



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corporavivo Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.

Contrato de consultoría No. 200-30.4-254 de 2018



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

DICIEMBRE DE 2018



TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	8
2	GENERALIDADES	10
2.1	ALCANCE Y OBJETO DEL PROYECTO	10
2.2	LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS	10
2.3	MARCO NORMATIVO	10
2.4	ÁREA DE ESTUDIO	14
3	METODOLOGÍA	17
3.1	RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	17
3.2	PLANTEAMIENTO FASE DE CAMPO.....	18
3.3	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	24
3.4	TOMA DE IMAGEN LIDAR	27
3.5	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA Y LIDAR	28
4	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	30
5	RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO	34
6	ANÁLISIS PREDIAL, CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CENSO	37
6.1	ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN Y DISTRIBUCIÓN PREDIAL.....	38
6.2	INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y ECONÓMICA	39
6.3	CENSO GEORREFERENCIADO	46
7	DISPOSICIONES Y RESTRICCIONES DE USO Y APTITUD DEL SUELO	65
8	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y LIDAR	71
8.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	71
8.2	LEVANTAMIENTO LIDAR.....	72
8.3	MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN	75
9	MODELAMIENTO HIDRAULICO E HIDROLÓGICO	78
9.1	CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA	78
9.2	ANÁLISIS HIDROLÓGICO.....	83
9.3	INFORMACIÓN SECUNDARIA Y PRIMARIA UTILIZADA	84
9.4	INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA	85
9.5	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	87
9.6	ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE LLUVIAS MÁXIMAS EN 24 HORAS Y DETERMINACIÓN DEL AGUACERO DE DISEÑO	87
9.7	DETERMINACIÓN DE LAS CRECIENTES CON DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO.....	93
9.8	HIDROGRAMAS OBTENIDOS DE LAS CRECIENTES ANALIZADAS	114
9.9	ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	117
10	DELIMITACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA	143
10.1	COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO	143
10.2	COMPONENTE HIDROLÓGICO	184



10.3	COMPONENTE ECOSISTÉMICO	188
10.4	LÍMITE FUNCIONAL DE LA RONDA HÍDRICA.....	207
10.5	DELIMITACION DE LA FAJA PARALELA.....	208
11	CARACTERIZACIÓN SOCIOECONOMICA Y CULTURAL.....	210
12	ÁREAS DE MANEJO DE LA RONDA HÍDRICA.....	220
12.1	ZONIFICACIÓN DE MANEJO	222
12.2	COMPATIBILIDAD DE USOS.....	224
13	BIBLIOGRAFÍA.....	226

INDICE DE TABLAS

TABLA 2-1	MARCO LEGAL PARA EL MANEJO DE RONDAS HÍDRICAS	10
TABLA 3-1.	FORMATO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	18
TABLA 4-1.	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	30
TABLA 4-2.	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA	33
TABLA 5-1.	PUNTOS IDENTIFICADOS COMO RESULTADO DE LA ACTIVIDAD DE RECONOCIMIENTO	35
TABLA 6-1.	COMPOSICIÓN PREDIAL DEL ÁREA DE ESTUDIO COMPRENDIDA POR EL BUFFER DE 250 METROS	38
TABLA 6-2.	CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ECONÓMICA Y SOCIAL.....	45
TABLA 6-3.	UBICACIÓN RURAL O URBANA DE LOS PREDIOS ENCUESTADOS EN MÁMBITA	46
TABLA 6-4.	TIPOS DE INFRAESTRUCTURA DE LOS PREDIOS ENCUESTADOS.....	47
TABLA 6-5.	TIPO DE TENENCIA DE LA TIERRA EN PREDIOS ENCUESTADOS EN MÁMBITA	49
TABLA 6-6.	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LOS PREDIOS ENCUESTADOS EN MÁMBITA.....	50
TABLA 6-7.	SERVICIO DE ALCANTARILLADO EN PREDIOS ENCUESTADOS EN MÁMBITA	51
TABLA 6-8.	HOGARES CON NÚMERO DE HABITANTES MENORES A 12 AÑOS POR FAMILIA	52
TABLA 6-9	HOGARES CON NÚMERO DE HABITANTES ADOLESCENTES POR FAMILIA	52
TABLA 6-10.	HABITANTES ADULTOS ENTRE 21 – 40 AÑOS EN FAMILIAS ENCUESTADAS EN MÁMBITA	53
TABLA 6-11.	HABITANTES ADULTOS ENTRE 41 – 60 AÑOS EN FAMILIAS ENCUESTADAS EN MÁMBITA	53
TABLA 6-12.	HABITANTES MAYORES EN FAMILIAS ENCUESTADAS EN MÁMBITA	54
TABLA 6-13	OPINIÓN DEL USO DE AGUA DEL CAÑO POBLANO SEGÚN LA POBLACIÓN DE MÁMBITA.....	55
TABLA 6-14.	ASPECTOS CULTURALES QUE INVOLUCRAN AL CAÑO POBLANO.....	56
TABLA 6-15	ASPECTOS PROBLEMÁTICOS DEL CAÑO POBLANO	57
TABLA 6-16.	PERCEPCIÓN DE CONTAMINACIÓN QUE TIENEN LOS HABITANTES DE MÁMBITA SOBRE EL CAÑO POBLANO.....	58
TABLA 6-17.	FENÓMENOS DE INUNDACIONES REPORTADAS POR LOS HABITANTES DE MÁMBITA DEL CAÑO POBLANO	60
TABLA 6-18.	SIGNIFICADO DEL CAÑO POBLANO PARA LOS HABITANTES DE MÁMBITA.....	60
TABLA 6-19.	IMPORTANCIA DEL CAÑO POBLANO PARA LOS HABITANTES DE MÁMBITA.....	62
TABLA 6-20	RESPUESTAS A LA PREGUNTA ¿QUIÉN CREE USTED ES EL RESPONSABLE DEL CUIDADO DEL CAÑO?.....	63
TABLA 6-21.	PERCEPCIÓN DEL RIESGO QUE REPRESENTA EL CAÑO CURO PARA LOS HABITANTES DE MÁMBITA	64
TABLA 7-1.	UBALÁ. DIVISIÓN POLÍTICO - ADMINISTRATIVA.....	65
TABLA 7-2.	UBALÁ B. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y PRINCIPALES CULTIVOS Y DESTINOS DE LA PRODUCCIÓN POR VEREDA EN LA INSPECCIÓN DE MÁMBITA.....	66
TABLA 7-3.	SUBCUENCAS Y MICROCUENCAS DEL RÍO GUAVIO EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ B	67
TABLA 7-4.	AMENAZAS Y VULNERABILIDADES PRESENTES EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ.	68
TABLA 8-1.	UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE REFERENCIA DURANTE DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	71



TABLA 8-2. DATOS OBTENIDOS DURANTE EL LEVANTAMIENTO LIDAR	72
TABLA 8-3. COEFICIENTES DE CALIBRACIÓN Y MATRIZ DE CORRELACIÓN.....	73
TABLA 8-4. COEFICIENTES DE CALIBRACIÓN Y MATRIZ DE CORRELACIÓN.....	73
TABLA 8-5. ECM DE PUNTOS DE APOYO.....	75
TABLA 9-1. PARÁMETROS FÍSICOS Y DE FORMA DE LA CUENCA	79
TABLA 9-2. CARACTERÍSTICAS DE RELIEVE DE LA CUENCA	80
TABLA 9-3. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DRENAJE	81
TABLA 9-4. TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN CUENCA	82
TABLA 9-5. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS Y CLIMATOLÓGICAS UTILIZADAS	85
TABLA 9-6. VALORES DE LOS PERIODOS DE RETORNO CON DIFERENTES DISTRIBUCIONES	92
TABLA 9-7. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS CON DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO CON LA DISTRIBUCIÓN SELECCIONADA	93
TABLA 9-8. LLUVIAS EN MM PARA LOS SIGUIENTES PERÍODOS DE RETORNO	96
TABLA 9-9. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA LLUVIA ADOPTADA	96
TABLA 9-10. TIPO DE SUELO Y CLASIFICACIÓN HIDROLÓGICA PARA LA CUENCA	100
TABLA 9-11. CONDICIONES DE HUMEDAD ANTECEDENTE A LA LLUVIA DE DISEÑO.	104
TABLA 9-12. SELECCIÓN DEL VALOR CN" CONSIDERANDO DIFERENTES COMBINACIONES HIDROLÓGICAS DE SUELO Y VEGETACIÓN	105
TABLA 9-13. VALORES DE CN PARA DIFERENTES CONDICIONES DE HUMEDAD ANTECEDENTE.....	107
TABLA 9-14. VALORES DE LOS DIFERENTES CN PARA LA CUENCA	108
TABLA 9-15 CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	112
TABLA 9-16. CRECIENTES OBTENIDAS EN EL CAÑO POBLANO.....	114
TABLA 9-17. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DE CAÑO POBLANO EN EL MOMENTO PARA UNA CRECIENTE CON UN PERÍODO DE RETORNO DE 5 AÑOS	124
TABLA 9-18. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DE CAÑO POBLANO EN EL MOMENTO PARA UNA CRECIENTE CON UN PERÍODO DE RETORNO DE 10 AÑOS	126
TABLA 9-19. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DE CAÑO POBLANO EN EL MOMENTO PARA UNA CRECIENTE CON UN PERÍODO DE RETORNO DE 25 AÑOS	128
TABLA 9-20. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DE CAÑO POBLANO EN EL MOMENTO PARA UNA CRECIENTE CON UN PERÍODO DE RETORNO DE 50 AÑOS	130
TABLA 9-21. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DE CAÑO POBLANO EN EL MOMENTO PARA UNA CRECIENTE CON UN PERÍODO DE RETORNO DE 100 AÑOS	132
TABLA 10-1. DESCRIPCIÓN DEL SOBREVUELO COMO INSUMO DEL COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO	148
TABLA 10-2. TRAMOS HOMOGÉNEOS DE LAS UNIDADES MORFOLÓGICAS OBTENIDOS DEL PERFIL LONGITUDINAL PARA EL CAÑO POBLANO.....	159
TABLA 10-3. JERARQUIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO.	162
TABLA 10-4. AGENTES Y PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS EXTERNOS	175
TABLA 10-5. OCUPACIÓN POR INTERVALOS DE PENDIENTES.	180
TABLA 10-6. ÁREAS POR ECOSISTEMAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO	188
TABLA 10-7. ESPECIES DE PLANTAS ENCONTRADAS DURANTE LOS RECORRIDOS REALIZADOS PARA EL DESARROLLO DEL COMPONENTE ECOSISTÉMICO.....	198
TABLA 10-8. TRAMOS DEFINIDOS DEL CAÑO POBLANO DESDE EL COMPONENTE ECOSISTÉMICO	199
TABLA 10-9. ESPECIES DOMINANTES ENCONTRADAS EN EL TRAMO DEL NACIMIENTO.....	199
TABLA 10-10. ESPECIES DOMINANTES ENCONTRADAS EN EL TRAMO INTERMEDIO	200
TABLA 10-11. ESPECIES DOMINANTES ENCONTRADAS EN EL TRAMO DE LA DESEMBOCADURA	200
TABLA 10-12. ESPECIES MÁS DOMINANTES POR ZONA Y SU ALTURA REPORTADA EN CAMPO	201
TABLA 10-13. CÁLCULO DE H Y 3H DE LAS TRES ESPECIES DOMINANTES EN EL TRAMO DEL NACIMIENTO.....	202



TABLA 10-14. CÁLCULO DE H Y 3H DE LAS TRES ESPECIES DOMINANTES EN EL TRAMO INTERMEDIO	202
TABLA 10-15. CÁLCULO DE H Y 3H DE LAS TRES ESPECIES DOMINANTES EN EL TRAMO DE LA DESEMBOCADURA	202
TABLA 10-16. CÁLCULO DE N A PARTIR DE LA DENSIDAD DE DRENAJE Y EL ÁREA DE LA CUENCA AFERENTE	204
TABLA 10-17. CÁLCULO DEL COMPONENTE ECOSISTÉMICO A PARTIR DE LOS VALORES H Y N.....	204
TABLA 10-18. ÁREAS DE LOS COMPONENTES DELIMITADOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO	208
TABLA 11-1. EXTENSIÓN Y NÚMERO DE PREDIOS EN UBALÁ	212
TABLA 11-2. TIPOS DE CULTIVOS PREDOMINANTES EN UBALÁ	214
TABLA 11-3. LUGARES DE EXTRACCIÓN Y TIPOS DE MINERÍA EN UBALÁ	214
TABLA 11-4. GEORREFERENCIACIÓN DE ACTIVIDADES PISCÍCOLAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO	215
TABLA 11-5. GEORREFERENCIACIÓN DE ACTIVIDADES PORCÍCOLAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO	216
TABLA 11-6. GEORREFERENCIACIÓN DEL TALLER DE CARPINTERÍA ENCONTRADO EN EL ÁREA DE ESTUDIO	216
TABLA 11-7. GEORREFERENCIACIÓN DE SITIOS DE DESCARGA DE VERTIMIENTOS EN EL CAÑO POBLANO	216
TABLA 11-8. OBRAS HIDRÁULICAS UBICADAS SOBRE EL CAÑO POBLANO.....	218
TABLA 12-1. PROPORCIÓN DE ÁREAS POR CATEGORÍA DE ZONIFICACIÓN PARA LA RONDA HÍDRICA DEFINIDA	223
TABLA 12-2. RECOMENDACIONES DE USO PARA ZONAS DE PRESERVACIÓN	224
TABLA 12-3. RECOMENDACIONES DE USO PARA ZONAS DE RESTAURACIÓN	225
TABLA 12-4. RECOMENDACIONES DE USO PARA ZONAS DEFINIDAS DE USO SOSTENIBLE	225

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2-1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	15
FIGURA 2-2 LOCALIZACIÓN DE LA FUENTE HÍDRICA OBJETO DE ESTUDIO (CAÑO POBLANO) EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ – CUNDINAMARCA.....	16
FIGURA 3-1. EQUIPO TRIMBLE JUNO 3D UTILIZADO PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	22
FIGURA 3-2. TRABAJOS DE INTERACCIÓN CON LA COMUNIDAD ACERCA DE SU PERCEPCIÓN DEL CAÑO POBLANO.	22
FIGURA 3-3. SUPERPOSICIÓN DE CAPAS PARA LA DELIMITACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA	23
FIGURA 3-4. TOMA DE INFORMACIÓN CON ANTENA MÓVIL GPS – RTK.....	25
FIGURA 3-5. UBICACIÓN BASE GPS.	25
FIGURA 3-6. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA CON ESTACIÓN SOUTH	26
FIGURA 3-7. DELTA O PUNTO TRANSITORIO PARA POSICIONAR ESTACIÓN TOTAL SOUTH.....	27
FIGURA 3-8. ORTOFOTO OBTENIDA EN CAMPO	29
FIGURA 5-1. ORTOFOTO SUMINISTRADA POR LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAVIO - CORPOGUAVIO	34
FIGURA 6-1. ÁREA DE ESTUDIO PARA EL ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN Y COMPOSICIÓN PREDIAL	37
FIGURA 6-2. INSTITUCIONES EDUCATIVAS PRESENTES EN MÁMBITA	40
FIGURA 6-3. JARDINES INFANTILES PRESENTES EN LA INSPECCIÓN DE MÁMBITA	40
FIGURA 6-4. INSTITUCIONES RELIGIOSAS PRESENTES EN LA INSPECCIÓN DE MÁMBITA.....	41
FIGURA 6-5. INFRAESTRUCTURA RECREACIONAL DE MÁMBITA	42
FIGURA 6-6. BASE MILITAR E INSPECCIÓN DE POLICÍA.....	42
FIGURA 6-7. PLAZA DE MERCADO DE MÁMBITA CENTRO.....	43
FIGURA 6-8. ALGUNOS ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES PRESENTES EN LA INSPECCIÓN.....	44
FIGURA 6-9. ESTANQUES PARA PISCICULTURA Y MARRANERA	44
FIGURA 6-10. UBICACIÓN DE LOS PREDIOS.....	47
FIGURA 6-11. TIPOS DE INFRAESTRUCTURA.....	48
FIGURA 6-12. TIPO DE TENENCIA DE LA TIERRA	49
FIGURA 6-13 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.....	50
FIGURA 6-14. PREDIOS CON SERVICIO DE ALCANTARILLADO	51



