mod	No	2005 - 2019	No	1990 - 2006
	Wilcoxon	1992	1993-2019	2022	1988 - 2008
	Año cambio	Tendencia	Tendencia	1998	Tendencia
Cambio en la varianza	F simple	1980,2010-2020	1996, 2011	1986, 2002	No
	F mod	2016	No	No	No
	Ansari-B	No	No	No	No
	Año cambio	No cambio	No cambio	No cambio	No cambio

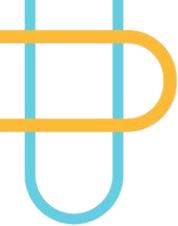


Tabla 14. Resultados del análisis de homogeneidad y tendencias (2)

Estación		Apto. JMC	Santuario	Concepción	Corrientes
Tendencia		No	No	No	No
Cambio en la media	T simple	1994 - 2007	09/22,	79-81, 97-99, 05	97-00, 02-07
	T mod	03/98, 01/04	No	No	No
	Wilcoxon	12/1997, 01/04	07/22,	80-81, 97-99, 22-23	97-00, 02-07, 22-23
	Año cambio	2004	44743	No cambio	No cambio
Cambio en la varianza	F simple	1990 - 2011	No	45352	09/22, 06/24
	F mod	No	05/24,	No	No
	Ansari-B	No	No	No	No
	Año cambio	No cambio	No cambio	No cambio	No cambio

Figura 8. Serie de lluvia mensual en la estación La Unión y sus respectivos cambios detectados

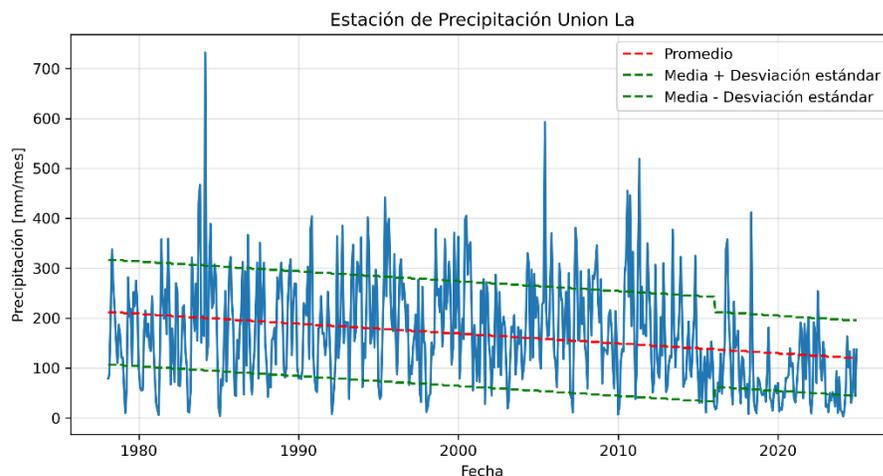
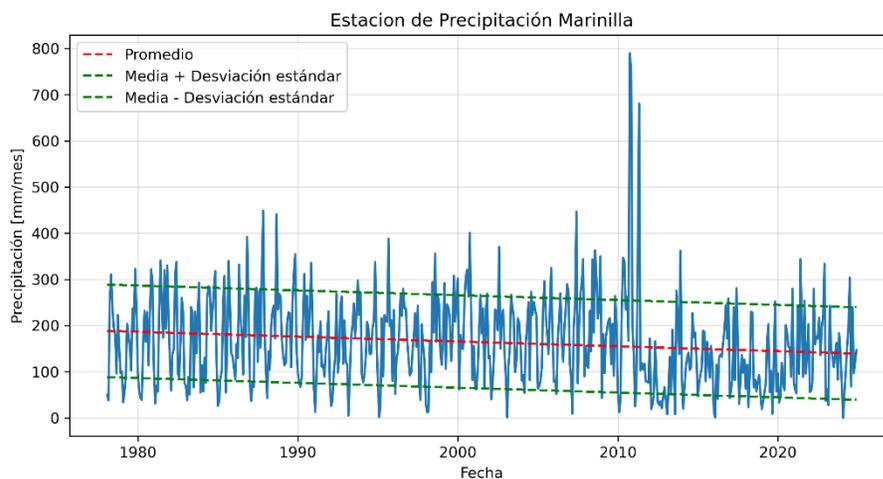


Figura 9. Serie de lluvia mensual en la estación Marinilla y sus respectivos cambios detectados



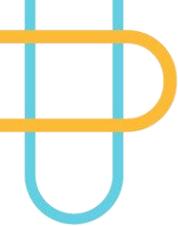


Figura 10. Serie de lluvia mensual en la estación El Peñol y sus respectivos cambios detectados

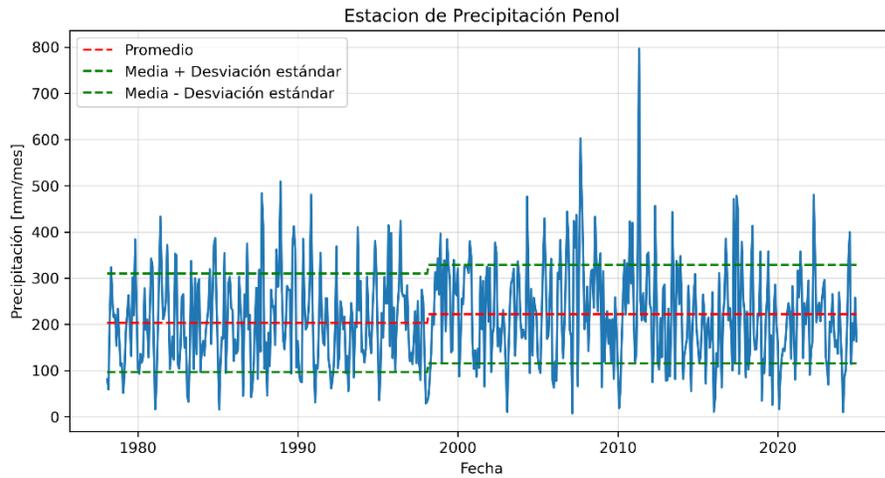


Figura 11. Serie de lluvia mensual en la estación Campoalegre y sus respectivos cambios detectados

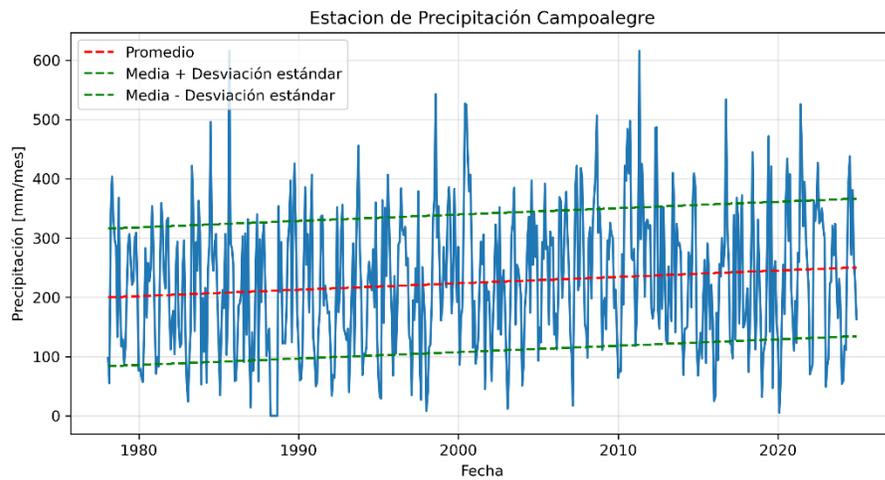


Figura 12. Serie de lluvia mensual en la estación Apto JMC y sus respectivos cambios detectados



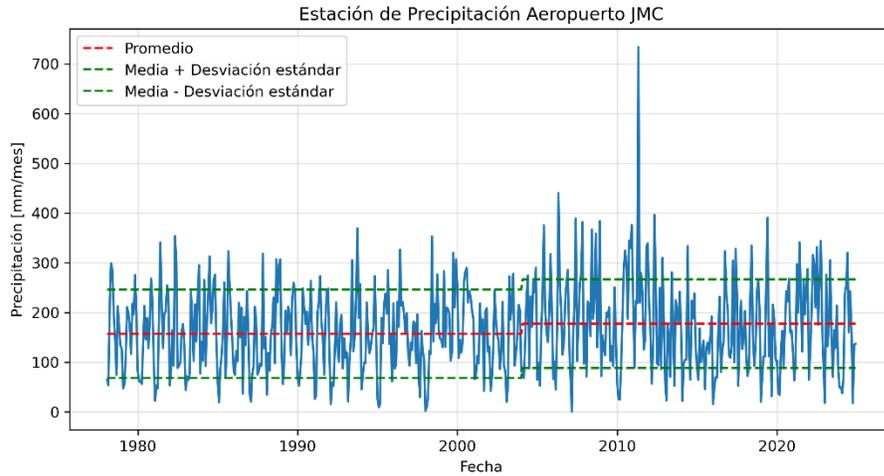
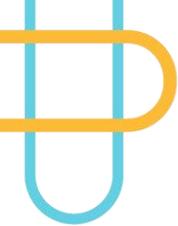


Figura 13. Serie de lluvia mensual en la estación Santuario y sus respectivos cambios detectados

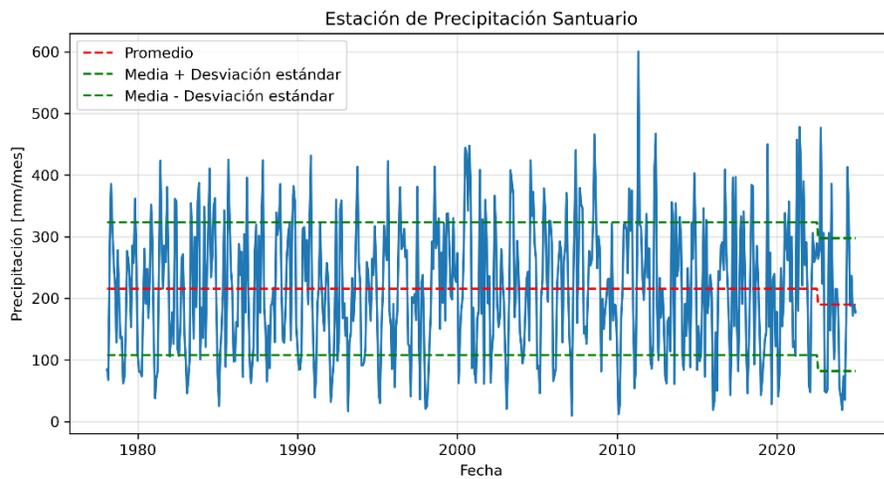
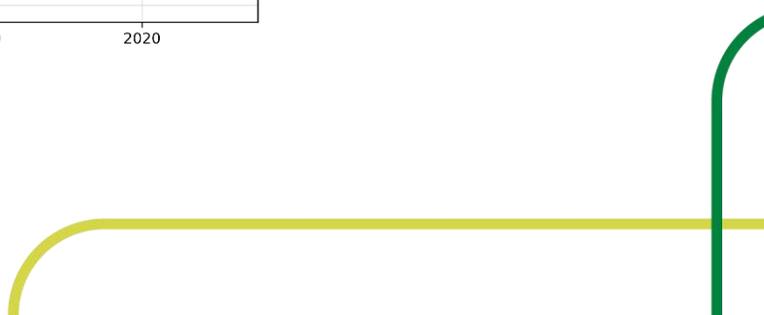
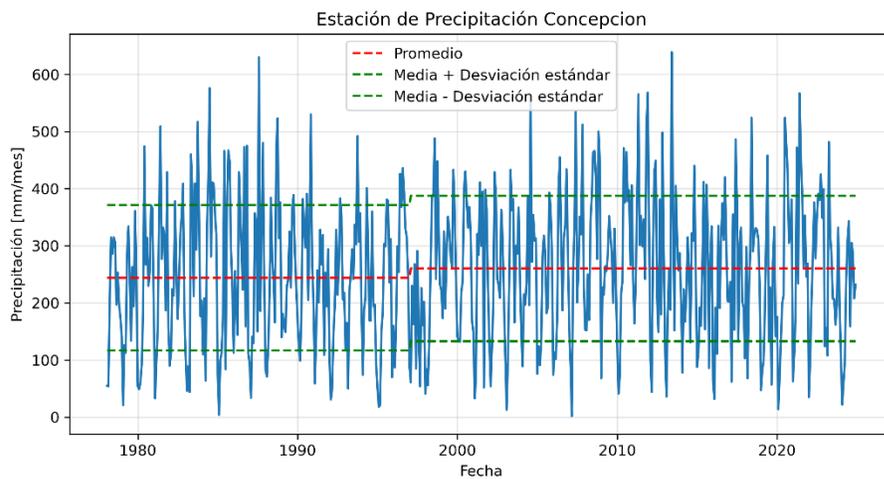


Figura 14. Serie de lluvia mensual en la estación Concepción y sus respectivos cambios detectados



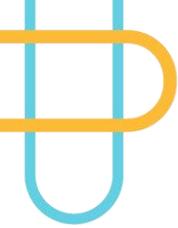
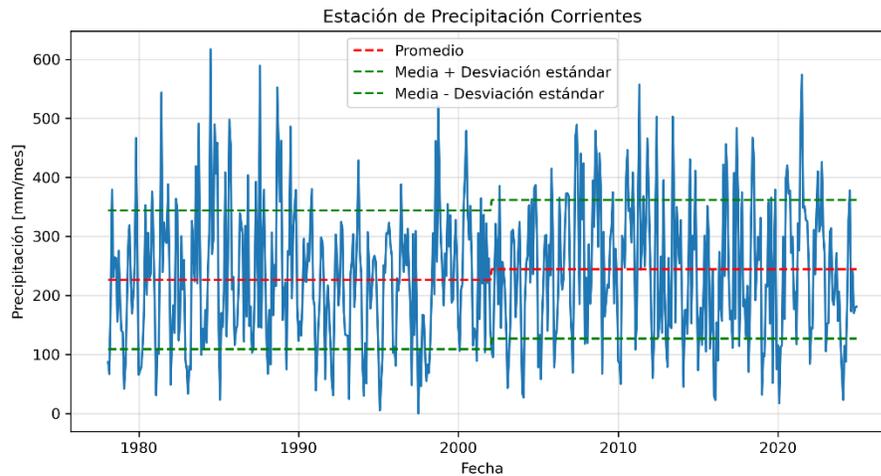


Figura 15. Serie de lluvia mensual en la estación Corrientes y sus respectivos cambios detectados



2.1.4.3 Escalamiento de intensidad de lluvia

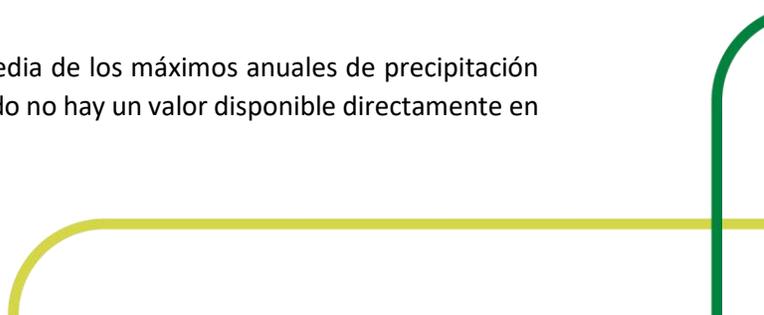
Las curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia IDF relacionan estadísticamente la intensidad de un evento de precipitación, su duración y su frecuencia de ocurrencia, esto último representado por el periodo de retorno T_r . Las curvas IDF son una herramienta frecuentemente usada en el diseño hidrológico, y en este caso, se utilizan para la definición de la intensidad de la precipitación de diseño en la cuenca.

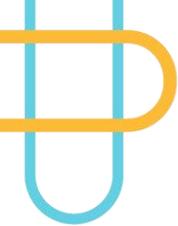
Partiendo de la información de precipitación diaria, se aplica la metodología definida por (Wilches, 2001) para la estimación de las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia para cada una de las estaciones que se encuentran en el área de estudio. Este método se basa en el escalamiento simple de las precipitaciones máximas según las características específicas de cada estación, observándose que en general el método funciona bien para estaciones ubicadas en Antioquia (Pizarro, Wilches, & Alzate, 2014)

(Wilches, 2001) propuso una ecuación para estimar la intensidad de la precipitación para cualquier periodo de retorno y duración $I_{q,d}$, en función de la intensidad máxima de la lluvia registrada en un periodo de 24 horas I_{24} , la inversa de la función de distribución de probabilidad acumulada Normal asociada a una probabilidad de no excedencia asociada al periodo de retorno en evaluación ϕ_q , el coeficiente de variación CV , la duración de la precipitación d , la duración de referencia d_{24} (24 horas), y un exponente de escalamiento θ . La ecuación para el cálculo de $I_{q,d}$ en función de las variables enunciadas anteriormente se presenta a continuación:

$$I_{q,d} = I_{24} \frac{\phi_q \sqrt{\ln(1 + CV^2)}}{\sqrt{1 + CV^2}} \left(\frac{d}{d_{24}} \right)^\theta$$

La intensidad de referencia I_{24} se asume como la media de los máximos anuales de precipitación diaria. Respecto al coeficiente de escalamiento, cuando no hay un valor disponible directamente en

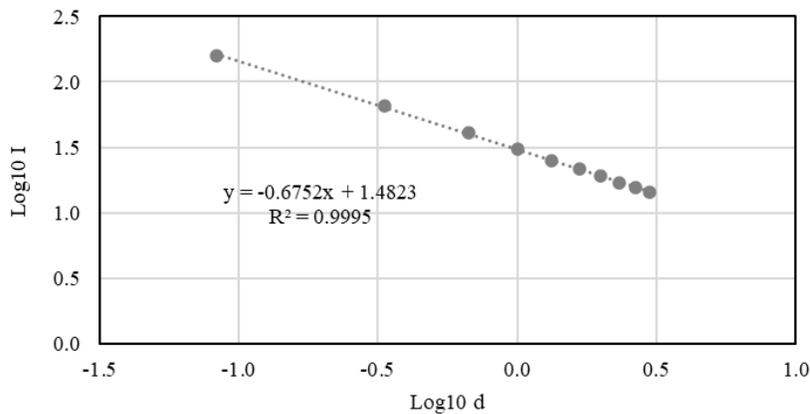




las estaciones de interés, es frecuente que se escoja según valores recomendados para la región de estudio o según valores que se encuentren en la literatura. (Pizarro, Wilches, & Alzate, 2014) afirma que el exponente θ puede calcularse a partir de las precipitaciones máximas correspondientes a diferentes duraciones, calculando los momentos muestrales para diferentes órdenes. En el caso del momento de orden 1, el valor esperado, (Wilches, 2001) sugiere el cálculo del exponente θ a partir de una regresión lineal entre el logaritmo base 10 de la duración y el logaritmo base 10 de los valores esperados de la intensidad de lluvia (momentos de orden 1). En este caso en particular, y buscando una mayor representatividad y adaptación de la metodología a las características climáticas que son propias de la región de estudio, se tomó la información de la estación José María Córdova para el cálculo del exponente de escalamiento. Se utiliza la información de esta estación pluviográfica José María Córdova debido a que cuenta con curvas IDF previamente construidas, por lo que es posible calcular el valor esperado de la intensidad para diferentes duraciones.

El exponente de escalamiento se calcula a partir de las regresiones para diferentes periodos de retorno, y el valor esperado de ellas en su conjunto. A modo de ejemplo, en la **Figura 16** se presenta la regresión entre el logaritmo del valor esperado de la intensidad de la lluvia y el logaritmo de la duración, para la estación tomada como referencia para el cálculo de θ .

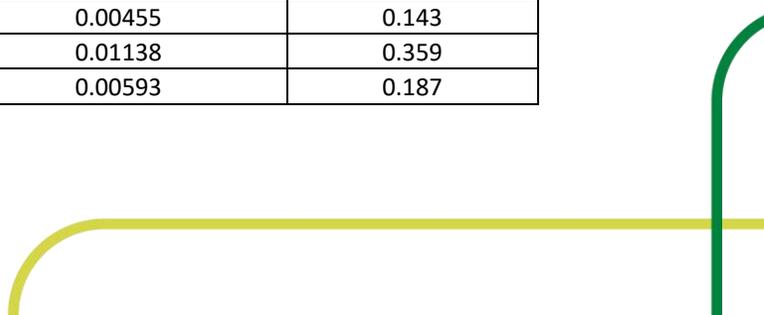
Figura 16. Exponente de escalamiento θ calculado para el periodo de retorno de 2 años

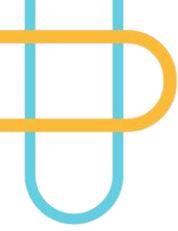


Una vez estimado el exponente de escalamiento θ a utilizar, se calculan los demás parámetros (I_{24}, CV) para cada una de las estaciones de interés, para posteriormente realizar la construcción de las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia en cada una de ellas, y a partir de estas estimar la intensidad de la lluvia de diseño. La cuenca de la quebrada El Salado está influenciada en su vecindad por las estaciones Concepción, Corrientes, El Peñol, Marinilla y Aeropuerto José María Córdova, se estima el peso de cada una según el inverso de la distancia al cuadrado como se presenta a continuación en la **Tabla 15**. De manera gráfica, se presentan las curvas IDF obtenidas del escalamiento y la posterior interpolación espacial para la quebrada El Salado en la **Figura 17**.

Tabla 15. Distribución de pesos según método de Inverso del Cuadrado de la Distancia

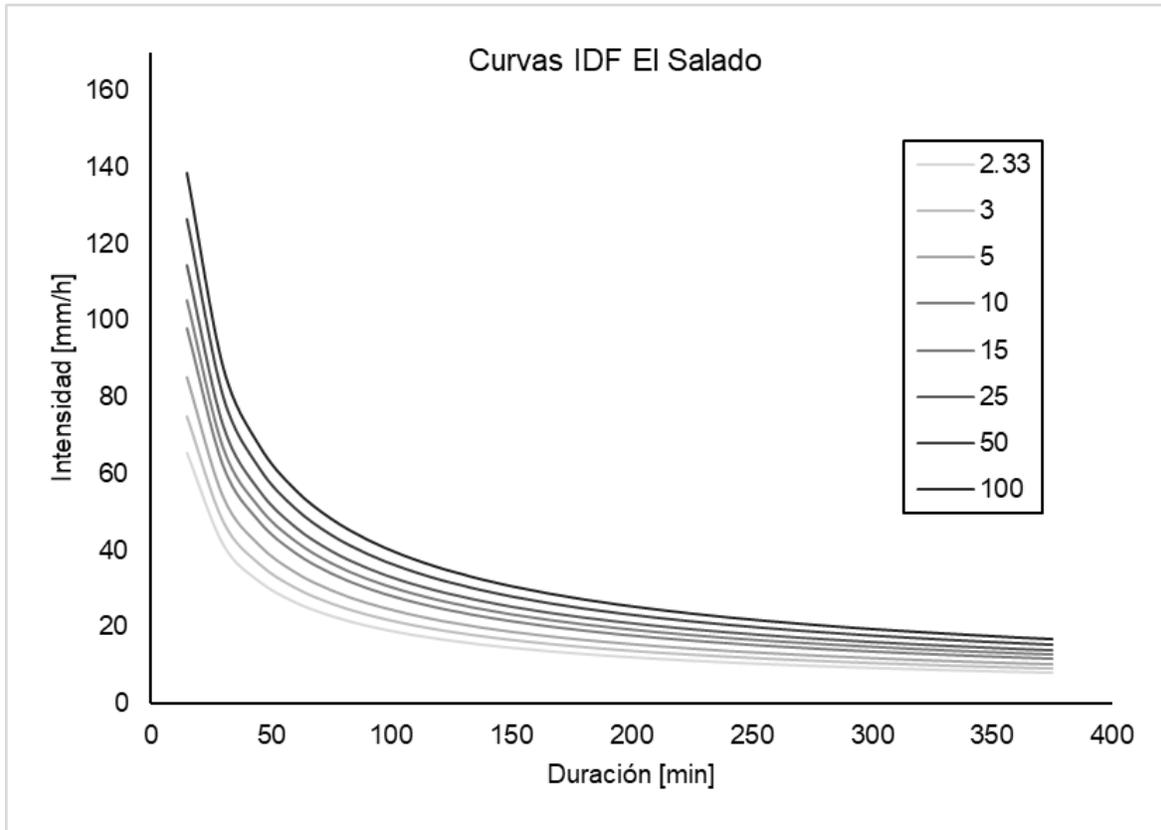
Estación	Distancia (km)	Inverso Distancia ² (km ⁻²)	Peso
Concepción	14.81	0.00455	0.143
Corrientes	9.37	0.01138	0.359
Peñol	12.98	0.00593	0.187





Marinilla	12.72	0.00617	0.195
Apto. JMC	16.64	0.00361	0.114
			Total: 1.00

Figura 17. Curvas IDF resultantes para la cuenca de la quebrada El Salado

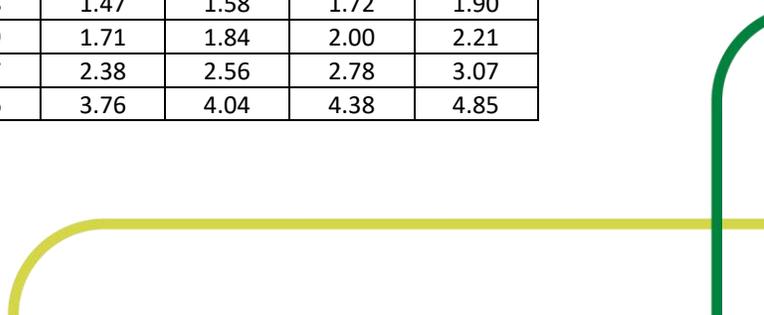


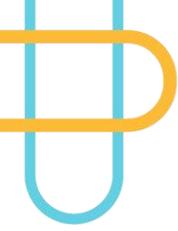
2.1.4.4 Estimación de la lluvia de diseño

Mediante el diagrama de distribución temporal de Huff para 50% de probabilidad de excedencia se realiza la distribución temporal del evento de lluvia, entendiendo la precipitación total como el producto de la intensidad de diseño para cada periodo de retorno por la duración del mismo. Así, en la **Tabla 16** se presentan los valores de precipitación acumulada para las subcuencas de la quebrada El Salado. De manera gráfica, se presentan los hietogramas de precipitación en la **Figura 18**, **Figura 19** y **Figura 20** a manera de ejemplo para los períodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años.

Tabla 16. Intervalos de precipitación de diseño acumulada para cada periodo de retorno

Tiempo acumulado (min)	Precipitación acumulada (mm)						
	2.33	5	10	15	25	50	100
4.98	0.78	0.89	1.01	1.16	1.25	1.36	1.50
9.96	0.98	1.12	1.28	1.47	1.58	1.72	1.90
14.95	1.14	1.31	1.49	1.71	1.84	2.00	2.21
19.93	1.59	1.82	2.07	2.38	2.56	2.78	3.07
24.91	2.51	2.87	3.26	3.76	4.04	4.38	4.85





Tiempo acumulado (min)	Precipitación acumulada (mm)						
	2.33	5	10	15	25	50	100
29.89	3.97	4.53	5.15	5.93	6.37	6.92	7.65
34.87	5.93	6.76	7.69	8.86	9.51	10.33	11.42
39.85	8.30	9.47	10.77	12.40	13.32	14.47	16.00
44.84	10.96	12.50	14.22	16.38	17.60	19.11	21.13
49.82	13.76	15.70	17.85	20.56	22.09	23.99	26.53
54.80	16.55	18.88	21.48	24.74	26.57	28.85	31.91
59.78	19.20	21.91	24.92	28.70	30.83	33.48	37.02
64.76	21.61	24.65	28.03	32.29	34.69	37.66	41.65
69.74	23.68	27.01	30.72	35.39	38.02	41.28	45.65
74.73	25.39	28.96	32.94	37.94	40.76	44.26	48.95
79.71	26.73	30.49	34.68	39.94	42.91	46.59	51.53
84.69	27.74	31.64	35.98	41.45	44.53	48.35	53.47
89.67	28.47	32.48	36.94	42.54	45.71	49.63	54.88
94.65	29.02	33.10	37.65	43.36	46.59	50.58	55.94
99.63	29.48	33.63	38.25	44.05	47.33	51.38	56.83
104.62	29.94	34.15	38.84	44.74	48.07	52.19	57.71
109.60	30.47	34.75	39.53	45.53	48.91	53.11	58.73
114.58	31.09	35.46	40.33	46.46	49.91	54.19	59.93
119.56	31.75	36.22	41.19	47.44	50.97	55.34	61.20
124.54	32.31	36.86	41.92	48.28	51.87	56.32	62.28
129.52	32.49	37.06	42.15	48.55	52.16	56.64	62.63

Figura 18. Hietograma de diseño Tr = 2.33 años

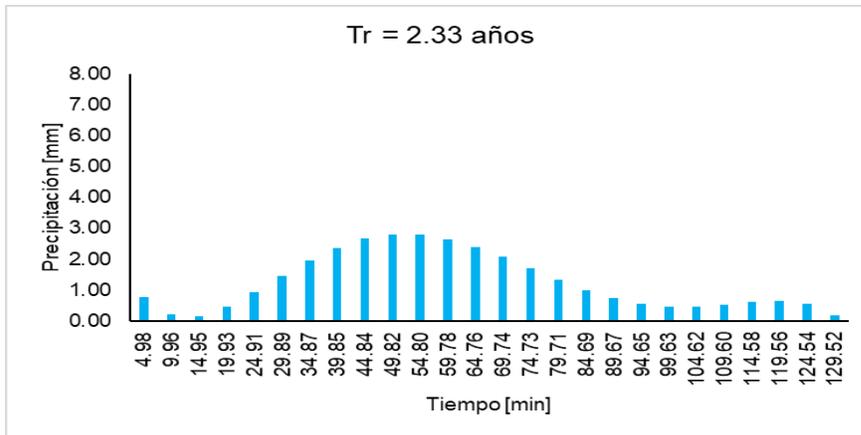


Figura 19. Hietograma de diseño Tr = 15 años



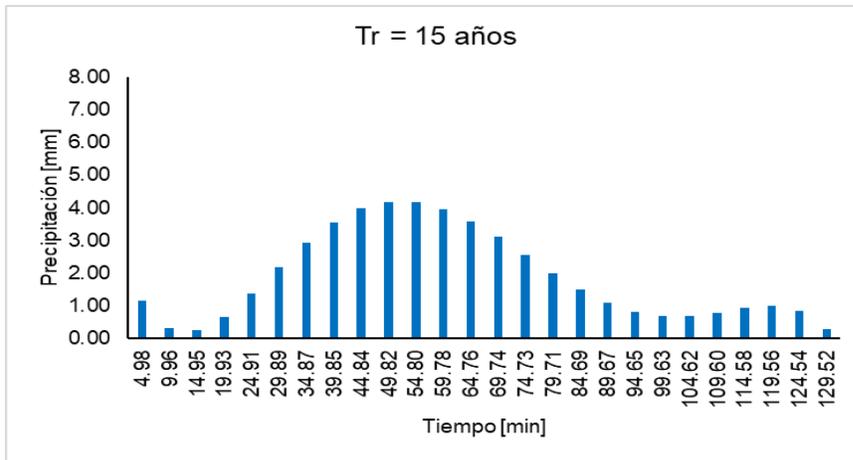
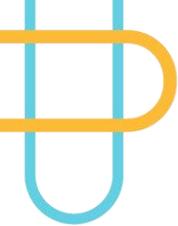
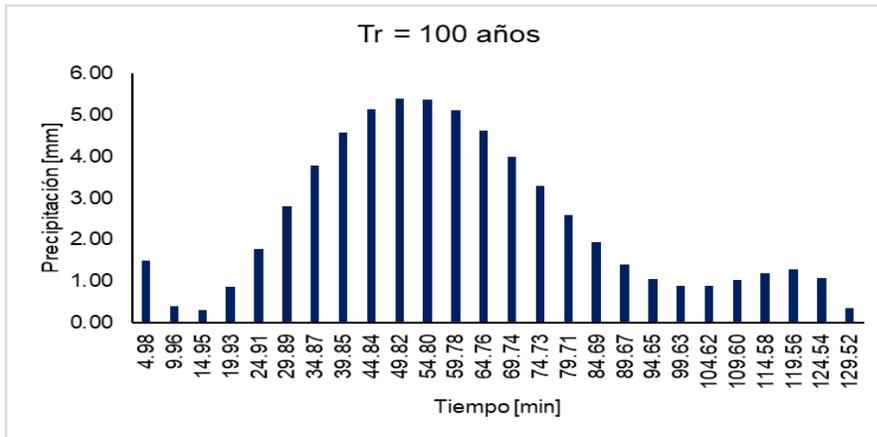


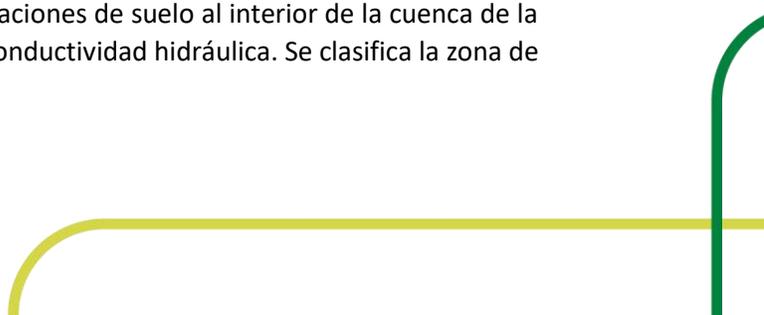
Figura 20. Hietograma de diseño Tr = 100 años

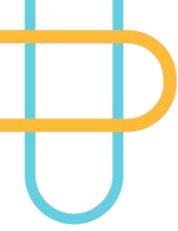


2.1.5 Cálculo de la precipitación efectiva

El Número de Curva (CN) es información fundamental para estimar la escorrentía superficial en el modelo de caudales máximos. Éste se asigna asumiendo condiciones de humedad antecedente Normal (CNII), a partir del cruce entre el grupo hidrológico asignado a los suelos (A, B, C o D) y las coberturas terrestres reclasificadas, de acuerdo con los valores teóricos reportados en (Soil Conservation Service SCS, 1975). Como principal insumo para el cálculo de Número de Curva, se tiene el mapa de unidades cartográficas del suelo a escala nacional 1:100.000. De acuerdo con la descripción litológica de cada suelo y de las propiedades hidráulicas, se reclasifica de según el grupo hidrológico de la SCS y la metodología propuesta por Anderson (Bradbury, Dripps, Hankley, Anderson, & Potter, 2000), el cual se basa en la información de conductividad hidráulica, como indicador de la capacidad de infiltración en el suelo.

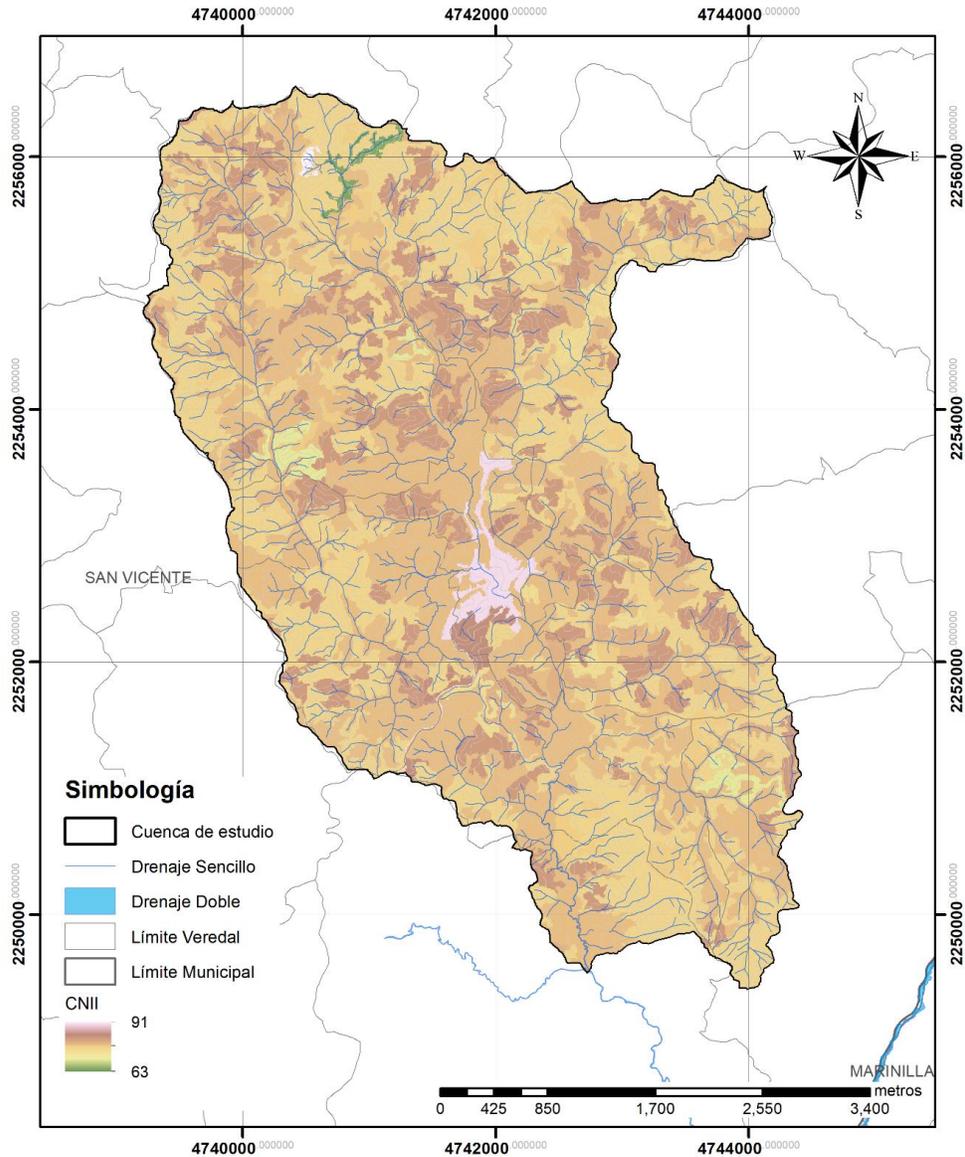
Con información relacionada a la conductividad hidráulica y la descripción de los suelos en el área de estudio, se determina que la mayoría de las agrupaciones de suelo al interior de la cuenca de la quebrada El Salado, se presenta una pobre a media conductividad hidráulica. Se clasifica la zona de modelación en el grupo hidrológico C.





Para este estudio se utilizó el mapa de coberturas terrestres de la Corporación construido a detalle con la metodología Corine Land Cover para la zona, dicho mapa se recortó para la cuenca de estudio, y se reclasificó en las categorías según la metodología propuesta por (Soil Conservation Service SCS, 1975). En la **Figura 21** se presenta la espacialización de los resultados obtenidos del número de curva CNII, así mismo, los valores ponderados de cada subcuenca, se presentan en la **Tabla 17**.

Figura 21. Espacialización del Número de Curva CN para la cuenca de la quebrada El Salado



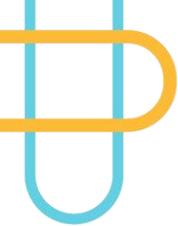


Tabla 17. Valores de Número de Curva CN ponderados para cada subcuenca

Código	Nombre	CNII ponderado
W240	Qda. El Molino	78.81
W250	Qda. La Palma	80.85
W270	Intersección 1	80.78
W280	Qda. El Salado Arriba	80.83
W290	Corriente NN 1	80.08
W310	Directos El Salado	81.56
W330	Qda. La Enea Arriba	80.43
W340	Qda. La Enea intermedio	80.00
W350	Qda. Los Puentes	81.17
W360	Qda. La Enea Abajo	81.40
W370	Intersección 2	87.60
W380	Intersección 3	81.39
W390	Corriente NN 2	80.90
W400	Corriente NN 3	80.77
W410	Intersección 4	80.78
W420	Intersección 5	81.27
W430	Corriente NN 4	79.97
W440	Intersección 6	79.79
W450	Corriente NN 5	81.12
W460	Qda. El Salado Arriba	80.20

2.1.6 Simulación hidrológica – estimación de caudales máximos

Para realizar la estimación de caudales máximos de las sub cuencas de la quebrada El Salado se llevan a cabo modelos lluvia escorrentía de hidrógrafas unitarias. Este método asume que la función de transformación de precipitación en escorrentía al interior de la cuenca es lineal del tipo convolutiva (Chow, Maidment, & Mays, Hidrología Aplicada, 1994).

La hidrógrafa unitaria (o hidrograma unitario) se define como la respuesta de la cuenca en forma de escorrentía directa, que resulta de una precipitación efectiva de profundidad unitaria, uniformemente distribuida sobre la cuenca y de duración específica igualmente unitaria. Cuando se conoce el hietograma de la precipitación efectiva y el hidrograma unitario de igual duración, el hidrograma de escorrentía directa respectivo se puede calcular convolucionando esa precipitación efectiva con el hidrograma unitario, así:

$$Q(t) = \sum_{i=1}^N U(T, i) * P(t - i + 1)$$

Donde;

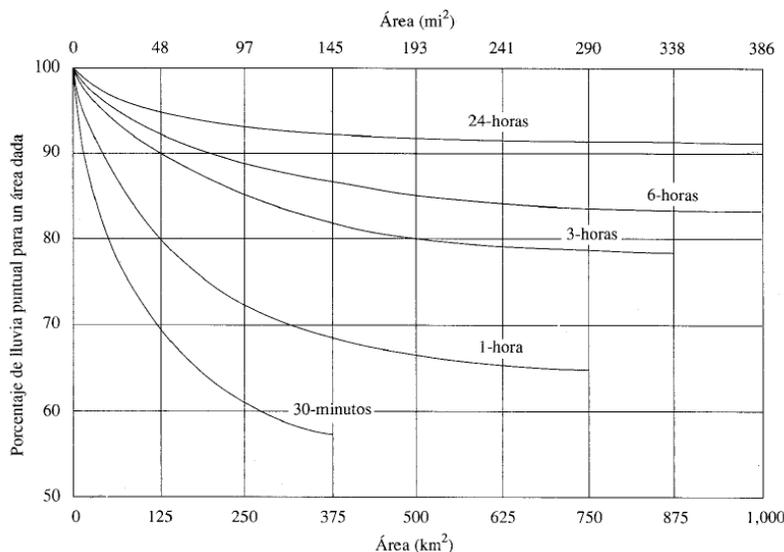
N representa la memoria del sistema, $Q(t)$ es la ordenada t del hidrograma de escorrentía directa, $U(T, i)$ es la ordenada i del hidrograma unitario de T horas de duración y $P(t - i + 1)$ es la ordenada j de la precipitación efectiva. El valor de N es en general igual al número de ordenadas del hidrograma unitario. La duración T del hidrograma unitario corresponde al intervalo de duración de la lluvia efectiva de igual intensidad. Si se tiene un hietograma de precipitación efectiva compuesto

con varias intensidades, la duración del hidrograma unitario no es la duración total del hietograma sino la duración de cada intervalo de intensidad constante. Las siguientes suposiciones básicas son inherentes en este modelo.

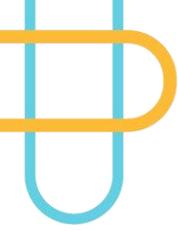
- La precipitación efectiva está uniformemente distribuida en un periodo de tiempo especificado y sobre toda el área de la cuenca.
- El tiempo base de hidrógrafas unitarias debidas a precipitaciones unitarias iguales, es constante.
- El modelo relaciona linealmente los caudales y la precipitación (principio de proporcionalidad).
- Para una cuenca, la hidrógrafa de escorrentía para una precipitación de una duración dada refleja todas las características físicas de la cuenca. Igualmente, la hidrógrafa de escorrentía de una duración específica es única para la cuenca.

Para el caso de la cuenca de la quebrada El Salado, puede ser impreciso asumir que durante un evento de precipitación se presenta esta lámina de agua sobre la totalidad del área de escorrentía debido a su tamaño. En Hidrología Aplicada, (Chow, Maidment, & Mays, Hidrología Aplicada, 1994), se propone un método para distribución de una lámina de lluvia sobre un área, afectando la precipitación total con un factor que depende del área de la cuenca y el tiempo de duración del evento de precipitación (**Figura 22**). Se escoge entonces la curva más cercana al tiempo de concentración de la cuenca (130 min) para determinar el porcentaje de lluvia puntual sobre el área total de la cuenca y se obtuvo un factor de 94%.

Figura 22. Porcentaje de lluvia puntual para un área de cuenca (Chow, Maidment, & Mays, Hidrología Aplicada, 1994)



Se llevan a cabo simulaciones para la estimación de caudales máximos, mediante la implementación de un modelo semidistribuido considerando diferentes subcuencas en el software HEC-HMS del cuerpo de ingenieros de EEUU (U.S.A.C.E, 2024). Este software contiene programados los métodos de las hidrógrafas unitarias sintéticas de Snyder, SCS y Clark. Se debe considerar la circulación de hidrogramas, es decir, como se propagan las avenidas a través de los principales tramos de la red



de drenaje. De los diferentes métodos que HEC-HMS tiene implementados para circular los hidrogramas generados en las subcuencas a través de los cauces se ha elegido el método de Muskingum - Cunge. Ésta es la técnica hidrológica más difundida para manejar relaciones variables de descarga-almacenamiento en canales (Chow V. t., 1994). Este método modela el almacenamiento volumétrico de los hidrogramas a lo largo de los cauces de los ríos mediante la combinación de almacenamientos conceptuales. La ecuación fundamental de este método es:

$$Q_{j+1} = C_1 I_{j+1} + C_2 I_j + C_3 Q_j$$

Donde I_j es el caudal entrante en un tramo en el instante j ; Q_j es el caudal saliente del mismo tramo en el instante j ; y C_1 , C_2 y C_3 son constantes que dependen de los parámetros k y x , que representan el tiempo de circulación o de tránsito, con dimensiones de tiempo, y un coeficiente de almacenamiento adimensional, respectivamente. Estos dos últimos parámetros son las entradas que recibe el modelo para realizar las simulaciones.

Las hipótesis de partida para la modelación son las siguientes: las simulaciones se limitan a eventos de lluvia con duración igual al tiempo de concentración de la cuenca (o subcuencas), solo se simulará escorrentía superficial directa, no se considera flujo base ni derretimiento de nieve. En la **Figura 23** se presentan las subcuencas definidas para la simulación, se procede a realizar el montaje del modelo conceptual semi-distribuido al software HEC-HMS. Por otra parte, en la **Tabla 18** se presentan los parámetros requeridos por el modelo.

Figura 23. Esquema – modelo conceptual HEC-HMS quebrada El Salado

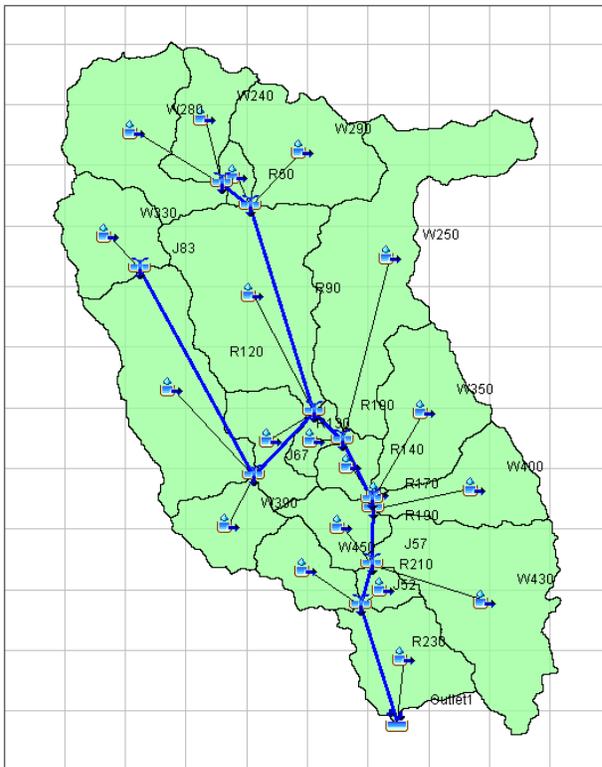




Tabla 18. Parámetros cálculo de caudales máximos – métodos de hidrogramas unitarios

Código	S (in)	la (mm)	T (h)	TL (h)	TL (min)	Tp (h)	Coef Almac	Tiempo rezago (h)
W240	2.69	13.66	0.043	0.196	11.73	0.217	0.23	0.16
W250	2.37	12.04	0.116	0.522	31.32	0.580	0.61	0.36
W270	2.38	12.09	0.033	0.150	9.00	0.167	0.18	0.06
W280	2.37	12.05	0.065	0.295	17.70	0.328	0.34	0.23
W290	2.49	12.64	0.039	0.178	10.66	0.197	0.21	0.17
W310	2.26	11.48	0.124	0.562	33.69	0.624	0.66	0.26
W330	2.43	12.36	0.033	0.150	9.00	0.167	0.18	0.11
W340	2.50	12.70	0.113	0.511	30.64	0.567	0.60	0.29
W350	2.32	11.79	0.069	0.311	18.67	0.346	0.36	0.16
W360	2.28	11.61	0.049	0.222	13.29	0.246	0.26	0.13
W370	1.41	7.19	0.033	0.150	9.00	0.167	0.18	0.06
W380	2.29	11.61	0.040	0.180	10.80	0.200	0.21	0.09
W390	2.36	11.99	0.033	0.150	9.00	0.167	0.18	0.12
W400	2.38	12.09	0.063	0.285	17.10	0.317	0.33	0.22
W410	2.38	12.08	0.033	0.150	9.00	0.167	0.18	0.01
W420	2.30	11.70	0.033	0.150	9.00	0.167	0.18	0.08
W430	2.50	12.72	0.092	0.416	24.95	0.462	0.49	0.30
W440	2.53	12.86	0.033	0.150	9.00	0.167	0.18	0.07
W450	2.33	11.82	0.033	0.150	9.00	0.167	0.18	0.07
W460	2.47	12.54	0.081	0.363	21.800	0.404	0.42	0.18

Se obtienen los caudales máximos con ayuda del software HEC-HMS para los períodos de retorno de 2.33, 5, 10, 15, 25, 50 y 100 años por los métodos de SCS, Snyder y Clark, los resultados para la quebrada El Salado se presentan a continuación, en la **Tabla 19**, mientras que, de manera gráfica, los resultados se presentan en la **Figura 24**. Se seleccionan los caudales máximos obtenidos mediante el Hidrograma sintético de Snyder como caudales máximos de diseño, puesto que son los que presentan los mayores valores. Los hidrogramas de respuesta obtenidos del modelo HEC-HMS en el “Output” o punto de salida de la cuenca se presentan entre la **Figura 25** y la **Figura 27** para los períodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años respectivamente.

Tabla 19. Caudales máximos estimados quebrada El Salado

Caudales máximos [m³/s] para cada período de retorno Tr [años]						
2.33	5	10	15	25	50	100
SCS						
22.8	34.0	47.6	66.6	76.1	93.4	114.8
Snyder						
27.4	41.1	58.9	83.2	98.7	118	144.4
Clark						
20.5	29.4	40.4	56.0	65.6	78.2	96.0



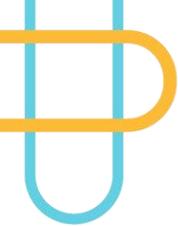


Figura 24. Caudales máximos estimados para la quebrada El Salado.

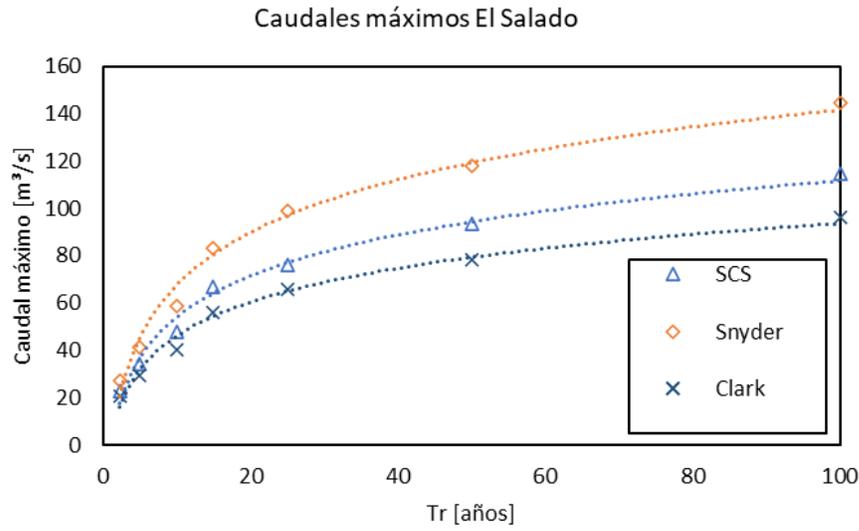


Figura 25. Hidrograma de salida quebrada El Salado – Tr=2.33 años

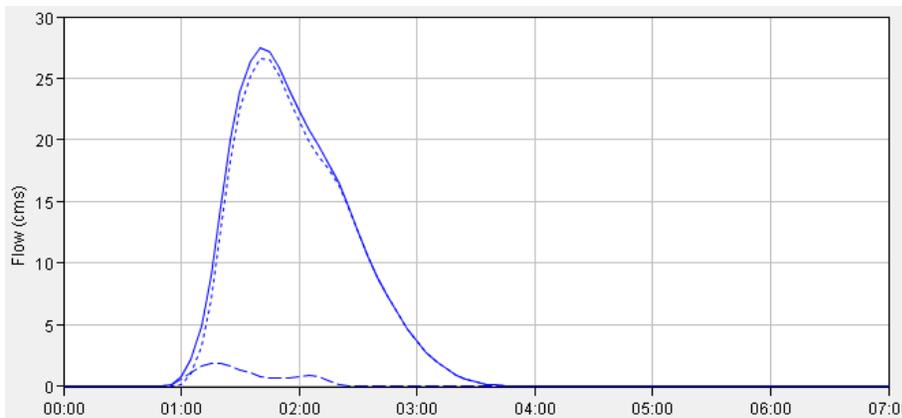
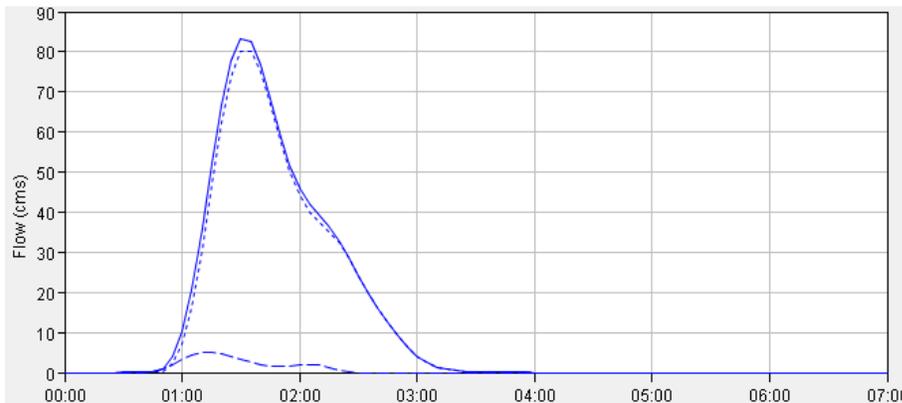


Figura 26. Hidrograma de salida quebrada El Salado – Tr=15 años



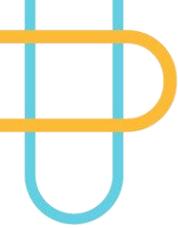
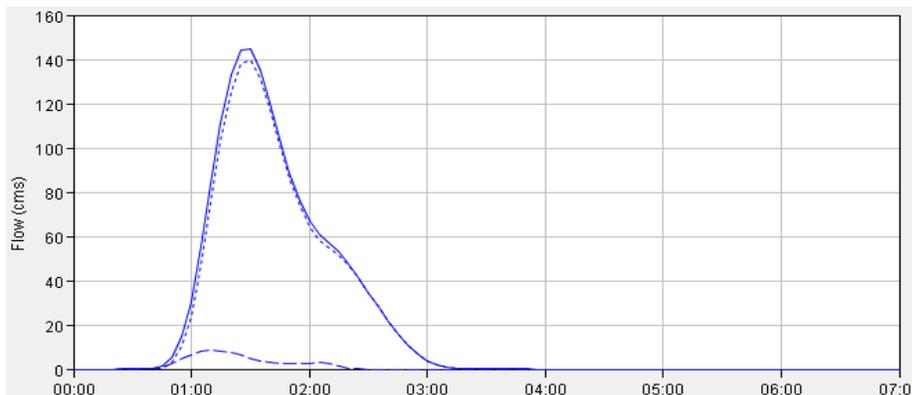


Figura 27. Hidrograma de salida quebrada El Salado – Tr=100 años



2.2 Estudio hidráulico

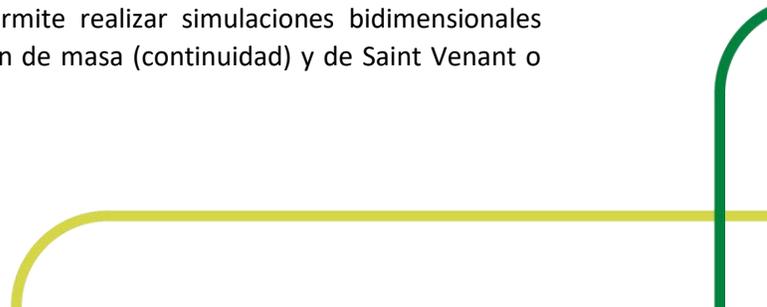
A continuación, se presenta la descripción de las diferentes etapas llevadas a cabo para la obtención de manchas de inundación de las quebradas La Palma y El Salado en el municipio San Vicente Ferrer dentro de los tramos de acotamiento de cada una. En el presente capítulo se realiza inicialmente una descripción del modelo conceptual y matemático seleccionado, la geometría a utilizar, la estimación del coeficiente de rugosidad n de Manning, las condiciones de borde y los diferentes escenarios de simulación planteados, así como los resultados y su correspondiente análisis.

2.2.1 Simulación hidrodinámica

La modelación hidráulica es una herramienta que permite estimar diferentes propiedades del flujo, como los son: nivel, velocidad, profundidad, entre otros; a lo largo del cauce para determinados escenarios de caudal, por lo cual, de sus resultados se pueden obtener manchas de inundación y zonificaciones de profundidad, velocidad, y demás variables relacionadas con el cálculo hidráulico.

La modelación hidráulica requiere como información de entrada la topografía del cauce, rugosidad del cuerpo de agua, caudales de diseño y condiciones de frontera. Para el presente estudio de acotamiento se utilizó un modelo bidimensional con el fin de llevar a cabo un análisis del comportamiento del flujo en condiciones de caudales máximos en las quebradas La Palma y El Salado.

El modelo seleccionado para la simulación hidráulica es HEC RAS, desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers (USACE) Hydrologic Engineering Center (HEC). Este modelo permite calcular los perfiles hidráulicos para flujo gradualmente variado en el tramo de una corriente, tanto en régimen sub-crítico, como, supercrítico o mixto. El procedimiento computacional se basa en la solución de la ecuación de energía, en el que las pérdidas de energía se calculan mediante la ecuación de Manning. En el manual de hidráulica del modelo (HEC-RAS Hydraulic Reference Manual) (USACE, 2016), se presenta una descripción detallada de las ecuaciones y procedimientos utilizados por el modelo en el cálculo de los perfiles hidráulicos. HEC RAS permite realizar simulaciones bidimensionales utilizando como base las ecuaciones de conservación de masa (continuidad) y de Saint Venant o



ecuaciones para aguas poco profundas (en 2 dimensiones), las cuales surgen de la integración en la vertical de las ecuaciones de Navier – Stokes.

El modelo HEC-RAS permite el cálculo en régimen variable y resuelve las ecuaciones mediante un método numérico propio basado en el método de la secante, sin embargo, realiza algunas modificaciones para garantizar la estabilidad. A continuación, se presentan las ecuaciones usadas en el modelo HEC-RAS para el cálculo de superficie libre de flujo.

$$ws_2 = \alpha_2 V_2^2 = ws_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

$$h_e = LS_f + C \left(\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right)$$

donde WS_1 y WS_2 es la cota de agua en las secciones 1 y 2., V_1 y V_2 , son las velocidades medias (relación entre el caudal total y la sección) en las secciones 1 y 2, α_1 y α_2 , son los coeficientes de velocidad en las secciones 1 y 2, g , es la aceleración de la gravedad, h_e , es la pérdida de carga entre las secciones 1 y 2, L , es la distancia ponderada con el caudal entre las secciones 1 y 2, S_f , es la pérdida de carga unitaria (pendiente de fricción) entre las secciones 1 y 2, y C , es el coeficiente de pérdida por contracción o por expansión (EROSKI, 2016).

HEC RAS permite realizar simulaciones bidimensionales (como es el caso de estudio) utilizando como base las ecuaciones de conservación de masa y de *Saint Venant* o ecuaciones para aguas poco profundas (en 2 dimensiones), las cuales surgen de la integración en la vertical de las ecuaciones de Navier – Stokes).

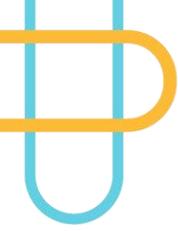
$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} + q = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial x} + \nu_t \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - c_f u + fv$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial y} + \nu_t \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - c_f v + fu$$

Dónde:

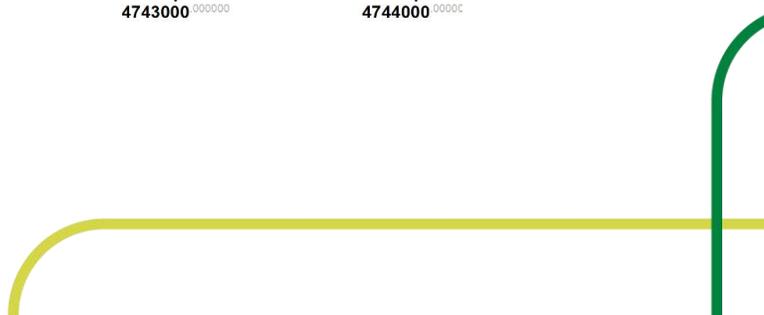
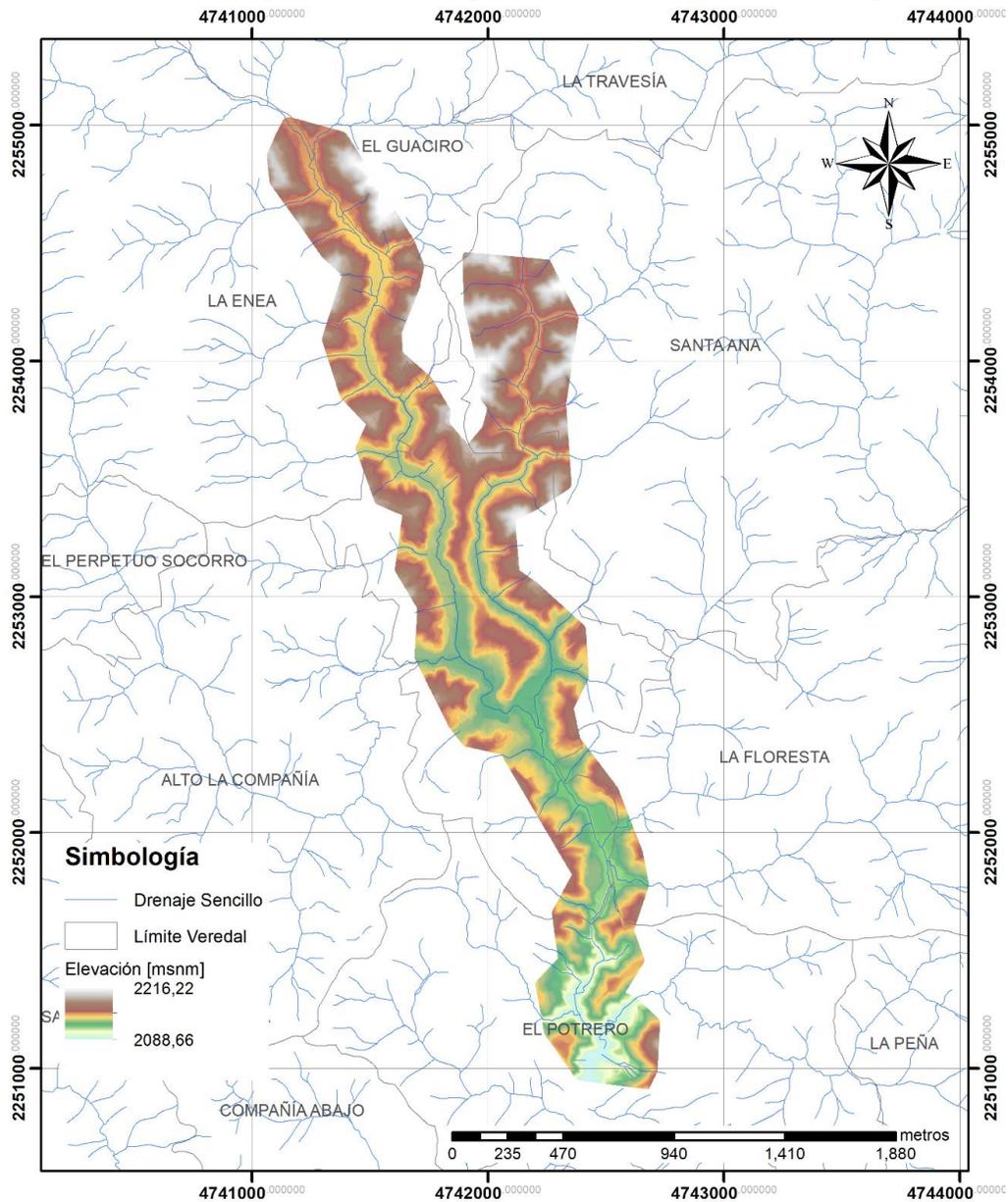
- u, v : Componentes de la velocidad en las direcciones “x”, “y” respectivamente.
- H : Altura desde un nivel de referencia (datum) hasta la lámina de agua.
- h : Altura desde el fondo del canal hasta la lámina de agua.
- q : Fuente/sumidero de flujo.
- g : Aceleración de la gravedad.
- ν_t : Coeficiente de viscosidad de Eddy (Horizontal).
- c_f : Coeficiente de fricción de fondo.
- f : Parámetro de Coriolis.



2.2.1.1 Información topográfica y configuración geométrica del modelo

Se cuenta con un Modelo Digital de Terreno (MDT) generado mediante levantamiento topobatómico de las quebradas La Palma y El Salado en San Vicente Ferrer con resolución de 0.25 m por 0.25 m. La representación de la superficie del terreno en formato *tiff* se presenta a continuación, en la **Figura 28** con las correspondientes elevaciones, mientras que el esquema geométrico del modelo con el perímetro para simulación bidimensional (2D) en HEC-RAS se presenta en la **Figura 29** en el lado izquierdo, en la misma figura, en el lado derecho se presenta la superficie tipo *Terrain* generada en la herramienta *Ras Mapper* de HEC-RAS.