FIGURA 6-15. PORCENTAJES DE POBLACIÓN INFANTIL Y ADOLESCENTE POR FAMILIA.....	52
FIGURA 6-16. PORCENTAJES DE HABITANTES ADULTOS POR FAMILIA	53
FIGURA 6-17. ADULTOS MAYORES POR FAMILIA	54
FIGURA 6-18. PORCENTAJES USOS DEL AGUA CAÑO POBLANO	55
FIGURA 6-19. ASPECTOS CULTURALES QUE INVOLUCRAN AL CAÑO POBLANO	56
FIGURA 6-20. PROBLEMÁTICAS CAÑO POBLANO SEGÚN LOS HABITANTES DE MÁMBITA.....	57
FIGURA 6-21. PERCEPCIÓN DEL CAÑO POBLANO	59
FIGURA 6-22. FENÓMENOS DE INUNDACIÓN	60
FIGURA 6-23. SIGNIFICADO DEL CAÑO POBLANO SEGÚN LA POBLACIÓN DE MÁMBITA.....	61
FIGURA 6-24. IMPORTANCIA DEL CAÑO POBLANO	62
FIGURA 6-25. RESPONSABLE DE CUIDAR EL CAÑO	63
FIGURA 6-26. PERCEPCIÓN DEL RIESGO CAÑO CURO	64
FIGURA 7-1. MAPA DE USO DEL SUELO DEL ÁREA DE ESTUDIO	70
FIGURA 8-1. ESTACIONES DE REFERENCIA UTILIZADAS PARA LA GEORREFERENCIACIÓN	71
FIGURA 8-2. UBICACIÓN DE LAS 748 IMÁGENES TOMADAS PARA LA ELABORACIÓN DEL ORTOMOSAICO	72
FIGURA 8-3. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA TOMA DE IMÁGENES	73
FIGURA 8-4. POSICIONES DE PUNTOS DE APOYO Y ESTIMACIONES DE ERRORES.	74
FIGURA 8-5. MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN	75
FIGURA 9-1. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS Y CLIMATOLÓGICAS INVESTIGADAS.....	86
FIGURA 9-2. AJUSTE DE DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD PRECIPITACIÓN MÁXIMOS MENSUALES.....	92
FIGURA 9-3. CURVA DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUACERO SELECCIONADO EN EL PRESENTE ESTUDIO	97
FIGURA 9-4. SOLUCIÓN GRÁFICA PARA DETERMINAR EL VALOR DE LA ESCORRENTÍA DIRECTA A PARTIR DE LA LLUVIA, UTILIZANDO EL NÚMERO DE CURVA CN	98
FIGURA 9-5. TIPO DE SUELOS PARA LA CUENCA.....	102
FIGURA 9-6. USO Y COBERTURA DEL SUELO.....	109
FIGURA 9-7. NÚMERO DE CURVA CN II	110
FIGURA 9-8. HIDROGRAMA DE LA CRECIENTE CON UN PERÍODO DE RETORNO DE 5 AÑOS EN EL CAÑO POBLANO	115
FIGURA 9-9. HIDROGRAMA DE LA CRECIENTE CON UN PERÍODO DE RETORNO DE 10 AÑOS EN EL CAÑO POBLANO	115
FIGURA 9-10. HIDROGRAMA DE LA CRECIENTE CON UN PERÍODO DE RETORNO DE 25 AÑOS EN EL CAÑO POBLANO	116
FIGURA 9-11. HIDROGRAMA DE LA CRECIENTE CON UN PERÍODO DE RETORNO DE 50 AÑOS EN EL CAÑO POBLANO	116
FIGURA 9-12. HIDROGRAMA DE LA CRECIENTE CON UN PERÍODO DE RETORNO DE 100 AÑOS EN EL CAÑO POBLANO	117
FIGURA 9-13. VISTA EN PLANTA MODELO HIDROLÓGICO CAÑO POBLANO.	122
FIGURA 9-14. MODELO TRIDIMENSIONAL CAÑO POBLANO.....	123
FIGURA 9-15. PERFIL LONGITUDINAL DE FLUJO CAÑO POBLANO.	123
FIGURA 9-16. ESQUEMA METODOLÓGICO IMPLEMENTACIÓN DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA.....	136
FIGURA 9-17. ZONA DE MODELACIÓN, MALLADO EN 2D.	137
FIGURA 9-18. MALLA 2D, CELDA DE 0.15MX0.15M.....	138
FIGURA 9-19. ALTURA LÁMINA DE AGUA Tr. 15 AÑOS	139
FIGURA 9-20. VELOCIDAD DE FLUJO Tr. 15 AÑOS	140
FIGURA 9-21. MANCHA DE INUNDACIÓN Tr. 15 AÑOS.....	141
FIGURA 9-22. MANCHA DE INUNDACIÓN Tr. 100 AÑOS.....	142
FIGURA 10-1. INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DE GEOMORFOLÓGICA.	149
FIGURA 10-2. PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA.....	151
FIGURA 10-3. GEOLOGÍA REGIONAL DEL ÁREA DE INTERÉS.	153
FIGURA 10-4. DELIMITACIÓN TANTO DEL COLUVIÓN COMO DE LA FALLA DE SANTA MARÍA SOBRE EL ÁREA DE INTERÉS.....	154
FIGURA 10-5. MODELO IDEALIZADO DE LOS PROCESOS MORFOGENÉTICOS QUE HACEN PARTE DEL ÁREA DE ESTUDIO.	156
FIGURA 10-6. SUBDIVISIÓN HOMOGÉNEA DEL PERFIL LONGITUDINAL DEL CAÑO POBLANO.	158



FIGURA 10-7. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS TRAMOS HOMOGÉNEA DEL CAÑO POBLANO.	158
FIGURA 10-8. ESQUEMA DE JERARQUIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA ADOPTADO PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO.	160
FIGURA 10-9. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA GEOMORFOLOGÍA AL INTERIOR DEL ÁREA DE INTERÉS.	164
FIGURA 10-10. LADERA COLUVIAL (DDPLC), MUNICIPIO DE MÁMBITA, VEREDA CAMPO HERMOSO.....	166
FIGURA 10-11. TALUD COLUVIAL (DDPTC), MUNICIPIO DE MÁMBITA, VEREDA CAMPO HERMOSO.....	167
FIGURA 10-12. ESCARPES DE LADERA (DDPEL), MUNICIPIO DE MÁMBITA, VEREDA MÁMBITA CENTRO.	168
FIGURA 10-13. CAUCE ALUVIAL (FVAQC) MUNICIPIO DE MÁMBITA, VEREDA MÁMBITA CENTRO.	169
FIGURA 10-14. VEGA DE DIVAGACIÓN (FVAVD), MUNICIPIO DE MÁMBITA, VEREDA CAMPO HERMOSO.	169
FIGURA 10-15. DEPÓSITO ALUVIAL (FVADA), MUNICIPIO DE MÁMBITA, VEREDA MÁMBITA CENTRO.....	170
FIGURA 10-16. BAJOS (FVABS), MUNICIPIO DE MÁMBITA, VEREDA CAMPO HERMOSO.	171
FIGURA 10-17. TALUD DE TERRAZA (FVATT), MUNICIPIO DE MÁMBITA, VEREDA CAMPO HERMOSO.....	172
FIGURA 10-18. PLANO DE TERRAZA (FVAPT), MUNICIPIO DE MÁMBITA, VEREDA CAMPO HERMOSO.	173
FIGURA 10-19. EROSIÓN LAMINAR, MUNICIPIO DE MÁMBITA, VEREDA CAMPO HERMOSO.	176
FIGURA 10-20. EROSIÓN EN SURCOS, MUNICIPIO DE MÁMBITA, VEREDA CAMPO HERMOSO.	177
FIGURA 10-21. PROCESOS DE TERRACEO O PATE VACA, MUNICIPIO DE MÁMBITA, VEREDA CAMPO HERMOSO.	178
FIGURA 10-22. SOCACCIÓN Y DESPLONES DEL CAÑO POBLANO, MUNICIPIO DE MÁMBITA, VEREDA MÁMBITA CENTRO.	179
FIGURA 10-23. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS DIFERENTES RANGOS DE PENDIENTES.	181
FIGURA 10-24. DELIMITACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DESDE EL COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO.	183
FIGURA 10-25. COMPONENTE HIDROLÓGICO	185
FIGURA 10-26. COMPONENTE HIDROLÓGICO DE LA RONDA HÍDRICA	187
FIGURA 10-27. TEJIDO URBANO CONTINUO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CAÑO POBLANO	189
FIGURA 10-28. TEJIDO URBANO DISCONTINUO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CAÑO POBLANO	190
FIGURA 10-29. REDES VIALES ENCONTRADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CAÑO POBLANO	190
FIGURA 10-30. ZONAS VERDES URBANAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CAÑO POBLANO	191
FIGURA 10-31. CULTIVOS PERMANENTES HERBÁCEOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CAÑO POBLANO	192
FIGURA 10-32. PASTOS ARBOLADOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CAÑO POBLANO	192
FIGURA 10-33. MOSAICO DE PASTOS CON ESPACIOS NATURALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CAÑO POBLANO	193
FIGURA 10-34. VEGETACIÓN SECUNDARIA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CAÑO POBLANO.....	194
FIGURA 10-35. PORCENTAJES DE COBERTURA, BASADO EN LA METODOLOGÍA CORINE LAND COVER ADAPTADA PARA COLOMBIA (IDEAM, 2010)	195
FIGURA 10-36. MAPA DE ECOSISTEMAS BASADO EN LA METODOLOGÍA CORINE LAND COVER ADAPTADA PARA COLOMBIA (IDEAM, 2010)	196
FIGURA 10-37. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA EFECTIVIDAD ACUMULADA DEL 100% SEGÚN LO PROPUESTO POR CHEN (1991)	203
FIGURA 10-38. DELIMITACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO DESDE EL COMPONENTE ECOSISTÉMICO	206
FIGURA 10-39. LIMITE FUNCIONAL DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO	207
FIGURA 10-40. DELIMITACIÓN DE LA FAJA PARALELA DEL CAÑO POBLANO Y LAS ÁREAS DE PROTECCIÓN	209
FIGURA 11-1. GEORREFERENCIACIÓN DE ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES.....	217
FIGURA 12-1. ZONIFICACIÓN DE MANEJO PARA LA RONDA HÍDRICA DEFINIDA DEL CAÑO POBLANO.	223

1 INTRODUCCIÓN

El estudio de los cuerpos de agua toma gran importancia debido a los efectos que pueden tener estos en la población aledaña, dados los constantes episodios de inundaciones de ríos y quebradas que generan afectaciones a los asentamientos urbanos, centros poblados e incluso grandes ciudades, perjudicando a miles de personas y generando inversiones económicas por parte del Estado para atender emergencias de este tipo.

Teniendo en cuenta los episodios de emergencia invernal, la Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO, le dio prioridad a los cuerpos de agua que atraviesan los centros poblados dentro de su jurisdicción, con el fin de realizar un estudio de acotamiento de rondas hídricas en zonas propensas a inundaciones de ríos y quebradas.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible define la ronda hídrica como “*zona o franja de terreno aledaña a los cuerpos de agua que tiene como fin, permitir el normal funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas propias de los cuerpos de agua*”. De esta manera se entiende que la ronda hídrica es una zona de transición y de interacciones dinámicas entre los medios terrestre y acuático, sin importar si este último es natural o artificial, si se encuentra relativamente estancado o en movimiento, o si es intermitente (efímero) o continuo (Perenne)¹.

La delimitación de rondas hídricas propensas a inundación, es un componente esencial en los planes de ordenamiento territorial, su estudio se realiza con el fin de darle un uso adecuado como el de protección y recuperación, mitigando riesgos o incluso generando alertas antes de que se desencadenen los eventos. No considerar este aspecto en la elaboración de los planes conlleva la degradación de los recursos asociados a la ronda, la pérdida de la funcionalidad e incluso la pérdida del cuerpo de agua.

El presente estudio se realiza en el marco del contrato de consultoría No. 200-30.4-254 suscrito entre la Corporación Autónoma Regional del Guavio - CORPOGUAVIO y la empresa PI Planificación Integral Consultores S.A.S. que tiene como objeto la realización de los estudios necesarios y suficientes para el acotamiento de la ronda hídrica del caño Poblano a la altura del centro poblado de Mámbita en el municipio de Ubalá. La ejecución del presente contrato corresponde al plan de acción denominado “Corpoguavio Vive Su Naturaleza”, previsto para ejecución en los años 2016-2019.

¹ Guía para el acotamiento de las rondas hídricas de los cuerpos de agua de acuerdo a lo establecido en el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 – Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014.

Es de resaltar que dicho contrato de consultoría (200-30.4-254), presenta dos alcances, uno relacionado en el presente documento y otro identificado como: Realizar la propuesta de reglamentación del uso de las aguas en las corrientes que conforman las cuencas de los ríos Zaque y Salinero, localizadas en el municipio de Gachetá, jurisdicción de Corpoguavio, alcance que hace parte de un informe técnico y cartográfico independiente al presente.

La delimitación de la ronda hídrica del caño Poblano objeto del contrato consultoría, está basada en el documento “*guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia*” publicado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el año 2018, y el documento “Guía Metodológica para la Delimitación de Zonas de Ronda Hídrica en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Guavio “CORPOGUAVIO” adoptada por medio de la resolución 328 de 2015.

El presente documento contiene los estudios necesarios para realizar el acotamiento de la ronda hídrica del caño Poblano a partir de levantamientos de información topográfica, batimétrica, geomorfológica, hidrológica, ecosistémica, socioeconómica y de zonificación desde la coordenada E:1082727 N:1018368 hasta su desembocadura en la quebrada Mochilero, abarcando un área de 1.27Km. Dentro de las actividades ejecutadas se realizó un levantamiento topográfico a escala (1:200) y un censo georreferenciado de las personas ubicadas dentro del área de influencia de la ronda.

2 GENERALIDADES

2.1 ALCANCE Y OBJETO DEL PROYECTO

Realizar los estudios necesarios y suficientes para el acotamiento de la ronda hídrica del caño Poblano a la altura del centro poblado de Mámbita en el municipio de Ubalá, desde la coordenada E: 1082727 m N: 1018368 m hasta su desembocadura en la quebrada Mochilero en la coordenada E: 1083447 m N: 1019319 m, para una longitud de 1270 m.

2.2 LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS

El estudio de la delimitación de la ronda hídrica del caño Poblano se encuentra estructurado de acuerdo a los lineamientos de los siguientes documentos, dando cumplimiento al anexo técnico del contrato de consultoría No. 200-30.4-254.

- Documento, Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia, producido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de 2018.
- Resolución 328 de 2015 por medio de la cual se adopta la guía metodológica para la delimitación de zonas de ronda hídrica de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Guavio “CORPOGUAVIO”

2.3 MARCO NORMATIVO

En la **Tabla 2-1** se presenta el marco legal nacional establecido para el manejo de rondas hídricas

Tabla 2-1 Marco legal para el manejo de rondas hídricas

NORMA	ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN
Decreto Ley 2811 de 1974	83 literal D	Definición de ronda hídrica como zona o franja de terreno aledaña a los cuerpos de agua, que tiene como fin permitir el normal funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas propias de dichos cuerpos de agua.
	Libro Segundo, parte IV, título III-VI	Explotación de cauces, ocupación de cauces, Servidumbre de las riberas, obras hidráulicas; y el uso, la conservación y la preservación de los cauces y aguas.
	Libro segundo, Parte VI, título II, capítulo II	Ordenación de las cuencas hidrográficas.



NORMA	ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN
Constitución Política de 1991	8	Es obligación del estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la región.
	58	Es inherente a la propiedad una función ecológica.
	63	Los bienes públicos son inalienables, imprescriptibles e inembargables.
	79	Se consagra el derecho a un ambiente sano, la obligación del estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y de conservar las áreas de manejo especial. La ley debe garantizar la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar el medio ambiente.
	80	El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.
	95	Es deber del estado velar por la protección e integridad del espacio público y por su destinación al uso común.
Ley 99 de 1993	31	Funciones asignadas a las CAR con relación a las rondas: Numeral 3, Promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables; Numeral 9: otorgar concesiones, permisos, autorizaciones y licencias para el aprovechamiento de recursos naturales o el desarrollo de actividades que puedan afectar el medio ambiente; Numeral 18, establecer normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas; Numeral 19, promover y ejecutar obras de protección de inundaciones, hacer recuperación de tierras que sean necesarias para la protección y manejo de cuencas hidrográficas; Numeral 23, hacer actividades de prevención y control de desastres.
	69	Cualquier ciudadano puede intervenir en los procesos administrativos ambientales con relación a la expedición, modificación o cancelación de permisos, licencias o actividades que afecten el medio ambiente.
	72-74	Mecanismos de participación como audiencias públicas, la acción de nulidad y el derecho de petición



NORMA	ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN
	76	Las decisiones en materia de explotación de recursos naturales requieren de la consulta previa de comunidades indígenas y afro descendientes
Ley 79 de 1986	1	Se definen entre las Áreas de Reserva Forestal los bosques y la vegetación que se encuentran en los nacimientos de agua permanentes o no en una extensión no inferior a 200 metros a la redonda; así como los que se encuentran en una franja no inferior a 100 metros a cuerpos de agua que presten servicios como hidroeléctricos, los acueductos, los agrícolas, etc.
Ley 388 de 1997	35	Suelo de protección. Constituido por las zonas y áreas de terreno localizados dentro de cualquiera de las anteriores clases, que, por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse.
	104 numeral 1	Quienes parcelen, construyan o urbanicen en terrenos de protección ambiental o en zonas calificadas como de riesgo, como son las rondas de cuerpos de agua, incurrirán en una infracción urbanística y por lo tanto deberán pagar una multa
Decreto 1504 de 1998	5	El espacio público está conformado por elementos constitutivos naturales dentro de los cuales se incluyen las rondas hídricas
Decreto 1600 de 2005	58 y 67	No procede reconocimiento de edificaciones o legalización de asentamiento en zonas de protección.
Decreto 3600 de 2007	4	Las rondas hacen parte de la categoría de Áreas de Conservación y Protección Ambiental
Decreto 1469 de 2010	23	Para obtener licencia de parcelación en el suelo rural, los planos deben identificar las rondas.



NORMA	ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN
Decreto 1076 de 2015 (deroga el decreto 877 de 1976)	Artículo 2.2.1.17.6.	Para considerar Áreas Forestales Protectoras se deben tener en cuenta varios criterios, algunos de los cuales son: áreas de influencia sobre nacimientos de agua de ríos y quebradas; zonas de amenazas y riesgo; y áreas con abundancia y variedad de fauna silvestre acuática y terrestre.
Decreto 1076 de 2015 (deroga el decreto 1449 de 1977)	Artículo 2.2.1.1.18.2	Los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en Áreas Forestales Protectoras, dentro de las cuales define como un Área Forestal Protectora una faja no inferior a 30 metros de ancha paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua.
Decreto 1076 de 2015 (Deroga el decreto 1541 de 1978)	Artículo 2.2.3.2.3.1	Un cauce natural alcanza a llegar hasta los niveles máximos de las crecientes ordinarias, y los lechos de depósito natural son hasta donde llegan los niveles ordinarios por lluvias o deshielos.
Decreto 1076 de 2015 (Deroga el Decreto 3930 de 2010)	Artículo 2.2.3.3.2.1	Usos asignados al agua en el ordenamiento del recurso hídrico: consumo humano y doméstico, preservación de flora y fauna, agrícola, pecuario, recreativo, industrial, estético; pesca, maricultura y acuicultura; y navegación y transporte acuático
	Artículo 2.2.3.3.4.3	Prohibiciones y actividades no permitidas en los vertimientos.
Decreto 1076 de 2015 (Deroga el decreto 1640 de 2012)	Artículo 2.2.3.1.5.2	la ordenación de las cuencas se hará teniendo en cuenta las rondas hídricas
	Artículo 2.2.3.1.6.5	Para la armonización de los instrumentos de planificación y de los planes de manejo ambientales deben ser delimitadas las rondas hídricas
	Artículo 2.2.3.1.6.12.	el ordenamiento y manejo de cuencas, durante su fase de formulación, debe identificar los cuerpos de agua priorizadas para la definición de la ronda hídrica
	Artículo 2.2.3.1.8.4.	Las Comisiones Conjuntas tienen la función de hacer recomendaciones para el acotamiento de las rondas.



NORMA	ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN
Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (abril de 2015)		Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible
Decreto 2245 de 2017	Artículo 1	Reglamenta el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 y adiciona la sección 3A al capítulo 2, del título 3, de la parte 2 y libro 2 del Decreto 1076 de 2015 acerca del acotamiento de las rondas hídricas

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “MADS”, 2011

2.4 ÁREA DE ESTUDIO

El área objeto de estudio, se localiza en el departamento de Cundinamarca, municipio de Ubalá (Sector B) perteneciente a la provincia del Guavio a 126 Km al oriente de Bogotá, este municipio ubicado a una altura de 1.949 m tiene una extensión de 50.481 Ha, de las cuales 129 pertenecen al área urbana y 50.378 Ha al área rural².

El sector conocido como Ubalá B, ubicado en el extremo sureste del departamento, forma un ángulo limítrofe con los departamentos de Boyacá y Meta en el descenso de los farallones de Gachalá donde se alcanza a observar las llanuras orientales (Ver **Figura 2-1**). Dicho sector cuenta con dos inspecciones conocidas como Mámbita y San Pedro de Jagua, la primera de ellas área objeto de estudio del presente proyecto.

² Plan de desarrollo “Con una nueva visión de desarrollo, para volver a servir” 2012-2015. Ubalá – Cundinamarca.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corporavivo Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

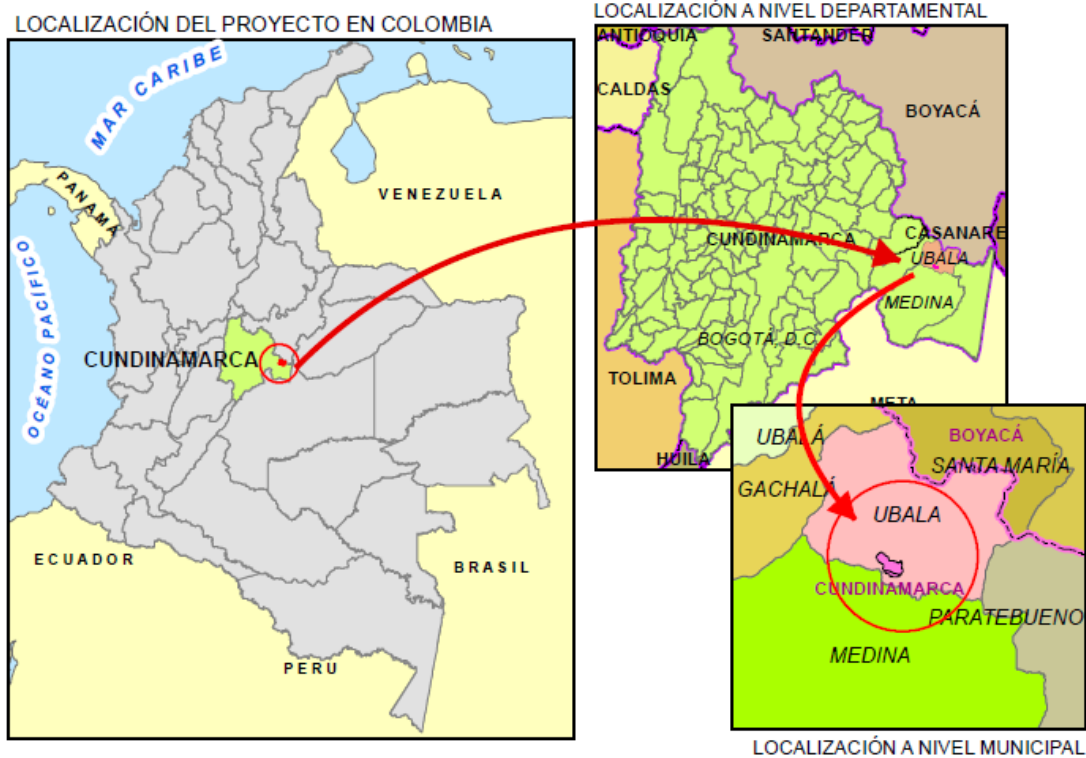


Figura 2-1. Localización general del proyecto

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

La inspección de Mámbita se caracteriza por presentar el cuarto de máquinas de la central hidroeléctrica del Guavio. En su centro poblado, conocido como Mámbita Centro, pasa el caño Poblano que tiene una longitud de 1,27 Km hasta su desembocadura en la quebrada Mochilero, ver **Figura 2-2**.

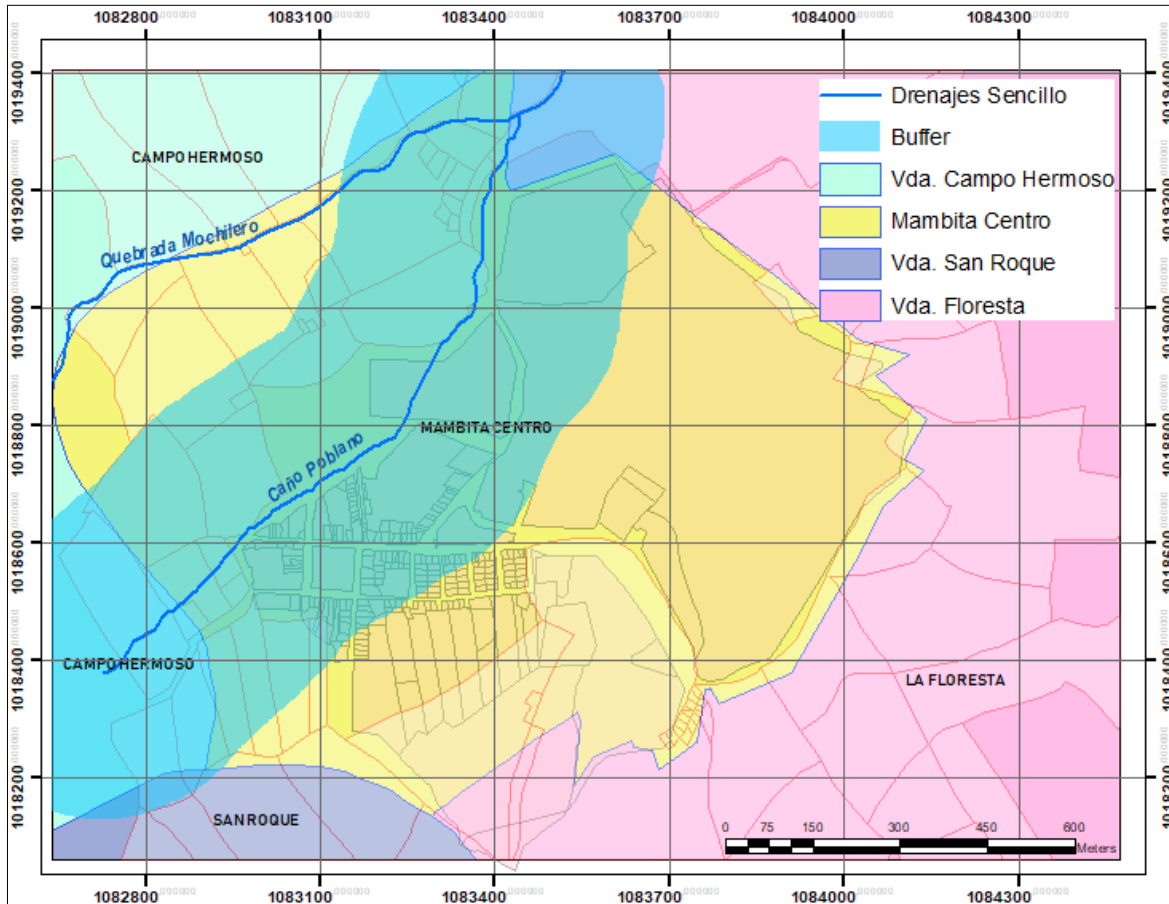


Figura 2-2 Localización de la fuente hídrica objeto de estudio (caño Poblano) en el municipio de Ubalá – Cundinamarca.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

El área de influencia del proyecto se encuentra ubicada entre una altura de 839 m.s.n.m. en su parte alta sobre los 743 m.s.n.m. en la parte de la desembocadura del caño Poblano en la quebrada Mochilero. Las veredas que comprende el estudio son: La Floresta, Campo Hermoso, San Roque y el casco urbano correspondiente a Mámbita Centro.

3 METODOLOGÍA

Con el fin de realizar el acotamiento de la ronda hídrica del cuerpo de agua caño Poblano, se siguió el anexo técnico del contrato de la consultoría No. 200-30.4-254 y de acuerdo a la Guía técnica para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia según lo establecido en el artículo 206 de la ley 1450 de 2011.

Para definir el acotamiento del límite funcional de la ronda hídrica del cuerpo de agua, la guía indica que se deben considerar tres componentes: **Geomorfológico**, que consiste en identificar los procesos morfodinámicos asociados al transporte y almacenamiento temporal de agua y sedimentos; el **Hidrológico**, que deberá identificar los niveles máximos de agua alcanzados por el cuerpo de agua, y definir las zonas para el flujo y almacenamiento temporal de agua y sedimentos; y el **Ecosistémico** que analiza las zonas de vegetación riparia y las funciones ecosistémicas del sistema fluvial, utilizando ambas como variables indicadoras.

3.1 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Para efectos de iniciar el proyecto, se realizó una salida de reconocimiento, la cual se realizó con el fin de identificar el cuerpo de agua y las zonas de acceso, rectificar las coordenadas, relacionar los predios aledaños al Caño objeto de estudio, así como obras y cruces. De igual manera se estableció un acercamiento inicial y una relación con la comunidad del centro poblado de Mámbita, a fin de consultarla acerca de fenómenos de inundaciones, zonas de desbordamientos y riesgos asociados al cuerpo de agua objeto de estudio, entre otros.

También se realizaron visitas durante el reconocimiento inicial, a las oficinas de planeación y servicios públicos de Ubalá con la finalidad de obtener reportes, instrumentos de planificación y estudios acerca del caño Poblano. Una vez obtenida esta información, se procedió a revisarla mediante una matriz de análisis de información secundaria de elaboración propia, basada en los criterios propuestos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014) el que busca evaluar:

Pertinencia:

Indicando que la información corresponde al propósito del presente estudio. Se califica como alto (A) cuando la información se encuentra relacionada con el área de trabajo o aporta información directa; y como baja (B) cuando la temática es a nivel regional o en áreas geográficas cercanas.

Fiabilidad:

Cuando la información provenga de fuentes oficiales o de entidades reconocidas a nivel nacional e internacional se calificará como alta (A); y como baja (B) cuando la información aportada provenga de entidades privadas que no son las encargadas oficialmente de generar información de la temática de estudio.

Actualidad:

La información se considera actualizada (A) cuando tiene un máximo de 5 años de elaborada, de lo contrario se considerará desactualizada (D).

Calidad:

La información se considera de alta calidad (A) cuando aporta buenos niveles de datos que lo soportan o posee metodologías validas, y cuando no se encuentra un soporte sólido y no tiene un nivel adecuado de detalle será bajo (B).

A continuación, en la **Tabla 3-1** se encuentra el formato implementado para la matriz de análisis de información secundaria.

Tabla 3-1. Formato de recolección de información secundaria

TÍTULO DEL ARCHIVO	AÑO	AUTOR	Características de la información				RESUMEN
			P	F	A	C	
Características de la información: Pertinencia: A (Alta) B (Baja). Fiabilidad: A (Alta) B (Baja). Actualidad: Actualizada (A) Desactualizada (D). Calidad: A (Alta) B (Baja).							

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

3.2 PLANTEAMIENTO FASE DE CAMPO

A continuación, se muestra el planteamiento de levantamiento de información durante la fase de campo y por componentes, para lograr el acotamiento de la ronda hídrica del caño Poblano.

3.2.1 Topografía

Para el desarrollo de las actividades de se organizó una comisión a cargo del profesional asignado por el proyecto; los equipos que se utilizaron para el levantamiento de información se encuentran a continuación:

- o Estación total Marca SOUTH precisión 2.5"

- GPS marca Leica serial 1200 referencia RX1210 Base – Rover.
- Computador portátil Acer para procesamiento de la información.
- Dron Phantom 4.
- Puntillas.
- Martillo.
- Pintura.

3.2.2 Geomorfología

Para la delimitación del componente geomorfológico se utilizó la metodología propuesta por Carvajal (2012), adicionalmente, es necesario plantear recorridos a lo largo de las zonas aledañas al cuerpo de agua para identificar las geoformas y eventos morfodinámicos asociados. La información que se espera obtener es la siguiente:

- Clasificar el cuerpo de agua en la zona objeto de estudio acorde al tipo de río o caño y patrón de drenaje predominante, para ello se utilizó como insumo el levantamiento topográfico y LIDAR.
- Determinar los tipos de morfología mediante recorridos de campo, en los cuales se identifican los principales aspectos del cauce y la zona sujeta de inundación: espesor, tipo de corriente, procesos morfodinámicos, reconocimientos de evidencias de actividad fluvial reciente y reiterada, entre otros.
- A partir de la clasificación del tipo de corriente y el trabajo de campo, se aplican las tablas de criterios correspondientes para definir el componente geomorfológico.
- Una vez obtenida la anterior información se procede a elaborar el mapa de unidades y subunidades geomorfológicas con sus respectivos atributos y delimitación del área del componente geomorfológico. (**Anexo 4. Cartografía**).

3.2.3 Hidrología

Para delimitar el componente hidrológico de la ronda, se tuvieron en cuenta los criterios planteados por la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia”. Esta determina realizar recorridos a lo largo del cuerpo de agua, identificando niveles de agua, áreas inundadas y los elementos afectados durante eventos hidrológicos citados por la comunidad del área del proyecto. Por otro lado, durante el levantamiento de información predial se realizaron preguntas acerca de la presencia de eventos de inundación, tiempo de ocurrencia de estos y afectaciones relacionadas. Adicionalmente, se plantea el desarrollo de las siguientes actividades:

- Calcular mediante el coeficiente de rugosidad de Manning, la granulometría del material del lecho, los posibles obstáculos en el propio cauce, las condiciones de las

laderas, la presencia de vegetación y todos los demás parámetros que influyen en este parámetro.