Figura 28. Levantamiento topográfico - Modelo Digital de Terreno (MDT) como insumo geométrico



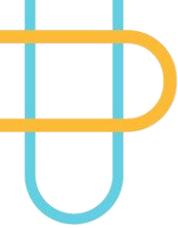
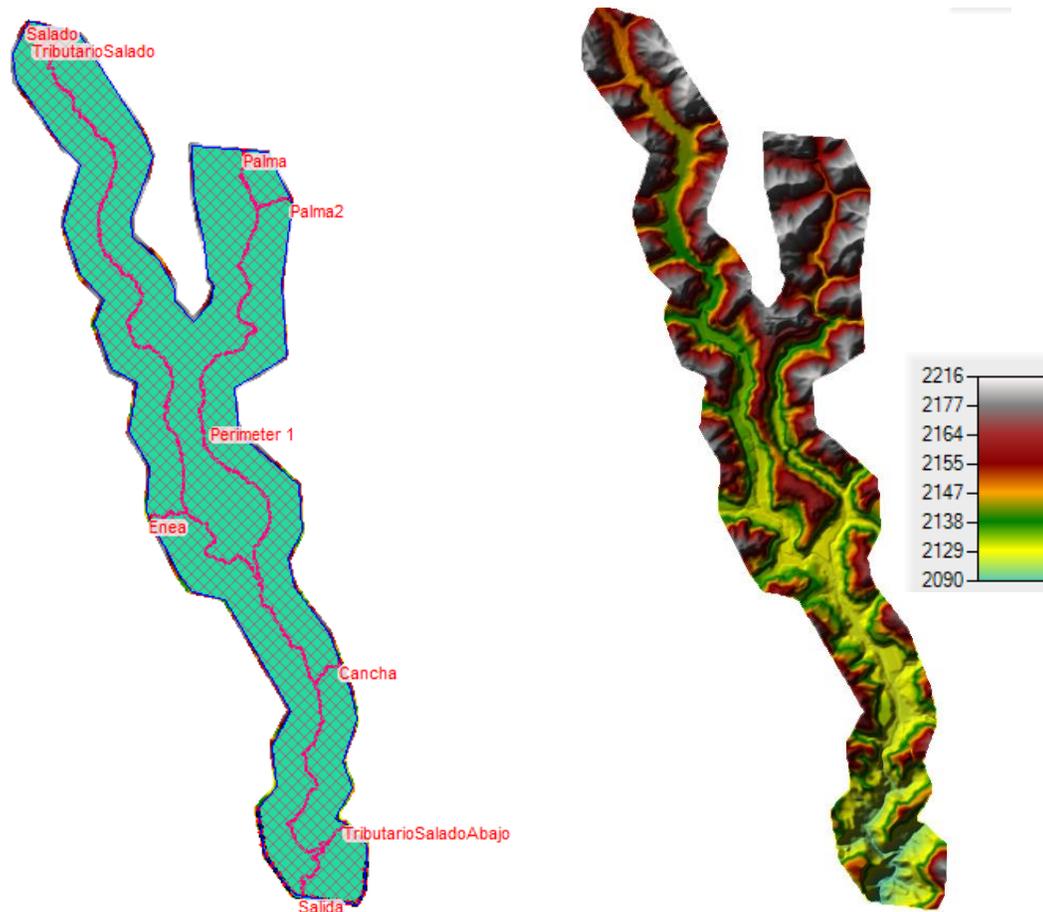


Figura 29. Vista geometría en modelo HEC-RAS (izq) y Ras Mapper (der)

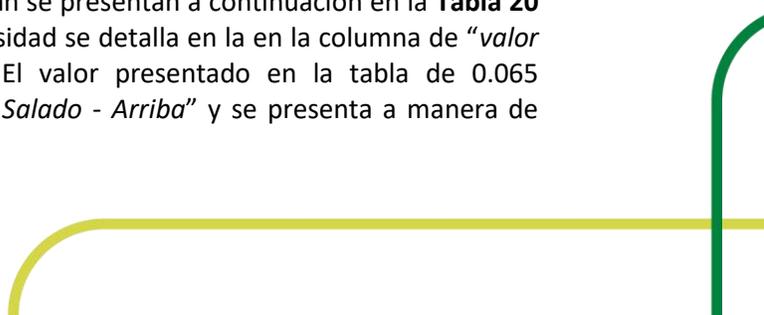


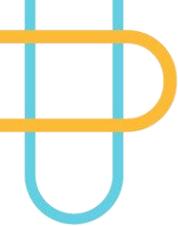
2.2.1.2 Estimación del coeficiente de rugosidad de Manning

Una de las variables más importantes en la simulación hidrodinámica corresponde al coeficiente de rugosidad asociada a las condiciones del terreno, en especial de los cauces del cuerpo de agua a simular. Por ello, es necesario conocer los factores asociados según la vegetación y la forma de las zonas de estudio. Se hace uso del método de Cowan modificado (Arcement, G.J., Schneider, 1989) el cual basa la estimación de un valor inicial de la rugosidad y su posterior modificación, según unos valores correctores para configurar un coeficiente de rugosidad de Manning, el método expresa n como:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m$$

Donde: n es el coeficiente de rugosidad, n_0 es la rugosidad asociada a los materiales del suelo (lecho) y las paredes de determinado cauce, n_1 es la rugosidad debido a la irregularidad a lo largo del terreno, n_2 la rugosidad debida a las variaciones en la sección transversal a lo largo del tramo de simulación, n_3 es la rugosidad asociada a las obstrucciones, n_4 es la rugosidad debida a la presencia de vegetación en el área de simulación y m es la rugosidad por sinuosidad del tramo modelado. Los diferentes valores de rugosidad propuestos por Cowan se presentan a continuación en la **Tabla 20** y los valores seleccionados para el cálculo de la rugosidad se detalla en la en la columna de “valor seleccionado”, (Arcement, G.J., Schneider, 1989). El valor presentado en la tabla de 0.065 corresponde al tramo definido como “Quebrada EL Salado - Arriba” y se presenta a manera de



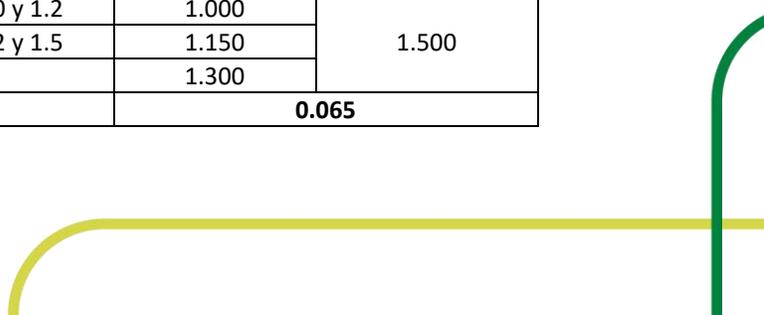


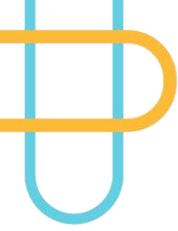
ejemplo del cálculo. Los demás tramos de cauce, así como valores para los tipos de cobertura y uso del suelo delimitados se muestran en la

Tabla 21 y que son tomados como valores de referencia de (Chow, Maidment, & Mays, Hidrología Aplicada, 1994). La delimitación espacial de los tipos de suelo, así como los tramos de cauces se presenta en la Figura 30.

Tabla 20. Coeficiente de rugosidad de Manning

Condiciones del cauce		Descripción	Valores de n recomendado	Valor seleccionado
Material	Tierra	Cauces de arcilla	0.020	0.024
	Roca cortada	Cauces en Roca	0.025	
	Grava Fina	Cauces en Grava	0.024	
	Grava gruesa		0.028	
Grado de irregularidad	Bajo	Canales excavados lisos	0.000	0.005
	Menor	Canales excavados en buenas condiciones	0.005	
	Moderado	Canales con alguna erosión en las márgenes	0.010	
	Alto	Canales naturales con secuencias de rápidos y remansos. bolos. raíces descubiertas	0.020	
Variaciones de la sección transversal	Gradual	Casi uniforme	0.000	0.005
	Ocasionalmente alternante	Contracciones y expansiones infrecuentes	0.005	
	Frecuentemente alternante	Contracciones y expansiones frecuentes	0.010 - 0.015	
Efecto de las obstrucciones	Pequeño	Ocupan <5% del cauce	0.000	0.005.
	Menor	Ocupan entre el 5-15% del cauce	0.010 - 0.015	
	Apreciable	Ocupan entre el 15-50% del cauce	0.020 - 0.030	
	Alto	Ocupan >50% del cauce	0.040 - 0.060	
Vegetación	Baja	El calado es mayor que 3 veces la altura de la vegetación	0.005 - 0.010	0.010
	Media	El calado es entre 1-3 veces la altura de la vegetación	0.010 - 0.020	
	Alta	La altura de la vegetación es la del calado	0.025 - 0.050	
	Muy alta	La altura de la vegetación es el doble del calado o la vegetación es muy densa	0.050 - 0.100	
Cantidad de meandros	Menor	Sinuosidad entre 1.0 y 1.2	1.000	1.500
	Apreciable	Sinuosidad entre 1.2 y 1.5	1.150	
	Alta	Sinuosidad >1.5	1.300	
Rugosidad total (n del cauce)			0.065	





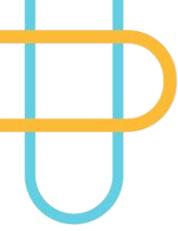
Fuente: modificado de (Arcement, 1989)

Tabla 21. Valores de n de Manning utilizados en la modelación hidrodinámica

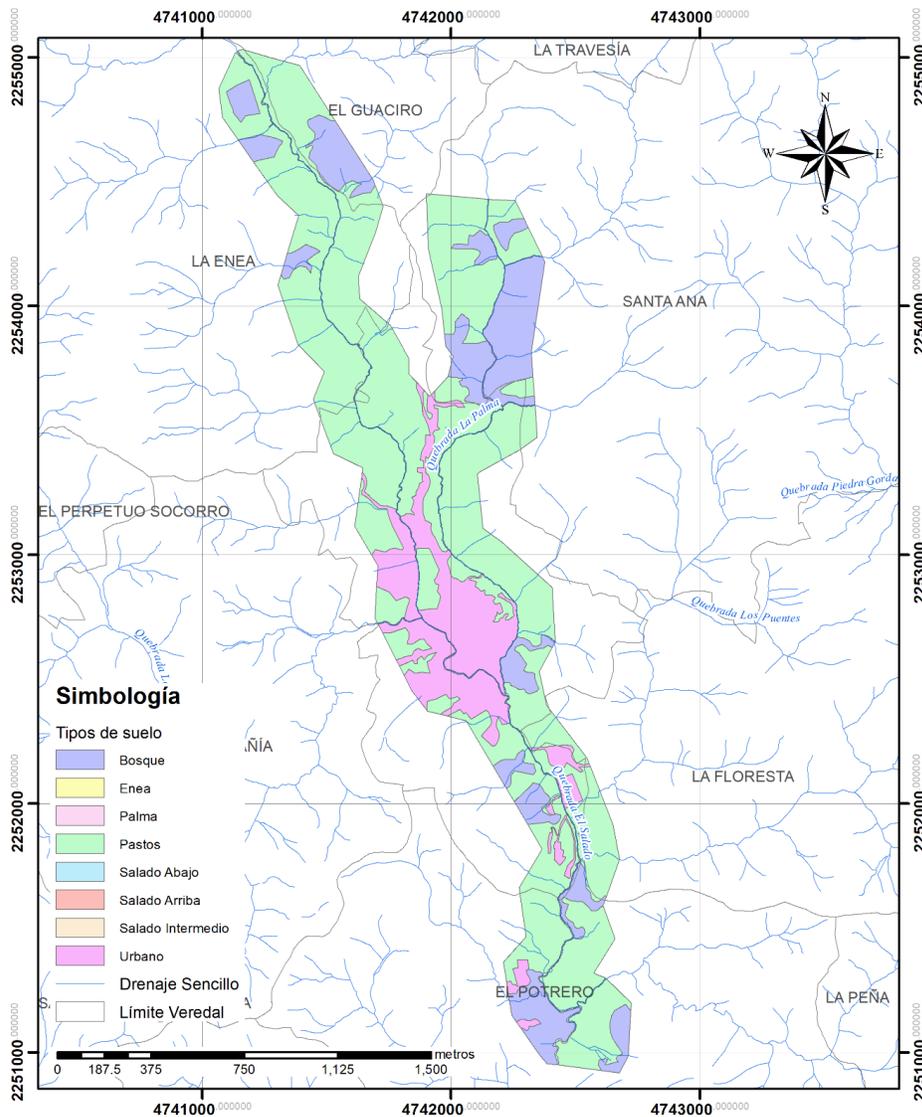
Tramo / Uso del suelo	Coefficiente de rugosidad n de Manning
Cauce quebrada La Enea	0.055
Cauce quebrada El Salado Arriba	0.065
Cauce quebrada El Salado Intermedio	0.067
Cauce quebrada El Salado Abajo	0.055
Cauce quebrada La Palma	0.075
Pastos	0.050
Suelo urbano	0.150
Bosques	0.120

Figura 30. Zonificación espacial de usos del suelo y tramos de cauces para coeficiente de rugosidad





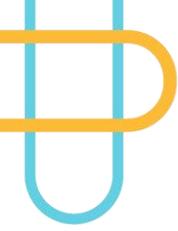
Documento Técnico
Acotamiento Ronda Hídrica Tramo Quebradas La Palma – El Salado - Municipio San Vicente Ferrer

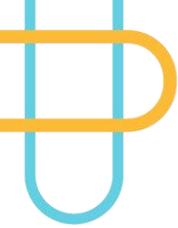


En la **Figura 31** se presenta un resumen del registro fotográfico utilizado como insumo para el cálculo del coeficiente de rugosidad según el método de Cowan modificado, las fotografías se encuentran numeradas siendo (1) la quebrada La Enea, (2) la quebrada El Salado Arriba, (3) quebrada El Salado Intermedio, (4) quebrada El Salado Abajo y (5) quebrada La Palma.

Figura 31. Registro fotográfico de corrientes y tramos caracterizados





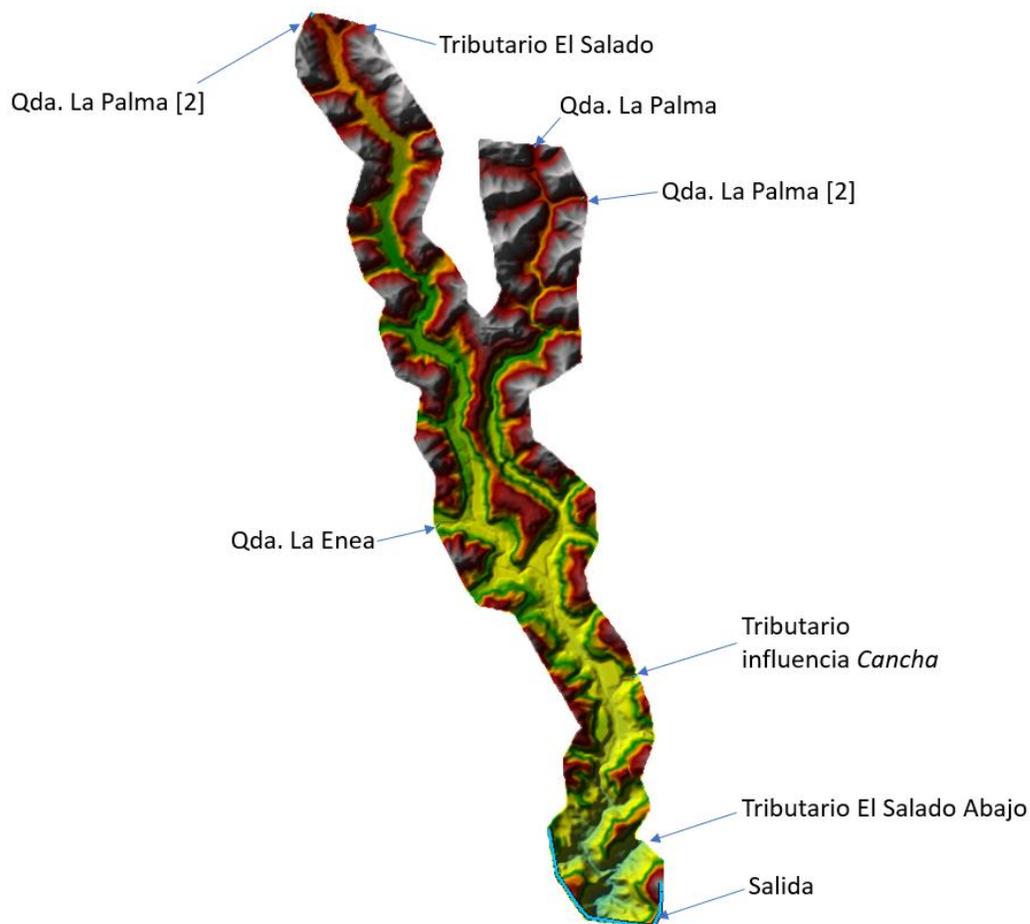


2.2.1.3 Definición de condiciones de borde

El modelo HEC RAS 2D fue configurado y simulado bajo la hipótesis de flujo mixto, debido a que, por las condiciones del terreno natural se espera que se presenten variaciones en el régimen de flujo tanto sub como supercrítico. Las condiciones de frontera seleccionadas para llevar a cabo la simulación de flujo en los diferentes escenarios de caudal son la pendiente de línea de energía asumida como la pendiente del terreno obtenida a partir del Modelo de Elevación, asemejando las fronteras a condiciones de flujo uniforme y haciendo el gradiente de energía S_f igual al gradiente de fondo S_0 . Así mismo, las entradas de agua al modelo se ingresan como hidrogramas con el valor máximo de caudal sostenido por una duración de 1.5 horas.

A continuación, en la **Figura 32** se presenta la distribución geométrica de cada una de las condiciones de borde en el dominio de simulación (*Terrain*), mientras que en la **Tabla 22** se presentan los caudales máximos correspondientes a cada una de las entradas de flujo para los períodos de retorno de 2.33, 15, 25 y 100 años, así como la pendiente de línea de energía seleccionada tanto para las entradas como para la salida.

Figura 32. Distribución geométrica de las condiciones de borde



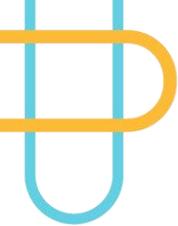


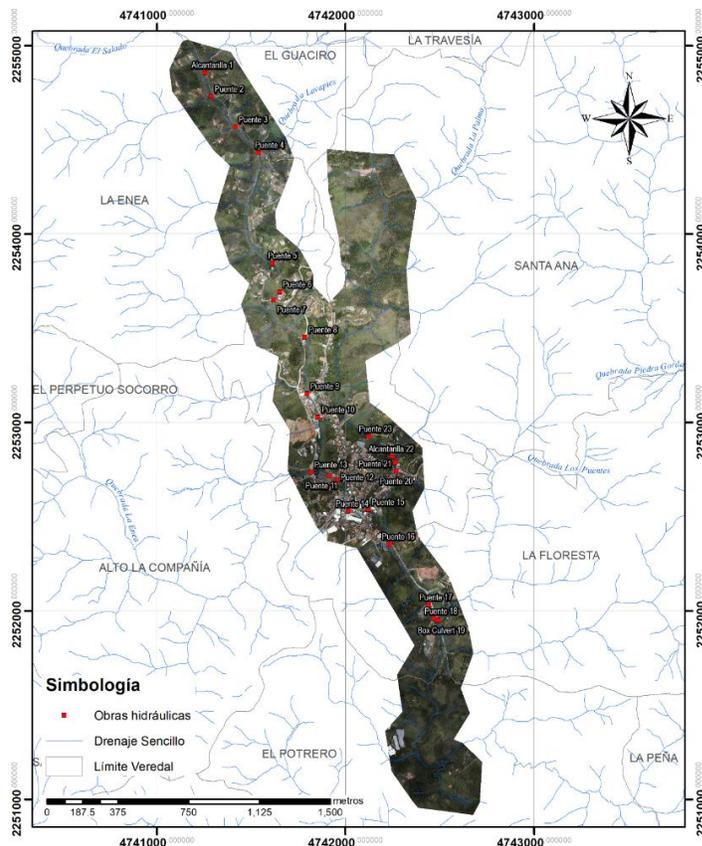
Tabla 22. Caudales y gradiente de energía para condiciones de borde

Condición de borde	Caudal de entrada [m ³ /s] para Tr [años]				Pendiente [m/m]
	2.33	15	25	100	
Qda. La Palma	1.56	4.08	4.74	6.78	0.0444
Tributario El Salado	2.40	6.50	7.60	11.00	0.0263
Qda. La Enea	6.80	20.00	23.30	33.50	0.0060
Tributario El Salado Abajo	3.90	10.60	12.30	17.70	0.0360
Tributario influencia <i>Cancha</i>	4.40	11.40	13.20	18.80	0.0020
Qda. La Palma [2]	3.64	9.52	11.06	15.82	0.0222
Qda El Salado	7.00	18.30	21.80	34.00	0.0222
Salida					0.0171

2.2.1.4 Registro de obras en el tramo de simulación

Con el fin de obtener resultados en escenario con las obras hidráulicas tipo puentes, alcantarillas y box culvert existentes en los tramos de acotamiento de las quebradas La Palma y El Salado en San Vicente Ferrer, se ingresan a la superficie del modelo hidrodinámico HEC-RAS las obras caracterizadas durante el levantamiento topográfico. A continuación, en la **Figura 33** se presenta la ubicación de cada una de las obras hidráulicas identificadas y levantadas en campo, las cuales se resumen en la **Tabla 23**. Por otra parte, en la **Figura 34** y en la **Figura 35** se ejemplifican obras tipo puente y alcantarilla respectivamente en sección transversal dentro del modelo hidráulico.

Figura 33. Ubicación de las obras hidráulicas de las quebradas La Palma y El Salado en tramo de acotamiento



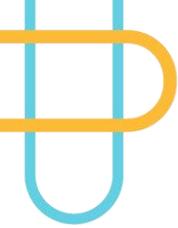
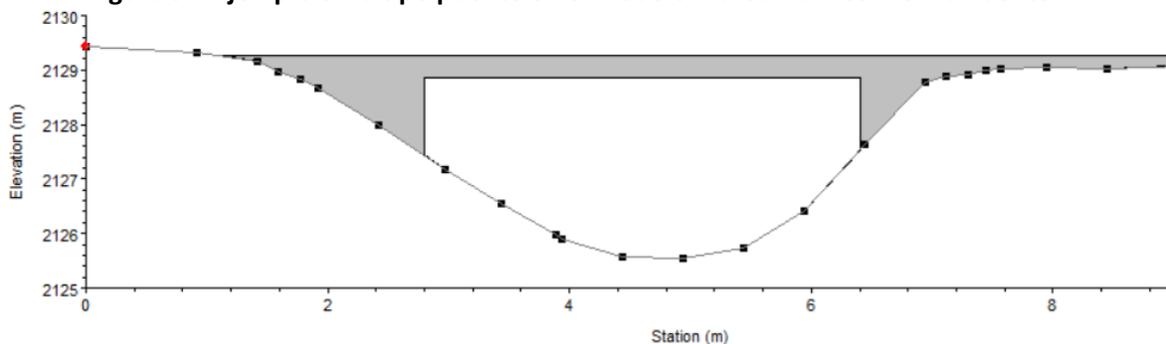


Tabla 23. Información general de las obras hidráulicas

Estructura	Número	Coordenada X CTM_12 [m]	Coordenada Y CTM_12 [m]	Abscisa
Alcantarilla 1	1	4741256.144	2254858.01	K0+095.43
Puente 2	2	4741288.016	2254731.07	K0+257.74
Puente 3	3	4741415.709	2254568.25	K0+502.25
Puente 4	4	4741537.369	2254432.95	K0+698.09
Puente 5	5	4741612.169	2253846.4	K1+392.52
Puente 6	6	4741650.631	2253693.51	K1+603.56
Puente 7	7	4741617.814	2253652.33	K1+657.98
Puente 8	8	4741782.843	2253453.76	K1+966.14
Puente 9	9	4741794.522	2253152.49	K2+325.23
Puente 10	10	4741853.725	2253028.78	K2+476.84
Puente 11	11	4741913.886	2252717.55	K2+818.22
Puente 12	12	4741954.169	2252695.72	K2+864.23
Puente 13	13	4741815.337	2252737.2	-
Puente 14	14	4742011.216	2252529.63	K3+111.94
Puente 15	15	4742118.138	2252538.43	K3+241.42
Puente 16	16	4742232.747	2252355.76	K3+505.08
Puente 17	17	4742440.696	2252032.04	K3+923.50
Puente 18	18	4742468.008	2251959.35	K4+003.81
Box Culvert 19	19	4742488.598	2251950.4	-
Puente 20	20	4742268.542	2252741.97	K5+616.02
Puente 21	21	4742263.69	2252786.95	K5+662.24
Alcantarilla 22	22	4742245.903	2252819.8	K5+704.41
Puente 23	23	4742122.512	2252926.35	K5+877.40

Figura 34. Ejemplo obra tipo puente en el modelo hidrodinámico – Obra Puente 21



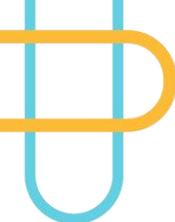
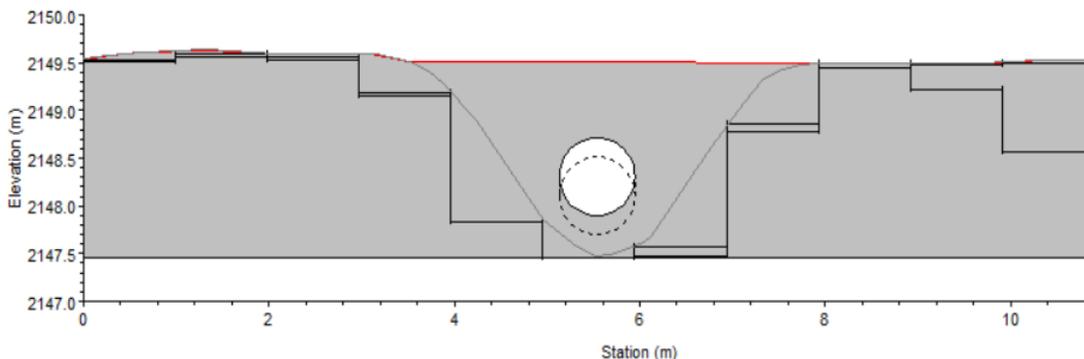


Figura 35. Ejemplo obra tipo alcantarilla en el modelo hidrodinámico – Obra Alcantarilla 1



2.2.1.5 Calibración del modelo matemático

Se realizan diferentes pruebas de simulación hidrodinámica para definir el mallado y los intervalos temporales del modelo. Se consideró una discretización espacial de 2.0 m para las zonas correspondientes a canales o cauces de la quebrada El Salado y sus afluentes y de 5.0 m en el resto del dominio. Para capturar la forma del terreno y la pendiente, se tomó la topografía del terreno presentada previamente en la **Figura 28**. Una porción del mallado, localizada en el tramo donde las quebradas La Palma y El Salado confluyen en las inmediaciones de la cabecera municipal de San Vicente Ferrer, se presenta en la **Figura 37**.

Como discretización temporal, las simulaciones se realizan en estado transitorio para un período de tiempo equivalente a 4 horas, lo suficiente para que se realice el tránsito del caudal pico por todo el dominio espacial en cada uno de los escenarios, además se asigna un intervalo computacional de 0.2 segundos y un número de Courant variable entre 0.1 y 1.0 para mejorar la estabilidad numérica. Los datos de entrada se observan en la a manera de ejemplo en la discretización temporal de los valores del hidrograma correspondiente al período de retorno de 100 años ingresados con resolución de 1 minuto en la **Figura 36**.

Figura 36. Discretización temporal modelo hidrodinámico seleccionada

Hydrograph Data			
	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m3/s)
46	01ene2025 0045	0:45:00	34
47	01ene2025 0046	0:46:00	34
48	01ene2025 0047	0:47:00	34
49	01ene2025 0048	0:48:00	34
50	01ene2025 0049	0:49:00	34
51	01ene2025 0050	0:50:00	34
52	01ene2025 0051	0:51:00	34
53	01ene2025 0052	0:52:00	34

Simulation Time Window

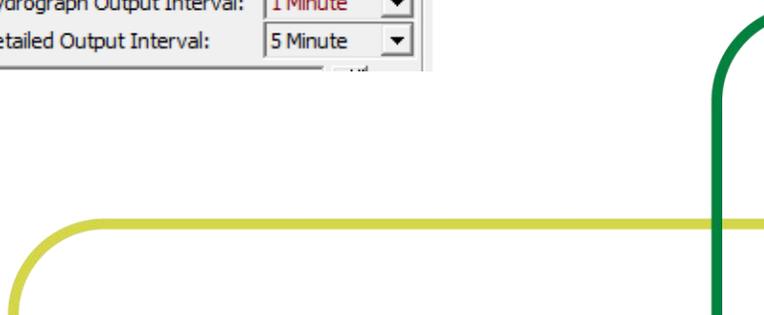
Starting Date: 01JAN2025 Starting Time: 0000

Ending Date: 01JAN2025 Ending Time: 0400

Computation Settings

Computation Interval: 0.2 Second Hydrograph Output Interval: 1 Minute

Mapping Output Interval: 5 Minute Detailed Output Interval: 5 Minute



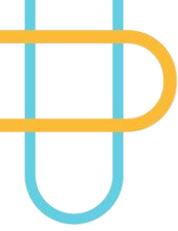
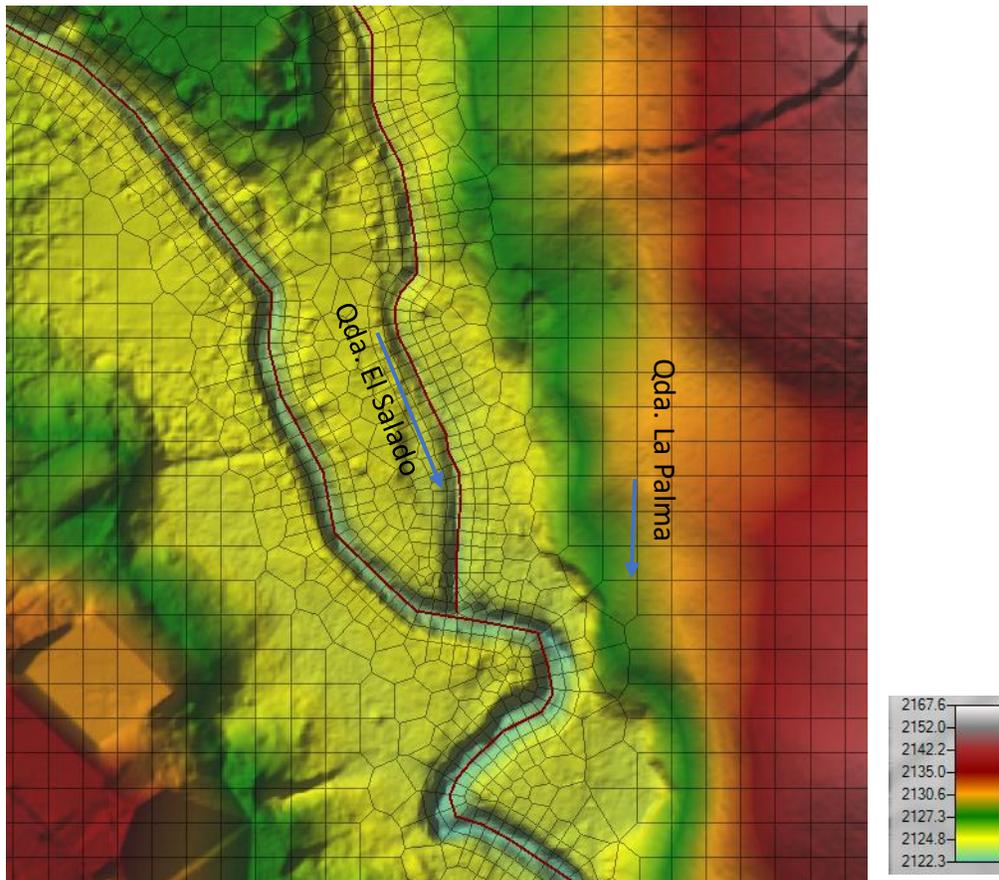


Figura 37. Discretización espacial – Malla computacional en HEC RAS



2.2.1.6 Resultados de simulación hidrodinámica

A continuación, se presentan los resultados de la simulación hidráulica para los diferentes escenarios de caudal y la distribución de la variable profundidad de flujo para los períodos de retorno de 15 y 100 años en diferentes zonas del tramo de acotamiento de las quebradas La Palma y El Salado. En la **Figura 38** se muestran las manchas de inundación en el tramo de la quebrada El Salado aguas arriba de la cabecera municipal de San Vicente Ferrer, en la **Figura 39** se muestran las manchas de la quebrada La Palma, en la **Figura 40** las manchas correspondientes a la confluencia de las quebradas La Palma y El Salado en la cabecera municipal de San Vicente Ferrer, finalmente en la **Figura 41** las manchas de inundación en el tramo aguas abajo de la cabecera municipal.



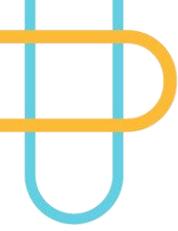


Figura 38. Manchas de inundación – distribución de la profundidad de flujo escenario Sin Obras Tr 15 (der) y 100 años (izq) – El Salado Arriba

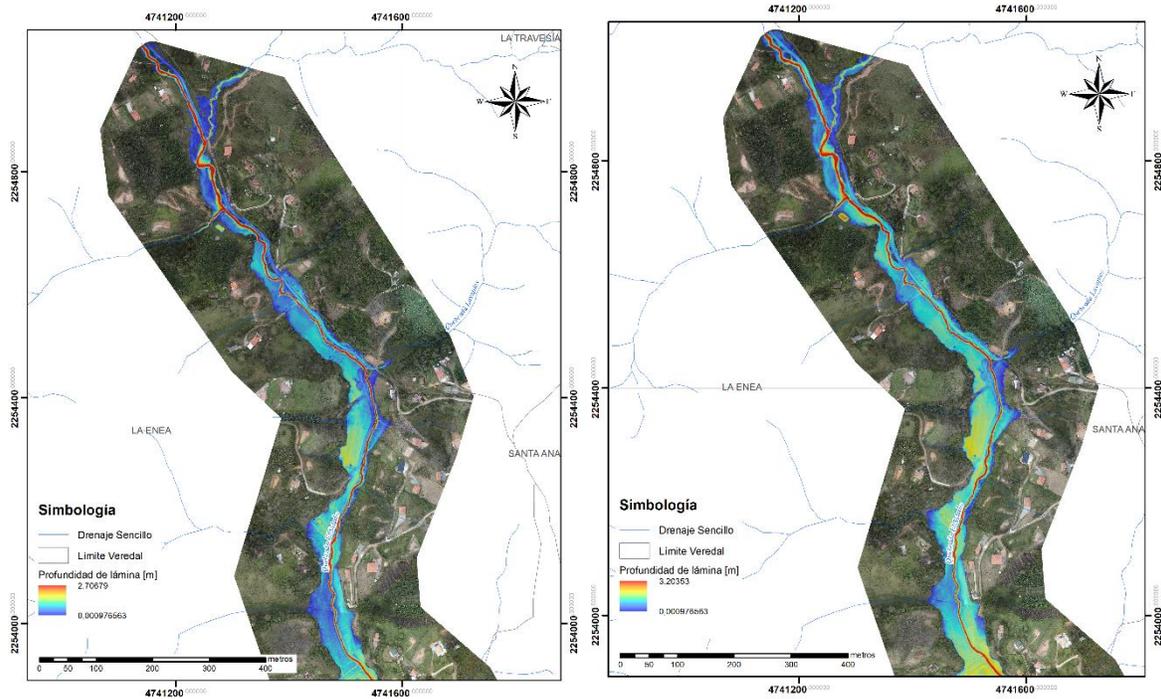
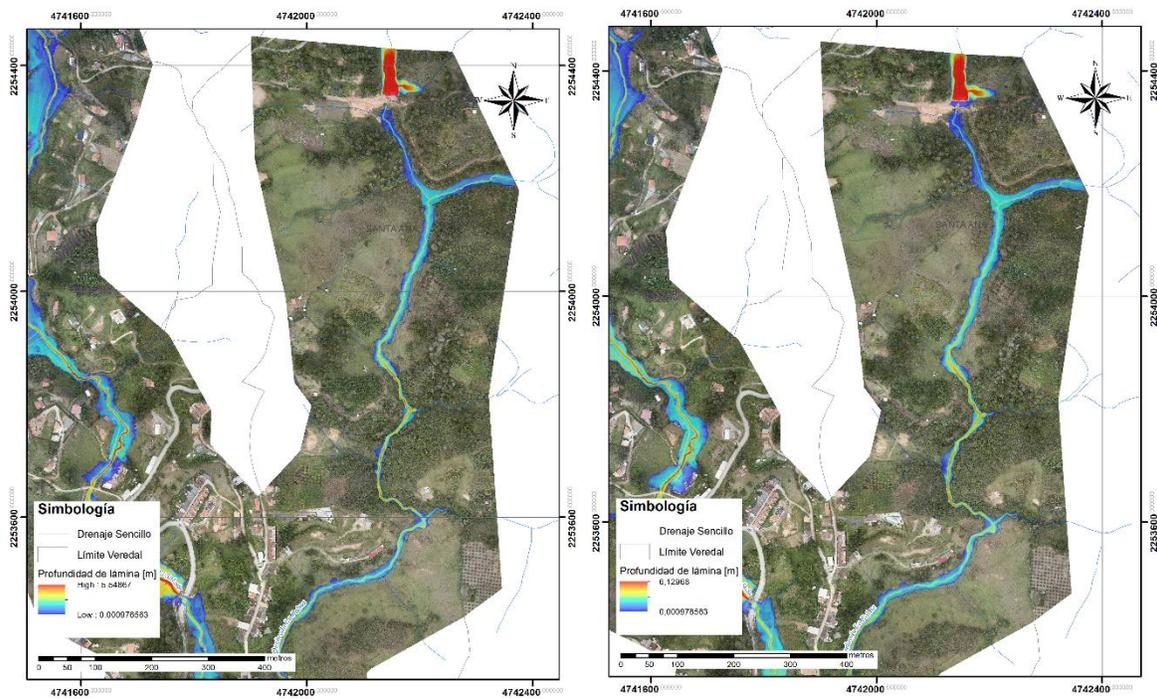


Figura 39. Manchas de inundación – distribución de la profundidad de flujo escenario Sin Obras Tr 15 (izq) y 100 (der) años – La Palma



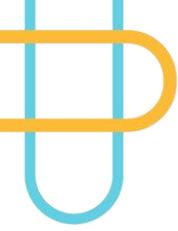


Figura 40. Manchas de inundación – distribución de la profundidad de flujo escenario Sin Obras Tr 15 (izq) y 100(der) años – Confluencia La Palma – El Salado en cabecera municipal

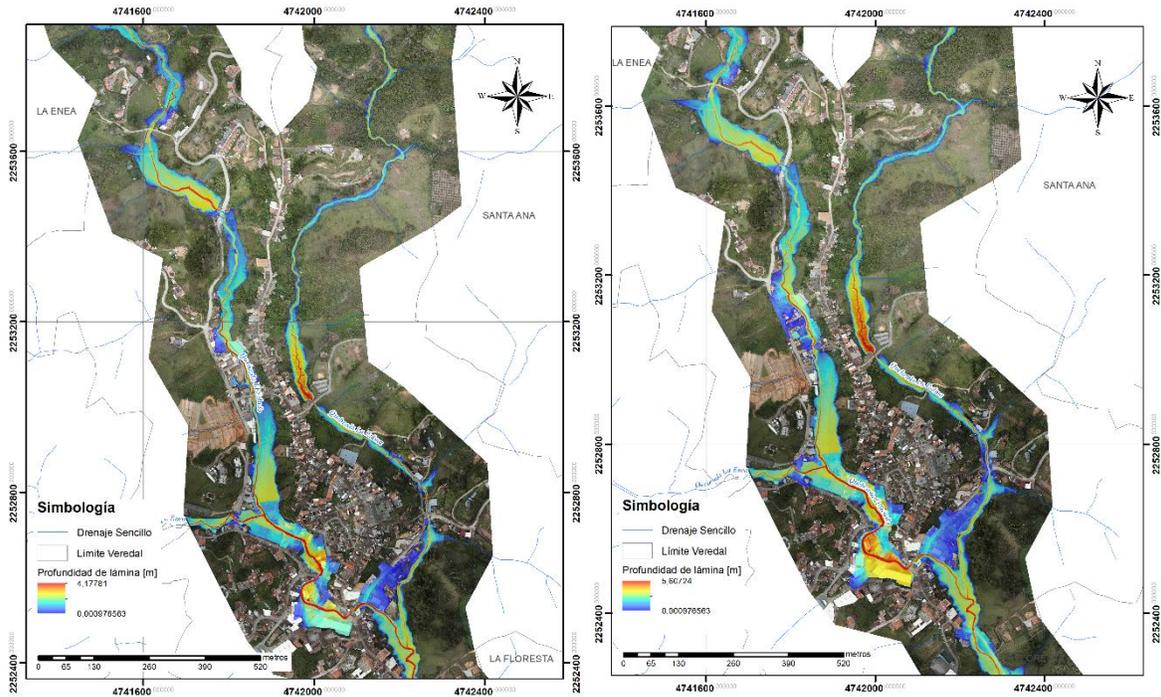
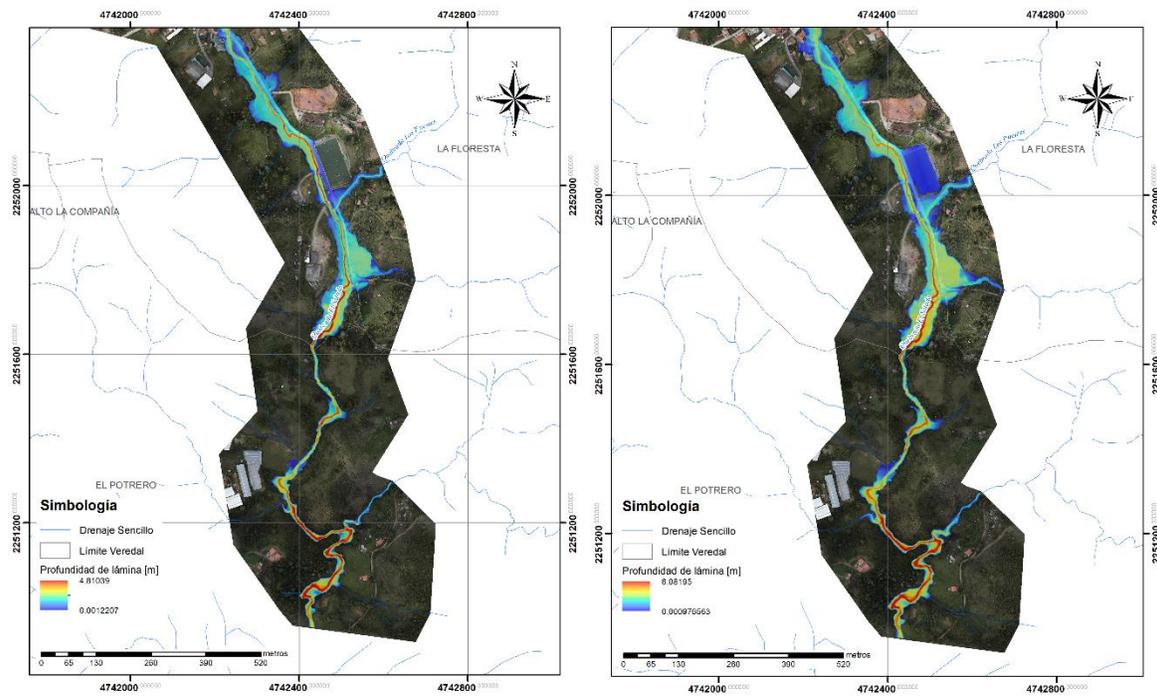
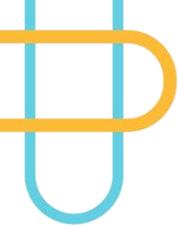


Figura 41. Manchas de inundación – distribución de la profundidad de flujo escenario Sin Obras Tr 15 (izq) y 100(der) años –El Salado tramo aguas abajo

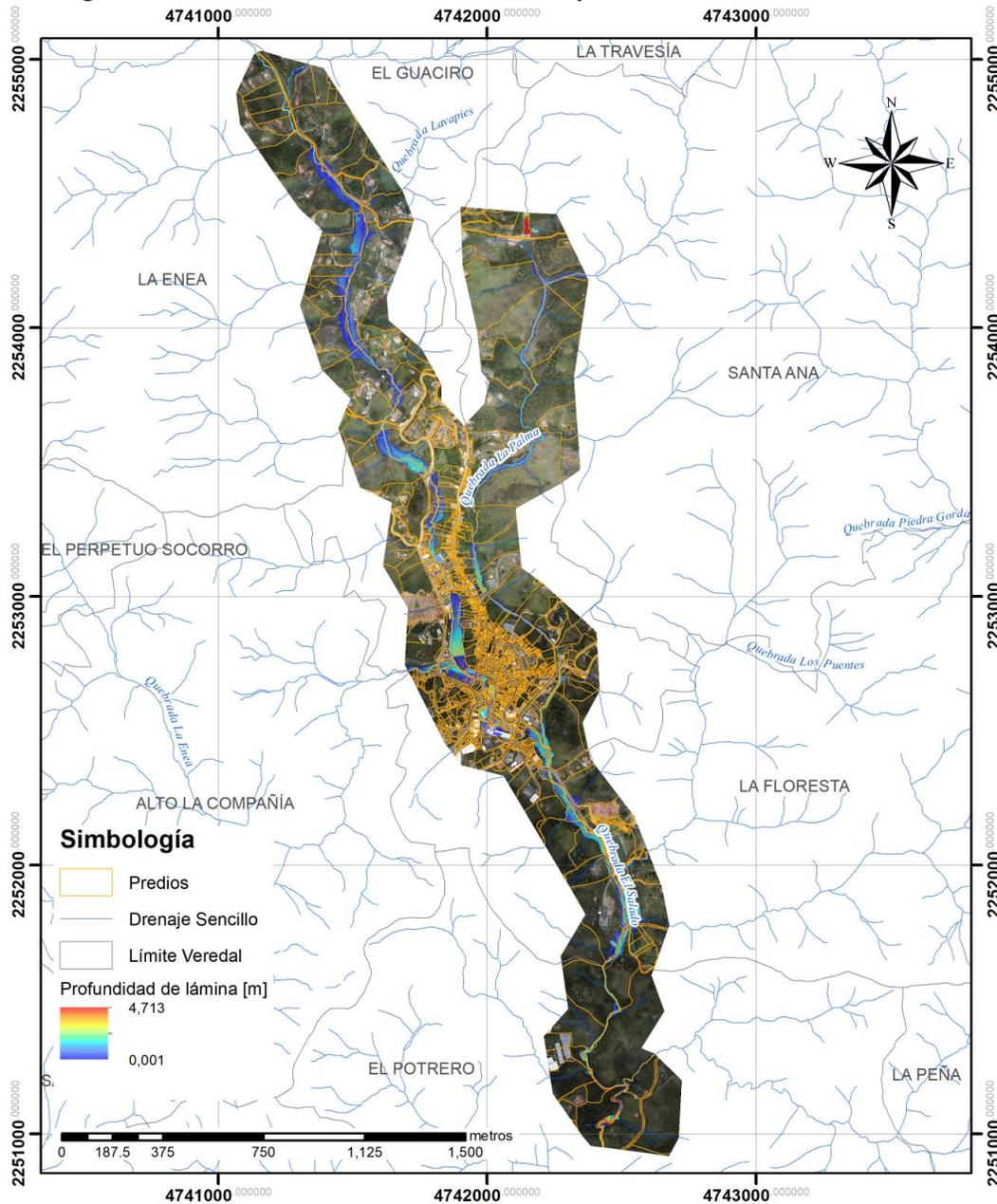




2.2.2 Dinámica hidrológico – hidráulica para la delimitación del cauce permanente

Desde la evaluación hidrológica e hidráulica de las quebradas La Palma y El Salado se realiza la propuesta para la delimitación del cauce permanente a partir de los resultados de la mancha de inundación obtenida mediante la simulación hidrodinámica de las corrientes en escenario Sin Obras y con entrada de caudal máximo asociado al período de retorno de 2.33 años, el cual se podrá asemejar al caudal formador o caudal de banca llena de la corriente. A continuación, en la **Figura 42** se presenta la mancha de inundación representada por la variable profundidad de flujo (m) para el periodo de retorno de 2.33 años.

Figura 42. Mancha de inundación asociada a período de retorno de 2.33 años



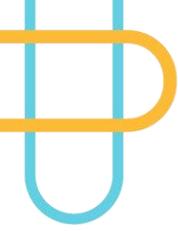
2.2.3 Información no sistémica

La información no sistémica para la ronda hídrica de las quebradas La Palma y El Salado se recopila mediante el relato de los habitantes de zonas afectadas por eventos de inundación a través de diferentes entrevistas llevadas a cabo durante el proceso de acotamiento. La información no sistémica relacionada no corresponde a información de precisión en cuanto a niveles de superficie libre de flujo ni puntos con ubicación espacial exacta (al no contar con coordenadas), sin embargo, supone un complemento importante para los resultados obtenidos mediante simulaciones y permite validar las áreas afectadas por eventos de inundación ocurridos.

Del análisis de información No Sistémica recopilada por el componente social, se evidencia que las inundaciones ocurridas en la cabecera municipal de San Vicente Ferrer están asociadas principalmente al régimen hidrológico de la quebrada El Salado y en menor medida, a la quebrada La Palma, se logran identificar, además, diferentes sectores que se han visto afectados por dicho fenómeno, como lo son: *Sector La Virgen, Sector La Cancha, Casco Urbano (en general), Sector Olímpica, Tierra Adentro, Afas, El Comando, Plaza de Mercado y Puente de Calicanto*. A continuación, en la **Tabla 24** se presenta un resumen con los resultados de las entrevistas para reporte de eventos de inundación en el tramo de acotamiento de las quebradas La Palma y El Salado.

Tabla 24. Sectores donde se refiere información por afectaciones de las corrientes objeto de acotamiento

Municipio	Fecha de presentación	¿Qué lugares han sido afectados?	Corriente
San Vicente Ferrer	Entre 5 y 15 años	Antioquia / San Vicente Ferrer / sector La Virgen	Quebrada el Salado
San Vicente Ferrer	Menor a 5 años	Antioquia / San Vicente Ferrer / sector la cancha	Quebrada el Salado
San Vicente Ferrer	Menor a 5 años	Antioquia / San Vicente Ferrer / sector urbano	No sabe / No responde
San Vicente Ferrer	Entre 5 y 15 años	Antioquia / San Vicente Ferrer / sector Olímpica	Quebrada el Salado
San Vicente Ferrer	No sabe / No responde	Antioquia / San Vicente Ferrer / Tierra adentro	No sabe / No responde
San Vicente Ferrer	Entre 16 y 30 años	Antioquia / San Vicente Ferrer	Quebrada el Salado
San Vicente Ferrer	Entre 31 y 50 años	Antioquia / San Vicente Ferrer	No sabe / No responde
San Vicente Ferrer	No sabe / No responde	No sabe / No responde	No sabe / No responde
San Vicente Ferrer	Entre 5 y 15 años	Antioquia / San Vicente Ferrer /sector Afas	No sabe / No responde
San Vicente Ferrer	No sabe / No responde	No sabe / No responde	No sabe / No responde
San Vicente Ferrer	No sabe / No responde	Antioquia / San Vicente Ferrer /sectores La Virgen, La Cancha y Olímpica	Quebrada el Salado



Municipio	Fecha de presentación	¿Qué lugares han sido afectados?	Corriente
San Vicente Ferrer	2024	Zona Urbana, 80 metros respecto a las aceras de las viviendas	Quebrada La Palma
San Vicente Ferrer	2024	Antioquia / San Vicente Ferrer /sectores La Virgen, El Comando	Quebrada La Palma
San Vicente Ferrer	2000/2010/2024	Antioquia / San Vicente Ferrer /sectores La Virgen-El Comando, Hospital, Plaza de Mercado/Puente de Calicanto	Quebrada La Palma y Q. El Salado

2.3 Delimitación del Componente Hidrológico

A partir de las manchas de inundación asociadas a períodos de retorno de 15 y 100 años obtenidas en el tramo de acotamiento mediante simulación hidrodinámica en escenario Sin Obras se construye la envolvente del componente hidrológico. La construcción del componente se realiza teniendo en cuenta los criterios de la Guía Técnica del Ministerio (Minambiente, 2018) los cuales indican que en los tramos donde la corriente no ha tenido alteraciones morfológicas considerables el límite del componente hidrológico de la ronda hídrica se puede definir por la zona ocupada por el nivel de aguas máximas de un evento con un período de retorno de 15 años, mientras que donde la corriente haya presentado estas alteraciones, se delimita teniendo en cuenta la mancha de inundación asociada al período de retorno de 100 años. A continuación, en la **Figura 43** se presenta la delimitación del componente hidrológico de las quebradas La Palma y El Salado en San Vicente Ferrer. Puntos críticos identificados donde la delimitación del componente abarca áreas extensas o superpone infraestructura existente se presentan a continuación entre la **Figura 44** y la **Figura 47** en las cuales se puede visualizar con mejor nivel de detalle las áreas acotadas de posible interés.



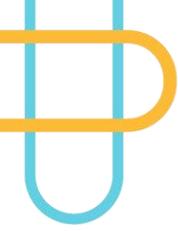
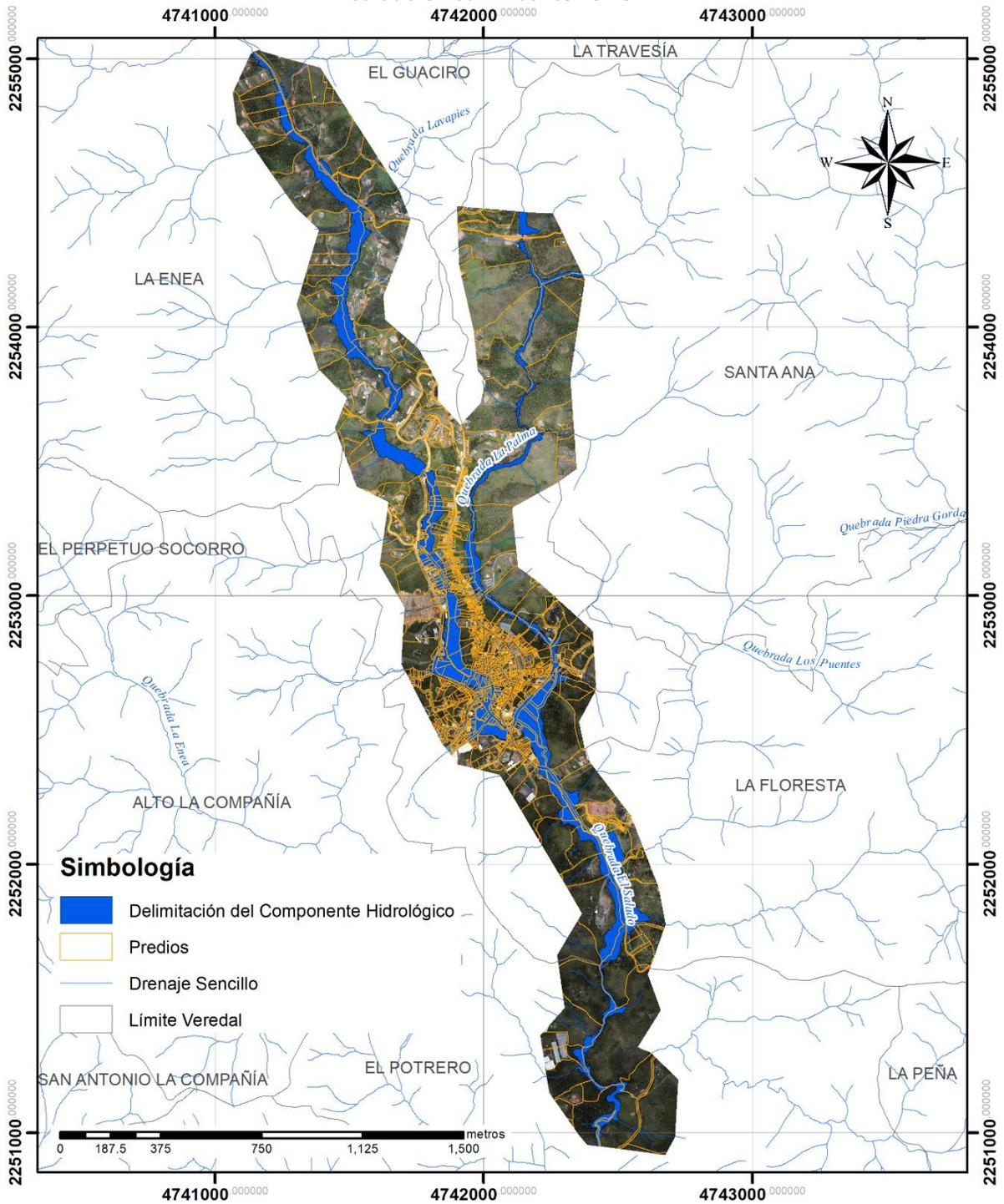


Figura 43. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica quebradas La Palma y El Salado en San Vicente Ferrer



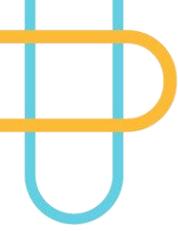
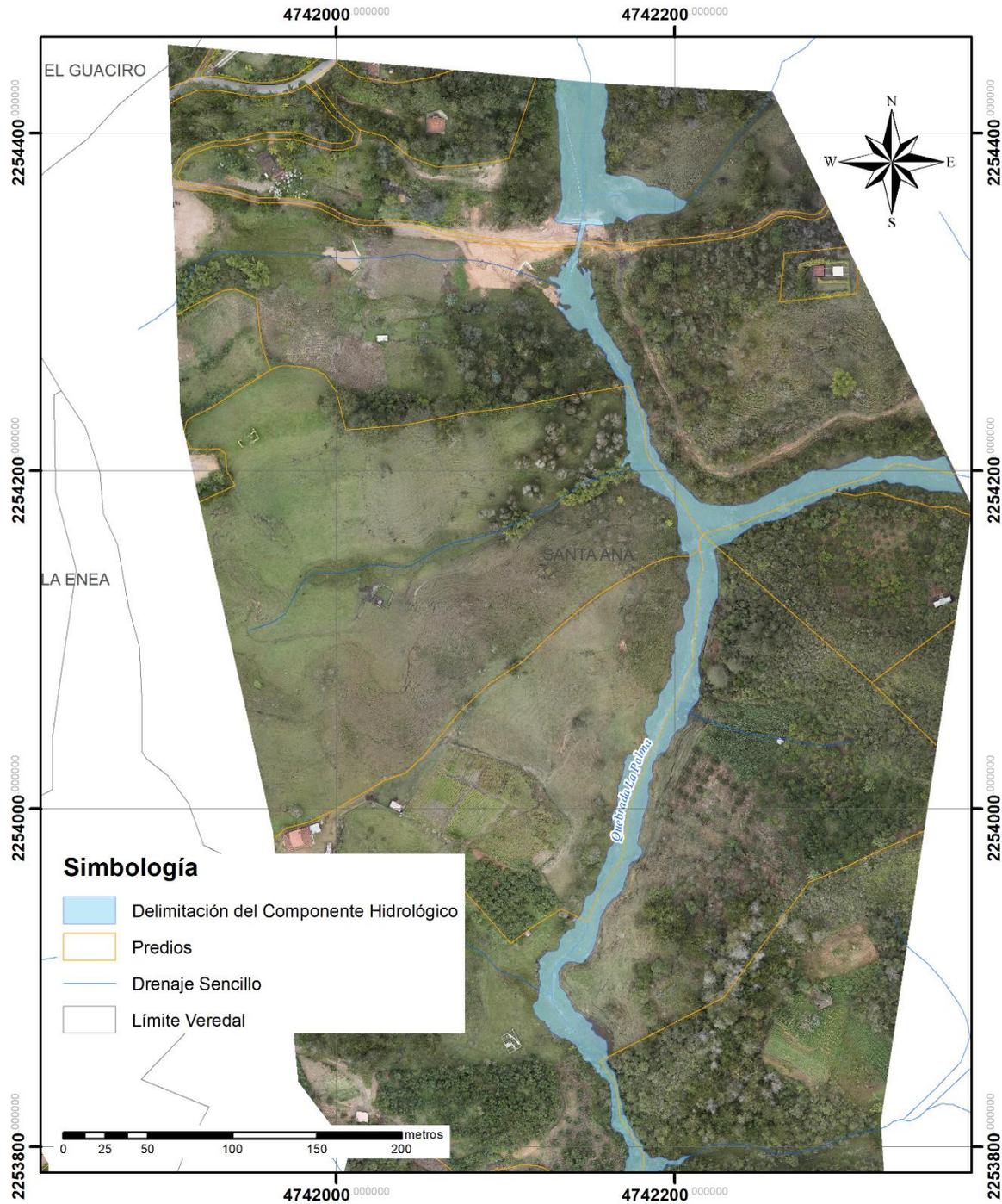


Figura 44. Zona crítica identificada – tramo quebrada La Palma



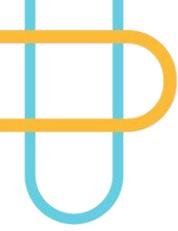
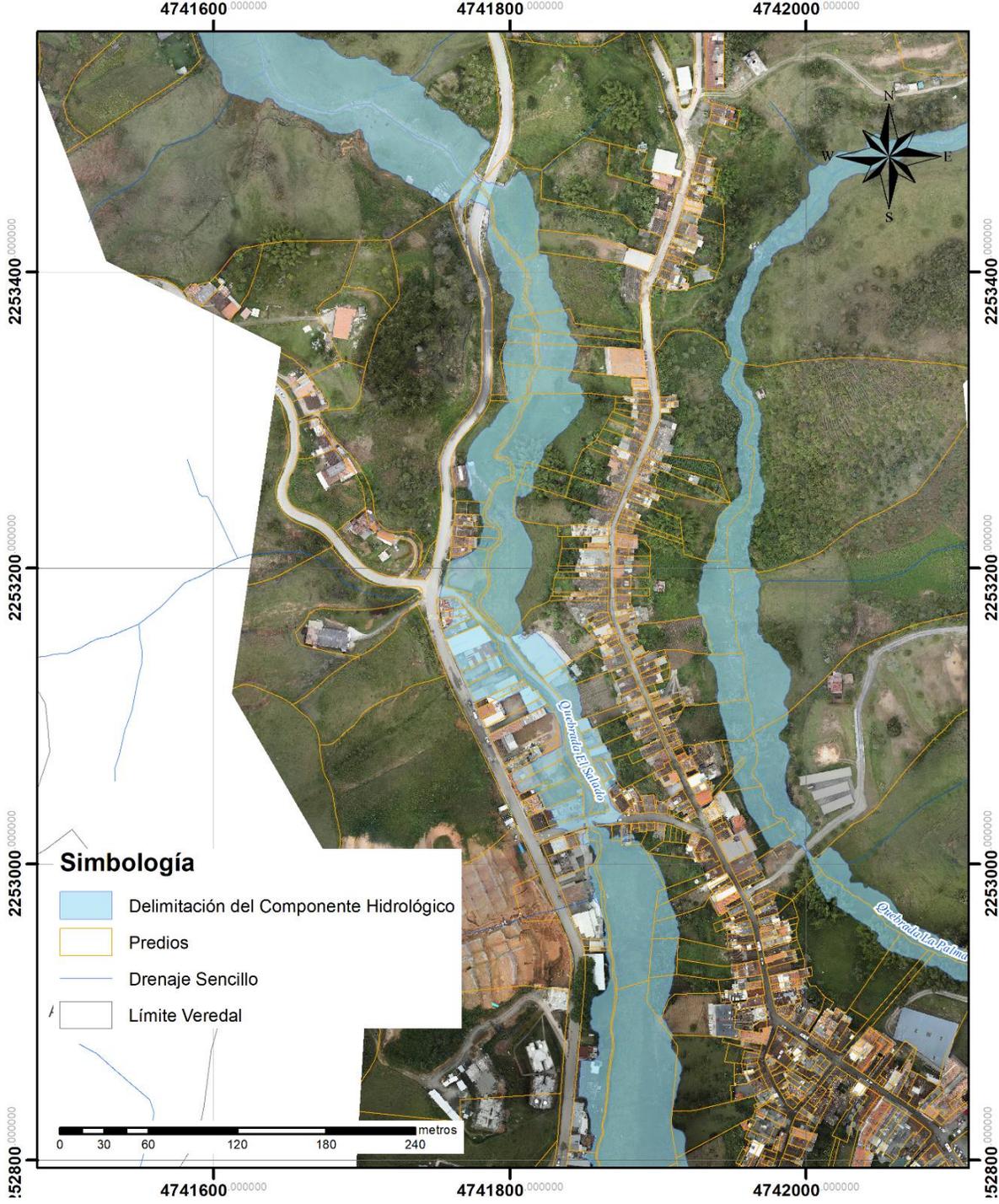


Figura 45. Zona crítica identificada – tramo quebrada El Salado aguas arriba de la cabecera municipal



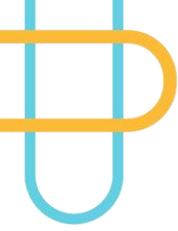
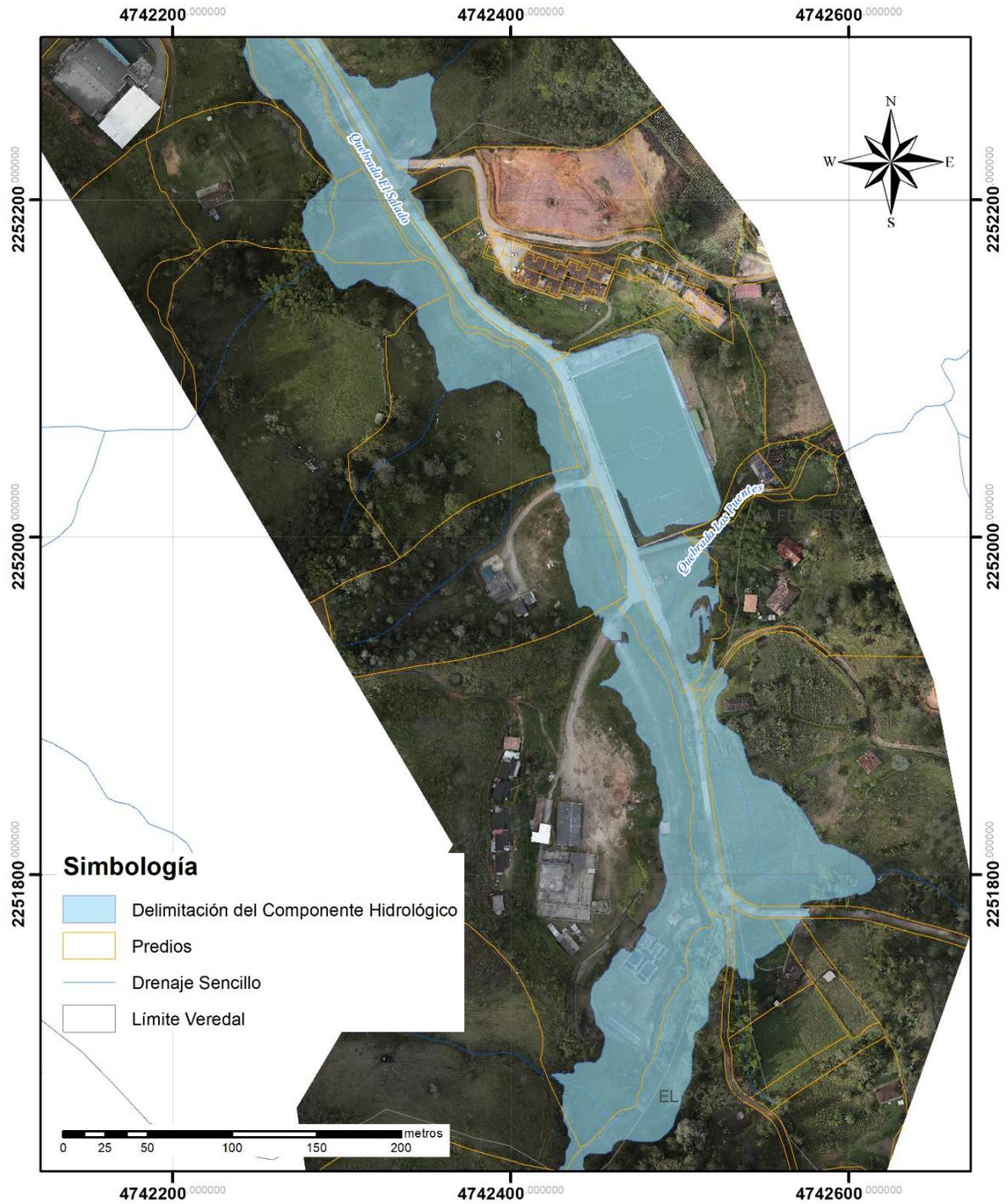


Figura 46. Zona crítica identificada – tramo quebrada El Salado en inmediaciones de la cancha



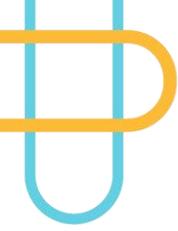
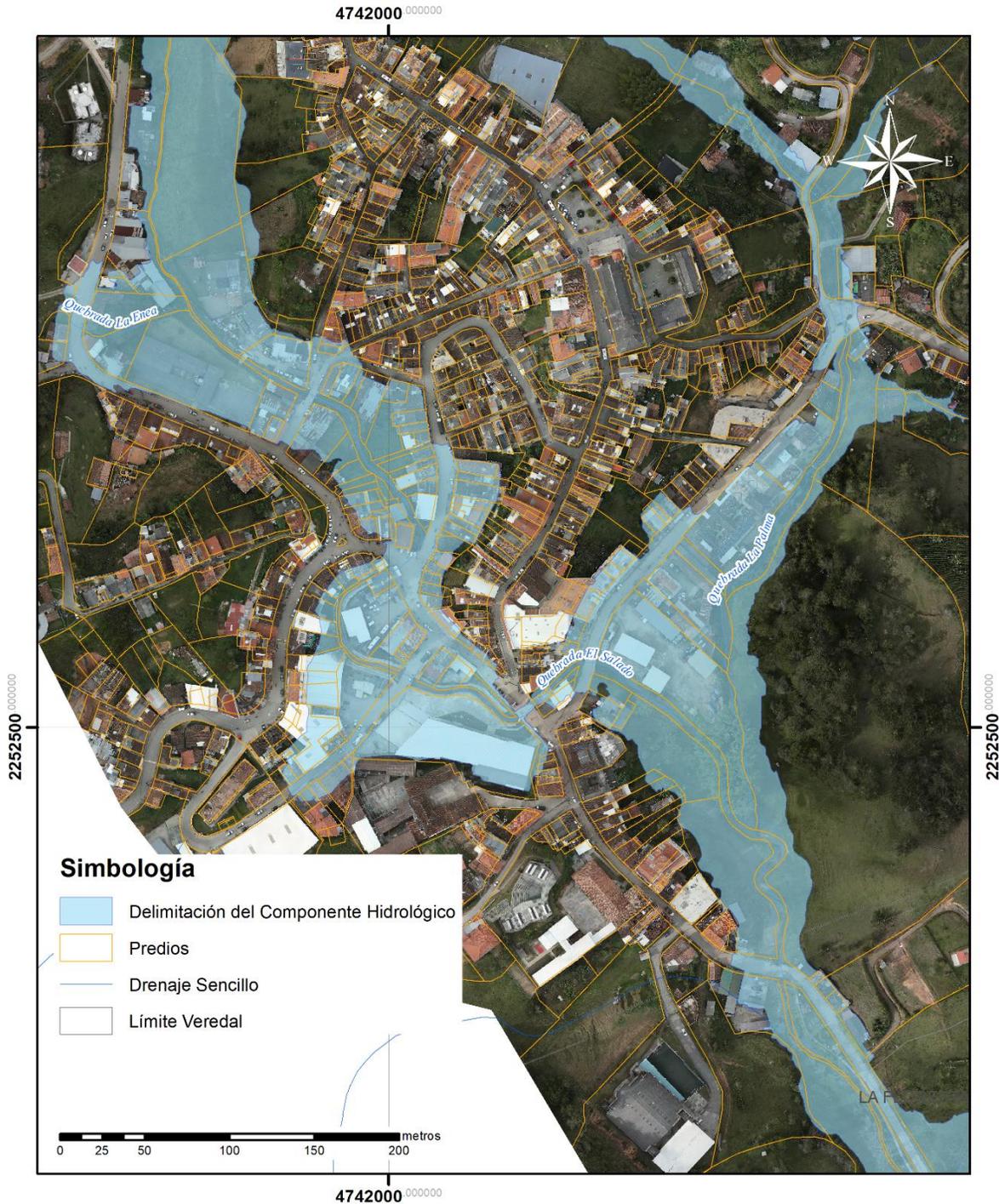
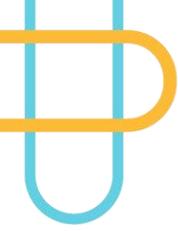


Figura 47. Zona crítica identificada – tramo quebrada El Salado cabecera municipal de San Vicente Ferrer

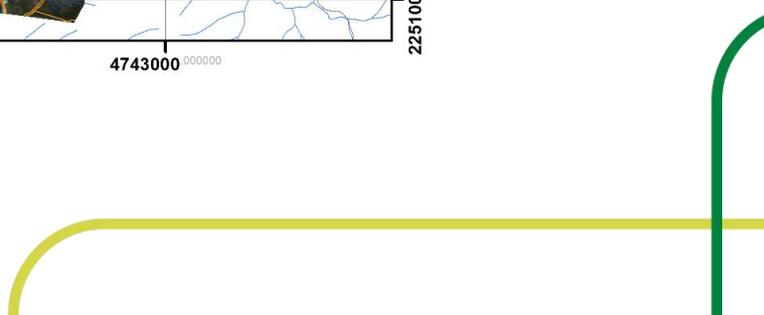
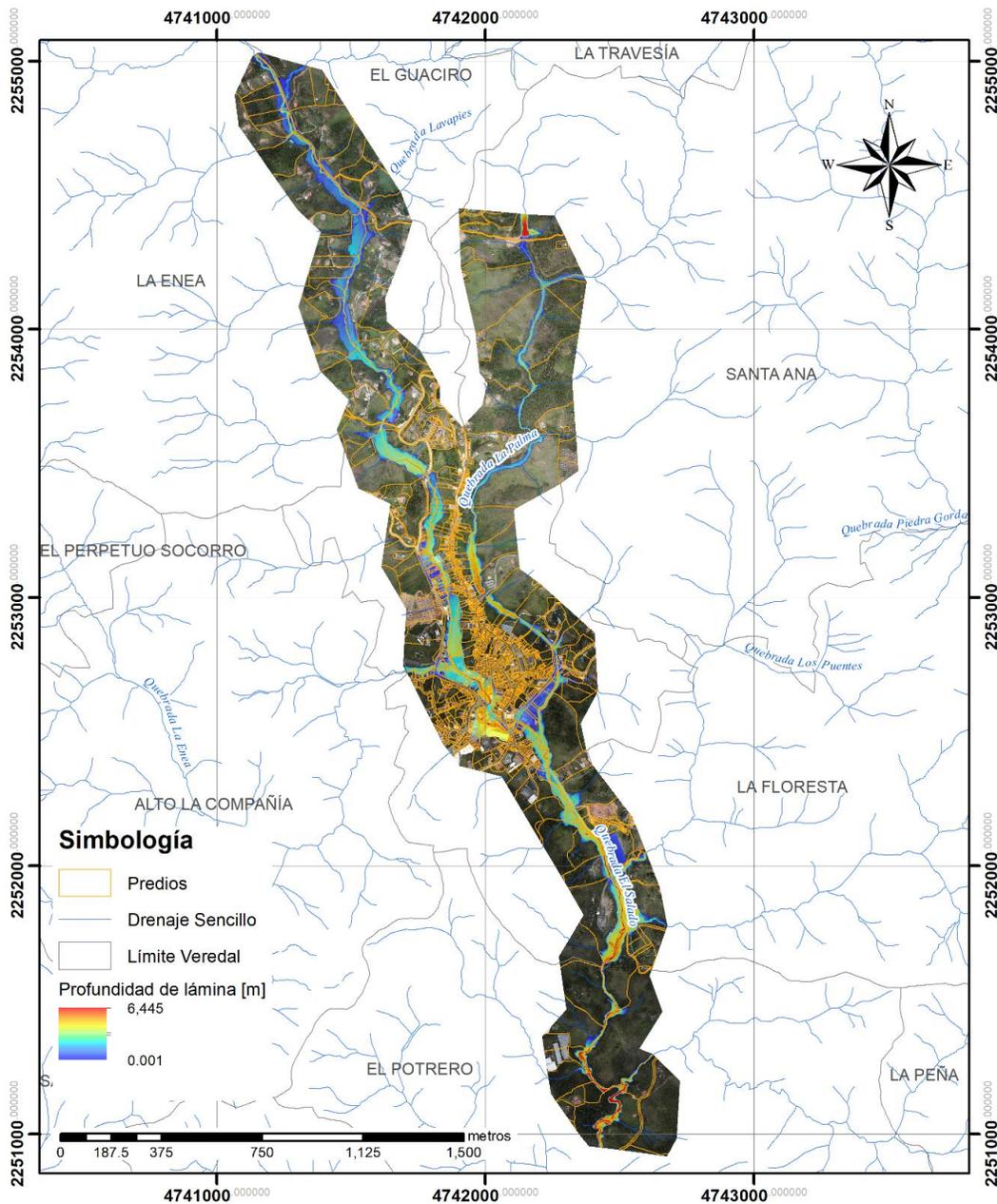


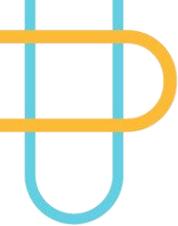


2.3.1 Análisis de zonas en amenaza y análisis básico predial

A partir de los resultados que permiten delimitar el componente hidrológico para la ronda hídrica de las quebradas La Palma y El Salado, se obtiene que un total de 285 predios en el área urbana del municipio San Vicente Ferrer se verían afectados, esta afectación corresponde a un área total del suelo urbano de 139,963 m². Para el suelo rural del municipio, se verían afectados 63 predios con un total de 119,800 m². A continuación, en la **Figura 48**, se presentan los resultados de la simulación hidráulica en escenario Con Obras para las quebradas La Palma y El Salado en San Vicente Ferrer, resultados a partir de los cuales, resulta el análisis básico predial.

Figura 48. Resultados profundidad de flujo escenario Con Obras





Análisis de capacidad hidráulica de las obras de paso

Se realiza un análisis de la suficiencia de las obras hidráulicas incluidas en el proceso de simulación para los períodos de retorno definidos en el acotamiento (15 y 100 años), los resultados de la evaluación se presentan a continuación en la **Tabla 25**.

Tabla 25. Capacidad hidráulica de las obras de paso para los períodos de retorno analizados

No.	Estructura	Abscisa	TR 15 años	TR 100 años
1	Alcantarilla 1	K0+095.43	Insuficiente	Insuficiente
2	Puente 2	K0+257.74	Insuficiente	Insuficiente
3	Puente 3	K0+502.25	Insuficiente	Insuficiente
4	Puente 4	K0+698.09	Insuficiente	Insuficiente
5	Puente 5	K1+392.52	Insuficiente	Insuficiente
6	Puente 6	K1+603.56	Insuficiente	Insuficiente
7	Puente 7	K1+657.98	Suficiente	Suficiente
8	Puente 8	K1+966.14	Suficiente	Suficiente
9	Puente 9	K2+325.23	Insuficiente	Insuficiente
10	Puente 10	K2+476.84	Insuficiente	Insuficiente
11	Puente 11	K2+818.22	Insuficiente	Insuficiente
12	Puente 12	K2+864.23	Insuficiente	Insuficiente
13	Puente 13		Insuficiente	Insuficiente
14	Puente 14	K3+111.94	Insuficiente	Insuficiente
15	Puente 15	K3+241.42	Insuficiente	Insuficiente
16	Puente 16	K3+505.08	Insuficiente	Insuficiente
17	Puente 17	K3+923.50	Insuficiente	Insuficiente
18	Puente 18	K4+003.81	Insuficiente	Insuficiente
19	Box Culvert 19		Insuficiente	Insuficiente
20	Puente 20	K5+616.02	Suficiente	Insuficiente
21	Puente 21	K5+662.24	Suficiente	Insuficiente
22	Alcantarilla 22	K5+704.41	Insuficiente	Insuficiente
23	Puente 23	K5+877.40	Suficiente	Suficiente

2.3.2 Conclusiones

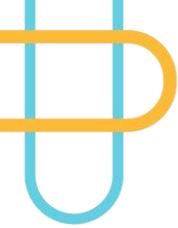
A partir de los resultados de la modelación hidrodinámica, se evidencia que las intervenciones antrópicas en las quebradas La Palma y El Salado, específicamente la urbanización de sus llanuras de inundación, la implementación de obras de cruce, la canalización de tramos y la ocupación del lecho, han generado una reducción crítica de su capacidad hidráulica. Los análisis demuestran que

los cauces actuales no conducen adecuadamente los caudales máximos, presentando desbordamientos sectorizados incluso para crecientes con un período de retorno de 15 años (Q_{15}).

Esta condición se manifiesta, principalmente, mediante desbordamientos laterales en tres zonas estratégicas: (1) la Plaza de Mercado, (2) el sector del Parque Lineal y (3) la Cancha Sintética. No obstante, se identifican otras áreas con intervenciones puntuales que también se encuentran cubiertas por la mancha de inundación correspondiente a los períodos de retorno de 15 y 100 años.

Las intervenciones descritas, consolidadas a lo largo del tiempo, han generado alteraciones significativas en la dinámica fluvial de estas fuentes hídricas, modificando la extensión y distribución de la mancha de inundación. En algunos sectores, esta ha disminuido, mientras que en otros ha aumentado, afectando infraestructuras dentro de la zona urbana del municipio. Esta situación se replica de manera crítica en la confluencia de las quebradas La Palma y El Salado, donde la presencia de terraplenes en la llanura de inundación, con cotas superiores a las alcanzadas por el flujo durante crecientes con un período de retorno de 100 años, ha alterado el comportamiento de la mancha de inundación, desplazándola debido al estrangulamiento del canal y sus llanuras.

Por otro lado, las obras hidráulicas de paso vial, compuestas en su mayoría por tuberías dispuestas longitudinalmente al cauce, presentan una insuficiencia hidráulica que impide el libre escurrimiento de la lámina de agua correspondiente al período de retorno de 15 años. Esta condición genera un efecto de remanso, altera la dinámica fluvial, provoca el desbordamiento del flujo y ocasiona afectaciones tanto en la rasante de la vía como en sus zonas aledañas.



2. COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO

San Vicente de Ferrer, municipio del Oriente Antioqueño, se encuentra en la vertiente oriental de la Cordillera Central, caracterizado por una topografía quebrada con pendientes pronunciadas y elevaciones que oscilan entre los 1.900 y 2.300 metros sobre el nivel del mar. Su geomorfología es resultado de la interacción entre procesos tectónicos y erosivos, con predominio de rocas metamórficas y graníticas pertenecientes al Batolito Antioqueño. Estas condiciones han influenciado el desarrollo de su red hidrográfica, conformada por diversas microcuencas que presentan un régimen de escorrentía condicionado por la precipitación y la cobertura vegetal.

Dentro de este contexto, las quebradas La Palma y El Salado son dos cuerpos hídricos de relevancia local, cuya delimitación y acotamiento resultan esenciales para la planificación territorial y la gestión ambiental. Ambas quebradas drenan zonas de relieve irregular con suelos de moderada a alta susceptibilidad a la erosión, lo que aumenta el riesgo de procesos de remoción en masa e inundaciones en sectores vulnerables.

Algunas metodologías y alcances en materia del manejo del recurso hídrico presionan constantemente las políticas públicas en función de cumplir objetivos en cuanto a calidad ecológica, gestión del riesgo por inundaciones, producción de energías renovables, agricultura, etc (Rinaldi et al., 2015). La geomorfología fluvial ingresa por dicha ventana con toda la literatura científica a apoyar estos esfuerzos, analizando al detalle toda la dinámica fluvial relacionando su comportamiento espacio temporal junto con propiedades mecánicas de flujos.

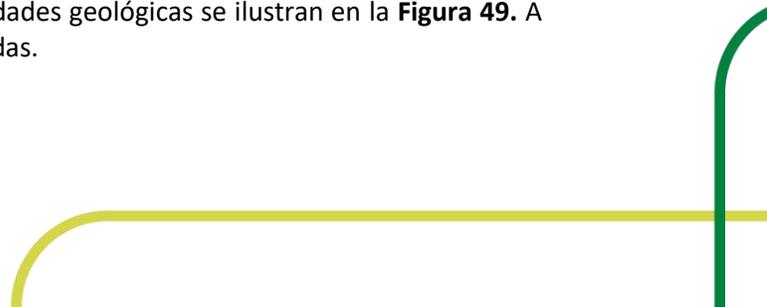
El acotamiento de estas rondas hídricas busca garantizar la estabilidad de los cauces, la conservación de los ecosistemas ribereños y la prevención de impactos negativos derivados de la ocupación inadecuada del territorio. Para ello, es fundamental un análisis geomorfológico detallado que permita comprender las dinámicas de los sistemas fluviales y su interacción con las unidades del paisaje.

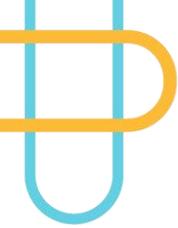
Aprovechando los esfuerzos que se adelantan en las últimas décadas, de utilizar la geomorfología fluvial como herramienta para el manejo de los ríos. Este capítulo desarrolla la caracterización geomorfológica del área de influencia de las quebradas La Palma y El Salado, abordando aspectos como la morfología del terreno y la evolución de los cauces, con el fin de proporcionar insumos técnicos para la adecuada delimitación de sus rondas hídricas.

2.1 Marco geológico regional

En la cuenca de las quebradas **La Palma y El Salado** se identifican tanto unidades litológicas como depósitos recientes. El sustrato geológico está compuesto por un basamento ígneo-metamórfico, constituido principalmente por rocas cristalinas, según lo documentado por (INGEOMINAS, 2001) Dentro de estas unidades destacan los **granitoides del Batolito Antioqueño, la Anfibolita de Medellín y el Gneis de La Ceja**.

En varias zonas, este basamento se encuentra cubierto por depósitos recientes, originados por procesos **aluviales y de ladera**, lo que evidencia la influencia de la dinámica geomorfológica en la cuenca. La distribución y características de estas unidades geológicas se ilustran en la **Figura 49**. A continuación, se presentan sus descripciones detalladas.





- Batolito Antioqueño (K2Pi/Kcda)

El Batolito Antioqueño en el municipio San Vicente Ferrer está compuesto principalmente por rocas ígneas plutónicas de composición granítica a granodiorítica, caracterizadas por su textura fanerítica y coloración variable entre gris claro y rosado. Estas rocas forman parte del basamento geológico de la región y presentan una alta resistencia mecánica, lo que influye en la estabilidad del terreno (Gómez et al., 2015)

Desde el punto de vista geomorfológico, esta unidad aflora en diversas zonas del municipio, manifestándose en laderas escarpadas y elevaciones moderadas, donde la erosión diferencial ha dado lugar a formas de relieve abruptas. En sectores de mayor alteración, se observan procesos de meteorización química que generan suelos residuales con predominio de arenas y limos de baja plasticidad.

- Anfibolita de Medellín (T-Mag3/Pram)

También conocida como Anfibolita de La Ceja (Gómez et al., 2015) esta unidad geológica está compuesta por rocas masivas, densas y de alta dureza, con tonalidades gris verdoso. En ocasiones, presenta una textura bandeada debido a la segregación mineral (CONSORCIO POMCAS ORIENTE ANTIOQUEÑO, 2016)

En la cuenca, esta formación aflora principalmente en el flanco occidental, donde se encuentra en contacto directo con la Migmatita de Puente Peláez. Sus suelos residuales varían según la profundidad: en el horizonte VI, predominan limos de baja compresibilidad de color pardo amarillento, mientras que en el horizonte V, los suelos son limos arenosos (CONSORCIO POMCAS ORIENTE ANTIOQUEÑO, 2016)

Estudios previos de (Botero Arango, 1963) asignó a esta unidad una edad paleozoica, relacionándola con la formación ampliamente conocida como Anfibolita de La Ceja.

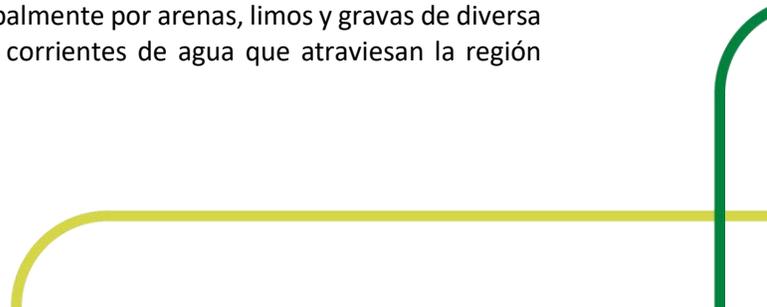
- Gneis de La Ceja (T-Mag3/PRnic)

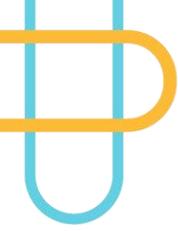
La unidad Gneis de La Ceja está conformada por gneises y granofels sometidos a un alto grado de metamorfismo. En su estructura se observan plegamientos locales con intercalaciones de cuarcitas y anfibolitas (CONSORCIO POMCAS ORIENTE ANTIOQUEÑO, 2016) Esta formación se localiza en la parte nor occidental de la cuenca.

En cuanto a la composición de los suelos residuales asociados a esta unidad, en el horizonte VI predominan limos de tonalidad pardo amarillenta. Por su parte, el horizonte V, correspondiente al segundo saprolítico, exhibe una textura limo-arenosa de color pardo rojizo con bandas en tonalidades gris y crema (Consortio POMCAS, 2016).

- Depósitos aluviales (Qal)

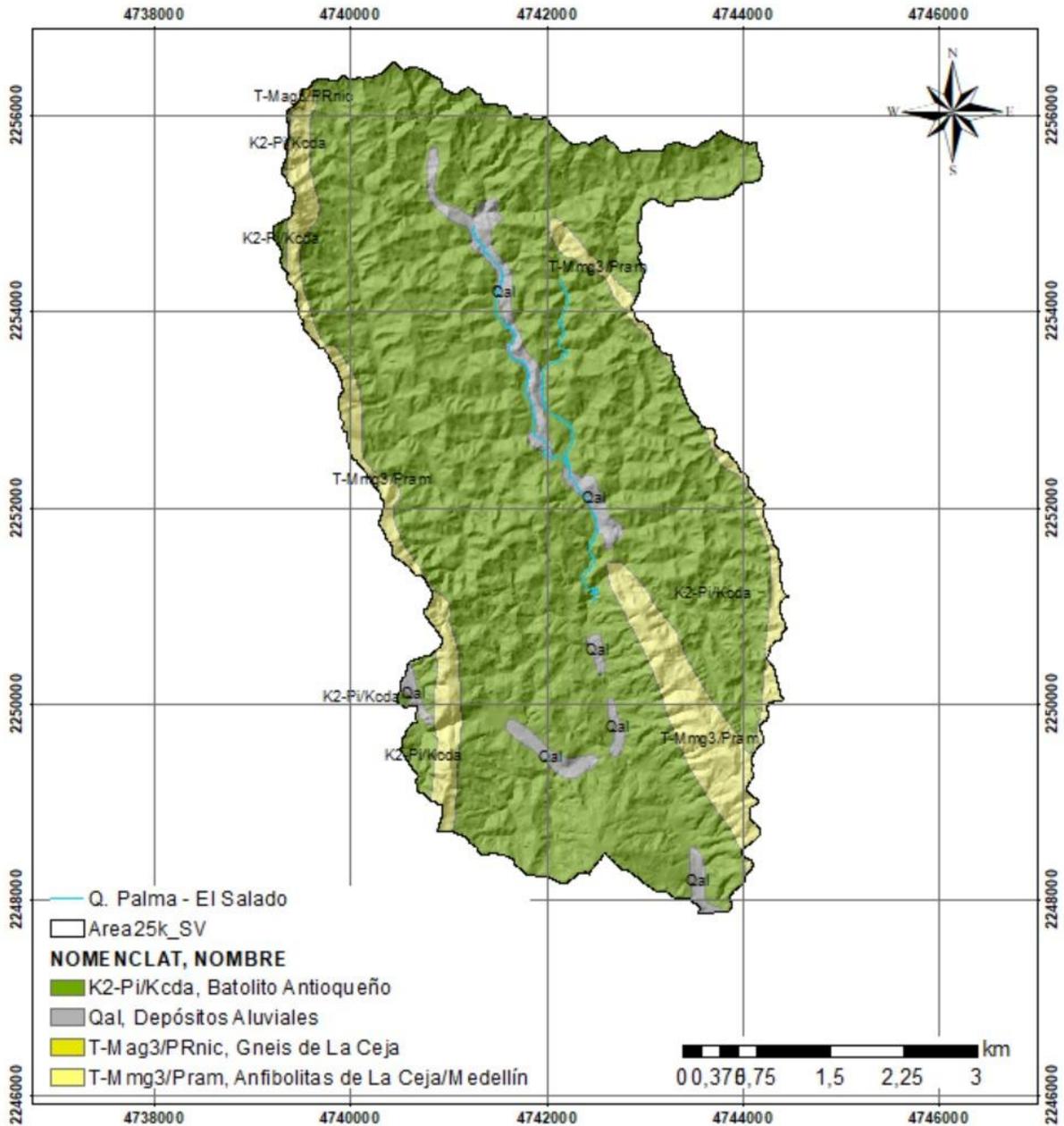
Los depósitos aluviales (Qal) en el municipio San Vicente de Ferrer corresponden a materiales no consolidados de origen fluvial, acumulados en fondos de valle, terrazas recientes y planicies de inundación. Estos depósitos están compuestos principalmente por arenas, limos y gravas de diversa granulometría, transportados y depositados por las corrientes de agua que atraviesan la región (Zuluaga Gil, 2011)





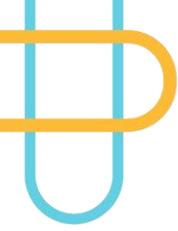
Estos depósitos tienen una gran importancia en la dinámica geomorfológica e hidrológica del territorio, ya que contribuyen a la regulación del caudal superficial y subterráneo. Además, debido a su naturaleza poco consolidada, pueden estar asociados a procesos de erosión, socavación y cambios en la morfología de los cauces, lo que los convierte en áreas de interés para la planificación y gestión del riesgo en el municipio.

Figura 49. Geología regional cuencas de influencia de las quebradas La Palma y El Salado



Fuente: CORNARE, 2025





2.2 Delimitación unidades geomorfológicas escala 1:25000

El componente geomorfológico se desarrolló con base en bibliografía y metodologías aplicadas en la región andina, así como en los lineamientos establecidos por entidades nacionales como el Servicio Geológico Colombiano (MINMINAS & SGC, 2017), (Carvajal, 2012) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, n.d.). Estas instituciones han empleado análisis y compilaciones de uso global para adaptar la geomorfología al contexto del territorio nacional, considerando las condiciones tropicales características de Colombia.

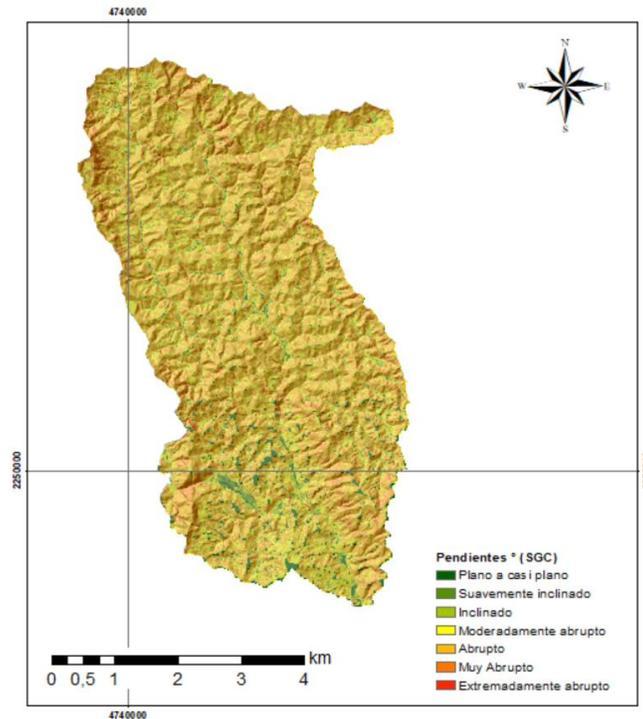
La clasificación y categorización de las geoformas a diferentes escalas, utilizadas para la delimitación de la ronda hídrica, se fundamenta en la aplicación de criterios combinados de movimientos en masa (MM) y factores edafológicos, con un enfoque más específico en la geomorfología fluvial.

Esta combinación metodológica se basa en la dinámica fluvial asociada a geoformas de piedemonte con influencia directa sobre el cauce. Un ejemplo clave de esta interacción se observa en zonas con deslizamientos cercanos a la banca del cauce o en llanuras de inundación, donde los movimientos en masa pueden provocar represamientos o alteraciones significativas en la morfología del terreno.

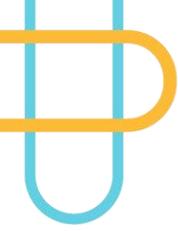
- **Pendientes**

La clasificación de las pendientes se realizó a partir de las categorías propuestas por van (van Zuidam, 1986) la cual es adoptada por el SGC y la propuesta de jerarquización geomorfológica colombiana (Carvajal, 2012) y SGC (MINMINAS & SGC, 2017), la cual tiene como propósito, clasificar la forma de las laderas por su pendiente en grados y la posible susceptibilidad de éstas a los movimientos en masa. De esta manera, se tiene en cuenta la pendiente del terreno para realizar un acercamiento a una mirada hacia la gestión del riesgo,

Figura 50. Mapa de pendientes del terreno, clasificación propuesta por van (van Zuidam, 1986)



Fuente: CORNARE, 2025



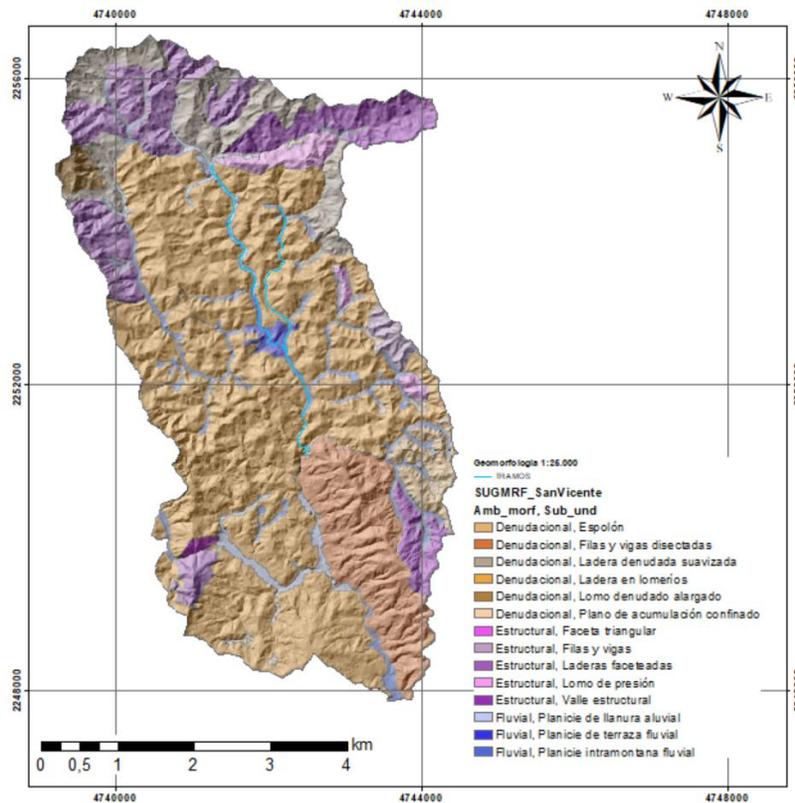
- **Geoformas**

En la **Figura 51** se muestra la delimitación geomorfológica final a escala semidetallada 1:25000 producto de la recopilación de diferentes estudios realizados para otros instrumentos de planificación. Se tuvieron en cuenta POTs, POMCAS y estudios realizados por el IGAC que posteriormente fueron ajustados para el propósito del acotamiento de la ronda hídrica La Palma – el Salado. De esta manera, se produce la cartografía delimitando las zonas con los ambientes que moldearon la superficie y la posterior categorización de las subunidades geomorfológicas.

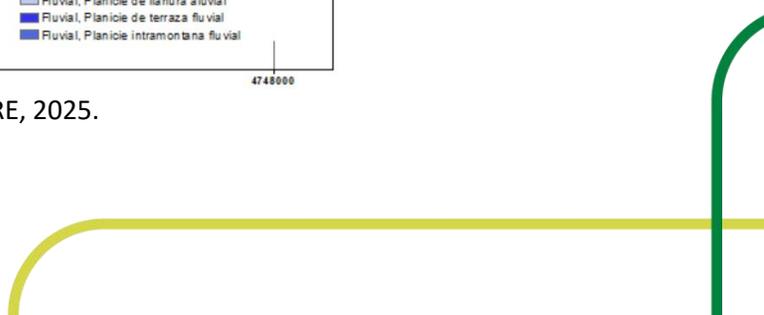
Regionalmente el departamento de Antioquia se encuentra enmarcado dentro de varias dinámicas geológicas – geomorfológicas dominadas principalmente por factores estructurales y denudacionales para zonas de montaña y ladera, por otra parte, las geoformas fluviales, hacen parte de tipologías geomorfológicas recurrentes en la región andina (Sánchez, 2024) compuestas por conos y terrazas fluviales entre cañones intramontanos cuando los valles son estrechos y llanuras de inundación hacia las zonas donde los cauces cuentan con mayor capacidad hidráulica y el flujo escurre con menor energía debido a la disminución en las pendientes del terreno.

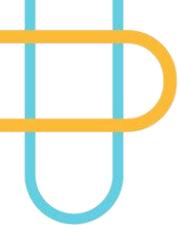
El control estructural se representa por rasgos que fueron identificables por medio de Sistemas de Información Geográfica (SIG) con modelos de sombras que facilitan la observación de lineamientos y facciones estructurales de las laderas, analizándose así, alineación de laderas con orientaciones de fallas tanto regionales como locales, sin embargo, estos lineamientos pertenecientes a enjambres de fallas, eventualmente generan fracturamiento que no necesariamente se alinea con alguna facción estructural.

Figura 51. Ambientes y Subunidades geomorfológicas de las zonas aferentes y cuencas de los cauces la Palma y el Salado



Fuente: CORNARE, 2025.





➤ Geformas Denudacionales

Las geformas denudacionales son el resultado de procesos de erosión, meteorización y remoción en masa que moldean el relieve, generalmente reduciendo su altitud y generando superficies suavizadas o estructuras disectadas.

Espolón

Un espolón es una prolongación estrecha y alargada de una montaña o colina que se proyecta en dirección del valle, separando dos sistemas de drenaje. Se caracteriza por tener pendientes moderadas a pronunciadas y estar compuesto por materiales resistentes a la erosión diferencial. Su formación está asociada a la incisión fluvial y la erosión lateral de los ríos en las zonas montañosas.

Filas y vigas disectadas

Son interfluvios angostos y alargados con formas irregulares, generados por procesos de erosión y disección fluvial. Presentan pendientes variables, generalmente moderadas a fuertes, y están separados por valles profundos o quebradas. La fragmentación de estas estructuras se debe a la acción del agua, que incide sobre las zonas menos resistentes del terreno.

Ladera denudada suavizada

Se trata de pendientes con inclinación leve a moderada (5° a 25°), en las que la erosión ha reducido los rasgos abruptos del relieve. Estas laderas suelen ser el resultado de procesos de meteorización química y física, acompañados de movimientos en masa y escurrimiento difuso, que redistribuyen los sedimentos hacia las partes bajas del paisaje.

Ladera en lomeríos

Superficies onduladas con laderas de inclinación moderada (10° a 30°), que forman colinas o lomeríos. Su origen está relacionado con la erosión diferencial de materiales de distinta resistencia y la acumulación de sedimentos en las partes bajas. En estas áreas es común la presencia de suelos poco profundos y procesos de remoción en masa como reptación y deslizamientos.

Laderas denudadas suavizadas

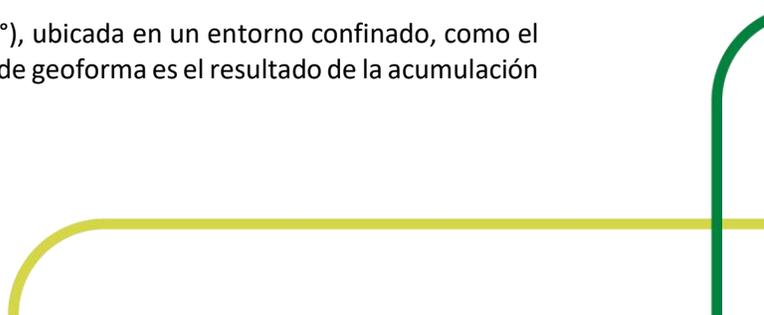
Similares a las laderas denudadas, pero con una mayor homogeneidad en la inclinación del terreno. Estas superficies se generan por erosión progresiva y consolidación del material transportado. La pendiente suele ser de leve a moderada, con una menor incidencia de procesos erosivos intensos en comparación con laderas más abruptas.

Lomo denudado alargado

Relieve alargado y suavemente ondulado, con una pendiente generalmente baja a moderada (5° a 20°). Se forma por la erosión prolongada de estructuras más elevadas, resultando en una topografía suavizada. Estos lomos pueden actuar como divisorias de agua y presentan una cobertura de suelo variable, dependiendo del grado de erosión.

Plano de acumulación confinado

Superficie plana o de muy baja pendiente (menor a 5°), ubicada en un entorno confinado, como el fondo de un valle o una depresión tectónica. Este tipo de geforma es el resultado de la acumulación



de sedimentos transportados por procesos gravitacionales y fluviales, donde los materiales finos tienden a depositarse debido a la baja energía del medio.

Valle estructural

Depresión alargada y profunda, controlada por estructuras geológicas como fallas o plegamientos. Su forma depende de la actividad tectónica y la erosión fluvial, presentando perfiles en "U" o en "V" dependiendo de la etapa de evolución del valle. En estos valles, el drenaje puede estar restringido o seguir patrones lineales, paralelos a las estructuras geológicas predominantes.

➤ **Geoformas Estructurales**

Las geoformas estructurales son el resultado de procesos tectónicos como fallamiento, plegamiento y fracturación de la corteza terrestre, con influencia secundaria de la erosión y el intemperismo.

Faceta triangular

Pendientes abruptas de forma triangular que se desarrollan en los frentes de fallas activas o escarpes estructurales. Se forman debido al desplazamiento vertical a lo largo de una falla y la posterior erosión regresiva. Estas facetas suelen presentar pendientes mayores a 30° y están compuestas por rocas resistentes a la erosión.

Filas y vigas

Relieves alargados y paralelos formados por el levantamiento y erosión diferencial de unidades estructurales. Estas estructuras presentan pendientes moderadas a fuertes y son comunes en regiones donde las rocas más resistentes han quedado expuestas tras la erosión de materiales menos competentes.

Laderas facetadas

Pendientes escalonadas o facetadas, desarrolladas en zonas con estructuras tectónicas evidentes. Estas laderas son el resultado de la erosión diferencial y la actividad sísmica que genera fallas o fracturas en el terreno, condicionando su morfología.

Lomo de presión

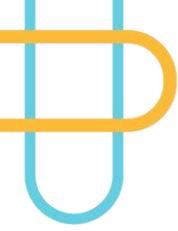
Elevaciones alargadas con perfiles asimétricos generadas por fuerzas de compresión tectónica. Se caracterizan por pendientes moderadas y su morfología refleja la deformación de capas sedimentarias o rocosas debido a esfuerzos compresivos en la corteza terrestre.

Valle estructural

Depresión tectónica formada por el hundimiento de bloques de la corteza terrestre o la erosión selectiva de materiales menos resistentes a lo largo de fallas. En estos valles, los ríos pueden adoptar cursos rectilíneos y estar confinados dentro de estructuras geológicas preexistentes.

➤ **Geoformas Fluviales**

Las geoformas fluviales están relacionadas con la dinámica de los ríos y la acumulación o erosión de sedimentos transportados por el agua.



Planicie de llanura aluvial

Superficie extensa y de pendiente muy baja (menor a 3°), compuesta por depósitos de materiales finos como arcillas, limos y arenas transportados por ríos. Estas planicies suelen presentar sistemas de meandros, canales abandonados y zonas de inundación periódica.

Planicie de terraza fluvial

Antiguas llanuras aluviales elevadas por encima del cauce actual del río, formadas por procesos de incisión fluvial. Su morfología varía según la edad de la terraza, presentando niveles escalonados que reflejan cambios en el régimen hidrológico y tectónico de la región.

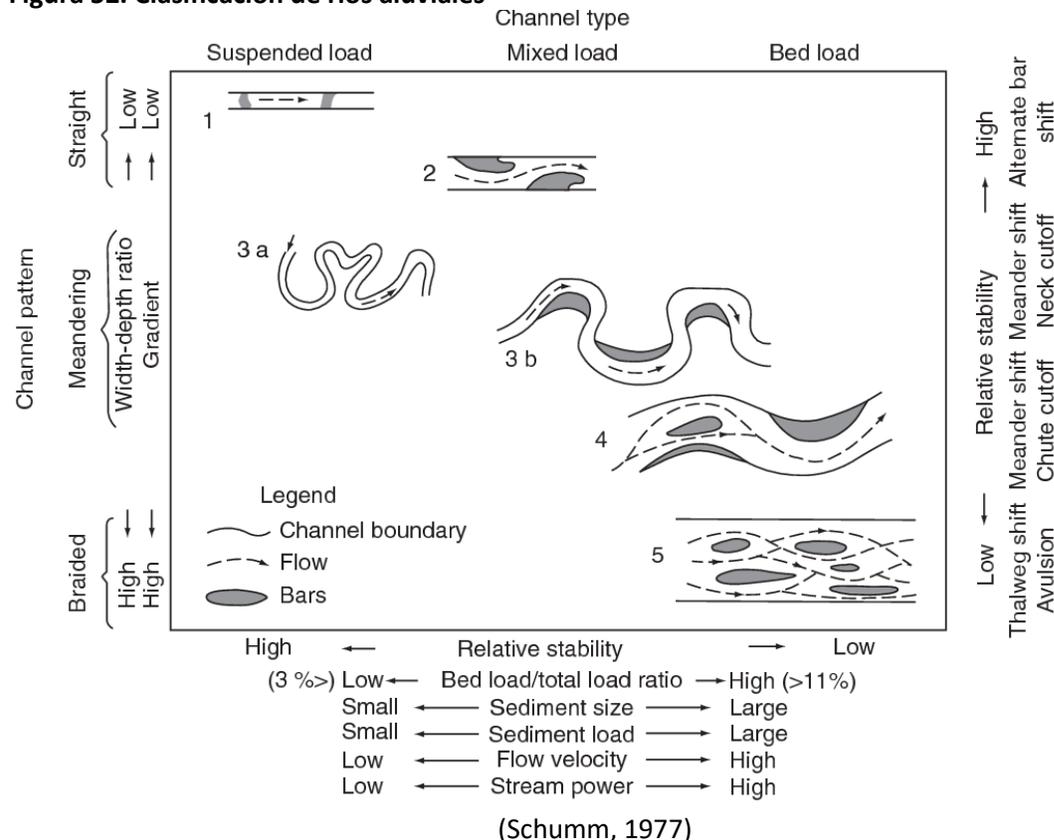
Planicie intramontana fluvial

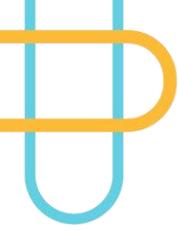
Depresión localizada dentro de un sistema montañoso, conformada por sedimentos fluviales transportados desde zonas altas. Presenta una pendiente suave y un drenaje frecuentemente anastomosado o meándrico, dependiendo del volumen y la energía del flujo de agua.

2.3 Caracterización de la corriente

Los cuerpos de agua fluviales responden a diferentes factores, moldeando y afectando su forma de la corriente. Entre los factores más importantes está la categorización de las corrientes según su forma **Figura 52**. Adicionalmente, (Rinaldi et al., 2016) resalta la importancia de la delimitación de geofomas por unidades espaciales como formadoras de los primeros límites físicos entre los segmentos de la red de drenaje.

Figura 52. Clasificación de ríos aluviales





El cauce La Palma-El Salado tiene una extensión de 4.02 km en línea recta, desde la zona más septentrional hasta el extremo sur del área de análisis



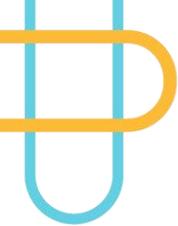
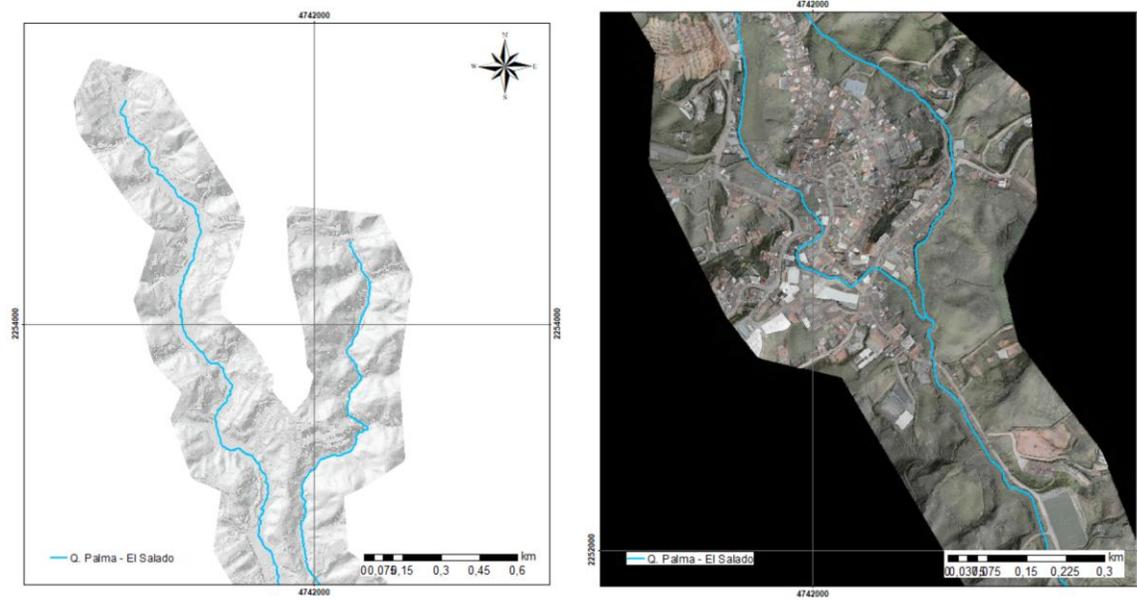


Figura 61. A lo largo de su recorrido, la morfología, geología y tectónica influyen en las variaciones de su curvatura y altitud.

Figura 53. Clasificación de la corriente, tramo norte la Palma El Salado y zona urbana de San Vicente



Fuente: CORNARE, 2025.



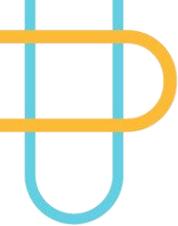
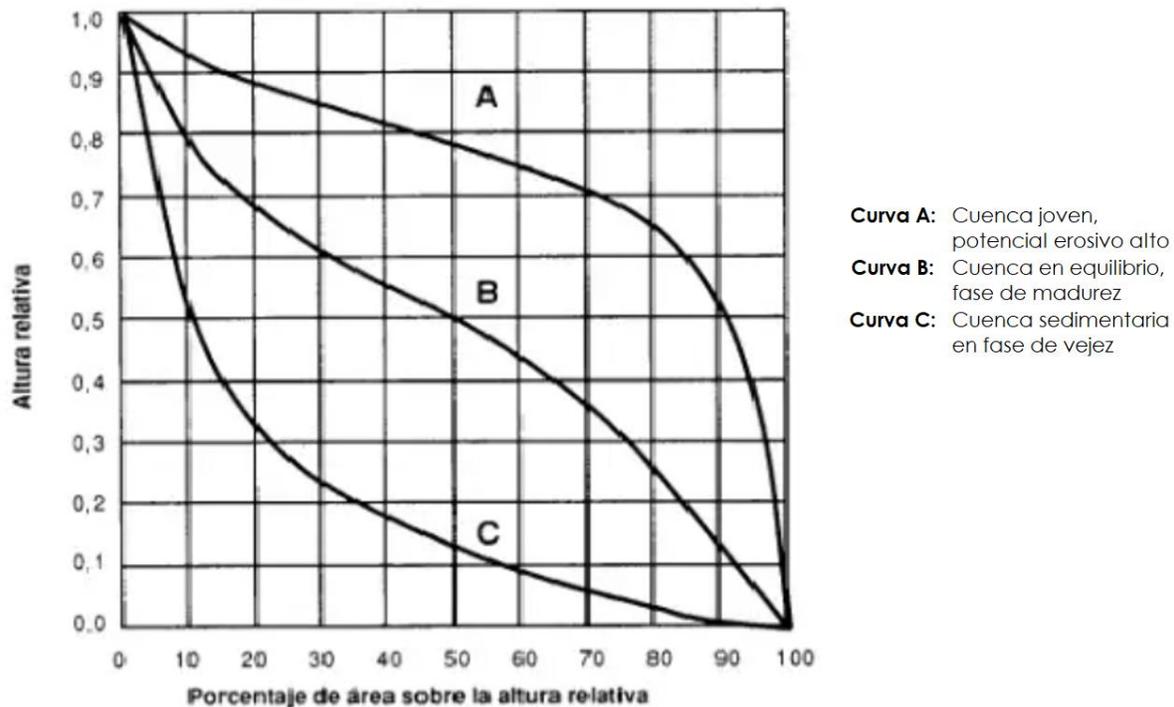


Figura 54. Clasificación de cuencas por su madurez, curva hipsométrica



Fuente: (STRAHLER, 1952)

La clasificación de la curva hipsométrica de los cauces se realiza de manera visual adaptando la forma con alguno de los tipos A, B o C de la **Figura 54**. En la zona norte de los cauces de La Palma y El Salado, así como en el área urbana, se observa que, a pesar de la presencia de sectores encañonados, como en el caso de La Palma hacia el oriente, la curvatura del cauce no es particularmente significativa. No obstante, se realizó una subdivisión en secciones para lograr una clasificación más detallada de las corrientes, permitiendo identificar variaciones locales en su tipología, como transiciones de cauce recto a secciones meandriformes en distancias menores a 200 metros.

No se identificaron cauces de tipo trenzado. Por otro lado, cabe destacar que las cuencas analizadas presentan un estado de equilibrio y madurez, según la clasificación basada en la forma de la curva hipsométrica (**Figura 55**). Esto indica que se encuentran en una etapa de transporte y depositación relativamente reciente, caracterizada por cauces jóvenes y una ventana de depositación estrecha. En contraste, las cuencas en estado de vejez favorecen el desarrollo de cauces más sinuosos y con estructuras trenzadas. (**Figura 56**).



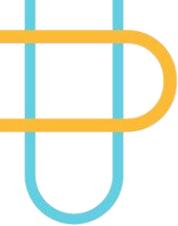


Figura 55. Curva hipsométrica quebrada El Salado

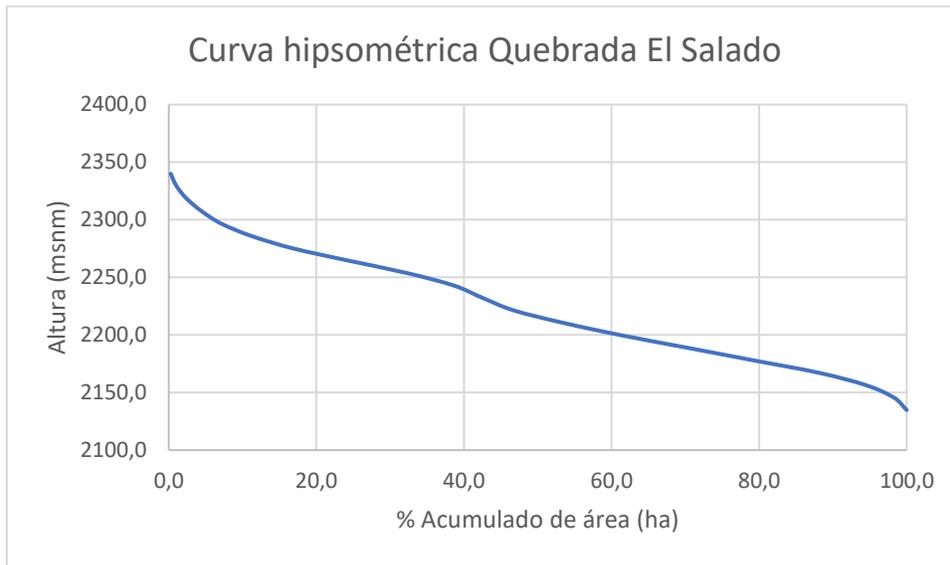
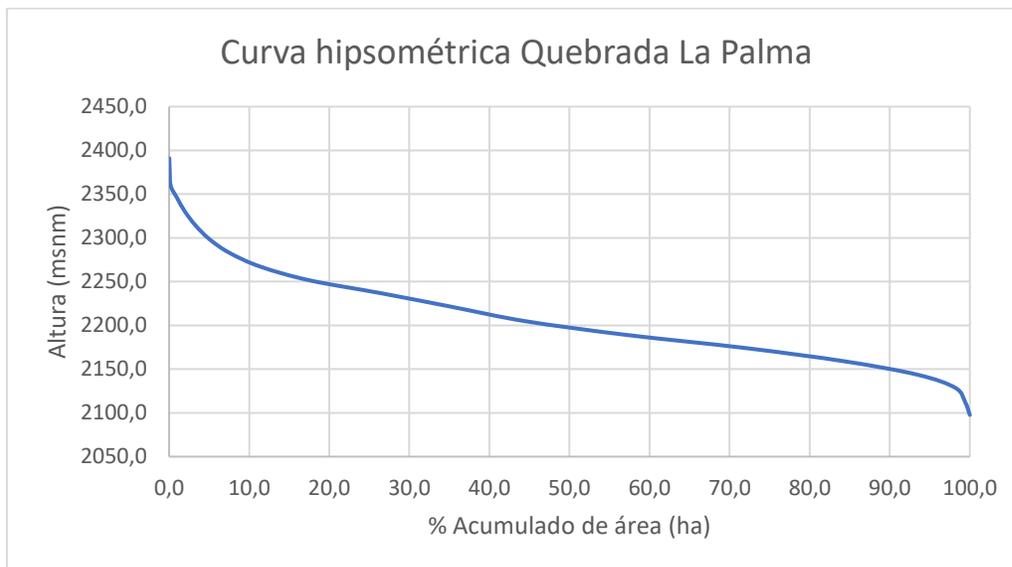


Figura 56. Curva hipsométrica quebrada La Palma



Fuente: CORNARE, 2025.

Las cuencas de La Palma y El Salado presentan un estado de madurez y equilibrio en el que los procesos sedimentarios y denudacionales predominantes están asociados a la depositación y formación de llanuras y terrazas jóvenes. En contraste, la socavación se manifiesta principalmente en el fondo del cauce, generando quebradas con flujos profundos y angostos.



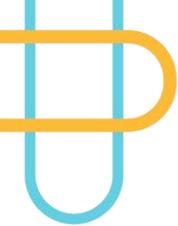
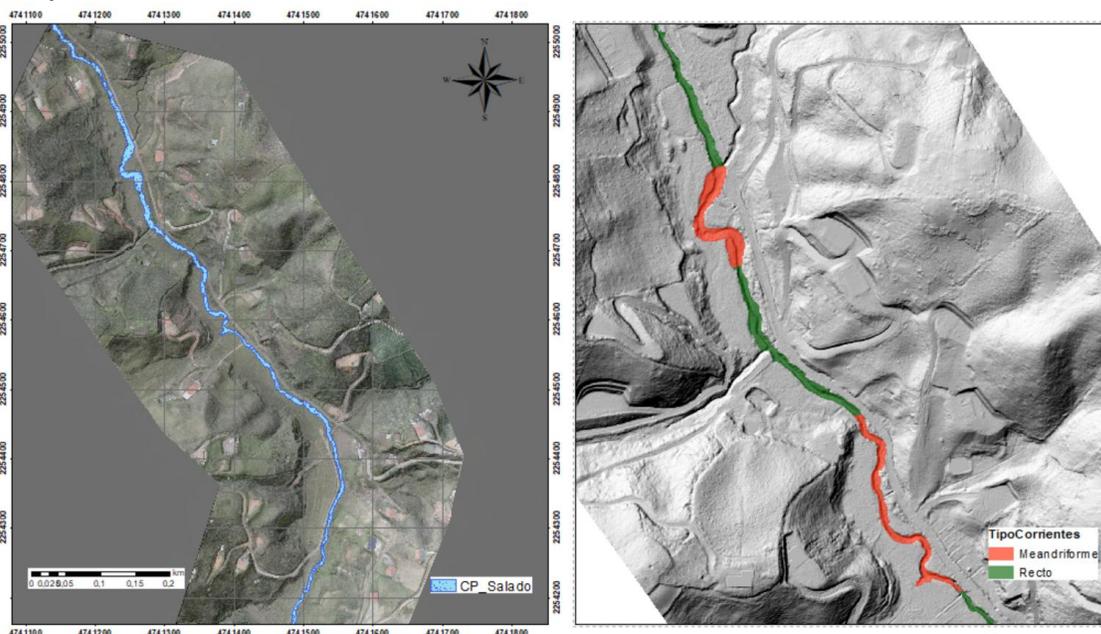


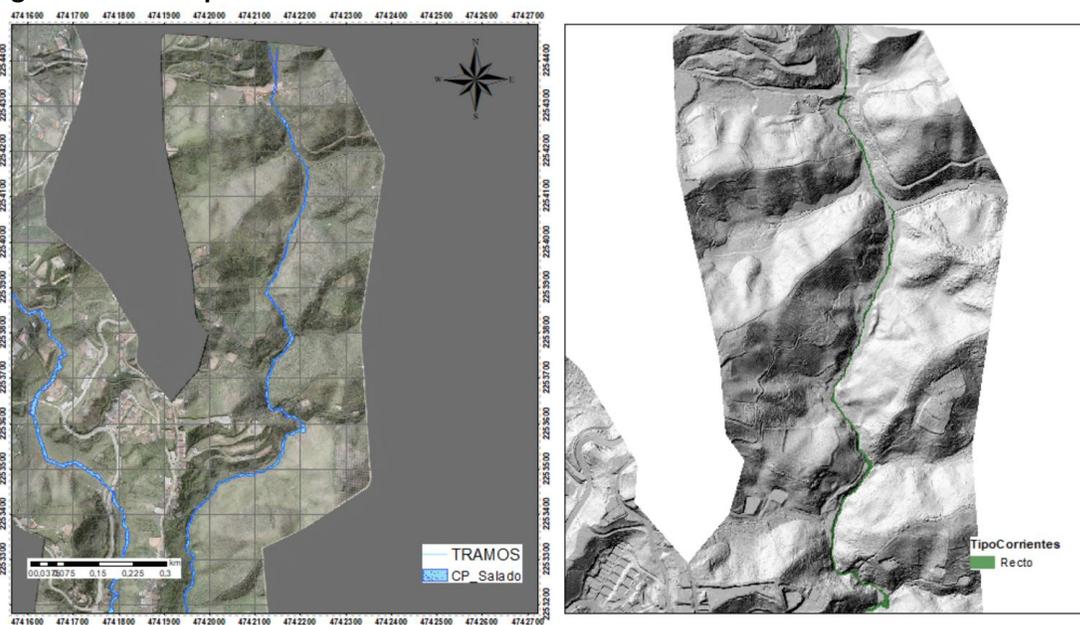
Figura 57. Sector norte de la quebrada el Salado, cauce permanente (izq.) y tipo de corriente (der.)



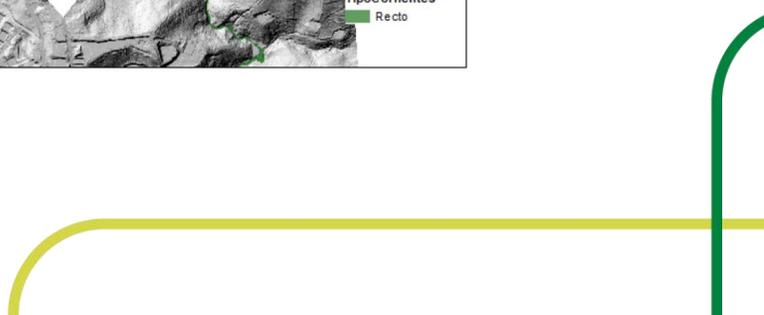
Fuente: CORNARE, 2025.

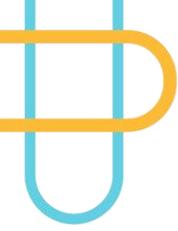
El cauce de La Palma ha sido clasificado en su totalidad como de tipo recto **Figura 58** aunque presenta pequeñas secciones con curvaturas pronunciadas. Estas curvaturas no responden a procesos fluviales típicos de meandrizaje, sino a controles tectónicos y estructurales que no son predominantes a lo largo del cauce. La baja sinuosidad se debe a las condiciones de encañonamiento y a la geología regional, ya que los cauces meándricos suelen desarrollarse en cuencas con mayor espacio de depositación y en estados más avanzados de evolución morfológica.

Figura 58. Cauce quebrada La Palma



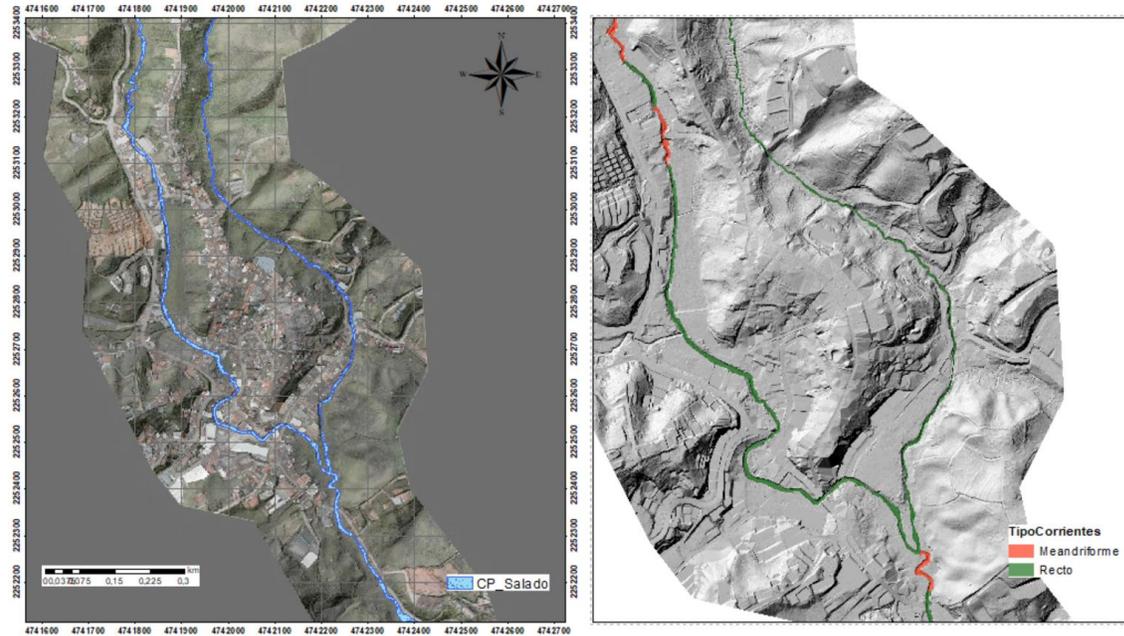
Fuente: CORNARE, 2025.





En la zona urbana de San Vicente Ferrer, la morfología del cauce ha sido significativamente alterada por la intervención antrópica, lo que ha generado un trazado rectificad y confinado mediante estructuras de control fluvial, como gaviones y muros de contención. Estas modificaciones han limitado la dinámica natural del cauce, reduciendo su capacidad de meandrizar y alterando los procesos de erosión y sedimentación con el propósito de estabilizar las márgenes y proteger la infraestructura urbana.

Figura 59. Tipo de corriente en zona urbana del municipio San Vicente



Fuente: CORNARE, 2025.

El crecimiento urbanístico en San Vicente se ha extendido hacia las laderas debido a la constante amenaza de inundación en las zonas bajas, las cuales ya se encuentran ocupadas **Figura 59**. Sin embargo, a pesar del riesgo evidente, la expansión de construcciones en las planicies ribereñas continúa de manera preocupante, incrementando la vulnerabilidad de la población ante eventos de inundación.

Estas inundaciones no solo ocurren en episodios de lluvias extremas o picos de pluviosidad, sino también durante precipitaciones intermedias, lo que resalta la fragilidad del territorio frente a fenómenos hidrometeorológicos recurrentes.

La ocupación descontrolada de estas áreas expuestas agrava el impacto de las crecidas, aumentando el riesgo para las infraestructuras y la seguridad de los habitantes, además de la afectación directa sobre la integridad fluvial con obras de canalización que a su vez, aumentan velocidad del flujo por el material de construcción y la geometría recta de las obras, partiendo del principio fundamental de que los cauces buscan su equilibrio por medio de socavación y curvas que la energía del régimen de flujo requiere.



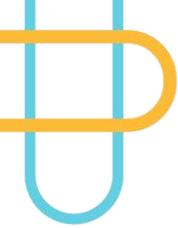
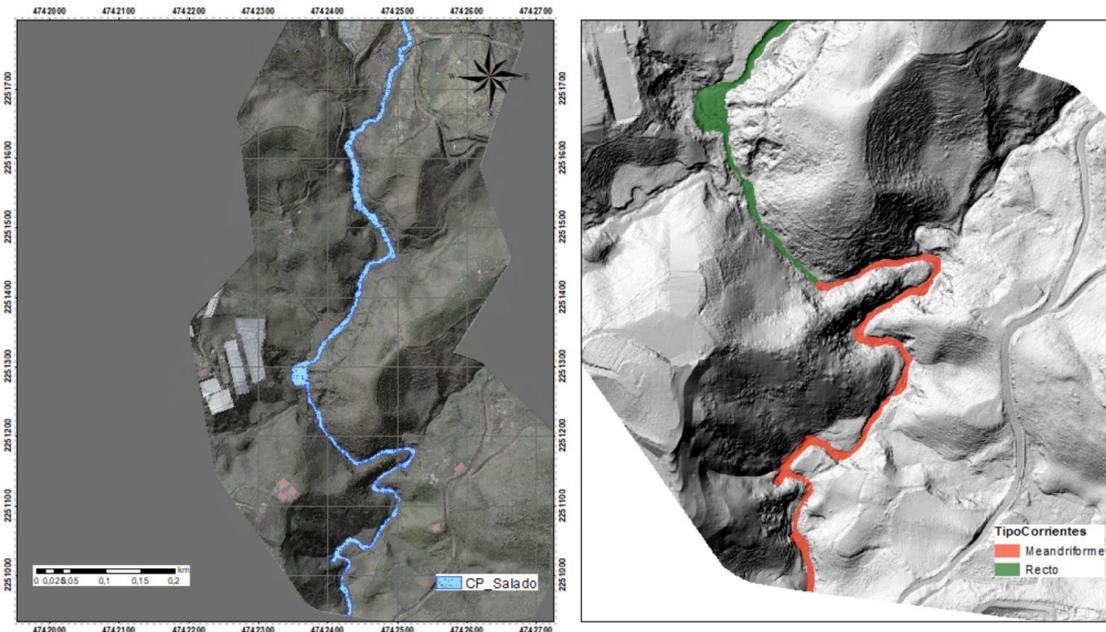


Figura 60. Tipo de corriente, zona sur de la ronda hídrica



Fuente: CORNARE, 2025.

En el sector sur de la fuente hídrica, tras abandonar el tramo con menor pendiente en la zona urbana, el cauce se adentra en un entorno caracterizado por laderas abruptas y colinas con valles intramontanos. En esta zona, se evidencian rasgos estructurales como la disposición de las laderas, secuencias de lomeríos y procesos morfodinámicos asociados a escarpes con pendientes pronunciadas.

Esta dinámica geológica y geomorfológica favorece la aparición de curvas y una mayor sinuosidad en el trazado del cauce, una característica común en ambientes montañosos andinos. Además, los movimientos en masa que ocurren en las márgenes del cauce, producto de la inestabilidad del terreno, contribuyen a la modificación de su curso, generando desplazamientos y alteraciones en su morfología natural (**Figura 60**).

En cuanto a su carácter torrencial, una primera aproximación consiste en clasificar su perfil longitudinal para diferenciar las zonas de producción, transporte y depositación. Esta clasificación puede realizarse mediante herramientas SIG, que permiten obtener el perfil del cauce en conjunto con modelos de elevación. De esta manera se obtienen los perfiles que puede ser diferenciados por cambios de pendientes **Figura 62**. La longitud directa del cauce es de 4,02 km (**Figura 61**)



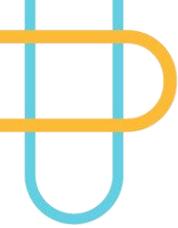


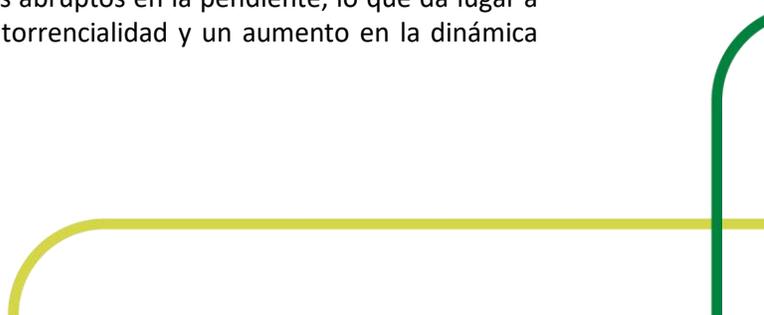
Figura 61. Longitud zona de análisis fluvial.



Fuente: CORNARE, 2025.

Los cauces La Palma y El Salado tienen orígenes en sectores distintos, aunque mantienen una orientación similar hasta converger en la zona urbana de San Vicente. A lo largo de su recorrido, La Palma presenta un desarrollo longitudinal más marcado en comparación con El Salado, lo que facilita la identificación de las zonas de producción, transporte y depósito de sedimentos.

A pesar de que el cauce de La Palma podría considerarse más joven, su morfología permite una diferenciación más clara de los procesos fluviales en cada tramo. Por otro lado, en la zona sur, se observan variaciones tectónicas que generan cambios abruptos en la pendiente, lo que da lugar a regímenes fluviales caracterizados por episodios de torrencialidad y un aumento en la dinámica erosiva (Figura 62).