- Realizar la modelación hidrológica e hidráulica a partir de registros históricos de niveles y caudales, para el desarrollo de esta actividad se utiliza como insumo el levantamiento topográfico y las batimetrías.
- Una vez analizados los datos, se procederá elaborar el mapa de áreas de inundación para los periodos de retorno correspondientes a 2.33, 15 y 100 años; así como la respectiva delimitación del área del componente hidrológico, a partir de la línea de cauce permanente (**Anexo 4. Cartografía**).
- Igualmente cabe destacar que se realiza la modelación hidráulica e hidrológica mediante el programa Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System “HEC- HMS”, tomando como referencia estaciones climatológicas cercanas, e identificando datos correspondientes a las tasas retributivas de hace 5, 10, 20, 50 y 100 años. (Ver **Anexo 2. Hidrología**).

3.2.4 Ecosistemas

Previamente a la fase de campo, se realiza la delimitación del buffer de 250 metros a cada lado del caño Poblano a partir de una ortofoto suministrada por la corporación y tomada en el año 2015. Esta última, permite identificar las zonas donde la vegetación de ronda es representativa y de esta manera, plantear análisis de la vegetación en estos sitios.

Se plantea realizar recorridos en estas zonas previamente definidas y a lo largo de todo el cauce, realizando la descripción de los aspectos bióticos de la microcuenca, vegetación y coberturas acompañándolas de un registro fotográfico.

Adicionalmente a los recorridos se plantean las siguientes actividades consideradas necesarias para la delimitación de la ronda desde el componente ecosistémico, basado en la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia”.

Para la delimitación del componente ecosistémico de la ronda hídrica se plantearon las siguientes actividades:

- Definir las zonas de vida según la metodología propuesta por Holdridge (1974), para la posterior identificación de coberturas vegetales que se localizaban en la zona aledaña al cauce permanente.
- Cálculo de la altura promedio (H) de los árboles más dominantes de la comunidad vegetal a lo largo del corredor ripario, posteriormente a esta cobertura se le calcula el índice de valor de importancia (IVI).

- Cálculo de la relación (N) para cada sector, resultante de la relación entre la densidad de drenaje de la corriente por unidad geomorfológica identificada, y el área de la cuenca aferente a cada punto de la red de drenaje en que se define la ronda hídrica.
- Finalmente se realizará la clasificación y posterior interpretación de las coberturas utilizando la leyenda Corine Land Cover para Colombia³, y tomando como base la información de las fotografías aéreas, el buffer de 250 m y los recorridos realizados en campo.

Una vez obtenida la información anteriormente mencionada se procede a delimitar el componente ecosistémico, que correspondería al área determinada por la distancia (H) medida para cada comunidad de vegetación definida, estando afectada por la relación entre la densidad de drenaje de las corrientes; y el área de la cuenca aferente (N), medida a partir del límite del cauce permanente.

- Como resultado del análisis se elabora el mapa del componente ecosistémico acorde a las diferentes comunidades de vegetación identificadas en el área de estudio (**Anexo 4. Cartografía**)

3.2.5 Socioeconómico y cultural

Para el análisis desde la perspectiva socioeconómica y cultural, se plantea realizar el levantamiento de información asociada a la infraestructura económica y social con su respectiva georreferenciación en el área de estudio. La finalidad radica en identificar las actividades económicas realizadas en la franja de 250 metros a lado y lado del caño Poblano, de esta manera, analizar las actividades que generarán algún tipo de afectación en la dinámica natural del sistema fluvial.

La herramienta principal utilizada para el levantamiento de información y georreferenciación es el GPS TRIMBLE JUNO 3B y 3D (Ver **Figura 3-1**), a los que se le adicionó un diccionario de datos que permite identificar actividades especiales (no catalogadas como agropecuarias), usuarios del cuerpo de agua (captaciones y vertimientos), estructuras (puentes, obras de drenaje vial, marraneras, entre otras.), y predios mediante una encuesta estructurada y ajustada a los requerimientos del estudio.

³ IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



Figura 3-1. Equipo TRIMBLE JUNO 3D utilizado para el levantamiento de información.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

La información se levanta dentro de la franja de 250 metros a lado y lado del caño Poblano y con su respectiva georreferenciación, lo cual permite la posterior elaboración del producto cartográfico (Ver **Anexo 4. Cartografía**). El formato de encuesta (Ver **Anexo 1. Censo consolidado**) también permitió recolectar información acerca de la ocurrencia de eventos asociados a crecidas y desbordamientos en el área de estudio, así como eventos culturales asociados al cuerpo de agua.

Adicionalmente, la profesional social del proyecto dedicó espacios durante las jornadas de socialización y levantamiento del censo, para interactuar con las comunidades, entender su percepción en relación con el caño Poblano, su identidad con la corriente, actividades desarrolladas en su entorno, y otras condiciones sociales y culturales de importancia para el proyecto ver **Figura 3-2**.



Figura 3-2. Trabajos de interacción con la comunidad acerca de su percepción del caño Poblano.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018



3.2.6 Acotamiento de la ronda

La ronda hídrica se define por la superposición de los tres polígonos definidos bajo el análisis geomorfológico, hidrológico y ecosistémico realizado en el caño Poblano, tal como se muestra en la **Figura 3-3**, con verificación de las condiciones socioeconómicas y culturales resultantes del análisis.

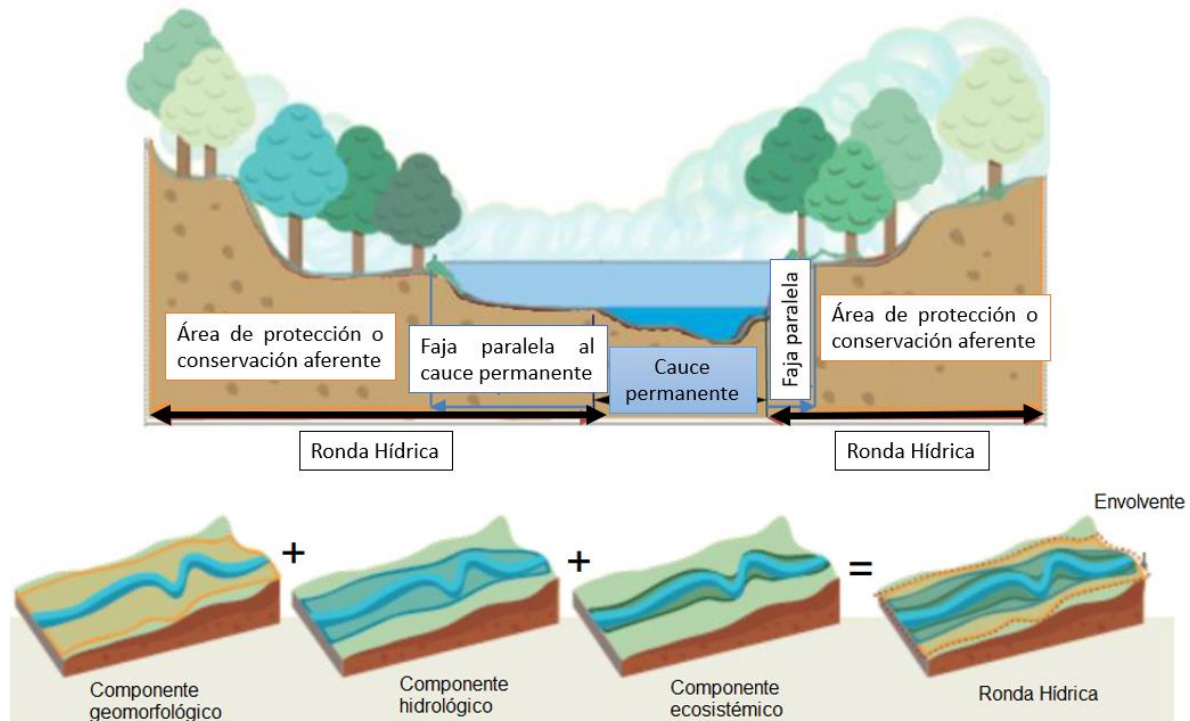


Figura 3-3. Superposición de capas para la delimitación de la ronda hídrica

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

3.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

La ronda hídrica se detalla doscientos cincuenta metros a lado y lado del eje del cuerpo de agua objeto de estudio, según especificaciones de la corporación y con la finalidad de obtener como producto final un plano con la toponimia del lugar, con secciones transversales para interpolar cada cinco metros.

Materiales:

- Estación total marca SOUTH precisión 2.5”.
- GPS Leica serial 1200 de referencia RX1210 Base-Rover.
- Computador portátil

Procedimiento en campo:

Levantamiento con GPS

Se realizó la labor de posicionamiento, que tiene como fin georreferenciar los puntos iniciales o de “amarre” en coordenadas cartesianas reales calculadas a partir del datum oficial para la cartografía colombiana MAGNA SIRGAS. Se situó la base del GPS en la placa de una vivienda en el municipio de Ubalá B, centro poblado de Mámbita, durante seis días en un horario de 7 am hasta las 4:30 pm, en promedio, tomando datos de los satélites disponibles de manera continua, para después realizar el postproceso en oficina y obtener las coordenadas con una precisión milimétrica.

La recopilación de coordenadas se realizó con el GPS en función mixta ROVER – RTK (ver **Figura 3-4**), utilizando una antena móvil y posicionándose en cada punto donde se considere información importante para el levantamiento, es el caso de: puntos de nivel, paramentos, delimitación de la quebrada, etc. El levantamiento inicia en el nacimiento del caño Poblano, descendiendo y tomando como eje el centro del caño, se recoge información importante a costados derecho e izquierdo, cada cuarenta metros.

Con la antena base posicionada (ver **Figura 3-5**) en la placa y la antena móvil recopilando información, se puede triangular y saber la coordenada solicitada en cada punto con un error no mayor a 3 cm. Cabe destacar que, para una precisión aceptable, el GPS no debe tener obstáculos que se interpongan entre los satélites y la antena móvil, por tanto, en zonas con alta vegetación, cubiertas o techos, no se puede obtener información, para lo cual se realiza el levantamiento de tales puntos con estación total.



REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



Figura 3-4. Toma de información con antena móvil GPS – RTK
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Figura 3-5. Ubicación Base GPS.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

Levantamiento con Estación Total

El levantamiento con estación total, permite tomar mayor información en la zona del cuerpo de agua, particularmente en sitios donde la vegetación es mucho más abundante, además de las secciones cada cuarenta metros, se toma información intermedia (por punto destacado) para que la interpolación en las secciones transversales cada cinco metros sea fiable.

Para tal fin, se utilizó una estación topográfica marca South (ver **Figura 3-6**) cuya precisión en ángulo es de 2.5" y distancia 1 mm. De igual manera se determinaron dos puntos de amarre en el inicio de caño Poblano y se posicionaron con GPS para asignar coordenadas reales. Con estos puntos (ver **Figura 3-7**), se levantó un polígono por el método de "ceros atrás" en donde se recopiló la información que no fue posible detallar con el GPS.



Figura 3-6. Levantamiento de información topográfica con estación South

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Figura 3-7. Delta o punto transitorio para posicionar estación total South.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

3.4 TOMA DE IMAGEN LIDAR

Igualmente, en cumplimiento de lo previsto en el anexo técnico del contrato de consultoría, se adelantó la toma de una imagen LIDAR, la cual requirió de una preparación previa a la toma misma, para garantizar un resultado óptimo.

Planeación:

Durante la realización del vuelo fotogramétrico, se desarrollaron actividades de planeación para la distribución de los puntos de foto control terrestre. La planeación del vuelo fue desarrollada mediante el uso de software especializado, creando las líneas de vuelo sobre el polígono del área de estudio. Ya con las líneas de vuelo establecidas se procedió a definir los parámetros de altura de vuelo y overlap entre las imágenes capturadas con el UAV.

Georreferenciación:

Con los parámetros definidos, se procedió a trasladar las coordenadas para la georreferenciación de los puntos de control y generar el modelo. Para esto se consultó en la base de datos de la Red Pasiva del IGAC. Una vez con los puntos identificados, se trasladaron las coordenadas al punto AUX 1 mediante la metodología GNSS Estático Diferencial, el cual se utilizó como base de corrección RTK, para la georreferenciación de los puntos de control, necesarios para realizar la georreferenciación de los puntos de foto control.

Ejecución del vuelo:

Realizada la georreferenciación y señalización de los puntos de control, se procedió a efectuar un chequeo de funcionalidad, validando el correcto funcionamiento de la cámara, la unidad de movimiento inercial, el sistema de posicionamiento global y el Home Point

(punto donde el UAV vuelve al detectar algún fallo o presentar inconvenientes durante el vuelo).

Al no presentar inconvenientes durante la realización del vuelo, se procesó la información de las fotografías con el objeto de validar la correcta alineación y correlación entre estas.

Procesamiento de la información:

Consistió en la alineación de las fotografías tomadas y la georreferenciación de estas a partir de los puntos de foto control, finalizando la actividad con la captura de 748 imágenes con una resolución del terreno de 9.95cm/pix abarcando un área de 1.31 km².

Después de la alineación de las fotografías, se procedió a generar la nube de puntos densa con la cual se generó el modelo digital de superficie y después el modelo digital de terreno. Una vez realizado el modelo digital de terreno se realizó a la ortorectificación de las imágenes para la elaboración del ortomosaico.

3.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA Y LIDAR

Cálculo de coordenadas para GPS.

El punto inicial ubicado en la placa de un predio de Mámbita se georreferenció con base a las coordenadas obtenidas en el primer posicionamiento GPS. Después de la realización del postproceso a los datos tomados por la antena del GPS Leica, se calcularon nuevamente las coordenadas para finalmente garantizar una precisión milimétrica de los puntos recopilados.

Cálculo de coordenadas para puntos tomados con estación total.

Se realizó una poligonal con el método de “ceros atrás” tomando como puntos de “amarre” deltas georreferenciados con la antena GPS, posteriormente se descargaron los datos obtenidos y se procesaron con el programa 1.4.0. BUILD 5076 que permite de forma rápida y precisa calcular coordenadas de cada una de las radiaciones tomadas en campo.

Dibujo de la información.

Para la clasificación y organización de la nube de puntos, se utilizó el programa Autocad Civil3d, el cual permite filtrar puntos por descripción y crear una superficie en base a los puntos de nivel tomados y no se presenten discontinuidades o saltos que alteren la topografía real y existente en el terreno.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corporavivo Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



Después de crear la superficie con su respectiva triangulación, ésta se ajusta de acuerdo a fotografías tomadas con la UAV en campo para así obtener un modelo digital que se ajuste a la realidad, corrigiendo algunas imperfecciones que se generan en el procesamiento de la información por parte del programa.

Para la toponimia se realizó un procedimiento similar y con ayuda de las fotografías de campo, se dibujan todos los paramentos, cercas, vías, y detalles referentes e importantes para el levantamiento. Como resultado, en la **Figura 3-8** se muestra la ortofoto obtenida en campo.



Figura 3-8. Ortofoto obtenida en campo
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

4 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

La recopilación y análisis de la información secundaria se realizó partiendo de la identificación de insumos como: documentos, trabajos, investigaciones y/o publicaciones realizadas por entidades regionales, departamentales y municipales. Así mismo, de información cartográfica tanto básica como temática e imágenes existentes del área de estudio.

El procesamiento de la información fue realizado por los miembros del grupo de trabajo calificando las características de la información (Pertinencia, Fiabilidad, Calidad y Actualidad), quienes basados en su conocimiento y experticia organizaron, procesaron y utilizaron la información como insumo al momento de estructurar los productos del presente proyecto.

En la **Tabla 4-1** se presenta la información documental recopilada y analizada por el grupo de expertos que participaron en la elaboración del presente estudio. De igual manera en la **Tabla 4-2** se registra la información utilizada para elementos cartográficos.

- Información documental.