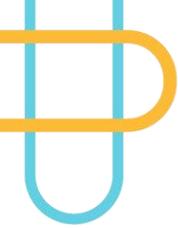
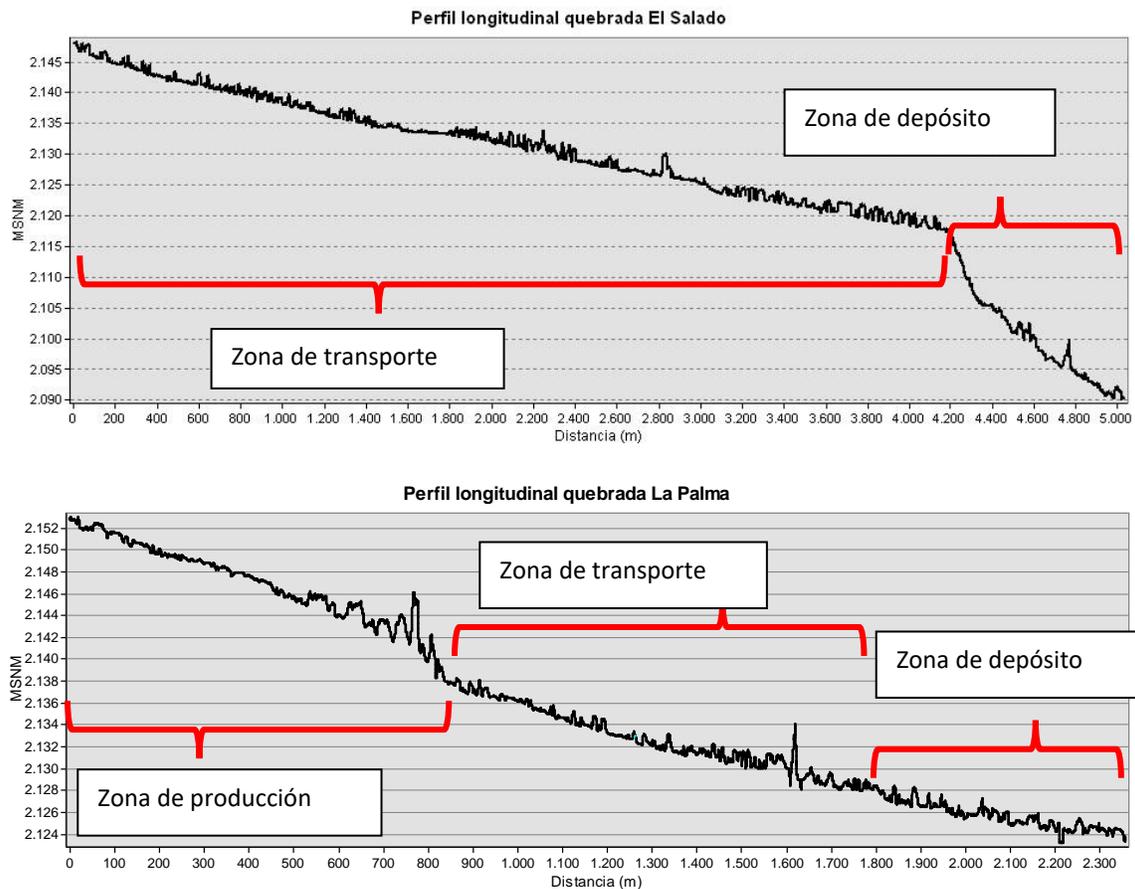


Figura 62. Perfil longitudinal de cauces.



Fuente: CORNARE, 2025.

- **Zona de producción:** Sector del cauce donde se origina la mayor parte del material sedimentario debido a procesos de erosión, meteorización y desprendimiento. Se encuentra generalmente en áreas de alta pendiente, como zonas montañosas.
- **Zona de transporte:** Tramo intermedio del cauce donde los sedimentos generados en la zona de producción son trasladados río abajo. En esta sección, la pendiente es moderada, lo que permite el movimiento del material sin una acumulación significativa.
- **Zona de depósito:** Área donde la energía del flujo disminuye, favoreciendo la sedimentación de los materiales transportados. Generalmente, se localiza en sectores de baja pendiente, como llanuras aluviales o desembocaduras.

En el cauce de la quebrada El Salado se observa una tendencia en la pendiente que se mantiene durante los primeros 4,2 km de cauce desde la zona alta, hasta un punto de inflexión donde la pendiente cambia abruptamente



Figura 63, aumentando y, por consiguiente, favoreciendo el carácter torrencial del sector. Este rasgo pertenece directamente a un comportamiento netamente estructural debido al fallamiento local y regional del sector el cual progresivamente puede cambiar la geometría fluvial, siendo este uno de los factores de mayor análisis en temas de amenaza por inundación, cuando se analizan las formas de fondo de cauce en el tiempo (Reisenbüchler et al., 2019).

2.4 Delimitación del cauce permanente

Siguiendo la metodología establecida en la guía del Ministerio, se llevó a cabo la delimitación del cauce permanente de la quebrada La Agudelo con un criterio geomorfológico fundamentado en metodologías aplicadas en la región andina y lineamientos de entidades nacionales como el Servicio Geológico Colombiano (MINMINAS & SGC, 2017) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, n.d.). Estas metodologías consideran las condiciones tropicales del país y permiten una clasificación detallada de las geoformas a distintas escalas, combinando criterios de movimientos en masa y edafológicos, con especial énfasis en la geomorfología fluvial.

El proceso de delimitación se desarrolló en varias etapas. Inicialmente, se realizó un análisis de imágenes aéreas y satelitales para identificar las geoformas asociadas al cauce aluvial, como meandros abandonados, áreas de sedimentación y zonas propensas a desbordamientos. En esta etapa, se consideró la dinámica fluvial en relación con geoformas de piedemonte, evaluando su incidencia sobre el cauce, en particular en sectores con deslizamientos cercanos a la banca o en llanuras de inundación donde los movimientos en masa podrían generar represamientos o alteraciones en la morfología del terreno.

Posteriormente, se efectuó un recorrido de campo en la zona de influencia y a lo largo del trayecto objeto de delimitación. Esta inspección permitió verificar la información obtenida a partir de imágenes y complementarla con observaciones directas del terreno, asegurando una representación más precisa del cauce. Asimismo, se recolectaron datos adicionales para fortalecer el análisis cartográfico.

Desde el componente hidrológico, se llevó a cabo una modelación de geometría hidráulica para calcular el ancho promedio del cauce en distintos segmentos. Este análisis resultó fundamental para afinar la delimitación en áreas con vegetación densa o difícil acceso, donde la interpretación visual podría presentar imprecisiones.

Finalmente, la integración de estos enfoques—análisis geomorfológico, verificación en campo y modelación hidrológica—permitió obtener un mapa definitivo del cauce permanente. Este producto cartográfico refleja con precisión la configuración del cauce y su interacción con las geoformas circundantes, proporcionando una base técnica sólida para la gestión y planificación del territorio.

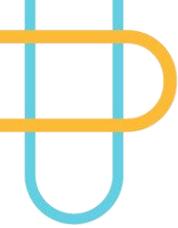
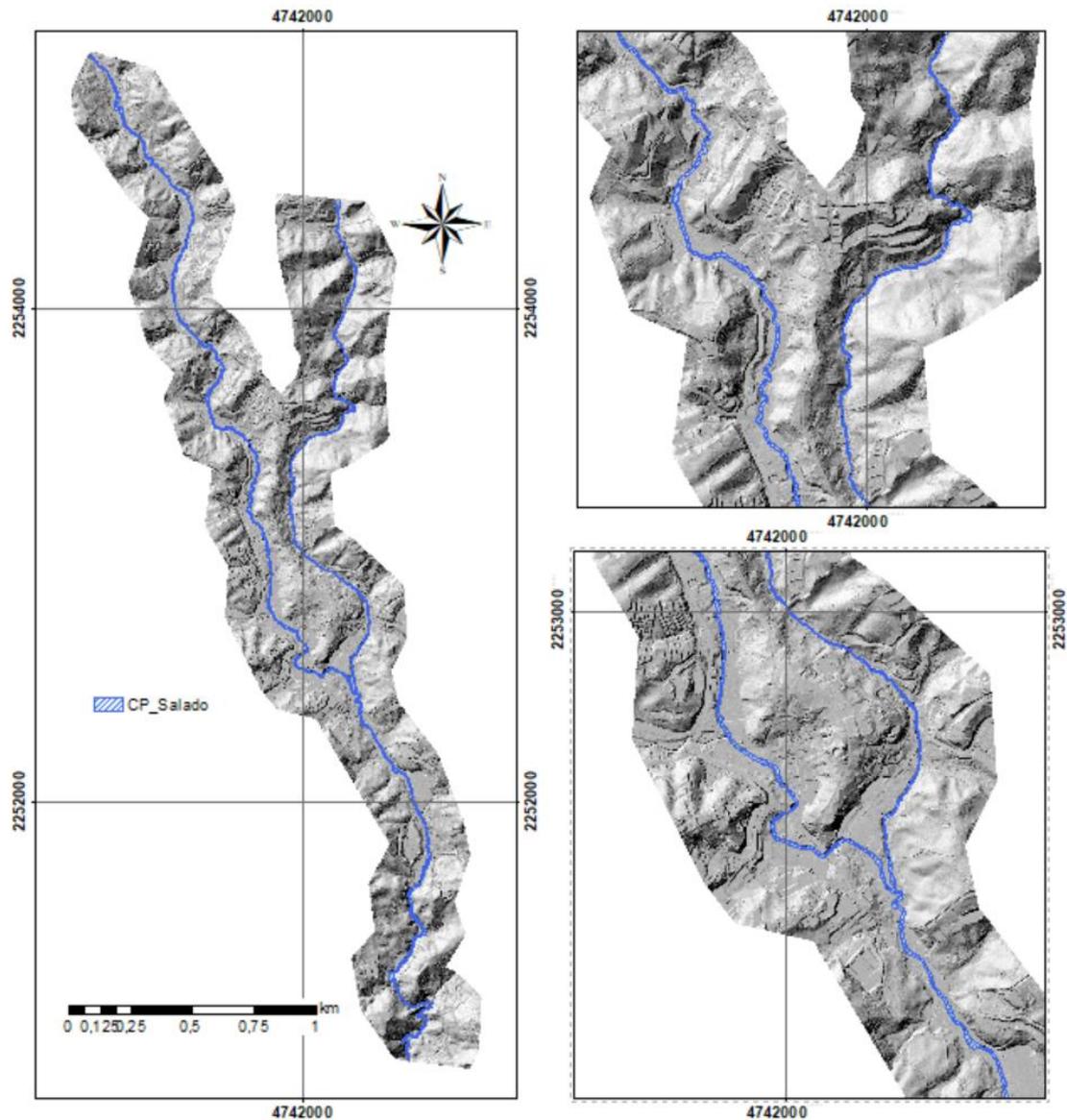


Figura 63. Delimitación del cauce permanente La Palma el Salado

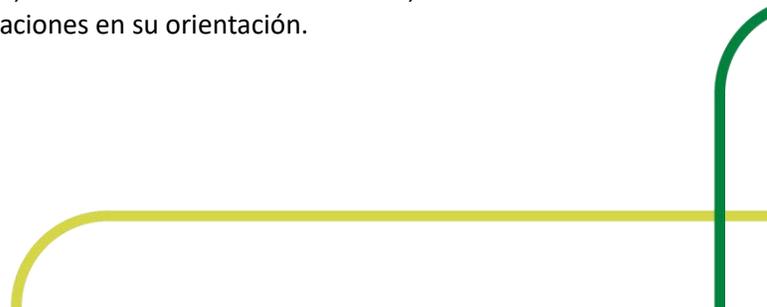


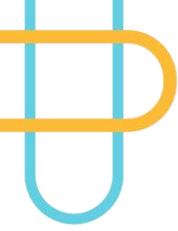
Fuente: CORNARE, 2025.

- Verificación en campo del ancho del cauce permanente

Para garantizar la precisión y calidad del producto final, se llevó a cabo un proceso de validación en campo de la delimitación del cauce permanente de las quebradas La Palma y El Salado, en el municipio San Vicente Ferrer. Esta validación se realizó considerando criterios ecosistémicos, hidráulicos y geomorfológicos, siguiendo la metodología establecida en la Guía para el Acotamiento de Rondas Hídricas del Ministerio de Ambiente.

El proceso inició con un análisis remoto, en el que se examinaron imágenes aéreas y satelitales para identificar geformas relacionadas con el cauce aluvial, como zonas de desbordamiento, meandros abandonados, áreas de sedimentación y posibles variaciones en su orientación.





Posteriormente, se efectuó un recorrido de campo, cuyo propósito fue verificar la información obtenida en el análisis remoto y complementar el estudio con observaciones directas. Durante esta fase, se recolectaron datos adicionales que permitieron un postprocesamiento cartográfico más detallado, afinando la delimitación en sectores con vegetación densa o de difícil acceso.

Finalmente, la combinación del análisis geomorfológico, la verificación en campo y la modelación hidráulica permitió la generación de un mapa definitivo del cauce permanente.

2.5 Procesos Morfodinámicos

En la cuenca de las quebradas La Palma y El Salado, la evolución del paisaje está influenciada por dos tipos principales de procesos morfodinámicos: los de origen natural, derivados de la dinámica fluvial, y aquellos generados por la intervención humana, como excavaciones y rellenos. Estos procesos determinan cambios en la morfología del cauce y en la estabilidad de las márgenes, siendo aspectos clave en la delimitación geomorfológica de la ronda hídrica.

○ Erosión Lateral

La erosión lateral constituye el proceso predominante a lo largo de ambas quebradas, afectando sus márgenes de manera variable según las características de cada tramo. Su impacto es mayor en las secciones con mayor sinuosidad, donde la acción erosiva del flujo de agua, especialmente durante periodos de creciente, provoca la remoción de material de las orillas. Este fenómeno genera desprendimientos progresivos que dejan superficies escarpadas y desprovistas de cobertura vegetal.

Este proceso juega un papel fundamental en la evolución del cauce, ya que impulsa su migración tanto en sentido transversal como longitudinal. En algunos sectores, la erosión lateral alcanza varios metros de amplitud, afectando vías, caminos y edificaciones cercanas. Sin embargo, en el tramo canalizado de la quebrada El Salado, la incidencia de este proceso es considerablemente menor debido a la contención estructural del cauce, lo que limita su capacidad de modificar el entorno de manera natural

Figura 64. Socavación lateral, Unión Quebrada la Palma - El Salado.



Fuente: CORNARE, 2025.



2.6 Elementos expuestos ante fenómenos de inundación

El estudio realizado permitió delimitar sectores que son susceptibles a inundaciones en las quebradas La Palma y El Salado. A partir del análisis hidromorfológico y de la modelación hidráulica, se establecieron las áreas con elementos expuestos ante fenómenos de inundación

Estas áreas presentan un alto potencial para desbordamientos recurrentes debido a la interacción entre la dinámica fluvial, la baja pendiente y la acumulación de sedimentos. Se identificaron principalmente en sectores donde el cauce experimenta una reducción en su capacidad de transporte o se ve afectado por restricciones naturales o artificiales.

Aunque la probabilidad de inundación puede ser relativamente baja en ciertos tramos, diversos factores contribuyen a un aumento en la exposición y vulnerabilidad de la zona. Entre estos destacan la intervención antrópica, modificaciones en la morfología del cauce, ocupación de la ronda hídrica y deficiencias en los sistemas de drenaje, los cuales afectan la respuesta del sistema ante eventos hidrometeorológicos extremos.

El análisis en las quebradas La Palma y El Salado permitió identificar sectores con alta probabilidad por desbordamiento, particularmente en zonas adyacentes a la llanura de inundación. Dado que la metodología aplicada no siguió un enfoque probabilístico, sino un criterio basado en evidencia histórica y observaciones directas, se establecieron únicamente áreas sin una clasificación gradual en niveles.

Para la delimitación de estas zonas se emplearon dos fuentes principales de información. En primera instancia, se utilizaron los modelos de inundación con un periodo de retorno de 100 años, obtenidos en la modelación hidrológica del presente estudio, lo que permitió consolidar la identificación de las áreas con mayor susceptibilidad a eventos de inundación.

En San Vicente Ferrer, las principales afectaciones por inundaciones se presentan en el casco urbano y la red vial, donde las intervenciones ejecutadas hasta la fecha no han logrado mitigar completamente la problemática. Además, se han evidenciado construcciones ubicadas dentro de la ronda hídrica e incluso en el cauce de las quebradas, lo que agrava la exposición y dificulta la gestión del territorio frente a eventos de inundación, por lo cual es importante el contexto urbano de las áreas de estudio (García Idárraga & Sánchez Acosta, 2025)

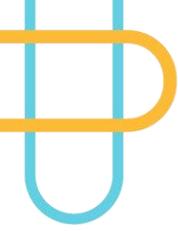
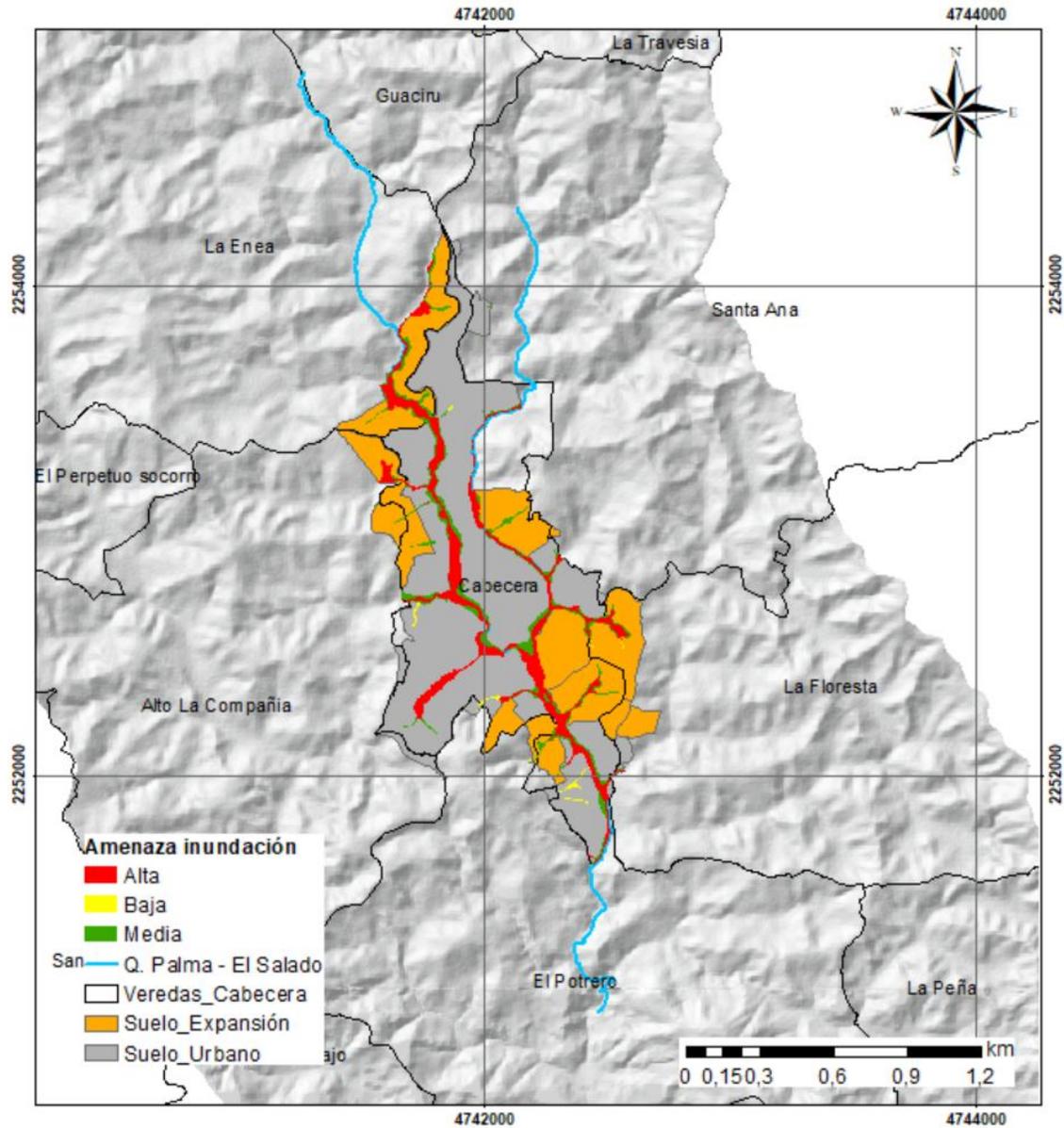


Figura 65. Elementos expuestos ante fenómenos de inundación

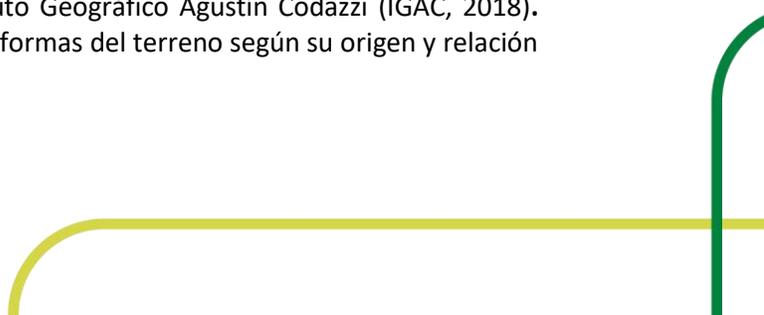


Fuente: (SPDTV San Vicente Ferrer, 2023)

2.7 Delimitación detallada unidades Geomorfológicas escala 1:2000

El componente geomorfológico correspondiente a la delimitación de unidades a escala detallada 1:2000 se desarrolló a partir de insumos principales como la topografía y batimetría, con una resolución de 25 cm, lo que permitió un análisis preciso de la totalidad del área de estudio a esta escala.

Las metodologías aplicadas para la delimitación geomorfológica a escala detallada se basaron en los métodos propuestos por (Carvajal, 2012) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2018). Estas metodologías permiten la categorización de las formas del terreno según su origen y relación

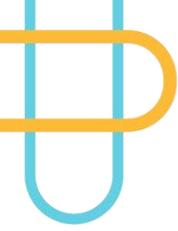


con otras geoformas, con fines tanto en análisis de inundabilidad y geomorfología fluvial, como en la zonificación de susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa.

Para la clasificación de las categorías geomorfológicas, se adoptó un sistema de acrónimos en la nomenclatura de las geoformas, en el cual cada tipo de forma es identificado primero por su origen y luego por su morfología (Carvajal, 2012).

Tabla 26. Porcentaje de área por geoforma y su respectivo origen.

Geomorfología	Área (ha)	% Área
Antrópico	102,72	45,66
Superficies de explanación	11,37	5,05
Superficies de explanación en lomeríos	91,35	40,61
Denudacional	104,50	46,45
Cono de deslizamiento	0,09	0,04
Cono de deyección	1,62	0,72
Escarpe de erosión fluvial	3,90	1,74
Escarpe de erosión mayor	3,03	1,35
Escarpe de erosión menor	1,99	0,88
Glacis de acumulación	0,63	0,28
Laderas erosivas suavizadas	93,24	41,45
Fluvial	17,74	7,89
Barra puntual	0,16	0,07
Barras marginales	0,12	0,05
Llanura de inundación	13,52	6,01
Meandro antiguo	0,01	0,00
Terraza de acumulación	2,02	0,90
Terraza de acumulación antigua	1,42	0,63
Terraza de acumulación fluvio-torrencial	0,47	0,21
Terraza fluvial	0,01	0,01
Total general	224,96	100%



La geomorfología de la ronda hídrica La Palma – El Salado está dominada por terrenos geomorfológicos de origen denudacional y antrópico principalmente, tan solo el 7,9 % corresponde a geoformas fluviales. Estos indicadores muestran un panorama general preocupante que pueden ser igualmente relacionados con dinámica de ocupación del territorio y los usos del suelo.

➤ **Geoformas de origen antrópico**

Superficies de explanación (Ase) y en lomeríos (AseI)

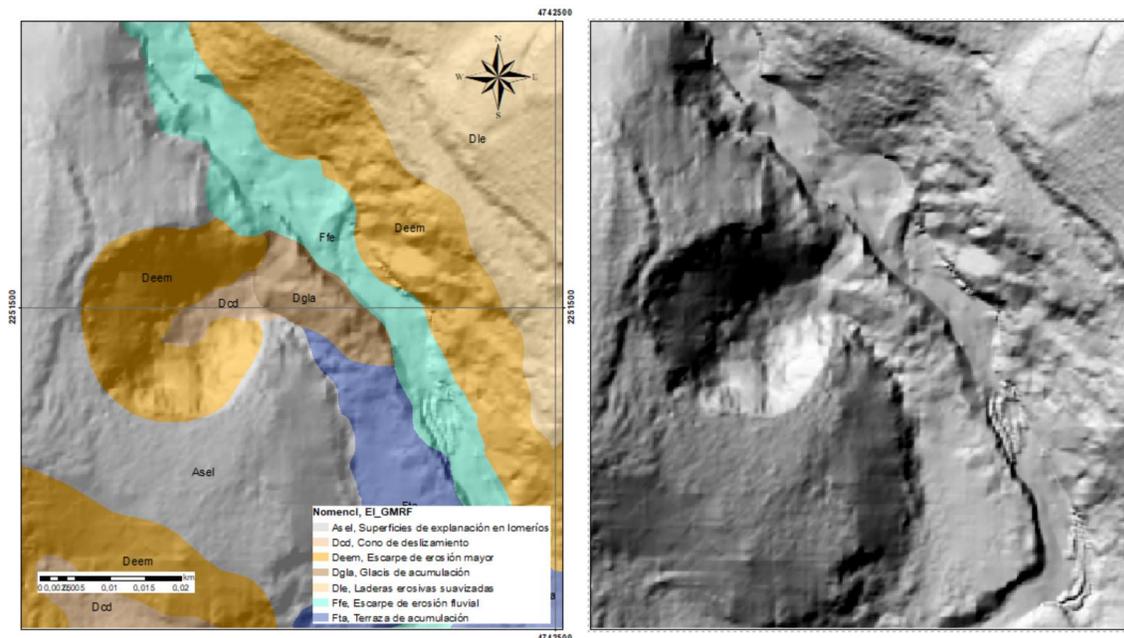
Son superficies relativamente planas utilizadas para el estudio e interpretación de procesos geomorfológicos. En lomeríos, presentan ondulaciones suaves a moderadas y están sujetas a erosión y acumulación de materiales antrópicos productos del reacomodamiento y disposición del mismo, de esta manera, se generan superficies planas para la futura construcción de obras y equipamientos. En las imágenes satelitales y modelos de elevación del terreno producto de la adquisición de imágenes LiDar, se observan como rectángulos casi perfectos **Figura 66**.

➤ **Geoformas de origen denudacional**

Cono de deslizamiento (Dcd)

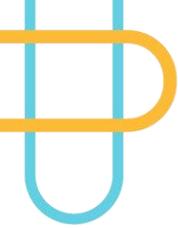
Acumulación de material movilizado por un deslizamiento de tierra. Se caracteriza por presentar una pendiente moderada a fuerte, con depósitos caóticos de rocas y suelo en la base de una ladera inestable. Estos depósitos de formas lobulares y suavizadas se caracterizan por su cercanía con las coronas y escarpes de deslizamientos **Figura 66**.

Figura 66. Geoformas denudacionales combinadas, mostrando la dinámica denudacional y la forma de sus depósitos



Fuente: CORNARE, 2025.

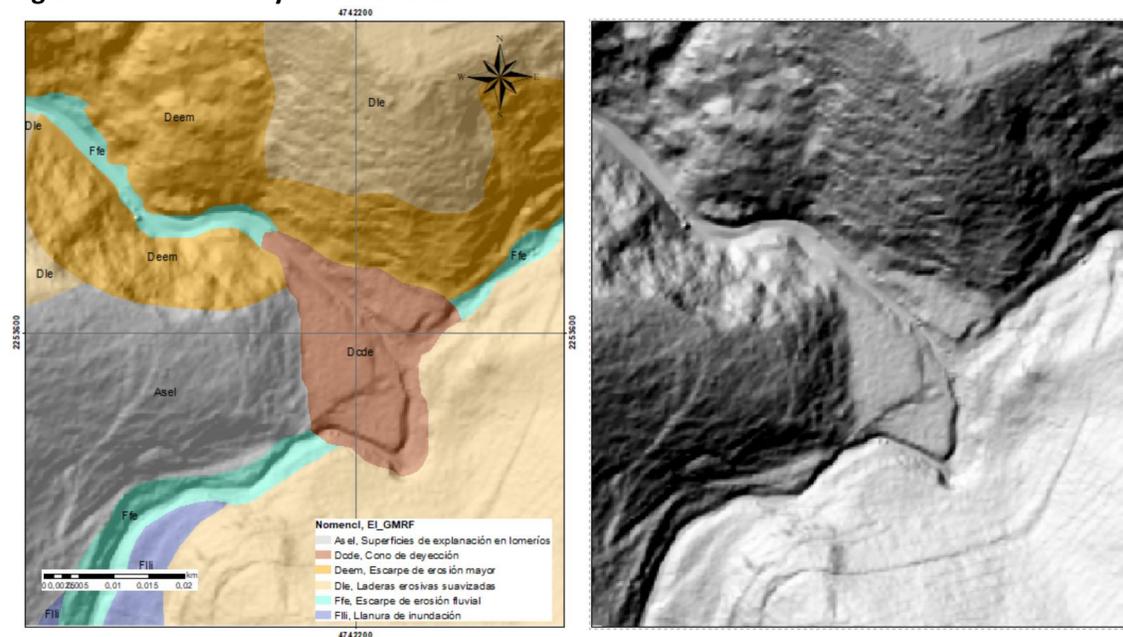




Cono de deyección (Dcde)

Depósito en forma de abanico generado por la acumulación de sedimentos transportados por corrientes de alta energía, como flujos de escombros o avenidas torrenciales. Se encuentran al pie de montañas y zonas de fuerte pendiente donde el flujo abandona su confinamiento logrando depositar los sedimentos que, a su vez, presentan formas de abanico **Figura 67**.

Figura 67. Cono de deyección de valles intramontanos.



Fuente: CORNARE, 2025.

Escarpe de erosión mayor (Deem) y menor (Deeme)

Son pendientes abruptas formadas por la acción erosiva de agentes como el agua o el viento. Los escarpes mayores presentan alturas significativas, mientras que los menores corresponden a desniveles menos pronunciados en el paisaje generalmente relacionados con los cauces poco profundos donde los escarpes se forman por la acción del flujo contra llanuras o terrazas. Por el contrario, cuando la acción del cauce se produce cerca de las laderas, estas pueden provocar escarpes más pronunciados erodando la pata de los taludes y formando cicatrices de mayor diámetro y altura **Figura 68** y **Figura 69**.



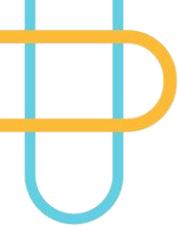


Figura 68. Escarpe de erosión menor, llanura de inundación la planicie superior, sector unión Quebradas La Palma – El Salado



Fuente: CORNARE, 2025.

Laderas erosivas suavizadas (Dle)

Pendientes moderadas a pronunciadas donde la erosión ha reducido su inclinación y rasgos afilados o pronunciados de relieve abrupto. Se generan por procesos de intemperismo y erosión, su característica principal es el relieve de forma suavizada con curvaturas suaves **Figura 70**.



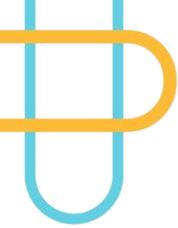
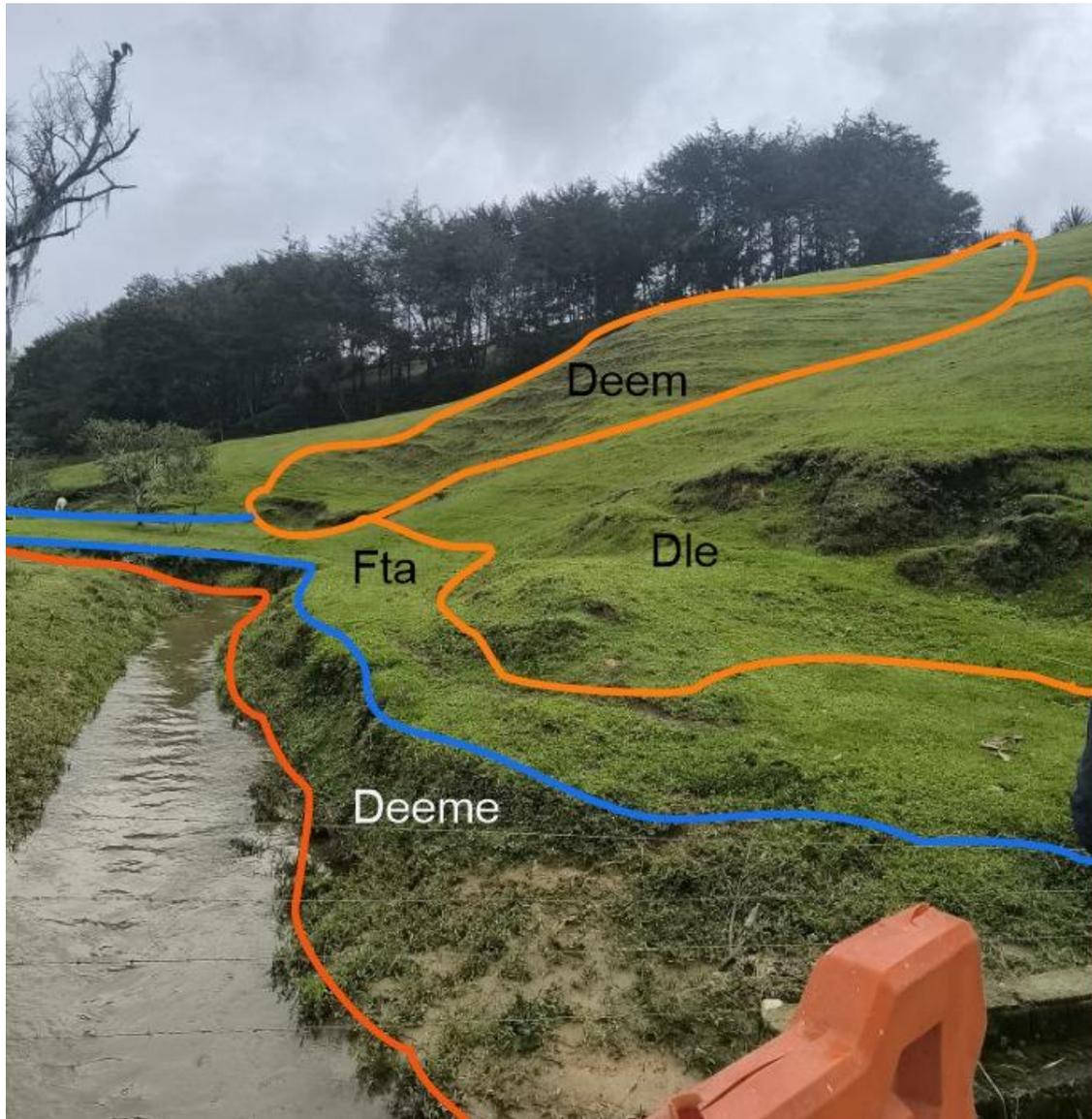


Figura 69. Geoformas producto de la delimitación 1:2000 donde convergen diferentes ambientes.



Fuente: CORNARE, 2025.

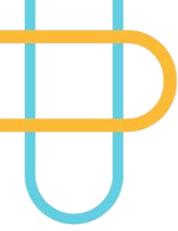
Glacis de acumulación (Dgla)

Superficies inclinadas con pendientes suaves, formadas por la acumulación de sedimentos transportados desde zonas altas. Actúan como transición entre laderas montañosas y planicies aluviales.

➤ **Geoformas de origen fluvial**

Barras marginales (Fbm) y barra puntual (Fbp)

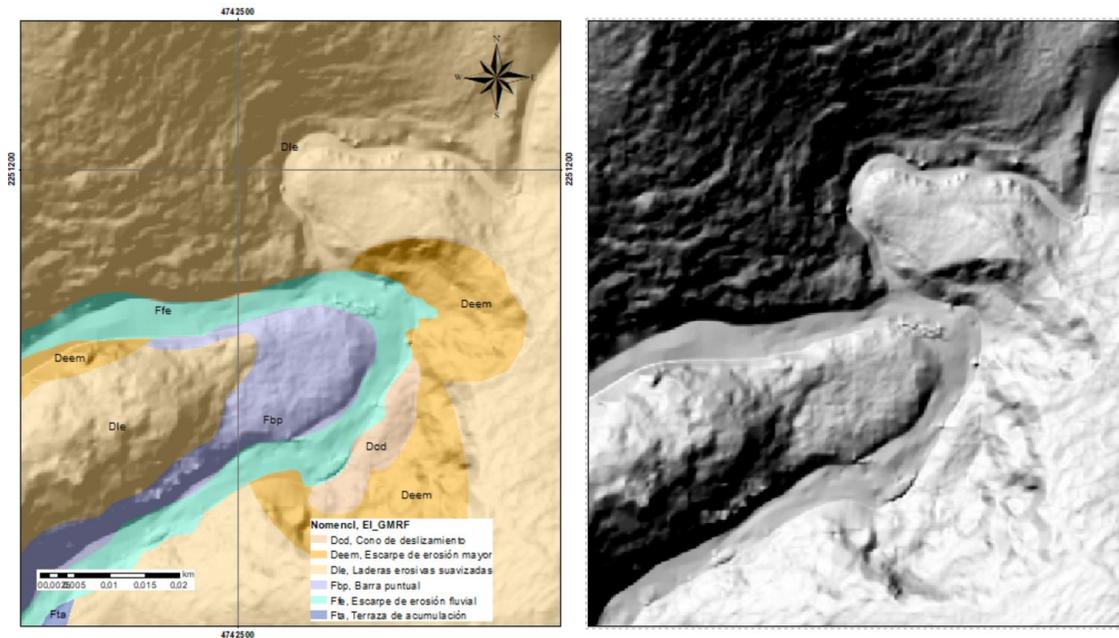




Depósitos de sedimentos arenosos o gravosos ubicados en los márgenes de los ríos o en puntos específicos del cauce. Se forman por la reducción de la energía del flujo y la sedimentación de partículas transportadas.

En cauces trenzados y meandriformes como es el caso de la Palma – El Salado, se presentan con mayor frecuencia las barras puntuales, conocidas por ser depósitos de arenas localizados en las curvas internas de los meandros.

Figura 70. Barra puntual y geformas denudaciones en tramo de cauce sinuoso encañonado.



Fuente: CORNARE, 2025.

Escarpe de erosión fluvial (Ffe)

Pendiente abrupta a lo largo del cauce de un río, resultado de la erosión lateral del agua. Se encuentra en ríos con alta capacidad erosiva y suele estar compuesto por materiales consolidados o sueltos.

Llanura de inundación (Fli)

Superficie baja adyacente a un cauce fluvial, que se inunda periódicamente durante crecidas del río. Está formada por sedimentos finos depositados por la corriente cuando su capacidad de transporte disminuye.



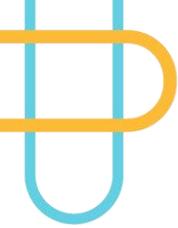
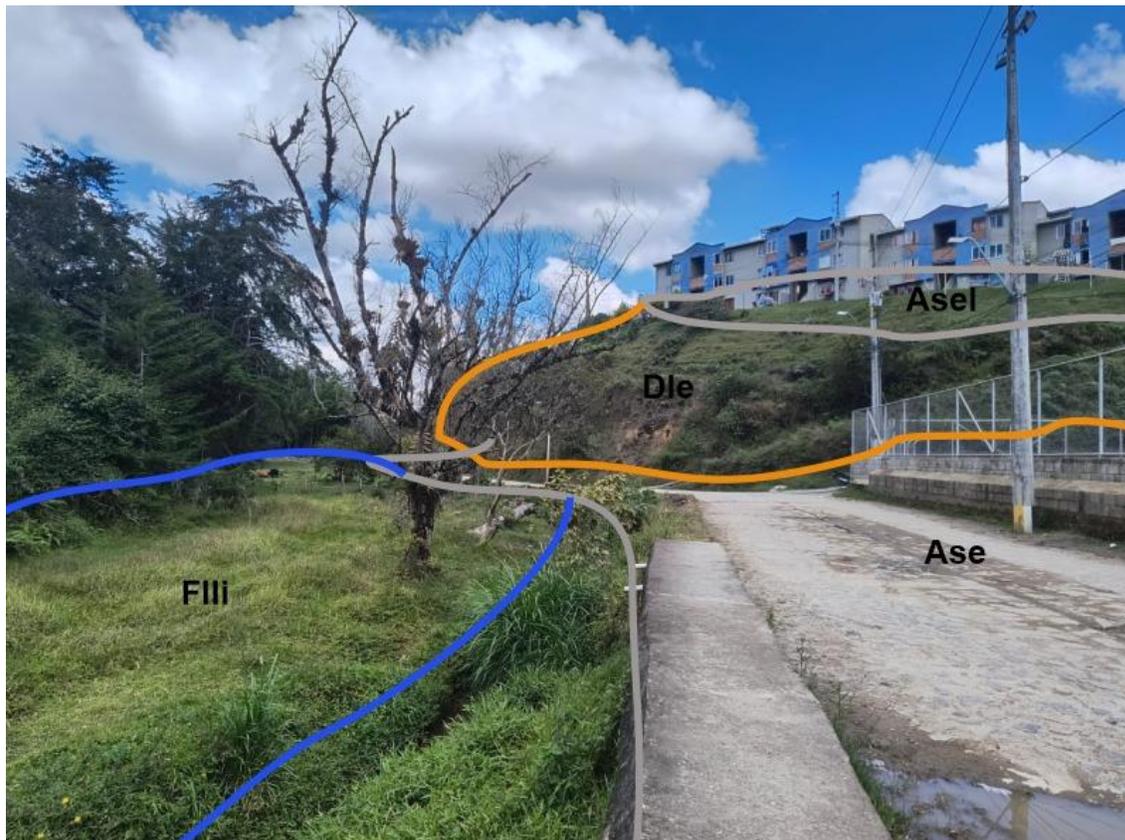


Figura 71. Llanura de inundación (Izq.), laderas erosivas y construcciones civiles en la parte superior (Der.).



Fuente: CORNARE, 2025.

Meandro antiguo (Fma)

Antiguo cauce curvo de un río que ha sido abandonado debido a cambios en el flujo del agua. Puede conservar agua en forma de laguna o estar completamente seco, dependiendo de la dinámica del río.

Terrazas de acumulación (Fta, Ftaa, Ftaf)

Superficies elevadas formadas por la acumulación de sedimentos en antiguos niveles de flujo fluvial.

- **Terraza de acumulación antigua (Ftaa):** Forma más antigua de estas terrazas, con mayor estabilidad y consolidación de los sedimentos.
- **Terraza de acumulación fluviotorrencial (Ftaf):** Formada por la acción de ríos torrenciales con flujos de alta energía, transportando material grueso y heterogéneo.



Terraza fluvial (Ftf)

Antigua llanura aluvial elevada sobre el cauce actual del río debido a procesos de incisión fluvial. Su formación está relacionada con cambios en el nivel del agua o variaciones en el clima y la actividad tectónica.

2.8 Delimitación Componente geomorfológico

La delimitación del componente geomorfológico corresponde a la franja de terreno donde se desarrolla la dinámica fluvial de la corriente, abarcando los procesos morfodinámicos que facilitan el transporte y la sedimentación de materiales (MADS, 2018), entendido en otras palabras, la caracterización geomorfológica de la zona de influencia directa del cauce, entendiéndose como los factores denudacionales y fluviales como aquellos que se encargan de la configuración de la ronda hídrica como sistema geomorfológico.

La delimitación del componente geomorfológico se fundamentó en los límites de zonificación del componente geomorfológico a escala 1:2000, que representan el nivel de detalle más alto y reflejan la dinámica actual del cauce y su influencia en el comportamiento fluvial. Este análisis incluye la historicidad del cauce, considerando geoformas como meandros abandonados, cauces antiguos y otras características relacionadas con la trayectoria y morfología de la quebrada.

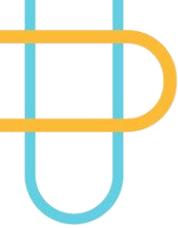
Finalmente, los modelos hidráulicos refinan los límites establecidos al incorporar áreas de inundación y secciones que deben ser consideradas para la delimitación del componente geomorfológico. De este modo, se establecen las condiciones necesarias para la zonificación final, integrando criterios geomorfológicos e hidráulicos.

Para la delimitación de la ronda hídrica, se consideraron todas las geoformas asociadas a la llanura aluvial y a los cuerpos de agua, incluyendo meandros abandonados, cauces permanentes, afluentes en la zona de llanura de las quebradas La Palma y El Salado, humedales, canales y barras laterales y centrales. Asimismo, se integraron geoformas de origen antrópico que, en el pasado, formaban parte de estas unidades aluviales.

El análisis de las variaciones del cauce permitió establecer los límites físicos de terrazas aluviales y depósitos de vertiente. En estos casos, los taludes se incluyeron con una proyección adicional de algunos metros, considerando la erosión asociada a la sinuosidad y la expansión transversal del cauce. La validación en campo permitió corroborar estas evidencias morfológicas, complementadas con información proporcionada por la comunidad respecto a zonas históricamente inundadas.

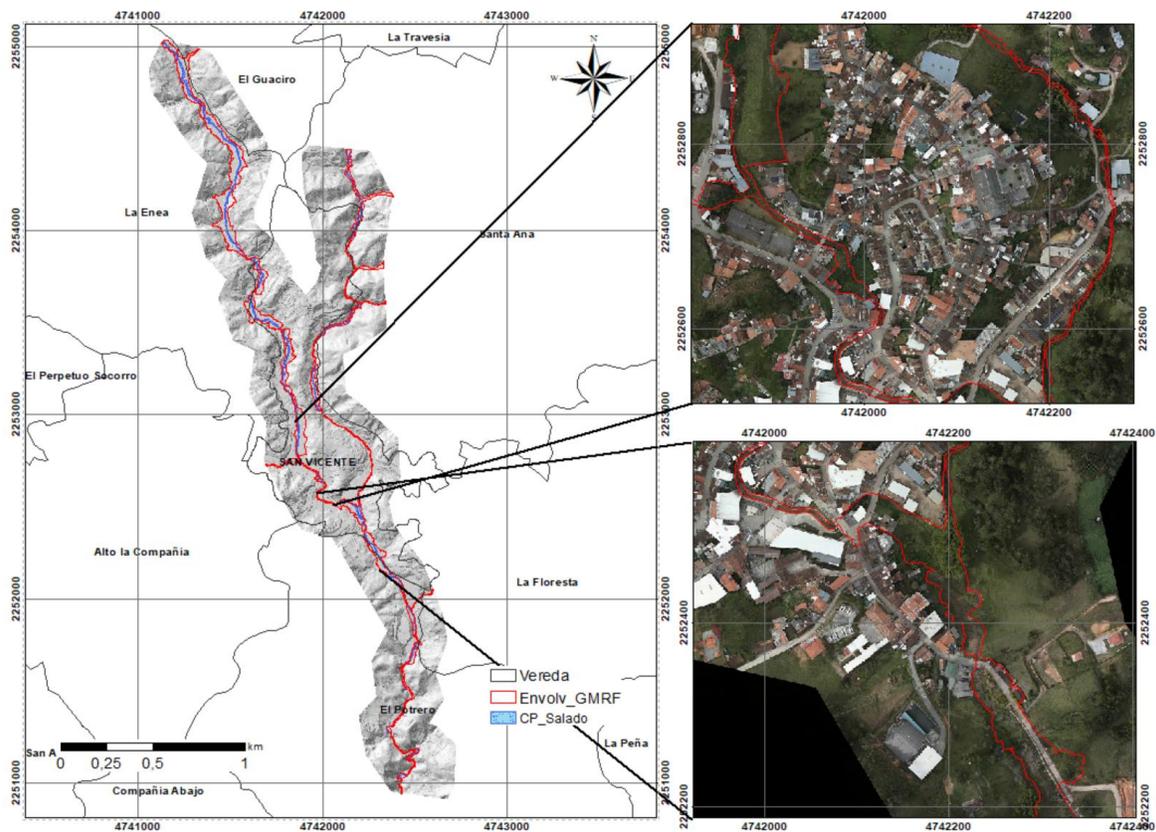
La delimitación del componente geomorfológico de las quebradas La Palma y El Salado presenta diferentes configuraciones a lo largo de su recorrido. En sus tramos superiores, esta faja de terreno es estrecha y se restringe a sectores aledaños al cauce principal, debido a que las quebradas fluyen un poco más profundizadas. No obstante, en algunos sectores, la delimitación se amplía a consecuencia de cambios en la pendiente, lo que genera una redistribución de energía tanto hidráulica como sedimentaria.

Al ingresar a la zona urbana del municipio San Vicente Ferrer, la delimitación se mantiene aproximadamente paralela en ambos márgenes de las quebradas, con ligeras variaciones según el desplazamiento del cauce o restringida a algunas obras de infraestructura presentes en el recorrido de las quebradas. Su anchura puede incrementarse en sectores con pendientes más bajas. En



aquellas áreas donde la corriente presenta mayor sinuosidad o donde el valle fluvial está bien definido, la delimitación geomorfológica tiende a ocupar la totalidad del valle **Figura 72**.

Figura 72. Delimitación del componente geomorfológico de las quebradas La Palma y El Salado (Izq.), delimitación zona urbana (der.).



Fuente: CORNARE, 2025

En la zona urbana la delimitación geomorfológica presenta un grado de conflicto evidente dato que está en algunos sectores se extiende transversalmente hasta algunas edificaciones y vías **Figura 72**.



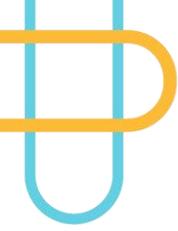
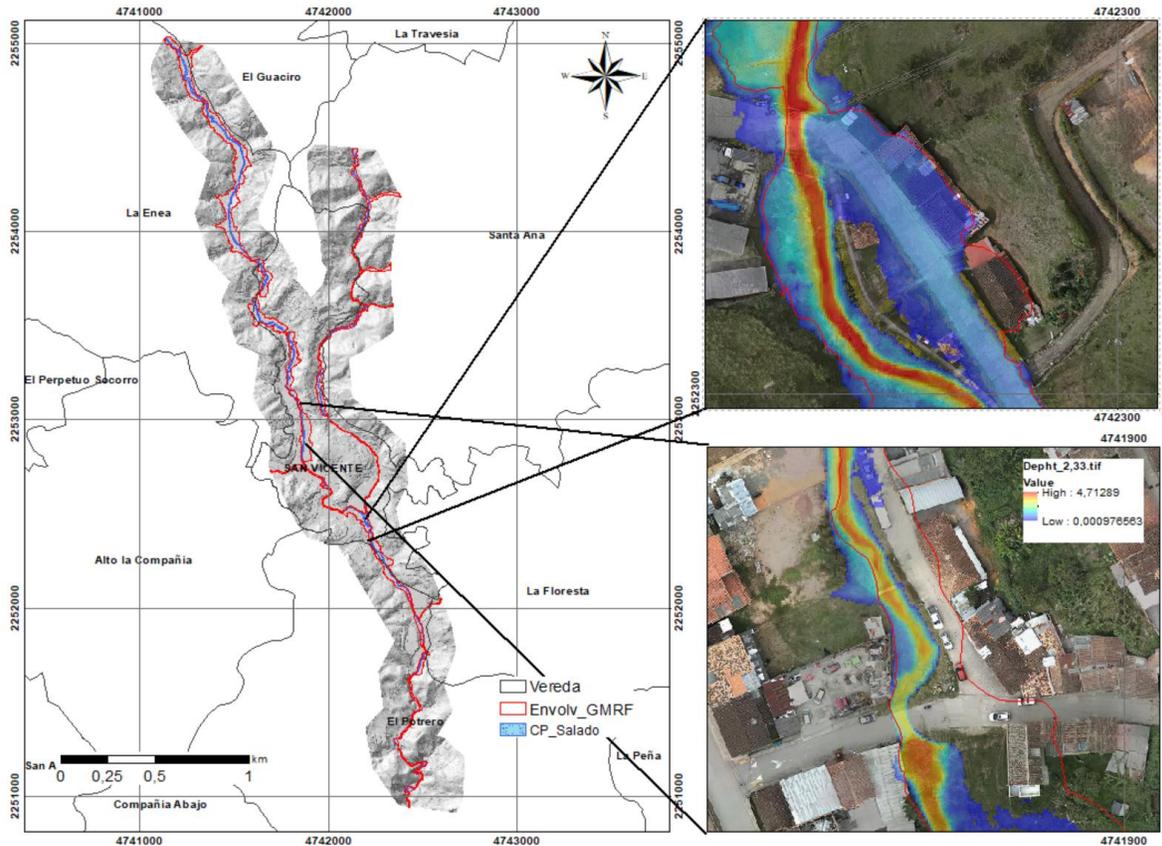


Figura 73. Delimitación componente geomorfológico y zonas de conflicto.



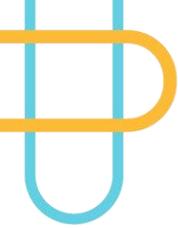
Además de la posible vulnerabilidad por inundaciones, modeladas hidráulicamente para un período de retorno de 2.33 años, se evidencian otras zonas de conflicto. Este período de retorno es considerado en la literatura hidráulica como el más bajo aceptable para procesos de inundación en términos de gestión del riesgo.

En otras palabras, la amenaza potencial por este evento natural se evalúa bajo condiciones mínimas aceptables de modelación de flujos. Cabe mencionar que el período de retorno más fiable para proyectar amenazas por inundación corresponde a 100 años.

Esta condición sitúa el análisis en un escenario que requiere estudios detallados y proyectos adicionales orientados a la zonificación precisa del riesgo. Dado que se trata de una zona urbana expuesta a inundaciones, también resulta crucial considerar los impactos sociales relacionados, como la seguridad de las comunidades afectadas, la planificación urbana adecuada y la mitigación del riesgo para minimizar posibles daños futuros.

2.9 Conclusiones

Desde la geomorfología, las medidas de manejo se enfocan en la restauración de las zonas o sectores con potencial susceptibilidad, amenaza o riesgo. Desde los ambientes geomorfológicos, se identificaron 2 grupos principalmente los cuales hacen parte de la zonificación a escala 1:2000 a partir de la cual se proyectan las acciones a adelantar para la restauración ya sea para taludes,



erosión marginal y laderas erosivas de aquellas geoformas con incidencia directa sobre la dinámica fluvial.

La preservación se aborda sobre las llanuras de inundación que se encuentran en suelo rural con el fin de conservar la permeabilización del flujo durante las crecientes, suponiendo que se encuentran deshabitadas o libres de equipamiento habitacional, teniendo en cuenta que las explanaciones y las construcciones provocan superficies impermeables que aumentan la velocidad y la profundidad del flujo.

Por otra parte, las medidas de uso sostenible en zonas de expansión urbana están enfocadas a las subzonas para el desarrollo con el fin de armonizar los objetivos de expansión y la urbanización con uso sostenible de manera que se adelanten actividades controladas con fines habitacionales no nucleadas.

La caracterización de las medidas de manejo se realizó a partir de las geoformas, tanto de manera general como particular para ciertos casos donde la condición se materializa en un lugar específicamente de la ronda hídrica. De esta manera, se presenta a continuación subdivididas por geoformas, ambiente y clasificación del suelo del POT más reciente o dentro de la delimitación del cauce permanente:

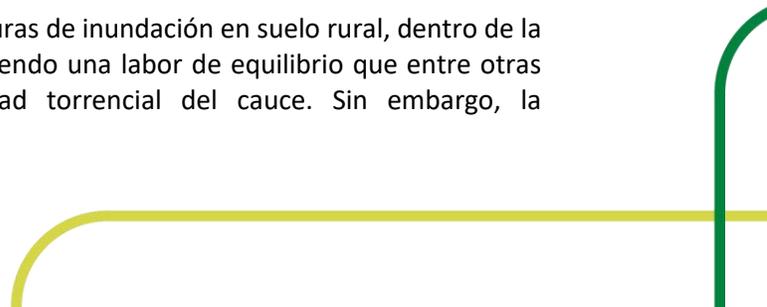
2.9.1 Ambiente fluvial

- **Llanura de inundación**

- Suelo urbano: Los suelos urbanos se encuentran con procesos de intervención antrópica avanzados, en ocasiones con evidente invasión del cauce para la construcción de cimentaciones y obras de contención para viviendas multifamiliares, por otra parte, las llanuras de inundación delimitadas para el componente geomorfológico, discriminaron las planicies antropizadas, por esta razón, las zonas de llanura delimitadas en suelo urbano son territorios con evidencia clara de geoforma de llanura en condiciones del terreno naturales (resaltando que no se involucra la cobertura), como tal funcionando como sistemas de equilibrio hidráulico, fluvial y geomorfológico que a su vez favorece las condiciones de amenaza por inundación y avenidas torrenciales. Las medidas de manejo se enfocan en la preservación de llanuras en términos de condiciones del terreno, es decir, evitar intervenciones antrópicas como explanaciones y cortes que resten a la homogeneidad de la llanura de inundación.
- Suelo de expansión urbana: En el polígono de inundación TR100 con objetivos de preservación, se deberán implementar medidas de restauración ecológica y uso sostenible enfatizando en infraestructura de servicios públicos, parques lineales o zonas con fines eco ambientales como senderos y rutas de biodiversidad.

En zonas de expansión urbana donde se intersecta el polígono de inundación con la geoforma, se deben contemplar medidas de manejo de erosión marginal, socavación de fondo y descolmatación de cauces, de esta manera se aumenta la capacidad hidráulica y conservan la integridad de las riberas del afluente, adicionalmente, disminuir considerablemente la condición de amenaza generada por la mancha de inundación.

- Suelo rural: Las medidas de manejo en las llanuras de inundación en suelo rural, dentro de la dinámica geomorfológica fluvial, están cumpliendo una labor de equilibrio que entre otras cosas permite la reducción de la capacidad torrencial del cauce. Sin embargo, la



descolmatación en zona rural es de mayor prevalencia que en suelo de expansión, pues reduce considerablemente la magnitud de eventos de inundación, acompañado además del tratamiento especial para las geoformas de origen denudacional fluvial como escarpes de erosión marginal.

- **Barra puntual y barras marginales**

- Cauce permanente: Las condiciones de cauce permanente involucran todas las geoformas constituyentes de la dinámica directa del cauce en la mayoría del tiempo, por esta razón, las medidas dentro de estas geoformas solo se enfocan a la preservación, eventualmente analizando las condiciones locales que permitan evitar en su totalidad, el uso para cualquier tipo de actividad que no sea la dinámica natural del cauce, de ser necesario, obras de estabilidad para evitar erosión marginal y socavación lateral.

2.9.2 Ambiente denudacional

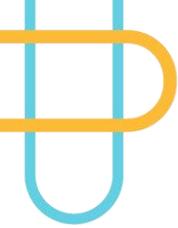
- **Escarpe de erosión y escarpe de erosión fluvial**

- Cauce permanente: Las medidas de manejo con implicaciones directas en la delimitación del cauce permanente se concentran esencialmente en la restricción de toda actividad que desfavorezca la naturaleza fluvial de la corriente, dado que esta, se delimita con criterios de flujo constante y directo, por ende, las consecuencias negativas pudieran presentarse con mayor frecuencia en caso de impactar negativamente el equilibrio fluvial. De esta manera, los escarpes de erosión corresponden particularmente a los taludes laterales del cauce, los cuales corresponde a aquellas zonas donde ocurren procesos de erosión y socavación constante. En este orden de ideas, las medidas de mitigación frente a los agentes erosivos pueden variar entre trinchos en guadua que retienen porciones del terreno susceptibles al colapso, muros en gaviones cuando las medidas bio ingenieriles no son aplicables y los procesos de inestabilidad son avanzados.

2.9.3 Ambiente antrópico

- **Superficies de explanación**

- Suelo urbano: Corresponde a las zonas urbanizadas dentro de la delimitación del componente geomorfológico que se encuentran excesivamente cerca de la fuente de agua o directamente sobre el cauce. En dicho sector se configura un claro conflicto por el uso del suelo y los objetivos de conservación de la ronda hídrica, los casos particulares se presentan en la zona urbana donde es clara la intervención con construcciones de cimientos y viviendas entre el cauce, los taludes laterales y la ribera de la quebrada. La medida de manejo se restringe a la liberación del territorio constituido como cauce permanente libre de cualquier tipo de intervención antrópica excepto obras de mitigación de desbordamiento, estabilización de laderas y taludes y otros instrumentos que requieran permiso de ocupación de cauce.



3 COMPONENTE ECOSISTÉMICO

3.1. Introducción

El componente ecosistémico de una ronda hídrica tiene como objetivo establecer, mantener y/o recuperar las coberturas vegetales nativas de la región en los márgenes del cuerpo de agua. Esto permite conservar o restaurar sus funciones ecosistémicas como la regulación hídrica y la provisión de hábitat y corredores para la fauna silvestre. Para ello, se determina una franja de retiro mediante un estudio técnico que integra aspectos geográficos, bióticos y geomorfológicos, para delimitar el área que será parte integrante de la ronda hídrica total y donde el uso del suelo deberá orientarse hacia la conservación y protección forestal.

La quebrada La Palma nace en la vereda La Travesía y la quebrada El Salado nace en la vereda Guacirú del municipio San Vicente Ferrer, discurren hacia el sur y atraviesan la zona urbana del municipio, la quebrada La Palma desemboca en la Quebrada el Salado una vez pasan la zona urbana, cerca de la Avenida Bicentenario; las cuencas de estas quebradas se encuentran muy intervenidas por diversos factores antrópicos como la expansión urbanística creciente en el municipio, la agricultura, la ganadería y obras de infraestructura mal planificadas, lo que ha hecho que las coberturas vegetales de la zona sean muy escasas, afectando de manera importante la diversidad de flora y fauna asociada a la ronda hídrica de estas quebradas.

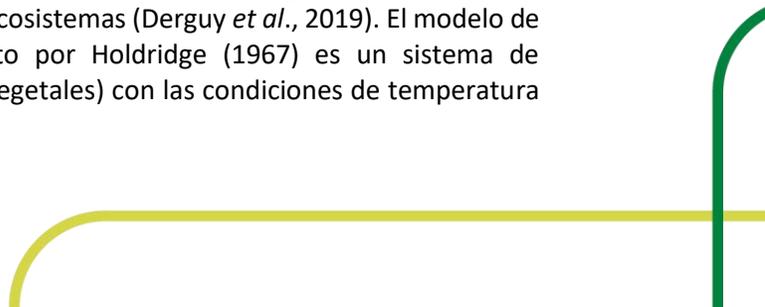
Para determinar el componente ecosistémico de la ronda hídrica de las quebradas La Palma y El Salado, se aplicó el capítulo 6.1.3 de la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas de Colombia” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018) para lo cual se realizaron dos salidas de campo en los meses de noviembre y diciembre de 2024 hacia relictos boscosos de la zona de vida Bosque muy húmedo – Montano bajo (bmh-MB) que aún se encuentran al margen de estas quebradas donde se identificaron especies forestales nativas tales como el Sietecuecos (*Tibouchina lepidota*), el Silvo Silvo *Hedyosmum goudotianum* y el Aguacatillo *Nectandra acutifolia* que conforman la altura promedio del dosel (H); posteriormente se realizó un análisis cartográfico en SIG utilizando información de las unidades geomorfológicas en las cuencas de estudio, la densidad de drenajes y el área acumulada de las cuencas aferentes en los cauces principales, esto con el propósito de determinar la relación natural del patrón de drenaje y la morfología del territorio (N), para finalmente obtener la distancia de retiro al cauce permanente para el componente ecosistémico como el resultado de multiplicar los índices H y N.

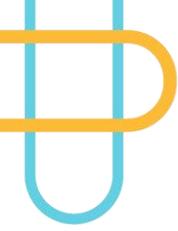
3.2. Metodología

A continuación, se menciona el procedimiento realizado para la obtención de los índices H y N necesarios para determinar el componente ecosistémico de la ronda hídrica:

3.2.1. Identificación de zonas de vida

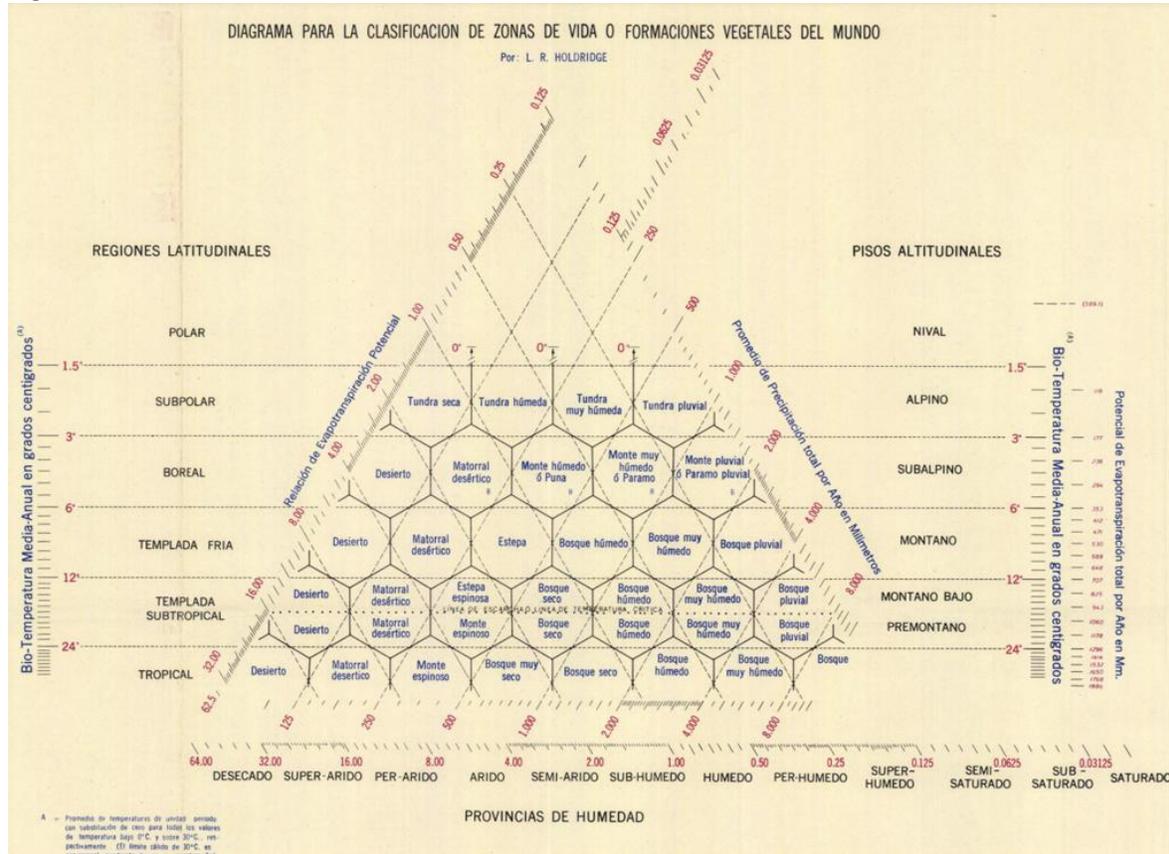
La zonificación ecológica es una herramienta esencial para el reconocimiento y el entendimiento de la heterogeneidad ambiental, permite establecer relaciones entre variables bióticas, abióticas, así como identificar y evaluar cambios en el uso del suelo, su relación con estrategias de conservación, planificar el adecuado manejo del territorio y de los ecosistemas (Derguy *et al.*, 2019). El modelo de unidades bioclimáticas o zonas de vidas propuesto por Holdridge (1967) es un sistema de zonificación que relaciona los biomas (formaciones vegetales) con las condiciones de temperatura





media anual del aire, la precipitación y la evapotranspiración anual. En este modelo, cada zona de vida es representada por una geometría hexagonal el cual resulta del cruce de las isóneas de las 3 variables indicadas previamente, tal y como se muestra a continuación:

Figura 74. Zonas de vida



Fuente: IGAC, 1967 con base en L.R Holdridge 1967

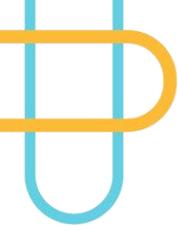
Acorde a esta zonificación ecológica el área de estudio de las Quebradas La Palma y El Salado se encuentran ubicadas en la zona de vida denominada como Bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-mb) la cual se caracteriza por presentar una biotemperatura entre 12 a 18°C, una precipitación media entre 2.000-4.000 mm/año en una faja altimétrica que oscila entre 1.800 a 2.800 msnm.

3.2.2. Caracterización florística

3.2.2.1 Fase previa y trabajo de campo

A través de la información cartográfica de CORNARE y usando Sistemas de Información Geográfica Como ArcMap y Google Earth se procedió a buscar y evaluar los relictos boscosos presentes en las cuencas de estudio con el propósito de determinar aquellos en los que fuese factible desarrollar el proceso de caracterización de la vegetación, así como identificar los propietarios de los predios para la solicitud de permisos de acceso respectivos.

Una vez contactados los propietarios y pedidos los permisos de acceso se programó el trabajo de campo, el cual consistió en realizar un muestreo de plantas leñosas ($CAP \geq 10 \text{ cm}$) en el bosque con



parcelas o transectos de Gentry de 50x4 m según la metodología propuesta en el “Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad” (Villareal *et al.*, 2004). Estos fueron delimitados amarrando una cuerda de 50 metros de largo en un árbol y midiendo con el cortarramas de forma horizontal desde la cuerda hasta el extremo de este y censando los fustales y latizales presentes dentro de la medida. Dicho procedimiento se desarrolló con el propósito de obtener información que permitiera caracterizar la composición y estructura de la vegetación presente en el área de estudio.