Tabla 4-1. Matriz de evaluación de información secundaria

TÍTULO DEL ARCHIVO	AÑO	AUTOR	Características de la información				RESUMEN
			P	F	A	C	
Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia. Instituto Colombiano de Geología y Minería -INGEOMINAS-. Bogotá.	2012	Carvajal José H	A	A	A	A	Versión actualizada para adoptar el sistema de clasificación morfogenética (metodología del ITC-Holanda), ya que cumple con una estructura y se adapta tanto a las necesidades del país como a una aplicación mundial.
Análisis de perfiles longitudinales de ríos para la detección de anomalías geomorfológicas. Aplicación a un sector de la costa septentrional del Mar de Alborán (España). En: Anales de geografía Universidad Complutense 38(1) 2018: 161-194. ISSN: 0211-9803. http://dx.doi.org/10.5209/AGUC.60473 .	2018	Senciales G., José M.; Comino, Jesús R.; Martínez M., Juan F.; Ruiz S. José D.	B	A	A	A	El ratio LE (logarítmico exponencial) es una herramienta geomorfológica para ajustar perfiles longitudinales fluviales aplicando una ecuación. Los resultados permiten evaluar y cuantificar anomalías o rupturas (knickpoints) con diferentes orígenes.
Esquema de Ordenamiento Territorial Ubalá Cundinamarca	2.000	Alcaldía Municipal de Ubalá Cundinamarca	A	A	D	A	En este documento se describe la geología y geomorfología del municipio de Ubalá, relaciona de igual manera la composición veredal de las inspecciones tanto del sector A como el B del municipio. Particularmente acorde al interés del presente estudio, describe los usos del suelo de la inspección de Mámbita, productos agrícolas, principales actividades de comercio y reporte de amenazas de riesgos relacionados a fallas geológicas, fenómenos de remoción en masa, desbordamientos, crecientes, erosión, entre otros.
Esquema de Ordenamiento Territorial Ubalá Cundinamarca	2.008	Alcaldía Municipal de	A	A	D	A	En esta actualización del EOT del municipio de Ubalá, vigente actualmente, se mencionan usos del suelo y del



TÍTULO DEL ARCHIVO	AÑO	AUTOR	Características de la información				RESUMEN
			P	F	A	C	
		Ubalá Cundinamarca					recurso hídrico, principales actividades socioeconómicas que se llevan a cabo en las diferentes inspecciones de policía. En cuanto al componente de riesgos aclaran las crecientes que ocurren en Mámbita durante la temporada de lluvias y los cuerpos de agua considerados como potencialmente peligrosos.
Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca. Bogotá.	2000	Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- y Gobernación del departamento de Cundinamarca.	B	A	A	A	Presenta la información que sirve como fundamento sobre aspectos ecológicos, ambientales, agrícolas, pecuarios y forestales para la ejecución de planes de desarrollo, planes ambientales, planes de ordenamiento del territorio y, como fin último, contribuya a los postulados necesarios para la reglamentación del uso del suelo.
Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación de tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.	2005	Villota H.	A	A	A	A	Muestra los conceptos fundamentales sobre geomorfología y analiza la composición y orígenes del paisaje terrestre de acuerdo con los conocimientos y características de los relieves iniciales.
Guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM-. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Bogotá.	2013	Robertson, kim G., Jaramillo Omar, Castiblanco Miguel A.	B	A	A	A	La Guía, presenta una metodología general de tipo flexible que permita identificar las geoformas básicas a escala 1: 100.000, generalizarlas a escala menores (mas regionales) o detallarlas (locales) a escalas mayores.
Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia. Bogotá D. C., 86 pag.	2018	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS-	A	A	A	A	La presente Guía, establece los criterios para definir el orden de prioridades para el inicio del acotamiento de las rondas hídricas, desarrolla los criterios para definir desde donde se acota y hasta donde llega su límite físico y define las directrices para su manejo ambiental por parte de las Autoridades Ambientales competentes.
Guía y catálogo de unidades geomorfológicas en Colombia por sensores remotos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Geografía. Grupo de Investigación Geotecnologías. Bogotá.	2015	Vargas C. Germán.	A	A	A	A	Guía soportada en experiencias académico-investigativas y en técnicas desarrolladas durante más de 20 años en diferentes instituciones públicas y privadas.
Los cañones colombianos: una síntesis geográfica. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.	2007	Serrato A. Pedro K.	B	A	A	A	Conceptualiza, caracteriza y propone una clasificación de los cañones colombianos y una metodología para la zonificación geomorfológica, frente a las formas de ocupación del espacio geográfico.
Memoria de la geología del cinturón esmeraldífero oriental Planchas 210, 228 Y 229.	2008	Servicio Geológico Colombiano - SGC-. Bogotá D. C.	A	A	A	A	El área del Cinturón Esmeraldífero Oriental (CEOR) se ubica al oriente de Bogotá, sobre el borde oriental de la cordillera, sitio en el cual afloran rocas sedimentarias paleozoicas y cretácicas, cubiertas en algunos sectores por depósitos sedimentarios cuaternarios de origen coluvial y aluvial.
Memoria de la Susceptibilidad por geomorfología (Anexo B) Plancha 229-Gachalá	2010	Servicio Geológico Colombiano - SGC-, Dirección de Geoamenazas;	A	A	A	A	Presenta la susceptibilidad de la variable geomorfología frente a movimientos en masa dentro de la plancha 229 -Gachalá, la cual se determinó mediante la aplicación de la combinación de los variables: morfometría, morfogénesis y morfodinámica, en la que se valora cuantitativa y cualitativamente las relaciones



TITULO DEL ARCHIVO	AÑO	AUTOR	Características de la información				RESUMEN
			P	F	A	C	
		Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM-, Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Bogotá D. C.					geométricas de la superficie, las causas y procesos que dieron origen al paisaje geomorfológico y la distribución espacial de movimientos en masa; en relación a las condiciones del relieve y las características de los materiales presentes en los depósitos.
Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 229-Gachalá	2010	Convenio 05 de 2010 firmado entre el Servicio Geológico Colombiano y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM-. Bogotá.	B	A	A	A	La memoria presenta la recopilación, valoración y procesamiento de información temática sobre geología, geomorfología, suelos y coberturas de la tierra, con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y aplicación de técnicas de sensores remotos que permitieron la caracterización y análisis cualitativo y cuantitativo de dichas variables del terreno y sus respectivos parámetros.
Memoria Técnica Explicativa del mapa de geología Plancha 229-Gachalá.	2013	Servicio Geológico Colombiano - SGC-. Dirección de geología básica. Bogotá D. C.	A	A	A	A	Realiza la descripción de las rocas sedimentarias, paleozoicas, cretácicas, cenozoicas, depósitos cuaternarios, coluviales y aluviales que afloran o están cubiertas en algunos sectores y que se ubican sobre el flanco oriental de la Cordillera Oriental, Piedemonte Llanero y Llanos Orientales.
Memoria Técnica Explicativa del mapa de geología Plancha 229-Gachalá.	2013	Servicio Geológico Colombiano - SGC-. Dirección de geología básica. Bogotá D. C.	A	A	A	A	Realiza la descripción de las rocas sedimentarias, paleozoicas, cretácicas, cenozoicas, depósitos cuaternarios, coluviales y aluviales que afloran o están cubiertas en algunos sectores y que se ubican sobre el flanco oriental de la Cordillera Oriental, Piedemonte Llanero y Llanos Orientales.
Método para la caracterización de las formas del terreno en zonas de montaña utilizando Modelos Digitales de Elevación. Caso: Departamento del Cauca. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, Departamento de Agronomía. Bogotá.	2012	Correa M., Nixon A.	A	A	A	A	Método para diferenciar, delimitar, caracterizar y representar cartográficamente las formas del terreno en zonas de montaña. Se evaluaron los DEMs SRTM de resoluciones espaciales aproximadas de 31 m y 92 m, y el DEM-ASTER de 31 m de resolución, éste último en el área de estudio mostró datos locales erróneos por lo que el análisis de exactitud vertical con enfoque geoestadístico, comparación con curvas de nivel a 1:25000 y 1:10000 y puntos de control GPS indicó que el DEM-SRTM de 31 m, era el que mejor cumplía la tolerancia máxima de exactitud vertical.
Ratio LE para el ajuste de perfiles longitudinales en cursos fluviales de montaña. Aplicación a la cuenca del río Almáchar (Málaga, España). <u>En</u> : Cuaternario y Geomorfología (2015),	2015	Comino Rodrigo J., Senciales-González, J.M.	B	A	A	A	La ratio LE (Logarítmica exponencial) puede ser una herramienta geomorfológica eficaz para ajustar perfiles longitudinales de cuencas fluviales montuosas de pequeña extensión. Debe ser aplicada utilizando la altitud como variable independiente.



TÍTULO DEL ARCHIVO	AÑO	AUTOR	Características de la información				RESUMEN
			P	F	A	C	
29 (3-4), 57-76. ISSN: 0214-1744. www.rediris.es/CuaternarioyGeomorfologia/.							
Sistemas Morfogénicos del Territorio Colombiano. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 252 p., 2 anexos, 26 planchas en DVD.	2010	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM-	B	A	A	A	Presenta la visión geomorfológica del territorio colombiano mediante un diseño cartográfico a escala 1:500.000 y la presente memoria técnica apoyada en tablas de atributos en que se caracterizan cada uno de los sistemas definidos.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S. 2018.

- Información cartográfica.

Tabla 4-2. Matriz de evaluación de información cartográfica

TÍTULO DEL ARCHIVO	AÑO	AUTOR	Características de la información				ESCALA
			P	F	A	C	
Mapa de Geología Plancha 229-Gachalá.	2013	Servicio Geológico Colombiano -SGC-. Bogotá D. C.	A	A	A	A	Escala 1:100.000.
Mapa de la geología del cinturón esmeraldífero oriental Planchas 210, 228 Y 229.	2008	Servicio Geológico Colombiano -SGC-. Bogotá D. C.	A	A	A	A	Escala 1:100.000.
Mapa de suelos 229	2000	Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Gobernación del departamento de Cundinamarca. Bogotá.	B	A	A	A	Escala 1:100.000.

Características de la información: **Pertinencia:** A (Alta) B (Baja). **Fiabilidad:** A (Alta) B (Baja). **Actualidad:** Actualizada (A) Desactualizada (D). **Calidad:** A (Alta) B (Baja).

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



5 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO

La salida de reconocimiento inicial se realizó los días 7 y 8 de septiembre del año 2018. Incluyó un recorrido que se realizó desde la coordenada E:1082727 N:1018368 identificada como el punto de inicio del proyecto hasta antes de la desembocadura en la quebrada Mochilero, teniendo en cuenta la información suministrada por la comunidad y una ortofoto de la zona, suministrada al inicio del proyecto por parte de Corpoguavio. Ver **Figura 5-1**.





Figura 5-1. Ortofoto suministrada por la Corporación Autónoma Regional del Guavio - CORPOGUAVIO

Como resultado de la actividad, se logró identificar fácilmente los puntos de acceso a 3 zonas del caño Poblano, las vías aledañas a este y sitios pertinentes para la elaboración de la socialización y las actividades de cartografía social y censo georreferenciado. En la **Tabla 5-1** se muestran los puntos identificados como resultado del reconocimiento del área de estudio.



Tabla 5-1. Puntos identificados como resultado de la actividad de reconocimiento

Punto 1				
Coordenadas (Magna Sirgas)	ESTE	1082827	NORTE	1018472
Registro Fotográfico				
			<p>Descripción: Vereda Campo Hermoso.</p> <p>Zona aledaña destinada a actividades ganaderas, el cuerpo de agua atraviesa los pastizales.</p>	
Punto 2				
Coordenadas (Magna Sirgas)	ESTE	1083072	NORTE	1018677
Registro Fotográfico				
			<p>Descripción: Mámbita Centro.</p> <p>Punto ubicado a una manzana del parque principal, zona destinada a actividades de educación ambiental con los estudiantes del colegio.</p>	
Punto 3				
Coordenadas (Magna Sirgas)	ESTE	1083376	NORTE	1019032
Registro Fotográfico				



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corporavivo Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S



Descripción: Mámbita Centro.

Sitio ubicado a las afueras de la empresa EMGESA, predios aledaños destinados a vivienda rural

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Durante el recorrido, se le preguntó a la comunidad acerca de eventos de inundación del caño Poblano, quienes contestaron en su gran mayoría que no se habían presentado fenómenos de inundación de este cuerpo de agua, otros pocos mencionaban que se alcanzaba a desbordar un poco hacia la desembocadura del caño en la quebrada Mochilero.

Por otro lado, la población de la zona hizo énfasis en el caño Curo, calificándolo de torrencial y recalando que se desborda cuando llueve, llegando a afectar algunos predios aledaños y que las obras que se han venido realizando en este cuerpo de agua no son suficientes.

Para finalizar la actividad se dialogó con funcionarios de la Policía Nacional, quienes mencionaron que no se habían reportado riesgos asociados al caño Poblano, que incluso los niños de primaria del colegio realizaban actividades lúdicas de temas ambientales en un lugar conocido como “aula abierta” ubicado a muy pocos metros del caño objeto de estudio.

6 ANÁLISIS PREDIAL, CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CENSO

Previamente al inicio de las actividades de campo se realizó la socialización del proyecto, esta consistió en dar a conocer el alcance del objeto contractual, la descripción de la metodología a partir de la cual se realizará el acotamiento de la ronda hídrica, los profesionales encargados de la elaboración del informe y la importancia de este tipo de estudios en la planeación territorial.

Una vez expuesto el tema y solucionadas las inquietudes de los asistentes, se dio inicio al taller de cartografía social, se ubicó a la comunidad en un mapa de la zona del estudio donde pudieron identificar sus veredas y viviendas. Posteriormente señalaron las zonas donde se habían reportado eventos de inundación y problemáticas asociadas al caño Poblano (**Ver Anexo 3. Socialización**).

Para realizar el análisis de la distribución y composición predial, el inventario y caracterización de la infraestructura socioeconómica y el censo georreferenciado, como se observa en la **Figura 6-1**, se tomó como área de estudio una franja comprendida por 250 metros a ambos lados del caño Poblano, conforme al anexo técnico del presente contrato de consultoría. A manera de complemento de la información se optó por censar y georreferenciar todo el casco urbano de Mámbita centro, dado que algunos predios se veían afectados por el caño Curo, el cual no es objeto de estudio dentro del presente documento.

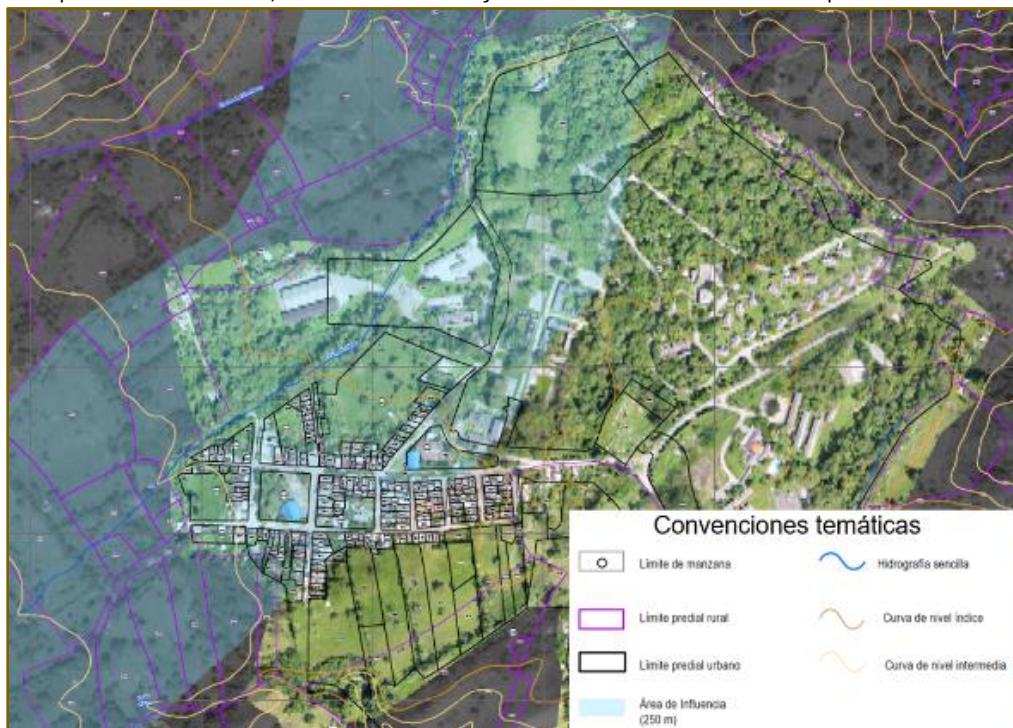


Figura 6-1. Área de estudio para el análisis de la distribución y composición predial

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

6.1 ANALISIS DE LA COMPOSICIÓN Y DISTRIBUCIÓN PREDIAL

En el área de estudio, la distribución de la propiedad se entiende como la forma en la que se configura la relación de los propietarios con los predios, esto brinda una referencia de cómo se distribuye la propiedad en el territorio y cuáles son sus características. Para este análisis se utilizó como base la información catastral de Mámbita, brindada por la Corporación Autónoma Regional del Guavio – Corpoguavio.

Como se muestra en la **Figura 6-1**, el área de estudio está comprendida por la franja azul, esta abarca zona urbana y rural donde los predios de cada una se encuentran demarcados con colores negro y morado respectivamente. En la **Tabla 6-1** se muestra la composición predial del área de estudio correspondiente a la franja ubicada entre los 250 metros a lado y lado del caño Poblano.

Tabla 6-1. Composición predial del área de estudio comprendida por el buffer de 250 metros

Zona Urbana						
Tamaño		Predios	Propietarios	Área Ha	% Predios	% Área
Microfundios	<3Ha	156	96	7,45	98	38
Minifundios	3-10Ha	3	2	12,13	2	62
Total		159	98	19,58	100	100
Zona Rural						
Tamaño		Predios	Propietarios	Área Ha	% Predios	% Área
Microfundios	<3Ha	33	28	23,6	89	61
Minifundios	3-10Ha	4	4	15,2	11	39
Total		37	32	38,8	100	100

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

En la **Tabla 6-1** se puede observar que en la zona urbana correspondiente a la zona de Mámbita Centro, la cantidad de predios dentro del área de estudio es de 159, en su mayoría corresponden a microfundios que según la distribución que da el IGAC, corresponde a predios cuya extensión es menor a 3 Ha. Además, 98 de los 159 predios de esta zona se encuentran registrados con propietario.

Con respecto a la zona rural entre el buffer, se encuentra que existen 37 predios, de los cuales 32 figuran con propietario. En su mayoría (89%) se categorizan como microfundios, mientras que el 11% restante corresponde a predios cuya extensión se encuentra entre 3 y 10 hectáreas denominados minifundios.