Adicionalmente, se destaca el hecho de que durante todas las actividades desarrolladas en campo el equipo profesional estuvo siempre debidamente identificado con chalecos de CORNARE y haciendo uso de los equipos de protección respectivos.

A continuación, se muestra cómo fue el desarrollo metodológico para la delimitación de los transectos de Gentry:

Figura 75. Transecto de muestreo de plantas leñosas



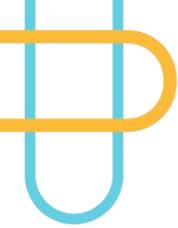
Fuente: Gentry, 1990

Figura 76. Implementación de las parcelas de Gentry



Fuente: Elaboración propia, 2025





Para el registro de datos en campo se utilizó la aplicación Memento Database®. Esta es una plataforma de formularios móviles alojados que permiten crear plantillas personalizadas para capturar información *in situ* en dispositivos móviles. La estructura de los datos recolectados para el proyecto a través de la aplicación se relaciona en la **Tabla 27**:

Tabla 27. Estructura del formulario de campo utilizado en la caracterización

Dato	Información
ID	Corresponde al código alfanumérico de cada individuo
Nombre científico	Nombre científico del individuo
Nombre común	Nombre local de la especie
CAP	Circunferencia en centímetros del individuo
Altura comercial	Altura comercial (aprovechable) en metros del individuo
Altura total	Altura total en metros del individuo
Observaciones	Datos adicionales o importantes no considerados de la especie en el formulario
Coordenadas	Coordenadas X y Y para cada individuo

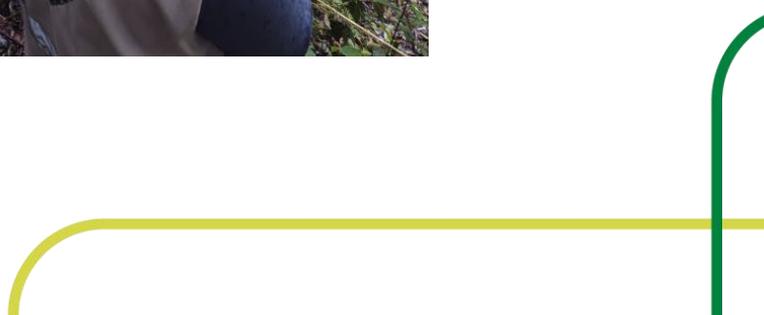
Fuente: Elaboración personal, 2025

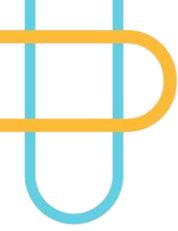
A continuación, se relaciona registro fotográfico sobre el proceso de medición del CAP en los individuos, así como la toma de datos en *Memento Database*®.

Figura 77. Proceso de medición de la CAP ≥ 10 cm de los individuos en los transectos y toma de datos con la aplicación Memento Database®



Fuente: Elaboración propia, 2025





La identificación taxonómica de algunos individuos censados se realizó en campo, siempre y cuando se conociera la especie, tomando nota de las características de las estructuras reproductivas, foliares y del fuste. En caso de no tener certeza sobre su identidad taxonómica, se consultaron a través del celular aplicaciones como INaturalist, PlantNet y PictureThis contrastando la información obtenida con información secundaria utilizando los libros de “Flora del Oriente Antioqueño” (Quijano, 2016), “Árboles de las Montañas de Antioquia” (Lázaro, 2010) y el “Catálogo de plantas vasculares de Antioquia” (Idárraga *et al.*, 2011) para aproximar la identificación al menos al nivel de género. La identificación se realizó tomando fotografías de las estructuras reproductivas de los individuos cuando estaban presentes, manipulándolas con las tijeras podadoras para las estructuras ubicadas a baja altura y el cortarramas o desjarretadera para las estructuras ubicadas a 5 metros de altura.

A continuación, se incorpora registro fotográfico haciendo uso de cortarramas y la toma de fotos para la posterior identificación taxonómica:

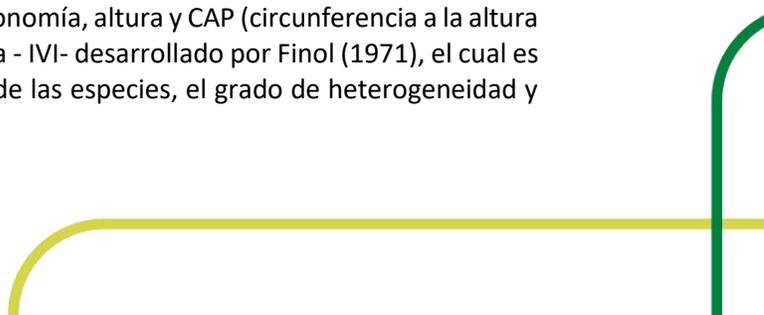
Figura 78. Uso del cortarramas para la toma de muestras y registro fotográfico para la identificación taxonómica

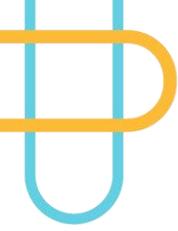


Fuente: Elaboración propia, 2025

3.2.2.2. Determinación del índice de Valor de Importancia (IVI) por especie y altura media del dosel de la comunidad vegetal (H)

A partir de los datos recolectados en campo sobre taxonomía, altura y CAP (circunferencia a la altura del pecho) se calculó el Índice de Valor de Importancia -IVI- desarrollado por Finol (1971), el cual es un indicador que permite determinar la dominancia de las especies, el grado de heterogeneidad y





el peso ecológico de las especies identificadas dentro del sistema evaluado. Este valor se obtiene de la sumatoria de la abundancia, dominancia y la frecuencia relativa mediante la siguiente expresión matemática:

$$IVI = AR + DR + FR$$

Donde:

AR: abundancia relativa

DR: dominancia relativa

FR: frecuencia relativa

En dicho planteamiento, las tres variables en mención se obtienen a partir de las siguientes ecuaciones:

- Abundancia relativa (AR_i)

$$AR_i = \left(\frac{A_i}{\sum_{i=1...n} A_i} \right) \times 100$$

Donde:

A_i: Abundancia absoluta de la especie i

ΣA_i: Sumatoria del número de individuos totales de la muestra

- Dominancia relativa (DR_i)

$$DR_i = \left(\frac{D_i}{\sum_{i=1...n} D_i} \right) \times 100$$

Donde:

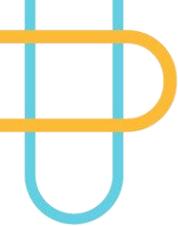
D_i: Dominancia absoluta de la especie i

ΣD_i: Sumatoria de las abundancias absolutas de toda la muestra

- Frecuencia relativa

$$FR_i = \left(\frac{F_i}{\sum_{i=1...n} F_i} \right) \times 100$$





Donde: Frecuencia absoluta de la especie i

ΣFi : Sumatoria de las frecuencias absolutas de toda la muestra

De acuerdo con los resultados del índice, se identificaron las 3 especies con mayor IVI, se calculó el promedio de la altura media de dichas especies, lo cual conforma el parámetro estructural H.

3.2.3. Determinación de la relación entre la densidad de drenaje por unidad geomorfológica y el área de la cuenca aferente (N)

Según la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas de Colombia” (Minambiente 2018) la relación entre la densidad y área de drenaje por unidad geomorfológica (N) expresa la relación natural del patrón de drenaje y la morfología del territorio. Para el cálculo de N se emplea la siguiente tabla de doble entrada en la que se relacionan el área de la cuenca aferente en Km² y la densidad de drenaje en Km/Km².

Tabla 28. Valor de N según área de la cuenca y densidad de drenaje

Área de cuenca aferente (km ²)	Valor de N		
	Densidad 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	

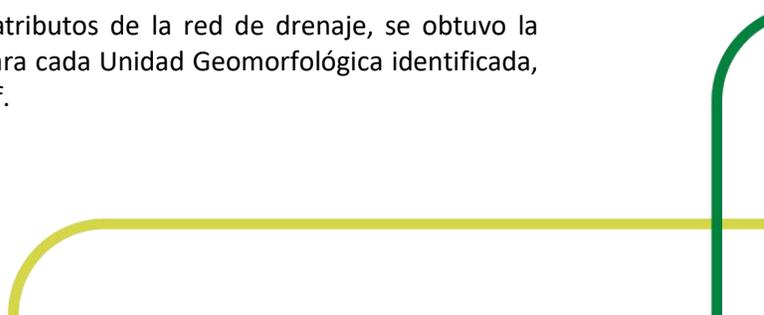
Fuente: Minambiente - UNAL, 2012

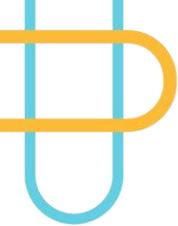
Acorde a la información de la Tabla anterior, la franja ecosistémica será menor en las corrientes que posean alta densidad de drenaje y áreas aferentes menores y será mayor en las corrientes que posean baja densidad de drenaje y áreas aferentes mayores.

3.2.3.1 Cálculo de la densidad de drenaje por unidad geomorfológica

Una vez obtenido el mapa de unidades geomorfológicas escala 1:25.000 de las cuencas hidrográficas de estudio, proveniente del componente geomorfológico, se realizó a través del SIG el siguiente geoproceso:

1. Con el comando “Identidad” de las herramientas de análisis y de superposición de ArcMap se calculó la intersección geométrica entre la red de drenaje y las unidades geomorfológicas para obtener como resultado una capa de drenajes de la cuenca con los atributos de la unidad geomorfológica en la que se encuentra; luego se calculó la longitud en kilómetros de la red de drenaje en el sistema MAGNA SIRGAS Origen Nacional.
2. Con el comando “Resumir” en la tabla de atributos de la red de drenaje, se obtuvo la sumatoria de las longitudes en kilómetros para cada Unidad Geomorfológica identificada, la tabla resultante se exportó en formato .dbf.





3. Se realizó una unión de la tabla resultante a la capa de Unidades Geomorfológicas para incorporar la información de la sumatoria de longitudes por unidad geomorfológica, se verificó que el área y la longitud se encuentren en kilómetros.
4. Se creó el campo “[DEN_C]” en la tabla de atributos y se utilizó la calculadora de campos para calcular la densidad de drenaje como la relación de la longitud sobre el área “[LON_C_K] / [AREA_KM2]” en cada Unidad Geomorfológica.
5. Se compararon los valores obtenidos con la tabla de Londoño (2001) para determinar la categoría de densidad de drenaje en la que se encuentra cada unidad geomorfológica y se creó un campo para ello denominado “[CAT_DEN]”.

Tabla 29. Escala de valores para la clasificación de densidades de drenaje

Densidad de drenaje (Dd)		
Baja	Media	Alta
< 1.5 km/km ²	1.5 - 3.0 km/km ²	> 3 km/km ²

Fuente: Londoño, 2001

3.2.3.2 Cálculo del área de la cuenca aferente en cada punto de la red de drenaje

Para calcular el área aferente en cada punto de la red de drenaje se utilizó como insumo principal el Modelo de Elevación Digital (MDE) suministrado por CORNARE de 10 m de píxel y se realizó el siguiente procesamiento ráster en el SIG ArcMap.

1. Se realizó un recorte del Modelo de Elevación Digital para la cuenca de las quebradas La Palma y El Salado utilizando la herramienta de recorte de administración de datos ráster.
2. Se utilizó el comando “Dirección de flujo” de la pestaña de hidrología de las herramientas de Spatial Analyst para calcular el ráster de dirección de flujo de cada píxel de la cuenca de estudio.
3. Se utilizó el comando “Acumulación de flujo” de las herramientas de Spatial Analyst para obtener el número de píxeles de la cuenca que se van acumulando hacia la dirección establecida en el paso anterior, este proceso va marcando la dirección del drenaje de la cuenca.
4. Dado que el GSD (Ground Sample Distance) del Modelo de Elevación Digital es de 10 metros, el área de cada píxel son 0,0001 Kilómetros cuadrados, por lo que se utilizó la calculadora ráster en la capa de Acumulación de Flujo para multiplicar cada píxel por 0,0001 y así obtener el área acumulada en cada punto del drenaje en kilómetros cuadrados

Con el comando “Reclasificar” del Spatial Analyst, se asignó a cada rango de área acumulada en la cuenca el valor de Clase acorde a la



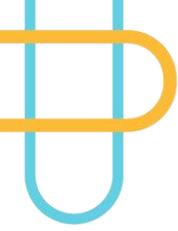


Tabla 30.



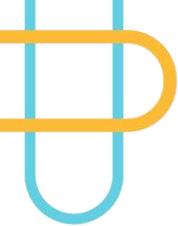


Tabla 30. Rangos de clasificación de áreas aferentes

Área de cuenca aferente (km ²)	Clase
0 < a ≤ 1	1
1 < a ≤ 10	2
10 < a ≤ 100	3
100 < a ≤ 1000	4
1.000 < a ≤ 10.000	5
10.000 < a ≤ 100.000	6

Fuente: Minambiente - UNAL, 2012

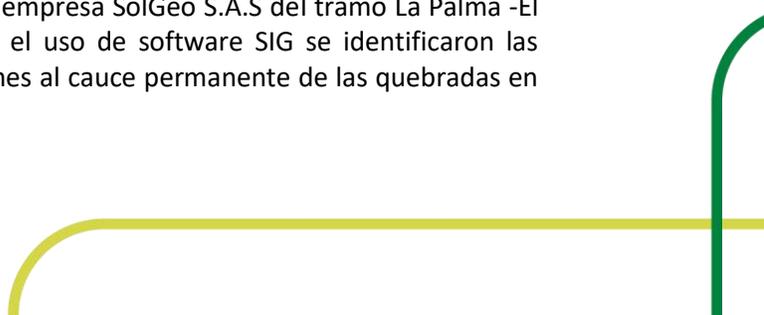
- En la capa vectorial del drenaje principal se creó el campo de “[A_AC_KM2]” para incorporar la información de áreas acumuladas proveniente del ráster calculado anteriormente, esta operación se realizó de forma manual superponiendo la capa con el ráster y seleccionando la parte del drenaje principal que ubica en cada rango y utilizando la calculadora de atributos para asignar el valor de clase correspondiente.
- Finalmente, de la capa de la red de drenaje se exporta el drenaje principal en una capa aparte, se revisan las categorías de densidad de drenajes por unidad geomorfológica por la que pasa y el rango de áreas de cuenca aferente; se crea entonces el campo “[N]” para asignar el valor correspondiente obtenido de la matriz de doble entrada de la **Tabla 28**.

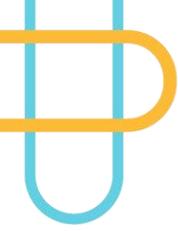
3.2.4. Determinación de los valores del componente ecosistémico

- Una vez obtenidos los valores de H y N, en la capa del drenaje principal se procede a crear el campo “[H]” en la tabla de atributos y se asigna el valor obtenido de “H” para la zona de vida identificada.
- Luego se crea el campo “[CE]” (Componente Ecosistémico) y se utiliza la calculadora de atributos para obtener el valor “[H] * [N]”.
- Se carga la capa con el polígono del cauce permanente, se superpone con la capa del drenaje principal y se utiliza las herramientas de edición para recortar en los puntos donde el valor CE cambia, se crea el campo “[CE_DIST]” para colocar el valor del “CE” en cada sección del cauce permanente generado.
- Finalmente, se utiliza el comando “Zona de influencia” de las herramientas de geoprocso para crear un Buffer en el cauce permanente cuyo ancho esté determinado por el campo “[CE_DIST]” determinando finalmente el componente ecosistémico.

3.2.5. Identificación de las coberturas de la tierra

La identificación de las coberturas de la tierra se realizó a partir la implementación de la Metodología Corine Land Cover adapta para Colombia (IDEAM, 2010), teniendo como insumo base la ortofoto con resolución de 25 cm levantada por la empresa SolGeo S.A.S del tramo La Palma -El Salado en San Vicente Ferrer, con esta y mediante el uso de software SIG se identificaron las coberturas hasta un nivel 3 presentes en inmediaciones al cauce permanente de las quebradas en





mención. Adicionalmente, en la medida que las coberturas eran delimitadas en el SIG dentro de los atributos de la capa se asignaba el uso de suelo que cada fragmento evidenciaba.

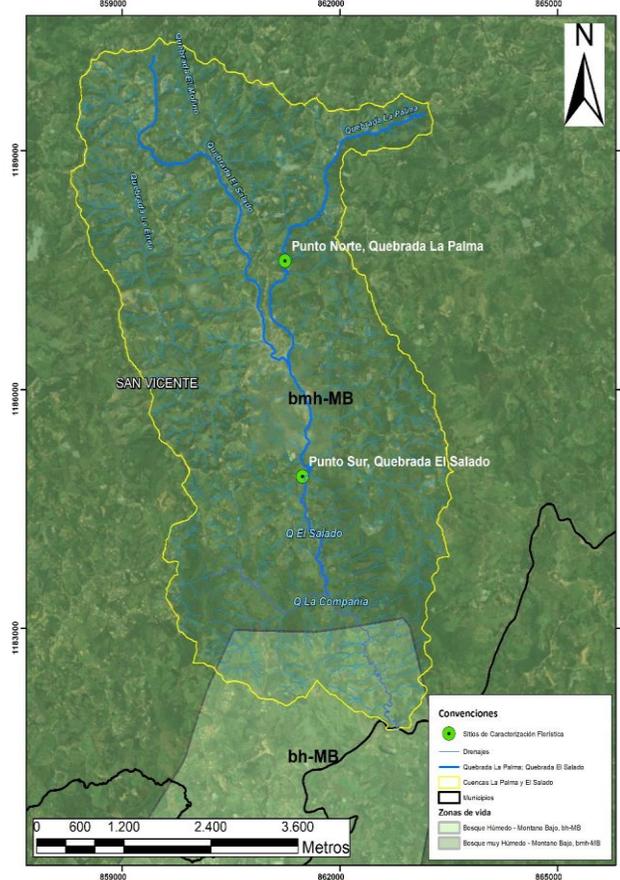
La capa de coberturas de la tierra y los usos identificados fueron considerados para la generación de estrategias dentro del componente integrador, tal y como se verá en un capítulo posterior.

3.3. Resultados del componente ecosistémico

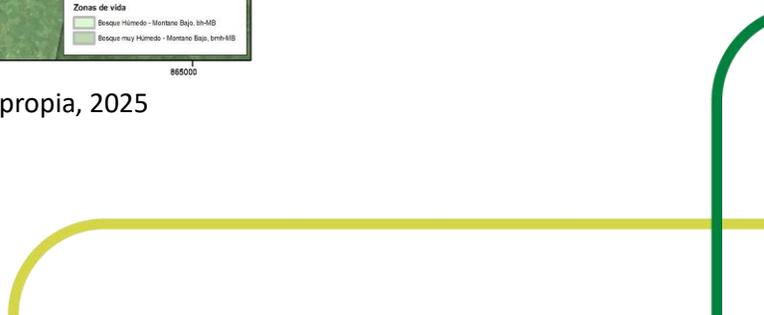
3.3.1. Zona de vida Bosque muy húmedo – Montano bajo (bmh-mb)

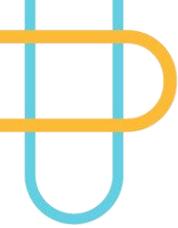
Las Quebradas La Palma y El Salado hacen parte de la subcuenca La Compañía, la cual tiene influencia de dos zonas de vida según el modelo propuesto por Holdridge (1967), el bosque húmedo montano bajo (bm-MB) el cual tiene presencia hacia la zona sur de la subcuenca en jurisdicción parcial de las veredas Compañía Abajo y La Peña, y, el bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) que tiene injerencia en las veredas El Potrero, La Floresta, Santa Ana, La Travesía, El Guaciro, La Enea, El Corral, El Perpetuo Socorro, Santa Rita, San Antonio La Compañía, Chaparral, Alto La Compañía, Las Hojas y la zona urbana de San Vicente Ferrer, siendo entonces la zonificación de predominancia en la subcuenca. Precisamente al interior de esta zona biogeográfica se adelantó el proceso de caracterización florística para el desarrollo del componente ecosistémico, la siguiente figura presenta el mapa 12 de la guía del componente ecosistémico correspondiente a las zonas de vida en escala 1:25.000.

Figura 79. Zonas de vida en la microcuenca La Compañía y sitios de caracterización florística



Fuente: Elaboración propia, 2025





El bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) además de tener una temperatura entre 12 a 18°C, una precipitación media entre 2.000-4.000 mm/año en una faja altimétrica que oscila entre 1.800 a 2.800 msnm a nivel ecológico se caracteriza porque sus terrenos ofrecen pocas posibilidades para el desarrollo de actividades agropecuarias por su potencial forestal y su vegetación natural que regula los procesos de escorrentía y evita la erosión de los suelos en las cuencas hidrográficas (Cornare, 2015).

3.3.2. Resultado de la caracterización florística de las Quebradas La Palma y El Salado

3.3.2.1. Sitios de muestreo de vegetación

Las coberturas boscosas donde se llevó a cabo el proceso de caracterización florística para la delimitación de la ronda hídrica corresponden a la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB) en inmediaciones a la quebrada La Palma y El Salado, definiendo como sitios de muestreo relictos boscosos que aún se evidencian en la zona a pesar de la fuerte antropización que se da en la región.

Fragmento boscoso 1, aledaño a la Quebrada la Palma:

Este sitio de caracterización se ubica en el fragmento boscoso ubicado en las coordenadas Longitud: -75,331657° y Latitud: 6,290341° vereda Santa Ana y corresponde con una cobertura de bosque de galería y ripario que espacialmente se localiza hacia el costado oriental del lugar de referencia denominado como “La Piscina San Vicente”. En inmediaciones al bosque objeto de la caracterización se encuentran dos usos de suelo predominantes relacionados con actividades agrícolas y ganaderas, sobre el costado oeste del mismo durante la fase de campo se observó un cultivo de tomate de árbol de aproximadamente 1,5m de altura, pastos limpios subdivididos en parcelas mediante cerca eléctrica para la permanencia de bovinos, hacia la parte norte se encontró un cultivo de aguacate en etapa productiva y hacia la parte oriental se evidenció transición a cobertura conformada esencialmente por individuos de *Cupressus lusitanica* (ciprés) y pastos enmalezados con amplia presencia de *Pteridium aquilinum* (L.) (helecho marranero). Precisamente, sobre este costado se encontró evidencia de tránsito de ganado hacia el cauce de la Quebrada La Palma, aprovechando que sobre esta margen no se tiene presencia de barreras de aislamiento. Si bien estos son los usos de suelo inmediatos a la cobertura donde se realizó la caracterización florística, durante el desarrollo de la actividad se buscó concentrar el inventario al interior del fragmento de vegetación secundaria constituido por vegetación nativa.

Al interior del fragmento boscoso se logró avistar algunos ejemplares de epífitas y bromelias en procesos simbióticos con algunos individuos de mayor porte en cercanía con la Quebrada La Palma, otros 3 individuos si bien continuaban en pie presentaban necrosis en el fuste, mientras que el resto de las estructuras (entre ellas parte del fuste) permanecían en el suelo, lo anterior, por causa de impactos de rayo. De igual manera, en esta área de estudio no se evidenció una estratificación vertical compuesta, así como no se evidenció un desarrollo marcado de sotobosque, tal y como se muestra en las siguientes fotografías:



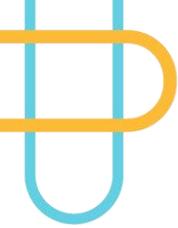


Figura 80. Estado general del Fragmento 1 en inmediaciones a la Quebrada La Palma



Fuente: Elaboración propia, 2025

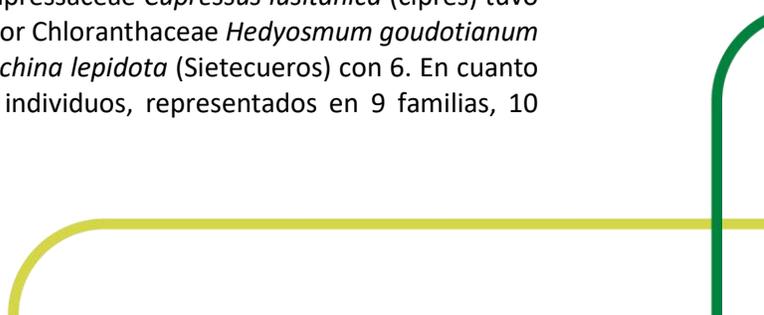
En el Fragmento boscoso 1 se trazaron dos transectos de 50x4 m en los siguientes pares de coordenadas:

Tabla 31. Ubicación de los transectos en el Fragmento 1 perteneciente a la zona de vida bmh-MB, Quebrada La Palma

Transecto	Descripción	Longitud	Latitud
1	Inicio del transecto	-75,33128050	6,29136569
	Fin del transecto	-75,33094488	6,29160069
2	Inicio del transecto	-75,33153543	6,29092605
	Fin del transecto	-75,33162247	6,29049789

Fuente: Elaboración propia, 2025

En el transecto 1 se encontró una abundancia de 41 individuos, representados en 11 familias, 12 géneros y 13 especies. En términos de abundancia Cupressaceae *Cupressus lusitanica* (ciprés) tuvo mayor número de registros con 11 en total, seguido por Chloranthaceae *Hedyosmum goudotianum* (Silvo silvo) con 8 registros y Melastomataceae *Tibouchina lepidota* (Sietecueros) con 6. En cuanto al transecto 2, se encontró una abundancia de 49 individuos, representados en 9 familias, 10

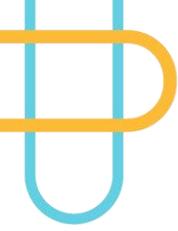


géneros y 11 especies, siendo la Melastomataceae *Tibouchina lepidota* (sietecueros), Chloranthaceae *Hedyosmum goudotianum* (Silvo silvo) y la Cunoniaceae *Weinmannia pubescens* (Encenillo) las más abundantes con 13, 10 y 8 registros, correspondientemente. A nivel de fragmento y teniendo en cuenta los individuos con CAP \geq 10cm caracterizados en ambos transectos, se obtuvo una abundancia de 90 individuos, 12 familias, 13 géneros y 16 especies siendo la Melastomataceae *Tibouchina lepidota* (sietecueros) con 19 registros, Chloranthaceae *Hedyosmum goudotianum* (silvo silvo) con 18 registros, Cupressaceae *Cupressus lusitanica* (ciprés) con 11 registros, y la Cunoniaceae *Weinmannia pubescens* (Encenillo) con 10 registros las más abundantes en dicho fragmento.

A continuación, se muestra la composición identificada para el Fragmento 1 en sus transectos 1 y 2:

Tabla 32. Composición florística de especies vasculares con CAP \geq a 10cm Fragmento 1

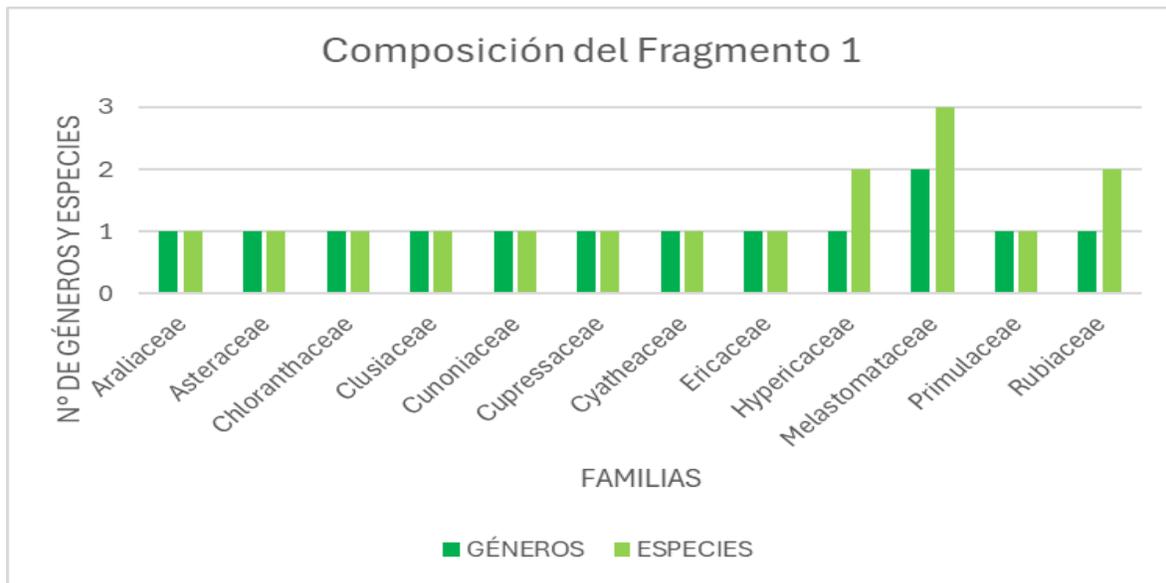
Transecto	Familia	Especie	Abundancia	Promedio CAP (cm)	Suma basal (m2)	Área	Promedio altura total (m)
1	Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	1	17,0	0,002299789		13,0
	Asteraceae	<i>Verbesina nudipens</i>	1	63,0	0,031584298		9,0
	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i>	8	36,2	0,099594079		7,8
	Clusiaceae	<i>Clusia discolor</i>	1	36,0	0,010313240		9,0
	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	2	68,8	0,084974814		11,0
	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	11	52,4	0,301795571		11,7
	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp.</i>	4	29,8	0,029563031		4,5
	Ericaceae	<i>Cavendishia pubescens</i>	1	25,0	0,004973592		4,0
	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	1	21,5	0,003678469		10,0
		<i>Vismia sp.</i>	2	26,9	0,013238031		5,5
	Melastomataceae	<i>Miconia theizans</i>	2	55,5	0,056042434		12,5
		<i>Tibouchina lepidota</i>	6	38,5	0,091275360		6,1
	Rubiaceae	<i>Palicourea angustifolia</i>	1	22,5	0,004028609		5,0
2	Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	1	11,0	0,000962887		7,5
	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i>	10	21,0	0,040937318		7,3
	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	8	40,0	0,125700574		9,8



Transecto	Familia	Especie	Abundancia	Promedio CAP (cm)	Suma basal (m2)	Área	Promedio altura total (m)
	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp.</i>	5	23,3	0,021909667		4,9
	Ericaceae	<i>Cavendishia pubescens</i>	1	24,5	0,004776638		7,5
	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	1	15,0	0,001790493		7,0
		<i>Vismia sp.</i>	4	47,0	0,086914514		8,9
	Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	1	34,0	0,009199156		5,5
		<i>Tibouchina lepidota</i>	13	38,0	0,186690793		7,1
	Primulaceae	<i>Myrsine sp.</i>	1	19,0	0,002872747		4,5
	Rubiaceae	<i>Palicourea sp.</i>	4	13,3	0,005693768		4,6

Fuente: Elaboración propia, 2025

Figura 81. Composición del Fragmento 1 ubicado en inmediaciones a la Quebrada La Palma

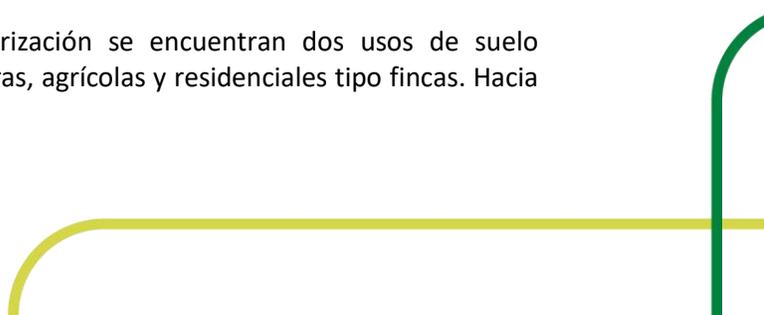


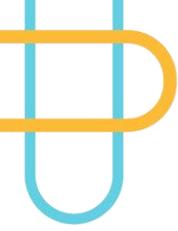
Fuente: Elaboración propia, 2025

Fragmento boscoso 2, aledaño a la Quebrada El Salado:

Este sitio de caracterización se ubica en el fragmento boscoso ubicado en las coordenadas Longitud: -75,329239 y Latitud: 6,26697, vereda El Potrero y corresponde con una cobertura de bosque fragmentado.

En inmediaciones al bosque objeto de la caracterización se encuentran dos usos de suelo predominantes relacionados con actividades ganaderas, agrícolas y residenciales tipo fincas. Hacia





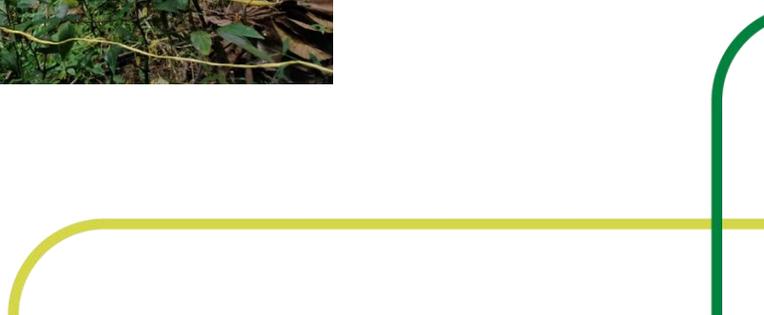
el costado oriental del fragmento se evidenció una amplia cobertura de pastos limpios dedicada a actividades ganaderas, misma zona que dada la topografía encañonada que presenta confluyen allí aguas de escorrentía de la vía que comunica al municipio San Vicente Ferrer con el Centro Educativo Rural La Compañía y las aguas lluvias que drenan por el resto de los potreros, esto ocasiona que dicha vaguada se caracterice por ser una zona pantanosa. A diferencia de lo que ocurre en el Fragmento 1 el ganado tiene restricción de movilidad para acceder a esta cobertura de bosque dado que el cauce de la Quebrada en El Salado en esta zona es bastante encañonado como para permitir el tránsito del ganado por la misma. El uso agrícola si bien no colinda directamente con el fragmento, sí se evidencian áreas cercanas dedicadas al establecimiento de cultivos no permanentes que dado su arreglo geométrico sugieren ser un mosaico de cultivos, de igual manera hacia la parte norte se observa una estructura tipo invernadero de la cual se desconoce su propósito. En cuanto al uso de suelo para actividades residenciales, este se presenta sobre el costado oeste y sur del fragmento, siendo construcciones espacialmente dispersas.

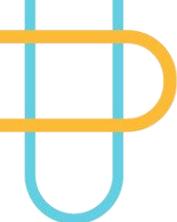
Al interior del fragmento boscoso se logró avistar algunos ejemplares de epífitas y bromelias en procesos simbióticos con algunos individuos tanto de tipo fustal como latizal y el canto de aves cada vez más comunes en zonas con cierto grado de intervención, como es el caso de *Ortalis columbiana* (guacharaca). En esta cobertura se evidenció proceso sucesional espontáneo activo por lo que se percibe la conformación de sotobosque, tal y como se muestra a continuación:

Figura 82. Estado general del Fragmento 2 en inmediaciones a la Quebrada El Salado



Fuente: Elaboración propia, 2025





En el Fragmento boscoso 2 se trazó un transecto de 50x4 m en los siguientes pares de coordenadas:

Tabla 33. Ubicación del transecto en el Fragmento 2 perteneciente a la zona de vida bmh-MB, Quebrada El Salado

Transecto	Descripción	Longitud	Latitud
1	Inicio del transecto	-75,32908086	6,26687093
	Fin del transecto	-75,32939786	6,26686091

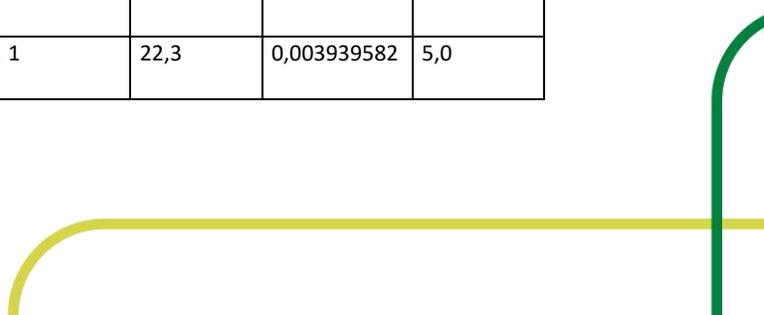
Fuente: Elaboración propia, 2025

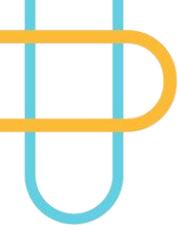
En este se encontró una abundancia de 61 individuos, representados en 13 familias siendo la Piperaceae y la Lauraceae las que mayor número de individuos aportaron a la caracterización con 19 y 12 respectivamente, 14 géneros siendo los más abundantes: *Piper*, *Nectandra* y *Siparuna* con 19, 12 y 11 registros de abundancia, y, se identificaron 17 especies, donde las familias Hypericaceae, Lauraceae, Melastomataceae y Moraceae son las únicas que tienen dos especies dentro del inventario en este fragmento.

A continuación, se muestra la composición identificada para el Fragmento 2 en el transecto trazado:

Tabla 34. Composición florística de especies vasculares con CAP ≥ a 10cm Fragmento 2

Fragmento	Transecto	Familia	Especie	Abundancia	Promedio CAP (cm)	Suma Área basal (m2)	Promedio altura total (m)
2	3	Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	3	12,3	0,003891338	4,7
		Asteraceae	<i>Verbesina sp.</i>	1	19,0	0,002872747	4,5
		Chloranthaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i>	1	46,0	0,016838593	12,0
		Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	1	20,5	0,003344243	3,0
		Cyatheaceae	<i>Cyathea sp.</i>	1	30,0	0,007161972	4,0
		Hypericaceae	<i>Vismia sp1.</i>	1	39,5	0,012416075	7,0
			<i>Vismia sp2.</i>	1	77,0	0,047181483	15,0
		Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i>	9	52,8	0,246938841	11,6
			<i>Nectandra sp.</i>	3	53,2	0,073022277	7,0
		Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	1	22,3	0,003939582	5,0

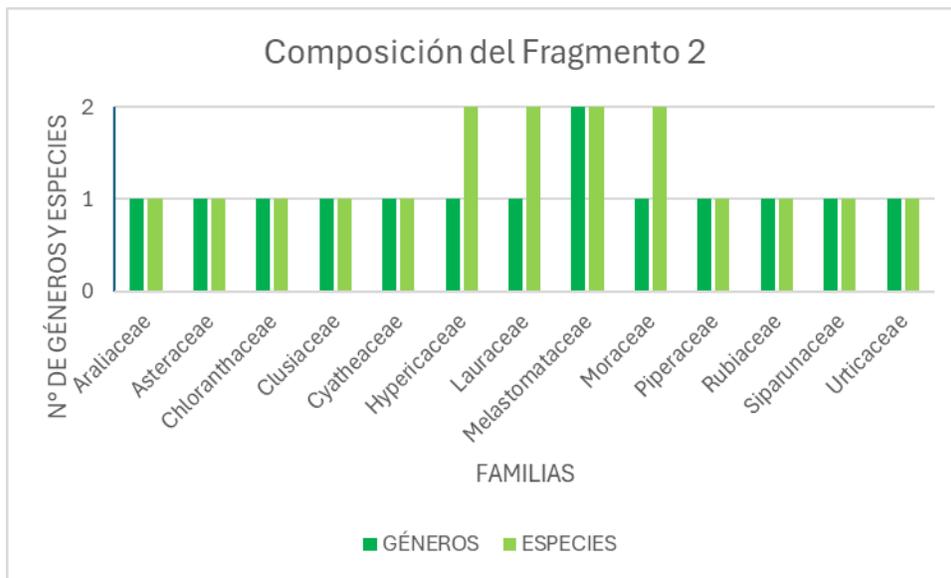




Fragmento	Transecto	Familia	Especie	Abundancia	Promedio CAP (cm)	Suma Área basal (m2)	Promedio altura total (m)
			<i>Tibouchina lepidota</i>	2	33,1	0,020985077	7,0
		Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	2	51,0	0,043688032	13,0
			<i>Ficus sp2.</i>	3	31,5	0,024527766	9,5
		Piperaceae	<i>Piper jericóense</i>	19	13,8	0,030542506	5,2
		Rubiaceae	<i>Ronabea sp.</i>	1	23,0	0,004209648	6,0
		Siparunaceae	<i>Siparuna aspera</i>	11	25,2	0,087286069	7,0
		Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	1	79,0	0,049664300	12,0

Fuente: Elaboración propia, 2025

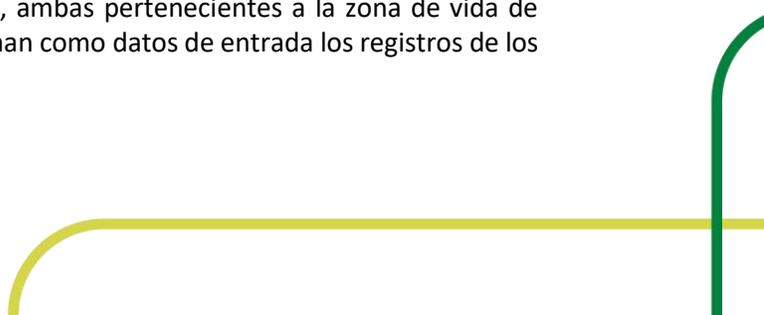
Figura 83. Composición del Fragmento 2 ubicado en inmediaciones a la Quebrada El Salado



Fuente: Elaboración propia, 2025

3.3.2.2. Índice de Valor de Importancia (IVI)

Con la finalidad de conocer el índice de Valor de Importancia de la vegetación forestal presente en inmediaciones a las Quebradas El Salado y La Palma, ambas pertenecientes a la zona de vida de bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) se toman como datos de entrada los registros de los



dos Fragmentos 1 y 2 de cobertura boscosa listados previamente, obteniendo así una abundancia de 151 individuos pertenecientes a 17 familias, 19 géneros y 28 especies.

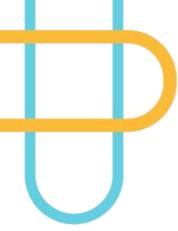
El género más representativo fue *Vismia* (4 especies) y las especies que tuvieron mayor abundancia fueron *Tibouchina lepidota* (21 individuos), *Piper jericoense* con 19 individuos y *Hedyosmum goudotianum* con 18, *Cupressus lusitánica* con 11, *Cyathea sp* y *Weinmannia pubescens* con 10 individuos cada uno.

Tras realizar el cálculo del IVI (véase la siguiente Tabla), el cual pondera abundancia, dominancia y frecuencia relativa de las especies se obtuvo que aquellas que presentan mayor valor corresponden a *Tibouchina lepidota* (36,62%), *Hedyosmum goudotianum* (27,85%), *Cupressus lusitanica* (25,50%) y *Nectandra acutifolia* (821,28%), no obstante, dado que *Cupressus lusitanica* es una especie no nativa no se considera dentro del grupo de los 3 de mayor IVI para determinar la altura media del dosel - H.

En las siguientes tablas se consolidan los resultados IVI para todas las especies inventariadas, así como aquellas especies que obtuvieron mayor valor, así:

Tabla 35. Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies inventariadas en inmediaciones a las Quebradas La Palma y El Salado, bmh-MB

Familia	Especie	Número de individuos	Abundancia relativa (ARi)	Dominancia relativa (Dri)	Frecuencia Relativa (Fri)	IVI
Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	5	3,31	0,38	7,32	11,00
Asteraceae	<i>Verbesina nudipens</i>	1	0,66	1,66	2,44	4,76
	<i>Verbesina sp.</i>	1	0,66	0,15	2,44	3,25
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i>	19	12,58	8,29	7,32	28,19
Clusiaceae	<i>Clusia discolor</i>	1	0,66	0,54	2,44	3,64
	<i>Clusia sp.</i>	1	0,66	0,18	2,44	3,28
Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	10	6,62	11,09	4,88	22,59
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	11	7,28	15,89	2,44	25,61
Cyatheaceae	<i>Cyathea sp.</i>	10	6,62	3,09	7,32	17,03
Ericaceae	<i>Cavendishia pubescens</i>	2	1,32	0,51	4,88	6,72
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	2	1,32	0,29	4,88	6,49
	<i>Vismia sp.</i>	6	3,97	5,27	4,88	14,12



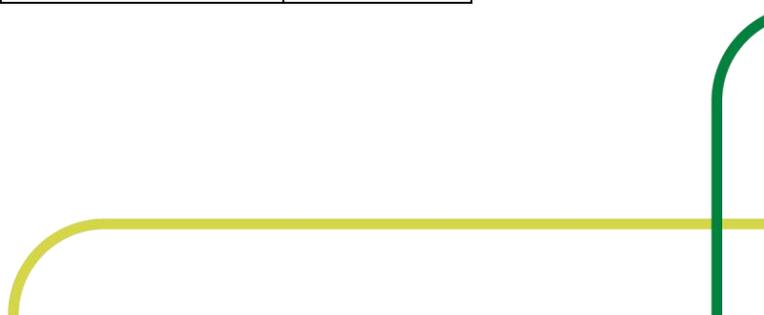
Familia	Especie	Número de individuos	Abundancia relativa (ARi)	Dominancia relativa (Dri)	Frecuencia Relativa (Fri)	IVI
	<i>Vismia sp1.</i>	1	0,66	0,65	2,44	3,75
	<i>Vismia sp2.</i>	1	0,66	2,48	2,44	5,59
Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i>	9	5,96	13,00	2,44	21,40
	<i>Nectandra sp.</i>	3	1,99	3,84	2,44	8,27
Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	2	1,32	0,69	4,88	6,89
	<i>Miconia theizans</i>	2	1,32	2,95	2,44	6,71
	<i>Tibouchina lepidota</i>	21	13,91	15,74	7,32	36,96
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	2	1,32	2,30	2,44	6,06
	<i>Ficus sp2.</i>	3	1,99	1,29	2,44	5,72
Piperaceae	<i>Piper jericoense</i>	19	12,58	1,61	2,44	16,63
Primulaceae	<i>Myrsine sp.</i>	1	0,66	0,15	2,44	3,25
Rubiaceae	<i>Palicourea angustifolia</i>	1	0,66	0,21	2,44	3,31
	<i>Palicourea sp.</i>	4	2,65	0,30	2,44	5,39
	<i>Ronabea sp.</i>	1	0,66	0,22	2,44	3,32
Siparunaceae	<i>Siparuna aspera</i>	11	7,28	4,60	2,44	14,32
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	1	0,66	2,61	2,44	5,72

Fuente: Elaboración propia, 2025

Tabla 36. Especies nativas con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) de las inventariadas en inmediaciones a las Quebradas La Palma y El Salado, bmh-MB

Familia	Especie	Nombre común	Valor IVI (%)
Melastomataceae	<i>Tibouchina lepidota</i>	Siete cueros	36,96
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i>	Silvo silvo	28,19
Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i>	Laurel-Aguacatillo	21,40

Fuente: Elaboración propia, 2025



La especie con mayor IVI es la *Tibouchina lepidota* con 36,96%, especie endémica de Colombia que está presente en la cordillera oriental pudiéndose encontrar en los departamentos de Santander, Cundinamarca, Boyacá y Antioquia, su función ecosistémica en los bosques es servir de hábitat a especies animales, protector de cuerpos de agua y de suelos en procesos erosivos (JBBJCM & UniAndes, 2020).

La segunda especie con mayor IVI es *Hedyosmum goudotianum* (28,19%) la cual es posible encontrar desde la parte media de Centroamérica hasta Perú en latitudes que van desde 1.000 hasta 3.000 msnm en bosques montanos y premontanos. Especie frecuente en los sistemas altoandinos (Alzate *et al.*, 2013).

En cuanto a *Nectandra acutifolia* (21,40%) esta se distribuye en Colombia y Bolivia en altitudes entre 800 a 2.500 msnm, siendo una especie muy abundante en la zona por su madera (Alzate *et al.*, 2013).

3.3.3. Altura media del dosel (H)

Acorde a la Guía para el Acotamiento de Rondas Hídricas, la altura H busca delimitar una faja que permitirá establecer, mantener o inducir las condiciones para el desarrollo de las comunidades bióticas de un ecosistema en particular. Con base en lo anterior y conociendo previamente las especies con mayor IVI, se realizó el cálculo de la altura promedio para cada una de ellas, tomando como base los datos obtenidos en los muestreos de campo. A continuación, se muestran dichos resultados:

Tabla 37. Cálculo de H para las Quebradas La Palma y El Salado, bmh-MB

Familia	Especie	Nombre común	Valor IVI (%)	Altura prom (m)	Valor H (m)
Melastomataceae	<i>Tibouchina lepidota</i>	Siete cueros	36,96	6,8	8,7
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i>	Silvo silvo	28,19	7,8	
Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i>	Laurel-Aguacatillo	21,40	11,6	

Fuente: Elaboración propia, 2025

El valor “H” para la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) corresponde a 8,7m.

3.3.4. Relación entre la densidad de drenaje por unidad geomorfológica y cuenca aferente (N)

El siguiente mapa corresponde al mapa 7 del componente geomorfológico, el cual contiene las unidades geomorfológicas presentes en la cuenca de las Quebradas La Palma y El Salado a escala 1:25.000, cuya nomenclatura está dada según la metodología de Carvajal (metodología propuesta por el Servicio Geológico Colombiano).

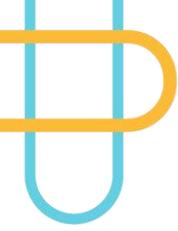
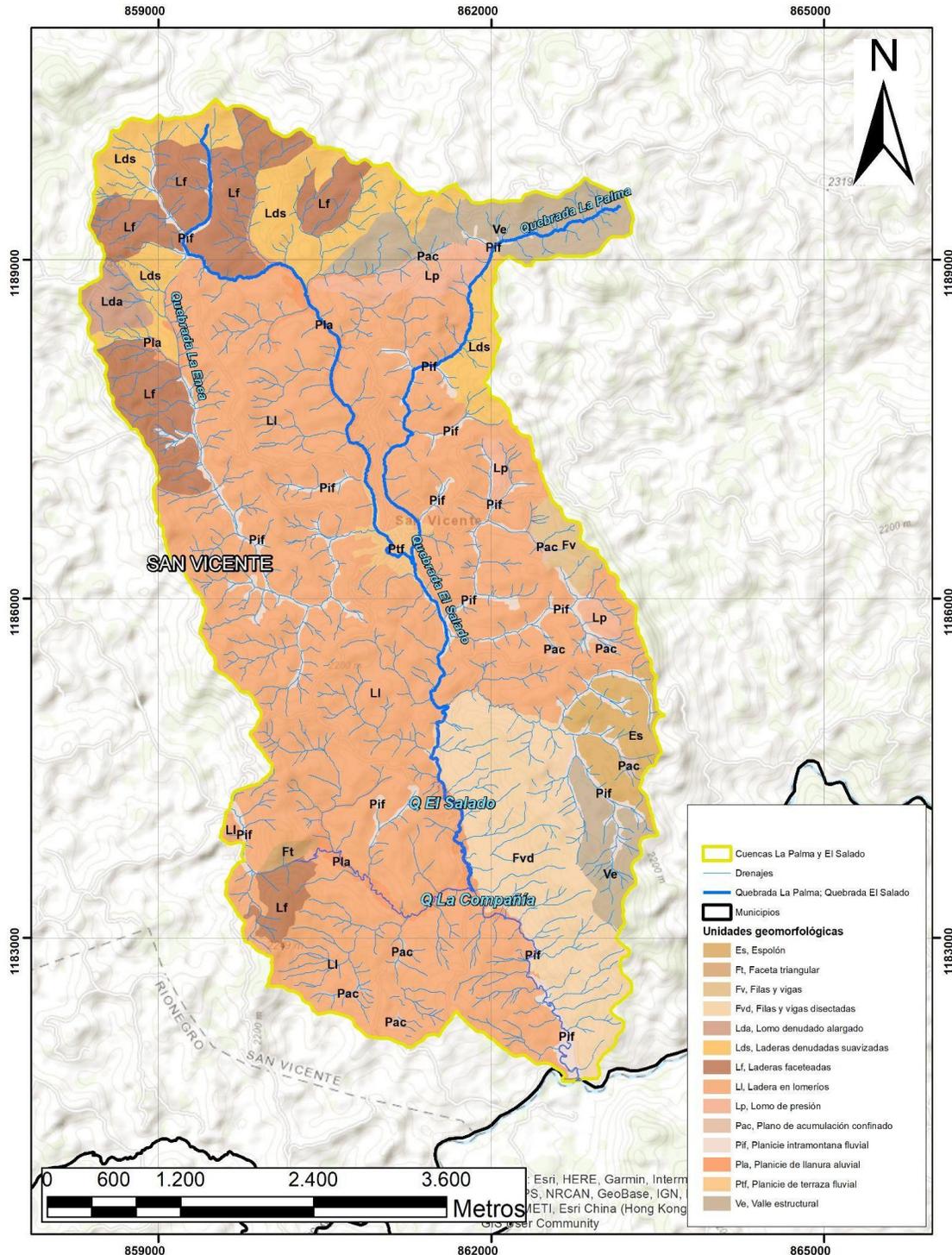


Figura 84. Unidades geomorfológicas existentes en la cuenca de las Quebradas La Palma y El Salado



Fuente: Elaboración propia, 2025

La siguiente tabla contiene entonces los valores de área en kilómetros cuadrados para cada una de las unidades geomorfológicas identificadas, la longitud de drenajes calculada para cada una de ellas, la densidad de drenaje y la categoría en la que se encuentra según la **Tabla 29** de Londoño.

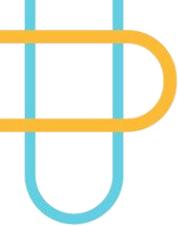
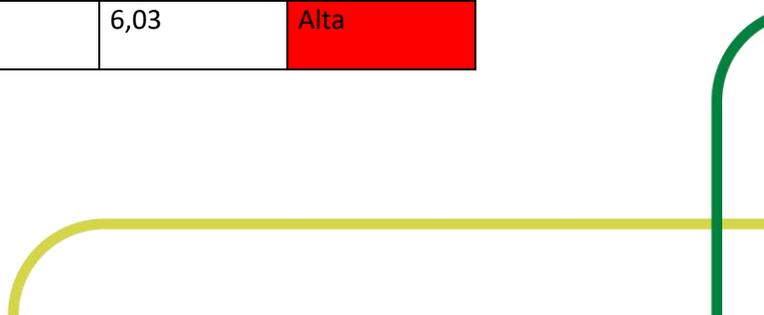
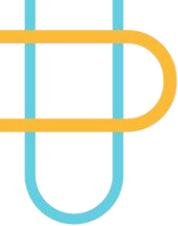


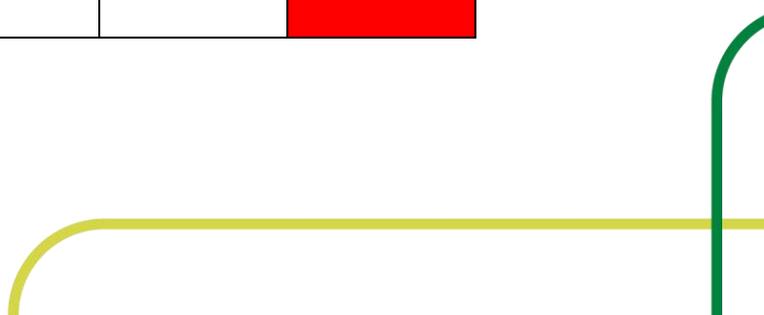
Tabla 38. Densidad de drenaje por unidad geomorfológica

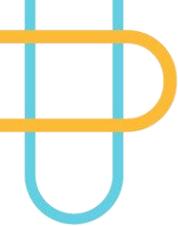
Unidad geomorfológica	Área en Km ²	Longitud de drenajes en Km	Densidad de drenajes (Km/Km ²)	Categoría de densidad de drenaje
Espolón	0,63	2,28	3,60	Alta
Faceta triangular	0,07	0,17	2,27	Media
Filas y vigas	0,26	1,27	4,91	Alta
Filas y vigas disectadas	2,82	21,98	7,79	Alta
Ladera en lomeríos 1	2,82	22,71	8,06	Alta
Ladera en lomeríos 2	0,04	0,13	3,49	Alta
Ladera en lomeríos 3	9,61	56,25	5,85	Alta
Ladera en lomeríos 4	3,28	19,98	6,09	Alta
Laderas denudadas suavizadas 1	0,42	3,02	7,16	Alta
Laderas denudadas suavizadas 2	0,32	2,76	8,67	Alta
Laderas denudadas suavizadas 3	0,92	6,14	6,64	Alta
Laderas denudadas suavizadas 4	0,53	4,22	8,03	Alta
Laderas faceteadas 1	0,33	3,09	9,38	Alta
Laderas faceteadas 2	0,70	5,21	7,41	Alta
Laderas faceteadas 3	0,32	1,98	6,22	Alta
Laderas faceteadas 4	0,27	1,70	6,35	Alta
Laderas faceteadas 5	0,28	2,18	7,81	Alta
Laderas faceteadas 6	0,69	4,95	7,13	Alta
Lomo de presión 1	0,41	1,91	4,63	Alta
Lomo de presión 2	0,08	0,35	4,23	Alta
Lomo de presión 3	0,10	0,58	6,03	Alta





Unidad geomorfológica	Área en Km ²	Longitud de drenajes en Km	Densidad de drenajes (Km/Km ²)	Categoría de densidad de drenaje
Lomo desnudo alargado	0,27	1,95	7,17	Alta
Planicie de llanura aluvial 1	0,05	1,06	22,25	Alta
Planicie de llanura aluvial 2	0,23	4,86	21,61	Alta
Planicie de llanura aluvial 3	0,33	7,42	22,30	Alta
Planicie de terraza fluvial	0,23	1,97	8,59	Alta
Planicie intramontana fluvial 1	0,10	2,64	26,54	Alta
Planicie intramontana fluvial 2	0,11	3,26	29,11	Alta
Planicie intramontana fluvial 3	0,03	0,67	26,11	Alta
Planicie intramontana fluvial 4	0,03	0,81	28,45	Alta
Planicie intramontana fluvial 5	0,03	1,16	34,34	Alta
Planicie intramontana fluvial 6	0,02	0,35	19,33	Alta
Planicie intramontana fluvial 7	0,28	8,23	29,82	Alta
Planicie intramontana fluvial 8	0,05	1,56	28,83	Alta
Planicie intramontana fluvial 9	0,03	0,65	25,26	Alta
Planicie intramontana fluvial 10	0,09	2,72	31,50	Alta
Planicie intramontana fluvial 11	0,01	0,35	26,20	Alta
Planicie intramontana fluvial 12	0,04	0,95	25,74	Alta
Planicie intramontana fluvial 13	0,05	1,04	22,21	Alta
Planicie intramontana fluvial 14	0,23	6,40	27,97	Alta
Planicie intramontana fluvial 15	0,10	1,84	18,00	Alta
Plano de acumulación confinado 1	0,02	0,38	20,55	Alta





Unidad geomorfológica	Área en Km ²	Longitud de drenajes en Km	Densidad de drenajes (Km/Km ²)	Categoría de densidad de drenaje
Plano de acumulación confinado 2	0,01	0,06	5,22	Alta
Plano de acumulación confinado 3	0,02	0,81	34,99	Alta
Plano de acumulación confinado 4	0,01	0,37	29,67	Alta
Plano de acumulación confinado 5	0,01	0,17	13,00	Alta
Plano de acumulación confinado 6	0,02	0,38	15,90	Alta
Plano de acumulación confinado 7	0,02	0,55	25,06	Alta
Plano de acumulación confinado 8	0,02	0,54	28,29	Alta
Valle estructural 1	0,50	3,54	7,15	Alta
Valle estructural 2	1,13	7,77	6,88	Alta

Fuente: Elaboración propia, 2025

A continuación, se muestra la representación gráfica de las categorías de densidad de drenaje para cada una de las unidades geomorfológicas identificadas:



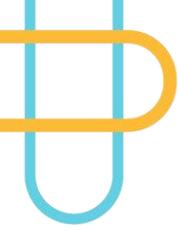
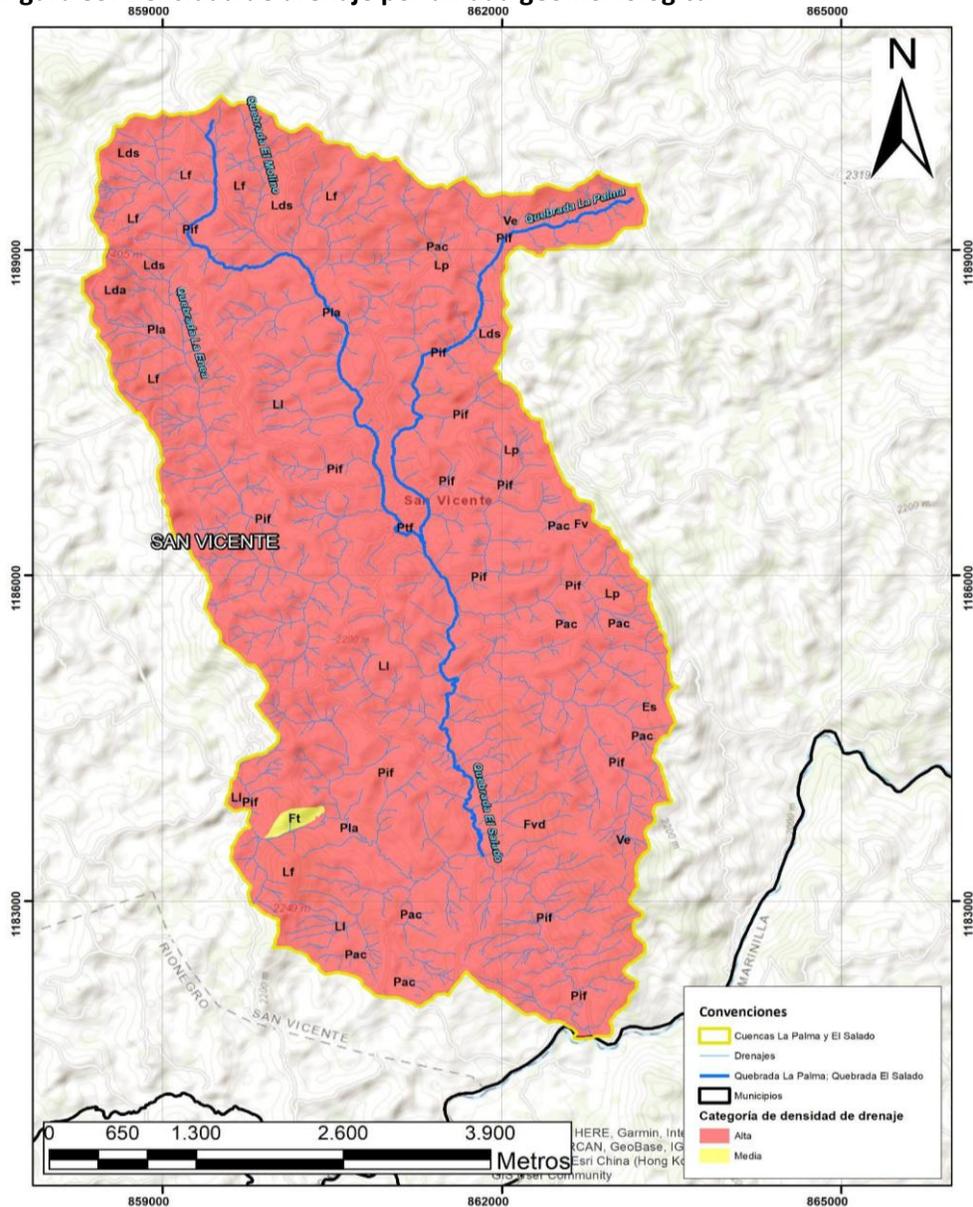
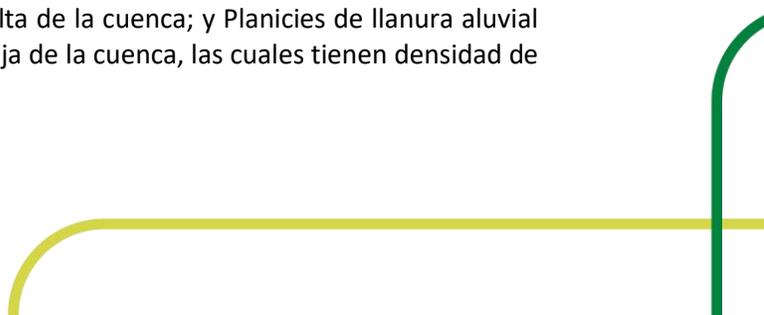


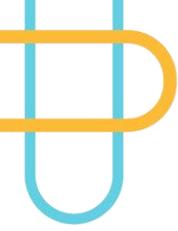
Figura 85. Densidad de drenaje por unidad geomorfológica



Fuente: Elaboración propia, 2025

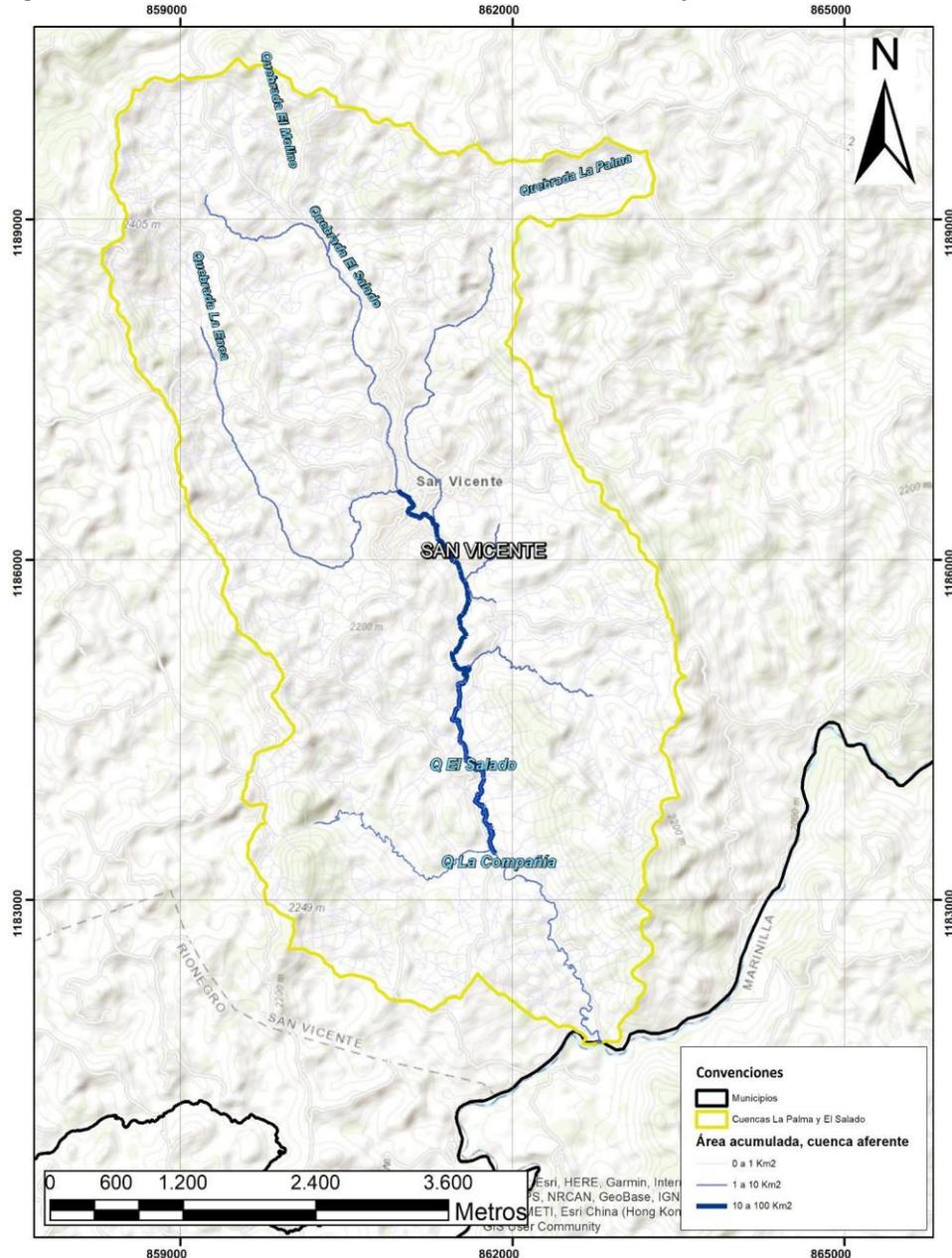
Del mapa y la tabla anterior puede concluirse que la cuenca de las Quebradas La Palma y El Salado y parte de la cuenca de la quebrada La Compañía posee un área de 28,97 Km², de los cuales casi que su totalidad, 99,7% del área, se encuentra en la categoría de densidad de drenaje Alta (densidades iguales o superiores a 3 Km/Km²) y el 0,3% de la cuenca se encuentra en la categoría de densidad de drenaje Media (densidades entre 1,5 y 3 Km/Km²) correspondiente a la unidad geomorfológica de Faceta triangular (Ft); también se observa que los cauces de las quebradas La Palma y El Salado, los cuales tienen una longitud de 5,02 kilómetros para la quebrada La Palma y de 9,84 kilómetros para la quebrada El Salado, se encuentran mayoritariamente atravesando Planicies intramontanos fluviales (Pif) y Valles estructurales (Ve) en la parte alta de la cuenca; y Planicies de llanura aluvial (Pla) y Laderas en lomeríos (LI) en la parte media y baja de la cuenca, las cuales tienen densidad de drenaje Alta.