6.2 INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y ECONÓMICA

La caracterización de la infraestructura se realizó en el área de estudio correspondiente a una franja de 250 a lado y lado del caño Poblano, el levantamiento de esta información incluyó viviendas, instituciones educativas, lugares de culto, entre otros. Cabe resaltar que también se realizó levantamiento de esta información en la zona de Mámbita Centro, a pesar que no entraba entre los 250 metros de buffer establecido para el proyecto.

De acuerdo a la información recopilada en el mes de septiembre de 2018, durante el censo georreferenciado realizado en el área de estudio, se inventariaron un total de 226 construcciones correspondientes en su mayoría a Mámbita Centro (84%) y en las veredas Campo Hermoso y La Floresta, 16% de ellas. Cabe destacar que en la vereda San Rosque no se reportó ningún predio, esto debido a que el área de la vereda que se encuentra entre el buffer, no es muy representativa como se aprecia en la **Figura 2-2**.

De conformidad con el EOT del municipio de Ubalá (2008), las zonas de equipamiento comunitario comprenden los inmuebles de los poderes ejecutivo, legislativo y judicial, instalaciones de prevención y seguridad pública, sitios culturales, educativos, salud, abastecimiento, mercadeo y comunitarios públicos. También incluye cementerios, instalaciones de culto y terminales de transporte.

A continuación, se realiza la caracterización de la infraestructura social y económica encontrada durante el levantamiento de información de campo, dicha información se encuentra compilada en el **Anexo 1. Censo consolidado**.

En infraestructura se caracterizan las instituciones educativas como equipamientos de la inspección de Mámbita, destinadas a la formación intelectual, la capacitación y la preparación de personas para su integración en la sociedad. Estas instituciones agrupan individuos en su formación preescolar, primaria, secundaria y media. Algunas de ellas se pueden ver en la **Figura 6-2**.



Figura 6-2. Instituciones educativas presentes en Mámbita

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

La infraestructura caracterizada como de bienestar social agrupa las edificaciones y dotaciones destinadas al desarrollo social, orientación y prestaciones de servicios a grupos específicos como familias, infantes, personas de la tercera edad, discapacitados y grupos marginales. Agrupa entre otros, salones comunales, jardines comunitarios, centros integrales de atención y de desarrollo comunitario (ver Figura 6-3).



Figura 6-3. Jardines infantiles presentes en la inspección de Mámbita

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Las edificaciones caracterizadas como de culto, son las destinadas a la predicación, meditación y rituales, entre otros. Agrupa Iglesias y parroquias, de igual manera casas



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

adaptadas a la realización de este tipo de eventos religiosos. Algunas de las edificaciones de culto se pueden ver en la **Figura 6-4**.

			
Misión La Vía del Señor		Movimiento Misionero Mundial	
E: 1083161	N: 1018437	E: 1083319	N: 1018514
			
Templo Adventista El Séptimo Día		Iglesia Cristiana	
E: 1083348	N: 1018558	E: 1083394	N: 1018545
			
Iglesia católica Mámbita		Iglesia Pentecostal Unida de Colombia	
E: 1083064	N: 1018525	E: 1083237	N: 1018557

Figura 6-4. Instituciones religiosas presentes en la inspección de Mámbita

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

La infraestructura caracterizada como de recreación agrupa áreas abiertas destinadas para que las personas destinen su tiempo a actividades deportivas y de ocio, entre estas se encuentran en la **Figura 6-5** algunas de ellas.

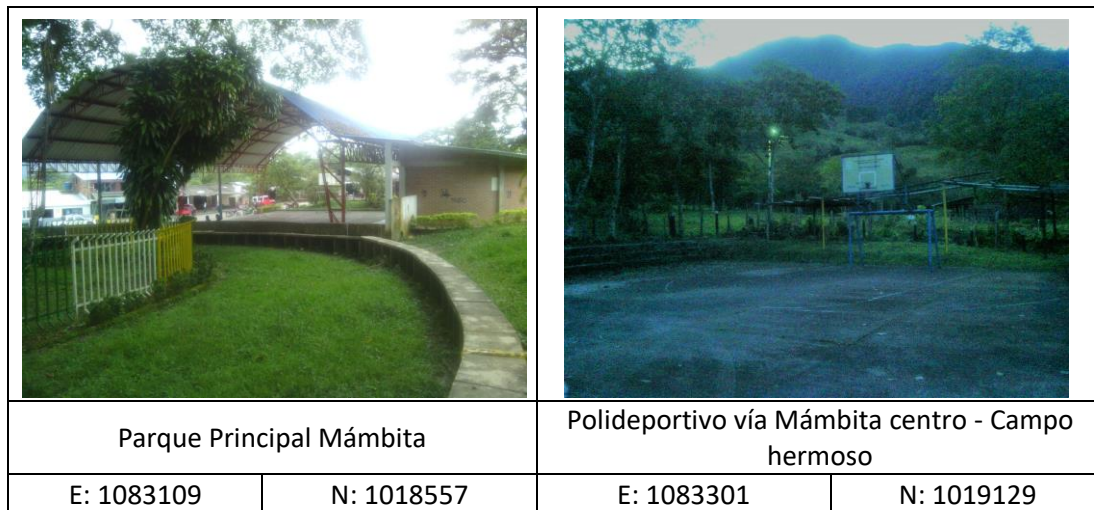


Figura 6-5. Infraestructura recreacional de Mámbita

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Entre la infraestructura destinada para mantener la seguridad de la inspección, la administración de la justicia, la sana convivencia y la paz entre los habitantes, se encuentra una Base Militar y una Inspección de Policía (ver **Figura 6-6**).



Figura 6-6. Base militar e inspección de policía

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

En infraestructura económica, se agrupan equipamientos de la inspección de Mámbita destinados a mantener el adecuado funcionamiento de la economía de la región. A continuación, en la **Figura 6-7** se puede observar la plaza de mercado ubicada en Mámbita centro.



Figura 6-7. Plaza de mercado de Mámbita Centro
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

En infraestructura comercial se encuentran los equipamientos destinados a abastecer necesidades específicas de la población, tales como tiendas, bodegas, hoteles, etc. Este tipo de infraestructura se rige por las normas de usos comerciales y de servicios mercantiles (ver **Figura 6-8**).





Figura 6-8. Algunos establecimientos comerciales presentes en la inspección

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

La infraestructura que apoya no sólo la producción, sino los procesos de transformación y comercialización de los sectores económicos se define como productiva. Esta agrupa marraneras, galpones, tanques para actividades piscícolas, entre otras (ver **Figura 6-9**).

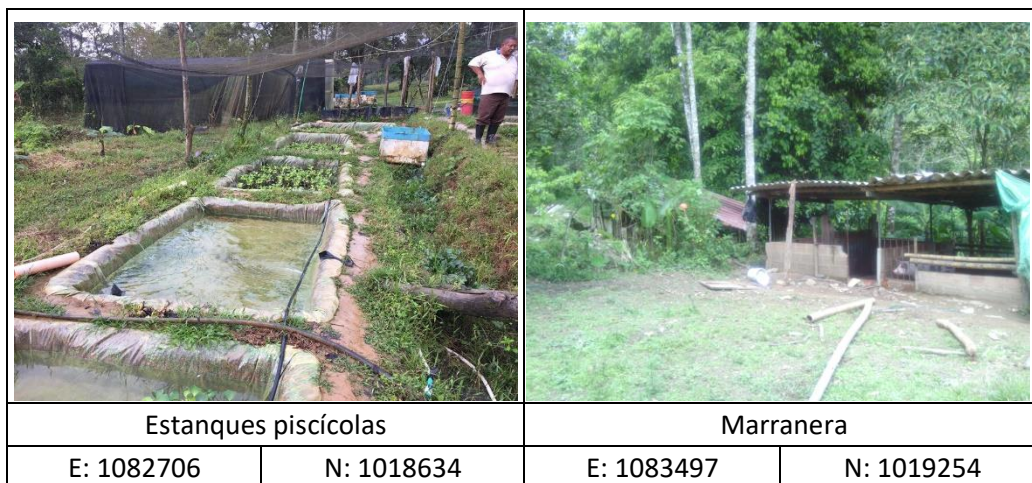


Figura 6-9. Estanques para piscicultura y marranera

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

A continuación, en la **Tabla 6-2** se presenta el inventario de la infraestructura social y económica encontrada en el área de estudio, de acuerdo a la caracterización descrita anteriormente, los establecimientos que allí se mencionan tienen su respectiva coordenada en el **Anexo 1. Censo consolidado**.



Tabla 6-2. Caracterización de la infraestructura económica y social

Infraestructura	Tipo de equipamiento	Nombre	Número	
Económico	Comercial	Hoteles	5	
		Locales comerciales	29	
	Productiva	Marraneras	2	
		Piscícolas	3	
		Plaza de mercado	1	
Social	Bienestar Social	Jardín infantil	1	
		ICBF Jardín infantil Senderitos de Amor	1	
	Culto	Iglesia cristiana La Viña Del Señor	1	
		Iglesia cristiana Pentecostés de Colombia	1	
		Iglesia Cristiana	1	
		Templo Adventista El Séptimo Día	1	
		Iglesia Pentecostal Unida De Colombia	1	
		Iglesia Católica Principal	1	
	Educativa	Institución Educativa Rural Departamental Mámbita	1	
		Colegio Sede San Pablo	1	
	Recreación	Parque Municipal	1	
		Cancha Microfútbol Vereda La Floresta	1	
	Seguridad	Policía Nacional Sub Estación Mámbita	1	
		Base Militar	1	
	Vivienda	Vivienda familiar	191	
	TOTAL			245

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

6.3 CENSO GEORREFERENCIADO

Acorde a lo establecido en el anexo técnico del contrato de consultoría No. 200-30.4-254, se llevó a cabo el censo de los predios ubicados sobre la margen del caño Poblano, que incluía las veredas Campo Hermoso, La Floresta y San Roque. Para la actividad se utilizaron equipos GPS de precisión Trimble Juno 3B y 3D con aplicación de modelo de captura de datos (configurando los equipos de acuerdo a los protocolos de manejo de cartografía temática de PI Consultores S.A.S. y las especificaciones del proyecto).

Esta herramienta permitió crear un diccionario de datos según lo establecido en el formato de encuesta diseñado por PI Consultores S.A.S. y avalado por Corpoguavio. Como resultado final del ejercicio, se obtuvo una base de datos consolidada (ver **Anexo 1. Censo consolidado**) y la información necesaria para la visualización de esta en la GeoDataBase “GDB” (ver **Anexo 4. Cartografía**).

Con base en los datos obtenidos en campo durante la actividad de censo predial, a continuación, se presentan algunos datos particulares y cifras asociadas al mismo.

6.3.1 Análisis de la información recopilada

Para iniciar, se realizó la actividad en la zona urbana correspondiente a Mámbita centro y en la zona rural, las veredas Campo Hermoso, La Floresta y San Roque. Acorde a lo anterior, en la **Tabla 6-3** y **Figura 6-10** se muestra que la mayoría de los predios (84%), se ubican en el casco urbano de Mámbita, y la minoría (16%) en la zona rural. Esta dinámica se genera debido a la condición de Mámbita como inspección de policía del sector B del municipio de Ubalá, y en parte a la fuerte influencia de la zona oeste del municipio de Medina.

Sin embargo, muchos de los habitantes de Mámbita hacen uso y generan algún tipo de afectación sobre la ronda hídrica de caño Poblano. Algunos de ellos, incluso dependen de este caño para disponer de sus desperdicios, debido a la falta de alcantarillado en los lugares donde se encuentran sus viviendas; o también, realizar los vertimientos producto de las actividades agropecuarias, como se podrá evidenciar más adelante en este análisis.

Tabla 6-3. Ubicación rural o urbana de los predios encuestados en Mámbita

Ubicación de los predios	Total
Rural	32
Urbano	168

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

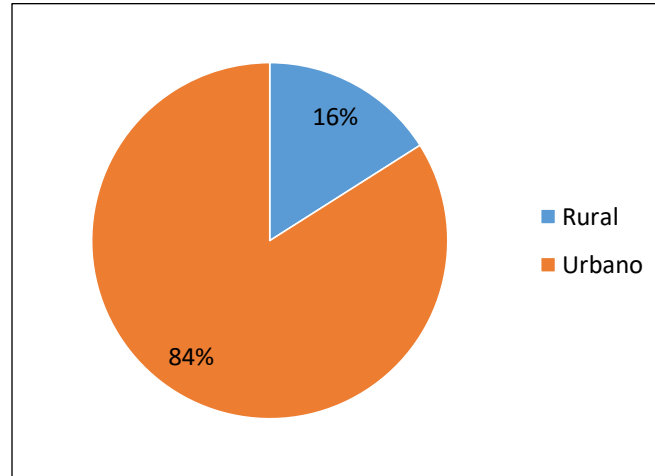


Figura 6-10. Ubicación de los predios

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

En Mámbita se conglomeran diferentes tipos de actores y estructuras, en su mayoría (77,9%) pertenecientes a la población civil y familias del pueblo. Además, se encuentra una cantidad importante de lotes para cultivos y fincas (4,8%) como otros lotes abandonados o sin uso aparente (10,6%). En cuanto al resto de infraestructuras como colegios (1,6%), centros religiosos (2,4%), dependencias del Estado (0,8%) y entre otras, conforman la minoría de los predios.

Al analizar los datos obtenidos (ver **Tabla 6-4** y **Figura 6-11**). La inspección de Mámbita reúne diferentes actores en su territorio; evidenciándose presencia del estado, centros religiosos y una importante cantidad de población civil, lo cual genera una dinámica funcional y de cooperación propios de los territorios pequeños y denominados como centros poblados y/o inspecciones. Cabe resaltar que la presencia institucional variada reunida en un espacio relativamente pequeño, ayuda a que el trabajo comunitario sea más inmediato y con resultados visibles a corto plazo. Por otro lado, aunque el centro de salud se encontraba fuera del buffer planteado de 250 m a ambos lados del caño Poblano, se reporta su existencia dentro de la inspección.

Tabla 6-4. Tipos de infraestructura de los predios encuestados

Tipos de infraestructuras	Total
Aula Abierta-Ambiental	1
Seguridad Pública	2
Cementerio	1
Centro de Salud	1
Centro Religioso	6

Empresa EMGESA	1
Escuela-Colegio	4
Fincas	12
Lotes	26
Parque Principal Mámbita	1
PTAP Vda. San Roque	1
Vivienda y locales comerciales	191

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

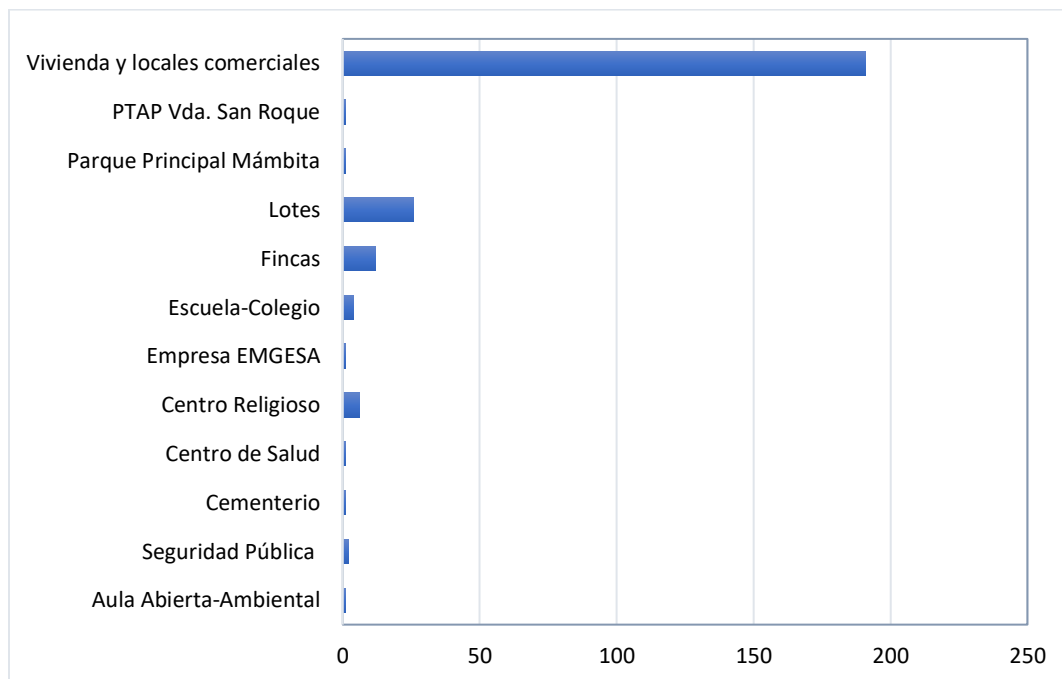


Figura 6-11. Tipos de infraestructura

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Ahora bien, hablando del tipo de tenencia de la tierra, en la **Tabla 6-5** y **Figura 6-12**, se puede observar que la mayoría de las familias e instituciones (82%) son propietarias de las tierras donde viven o desarrollan sus actividades productivas, mientras que sólo un 2% son poseedoras de sus tierras, que puede deberse principalmente a que no han completado los trámites legales para ser propietarios. Finalmente se puede evidenciar, que el 16% vive o desarrolla sus actividades en predios arrendados.