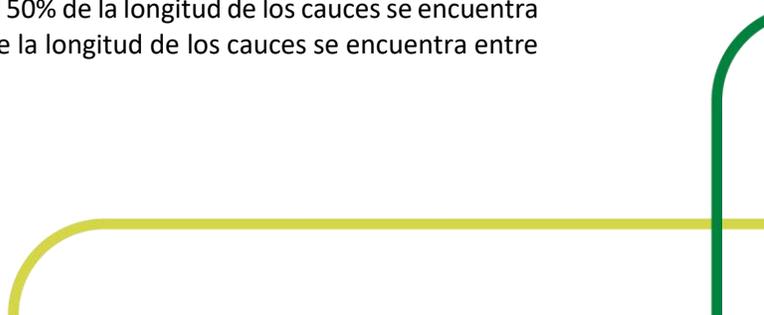
Con relación a las áreas acumuladas de las cuencas aferentes en cada punto, la siguiente imagen presenta el resultado del procesamiento ráster realizado en el software SIG para la identificación de la acumulación de flujo y los rangos de clasificación de áreas obtenidos según la **Tabla 38**.

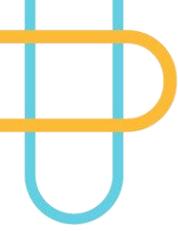
Figura 86. Acumulación de área en las cuencas La Palma y El Salado



Fuente: Elaboración propia, 2025

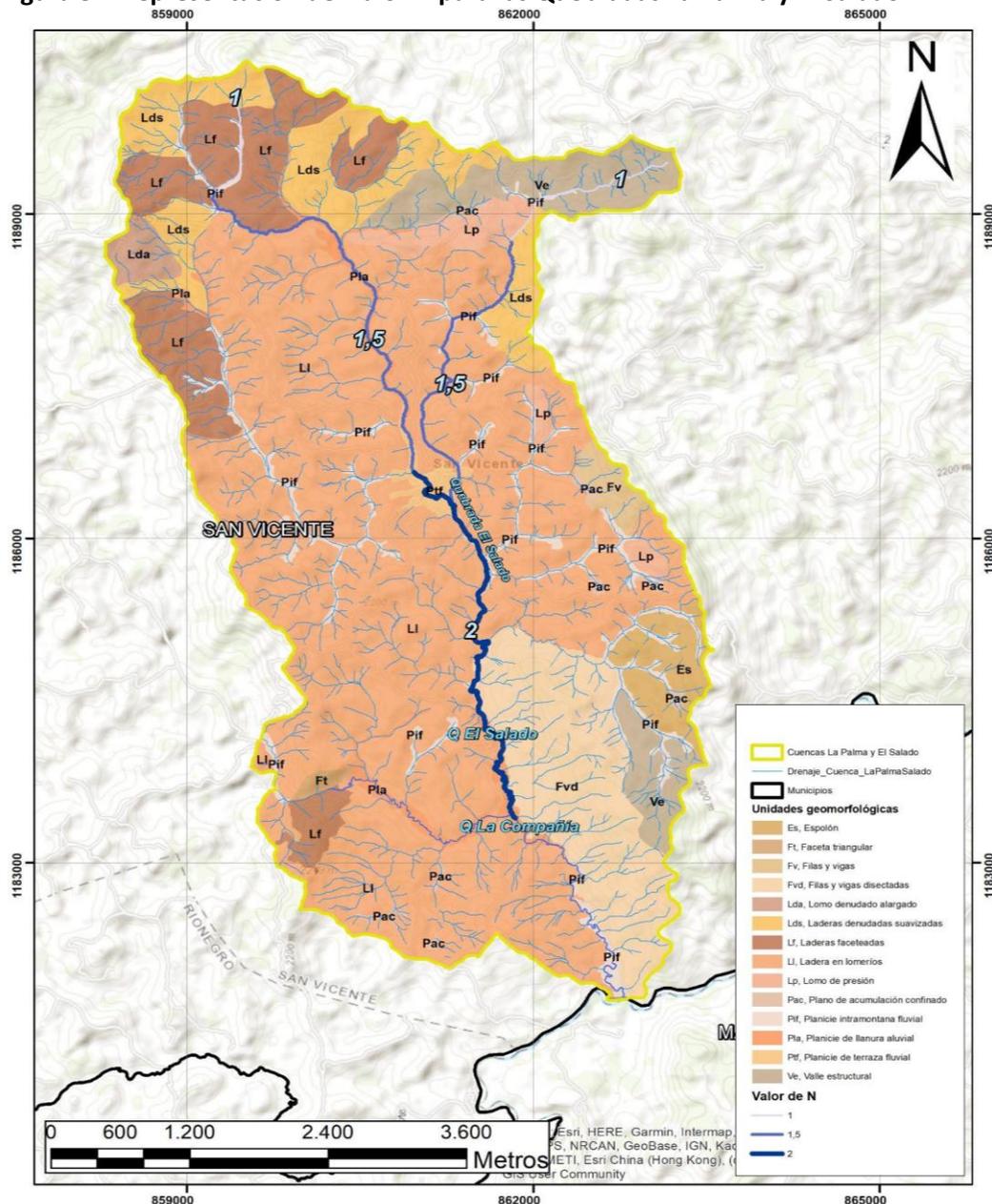
Del mapa anterior se puede concluir que de los 14,87 kilómetros que tienen en conjunto los cauces de las Quebradas La Palma y El Salado, el 19,6% de la longitud de los cauces se encuentra con un área acumulada de cuenca aferente entre 0 y 1 Km², el 50% de la longitud de los cauces se encuentra con un área acumulada entre 1 y 10 Km² y el 30,4% de la longitud de los cauces se encuentra entre 10 y 100 Km² de área acumulada.





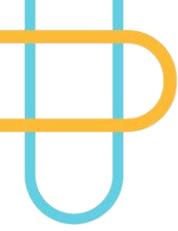
Con base en los resultados obtenidos y aplicando la matriz de doble entrada de la tabla 2, la siguiente figura presenta el mapa 14 de la guía del componente ecosistémico correspondiente a los valores de N identificados

Figura 87. Representación del valor N para las Quebradas La Palma y El Salado



Fuente: Elaboración propia, 2025

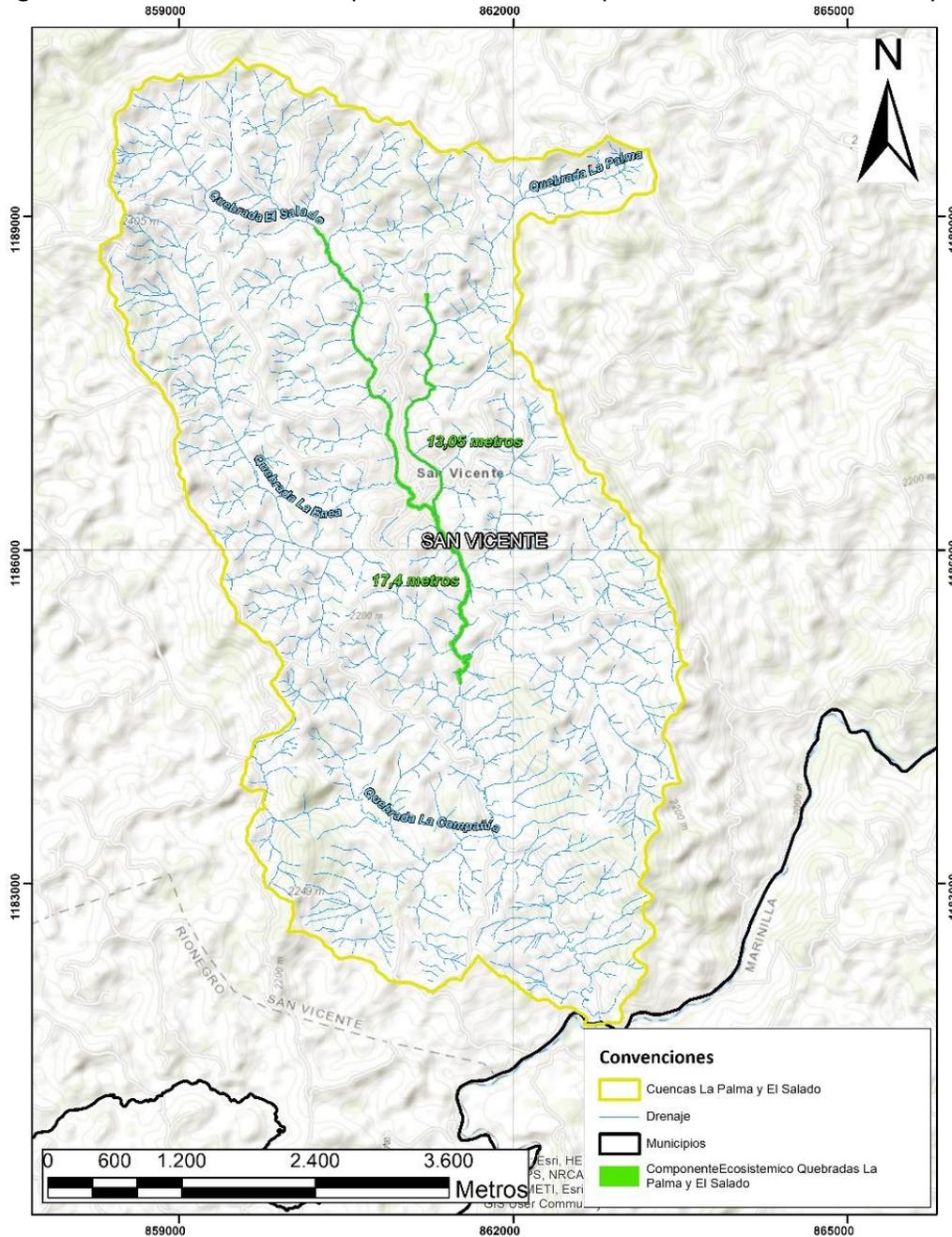
Los valores de N se encuentran entre 1 y 2; siendo 1 en la parte alta de la cuenca, donde se encuentran menores valores de área acumulada de la cuenca aferente, y aumenta hasta 1,5 cerca de la desembocadura de la quebrada La Palma sobre El Salado a la altura de la zona urbana de San Vicente Ferrer, de ahí el valor de N es 2 hasta la desembocadura de la quebrada El Salado en la quebrada La Compañía, donde las áreas acumuladas de cuenca aferente se encuentran entre 10 y 100 Km².



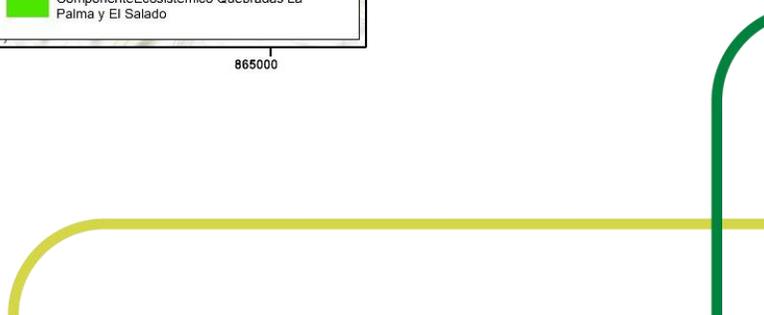
3.3.5. Delimitación del componente ecosistémico tramo quebradas La Palma y El Salado

La siguiente figura corresponde al mapa 15 de la guía para la delimitación del componente ecosistémico de las quebradas La Palma y El Salado, este corresponde al trazado de las quebradas segmentado por tramos de diferentes valores de [CE] correspondiente a las distancias en metros del ancho que debe tener la franja protectora de vegetación riparia contado desde el cauce permanente del cuerpo de agua.

Figura 88. Delimitación del componente ecosistémico para las Quebradas La Palma y El Salado



Fuente: Elaboración propia, 2025



En el mapa de la figura anterior puede observarse que para la parte alta de la cuenca el ancho de la franja protectora de las quebradas La Palma y El Salado debe ser 8,7 metros, en la parte media de la cuenca y hasta llegar a la zona urbana del municipio debe ser de 13,05 metros y en la parte baja hasta la desembocadura de la quebrada El Salado en la quebrada La Compañía, ancho de la franja protectora debe ser de 17,4 metros. Es importante resaltar que el tramo propiamente acotado no incluye el tramo de la parte alta de la cuenca, cuya distancia de protección es de 8,7m, es decir, el tramo objeto de interés realmente presentan zonas de protección que van desde los 13,05m en la parte alta de las quebradas El Salado y La Palma hasta los 17,4 m en la quebrada El Salado, antes y después de que confluye con La Palma. Las zonas de protección de 13,05 m se extienden por 5,6 Km a través del gradiente longitudinal de las quebradas donde las coberturas predominantes corresponden con pastos limpios mayoritariamente utilizados para actividades pecuarias y tejido urbano, mientras que las áreas de protección de 17,4m se presentan solo en 2,8 km a través de los cuales las coberturas de mayor representatividad obedecen también a los pastos limpios, al tejido urbano, pero también a vegetación secundaria o en transición, especialmente hacia la parte sur del tramo acotado.

3.4. Coberturas de la tierra identificadas con la metodología Corine Land Cover

En inmediaciones al cauce permanente de las quebradas La Palma y El Salado en el límite físico definido para ellas y mediante la aplicación de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010) se identificaron 19 diferentes tipos de coberturas. Algunas de ellas, como es el caso de los bosques de galería y ripario, los bosques fragmentados y la vegetación secundaria o en transición aún denotan actividades de conservación y preservación, otras en cambio, en su gran mayoría, muestran la alteración de la que han sido objeto por el emplazamiento de facilidades estructurales, el desarrollo vial, la ejecución de actividades económicas con finalidades pecuarias extensivas y agrícolas, además de la expansión del tejido urbano sobre la franja paralela de los sistemas hídricos en mención, de ahí que, las coberturas más representativas sean los pastos limpios, las zonas pantanosas (muchas veces inmersas en pastos limpios con vocación ganadera), y la cobertura urbana. A continuación, se detallan las coberturas identificadas teniendo en cuenta la Leyenda Nacional de Coberturas:

- **Bosque de galería y ripario:** se refiere a las coberturas conformadas por vegetación arbórea ubicada sobre las márgenes de La Palma o El Salado u otros de cursos de agua permanentes o temporales. Esta cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Al interior de esta se tuvieron en cuenta poblaciones de palmas o guaduales circundantes a los cuerpos de agua, o bien, cuando estas estaban en asociaciones con vegetación secundaria con notoria conformación de dosel.

Este tipo de bosque fue identificado principalmente en inmediaciones a la quebrada La Palma, hacia el costado norte, en colindancia con pastos limpios y enmalezados.

- **Bosque fragmentado:** comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como es el caso de pastos limpios y arbolados. Normalmente se presentan cerca de las áreas donde aún se conserva la matriz de bosque natural, que, para el presente caso de estudio, está relacionada con la presencia de un fragmento de vegetación secundaria o en transición localizado hacia la parte norte en colindancia con los pastos arbolados.

Esta cobertura fue identificada solamente hacia la zona sur de la quebrada El Salado, finalizando el tramo objeto del acotamiento de la ronda hídrica donde se observaron usos de suelo pecuario y de conservación esencialmente.

- Cultivos permanentes arbóreos: corresponde al área cubierta por cultivos de hábito arbóreo, diferente de plantaciones de uso maderable, forestal o de recuperación. Si bien la Leyenda Nacional de Coberturas plantea como posibles opciones los cultivos de cítricos, palmas y mangos, en el escenario de estudio esta corresponde con la presencia de cultivos de aguacate.

Esta cobertura fue identificada casi que de manera exclusiva en inmediaciones a la quebrada La Palma y su extensión sugiere pequeños y medianos procesos productivos carentes de infraestructura cercana para las actividades de post cosecha del producto.

- Cultivos permanentes herbáceos: cobertura conformada principalmente por cultivos permanentes de hábito herbáceo, carentes de órganos leñosos y con ciclo vegetativo anual. La misma, cuenta con mayor presencia en inmediaciones a la quebrada La Palma, sin embargo, se encontraron también unos pocos fragmentos cerca al sistema hídrico de El Salado, antes de confluir con La Palma y sobre la zona sur del tramo estudiado.
- Otros cultivos transitorios: se entiende por cultivo transitorio toda aquella área que es ocupada por cultivos cuyo ciclo vegetativo es de unos pocos meses, como, por ejemplo, los cereales (arroz, maíz y similares), tubérculos como papa y yuca, las oleaginosas, hortalizas o flores a cielo abierto. Su principal característica es que después de cada cosecha es necesario generar un proceso de resiembra para seguir produciendo. Cuando a partir de la fotointerpretación y los recorridos que se habían efectuado en campo no era posible identificar exactamente el tipo de cultivo no permanente se habló de “Otros cultivos transitorios”
- Infraestructura: esta categoría no está definida estrictamente por la Leyenda Nacional de Coberturas, sin embargo, se deriva de ella. En dicho documento se establece el tejido urbano discontinuo corresponde a las edificaciones, zonas verdes e infraestructura construida que cubre la superficie del terreno de manera dispersa en áreas clasificadas como urbanas, como en dicho documento no existe un símil para estas mismas condiciones en suelo rural, se toma la categoría de “Infraestructura” para denotar aquellas estructuras o construcciones aisladas, mayoritariamente de carácter residencial localizadas en área rural ubicadas espacialmente de manera dispersa y heterogénea en asociación con otras coberturas de carácter o no ambiental.
- Instalaciones recreativas: son los terrenos dedicados a la realización de deporte, camping, recreación, esparcimiento, así como parques de atracción, golf, hipódromos, áreas de carreras automovilísticas, zonas arqueológicas declaradas, zona de pastos en áreas de entrenamiento militar, entre otras.

Para el caso de estudio, la única instalación recreativa identificada corresponde a la cancha de fútbol de San Vicente Ferrer ubicada diagonal a la Estación de Bomberos del municipio.

- Pastos arbolados: tierras cubiertas con pastos en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles con altura mayor a 5m los cuales se distribuyen de manera dispersa, y en cuyo caso, la cobertura de árboles debe corresponder entre el 30% al 50% del área total de la unidad de pastos. Es una cobertura que se encuentra en inmediaciones a las quebradas La Palma y El Salado, aunque es más notoria su presencia sobre esta última, especialmente en área rural.

Allí se evidencia un uso de suelo pecuario, de conservación, uso de infraestructura y en otros casos no se identifica un uso determinado.

Normalmente, los pastos arbolados fueron identificados en inmediaciones a coberturas que denotan modificaciones antrópicas, de ahí que se encuentren cerca de pastos limpios, redes viales, tejido urbano, cultivos permanentes, y, en menor medida, próximos a pastos enmalezados. Además, esta cobertura presentó asociación con zonas pantanosas, siendo estas, objeto de conservación o utilizadas para actividades pecuarias. Hacia la zona sur del tramo objeto del acotamiento es cuando los pastos arbolados se encuentran vinculados con coberturas en menor grado de intervención, como es el caso de la vegetación secundaria o en transición y el bosque fragmentado. En tales casos, su cercanía con dichas áreas puede favorecer un enriquecimiento paulatino con especies nativas y promoverse un proceso sucesional espontáneo.

- Pastos enmalezados: áreas de terreno cubiertas con pastos y malezas que conforman asociaciones de vegetación secundaria, debido esencialmente a las escasas prácticas de manejo o a la ocurrencia de procesos de abandono que favorecen la aparición y crecimiento de especies con alturas menores a 1,5 m. Esta cobertura tiene amplia distribución a través de la mayor parte del gradiente longitudinal de las quebradas La Palma y El Salado, salvo que su presencia, como es de esperarse, dentro de la matriz urbana no es significativa, aunque sí se percibe en una zona puntual, por ejemplo, en límites con El Salado antes del punto donde confluye con La Palma, en un sector donde a la fecha se tiene un sitio destinado al parqueo de vehículos. Es una cobertura que no evidencia un patrón definido de distribución y/o asociación con otras.
- Pastos limpios: corresponde con tierras ocupadas por pastos y gramíneas, hecho que puede ser ocasionado por la realización de prácticas de manejo relacionadas con la limpieza, el enclavamiento y/o fertilización. Esta cobertura tiene amplia presencia en colindancia y en inmediaciones a las quebradas La Palma y El Salado siendo utilizadas mayoritariamente para el desarrollo de actividades pecuarias extensivas representadas esencialmente por cabezas de ganado, aunque en algunos casos, también se evidenció la presencia de equinos, aunque en menor medida, en otros fragmentos en cambio, no fue posible identificar el uso actual del suelo ocupado por pastos limpios; de cualquier modo, resulta ser la cobertura con mayor presencia en el área de estudio, incluso al interior del componente ecosistémico donde debiesen primar otro tipo de coberturas más favorables para el objeto ecológico de las rondas hídricas.
- Plantación forestal: constituida por plantaciones de vegetación arbórea producto de la intervención directa del hombre con propósitos de manejo forestal. Incluye áreas plantadas con coníferas o latifoliadas, zonas quemadas inmersas dentro de la plantación e infraestructura asociada. Esta cobertura está presente en ambas quebradas (La Palma y El Salado), normalmente presenta asociación con pastos limpios, enmalezados y zonas pantanosas (uso de suelo pecuario o de conservación). Aunque no fue lo más frecuente, también se identificaron fragmentos de esta cobertura en colindancia de bosques de galería y ripario sobre la zona norte de La Palma y hacia la zona sur de El Salado con fragmentos de vegetación secundaria o en transición.
- Quebrada: pese a que esta categoría no está estandarizada estrictamente por la Guía Nacional de Coberturas, sí se deriva del nivel II denominado como aguas continentales. En esta se delimita el cauce permanente de las quebradas La Palma y El Salado trazado a través de los insumos topobatimétricos levantados por SolGeo y los respectivos recorridos en campo realizados por el equipo interdisciplinario del proyecto.

- **Red vial:** son espacios artificializados que corresponden a carreteras autopistas, vías férreas, andenes o parqueaderos asociados con la infraestructura de transporte, ubicados bien sea dentro o fuera del suelo urbano. Esta cobertura en el área de interés está representada principalmente por carreteras pavimentadas con andenes laterales hacia la parte céntrica del perímetro urbano y vías no pavimentadas en suelo rural, algunas con huecos y sin sistemas de drenaje adecuado.

Esta cobertura fue identificada en inmediaciones de La Palma y El Salado, tanto por ejes paralelos a los sistemas hídricos como por vías transversales a estas, representadas por la presencia de puentes.

- **Tejido urbano continuo:** espacio conformado por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. La vegetación y el suelo sin vegetación representan una baja proporción del tejido urbano. Se incluyen casas individuales y de jardín, parques, escuelas, hospitales, mercados, industrias, parqueaderos, infraestructura vacacional-recreativa, entre otras. Esta cobertura tiene mayor presencia en inmediaciones a la quebrada El Salado antes de confluir con La Palma, zonas que corresponden con la delimitación de suelo urbano del municipio San Vicente Ferrer.
- **Tierras desnudas y degradadas:** áreas desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal ocasionado por condiciones climáticas extremas o por procesos de erosión derivados de actividades humanas. La mayoría de los polígonos identificados en esta categoría se localizan cerca de la quebrada El Salado y corresponden con zonas contiguas a redes viales terciarias, con explanaciones para la construcción de infraestructuras y zonas de vocación pecuaria con procesos erosivos.
- **Vegetación secundaria o en transición:** cobertura que se origina por el proceso de sucesión natural luego de la intervención o de la destrucción de la vegetación primaria. Se identificó principalmente hacia la zona norte de la quebrada El Salado en asociación con zonas pantanosas utilizadas al uso pecuario, en colindancia con pastos arbolados, pastos enmalezados y red vial terciaria, aunque en menor medida. Además, hacia la zona sur del tramo objeto de acotamiento también se evidenció vegetación secundaria, claro que, en este costado, los fragmentos presentan mayor área, están asociados directamente con el cauce permanente de la quebrada y están más cercanos entre sí, lo cual consecuentemente puede favorecer y posibilitar los procesos de conectividad ecológica que es precisamente uno de los puntos que se buscan al interior de la ronda hídrica, allí, la colindancia se presenta con pastos limpios y arbolados, especialmente.
- **Zonas pantanosas:** comprende las tierras bajas que generalmente permanecen inundadas durante la mayor parte del año, pueden corresponder con áreas de divagación de cuerpos de agua, depresiones naturales donde aflora la capa freática, antiguas vegas de divagación, llanuras de inundación o aquellos lugares donde de manera natural se recogen y se detienen las aguas. Dentro de las zonas pantanosas se pueden o no encontrar cuerpos de agua y/o vegetación acuática. Esta cobertura tiene una presencia importante hacia la zona norte de la quebrada El Salado en colindancia del cauce permanente definido para ella, así como de pastos limpios, cultivos permanentes, vegetación secundaria y redes viales terciarias. Esta cobertura también se presenta dentro del suelo urbano municipal, donde confluye con pastos limpios, tejido urbano, zonas verdes urbanas y redes viales. Hacia la zona sur, su presencia disminuye y en general presenta mayor convergencia con los pastos limpios.

En lo concerniente a la quebrada La Palma, las zonas pantanosas presentan mayor aglomeración hacia la parte norte en límites con su cauce permanente, con pastos limpios y bosque de galería y ripario. En la parte urbana también se identificaron fragmentos, aunque de menor tamaño, más segregados y asociados con cultivos permanentes arbóreos y herbáceos además de las ya mencionadas.

- Zonas rurales: corresponde a las zonas verdes que complementan la cobertura de infraestructura y sobre las cuales se adelantan labores de jardinería, siembra de árboles y ornamentales para la adecuación de lotes residenciales, fincas de recreo y similares. Como su nombre lo indica son áreas que se suscriben únicamente al suelo rural dentro del límite físico de las quebradas objeto del acotamiento.
- Zonas verdes urbanas: incluye áreas cubiertas por corte de césped aledañas a redes viales, jardines ornamentales, parques y áreas cubiertas por césped dentro del suelo urbano. Esta cobertura tiene mayor presencia sobre El Salado hacia la parte norte de la zona urbana, aunque también se identificaron algunos fragmentos hacia la zona sur. En cuanto a la Palma, esta cobertura se presenta principalmente antes de que ambas quebradas confluyan.

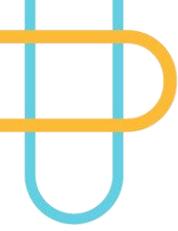
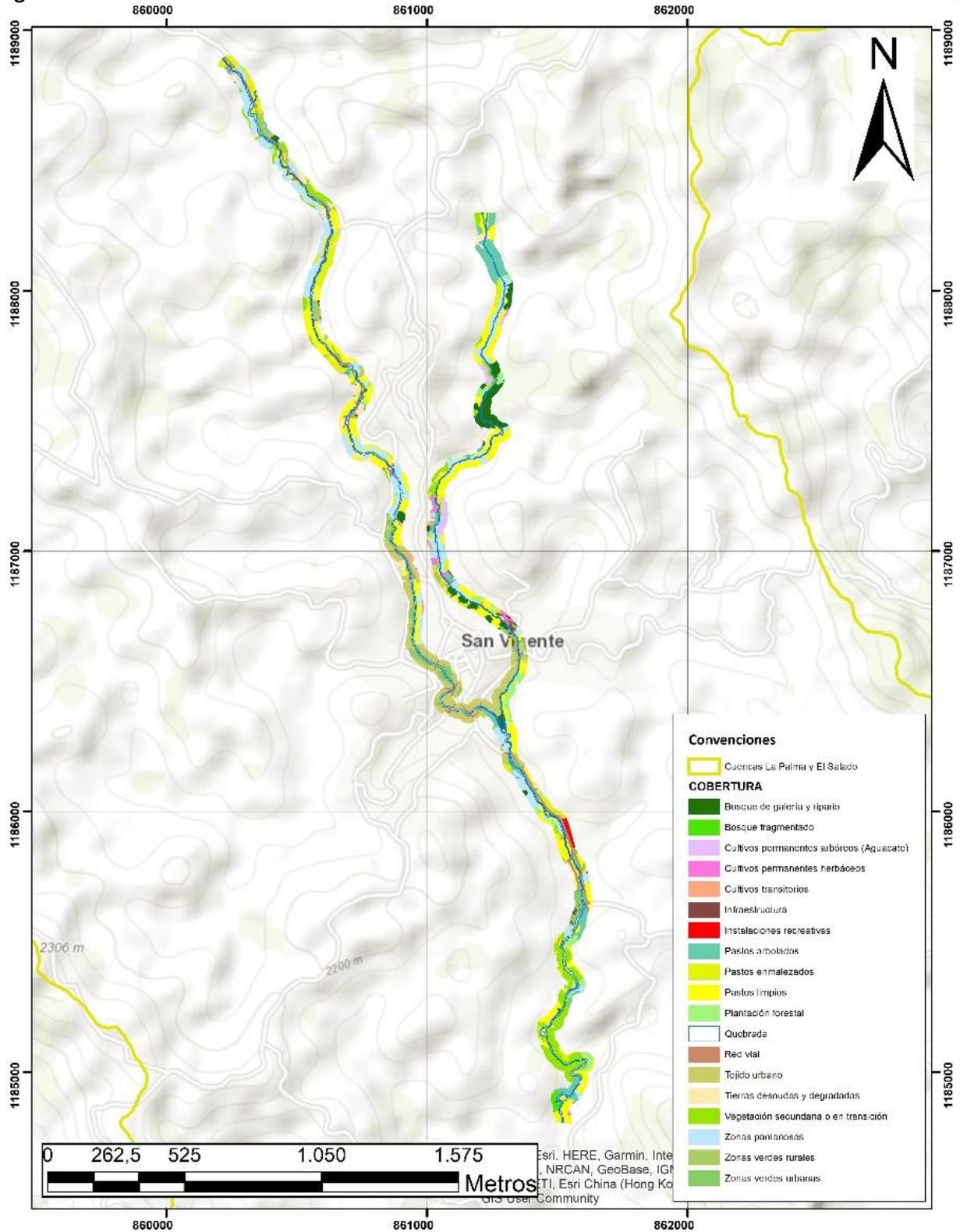


Figura 89. Coberturas de la tierra identificadas en el tramo La Palma - El Salado



Fuente: Elaboración propia, 2025

3.5. Conclusiones

El componente ecosistémico de una ronda hídrica tiene como objetivo establecer, mantener y/o recuperar las coberturas vegetales nativas de la región, en las márgenes del cuerpo de agua. Esto permite conservar o restaurar sus funciones ecosistémicas como la regulación hídrica, la provisión de hábitat, corredores para la fauna silvestre y otros servicios ecosistémicos que de este dependen.

Dentro de dicho componente se encuentran áreas donde existe vegetación nativa como es el caso de la cobertura secundaria o en transición, bosques fragmentados, bosque de galería y ripario, áreas donde se requiere conservar la capacidad productiva ecosistémica, sitios donde se presentan condiciones particulares para especies de especial interés (endémicas, en condición de amenaza, hábitat de especies migratorias, etc), las rondas hídricas de los nacimientos de los cuerpos de agua, zonas de recarga de acuíferos y el componente hidrológico de la ronda hídrica delimitada para La Palma y El Salado.

Este último aspecto tiene una gran relevancia, especialmente en el tejido urbano municipal que actualmente presenta superposición con la ronda hídrica establecida en el tramo acotado; allí, si bien la existencia de sistemas naturales boscosos no es una condición necesariamente representativa, el hecho de que se tenga un desarrollo estructural en su mayoría residencial en colindancia con el cauce permanente de ambas quebradas requiere medidas de preservación.

Adicionalmente, todas aquellas coberturas identificadas como vegetación secundaria o en transición, bosque fragmentado o bosque de galería y ripario, así como el cauce permanente delimitado para las quebradas La Palma y El Salado se localizan en la zona altamente inundable.

4 COMPONENTE SOCIAL

En el contexto actual caracterizado por la creciente presión sobre los recursos naturales, el cambio climático y la expansión urbana acelerada, el acceso al agua se ha convertido en un asunto de vital importancia. Estas circunstancias han generado mayor conciencia sobre la necesidad de implementar enfoques más integrales y participativos para la gestión hídrica, especialmente en áreas donde existe competencia por el uso del recurso. En esta realidad, es fundamental considerar no solo los aspectos técnicos y ambientales, sino también las dimensiones sociales que rodean el uso y la gestión de los recursos hídricos. Las rondas hídricas, como mecanismo de control y monitoreo para la prevención de riesgos por inundaciones, no solo impactan el entorno natural, sino que también influyen en las comunidades que dependen de estos recursos para su sustento diario.

En este sentido, se desarrolló un proceso participativo con la comunidad de las veredas aledañas a la ronda hídrica de las quebradas El Salado y La Palma. La zona de influencia comprende el casco urbano central y las veredas Guacirú, La Enea, Alto La Compañía, Santa Ana, El Potrero y La Floresta. Este trabajo directo con los habitantes locales permitió incorporar el conocimiento territorial, las experiencias históricas relacionadas con el comportamiento de las quebradas y las dinámicas socioculturales asociadas al uso del recurso hídrico, elementos fundamentales para un adecuado acotamiento que responda tanto a las necesidades de conservación ambiental como a las realidades sociales del territorio.

Previo al desarrollo de los encuentros de participación se llevó a cabo el proceso de identificación de actores y consolidación de una base de datos, fundamentada en la recolección de información de fuentes primarias y secundarias obtenidas de las instituciones locales (administración municipal y otros actores institucionales con injerencia en el territorio). La participación comunitaria constituyó un pilar fundamental del proceso de acotamiento de la ronda hídrica de las quebradas La Palma y El Salado.

Estos espacios participativos surgieron del diseño de un plan de convocatoria y participación ciudadana dirigido tanto a las comunidades cercanas a las quebradas objeto de acotamiento como a los actores institucionales. El propósito fue escuchar sus percepciones y concertar estrategias de gestión, así como obtener información relevante para la toma de decisiones frente al proceso, reconociendo que son las comunidades y los entes territoriales quienes conocen mejor su territorio y las dinámicas que se tejen alrededor de las quebradas.

4.1 Generalidades del territorio

El Municipio San Vicente Ferrer está ubicado en el oriente antioqueño, en la Cordillera Central, a una altura de 2.150 metros sobre el nivel del mar. Su extensión territorial es de 243 km², de los cuales solo 1,7 km² corresponden al área urbana. Limita al occidente con los municipios de Guarne y Rionegro; al norte con Concepción y Barbosa; al sur con Marinilla; y al oriente con El Peñol (Municipio San Vicente Ferrer, 2020-2023). Además, forma parte de la subregión del Altiplano - Valle de San Nicolás, que abarca un área de 176.600 hectáreas, junto con los municipios de El Carmen de Viboral, El Retiro, El Santuario, Guarne, La Ceja, La Unión, Marinilla y Rionegro (CORNARE, 2014).

San Vicente Ferrer está conformado por un corregimiento (Corrientes) y 39 veredas: Alto de la Compañía, Cantor, Chaparral, Cruces, El Calvario, El Canelo, El Carmelo, El Coral, El Perpetuo

Socorro, El Porvenir, El Potrero, Guacirú, Guamal, Guamito, La Cabaña, La Compañía, La Enea, La Floresta, La Honda, La Magdalena, La Peña, La Porquera, La Travesía, Las Frías, Las Hojas, Montegrande, Ovejas, Peñolcito, Piedra Gorda, Potrerito, San Antonio, San Cristóbal, San Ignacio, San José, San Nicolás, Santa Ana, Santa Isabel y Santa Rita.

Estas veredas se agrupan en once Centros Zonales: Campo Alegre, Corrientes, Divino Niño, El Paraíso, La Esperanza, La Magdalena, La Primavera, Las Minas, Marco Tulio Torres, Nuevo Horizonte y la zona urbana.

4.1.1 Características socioeconómicas

La economía del municipio San Vicente Ferrer se estructura en torno a varios sectores productivos claramente definidos:

a) Sector agropecuario: Representado principalmente por cultivos diversos como papa, arroz, maíz, caña de azúcar, frutas cítricas, plátanos, bananos, frijol, fique, fresa, tomate de árbol, mora, uchuva, aguacate, gulupa, hortalizas, raíces y tubérculos.

b) Sector agroindustrial: Destacándose especialmente los cultivos de flores de corte.

c) Sector ganadero: Incluye la crianza y explotación de ganado vacuno, porcino, ovino-caprino, avícola, equino y cunícola, así como la comercialización de los derivados de la ganadería (carne, huevos, leche).

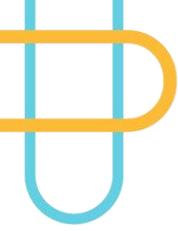
Según datos de 2023, los sectores económicos más representativos del municipio son:

- Agricultura, silvicultura y pesca: 39,63%
- Servicios sociales, comunales y personales: 29,75%
- Comercio, hoteles, restaurantes y bares: 11,16%
- Construcción: 6,02%
- Transporte, almacenamiento y comunicaciones: 5,7%
- Industria manufacturera: 2,35%
- Electricidad, gas, agua y alcantarillado: 1,64%
- Establecimientos financieros, inmuebles, sector público y otros: 1,50%
- Otros: 2,59%

El análisis sectorial muestra que el sector agropecuario presenta la tasa de ocupación más alta en 2021, con un 39,63%, lo que indica que una proporción significativa de la población económicamente activa (3.886 empleados) trabaja en actividades relacionadas con la agricultura y la ganadería. En segundo lugar, se encuentra el sector de servicios con una tasa de ocupación del 29,75%, generando 2.918 empleos en servicios sociales, comunales y personales. El sector comercial ocupa el tercer lugar con una tasa de ocupación del 11,16%, proporcionando empleo a 1.094 personas.

Por otro lado, los sectores con menor presencia en la economía municipal son el financiero (1,50%) y el de servicios públicos (1,64%).

Según el Departamento Administrativo de Planeación - Dirección de Información Departamental de la Gobernación de Antioquia (Planeación, 2024), en una escala del 1 al 100, el municipio San Vicente



Ferrer se ubica en un 40,59%, lo que refleja un desarrollo económico moderado con amplias oportunidades de mejora.

En cuanto a indicadores de calidad de vida, San Vicente Ferrer presenta niveles de ingresos, percepción de calidad de vida, trabajo, vulnerabilidad, movilidad e indicadores multidimensionales similares a los del departamento y la subregión, lo que indica que el municipio está alineado con las expectativas regionales en términos de desarrollo y sostenibilidad. Sin embargo, muestra niveles más bajos en la tasa de natalidad empresarial, factor que podría explicar por qué la carga tributaria en San Vicente es inferior a la de la subregión y el departamento.

4.1.2 Dimensión demográfica

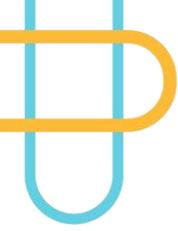
San Vicente Ferrer cuenta con una población de 23.546 habitantes y una densidad poblacional de 95,72 habitantes por km². La distribución territorial de la población muestra un marcado carácter rural, con 16.182 habitantes (68,7%) residiendo en la zona rural y 7.364 (31,3%) en la zona urbana. En cuanto a la distribución por género, el 52,1% son hombres y el 47,9% son mujeres (Planeación, 2024).

4.2. Identificación del tramo de las quebradas La Palma y El Salado del municipio San Vicente Ferrer

El alcance del acotamiento de la ronda hídrica está asociada a las siguientes longitudes de la quebrada principal y sus afluentes, priorizados por Cornare: tramo quebrada La Palma – El Salado: 7,72 km. (**¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**) La zona de influencia comprende el casco urbano central y las veredas Guacirú, La Enea, Alto La Compañía, Santa Ana, El Potrero y La Floresta.

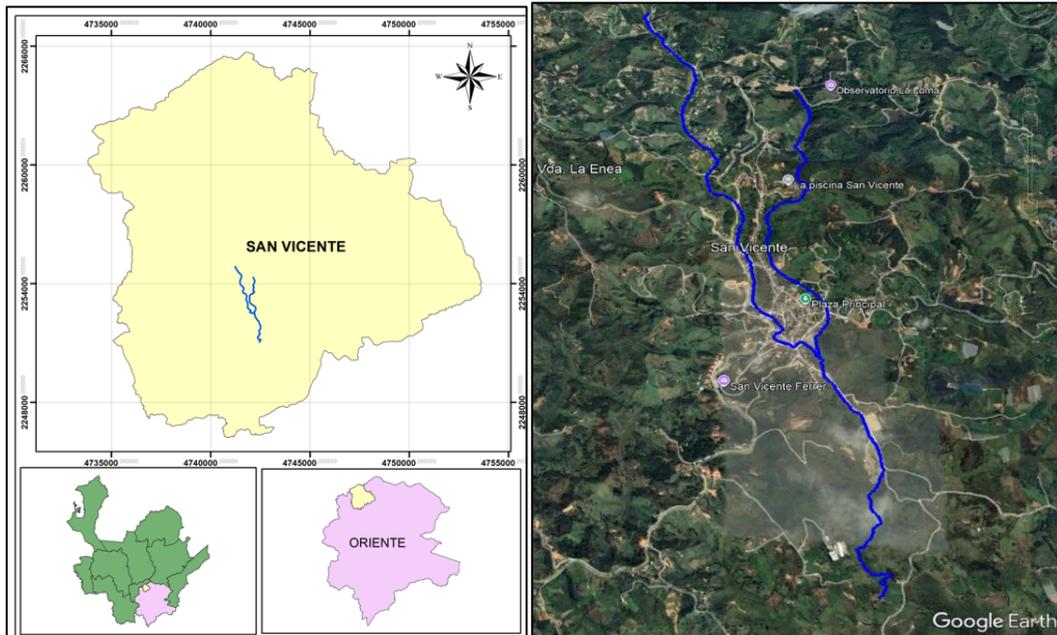
Figura 90. Mapa de ubicación de las veredas del área de influencia





Fuente: elaboración propia CORNARE, 2025

Figura 91. Tramo de acotamiento ronda hídrica quebradas la Palma - El Salado



Fuente: SIG, CORNARE, 2024

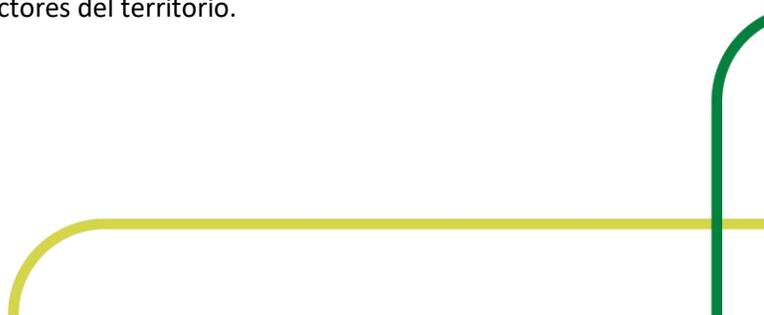
4.3 Proceso de socialización y participación

La Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (Cornare), a través de la aplicación del desarrollo normativo en relación con la priorización y acotamiento de las rondas hídricas, busca garantizar los mecanismos de participación ciudadana.

Para ello, se ha tomado como referencia los lineamientos del documento Guía (Minambiente, 2018) y por el Plan de Participación Ciudadana (Minambiente, 2022), para estructurar la Estrategia de Participación en el acotamiento de la ronda hídrica de los tramos La Palma – El Salado, en el municipio San Vicente Ferrer. La Estrategia de Participación se desarrolló con las comunidades presentes en las veredas del área de influencia de la quebrada y con la institucionalidad local y demás actores presentes en el territorio.

4.3.1 Encuentros de socialización

Dado que los primeros espacios participativos en el proceso de acotamiento de la ronda hídrica son fundamentales, su preparación y ejecución deben ser meticulosas. Es crucial disponer de todos los recursos humanos, técnicos y logísticos necesarios para alcanzar los objetivos establecidos. Esta preparación incluyó el diseño detallado de la agenda de las reuniones, la convocatoria efectiva de los actores clave de la cuenca, la elaboración minuciosa de los contenidos a presentar, y una planificación exhaustiva de los aspectos logísticos y operativos. La correcta implementación de estos elementos contribuye a generar confianza entre los actores del territorio.



4.3.1.1 Encuentros de participación con comunidades

Los encuentros de socialización del proyecto de acotamiento de rondas hídricas estuvieron dirigido a la comunidad que se encuentra en la zona de influencia del proceso de acotamiento, haciendo especial énfasis de aquellos actores pertenecientes a las Juntas de Acción Comunal y organizaciones sociales de base presentes en el territorio. A continuación, se presenta un resumen de los encuentros de socialización en el territorio y en el área de influencia de las quebradas La Palma y El Salado (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) objeto final del acotamiento. Es de notar, que cada uno de los encuentros tiene como anexo el listado de asistencia, registro fotográfico, acta y presentación.

Tabla 39. Encuentros de socialización

Zona	Actores	Fecha	Lugar	Nro. asistentes
	ASOCOMUNAL – Juntas de Acción Comunal	01/11/2024	Centro Comunal	55
San Vicente Ferrer (casco urbano)	Consejo Territorial de Planeación – Juntas de Acción Comunal – Consejo de Gobierno	27/11/2024	Parque Sacúdete	32
Vereda Alto de la Compañía	Junta de Acción Comunal.	12/12/2024	Centro Educativo Rural – Alto de la Compañía	46
Vereda Cristo Rey	Junta de Acción Comunal	11/12/2024	Centro Educativo Rural Cristo Rey	4
Vereda Guacirú	Junta de Acción Comunal	11/12/2024	Residencia presidente de la Junta de Acción Comunal	1
Vereda la Floresta	Junta de Acción Comunal	12/11/2024	Centro Educativo Rural La Floresta	36
Vereda Santa Ana	Junta de Acción Comunal	16/11/2024	Centro Educativo Rural Santa Ana	35
Vereda La Enea	Junta de Acción Comunal	16/11/2024	Centro Educativo Rural La Enea	1

Fuente: elaboración propia Cornare, 2024

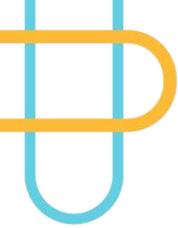


Figura 92. Encuentro de socialización con ASOCOMUNAL



Fuente: elaboración propia Cornare, 2024

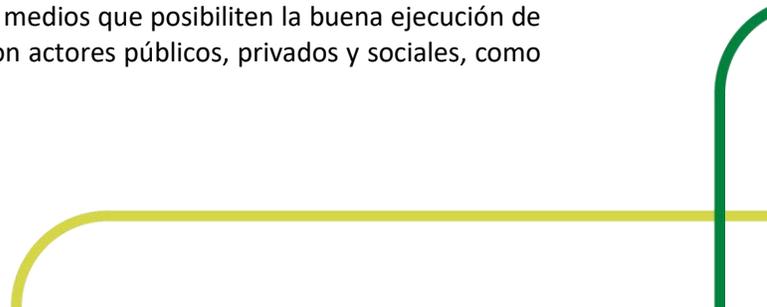
¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. a **Figura 92**, representa el desarrollo del encuentro de socialización del proyecto de acotamiento de la ronda hídrica, correspondiente a las quebradas La Palma y El Salado en el municipio San Vicente Ferrer. En esta oportunidad participaron los representantes de todas las Juntas de Acción Comunal, agrupadas en Asocomunal y de la administración municipal, en cabeza del mandatario local. Se socializó el alcance del proyecto en cuanto a sus antecedentes normativos, marco conceptual de la ronda hídrica, características de las rondas hídricas, situación de las rondas hídricas, funcionalidad de la ronda hídrica (componentes geomorfológico, hidrológico y ecosistémico), marco metodológico de abordaje para el desarrollo del proyecto de acotamiento, plan de participación ciudadana, orientaciones metodológicas para las acciones de participación ciudadana y lineamientos técnicos del componente social.

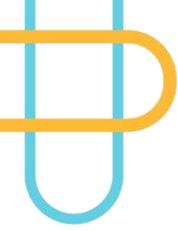
Figura 93. Encuentro de socialización con el Consejo Territorial de Planeación



Fuente: elaboración propia, Cornare, 2024

La **Figura 93** representa el desarrollo del encuentro de socialización del proyecto de acotamiento de la ronda hídrica, correspondiente a las quebradas La Palma y El Salado en el municipio San Vicente Ferrer. El encuentro estuvo dirigido a los miembros el CTP Consejo Territorial de Planeación, a quienes se les socializó el alcance del proyecto. Como resultado de este encuentro se propició la comunicación con los actores sociales y su vinculación al proceso de ordenamiento. Manifestaron su disposición en participar del proceso y facilitar los medios que posibiliten la buena ejecución de este. Entre los asistentes al encuentro de identificaron actores públicos, privados y sociales, como





servidores públicos de la administración municipal, Junta de Vivienda Comunitaria, Juntas de Acción Comunal, Empresa de Servicios Públicos, Institución Educativa, entre otros,

Figura 94. Encuentro de socialización vereda Alto de la Compañía



Fuente: elaboración propia Cornare, 2024

El desarrollo del encuentro realizado en la vereda Alto de la Compañía (**Figura 94**) **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** estuvo orientado a socializar con la comunidad de la vereda, el alcance del proyecto de acotamiento de la ronda hídrica. Asistieron los miembros de la Junta de Acción Comunal, quienes reconocieron los beneficios del proceso de acotamiento y su impacto en la sostenibilidad ambiental de su vereda.

Figura 95. Encuentro de socialización vereda Guacirú



Fuente: elaboración propia Cornare, 2024

En la **Figura 95**, se observa el ejercicio de socialización del proyecto de acotamiento de la ronda hídrica, que para este caso corresponde a la vereda Guacirú del municipio San Vicente Ferrer. Se tuvo la oportunidad de socializar la información con la presidente de la Junta de Acción Comunal quien se comprometió en hacer extensiva la información al pleno de la comunidad en espacios de encuentro comunitario en la vigencia del año 2025.



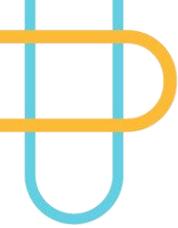


Figura 96. Encuentro de socialización vereda La Floresta



Fuente: elaboración propia Cornare, 2024

La **Figura 96**, da cuenta del proceso de socialización del proyecto de acotamiento de la ronda hídrica con la comunidad de la vereda La Floresta en el municipio San Vicente Ferrer. La comunidad expresa su interés en participar del proceso de acotamiento, vinculándose a las actividades que para el proceso se han definido.

Figura 97. Encuentro de socialización vereda Santa Ana



Fuente: elaboración propia Cornare, 2024

La actividad de socialización del proyecto de acotamiento del recurso hídrico (**Figura 97**) involucró de igual manera a la comunidad de la vereda Santa Ana del municipio San Vicente Ferrer. La comunidad asistente se cuestiona sobre el impacto real del proceso de acotamiento, teniendo presente que muchas personas construyen sin ningún tipo de requerimientos, no teniendo en cuenta lo retiros establecidos por Ley. Se aclara sobre la trascendencia legal del proceso de acortamiento y su alcance legal en el marco del ordenamiento territorial.



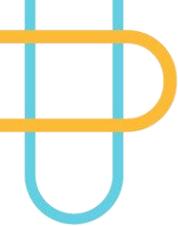


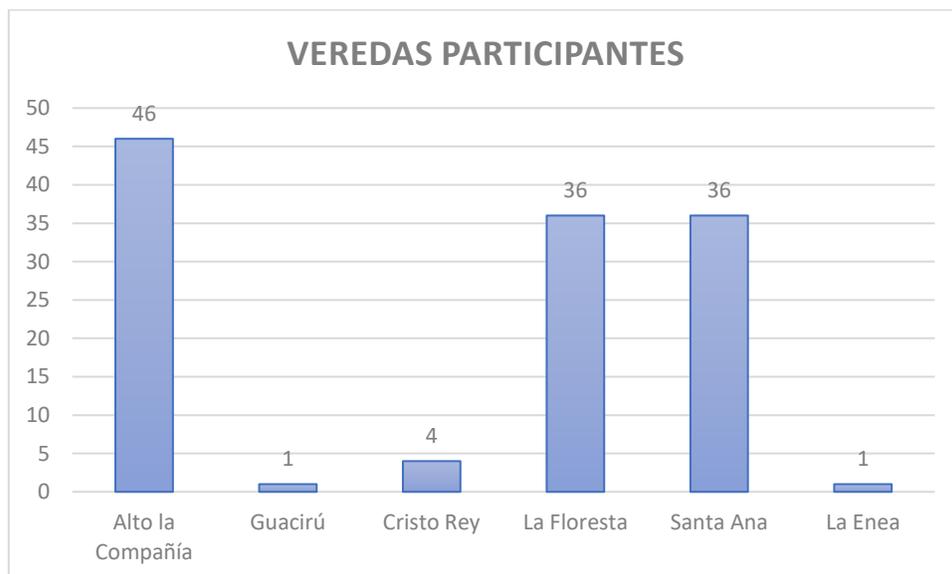
Figura 98. Encuentro de socialización vereda La Enea



Fuente: elaboración propia Cornare, 2024

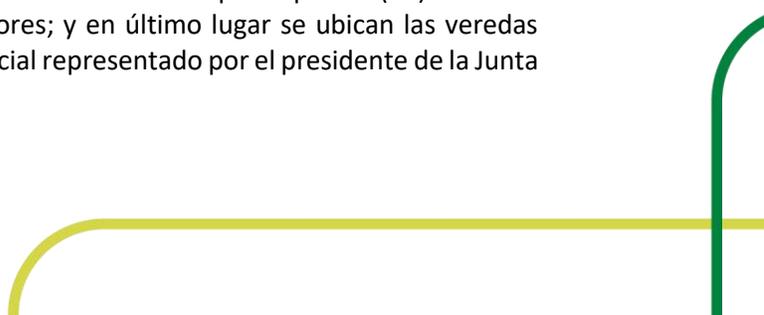
Socialización del proyecto de acotamiento del recurso hídrico en la vereda La Enea (**Figura 98**) con el presidente de la Junta de Acción Comunal, con quien se compartió el alcance del proceso y la agenda de actividades propuestas durante sus fases. Se explica el alcance legal del acotamiento y los beneficios para el entorno ambiental del territorio y la importancia de la vinculación de la comunidad.

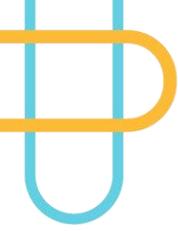
Figura 99. Veredas participantes



Fuente: elaboración propia Cornare, 2024

La **Figura 99** da cuenta del proceso de acompañamiento a las veredas que se encuentran en la zona de influencia de las quebradas La Palma y El Salado, para el municipio San Vicente Ferrer. Se destaca una amplia participación en la vereda Alto de la Compañía con cuarenta y seis (46) actores asistentes, las veredas La Floresta y Santa reportan el mismo número de participantes (36) cada una de ellas. Representando la vereda Cristo Rey (4) actores; y en último lugar se ubican las veredas Guacirú y La Enea, con la presencia de un solo actor social representado por el presidente de la Junta de Acción Comunal.





Las seis (6) veredas que se encuentran en la zona de influencia de las quebradas La Palma y El Salado en el municipio San Vicente Ferrer, fueron asistidas y partícipes de los escenarios propuesto para la sensibilización del proyecto de acotamiento de rondas hídricas, a través de encuentros de socialización grupal y personalizados con los presidentes de las Juntas de Acción Comunal.

4.3.1.2 Encuentros de participación con instituciones

Los encuentros de socialización del proyecto de acotamiento de rondas hídricas estuvieron dirigido a la institucionalidad local, en los espacios como el CMGRD Consejo Municipal de Gestión del Riesgo, Consejo CTP Territorial de Planeación; y liderados por la Secretaría de Planeación e Infraestructura (ver **Tabla 40** *Error! No se encuentra el origen de la referencia.*).

Tabla 40. Encuentro de socialización del proyecto de ARH - CMGRD

Ronda hídrica	Municipio	Fecha	Lugar	Número de asistentes
Quebradas La Palma y El Salado	San Vicente Ferrer	19/11/2024	Parque Educativo "José María Tobón Marín"	15

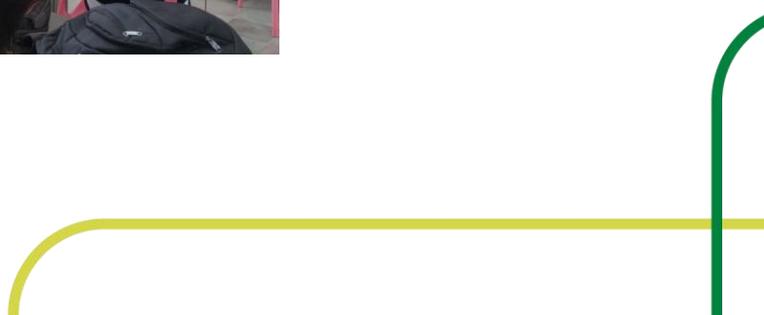
Fuente: elaboración propia Cornare, 2024L

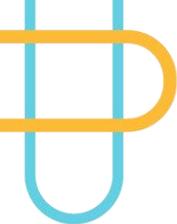
La **Figura 100. Encuentro de socialización del ARH CMRD San Vicente Ferrer** evidencia el desarrollo del encuentro de socialización del proyecto de acotamiento de la ronda hídrica, correspondiente a las quebradas La Palma y El Salado en el municipio San Vicente Ferrer. En esta oportunidad participaron los miembros del CMGRD Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres. Se socializó el alcance del proyecto en cuanto a sus antecedentes normativos, marco conceptual de la ronda hídrica, características de las rondas hídricas, situación de las rondas hídricas, funcionalidad de la ronda hídrica (componentes geomorfológico, hidrológico y ecosistémico) marco metodológico de abordaje para el desarrollo del proyecto de acotamiento, plan de participación ciudadana, orientaciones metodológicas para las acciones de participación ciudadana y lineamientos técnicos del componente social.

Figura 100. Encuentro de socialización del ARH CMRD San Vicente Ferrer



Fuente: elaboración propia Cornare, 2024





4.3.2 Estrategia de convocatoria y comunicación

Partiendo de los requerimientos propios de las diferentes fases para la ejecución del proyecto de acotamiento de rondas hídricas, la estrategia para realizar la convocatoria (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) buscó informar oportuna y adecuadamente a los actores sobre el proceso y facilitar su participación en el mismo. Este plan de convocatoria y comunicación en su diseño contempla dos estrategias transversales: informativa y movilizadora de los actores sociales. Las siguientes son las herramientas educomunicacionales planteadas para su difusión:

Producción audiovisual

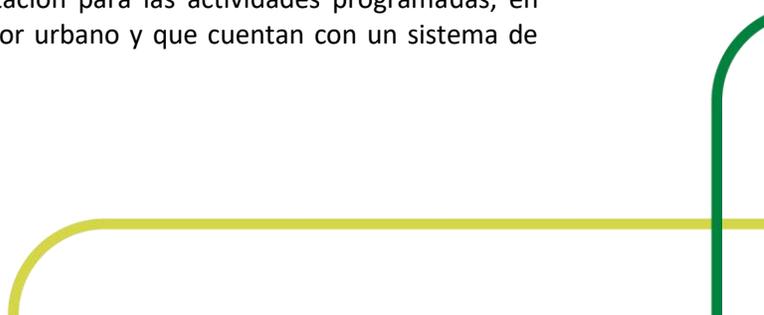
- Avisos de convocatoria: piezas informativas
- Ecard de invitación a encuentros grupales participativos para todas las fases. Como herramienta informativa de invitación a encuentros programados en cada una de las fases del proyecto (**Figura 101**).

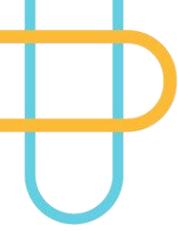
Figura 101. Ecard de invitación a encuentros de socialización



Fuente: elaboración propia, Cornare, 2024

- Comunicación oficial: oficios de invitación a las actividades a desarrollar en el marco de la formulación del proyecto de acotamiento de rondas hídricas.
- Llamadas telefónicas y envío de mensajes vía WhatsApp, esto teniendo presente los recursos con los que cuentan los actores en especial quienes se encuentran en el sector rural.
- Correos electrónicos informativos y de invitación para las actividades programadas, en especial para los actores residentes del sector urbano y que cuentan con un sistema de comunicación electrónica.





- Página web institucional de la Corporación Autónoma Regional Cornare.
- Páginas web de las administraciones municipales. En estas páginas web se informó permanentemente a los actores sociales del territorio acerca de la ejecución del proyecto acotamiento de rondas hídricas, sus avances e información relacionada con las actividades programadas para cada una de sus fases.

4.4 Percepciones y relación de la comunidad con las quebradas La Palma y El Salado

La información recopilada, a través de una entrevista semiestructurada con comunidades (ver **Figura 102**) en torno a las quebradas La Palma y El Salado, revela una interconexión entre el territorio, la comunidad y la sostenibilidad ambiental. Los hallazgos permiten identificar patrones de percepción, relaciones sociales, conflictos ambientales y oportunidades para la gestión comunitaria del recurso hídrico.

Figura 102. Guía entrevista con comunidades

GUÍA Y FORMATO ENTREVISTA

Presentación formal al entrevistado:
 Nombre completo: _____ y hago parte del equipo social.
 Breve descripción del estudio que estamos realizando:
 El Acotamiento de la Ronda Hídrica: _____ Tramo de _____ Km.

El objetivo de la entrevista es: identificar las apropiaciones socio culturales, imaginarios, percepciones, intereses y los servicios ambientales que la comunidad aledaña al tramo en acotamiento ha hecho en el transcurso de su relación con la quebrada: _____; también queremos preguntar por las problemáticas, conflictos ambientales, usos del suelo y actividades productivas en este tramo.

Población a entrevistar: Habitantes del área cercana a las fajas del tramo en acotamiento, que tengan relación directa o indirecta con la quebrada.
 Entrevista Semiestructurada - Duración aproximada 1 hora

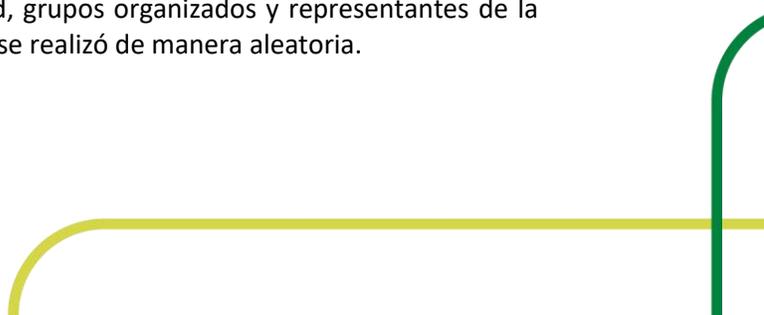
Le informamos que, mediante el registro de sus datos personales en la presente entrevista, usted autoriza a CORNARE para la recolección, almacenamiento y uso de los mismos con la finalidad de registrar sus respuestas, así como para informarle sobre otros eventos organizados por la Entidad, relacionados con nuestras funciones, sobre los servicios que prestamos, las publicaciones que elaboramos y para solicitarle que evalúe la calidad de nuestros servicios. Como Titular de información tiene derecho a conocer, actualizar y rectificar sus datos personales, solicitar prueba de la autorización otorgada para su tratamiento, ser informado sobre el uso que se ha dado a los mismos, presentar quejas ante la SIC por infracción a la ley, revocar la autorización y/o solicitar la supresión de sus datos en los casos en que sea procedente y acceder en forma gratuita a los mismos. CORNARE se encuentra ubicada en la Carrera 59 No. 44-48 km 54 Autopista Medellín- Bogotá. Teléfonos: 5461616 - 5201170. E-mail: cliente@cornare.gov.co.

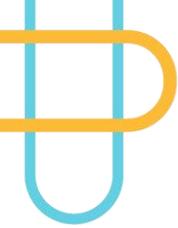
Nota: Su participación en esta entrevista es voluntaria y en el momento que desee retirarse, podrá hacerlo sin ningún inconveniente.
 Ninguna respuesta es buena o mala, solo queremos conocer sus percepciones y experiencias tal como usted las reconoce y las sabe nombrar.
 Muchas gracias por su participación.

Datos de contacto
 Nombre completo: _____
 Edad: _____ Años
 Lugar de residencia (barrio/sector/vereda): _____ Municipio: _____
 Sexo: _____
 Ocupación u área de trabajo: _____
 Trayectoria como líder o lideresa (si aplica): _____
 ¿Pertenece a algún grupo ambiental? Sí _____ No _____ ¿Cuál? _____
 1. ¿Reside en cercanía al tramo en acotamiento o cercano a este territorio? Sí _____ No _____
 ¿cuánto tiempo lleva viviendo aquí?: _____
 2. ¿Cuál es su opinión sobre el estado ambiental de los alrededores de la quebrada y de su territorio?

Fuente: elaboración propia Cornare, 2024

El proceso de identificación de los actores a quienes se les aplicó la encuesta se enfocó en residentes del territorio, incluyendo miembros de la comunidad, grupos organizados y representantes de la institucionalidad local. La aplicación de las encuestas se realizó de manera aleatoria.





Los entrevistados tenían edades comprendidas entre los 13 y 75 años, todos oriundos del municipio San Vicente Ferrer. La recolección de información se llevó a cabo en las siguientes zonas:

- Veredas: La Enea, Alto de la Compañía, Perpetuo Socorro, El Edén, El Potrero y Guacirú.
- Sector urbano: San Antonio, parque principal, Cerros del Salado y Avenida 20 de Julio.

A. Percepción ambiental y significado de las quebradas

La comunidad percibe las quebradas como un patrimonio social, económico y cultural, reflejando una fuerte conexión con su territorio. Sin embargo, la degradación ambiental se ha convertido en una problemática central. La disposición inadecuada de residuos, el crecimiento urbanístico desordenado y la deforestación emergen como los principales factores de deterioro.

B. Participación comunitaria y acciones de mitigación

La comunidad ha mostrado agencia y voluntad de acción a través de prácticas como la siembra de árboles y la limpieza de quebradas y vías. Esto refleja una estructura comunitaria activa y un sentido de responsabilidad ambiental, aunque estas acciones parecen responder más a una estrategia reactiva que a una planificación preventiva con impacto estructural.

La organización comunitaria es una fortaleza clave, evidenciada en el trabajo articulado con la administración local y la existencia de grupos de base organizados. Sin embargo, falta mayor articulación con políticas públicas a nivel municipal y regional para potenciar estas iniciativas y consolidar estrategias de largo plazo.

C. Impacto del desarrollo urbano y cambio en el paisaje

La comunidad percibe un deterioro progresivo del paisaje y la biodiversidad, reflejado en la pérdida de vegetación ribereña, la proliferación de especies invasoras y la disminución de la fauna nativa. La expansión urbana desordenada ha generado no solo impactos ecológicos, sino también un aumento en la vulnerabilidad ante riesgos ambientales como inundaciones y movimientos en masa.

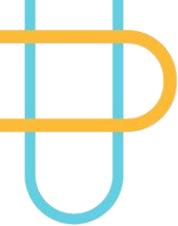
La información recopilada sugiere que la falta de regulación en la construcción y el inadecuado manejo del suelo han sido determinantes en la alteración del ecosistema. La presión del desarrollo inmobiliario sobre las riberas ha generado un escenario de riesgo tanto ambiental como social.

D. Riesgos socioambientales y eventos extremos

Los eventos de inundación son poco recurrentes, pero de impacto significativo que ha causado pérdidas materiales de los habitantes afectados. La comunidad ha identificado que la contaminación, la deforestación y la falta de planificación territorial son factores que potencian estos eventos.

A pesar de esto, las acciones de prevención aún son fragmentadas y reactivas, enfocándose en la limpieza ocasional y en campañas de concienciación, sin una estructura de prevención más robusta.





E. Gobernanza ambiental y relación con las instituciones

Existe un nivel de confianza en instancias como el Cuerpo de Bomberos y el Consejo Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres (CMGRD), lo que indica un reconocimiento del papel de la institucionalidad en la gestión de crisis. Sin embargo, la comunidad desconoce la existencia de planes formales de evacuación, lo que evidencia un vacío en la comunicación y la formación en gestión del riesgo.

La comunidad ha manifestado una relación positiva con la administración local, lo que representa una oportunidad para fortalecer la gobernanza ambiental a través de estrategias de trabajo colaborativo. No obstante, la falta de una articulación clara entre la gestión municipal y las iniciativas comunitarias impide consolidar planes de acción de largo plazo.

La comunidad percibe sus quebradas como un patrimonio ambiental y cultural, pero enfrenta grandes desafíos relacionados con el desarrollo urbano descontrolado, la contaminación y la pérdida de biodiversidad. A pesar de la existencia de acciones comunitarias para la protección del entorno, la falta de planificación estructural y la debilidad en las estrategias de prevención generan un alto riesgo ambiental y social.