Al ser la gran mayoría propietarios de los predios, se comienza a vislumbrar las razones por las que los habitantes de Mámbita tienen un alto sentido de pertenencia y responsabilidad para con su pueblo y los recursos naturales de la zona, se observa que en su mayoría la

tenencia de los predios es legal, y existe una pequeña pero importante agrupación que funciona en arriendo.

Tabla 6-5. Tipo de tenencia de la tierra en predios encuestados en Mámbita

Tenencia de la tierra	Total
Arrendatario	32
Poseedor	5
Propietario	163

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

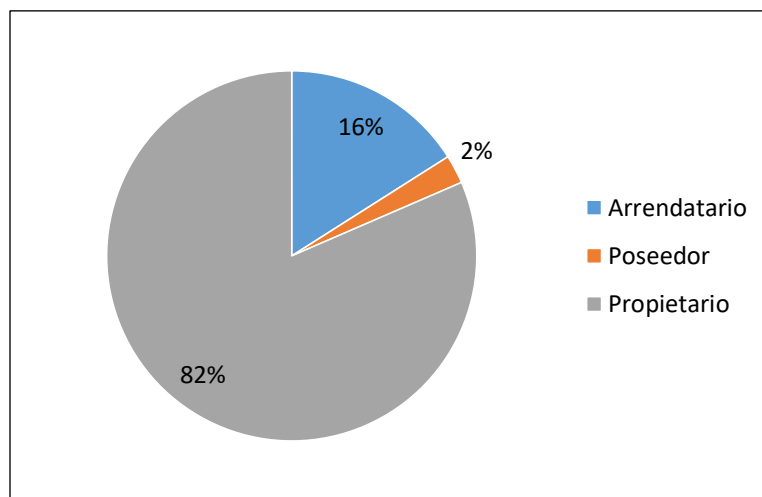


Figura 6-12. Tipo de tenencia de la tierra

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Al ser la mayoría de los predios, propiedad privada, en la **Tabla 6-6** y **Figura 6-13**, se observa que la mayoría de los predios son de bloque, y los otros pequeños porcentajes varían entre ladrillo (2%), materiales prefabricados (3%), están hechos de tabla (3%), o tabla pisada (1%). Y sólo un 3% están construidas con otros materiales.

Cabe mencionar que la mayoría de los encuestados eran habitantes urbanos, entonces se entiende por qué el bloque es el material predominante de construcción en los predios. El resto de materiales cuentan con un porcentaje muy bajo, es decir que dentro de la comunidad no existen ya viviendas tradicionales campesinas de troncos, piedra, adobe, paja, etc. Lo cual demuestra que Mámbita es una población de generaciones modernas que ha abandonado la idea de vivir apartados en veredas y optan por la vida urbana.

Tabla 6-6. Material de construcción de los predios encuestados en Mámbita

Material de construcción	Total
Bloque	176
Ladrillo	5
Otro	5
Prefabricado	6
Tabla	6
Tapia pisada	2

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

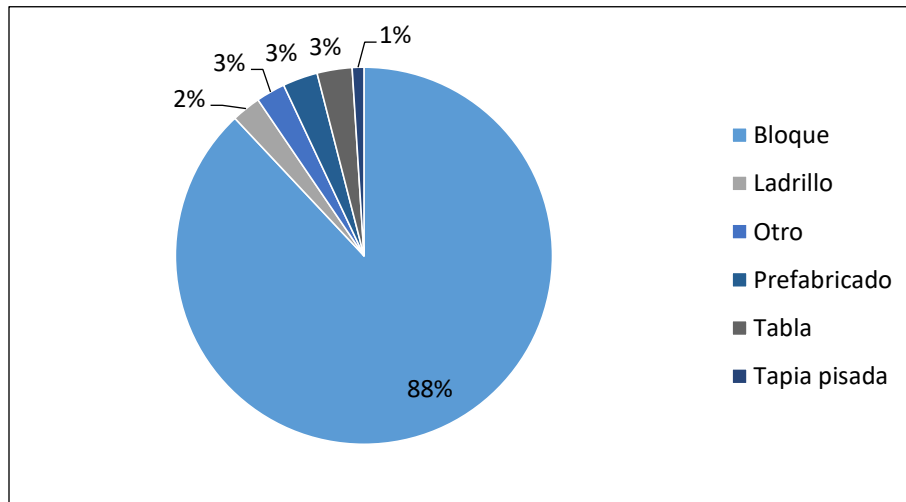


Figura 6-13 Material de construcción

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Como se vio anteriormente, los predios son predominantemente en bloque y se encuentran concentrados en su mayoría en el centro poblado. En la **Tabla 6-7** y **Figura 6-14**, se muestra que el 80% de los predios cuenta con servicio de alcantarillado y un 20% no cuenta con este servicio. Todavía hay un porcentaje de población importante sin alcantarillado que debe verter las aguas negras generadas por sus viviendas, trabajos y/o actividades agropecuarias a diferentes afluentes o simplemente hacen uso de mecanismos como el pozo séptico, lo cual representa un riesgo para los habitantes que usan el agua del caño Poblano para tareas domésticas o actividades recreativas.

Tabla 6-7. Servicio de alcantarillado en predios encuestados en Mámbita

Alcantarillado	Total
No	40
Si	160

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

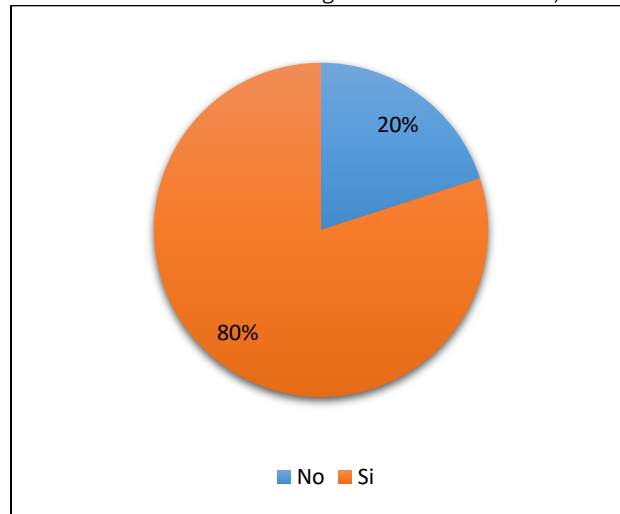


Figura 6-14. Predios con servicio de alcantarillado

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

De acuerdo a la información obtenida mediante las encuestas, en el 86% de los predios convive una sola familia compuesta en su mayoría (44%) por una o dos personas, mientras que los demás (42%) están conformados por entre 3 y 5 personas. En el resto de los predios visitados habitables (8%), se encuentran dos y hasta 3 familias. Y por otro lado, el 6% restante de los predios censados se encuentra destinado a otras actividades diferentes a la vivienda familiar.

Con estos datos se concluye que la mayoría de la población civil está compuesta por familias independientes y pequeñas, entre 1 y 5 integrantes, en su mayoría propietarias de predios ubicados en la zona urbana.

Particularmente en los predios donde existe la vivienda familiar y de acuerdo a la **Tabla 6-8**, **Tabla 6-9** y la **Figura 6-15**, la población de niños, niñas y adolescentes en las familias, se distribuye de la siguiente forma:

En la mayoría de los hogares la población de niños y adolescentes no existe, 67% y 73% respectivamente. En el 18% y 23% de los casos la familia sólo tiene un niño o un adolescente. En el 11% y 3% las familias tienen dos niños o dos adolescentes y sólo un 3% o 1% tiene tres o más niños o adolescente.

Los datos anteriores permiten observar que la población infantil y adolescente es bastante baja para en lo correspondiente a la Inspección de Mámbita. Se concluye que las familias campesinas que históricamente tenían 7 o más hijos, están desapareciendo dando paso a familias nucleares de máximo dos hijos.

Tabla 6-8. Hogares con número de habitantes menores a 12 años por familia

Habitantes menores a 12 años por familia	Total
0	134
1	37
2	23
3	5
4	1

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Tabla 6-9 Hogares con número de habitantes adolescentes por familia

Habitantes entre 12-20 años por familia	Total
0	147
1	46
2	6
3	1

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

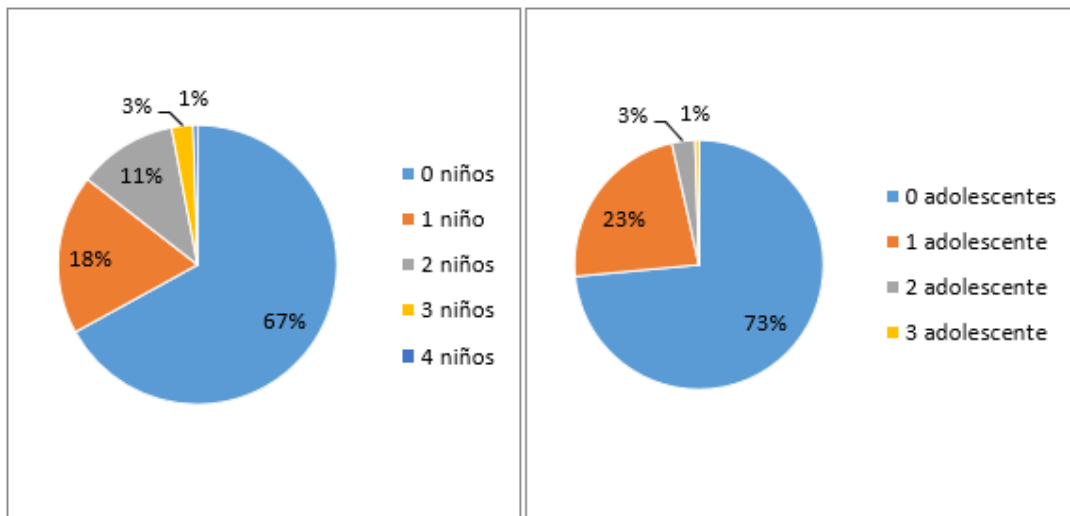


Figura 6-15. Porcentajes de población infantil y adolescente por familia

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

De acuerdo a la **Tabla 6-10**, **Tabla 6-11** y la **Figura 6-16**, la población de adultos entre los 21 y 40 años de edad en las familias, se distribuye de la siguiente forma: el 20% de las familias tienen un solo adulto entre estas edades, un 21% tienen dos adultos y un 4% y 1% tienen 3 y 4 adultos respectivamente. Más de la mitad de las familias no cuentan con ningún adulto de esta edad.

Tabla 6-10. Habitantes adultos entre 21 – 40 años en familias encuestadas en Mámbita

Habitantes entre 21-40 Años por familia	Total
0	109
1	40
2	43
3	7
6	1

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Tabla 6-11. Habitantes adultos entre 41 – 60 años en familias encuestadas en Mámbita

Habitantes entre 41-60 años por familia	Total
0	93
1	64
2	39
3	4

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

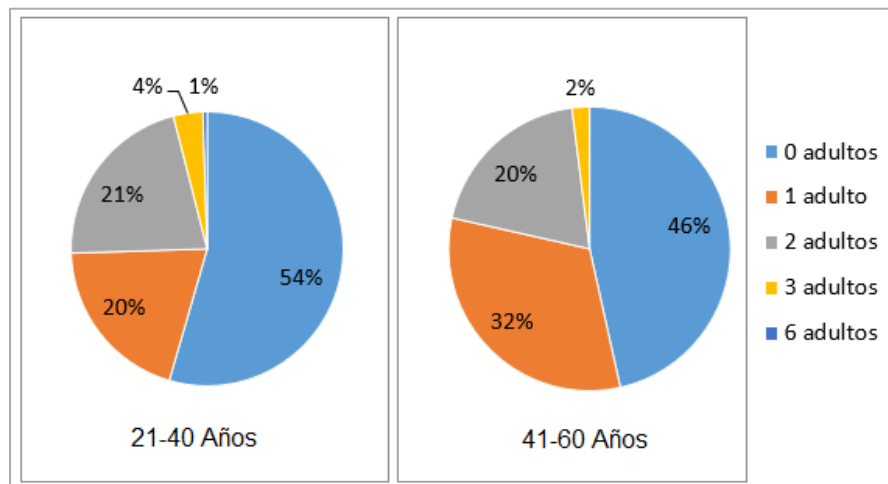


Figura 6-16. Porcentajes de habitantes adultos por familia

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

La población de adultos entre los 41 y 60 años de edad en las familias se distribuye de la siguiente forma: El 32% de las familias tienen un solo adulto entre estas edades, un 20% tienen dos adultos y un 2% tiene 3 adultos. El 46% de las familias no cuentan con ningún adulto entre estas edades.

Se observa un número mayor de adultos que niños y adolescentes en las familias de Mámbita, esta población correspondería a la edad de mayor productividad y trabajo en el ciclo vital humano, lo cual da más peso a la importancia de las actividades económicas que se desarrollan en la zona y los impactos que esto genera en el territorio.

Respecto a la población de adultos mayores, en la **Tabla 6-12** y **Figura 6-17**, la mayoría de las familias (75%) no cuentan con adultos mayores dentro de su hogar, un 16% cuentan con un adulto mayor, el 8% con dos adultos y un 1% con tres adultos.

Tabla 6-12. Habitantes mayores en familias encuestadas en Mámbita

Adulto Mayor	Total
0	151
1	32
2	16
3	1

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

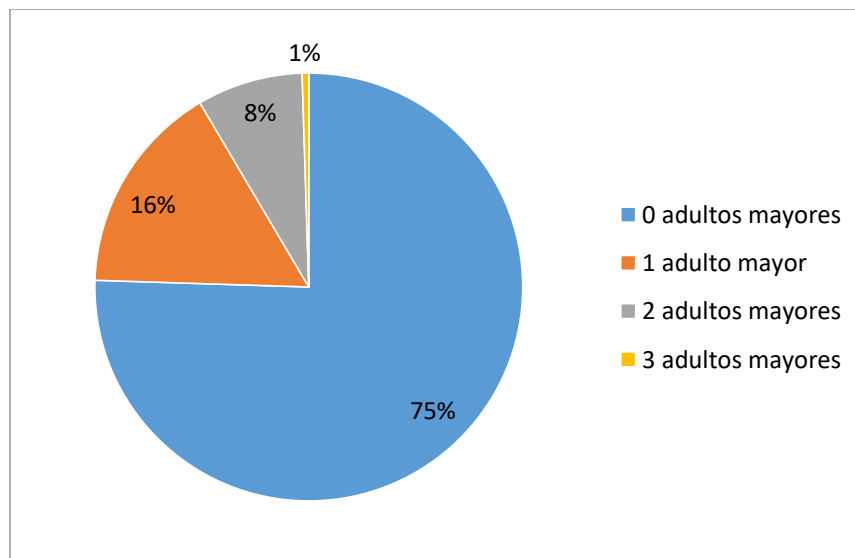


Figura 6-17. Adultos mayores por familia

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Estos datos refuerzan la idea trabajada anteriormente sobre una población mayoritariamente compuesta de nuevas generaciones. Estas nuevas familias de pocos hijos y bastantes adultos en edad de trabajo significan el final de las antiguas familias numerosas que vivían en diferentes veredas alejadas del centro urbano. Pero también significa que se facilita el trabajo con las comunidades para que tomen acciones en pro del territorio. Esto gracias a la cercanía de las viviendas y a las percepciones que tiene los habitantes del caño como se verá más adelante.

Una vez hablado el tema de los grupos etarios, y comprendido que hay una población compuesta en su mayoría por adultos en condiciones de trabajadores, en la **Tabla 6-13** y **Figura 6-18**, se muestra que el 44% de la población considera que no se le da ningún uso al caño Poblano, el 21% comentan que la ronda hídrica es usada para cultivos y ganado, un 19% opina que el agua se usa para tareas domésticas, el 10% de la población considera que el caño es usado como receptor de descargas y vertimientos, el 4%, menciona que es utilizado como zona de recreación y un 2% describe que el agua es usada para actividades piscícolas.

Tabla 6-13 Opinión del uso de agua del caño Poblano según la población de Mámbita

Usos Agua caño Poblano	Total
Ningún uso	88
Agropecuario	42
Descargas-Vertimientos	21
Domestico	38
Piscícola	3
Recreativo	8

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

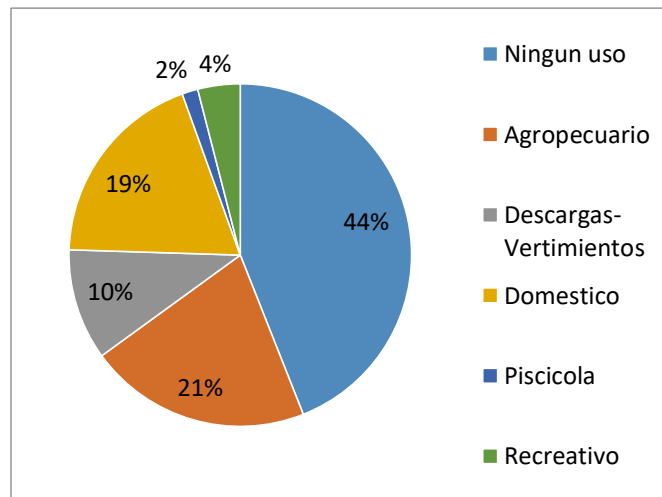


Figura 6-18. Porcentajes usos del agua caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Se observa que al ser la mayoría de los habitantes de zona urbana como se apreció en la **Tabla 6-3** y **Figura 6-10**, y al contar la mayoría con alcantarillado, poco menos de la mitad de la población encuestada le da algún uso al caño Poblano. Por el contrario, el 56% de la población encuestada si da distintos usos a la ronda hídrica, dentro de ellos el sostenimiento de actividades agropecuarias y domésticas, teniendo en cuenta que la mayoría de la población son adultos que trabajan en este tipo de actividades.