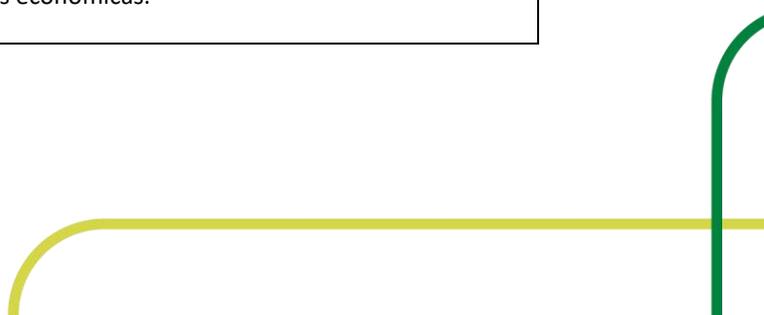
La clave para la sostenibilidad del territorio radica en fortalecer la gobernanza ambiental, articular las iniciativas comunitarias con políticas municipales efectivas y promover la educación ambiental para generar un cambio en la relación de la población con su entorno. Solo mediante una gestión integrada y participativa será posible garantizar la preservación y recuperación de estos ecosistemas estratégicos.

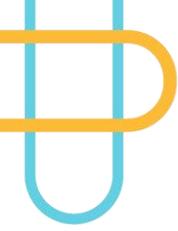
Nota: Las encuestas aplicadas pueden consultarse en el Anexo 3. Herramientas para la recolección de la información.

Como resultado del proceso de levantamiento de información con las comunidades de la zona de influencia del acotamiento de la ronda hídrica se identificaron, de manera detallada, las siguientes impresiones, como se observa en la **Tabla 41. Tabla de Percepciones**.

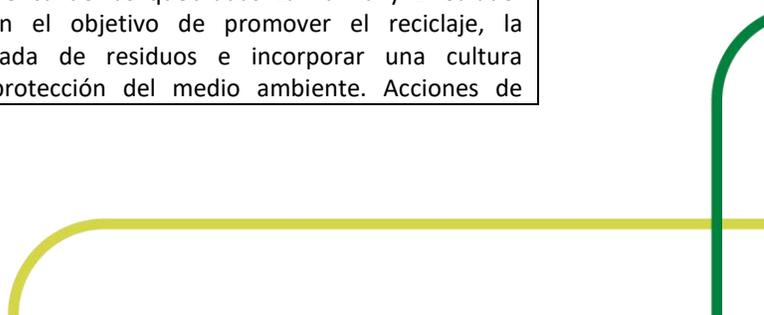
Tabla 41. Tabla de Percepciones

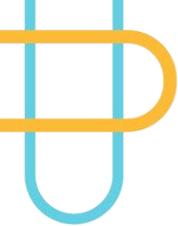
Percepciones generales	Descripción
✓ <i>Opinión sobre el estado ambiental de los alrededores de la quebrada y de su territorio</i>	No hay respeto por el cauce. Disposición inadecuada de residuos a las quebradas. Afectación por crecimiento urbanístico. Fenómeno de deforestación y socavación.
✓ <i>Importancia tienen las quebradas la Palma y el Salado en su vida</i>	Son patrimonio del territorio. Importantes en aspectos sociales, económicos y culturales.
✓ <i>Significado de la quebrada.</i>	Las quebradas son un recurso vital para la comunidad, en es especial para sus actividades económicas.



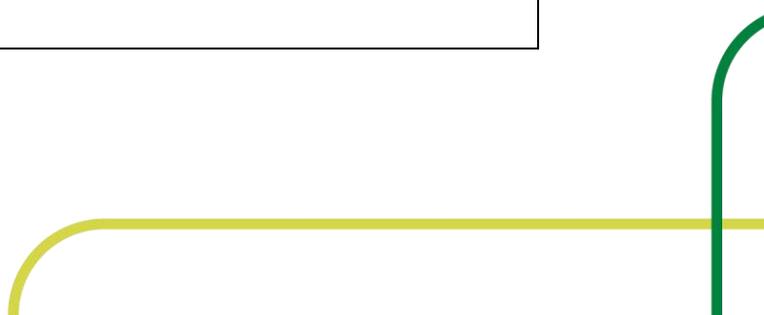


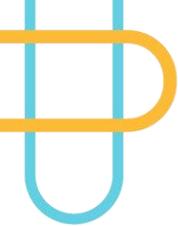
✓ Cambios en el trascurso del tiempo en la quebrada o en las riberas	Pérdida de vegetación de las riberas. Presencia significativa de plantas invasoras. Las quebradas se encuentran deterioradas por el crecimiento desordenado de la construcción de viviendas y actividades de lavado de vehículos. Prácticas desordenadas de minería artesanal informal (explotación de oro). Materiales de arrastre.
✓ Qué actividades o acciones ha realizado la comunidad para proteger la quebrada o sus riberas	Limpieza de las quebradas. Siembra de árboles. Limpieza de vías.
✓ Estado de la fauna y la flora, en los alrededores de la quebrada y sus afluentes	La actividad constructora ha desmejorado las condiciones propias de la fauna y la flora en el territorio, lo que ha derivado en la ausencia de especies de fauna tradicionalmente asentadas y la pérdida de especies nativas de flora.
✓ Tipos de árboles o plantas	Sauces, siete cueros, pinos, guadua, guayacanes, eucalipto, uvos.
✓ Tipos de fauna (animales silvestres)	Zarigüeyas, barranquera, ranas, aves, serpientes, sapos, sabaletas, colibrís, guacharacas, armadillos (gurres), conejo de monte.
✓ Identifica afectaciones a la fauna y a la flora, ¿quién crees que las ha causado y por qué?	Contaminación permanente en el territorio y del agua. Prácticas de deforestación a gran escala. Crecimiento inmobiliario no controlado, ni regulado.
✓ Actividades económicas o usos del suelo alrededor o en cercanías a la quebrada	Agricultura: Cultivos de papa, fríjol, fresas, maíz, hortalizas, aguacate, gulupas, tomate, floricultura. Ganadería. Comercio, tiendas, almacenes, depósitos, lavaderos de carros, plaza de mercado.
Percepciones sobre evento de inundación	Descripción
✓ Recurrencia de los eventos de inundación	El fenómeno de inundación es recurrente, se da en lapsos de 2 a 4 años.
✓ Afectaciones generadas	Pérdida de enseres, muebles, cultivos, impacto emocional en los habitantes afectados.
✓ Afectaciones más comunes	Perdida de enseres, inundación de viviendas y negocios, pérdida de materiales, mercancías, electrodomésticos.
✓ Quiénes son más afectados	Comunidad aledaña al cauce, la flora y la fauna.
✓ Acciones de prevención frente al fenómeno de inundación	No arrojar basuras a los cuerpos de agua. Acotación de la quebrada. Acondicionar la cuenca de las quebradas La Palma y El Salado. Capacitaciones con el objetivo de promover el reciclaje, la disposición adecuada de residuos e incorporar una cultura generalizada de protección del medio ambiente. Acciones de



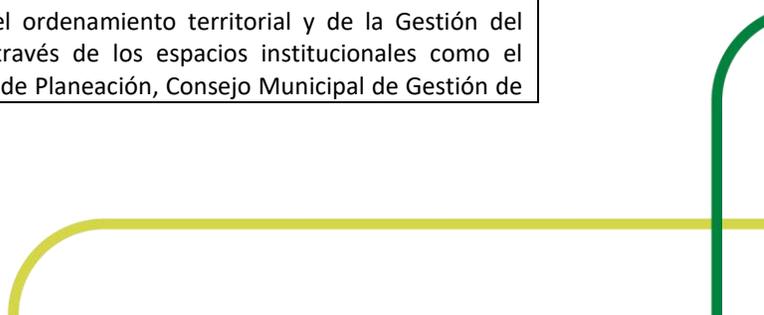


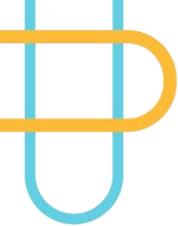
	limpieza de las quebradas. Crear campañas de minimización de la contaminación de los afluentes. Diseñar obras de mitigación y de reubicación.
Percepciones sobre eventos de Avenidas Torrenciales	Descripción
✓ Presencia del fenómeno en el territorio	El fenómeno natural de avenidas torrenciales no se da en el territorio. En su lugar se dan fenómenos de inundación.
✓ Acciones de prevención	Realizar acciones de mantenimiento de las quebradas, desde su nacimiento. Limpieza de las quebradas aguas arriba.
✓ Factores que generan avenidas torrenciales o inundaciones	La contaminación alrededor de las quebradas y sobre estas, el uso y disposición inadecuado de los residuos, viviendas construidas sobre el margen de las quebradas.
✓ Primeros respondientes	Defensa Civil. La comunidad como primer respondiente. Cuerpo de Bomberos. La Administración municipal.
✓ Medidas preventivas a nivel institucional como comunitario, para enfrentar estos eventos	Concientización del manejo adecuado de los residuos. Campañas de sensibilización por parte de la institucionalidad. Convites de trabajo en torno al mantenimiento de las quebradas y de sus alrededores.
✓ Existe un plan de evaluación	No se tiene conocimiento de planes institucionales de evacuación.
✓ Confianza institucional para toma de decisiones	Cuerpo de Bomberos. Consejo Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres (CMGRD). Comunidad.
✓ Capacidad de respuesta	Capacidad instalada en la comunidad.
Percepciones evento Derrumbes o movimientos en masa	Descripción
✓ Ha presenciado algún derrumbe/movimiento en masa en esta quebrada	Los eventos de movimientos en masa, según la información aportada ocurrieron: hace dos (2) años 2024 en la zona urbana, sectores Montegrande, La Virgen y en el año 2007 en la zona urbana. Según la percepción de los actores encuestados, la magnitud de los eventos los describen como “considerables”.
✓ Acciones o actividades, considera necesarias para realizar, para evitar derrumbes/movimientos en masa en la actualidad o en el futuro	Mantenimiento y sostenimiento de la quebrada. Revegetación, construcción de obras civiles, tratamiento de puntos críticos.





Percepciones Ambientales o Territoriales	Descripción
✓ Usos del agua	El uso del recurso hídrico de las quebradas se sustenta en actividades básicas como: fumigación de cultivos, captación del agua, el agua de la quebrada La Palma se usa para verter al acueducto de la zona. Uso en cultivos y sistemas pecuarios. Siembra de árboles, floricultura, ganadería.
✓ Se realizan vertimientos y/o descargas directas sobre la quebrada	En algunos sectores específicos se realizan vertimientos y/o descargas directas sobre las quebradas, especialmente en sectores específicos como en la zona urbana del municipio y en la vereda La Enea.
✓ Opinión sobre la recolección y separación de residuos sólidos en este barrio/sector/vereda	Las comunidades se encuentran en procesos de formación en el aprendizaje de formas adecuadas de sistema de recolección y de separación de residuos.
✓ Fortalezas sociales y económicas más destacadas	Organización comunitaria. Relacionamiento positivo con la Administración municipal. Grupos de base organizados. Gestión social de las comunidades de la mano con la gestión de los organismos comunales. Procesos de participación comunitaria consolidados.
✓ Percepción sobre la calidad de vida en este lugar	Las comunidades expresan en términos generales las buenas condiciones en las que se encuentran las quebradas, en especial en las zonas rurales del municipio, lo que conlleva a una relativa sostenibilidad de la calidad de vida de sus habitantes.
✓ Oferta cultural y recreativa en el área circundante a la quebrada	Las actividades culturales y/o recreativas que se ofertan en áreas circundantes de las quebradas, se ven reflejadas especialmente en el área urbana del municipio (quioscos, ventas, actividades culturales y deportivas en la cancha municipal). En los sectores rurales no se desarrollan actividades en el orden cultural o recreativo.
✓ Cohesión social en el territorio	Culturalmente las comunidades han interiorizado y expresado colectivamente sentimientos y acciones de solidaridad, cohesión y apoyo entre sí.
✓ Organización comunitaria	La organización comunitaria en zona de influencia de las quebradas ha sido el resultado de la gestión articulada entre las diferentes organizaciones que las representan. La proliferación de grupos y organizaciones sociales de base, han potenciado la comunicación y organización de las comunidades en torno a intereses colectivos por el mejoramiento de las condiciones de vida de estas.
✓ Participación ciudadana	La participación de las comunidades en la toma de decisiones relacionadas con el ordenamiento territorial y de la Gestión del Riesgo se dan a través de los espacios institucionales como el Consejo Territorial de Planeación, Consejo Municipal de Gestión de



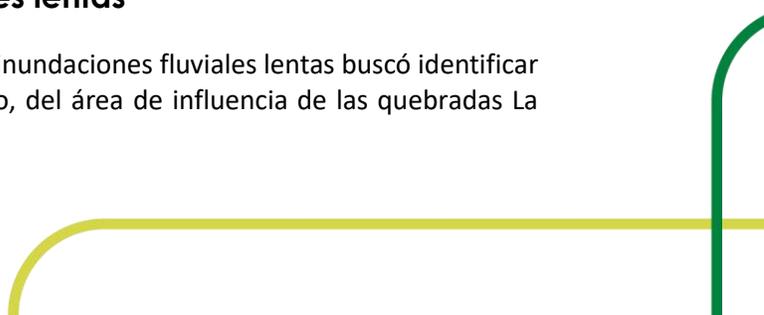


	Riesgo de Desastres (CMGRD) y en especial a través de los organismos comunales como ASOCOMUNAL y las Juntas de Acción Comunal.
✓ Relación entre la comunidad y las autoridades locales	La relación entre las comunidades y la gestión de la administración municipal es positiva, se trabaja de manera coordinada atendiendo las necesidades locales.
Estrategias de manejo ambiental	Descripción
✓ Sugerencias para la implementación de estrategias de manejo ambiental	Impulsar la concienciación y capacidades de las comunidades por el cuidado del medio ambiente. Promoción de ambientes propicios para la fauna en especial las aves.
✓ Actividades, obras o infraestructura considera que deban permitirse	Construcción e instalación de puentes que cumplan con la normatividad vigente.
✓ Actividades, obras o infraestructura considera que deban restringirse	Construcciones de cualquier tipo (diferentes a puentes que cumplan con la normatividad) aledañas a las quebradas (viviendas en cualquier tipo de material, edificaciones para uso recreativo).
✓ Actividades, obras o infraestructura considera que deban prohibirse	Vertimientos de agua negras. Quemadas, construcciones de viviendas y otros en zonas aledañas a las quebradas, respetando los retiros, depósitos de residuos, pesca, vertimientos, canalizaciones.
✓ Actividades, acciones o estrategias realizarían o propondrían en la ronda hídrica, para aprovechamientos sostenible	Siembra de árboles, plantación forestal-arbustivos. Conservar los caminos (servidumbres), proyectos a gran escala de reforestación, caminatas ecológicas, programas de turismo.
✓ Actividades, acciones o estrategias realizarían o propondrían en la ronda hídrica, para preservación	Limpiezas más frecuentes de los cuerpos de agua, implementación de programas de cuidado del área ambiental. Restauración ecológica, corredores biológicos, parques naturales. Siembra de árboles. Monitores para la conservación de la vegetación y fauna. Soluciones basadas en la armonía con la naturaleza.
✓ Actividades, acciones o estrategias realizarían o propondrían en la ronda hídrica, para restauración	Siembra de árboles, reforestación, acotación de las quebradas.

Fuente: elaboración propia Cornare, 2025

4.4.1 Percepción de inundaciones fluviales lentas

El instrumento para recolección de información para inundaciones fluviales lentas buscó identificar las percepciones de los actores sociales del territorio, del área de influencia de las quebradas La



Palma y El Salado sobre el fenómeno de inundaciones visto desde una línea histórica de eventos, identificando: lugares afectados, magnitud y efectos de la inundación, nivel alcanzado, duración, personas afectadas, causas, fecha, delimitación del lugar. El instrumento utilizado (encuesta inundaciones fluviales lentas. **Figura 103**), fue tomado de la Guía Técnica de Criterios para Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente, 2018).

Figura 103. Formato para inundaciones fluviales lentas

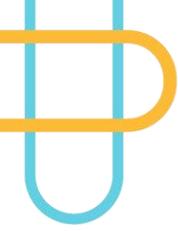
FORMATO PARA ENCUESTA CON COMUNIDADES			
¿SE HAN PRESENTADO INUNDACIONES EN LA ZONA?			
SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
		NS/R	<input type="checkbox"/>
FECHA DE PRESENTACIÓN			
< 5 AÑOS	<input type="checkbox"/>	Entre 31 y 50 años	<input type="checkbox"/>
Entre 5 y 15 años	<input type="checkbox"/>	Entre 51 y 75 años	<input type="checkbox"/>
Entre 16 y 30 años	<input type="checkbox"/>	Mayor a 75 años	<input type="checkbox"/>
¿Conoce la fecha exacta?	<input type="checkbox"/>	¿Cuál fue?	
¿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	<input type="checkbox"/>	Con Dudas	<input type="checkbox"/>
ACERCA DE LA DESCRIPCIÓN:			
Segura	<input type="checkbox"/>	Con Dudas	<input type="checkbox"/>
LA PERSONA QUE ENCUESTA, VALORA QUE LA ENCUESTA ES:			
Fiable	<input type="checkbox"/>	Poco Fiable	<input type="checkbox"/>
		Nada Fiable	<input type="checkbox"/>
JUSTIFICACIÓN :			
PERSONA ENCUESTADA		PERSONA QUE ENCUESTA	
Anónimo <input type="checkbox"/>		Nombre y Apellidos:	
Nombre y Apellidos		Responsabilidad:	
Dirección			
Teléfono			
EDAD APROXIMADA DE LA PERSONA ENCUESTADA			
15-20	<input type="checkbox"/>	41-50	<input type="checkbox"/>
21-30	<input type="checkbox"/>	51-75	<input type="checkbox"/>
31-40	<input type="checkbox"/>	76-100	<input type="checkbox"/>
OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE BRINDADA POR LA PERSONA ENCUESTADA:			
OBSERVACIONES DE LA PERSONA QUE ENCUESTA :			

Fuente: Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia 2018.

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación del instrumento permitieron recopilar la siguiente información: la mayoría de los actores encuestados afirmaron haber presenciado inundaciones fluviales lentas en su territorio, señalando como zonas de mayor incidencia el área urbana, en particular los sectores de la cancha, la plaza de mercado, el sector Olímpica, la Avenida 20 de Julio y el sector de la Virgen. En la zona rural, identificaron afectaciones en las veredas La Enea, Alto de la Compañía, El Potrero y Guacirú.

En cuanto a la frecuencia del evento a lo largo del tiempo, los encuestados indicaron que las inundaciones han ocurrido en distintos periodos: menos de 5 años; entre 5 y 15 años; entre 16 y 30 años; y entre 31 y 50 años. Las principales afectaciones reportadas incluyen daños en viviendas, puentes e infraestructura, aunque no se registraron pérdidas humanas ni de animales.

De manera general e integrada a las percepciones encontradas en la aplicación de la entrevista semiestructurada con comunidades, los participantes señalaron que la falta de cultura ambiental, especialmente en lo relacionado con el cuidado del recurso hídrico, ha contribuido significativamente al problema. Se evidenció que los cuerpos de agua han sido utilizados como depósitos de residuos domésticos, agropecuarios y provenientes de actividades económicas. No



obstante, los informantes coincidieron en que el fenómeno de inundación no es recurrente, ya que las quebradas de la zona suelen ser “pequeñas y tranquilas”.

4.5 Cartografía social

La cartografía social como una herramienta para el reconocimiento del territorio a través de la representación visual de los recursos y equipamientos disponibles para las comunidades, permitió analizar la interrelación entre las quebradas y las comunidades que habitan el área de influencia de la ronda hídrica.

A partir de este ejercicio, se identificaron instituciones, acciones, eventos y recursos comunitarios, lo que permitió una caracterización detallada del territorio. Entre los principales hallazgos se destacan:

- Infraestructura y equipamiento comunitario disponible en la zona.
- Recursos institucionales y actores clave en la gestión del territorio.
- Actividades económicas y medios de subsistencia, tanto en el ámbito urbano como rural.
- Eventos naturales y su impacto, facilitando la comprensión del riesgo ambiental.

La construcción cartográfica permitió contextualizar los recursos de la comunidad dentro de su entorno geográfico específico (urbano-rural), proporcionando una base para una comprensión territorial más efectiva (Figura 104).

Figura 104 . Cartografía Social



Fuente: elaboración propia Cornare, 2025



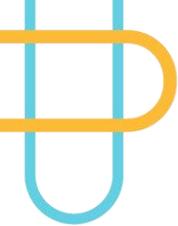
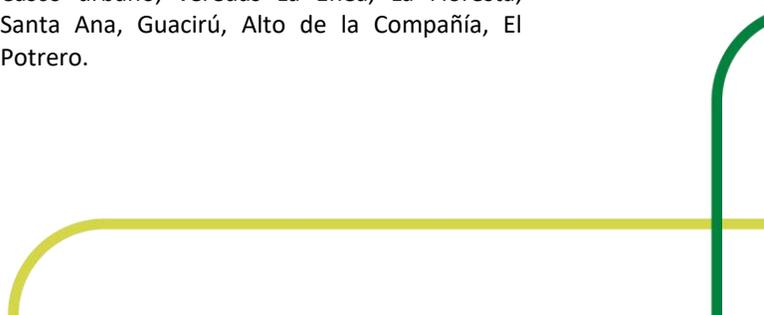


Tabla 42. Signos convencionales cartografía social

Signo	Descripción	Lugares
	Redes comunitarias de liderazgo – JAC Juntas de Acción Comunal – ASOCOMUNAL	Casco urbano, veredas La Enea, La Floresta, Santa Ana, Guacirú, Alto de la Compañía, El Potrero.
	Medios de subsistencia ganadería	Casco urbano, veredas La Enea, La Floresta, Santa Ana, Guacirú Alto de la Compañía, El Potrero.
	Medios de subsistencia pesca	Veredas Guacirú, el Potrero.
	Veredas, barrios o veredas	Casco urbano, veredas La Enea, La Floresta, Santa Ana, Guacirú, Alto de la Compañía, El Potrero.
	Defensa Civil	Casco urbano municipio San Vicente Ferrer.
	Cuerpo de Bomberos	Casco urbano municipio San Vicente Ferrer.
	Inundaciones	Casco urbano municipio San Vicente Ferrer. Veredas El Potrero, La Enea.
	Movimientos en masa	Casco urbano municipio San Vicente Ferrer.
	Cuerpos de agua	Casco urbano, veredas La Enea, La Floresta, Santa Ana, Guacirú, Alto de la Compañía, El Potrero.
	PTAP	Casco urbano municipio San Vicente Ferrer.
	Colegios – CER Centros Educativos Rurales	Casco urbano, veredas La Enea, La Floresta, Santa Ama, Guacirú, Alto de la Compañía, El Potrero.
	Sedes comunales	Casco urbano, veredas La Enea, La Floresta, Santa Ana, Guacirú, Alto de la Compañía, El Potrero.





Producción Agrícola

Casco urbano, veredas La Enea, La Floresta, Santa Ana, Guacirú, Alto de la Compañía, El Potrero.



Vías

Casco urbano, veredas La Enea, La Floresta, Santa Ana, Guacirú, Alto de la Compañía, El Potrero.

Fuente: elaboración propia Cornare, 2025

El mapa corresponde al municipio San Vicente Ferrer y detalla la distribución de infraestructuras, actividades económicas, riesgos naturales y elementos comunitarios en su territorio. A través de símbolos y convenciones, se pueden identificar distintos factores clave que influyen en la organización y el desarrollo del municipio.

En primer lugar, se identificó la presencia de redes comunitarias de liderazgo, como las Juntas de Acción Comunal (JAC) y Asocomunal. Estas organizaciones están distribuidas en el casco urbano y en veredas como La Enea, La Floresta, Santa Ana, Guacirú, Alto de la Compañía y El Potrero, lo que evidencia un fuerte tejido social y participación comunitaria en el territorio.

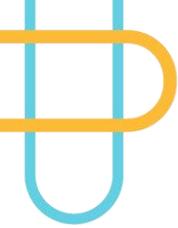
En términos de organismos de socorro y servicios públicos, se destacan la presencia del Cuerpo de Bomberos y la Defensa Civil en el casco urbano, lo que sugiere que la atención a emergencias se encuentra centralizada. Asimismo, la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) que está en el casco urbano.

Desde el punto de vista educativo y comunitario, el mapa indica la presencia de Centros Educativos Rurales (CER) y sedes comunales en diversas veredas y en el casco urbano. Esto resalta la importancia de la educación en el municipio y la existencia de espacios destinados a la organización y desarrollo de actividades comunitarias.

En cuanto a los medios de subsistencia, la ganadería y la producción agrícola se distribuyen en múltiples veredas, (La Enea, La Floresta, Santa Ana, Guacirú, Alto de la Compañía, El Potrero) lo que confirma que estas actividades constituyen una base fundamental de la economía local. Adicionalmente, la pesca se practica en veredas como Guacirú y El Potrero.

La cartografía también evidencia la presencia de ciertos riesgos naturales. Las inundaciones afectan el casco urbano y veredas como El Potrero y La Enea, lo que indica la necesidad de estrategias de mitigación y prevención. Asimismo, los movimientos en masa, presentes en el casco urbano, pueden representar una amenaza para la infraestructura y la seguridad de los habitantes.

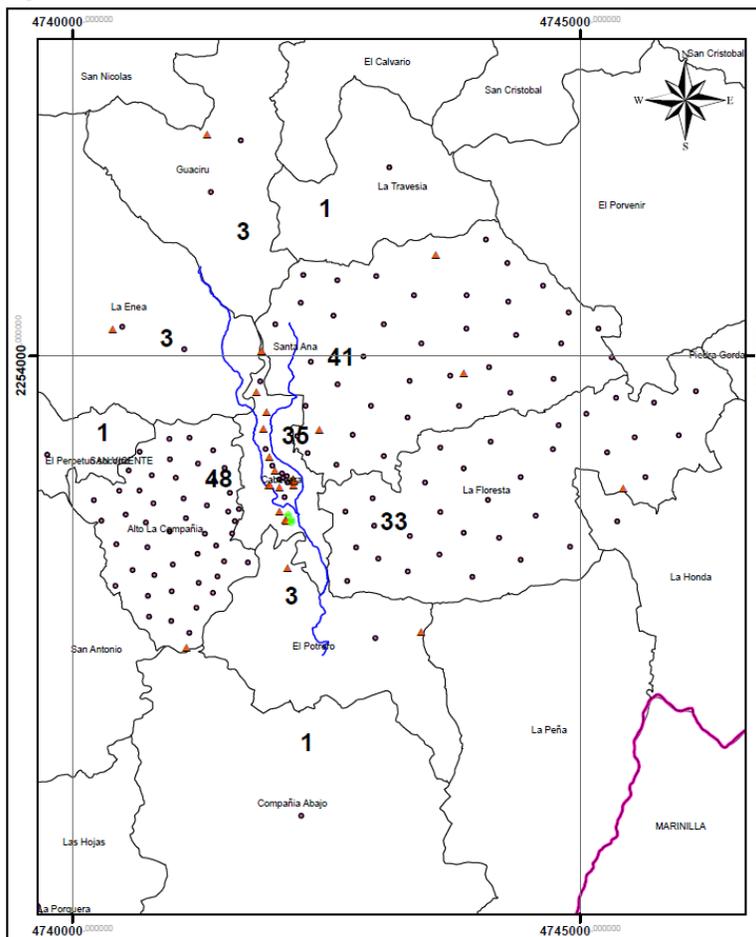
En lo que respecta a la conectividad, el mapa muestra una red de vías que permite la comunicación entre el casco urbano y las veredas. Esto facilita el transporte de bienes y personas, promoviendo el desarrollo económico y social de la región. Además, la presencia de cuerpos de agua en varias zonas del municipio sugiere su importancia no solo en términos de recursos hídricos, sino también en actividades económicas como la pesca y la ganadería.



4.6 Mapa de actores sociales

La identificación, caracterización y mapeo de actores y priorización, es una herramienta metodológica de carácter gráfico y descriptivo que permite representar una realidad social e institucional en un territorio. El cual implica, no sólo la elaboración de un listado o base de datos de instituciones o actores relevantes, relacionados con el tema, sino que, además, representa las relaciones entre actores, sus reglas, poder y relaciones sociales citado por (McFadden, et al. Priest, & Green, 2010), (Tomassino, Cidade, Pons, & Nieves, 2014), (PNUD, 2013) (Mintrabajo, 2016). Permite identificar oportunidades de trabajo conjunto y priorizar estrategias para garantizar el nivel de involucramiento citado por (Cubas, 2010) (Mintrabajo, 2016). En la **Figura 105** se presenta la ubicación de los actores en el territorio.

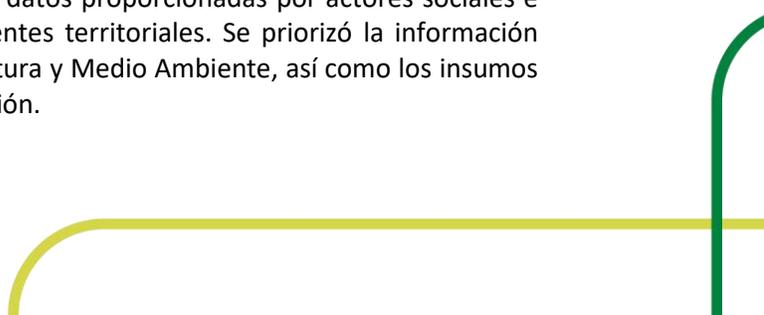
Figura 105. Ubicación de actores en el territorio

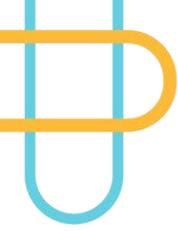


Fuente: elaboración propia Cornare, 2025

4.6.1 Identificación y clasificación de actores

La primera fase del proceso consistió en la revisión y análisis de fuentes de información secundaria, incluyendo instrumentos de planificación y bases de datos proporcionadas por actores sociales e institucionales, como la autoridad ambiental y los entes territoriales. Se priorizó la información proveniente de las secretarías de Planeación, Agricultura y Medio Ambiente, así como los insumos obtenidos en espacios previos de diálogo y participación.





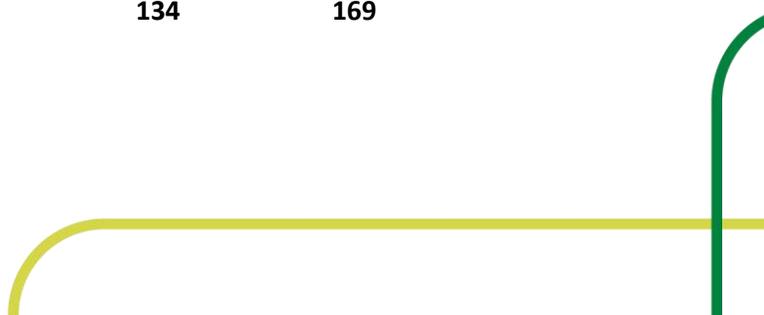
Una vez recopiladas las bases de datos, se llevó a cabo un proceso de unificación y consolidación en un formato único. El objetivo central fue identificar tanto a actores aliados como a posibles opositores, con el fin de diseñar estrategias de abordaje diferenciadas y adaptadas a cada grupo, facilitando así el desarrollo del proyecto de acotamiento de rondas hídricas.

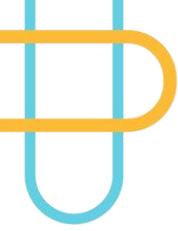
Con base en esta información y en los hallazgos obtenidos a través de los encuentros de socialización y las interacciones con actores clave, se consolidó una base de datos estructurada que permitió caracterizar a los diferentes actores. Finalmente, estos fueron clasificados en tres categorías principales: públicos, privados y sociales o comunitarios (ver **Tabla 43. Actores sociales quebradas La Palma y El Salado** y Anexo 1. Base de Datos de Actores Sociales).

Tabla 43. Actores sociales quebradas La Palma y El Salado

Vereda	Organismo de Socorro	Tipo de actor		Total
		Pública	Social o comunitario	
Alto de la Compañía		1	47	48
Compañía Abajo			1	1
El Guacirú			1	1
El Perpetuo Socorro			1	1
El Potrero		2	1	3
Guacirú		1	1	2
La Enea		1	2	3
La Floresta		1	32	33
La Travesía			1	1
San Vicente (casco urbano)	4	22	9	35
Santa Ana		3	38	41
	4	31	134	169

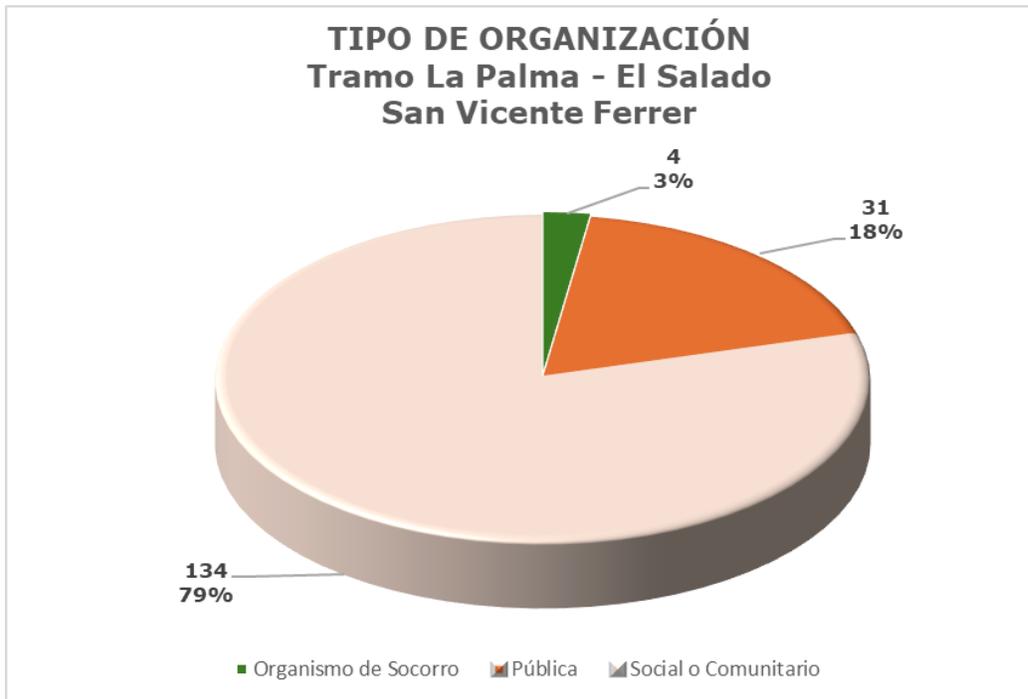
Fuente: elaboración propia Cornare, 2025





El tipo de organizaciones (**Figura 106**) en las que se encuentran los actores sociales de la zona de influencia de las quebradas La Palma y El Salado del municipio San Vicente Ferrer, permite observar que la mayor cantidad de actores son de tipología social o comunitaria representado por las Juntas de Acción Comunal y organizaciones sociales de base. En segundo lugar, aparece los actores públicos, entre los que se encuentran los servidores públicos de la administración municipal, las Empresas de Servicios Públicos y organismos de socorro.

Figura 106. Tipo de organización de los actores sociales



Fuente: elaboración propia CORNARE, 2025

La **Figura 107** ilustra la participación de los actores sociales en el proceso de acotamiento de la ronda hídrica de las quebradas La Palma y El Salado, mediante diversos espacios participativos diseñados para la socialización del proyecto. Estos incluyeron encuentros comunitarios, visitas de campo a líderes sociales y reuniones con los presidentes de las Juntas de Acción Comunal, así como con otros referentes comunitarios.

Se promovió la participación grupal en las veredas Alto de la Compañía, La Floresta y Santa Ana; además del casco urbano del municipio San Vicente Ferrer. En las veredas Compañía Abajo, El Perpetuo Socorro, El Potrero, Guacirú, La Enea y La Travesía, el proceso de socialización se llevó a cabo a través de reuniones con los líderes comunales, asegurando la difusión, comprensión y participación en el proceso de acotamiento.



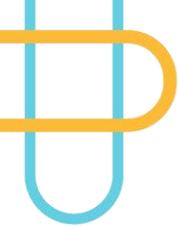
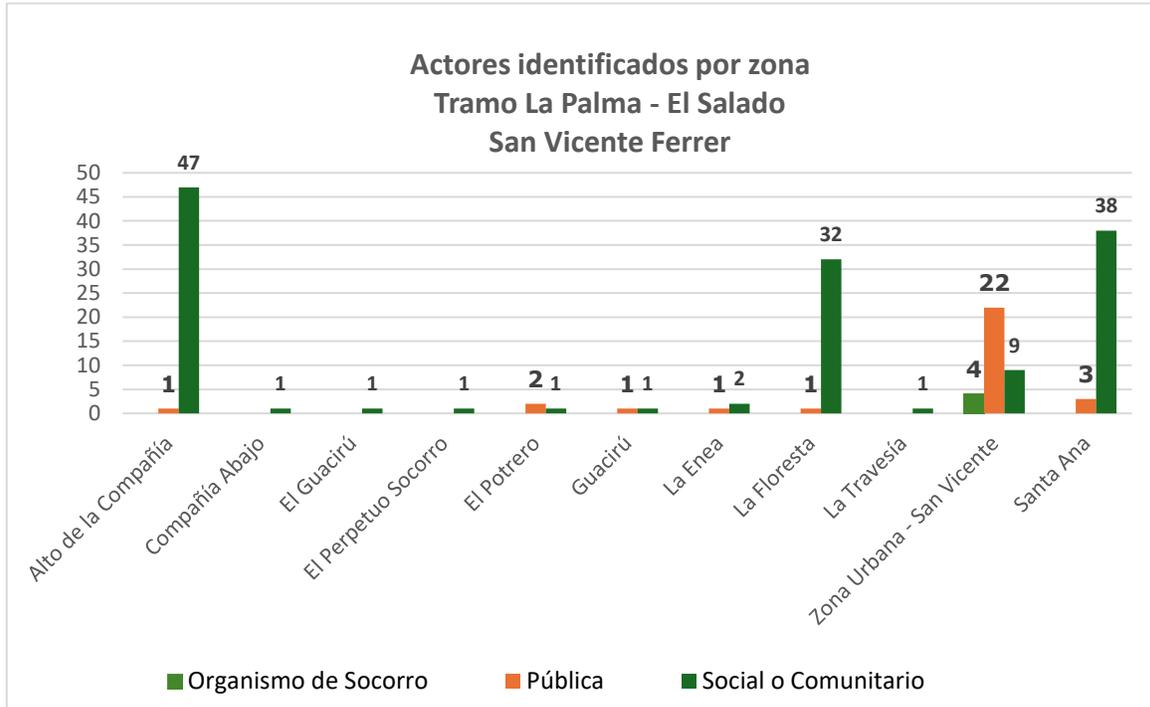


Figura 107 Actores sociales por zona



Fuente: elaboración propia CORNARE, 2025

4.6.2 Caracterización de actores

En una segunda fase, tras la consolidación de la información, se llevó a cabo la caracterización de los actores según el rol o función que desempeñan. A partir de la información primaria recolectada y del trabajo de campo realizado durante los encuentros de socialización del proyecto de acotamiento de la ronda hídrica, se sistematizó y clasificó la información considerando las tipologías previamente definidas: público, privado y social o comunitario. Como resultado, se logró una categorización por sectores e identificación de los actores estratégicos, facilitando así un análisis más preciso de su influencia y participación en el proceso.

Como se muestra en la **Figura 108** el proceso inició con la recepción de la información a través del ente territorial que hace parte del área de influencia, con la información que reposa en fuentes secundarias y que dan cuenta de los representantes que son relevantes para el proceso de planificación. Así como, la identificación de espacios de encuentro y de participación ciudadana para la gestión ambiental del territorio (mesas ambientales, las juntas de Acción Comunal (JAC), Consejo Territorial de Planeación, Consejo Municipal de Gestión del Riesgo y otros espacios de representación participativa.



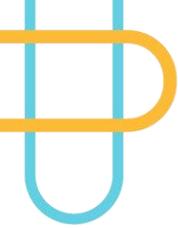


Figura 108. Ruta de identificación de actores



Fuente: elaboración propia Cornare, 2024

Se realizó una visita a la alcaldía municipal de San Vicente Ferrer con el propósito de establecer vínculos institucionales y coordinar acciones con los funcionarios locales. Durante el encuentro, se sostuvo un acercamiento especialmente con las secretarías municipales de Planeación e Infraestructura, Desarrollo Comunitario, Agricultura y Desarrollo Rural y Medio Ambiente.

A continuación, se presenta una clasificación de actores de acuerdo con su tipología (Ver **Tabla 44**).

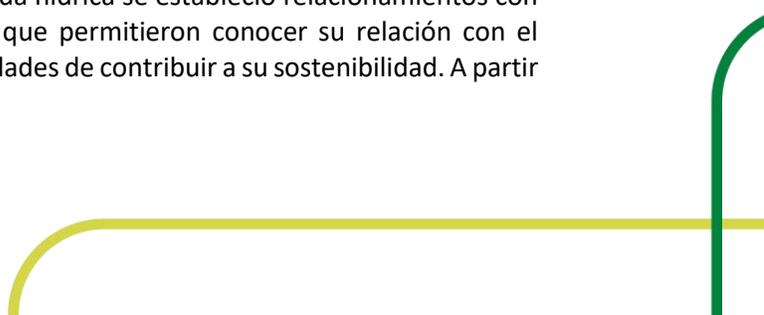
Tabla 44. Clasificación de los actores sociales

Sector	Público
Descripción	Instancias que pertenecen a la rama gubernamental del Estado, que están representadas en entidades territoriales, instituciones descentralizadas o instancias de participación creadas a través de decretos, acuerdos o leyes.
Sector	Privado
Descripción	Productivo económico: se refiere a eempresas o grupos constituidas con un propósito de asociado, con personería jurídica, dedicadas a la producción de bienes y servicios.
Sector	Social - comunitario
Descripción	Grupos de personas que representan los intereses comunitarios asociados a diversos temas, creados bajo los intereses colectivos y su gestión se ve reflejada en diferentes espacios de participación en el territorio.

Fuente: elaboración propia Cornare, 2024

5.6.3. Análisis de actores

En el contexto del proceso de acotamientos de la ronda hídrica se estableció relacionamientos con diferentes sectores y actores sociales del territorio que permitieron conocer su relación con el entorno ambiental, en términos de su uso y/o posibilidades de contribuir a su sostenibilidad. A partir

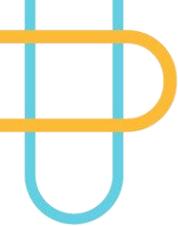


de la valoración de cada uno de ellos, en términos de su rol y su capacidad de incidencia para facilitar o limitar acciones en el territorio en temas de gestión ambiental.

Después de realizar la caracterización de actores clave, en la cual se establecieron sus atributos más relevantes y su pertinencia en relación con los objetivos del proyecto, se procedió al proceso de priorización en función de su importancia con relación al proceso de acotamiento de rondas hídricas. Para definir el nivel de prioridad de los actores del proceso de acotamiento de la ronda hídrica se establecieron variables que posibilitaron la valoración de cada uno de ellos en función de su posición, su interés y su nivel de influencia (ver **Tabla 45. Valoración de actores**).

Tabla 45. Valoración de actores

Posición	Actitud que el actor tiene frente al proceso, que de esta se derivan	
OA	Oposición Activa	El actor sabe del plan sin embargo manifiesta no estar de acuerdo con el proceso.
OP	Oposición Pasiva	Pese a que el actor no está de acuerdo, participa en el proceso.
I	Indecisión	El actor no sabe, no responde si está de acuerdo o no con el proyecto.
AP	Apoyo Pasivo	El actor se muestra de acuerdo con las acciones del proyecto, pero no se involucra.
AA	Apoyo Activo	El actor está de acuerdo y participa activamente en el proyecto
Interés	Hace referencia al grado de motivación frente al desarrollo del proceso de Acotamiento de rondas hídricas	
NI	Ningún interés	El actor manifiesta interés, pero no hace parte del proceso
AI	Algún interés	El actor manifiesta su motivación y participa parcialmente en el proceso.
IM	Interés moderado	El actor presenta un interés moderado.
MI	Mucho interés	El actor se muestra muy interesado y participa parcialmente en el proceso
EMI	El más interesado	El actor es interesado y participa en el proceso
Influencia	Consiste en la habilidad de ejercer poder sobre el proceso	
N	Ninguna	El actor no participa del proceso y tampoco ejerce influencia sobre el mismo.



PI	Poca influencia	El actor tiene poca o ninguna influencia en el territorio
AI	Alguna influencia	El actor tiene algún grado de influencia
IM	Influencia moderada	El actor tiene parte en las decisiones que se tomen
MI	Mucha influencia	El actor ejerce una influencia considerable en el territorio

Fuente: elaboración propia CORNARE, 2024

La sistematización de la información con base en las variables definidas, se valoraron de acuerdo con la escala (Ver **Tabla 46**):

Tabla 46. Escala de Valoración

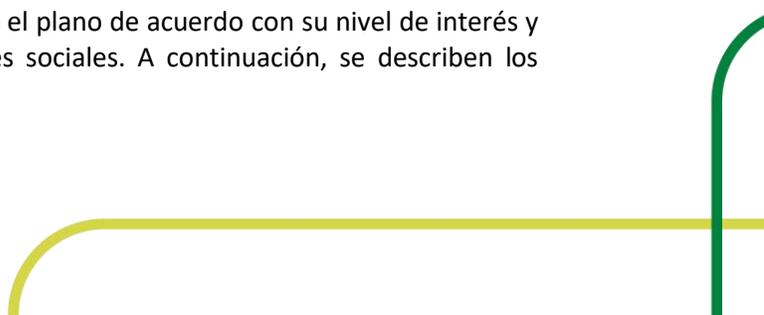
VARIABLE	MEDICION	ESCALA				
		1	2	3	4	5
Posición	Actitud que el actor tiene frente al proceso de ARH	Oposición activa	Oposición pasiva	Indeciso	Apoyo pasivo	Apoyo activo
Interés	Grado de motivación frente al desarrollo del proceso de ARH	Ningún interés	Poco interés	Interés moderado	Mucho interés	Gran interés
Influencia	Es la habilidad de ejercer poder sobre el manejo del recurso ambiental del territorio	Ninguna influencia	Poca influencia	Influencia moderada	Influencia alta	Influencia muy alta

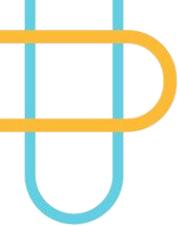
Fuente: elaboración propia CORNARE, 2025

El mapeo de actores estratégicos y representativos en el marco del proceso de acotamiento de la ronda hídrica de las quebradas La Palma y El Salado se define con la ubicación de estos actores en un punto del plano cartesiano (ver Tabla 47, según el resultado del análisis de cada actor). Este resultado indica cuáles son los actores a los que se les dará mayor prioridad en el diseño de la estrategia de socialización.

Teniendo en cuenta la metodología adoptada, el plano cartesiano generado es de doble entrada en donde cada fila (eje horizontal) esté determinada por los tres grados de interés que puede poseer cada actor (Ejemplo: Interés moderado, mucho interés o el más interesado), y cada columna (eje vertical) está identificada por la influencia de cada actor en el proyecto (el más influyente, mucha influencia o influencia moderada).

Posteriormente, se ubica a cada actor identificado en el plano de acuerdo con su nivel de interés y grado de influencia, generando un mapa de actores sociales. A continuación, se describen los actores identificados:





JAC – Junta de Acción comunal, SP - Servidores públicos, SPL – Secretaría de Planeación, CTP – Consejo Territorial de Planeación, COM – Comunidad, CAM – Comité Adulto Mayor, IE – Institución Educativa, ASOC – Asocomunal, SGB- Secretaría de Gobierno, JVC – Junta de Vivienda Comunitaria, DC – Defensa Civil, CB - Cuerpo de Bomberos, PONAL – Policía Nacional, AV - Acueductos Veredales.

Dependiendo de la ubicación de cada actor, se clasifican de la siguiente manera:

Cuadrante A: Serán objetivos prioritarios y a quienes se incluirán e involucrarán en todas las fases del proceso de formulación, por su importancia para el proceso.

Cuadrante B: Actores satisfechos pues la información que poseen y su influencia en diversos ámbitos puede ayudar a movilizar a otros actores más directamente involucrados, a la vez que ser útiles para los fines del proyecto e incidir en los actores a quienes representan.

Cuadrante C: Pueden ser actores que requieran apoyo para moverse, es decir, para convertirse en actores con poder en el proceso de planificación.

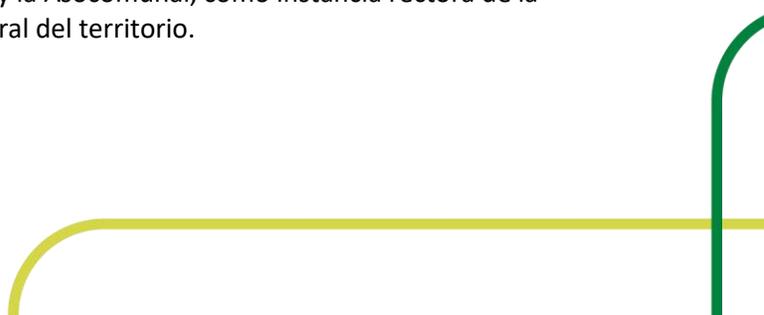
Cuadrante D: Son actores que no representan una prioridad en el manejo pues sus niveles de interés e influencia se compaginan; una persona desinteresada y a su vez sin influencia puede no representar un actor relevante.

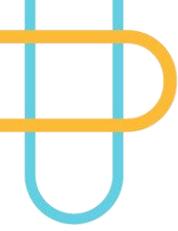
Tabla 47. Plano Cartesiano para el mapeo de actores

		Alta influencia		
Poco interés	C JAC, SP, SPL, CTP	D COM, CAM, JAC	Alto interés	
	A JAC, SPL, IE, ASOC, AV - AUA	B SG, JVC, DC, CM, PONAL, CTP		
		Poca influencia		

Fuente: elaboración propia CORNARE, 2024

El cuadrante A de los actores que, por su rol y nivel de injerencia e interés, juegan un papel fundamental en el proceso de ordenamiento ambiental en el marco del acotamiento de la ronda hídrica de las quebradas La Palma y El Salado. Estos actores fueron vinculados activa y permanentemente en el proceso de acotamiento de la ronda hídrica. Se reconoce la participación de las Juntas de Acción Comunal en cabeza de sus presidentes. La Secretaría de Planeación e infraestructura como actor fundamental. De igual manera la Institución Educativa San Vicente Ferrer, que involucra en su PRAE los conocimientos en cuanto al proceso de ordenamiento territorial, las Asociaciones de Acueductos Veredales y la Asocomunal, como instancia rectora de la gestión de las Juntas de Acción Comunal urbanas y rural del territorio.





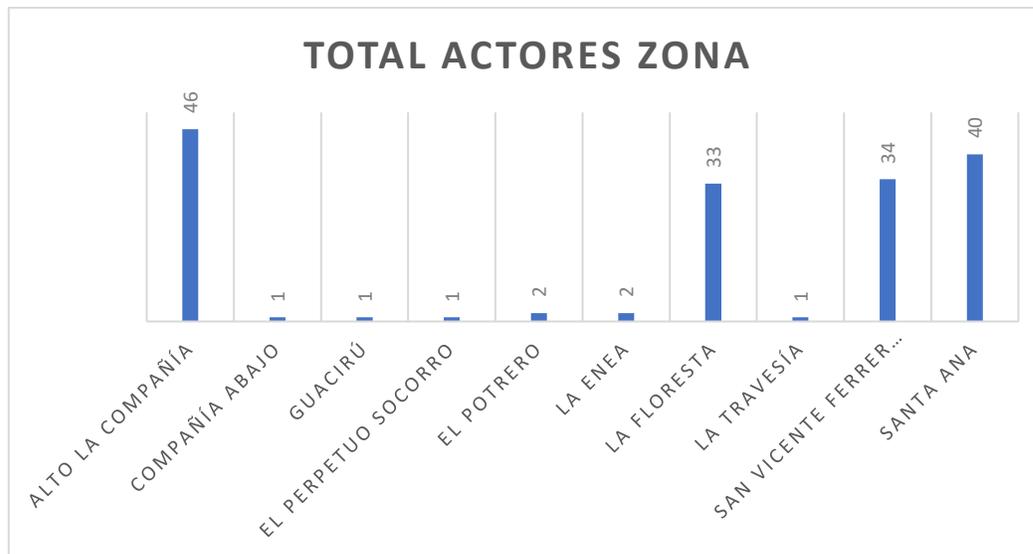
El cuadrante B nos permita observar el nivel de interés e injerencia de los actores sociales en el marco del proceso de acotamiento de la ronda hídrica. Su papel es fundamental en los procesos de movilización y convocatoria a la participación de nuevos actores: se identifican la Secretaría de Gobierno, la Junta de Vivienda Comunitaria, Acueducto Urbano, Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos, Policía Nacional, Consejo Territorial de Planeación.

El cuadrante C da cuenta de los actores que pueden ser movilizados y asumir un rol protagónico en el proceso de acotamiento de la ronda hídrica; entre los cuales identificamos a: miembros de la Comunidad, Comité Adulto mayor y algunos miembros de las Juntas de Acción Comunal.

Finalmente, en el cuadrante D observamos a los actores que no representan una prioridad en el manejo pues sus niveles de interés e influencia se compaginan; una persona desinteresada y a su vez sin influencia puede no representar un actor relevante; entre estos identificamos a algunos miembros de la Comunidad, Comité Adulto mayor, y algunos miembros de las Juntas de Acción Comunal.

En el siguiente ítem se relacionan los actores sociales involucrados y que participaron en el proceso, como se observa en la (Figura 109).

Figura 109. Número de actores por zona



Fuente: elaboración propia CORNARE, 2024

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** participación de los actores de la zona de influencia del proceso de acotamiento de rondas hídricas en la cual se ve reflejada una mayor participación de los actores provenientes de las veredas Alto de la Compañía que representa el 28,5%, seguido de la vereda Santa Ana con el 24,8%, luego San Vicente Ferrer (casco urbano) con una representación del 21,1% y la Floresta que corresponde al 20,4%. En el caso de las veredas el Potero y la Enea, la participación fue del 1,24%, finalmente, las veredas Compañía Abajo, Guacirú, el Perpetuo Socorro y la Travesía con una representación de un solo actor social siendo la más baja.



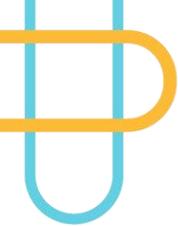
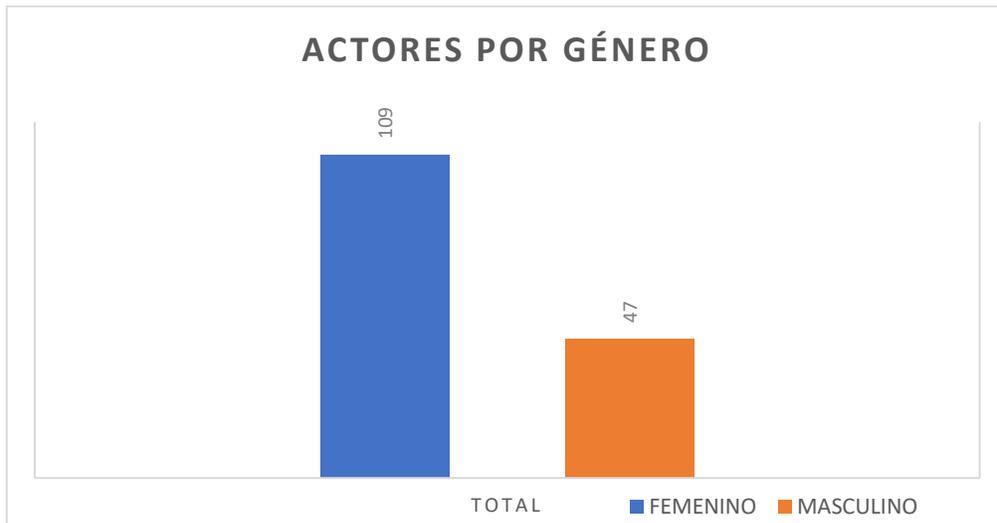


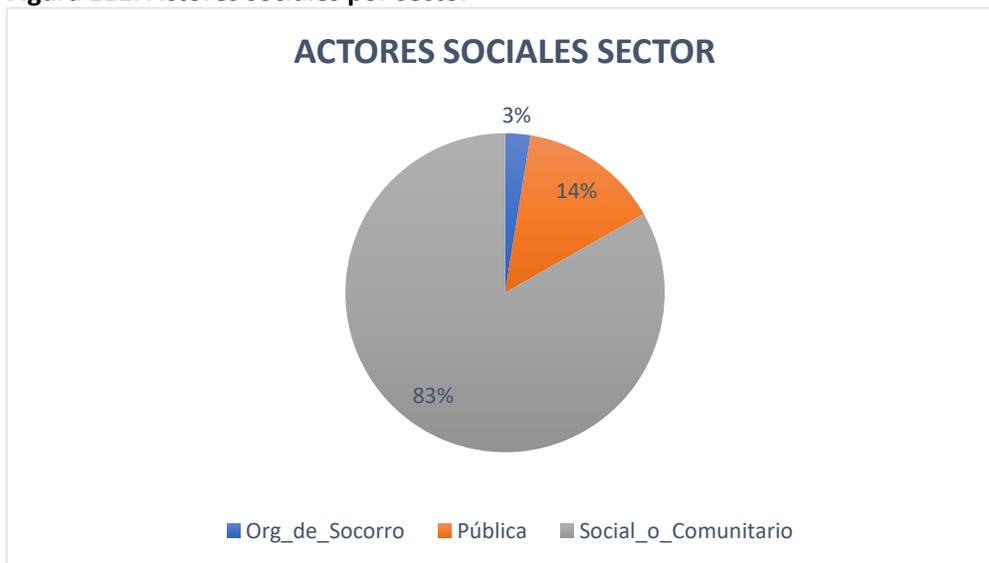
Figura 110. Actores sociales por género



Fuente: elaboración propia CORNARE, 2024

Los actores sociales (**Figura 110**) correspondientes a la zona de influencia de las quebradas La Palma y El Salado, representados por género reflejan que el 69,8% corresponde al género femenino y el 30,1% al género masculino.

Figura 111. Actores sociales por sector



Fuente: elaboración propia CORNARE, 2024

Se observa en la **Figura 111** que el sector social o comunitario está representado en un ochenta y tres por ciento (83%), frente al catorce por ciento (14%), correspondiente al sector público. El sector organismos de socorro representan el tres por ciento (3%) del total.



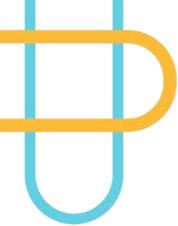
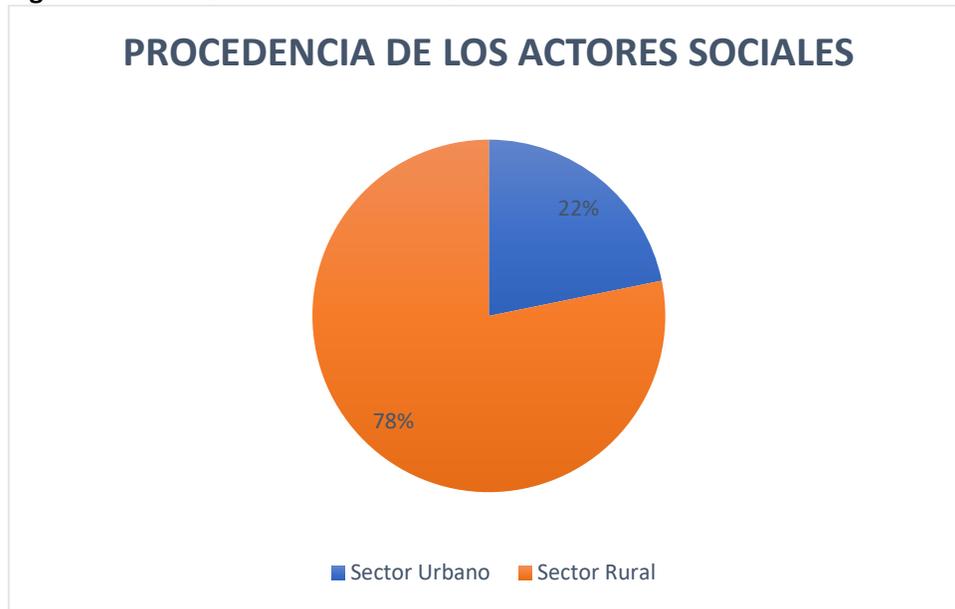


Figura 112. Procedencia de los actores sociales



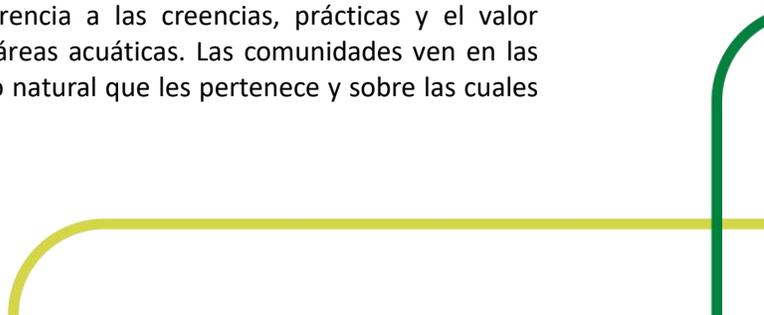
Fuente: elaboración propia CORNARE, 2024

La **Figura 112** da cuenta de la procedencia de los actores sociales, en la cual se observa en un setenta y ocho por ciento (78%) correspondiente al sector rural, especialmente para los actores miembros de las Juntas de Acción Comunal veredales, frente a un veinte dos por ciento (22%), cuya procedencia está asociada con el sector urbano.

4.7 Análisis sociocultural

El análisis sociocultural en el acotamiento de rondas hídricas se estudia la manera de cómo las dinámicas sociales, culturales y económicas afectan y son afectadas por la delimitación y gestión de las áreas alrededor de cuerpos de agua, conocidas como rondas hídricas. Estas áreas se delimitan para proteger los ecosistemas acuáticos y mitigar riesgos de desastres naturales (como inundaciones), así como para conservar la calidad del agua y la biodiversidad. Se describen los aspectos relacionados con las condiciones sociales salud, educación, organización comunitaria, recreación y deporte) y culturales (prácticas y valores) más representativos de las comunidades aledañas a los cuerpos de agua acotados, del municipio San Vicente Ferrer. Este análisis se enfocó en comprender:

- Relación de la comunidad con el entorno: está relacionado con la manera como las personas interactúan con el agua y las zonas de protección, su dependencia del recurso hídrico y sus prácticas culturales y económicas relacionadas. La identificación de usos del recurso hídrico en el territorio está relacionada con prácticas asociadas a: pesca (mínima escala) y acuicultura recreativa (contacto primario y secundario), consumo humano y doméstico, industrial, pecuario, agrícola, estético y minería (extracción material para la construcción y explotación de oro, como práctica artesanal en pequeña escala). En la gran mayoría del porcentaje del tramo de los cuerpos de agua no se identifican usos del recurso hídrico.
- Percepciones y valores culturales: hace referencia a las creencias, prácticas y el valor simbólico que una comunidad atribuye a las áreas acuáticas. Las comunidades ven en las quebradas La Palma y El Salado, un patrimonio natural que les pertenece y sobre las cuales



se han de tomar medidas correctivas para su sostenibilidad ambiental. Aunque no se evidencian prácticas culturales significativas en torno a estas, se resalta el sentido de pertenencia por el recurso y la necesidad de implementar acciones de aprovechamiento cultural y recreativo sobre las mismas, una vez se hayan definido acciones de preservación y conservación de estas fuentes.

- Impacto social de la delimitación: tiene que ver con la forma cómo las decisiones sobre el acotamiento afectan a la comunidad, especialmente en cuanto a desplazamientos, acceso a recursos y cambios en prácticas tradicionales. El acotamiento de la ronda hídrica se identifica como una opción válida de planeación y ordenación del contexto ambiental, que garantiza la permanencia de las condiciones vitales de los cuerpos de agua y de su entorno inmediato. Se destaca el sistema de organización social y comunitaria del territorio que a través de la gestión de las organizaciones de base, en especial de las Juntas de Acción Comunal, promueven a través de sus acciones el desarrollo de estrategias de promoción del cuidado del medio ambiente.

Este análisis es clave para tomar decisiones de conservación que sean sostenibles y socialmente justas, teniendo en cuenta la realidad de las comunidades locales y promoviendo su participación en la gestión de los recursos hídricos.

4.8 Acciones de resultado

Estas iniciativas están relacionadas con la garantía de la protección de los recursos hídricos y la sostenibilidad de los ecosistemas asociados. Los actores sociales participantes mencionaron diversas acciones que deberán considerarse en los tramos, permitiendo prevenir, reducir y mitigar posibles riesgos o situaciones derivadas de fenómenos naturales o antrópicos. De esta manera, se busca mantener el equilibrio de los ecosistemas, la seguridad de las personas y sus medios de vida. Además, se destacó la importancia del monitoreo y seguimiento permanente, involucrando la participación de las comunidades para asegurar el éxito a largo plazo de las medidas implementadas y garantizar su sostenibilidad.

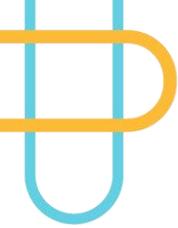
Finalmente, se consideran acciones que exigen procesos educativos y de organización de las comunidades, fundamentales para fomentar el desarrollo sostenible y el sentido de pertenencia para la creación de entornos más resilientes y equitativos.

4.8.1 Acciones de conservación

La preservación se refiere a mantener la composición, estructura y función de la biodiversidad, conforme a su dinámica natural y evitando los posibles disturbios que ocasionan las acciones humanas (antrópicos). Para la preservación ambiental de la ronda hídrica correspondiente a las quebradas la Palma y el Salado, se consideran las siguientes acciones:

- ✓ Protección de especies nativas.
- ✓ Acciones de conservación de la biodiversidad floral y de fauna propia del territorio.
- ✓ Promoción de áreas de preservación ambiental.
- ✓ Potenciar los servicios ecosistémicos de la ronda.

- ✓ Protección de nacimientos de cuerpos de agua.
- ✓ Protección de zonas con afectaciones potenciales a fenómenos de socavación.
- ✓ Sistema de restricción para el uso del suelo y del recurso hídrico en tramos donde se evidencia alteración antrópica del medio ambiente circundante.
- ✓ Potenciar en las comunidades sistemas de notificación comunitaria frente a eventos amenazantes como inundaciones, movimientos en masa o avenidas torrenciales, articuladas con la gestión del CMGRD del municipio.
- ✓ Acciones de promoción del cuidado de medio ambiente a través del diseño de programas de reciclaje y de manejo de usos adecuados del recurso ambiental.
- ✓ Incorporar acciones de educación con orientación de preservación con un enfoque de soluciones basadas en la naturaleza.
- ✓ Incluir en la agenda de la gestión ambiental y de riesgos, a la comunidad educativa del municipio, a través del PEI Proyecto Educativo Institucional.
- ✓ Programa de reforestación para la conservación del recurso hídrico.
- ✓ Implementación de sistemas convencionales y no convencionales de recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales domésticas.
- ✓ Socialización de las acciones de preservación con los grupos organizados de la comunidad.
- ✓ Contribuir a la preservación de la calidad del recurso hídrico y al bienestar de las comunidades involucradas (zona de influencia).
- ✓ Desarrollar un programa Educativo para fomentar la sostenibilidad del medio ambiente, involucrando a actores estratégicos dirigida a promover el manejo responsable y consciente del patrimonio ambiental de la ronda.
- ✓ Reforestar las zonas que se han deteriorado por eventos naturales y/o actividades antrópicas en los tramos que presentan mayor afectación.
- ✓ Implementar un programa de adquisición de terrenos estratégicos en áreas críticas para la conservación del recurso ambiental de la ronda.
- ✓ Fortalecer a los actores encargados de la Gestión de Riesgo en el municipio.
- ✓ Desarrollar mesas de trabajo con organizaciones sociales que permitan el desarrollo de acciones para la conservación de los ecosistemas de la ronda hídrica.
- ✓ Desarrollar un programa de educación y sensibilización en manejo de residuos y compostaje para reducir la contaminación generada por residuos.
- ✓ Desarrollar un programa de Educación Ambiental orientado a la lectura del territorio, biodiversidad y normatividad ambiental.



- ✓ Promover alternativas para la implementación de puntos ecológico de separación de residuos sólidos, promoviendo una cultura comunitaria que promueva la adecuada separación de residuos en sus comunidades.

4.8.2 Acciones de fortalecimiento comunitario

Promoción de acciones que posibiliten la organización social y comunitaria, permitiendo la asunción de responsabilidades grupales y de apropiación de los recursos ambientales que les son propios.

- Trabajo colaborativo de las organizaciones sociales de base en su enfoque socio ambiental de sus acciones.
- Vinculación de la agenda organizacional de los grupos a la gestión social y ambiental municipal.
- Puesta en común de ruta de trabajo en Gestión del Riesgo, entre las comunidades y la institucionalidad a través del CMGRD.
- Vinculación de todos los actores sociales organizados al CTP Consejo Territorial de Planeación.

4.8.3 Acciones de participación comunitaria

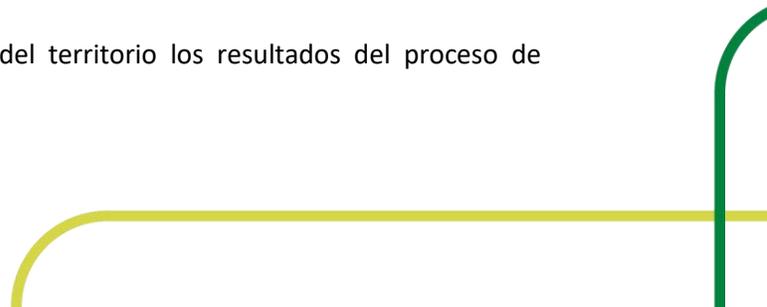
La participación comunitaria da cuenta de la vinculación de los actores a los procesos de desarrollo local y de su injerencia en la toma de decisiones de los procesos que impactan las condiciones de vida y de sus equipamientos ambientales. Es importante destacar acciones de participación comunitaria, que involucran a sus actores e interés en un trabajo articulado desde la territorialidad:

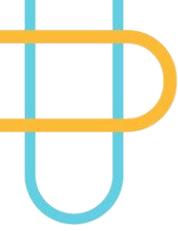
- Conocimiento y participación de proyectos ambientales vigentes en el territorio.
- Promoción de proyectos ambientales generados desde los grupos organizados a nivel municipal desde lo urbano y rural. Juntas de Acción Comunal, Juntas de Vivienda Comunitaria, organizaciones ambientales, entre otros.
- Promoción de escenarios de sensibilización y educación en asuntos relacionados con el cuidado y protección de los recursos naturales, en especial los incluidos en la ronda hídrica.
- Apoyar a emprendedores y pequeñas empresas locales.

4.8.4 Acciones para el conocimiento del ecosistema

El conocimiento del ecosistema implica un proceso de sensibilización y socialización permanente de este con todos los actores sociales del territorio, en el que se involucran acciones de toma de decisiones por el mejoramiento y conservación del patrimonio ambiental. Estas acciones deben estar enfocadas en:

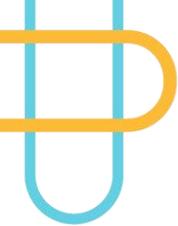
- Socializar con los grupos poblacionales del territorio los resultados del proceso de acotamiento de la ronda hídrica.





- Trasladar la información de resultados obtenidos a la comunidad educativa del territorio, articulado a proyectos ambientales del sistema educativo.
- Incentivar la concientización de la importancia de las medidas de manejo ambiental definidas, como estrategias de preservación de los recursos socioambientales del territorio.





5. DEFINICIÓN DEL LÍMITE FÍSICO DE LA RONDA HÍDRICA DEL TRAMO QUEBRADAS LA PALMA – EL SALADO

Según la guía Criterios para el acotamiento de Rondas hídricas: “la definición del límite físico de la ronda hídrica se soportará en las variables que expresan su funcionalidad. Dentro de los atributos de la funcionalidad están los procesos geomorfológicos y fluviales, de los cuales hay tres componentes físico-bióticos determinantes e interdependientes entre ellos: 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; la flora y fauna que se establecen por la interacción con los anteriores procesos.

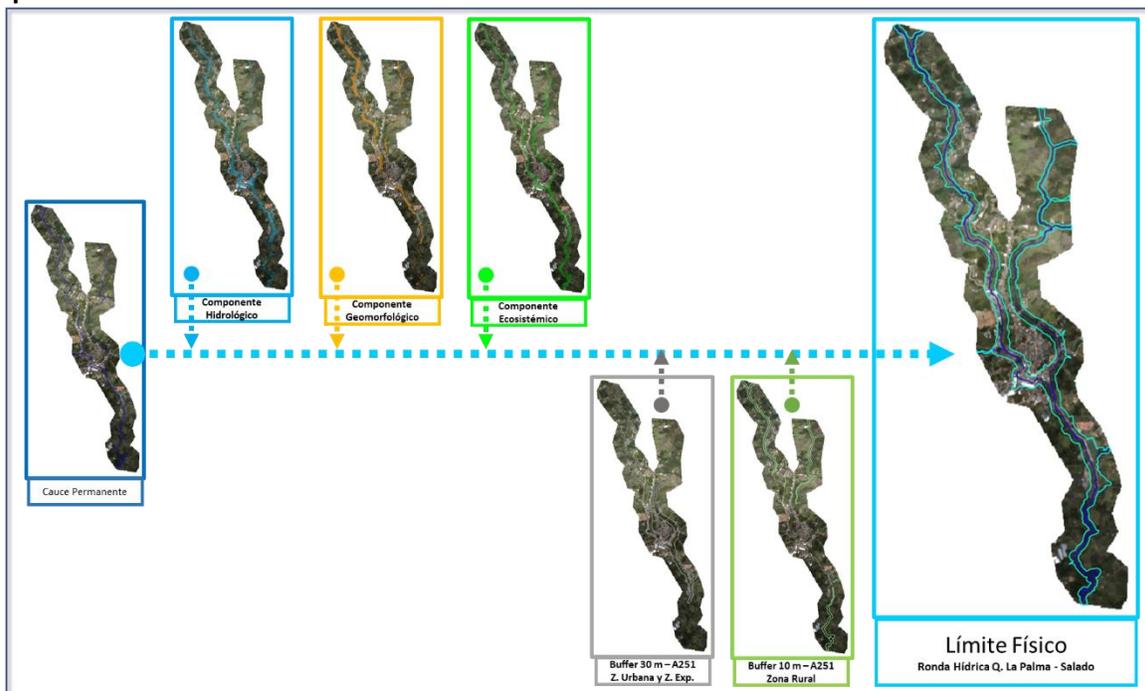
Teniendo en cuenta las relaciones intrínsecas que existen entre los tres componentes desarrollados, se establecen posteriormente las actividades para integrarlos y definir el límite físico de la ronda hídrica, cuyos resultados son la base para la definición de las estrategias para su manejo ambiental.

5.1 Generalidades de la 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.

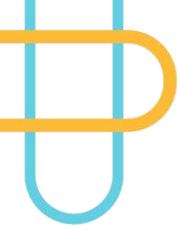
En la **Figura 113** se esquematiza el proceso cartográfico empleado para determinar la envolvente y obtener el límite físico que define la ronda hídrica en el tramo de las quebradas La Palma – El Salado.

Figura 113. Esquema de Análisis Espacial para definir el Límite físico – Envoltente Tramo quebradas La Palma – El Salado



Fuente: Elaboración propia





5.1.1 Metodología para la definición del límite físico de la ronda hídrica

El límite físico de la ronda hídrica está soportado por las variables identificadas en los tres componentes: Hidrológico, geomorfológico y ecosistémico; reconociendo que las mismas impactan su funcionalidad, ejemplo de esto son: geoformas y procesos morfodinámicos; los eventos de crecidas e inundaciones, los flujos de agua y transporte de sedimentos; la flora que se establece por las condiciones favorables de los anteriores procesos.

Las variables espaciales (como se observa en la **Figura 113**) a considerar para la definición del límite físico de la ronda hídrica son:

- El cauce permanente delimitado.
- Delimitación del Componente Hidrológico.
- Delimitación del Componente Geomorfológico.
- Delimitación del Componente Ecosistémico.

Además, se consideró el Acuerdo 251 de agosto 10 de 2011 de CORNARE, en el cual se fijan determinantes ambientales para la reglamentación de las rondas considerando los alcances de las zonas urbanas y de expansión urbana, y rurales de los municipios asentados en la subregión Valles de San Nicolás, para lo cual se definen límites no menores a 30 metros lineales luego del cauce permanente en zonas urbanas y 10 metros en zonas rurales.

5.1.2 Definición del límite físico de la ronda hídrica Quebradas La Palma – El Salado

Como resultado de la envolvente de los componentes, se obtiene el límite físico de la ronda hídrica de las quebradas La Palma – El Salado, con un área total de 45.12 Ha, que se pueden observar cartográficamente en la **Figura 114**.

En la zona rural parte alta de la quebrada La Palma, se observan anchos mínimos de 23 metros aproximadamente con una faja muy homogénea en ancho, sin ampliaciones abruptas. En la zona urbana y de expansión urbana se presentan anchos que oscilan entre 45 metros y 110 metros aproximadamente, generados por la mancha de inundación del componente hidrológico, en especial en las zonas donde se observan curvas en el cauce permanente antropizado.

En la zona rural parte alta de quebrada El Salado, se observa el límite físico con distancias que oscilan entre 21 metros y 125 metros aproximadamente en las zonas de confluencia de las fuentes hídricas, o por influencia del componente hidrológico. En la zona urbana y de expansión urbana se presentan en el límite físico, anchos que oscilan entre 75 metros y 138 metros aproximadamente, generados por la mancha de inundación del componente hidrológico, en especial en las zonas donde se observan curvas en el cauce permanente antropizado.

En la zona rural parte baja del límite físico de la quebrada El Salado, se observan anchos que oscilan entre 35 m y 60 m aproximadamente, con algunas zonas entre 70 metros y 140 metros, específicamente en las zonas de meandros, o por influencia del componente hidrológico.



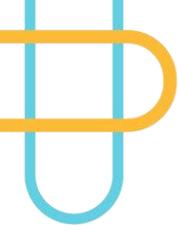
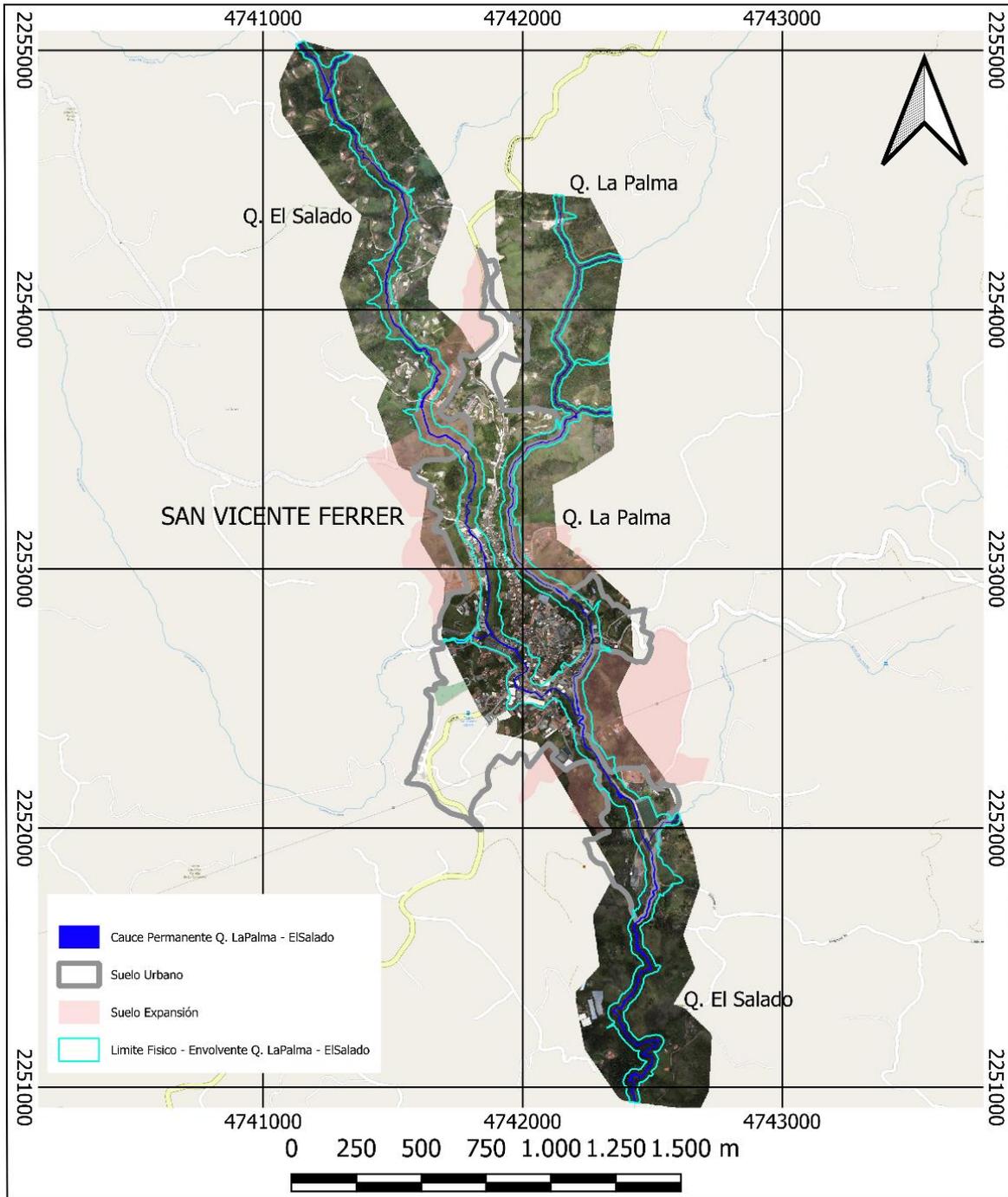
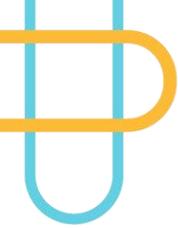


Figura 114. Limite físico – Envoltente Tramo quebradas La Palma – El Salado



Fuente: Elaboración propia – SIAR Cornare





5.2 Generalidades de Identificación de los elementos constituyentes de la ronda hídrica

Según lo planteado por el artículo 206 de la ley 1450 de 2011 el límite físico de la ronda hídrica está compuesto dos elementos constituyentes, estos son:

1. Según literal d) del artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974, corresponde al primer elemento constituyente la faja paralela a los cuerpos de agua. Esta fue delimitada tomando como factor fundamental el límite de la envolvente correspondiente a la componente hidrológica, y condicionada a que su extensión no es mayor a 30 metros lineales, a partir del cauce permanente.
2. Según el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011, corresponde al segundo elemento constituyente el área de protección o conservación aferente, entendiendo la misma como la superficie que contiene la extensión que supera los 30 metros de la componente hidrológica, además de la integración de las componentes geomorfológica y ecosistémica.

De acuerdo con lo anterior, el componente hidrológico (tanto para cuerpos de agua con modificaciones considerables en su morfología o los que no) es el criterio con base en el cual se define el primer elemento de la ronda hídrica, esto es, la faja paralela a que refiere el literal d) del artículo 83 del Decreto-Ley 2811 de 1974.

El primer elemento constituyente de la ronda hídrica (según lo descrito en el numeral anterior) corresponde a la faja paralela al cauce permanente, esta se generó a partir de la envolvente del componente hidrológico de la ronda hídrica, teniendo en cuenta que la faja paralela no supere en extensión los 30 metros a partir del cauce permanente. Es decir que, si el componente hidrológico comprende una extensión mayor a los 30 metros, este será el límite de la faja; en caso contrario, la faja paralela corresponderá al límite del componente hidrológico. La porción de la envolvente que este fuera de estos 30 metros pasara a tenerse en cuenta para la generación del área de protección o conservación aferente; la porción que no supere o sea igual a esos 30 metros configura la faja paralela del cauce permanente.

El segundo elemento constituyente de la ronda hídrica (según lo descrito en el numeral anterior) corresponde al área de protección o conservación aferente, este se generó cartográficamente a partir de la porción de la envolvente hidrológica mayor a los 30 metros de la faja paralela al cauce permanente y adicionando las envolventes de los componentes ecosistémicos y geomorfológicos.

En la **Figura 115** se observan los elementos constituyentes de la Ronda Hídrica quebradas La Palma – El Salado, los cuales son:

- El cauce permanente.
- La faja paralela.
- El área de protección o conservación aferente.



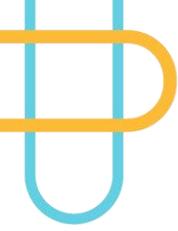
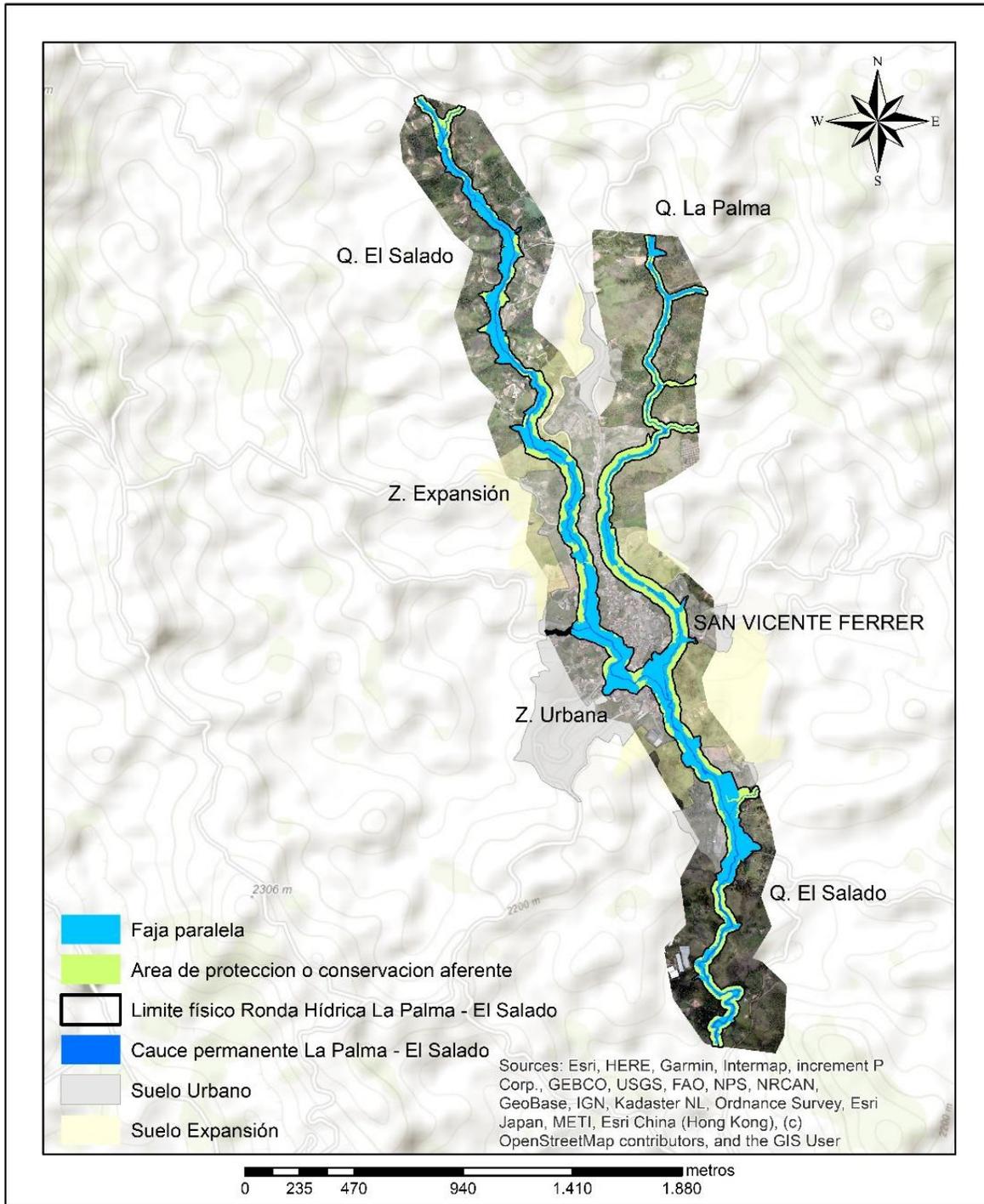


Figura 115. Elementos constituyentes de la Ronda Hídrica quebradas La Palma – El Salado



Fuente: Elaboración propia – SIAR Cornare



6. COMPONENTE INTEGRADORA

Según lo definido en la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de la Ronda Hídrica en Colombia, se integran en el análisis espacial el cauce permanente definido, el límite físico y la identificación de los elementos constituyentes de la ronda hídrica; integrando además, la identificación de actores, servicios ecosistémicos y las medidas de manejo ambiental, planteadas para cada una de las estrategias, vinculadas a la zonificación ambiental, de manera general para la ronda hídrica y de forma específica y de detalle para los sectores del tramo que la integran.

En el caso particular del municipio San Vicente Ferrer, se observa cómo se han desarrollado asentamientos humanos y actividades productivas muy próximos a las quebradas La Palma – El Salado, como se analizó en las coberturas en el límite físico desde el componente ecosistémico.

Las formas de ocupación del territorio, usos de la tierra, aprovechamiento de los recursos naturales y el emplazamiento de infraestructuras públicas y privadas (en especial viviendas urbanas, dentro del cauce permanente y en la zona con condición de amenaza por inundación), que a futuro pueden generar impactos significativos en las funciones hidrológicas, ecosistémicas y geomorfológicas, de la ronda hídrica de las quebradas La Palma – El Salado. Es por esto que para evitar la generación de condiciones de riesgo por inundación que afecten personas, bienes y servicios se requiere definir al interior de la ronda delimitada las estrategias para el manejo ambiental en procura de su preservación, restauración o uso sostenible.

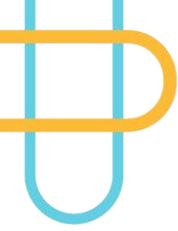
La componente integradora para la definición de las medidas de manejo ambiental, considera en su análisis y zonificación los siguientes factores:

- Las áreas que presentaban características similares desde el punto de vista de los resultados del límite físico, como insumo para la determinación de la zonificación ambiental.
- Las proyecciones que se tienen desde los actores como posibles escenarios de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables dentro de la ronda hídrica.
- La identificación de los servicios ecosistémicos que presta, con el fin de establecer las estrategias que orienten los futuros procesos de ordenamiento ambiental del territorio.
- El resultado de la delimitación física de la ronda hídrica (a partir de sus componentes geomorfológico, hidrológico y ecosistémico), identificando en esta, su ocupación y uso del suelo, discriminándola en suelo urbano y rural.

En la **Figura 115** se observan los elementos constituyentes de la Ronda Hídrica quebradas La Palma – El Salado, los cuales son:

- El cauce permanente.
- La faja paralela.
- El área de protección o conservación aferente

Luego de haber sido identificados los elementos constituyentes de la ronda hídrica de las quebradas La Palma – El Salado, y a través de la caracterización de la dimensión espacial y de los servicios ecosistémicos que se prestan al interior de la ronda hídrica, se procede a definir la zonificación ambiental - estrategias para el manejo ambiental de la ronda hídrica, clasificándolas en: estrategias relacionadas con la preservación, la restauración y el uso sostenible. La definición de las mismas busca superar los conflictos de usos de la tierra identificados, el mantenimiento de la oferta hídrica



y la conservación de los servicios ecosistémicos, además de la expedición de normas que se constituyan como determinante ambiental para su incorporación en los instrumentos de planificación en la escala municipal.

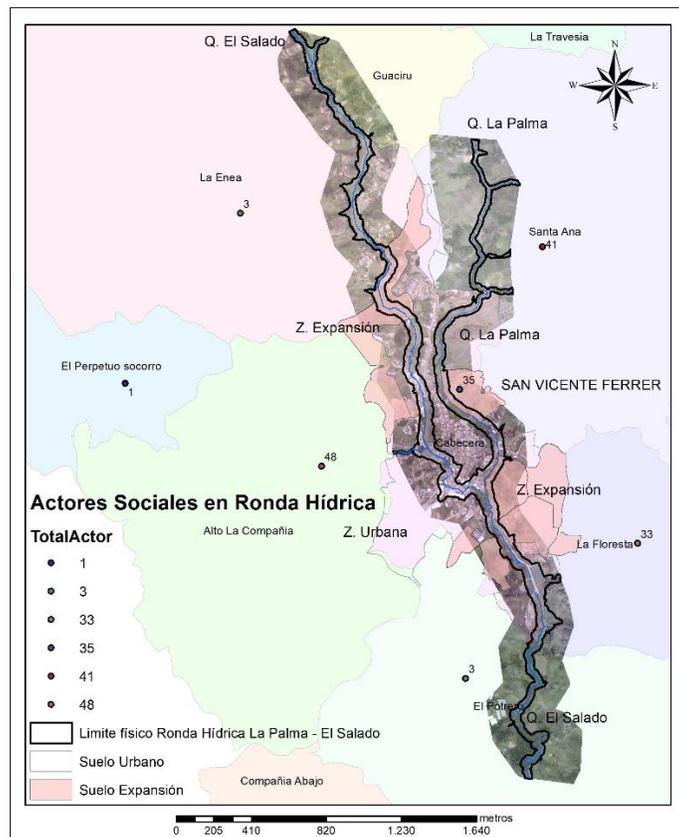
En los numerales siguientes se dará cuenta de los resultados que arrojó el análisis de los factores antes mencionados.

6.1 Actores asentados en la ronda hídrica acotada

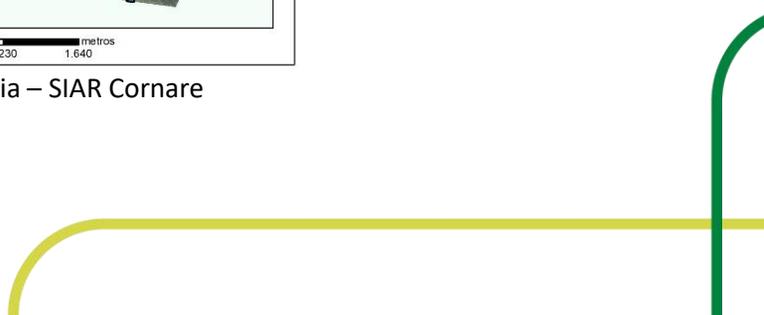
Luego de haber sido delimitada físicamente la ronda hídrica, se procedió a la identificación de los actores asentados en la misma; posteriormente a través de procesos participativos, se identificaron de la mano de la comunidad los servicios ecosistémicos presentes en la ronda, a través de encuestas y reuniones; a partir de los mismos el equipo técnico procedió a la definición de estrategias para el manejo integral de la ronda, considerando el análisis integral de las dimensiones físico-biótica y socioeconómica.

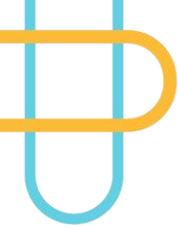
Luego de definidas las medidas de manejo ambiental de la ronda hídrica, las mismas serán socializadas con los actores identificados con el propósito transferir el conocimiento de los resultados del estudio de acotamiento de la ronda hídrica y con ello promover la responsabilidad colectiva y la concientización relacionada con la importancia de estas áreas del territorio, constituyéndose en veedores frente a la implementación de las estrategias para el manejo ambiental propuestas.

Figura 116. Actores Sociales en la Ronda Hídrica La Palma – El Salado



Fuente: Elaboración propia – SIAR Cornare





6.2 Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos se entienden como aquellos beneficios que tenemos los seres humanos por parte de los ecosistemas y la biodiversidad soporta gran parte de ellos. Estos servicios pueden ser de apoyo, de aprovisionamiento, de regulación y culturales. De ellos dependemos las generaciones presentes y las futuras.

Para la definición de las estrategias para el manejo ambiental de la ronda hídrica se retomó (según recomienda la guía Criterios para el acotamiento de Rondas hídricas) la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos – PNGIBSE- (Minambiente, 2012), en la cual se establece que 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. En esta Política los servicios ecosistémicos se clasifican en los siguientes tipos:

- Servicios de regulación

Se refieren a los beneficios producidos por la regulación o los procesos ecosistémicos, tales como la regulación hídrica y almacenamiento y captura de carbono. En relación con estos servicios de regulación, las comunidades en los talleres y entrevistas no reconocen este tipo de servicios ecosistémicos.

- Servicios de soporte

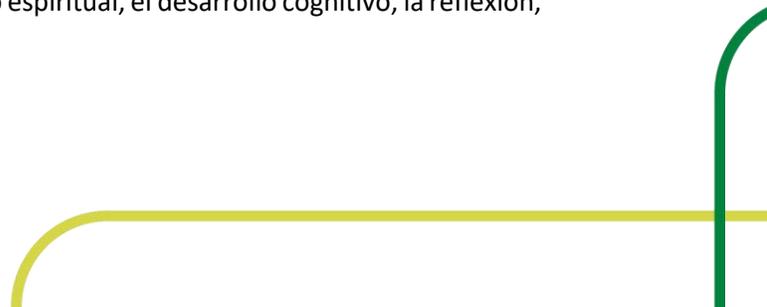
Son necesarios para la prestación de los demás servicios, especialmente los de aprovisionamiento. Aunque este tipo de servicios no han sido suficientemente estudiados, entre ellos se pueden incluir, la producción primaria, la formación del suelo y el ciclo de nutrientes. En los criterios de la presente guía, estos servicios se abordan en los tres componentes que definen el límite físico de la ronda hídrica. Las comunidades en los talleres y entrevistas, no reconocen este tipo de servicios ecosistémicos.

- Servicios de aprovisionamiento

Son los bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas. Generalmente los bienes se separan de los servicios para efectos de los estudios de valoración que se realizan como requerimiento de los instrumentos de planificación o administración de los recursos naturales renovables. En los criterios de la presente guía, estos servicios están relacionados con los usos de la tierra y las actividades socioeconómicas que dependen de los recursos de la ronda hídrica. Las comunidades realizan actividades agropecuarias al interior de la ronda hídrica, con el uso del recurso hídrico para riegos y abrevaderos; se aprovecha insipientemente leña y madera para uso domésticos.

- Servicios culturales

Son beneficios no materiales, tales como la recreación, la contemplación y el turismo, que involucran en muchos casos las decisiones sobre la conservación o protección de ecosistemas. Estos beneficios son obtenidos a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas.



Al interior de la Ronda Hídrica, se identifican tres puentes con valor histórico; pero los mismos se identifican por la comunidad, como insuficientes para las crecientes frecuentes. Existen hospedajes rurales insipiente, con recordación de antiguos usos de las quebradas como paseaderos, pero no con charcos identificados o reconocidos por la comunidad.

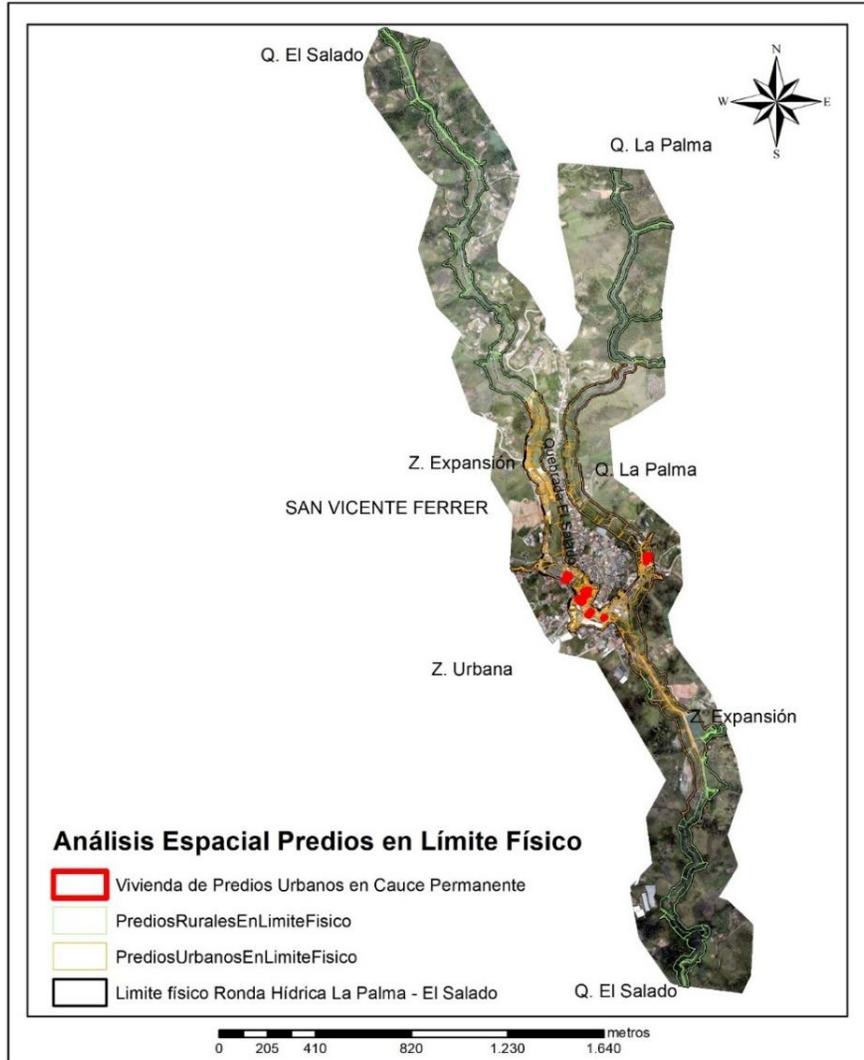
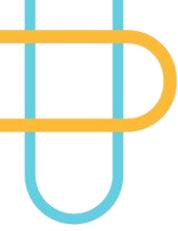
Desde el componente Ecosistémico y el Social, se identificaron algunos servicios ecosistémicos y se procedió a definir estrategias para el manejo ambiental que sean compatibles con la funcionalidad de la ronda hídrica.

A continuación, se relacionan los servicios ecosistémicos presentes en el área correspondiente a la delimitación física de la Ronda Hídrica de las quebradas La Palma – El Salado por recurso, según la información recogida en el proceso participativo con los actores sociales asentados en dicha área.

- Recurso hídrico: uso del agua para consumo humano, riego de cultivos, descargas y vertimientos, otras demandas sectoriales.
- Recurso bosque: recolección de madera, leña, y otros subproductos secundarios del bosque (fibras - fique, bejucos, flores, hojas, cortezas, raíces, semillas, etc.). También la caza y otros productos derivados del aprovechamiento de la fauna; aunque no se hace mención directa por las comunidades en el presente; sino como una recordación del pasado.
- Actividades económicas o de servicios: agricultura y ganadería temporal o permanente; turismo rural incipiente, vivienda y redes de servicios públicos (Captaciones para acueductos veredales, redes de acueducto y alcantarillado; ubicación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, infraestructura vial rural y urbana, redes de colectores y emisario final, obras hidráulicas, puentes, entre otros.

6.3. Identificación de construcciones sobre el cauce permanente

Como característica particular evidenciada en el presente estudio técnico para las quebradas El Salado y La Palma en el municipio de San Vicente Ferrer, se identificaron algunos elementos estructurales asociados a residencias y viviendas al interior del cauce permanente de las fuentes, las cuales se relacionan a continuación de forma general.



En la **Tabla 48** se presentan los pk predios de 10 viviendas dentro del Cauce Permanente en Zona Urbana en las quebradas La Palma – El Salado.

Tabla 48. Predios con viviendas dentro del cauce permanente en la Ronda Hídrica

Pk PREDIOS
674100100100130000
674100100100130000
674100100100030003
674100100100290001
674100100100290004
674100100100290001
674100100100170009
674100100100130002
674100100100050004
674100100100480000

Fuente: Catastro - SIAR



6.4 Conclusiones generales a raíz de los componentes técnicos

El cauce de La Palma y El Salado han sido clasificados en su totalidad como de tipo recto, aunque presentan pequeñas secciones con curvaturas pronunciadas. En la parte alta de las cuencas, así como en el área urbana, se observa que, a pesar de la presencia de sectores encañonados, como en el caso de La Palma hacia el oriente, la curvatura del cauce no es particularmente significativa.

Ahora bien, en la zona urbana, la morfología del cauce de las quebradas ha sido significativamente alterada por la intervención antrópica, lo que ha generado un trazado rectificado y confinado mediante estructuras de control fluvial, como gaviones y muros de contención. Estas modificaciones han limitado la dinámica natural del cauce, reduciendo su capacidad de meandrizaje y alterando los procesos de erosión y sedimentación con el propósito de estabilizar las márgenes y proteger la infraestructura urbana.

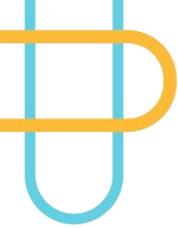
El crecimiento urbanístico en San Vicente se ha extendido hacia las laderas debido a la constante amenaza de inundación en las zonas bajas, las cuales ya se encuentran ocupadas. Sin embargo, a pesar del riesgo evidente, la expansión de construcciones en las planicies ribereñas continúa de manera preocupante, incrementando la vulnerabilidad de la población ante eventos de inundación.

Se identifica que las fuentes se caracterizan por exponer una alteración de su dinámica fluvial a través de actividades antrópicas de urbanización en llanuras de inundación, canalización de tramos y ocupación del cauce permanente con infraestructura y viviendas, lo que ha generado la reducción crítica de su capacidad hidráulica y la alteración significativa en la extensión y distribución de su mancha de inundación.

La condición anterior se manifiesta principalmente, mediante desbordamientos laterales en tres zonas estratégicas de la zona urbana del municipio: (1) la Plaza de Mercado, (2) el sector del Parque Lineal y (3) la Cancha Sintética. Esta situación se replica de manera crítica en la confluencia de las quebradas de estudio, donde hay un desplazamiento de la mancha de inundación debido al estrangulamiento del canal y sus llanuras.

Adicionalmente, la evaluación de la capacidad hidráulica de las obras de paso sobre el tramo de estudio permite identificar que de las 23 existentes (Tabla 26), 20 no poseen capacidad hidráulica para permitir el libre tránsito de la creciente asociada al período de retorno de los 100 años y 18 no cuentan con capacidad hidráulica para el período de retorno de los 15 años, propiciando una mayor recurrencia en las afectaciones. Bajo lo anterior, se evidencia la necesidad de que dichas obras asociadas a alcantarillas, puentes y box culvert, sean objeto de estudios, diseños y gradualmente (de acuerdo con un plan de prioridad), sean reemplazados por estructuras que mejoren la capacidad hidráulica y garanticen su estabilidad estructural.

Finalmente, en las cuencas de estudio se evidencio una alta fragmentación de las coberturas vegetales, identificando desde bosques de galería y ripario, bosques fragmentados y vegetación secundaria o en transición que denotan actividades de conservación y preservación, y también coberturas que en cambio muestran la alteración de la que han sido objeto las cuencas de estudio por el emplazamiento de facilidades estructurales, el desarrollo vial, la ejecución de actividades económicas con finalidades pecuarias extensivas y agrícolas, además de la expansión del tejido urbano del municipio de San Vicente Ferrer sobre la franja paralela de los sistemas hídricos en mención; de ahí que, las coberturas más representativas sean los pastos limpios, las zonas



pantanosas (muchas veces inmersas en pastos limpios con vocación ganadera), y la cobertura urbana.

6.5 Definición de estrategias de manejo ambiental en la ronda hídrica de las Quebradas La Palma - El Salado

Como lo plantea la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia, es la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (Minambiente, 2012), la cual define las estrategias de manejo ambiental, partiendo del concepto de conservación, entendido el mismo como: "un concepto que trasciende la visión asociada exclusivamente a la preservación de la naturaleza, la conservación debe ser entendida y gestionada como una propiedad emergente, generada a partir del balance entre acciones de preservación, uso sostenible, generación de conocimiento y restauración de la biodiversidad, de manera que se mantenga o incremente la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos y con ella el suministro de servicios ecosistémicos fundamentales para el bienestar humano".

Una vez identificados los elementos constituyentes de la ronda hídrica de las quebradas La Palma – El Salado, y a través de la caracterización de la dimensión espacial y de los servicios ecosistémicos que se prestan al interior de la ronda hídrica, buscando incrementar la resiliencia de los sistemas socioecológicos, se presentan una serie de medidas enmarcadas en tres (3) categorías: Preservación, Restauración y Uso sostenible, tal como se desarrollan en el presente capítulo.

La ronda hídrica tiene un área total de 43.49 Ha, discriminadas de la siguiente manera:

- Cauce permanente: 4.18 Ha.
- Zona de Preservación: 26.45 Ha.
- Zona de Restauración: 3.88 Ha.
- Zona de Uso Sostenible: 8.98 Ha.



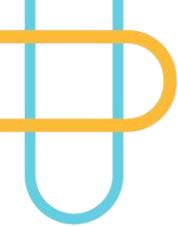
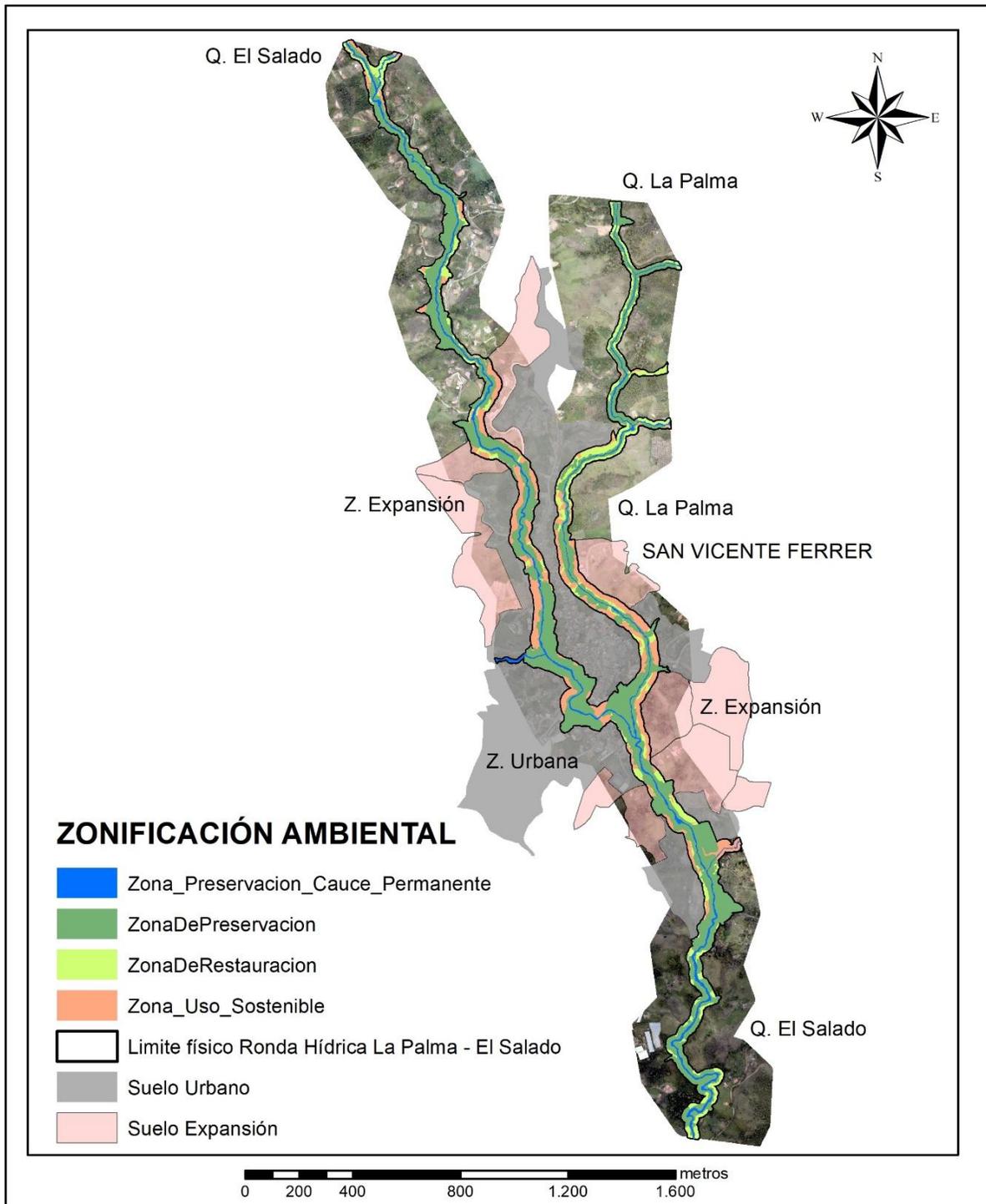
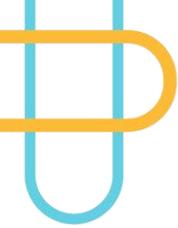


Figura 117. Zonificación ambiental Ronda Hídrica Tramo La Palma – El Salado



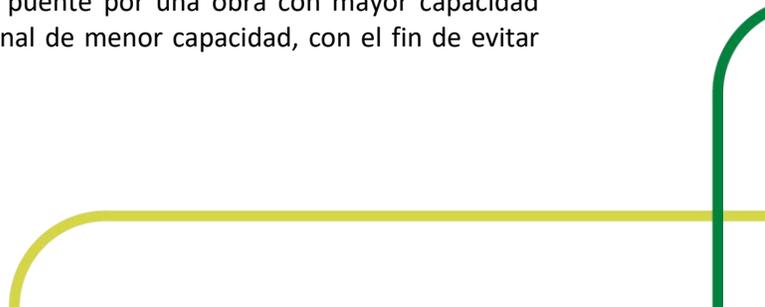
Fuente: Elaboración propia – SIAR Cornare





LINEAMIENTOS GENERALES AL INTERIOR DE LA RONDA HÍDRICA:

- En la zona urbana donde se presenta intervención con construcciones de cimientos y viviendas dentro del cauce permanente y los taludes laterales, el municipio debe elaborar y presentar a Cornare un plan de intervención con medidas de manejo y propender por la restauración del cauce permanente. Además, debe evitar la ocupación con futuras intervenciones antrópicas. Se exceptúan, las obras de mitigación de desbordamiento, estabilización de laderas y taludes y otros instrumentos que se adecuen bajo los respectivos proyectos y/o autorizaciones pertinentes.
- Lo anterior deberá estar acompañado de acciones de inspección y control, específicamente hacia las estructuras cimentadas al interior del cauce, considerando prioritarias las medidas de protección ante la configuración de una situación de riesgo.
- El Municipio de San Vicente, dentro de sus procesos de actualización de su instrumento de planificación (PBOT) podrá delimitar los tratamientos de renovación urbana o el que aplique según su conveniencia, y planificar el desarrollo de actividades tendientes a adaptar las obras de paso conforme a las condiciones hidráulicas en los puntos localizados en las Quebradas La Palma – El Salado, Zona Urbana y Zona de Expansión (Puentes 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22 y Box Couvert 19). La Planificación y posterior ejecución de las obras de adaptación deben incluir criterios de priorización de riesgo consideren los efectos de la socavación en las obras y la dinámica sedimentológica natural.
- Se solicita al municipio la revisión y control de puentes privados provisionales principalmente para el cruce del ganado, que se ubican de manera permanente en la zona rural y que se adecuaron al mismo nivel de la corriente generando obstrucción y socavaciones marginales.
- Se solicita al municipio dar prioridad en el plan intervención con las medidas de manejo, al antiguo puente localizado en la zona de salida hacia el municipio de Concepción, donde fue construido el Puente # 8, ya que presenta susceptibilidad a la acumulación de empalizadas y residuos, lo cual aumenta la probabilidad de desbordamiento del flujo.
- Las obras deberán incorporarse en proyectos de corto o mediano plazo del programa de ejecuciones del PBOT en los instrumentos de planificación respectivos, orientados a la estabilidad de la estructura, de las viviendas que puedan afectarse con la presencia de la obra y a la mitigación de las crecientes de la quebrada.
- Se solicita proyectar en los instrumentos de planificación del municipio, bien sea de obras públicas, PBOT, o servicios públicos o el que aplique, los estudios hidráulicos de detalle en las obras de paso (Alcantarilla No. 1, Puentes 2, 3, 4 y 5), localizados en la Quebrada El Salado, parte alta de la zona rural, ya que se evidenció capacidad hidráulica insuficiente. Se recomienda que los estudios consideren los efectos de la socavación en las obras y la dinámica sedimentológica natural.
- Cuando se actualice una estructura de tipo puente por una obra con mayor capacidad hidráulica, se debe retirar la estructura original de menor capacidad, con el fin de evitar



represamientos y controles hidráulicos que puedan agravar la magnitud de las inundaciones.

- Las empresas de servicios públicos, acueductos veredales o asociaciones que presente servicios públicos o aquellas que realicen cruces de redes de servicios que se encuentren por debajo del galibo de los puentes existentes, deben realizar un inventario de estas y proponer y ejecutar intervención a corto plazo, con el fin de evitar el represamiento u obstrucción con empalizadas y residuos, generado por estos cruces (evaluando previamente la necesidad de requerir autorización de ocupación de cauce).

Una vez realizado la identificación, se debe proponer la solución que evite la interferencia del cruce, con la capacidad hidráulica de las quebradas, garantizando que siempre estarán por encima del galibo actual del puente.

6.5.1 Estrategias de Preservación

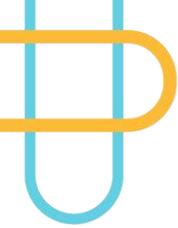
La preservación se refiere a mantener la composición, estructura y función de la biodiversidad, conforme a la dinámica natural y evitando posibles intervenciones u ocupaciones humanas que alteren o modifiquen la misma.

Las estrategias de preservación buscan evitar la alteración, degradación o transformación por actividades antrópicas, incorporando así, medidas de protección, regulación, ordenamiento, control y vigilancia dirigidas al mantenimiento de los atributos de la ronda hídrica y, a su vez, asegurar que sucesos tales como inundaciones, erosión, avenidas torrenciales, movimientos en masa, que pudieran presentarse, no tengan incidencia sobre las comunidades, actividades económicas e infraestructura presente.

Para la zona de preservación de las quebradas La Palma - El Salado, se plantean las siguientes estrategias:

- Las zonas caracterizadas como llanuras, que regulan las inundaciones asociadas al período de retorno de los cien años (Tr100) de las quebradas La Palma y El Salado, así como las zonas de ribera erosionadas, deberán ser conservados garantizando su función como reguladores naturales de la dinámica fluvial.
- Se considera importante que, en las áreas aledañas a la zona urbana del municipio de San Vicente Ferrer, se realice la evaluación de sectores erosionados y las riberas desprovistas de vegetación, en áreas ocupadas, priorizando acciones de recuperación para mitigar los posibles eventos de riesgo que pudieran configurarse en épocas de crecientes.
- Al interior de las zonas de preservación que presentan ocupación por las viviendas e infraestructura en la cabecera urbana del municipio de San Vicente Ferrer, deben ser atendidas con prioridad desde la administración municipal, particularmente en aquellos puntos donde se identifique riesgo para la vida e integridad de las personas, infraestructura y obras civiles existentes, a causa de eventos asociados al comportamiento de la corriente y sus afluentes.

- De conformidad con lo previsto en las Leyes 388 de 1997 y 1523 de 2012 y el Decreto 1077 de 2015 y demás normas asociadas, cuando se delimiten áreas de riesgo no mitigable, el municipio debe incluir en sus decisiones las restricciones de uso y ocupación con miras a la prohibición de licencias de construcción para realizar edificaciones en estos predios. De igual manera, corresponderá a los municipios definir los programas para el manejo y control de las áreas liberadas con el fin de evitar que estas sean habitadas nuevamente.
- En los relictos de bosque fragmentado localizados en la parte alta de la cuenca de la quebrada La Palma, deberán conservarse los nichos biológicos y propender por generar conectividad con las zonas de pastos limpios y bosque fragmentado aledaños, para fortalecer la vegetación nativa al interior de dicha zona y aportar a los procesos de mitigación de las crecientes de las quebradas.
- La tala de árboles al interior de esta zona solamente podrá realizarse cuando se presente la condición de emergencia (tala de emergencia), previo conocimiento y/o autorización de Cornare.
- Se podrán implementar proyectos de parques lineales con diseños que aseguren las funcionalidades hidráulica, geomorfológica y ecosistémica de la ronda, así, como proyectos ecológicos de contemplación del paisaje, formación y educación ambiental. El desarrollo de estas actividades deberá ser diseñadas en función de la conservación de la ronda hídrica y serán objeto de evaluación y aprobación por parte de la Autoridad Ambiental.
- Los sistemas de tratamiento de aguas residuales deberán localizarse por fuera de la zona de preservación, excepto condiciones técnicas específicas que sean adecuadamente soportadas por los municipios en los estudios y diseños técnicos, y en dicho podrán ocupar hasta la mancha de inundación asociada al período de retorno de los 25 años ($Tr=25$), de manera tal que se garantice el adecuado funcionamiento del sistema ante eventos adversos de inundación o similares. siempre y cuando se concierten con Cornare, y se tramiten los permisos respectivos.
- En las áreas susceptibles a la inundación determinadas a través de la delimitación del componente hidrológico, no se permitirá la construcción de canales o drenes de desecamiento y el ente territorial deberá aplicar las disposiciones sobre el riesgo dispuestas en el Decreto 1077 de 2015 o aquellas normas modificatorias, complementarias y/o sustitutivas.
- No se permitirá la construcción de infraestructura residencial, comercial, de servicios ni equipamientos de salud, educación, bienestar social, cultural y/o deportivos, al interior de la zona de preservación de la ronda hídrica. Tampoco se permitirá la ampliación o mejoramiento de estas infraestructuras que implique nuevos desarrollos. Las viviendas que ya se encuentren en su interior deberán ser priorizadas para los programas y proyectos de reubicación del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del respectivo municipio.
- Para aquellas solicitudes de modificación de las licencias urbanísticas que se ubiquen en esta zona, no podrán autorizarse nuevos desarrollos o alguno que contraríe lo expuesto en esta categoría.



6.5.2 Estrategias de Restauración

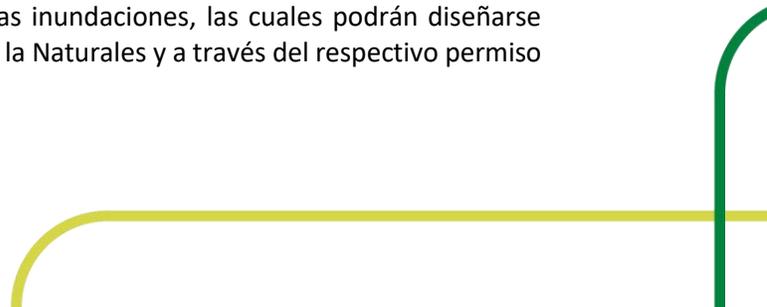
La restauración se enfoca en restablecer parcial o totalmente la composición, estructura y función de la biodiversidad, en aquellas áreas que han sido objeto de intervención y donde puede restituirse el ecosistema natural, bajo las premisas de conservación – restauración de corredores biológicos y el restablecimiento parcial o total de dicha composición, estructura y función.

Las estrategias de restauración comprenden las actividades de recuperación y rehabilitación de ecosistemas a través del manejo, la repoblación, la reintroducción, trasplante de especies, enriquecimiento y manejo de hábitats, dirigidas a recuperar los atributos de la biodiversidad. Generalmente las zonas de restauración se asocian con áreas degradadas o erosionadas, rastrojos altos que permitan la sucesión natural y recuperación de suelos, zonas donde se puedan establecer corredores entre fragmentos de bosque y riberas de los cauces de agua.

La identificación de las zonas de restauración se realiza teniendo en cuenta las áreas que hayan sido alteradas o degradadas que contribuyan a la conectividad ecológica, donde pueda rehabilitarse el ecosistema natural con el fin de restaurar y mantener los corredores biológicos.

Para la zona de restauración de las quebradas La Palma - El Salado, se definen las siguientes estrategias:

- En esta zona se debe dar prioridad a la reforestación con especies nativas, motivando la instalación de viveros comunitarios en la zona de influencia de la ronda hídrica (viveros transitorios o permanentes integrando a la comunidad).
- Fomentar la reforestación, enriquecimiento, repoblación, reintroducción y trasplante de especies nativas especialmente en la zona de restauración.
- Restauración activa o pasiva.
- La tala de árboles al interior de esta zona solamente podrá realizarse cuando se presente la condición de emergencia, (tala de emergencia) o para obras de interés público, previa validación de las condiciones del proyecto y previo conocimiento y/o autorización de Cornare.
- Integrar las espacialidades públicas – ornato o paisaje urbanos, con la recuperación de corredores verdes que garanticen la conectividad biológica y funcionalidad de los corredores verdes, entre diferentes sectores o tramos de la ronda hídrica y en recuperar los servicios ecosistémicos que estas coberturas boscosas ofertan dentro el suelo urbano.
- Desarrollo de actividades y programas relacionada con la educación ambiental.
- Plantaciones de árboles en los linderos y cercas vivas.
- En la zona de restauración se permitirá el establecimiento y adecuación de obras civiles orientadas a la protección y mitigación de las inundaciones, las cuales podrán diseñarse acogiéndose criterios de Soluciones Basadas en la Naturales y a través del respectivo permiso de la Autoridad ambiental.



- En las partes altas y bajas de las cuencas donde predominan las coberturas de pastos y bosques fragmentados, se requiere dar continuidad a los procesos de conectividad ecológica y fortalecimiento de las coberturas vegetales priorizando acciones de implementación de coberturas verdes y Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible -SUD's.
- Rehabilitación y recuperación de áreas degradadas por actividades antrópicas y recuperación de laderas y orillas.
- Promover y participar en la reforestación de las cuencas de los drenajes principales, incluyendo las laderas y riberas.
- Implementación y/o adecuación de infraestructura de servicios públicos, parques lineales e infraestructura de movilidad, siempre y cuando no generen obstrucciones al libre escurrimiento de la corriente y se sustenten en estudios y diseños técnicos concertados previamente con Cornare.
- No deberá autorizarse o implementarse la construcción de infraestructura residencial, comercial, de servicios ni equipamientos de salud, educación, bienestar social, cultural y/o deportivos. Tampoco se permitirá el mejoramiento de esta cuando implique ampliaciones o nuevos desarrollos.
- Todas las demás actividades permitidas en la zona de preservación.

6.5.3 Estrategias de Uso Sostenible

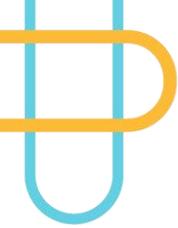
Las áreas de uso sostenible corresponden a las áreas resultantes de la zonificación ambiental, posterior a la definición de las zonas de preservación por sus condiciones hidrológicas e hidráulicas y las zonas de restauración identificadas principalmente para la protección y recuperación de la vegetación prioritaria para el mantenimiento de las funciones de la ronda hídrica. En general las zonas de Uso Sostenible se asocian a las geoformas de la dinámica fluvial, que se extienden en mayor proporción frente a la mancha de inundación y el componente ecosistémico.

En la zona de Uso Sostenible podrán permitirse actividades que no afecten la funcionalidad de la ronda hídrica pero que, en todo caso, tengan un propósito general para la potencialización de los modelos de ocupación urbano – rurales de los entes territoriales y del disfrute de las comunidades locales, de forma liviana, sin intervenciones en pisos duros, siempre conservando la vegetación existente y con criterios de sostenibilidad ambiental y cambio climático.

Las siguientes son las medidas de manejo ambiental en la Zona de Uso Sostenible:

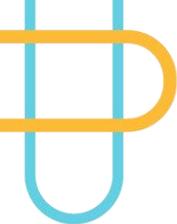
- Establecimiento de sistemas agrícolas siempre y cuando se implementen tecnologías limpias y/o agroecológicas, no se genere un detrimento en la cobertura boscosa existente y no se cause afectación a la composición, estructura y funcionalidad de la ronda hídrica.

- Implementación y/o adecuación de infraestructura de servicios públicos, parques lineales e infraestructura de movilidad, siempre y cuando no generen obstrucciones al libre escurrimiento de la corriente y se sustenten en estudios y diseños técnicos concertados previamente con Cornare.
- En la zona de Uso Sostenible se permitirá el establecimiento y adecuación de obras civiles orientadas a la protección y mitigación de las inundaciones, las cuales podrán diseñarse acogiendo criterios de solución basados en la naturaleza y a través del respectivo permiso de la Autoridad ambiental.
- Infraestructura liviana asociada a actividades agrícolas, ecoturísticas, agroturísticas y de educación ambiental siempre y cuando no generen obstrucciones al libre escurrimiento de la corriente y se sustenten en estudios y diseños técnicos concertados previamente con Cornare.
- Todas las demás actividades permitidas en la zona de preservación y restauración.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzate, F; Idárraga, A & DAÍAZ, O. (2013). Flora de los bosques montanos de Medellín.
- Antioquia. (2017). Encuesta de Calidad de Vida de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación.
- Arcement, G. S. (1989). Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains. Water-Supply Paper 2339, US Geological Survey.
- Boletín económico municipal San Vicente Ferrer. (2023). Análisis de desarrollo económico y social del municipio.
- Botero Arango, G. (1963). Contribución al conocimiento de la geología de la zona central de Antioquia. Anales de La Facultad Nacional de Minas, 57, 1–102.
- Bradbury, K. R., Dripps, W., Hankley, C., Anderson, M. P., & Potter, K. W. (2000). Refinement of Two Methods for Estimation of Groundwater Recharge Rates, Final Project Report to Wisconsin Department of Natural Resources. Madison.
- Carvajal, J. (2012). Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. Servicio Geológico Colombiano. <https://doi.org/10.32685/9789589952825>
- Chow, V. t. (1994). Hidraulica de canales abiertos. Illinois: McGraw-Hill.
- Chow, V. T., Maidment, D., & Mays, L. (1994). Hidrología Aplicada. McGRAW-HILL.
- Chow, V. T., Maidment, D., & Mays, L. (1994). Hidrología Aplicada. McGraw Hill.
- CONSORCIO POMCAS ORIENTE ANTIOQUEÑO. (2016). FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO NEGRO (CÓDIGO 2308-01).
- CORNARE. (2024). Guía técnica para la gestión de rondas hídricas. Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare.
- CORNARE. (2025). Informe técnico de acotamiento de la ronda hídrica Tramo Quebradas La Palma – El Salado. Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare.
- Cubas, M. (2010). Planificación estratégica en la gestión ambiental. Editorial Universitaria.
- DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- DANE. (2018). Proyección de población y análisis territorial. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2016). Política de enfoque diferencial en la gestión ambiental. Departamento Nacional de Planeación.



Departamento Nacional de Planeación (DNP). (s.f.). Enfoque diferencial. Procuraduría General de la Nación.

Derguy, M.R; A.A. Drozd & M.F. Arturi. (2019). El modelo de zonas de vida y la determinación de regiones aptas para el uso productivo de la tierra en Argentina.

EROSKI. (2016). ESTUDIO HIDRÁULICO DEL ARROYO BASAR Y SU AFLUENTE PARA EL PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DE EROSKI PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DE EROSKI.

Finol, U. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana*, 14 (21), 29-42. 14 p.

García Idárraga, S., & Sánchez Acosta, M. (2025). INTEGRACIÓN DE METODOLOGÍAS PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA LADERA NORTE DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL MATECAÑA. Universidad Católica de Manizales.

Gentry, A. (1990). Floristic similarities and differences between southern Central America and upper Central Amazonia. In Yale University Press [ed.]. *Four Neotropical Rainforests*, 141-157. En: Calderón, T. (2013). El género *Piper* L. (Piperaceae) en el Alto Caquetá, zona de transición Andino-Amazónica de Colombia. *Revista Colombia Amazónica*, (6), 110-121.

Gómez, J., Montes, N. E., Nivia, Á., & Diederix, H. (2015). Mapa Geológico de Colombia y Atlas Geológico de Colombia 2015. Escala 1:1.000.000. Producto. <https://doi.org/10.32685/10.143.2015.935>

Holdridge, L.R. (1967). Life zone ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.

Ibáñez Asensio, S., Héctor, M., & Juan M.I, G. (s.f.). Morfología de las cuencas hidrográficas. Escuela técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural.

Idárraga, A; Ortiz, R; Callejas, R & Merello, M. (2011). Catálogo de las plantas vasculares volumen II. ISBN: 978-958-8709-61-1

IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.

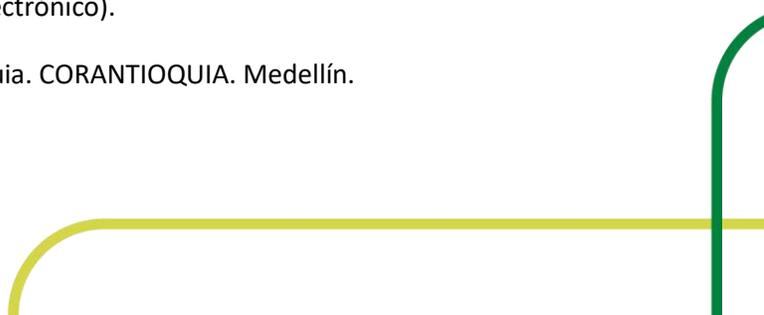
IGAC. (2018). Sistema de clasificación geomorfológica aplicado a los levantamientos de suelos. Imprenta Nacional de Colombia.

IGAC. (n.d.). Colombia en mapas.

INGEOMINAS. (2001). Mapa metamórfico de Colombia.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis & Universidad de los Andes. (2020). Manual de coberturas vegetales de Bogotá, D. C. Ediciones Uniandes: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, 2020. | 452 páginas. ISBN 9789587980172 (electrónico).

Lázaro, T. (2010). Árboles de las montañas de Antioquia. CORANTIOQUIA. Medellín.



Linsley, R., Kohler, M., & Paulus, J. (1975). Morfología de cuencas hidrográficas. En R. Linsley, M. Kohler, & J. Paulus, Hidrología para ingenieros (Segunda ed., págs. 347-356). McGraw-Hill.

MADS. (2018). Guía Técnica De Criterios Para El Acotamiento De Las Rondas Hídricas En Colombia.

McFadden, T., Priest, S., & Green, R. (2010). Environmental risk management and public policy. Springer.

Minambiente. (2018). Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia.

MINAMBIENTE. (2018). Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia. Bogotá.

MINMINAS, & SGC. (2017). Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:25.000.

Pizarro, H., Wilches, S., & Alzate, C. (2014). Estudio de las Precipitaciones Máximas en el Valle de Aburrá. Medellín: EPM.

PNUD. (2013). Informe sobre desarrollo humano y medio ambiente. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Poveda, G., & Álvarez, D. M. (2012). El colapso de la hipótesis de estacionariedad por cambio y variabilidad climática: implicaciones para el diseño hidrológico en ingeniería. Revista de Ingeniería. #36, Universidad de los Andes., 65-76.

Quijano, M.A. (2016). Flora del Oriente Antioqueño: Biodiversidad, ecología y estrategias de conservación. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente. 266p.

Reisenbüchler, M., Bui, M. D., Skublics, D., & Rutschmann, P. (2019). An integrated approach for investigating the correlation between floods and river morphology: A case study of the Saalach River, Germany. Science of The Total Environment, 647, 814–826. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2018.08.018>

Rinaldi, M., Gurnell, A. M., del Tánago, M. G., Bussettini, M., & Hendriks, D. (2016). Classification of river morphology and hydrology to support management and restoration. Aquatic Sciences, 78(1), 17–33. <https://doi.org/10.1007/s00027-015-0438-z>

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussettini, M. (2015). A methodological framework for hydromorphological assessment, analysis and monitoring (IDRAIM) aimed at promoting integrated river management. Geomorphology, 251, 122–136. <https://doi.org/10.1016/J.GEOMORPH.2015.05.010>

Sánchez, S. (2024). Análisis de susceptibilidad por movimientos en masa como insumo para la implementación de mallas retenedoras de caudal sólido. Universidad Nacional de Colombia.

Schumm, S. (1977). The fluvial system. Wiley.

Soil Conservation Service SCS. (1975). National Engineering Handbook. Washington D.C.

SPDTV San Vicente Ferrer. (2023). PBOT San Vicente Ferrer.

STRAHLER, A. N. (1952). HYPSONETRIC (AREA-ALTITUDE) ANALYSIS OF EROSIONAL TOPOGRAPHY. GSA Bulletin, 63(11), 1117–1142. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2)

Tapella, E. (2023). Mapeo de actores y gestión del territorio. Editorial Planeta.

Tomassino, H., Cidade, J., Pons, M., & Nieves, J. (2014). Gestión participativa del territorio: una aproximación metodológica. FLACSO.

U.S.A.C.E. (2024). HEC-HMS User Manual.

UNESCO Regional Office for Science and Technology for Latin America and the Caribbean. (1982). Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur. Uruguay.

Universidad de Antioquia y Alcaldía de Medellín. (2012). Flora de los bosques montanos de Medellín.

Universidad Nacional de Colombia. (2023). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Versión 1.3. Recuperado de: <https://www.gbif.org/es/species/166202776>

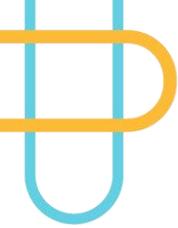
US Army Corps of Engineers. (2020). Hydrologic Engineering Center. Obtenido de <https://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/>

van Zuidam, R. A. (1986). Aerial Photo-interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping (T. H. Smits, Ed.). Smits Publishers. <https://books.google.com.co/books?id=zGLGQgAACAAJ>

Villareal H; M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A.M. Umaña. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Wilches, S. (2001). Estudio de las propiedades de invarianza de las precipitaciones máximas puntuales en el departamento de Antioquia. Medellín: Tesis de Maestría en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia,.

Zuluaga Gil, R. (2011). Apuntes para la historia del Municipio de San Vicente Ferrer (Editorial Feriva S.A).



ANEXOS

- Anexos_Componente_Hidrologico_Hidraulico
- Anexos_Componente_Ecosistemico
- Anexos_Componente_Social
- Anexos_Componente_Integradora
- ❖ BDG_Tramo_LaPalma_ElSalado
 - CartoBasica
 - Componente_Hidrologico_Hidraulico
 - Componente_Ecosistemico
 - Componente_Social
 - Componente_Integradora
 - Raster_x_Componente
 - Tablas_x_Componente
 - Plantillas_QGIS
 - Proyectos_QGIS
 - XML
 - MXD_x_Componente
 - PDF_x_Componente