Esta situación pone en riesgo la salud de aquellos habitantes, cultivos y animales que se abastecen del caño Poblano, teniendo en cuenta que un 10% describe que el cuerpo de agua es usado para descargas y vertimientos de elementos dañinos para el ambiente y la población; así como para el bajo pero existente porcentaje de actividad piscícola que se registra.

De acuerdo a la **Tabla 6-14** y **Figura 6-19**, el 87% de la población considera que no se le da un uso cultural al caño, sin embargo, el 8% y 5% comentan que le dan dos usos importantes: espacio de recreación en el mes de diciembre y como aula abierta ambiental, de la Institución Educativa Departamental Rural de Mámbita, la cual fue diseñada con el propósito de educar a las nuevas generaciones de estudiantes, sobre la importancia de proteger y conservar el patrimonio ambiental. Dicha aula está ubicada sobre la ronda del caño Poblano y se configura como espacio abierto pedagógico para estudiantes y comunidad de la Inspección.

El uso recreativo se da especialmente en el mes de diciembre de cada año, dentro de los aspectos culturales que se enmarcarán a continuación:

Tabla 6-14. Aspectos culturales que involucran al caño Poblano

Aspectos culturales	Total
Ninguno	175
Aula Abierta - Ambiental	9
Uso recreacional en Diciembre	16

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

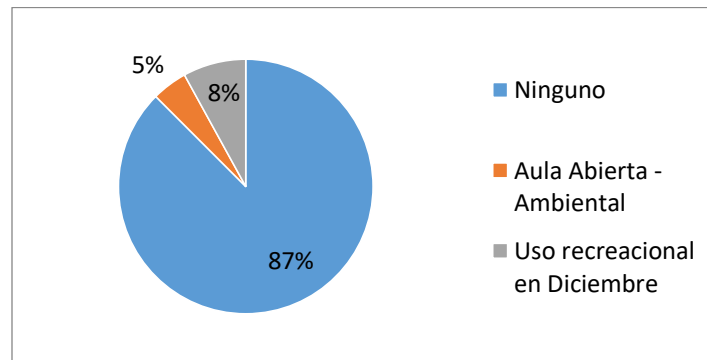


Figura 6-19. Aspectos culturales que involucran al Caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Analizando que más de la mitad de la población, considera que se le dan diferentes usos al caño y entre ellos se usa como zona de descarga de vertimientos; cabe resaltar que el porcentaje que usa esta ronda hídrica como espacio de recreación (8%), como sustento de agua para su ganado y cultivos (21%), para tareas domésticas (19%) y como fuente de agua para actividades piscícolas (2%), corren riesgos de afectación directa a su salud y a terceros.

Respecto al tema de las problemáticas en la **Tabla 6-15** y **Figura 6-20**, se muestra la respuesta de los encuestados, quienes opinan que las problemáticas que impactan la ronda hídrica del caño Poblano son las siguientes:

Principalmente la contaminación en general de todo tipo de residuos (26%), las descargas y vertimientos de desechos (18%) y los basureros (7%). Algunos encuestados (14%) opinan que dos o más de las actividades anteriormente mencionadas, son problemáticas del caño. El 1% mencionan que los malos olores, y para finalizar, el 33% opina que no hay ninguna problemática con el cuerpo de agua.

Tabla 6-15 Aspectos problemáticos del caño Poblano

Problemáticas caño Poblano	Total
Basureros	15
Contaminación	52
Descargas-Vertimientos	35
Malos olores	2
Dos o mas	28
Todas las anteriores	2
Ninguna	66

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

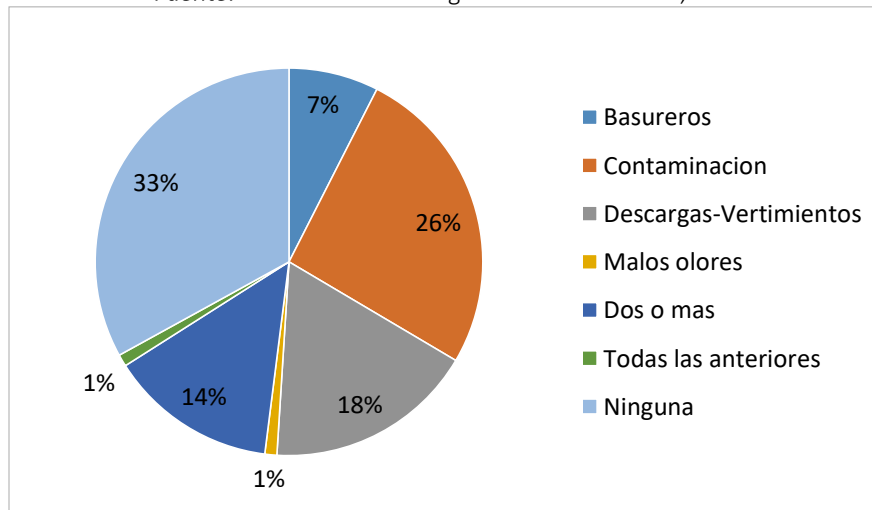


Figura 6-20. Problemáticas caño Poblano según los habitantes de Mámbita

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

De lo anterior se puede concluir que la mayoría (65%) de la población total encuestada opina que la principal problemática del caño tiene que ver con los vertimientos de desechos en diferentes aspectos, esto teniendo en cuenta lo que ellos pueden observar y evidencian en su día a día dentro de sus actividades domésticas y laborales.

Esto pone en centro de atención, los usos que le generan contaminación al caño Poblano y demuestra que la ciudadanía ejerce un papel de vigilancia sobre este tipo de recursos, pues no sólo son testigos de los usos que se le da, sino que también incurren en la falta. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el 20% de la población no tiene otra opción, al no contar con un servicio de alcantarillado que le ayude a disponer efectivamente de los desechos.

Con respecto a las personas que opinan que no hay ninguna problemática referente al caño, están en riesgo de hacer uso de esta agua contaminada al no estar debidamente informadas de los fenómenos que se evidencian alrededor de la ronda hídrica.

De acuerdo a la **Tabla 6-16** y **Figura 6-21**, el 68% de las personas opinan que el caño Poblano está moderadamente contaminado, el 21% opina que no está contaminado, el 7% que está muy contaminado y el 4% que esta sencillamente contaminado.

Se observa que la mayoría de las personas percibe el caño como contaminado debido a las problemáticas mencionadas en la **Tabla 6-15** y **Figura 6-20**.

Tabla 6-16. Percepción de contaminación que tienen los habitantes de Mámbita sobre el caño Poblano

Percepción del caño Poblano	Total
Contaminado	8
Moderadamente contaminado	137
Muy contaminado	13
No contaminado	42

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

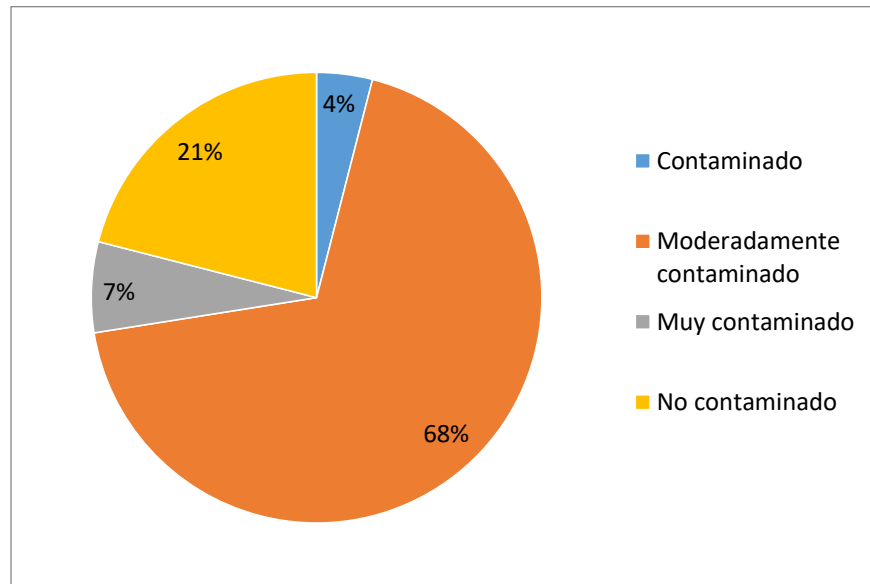


Figura 6-21. Percepción del caño Poblano
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Con estos datos se puede reafirmar la urgencia e importancia de tratar la problemática frente a esta ronda hídrica; el 79% de la población percibe el caño con algún nivel de contaminación, pero más de la mitad necesita de este recurso en su diario vivir.

Cuando la población reconoce el problema y además identifica que ellos lo alimentan directa o indirectamente con sus acciones, se tiene un camino propicio para la gestación de soluciones que impacten positivamente a la recuperación de un recurso tan importante como lo es el agua. Hay que agregar que las personas que perciben una contaminación baja o moderada están dando a entender que es un recurso recuperable, que tiene la oportunidad de salvarse y funcionar efectivamente, esto demuestra nuevamente las grandes posibilidades de trabajo que se tiene con la comunidad.

A continuación, en la **Tabla 6-17** y **Figura 6-22**, se puede observar que el 83% de la población no reporta inundaciones en lo corrido de su estancia en Mámbita. 15% reporta una inundación hace un año y otras personas reportan inundaciones hace más de 2, 10 y 15 años. Lo cual significa que el caño Poblano no es una fuente hídrica que aparentemente represente peligro potencial frente a inundaciones que dejen damnificados a sus habitantes. Los verdaderos riesgos que se afrontan y reconocen por la población, tienen que ver con la contaminación y el uso que se le da a este recurso hídrico.

Tabla 6-17. Fenómenos de Inundaciones reportadas por los habitantes de Mámbita del Caño Poblano

Fenómenos de inundación reportados	Total
1 al año	31
Hace 2 años	1
hace 10 años	1
hace 15 años	1
hace 2 años	1
No reportan	165

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

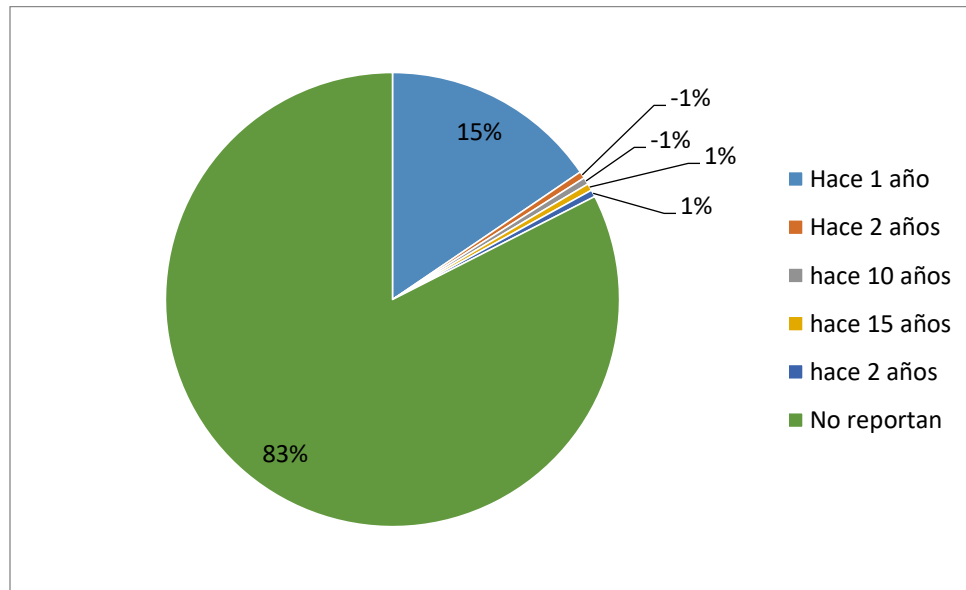


Figura 6-22. Fenómenos de inundación

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

De acuerdo a la **Tabla 6-18** y **Figura 6-23**, la mayoría de los habitantes (63%) consideran al caño Poblano como un objeto de protección y conservación, seguido por la opinión de que debe ser un patrimonio ecológico (15%), ningún significado (11%), patrimonio histórico (4%), reconocimiento regional o sitio turístico (4%), y sólo el 3% opina que es una fuente de recurso para consumo.

Tabla 6-18. Significado del caño Poblano para los habitantes de Mámbita

Significado del caño	Total
Ninguno de los anteriores	23
Fuente de recurso para consumo	7

Objeto de protección y conservación	125
Patrimonio ecológico	29
Patrimonio histórico	8
Reconocimiento regional o sitio turístico	8

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

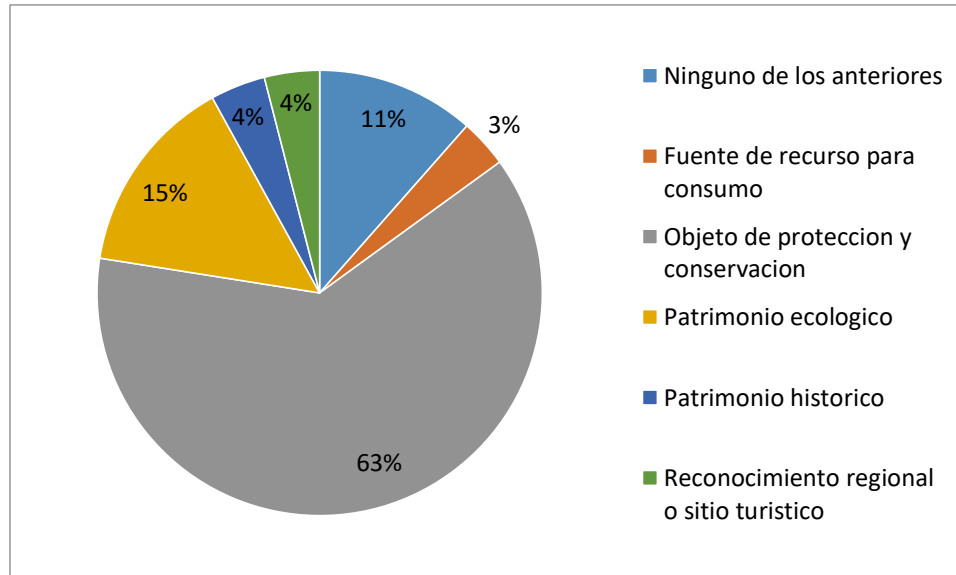


Figura 6-23. Significado del caño Poblano según la población de Mámbita

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

En conclusión, el 82% de los encuestados opinan que el cuerpo de agua objeto de estudio, debe recibir algún tipo de acción de protección y conservación debido a la importancia que este representa para la comunidad. Como efecto de la alta percepción de riesgo en contaminación la mayoría de habitantes está de acuerdo con proteger y recuperar esta ronda hídrica, que además beneficiaría a todos los habitantes y sus actividades económicas. Adicionalmente proponen fortalecer el “Aula Abierta Ambiental” por medio de las autoridades territoriales.

Existe entonces la posibilidad de educar a la población, sobre todo a aquellas personas que manifestaron no estar enteradas sobre la contaminación del Caño, en cuanto a todos los beneficios que pueden recibir de un recurso protegido y bien manejado como por ejemplo servicios de regulación para evitar que el caño se desborde y genere inundaciones, así como dar solución a la problemática de malos olores relacionada anteriormente.

Los servicios de soporte al cuidado de la tierra que ronda el caño, los nutrientes del suelo y la mejora de los ciclos de cultivo. También están los servicios de aprovisionamiento los cuales

son los bienes y productos que la comunidad obtiene o puede llegar a obtener del caño Poblano, como lo son las actividades de riego para cultivos y agua para su ganado.

Y finalmente los servicios culturales como la recreación, la contemplación de un paisaje sano y natural o el turismo, que para algunos habitantes encuestados puede ser una nueva baraja de posibilidades para la Mámbita.

Se puede observar en la **Tabla 6-19** y **Figura 6-24**, que la mayoría de los habitantes (63%) consideran al caño es importancia para ellos, el 27% muy importante, el 6% poco importante y un 4% manifestó que no es importante para ellos.

Tabla 6-19. Importancia del caño Poblano para los habitantes de Mámbita

Importancia del caño Poblano	Total
Importante	127
Muy importante	53
No es importante	8
Poco importante	12

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

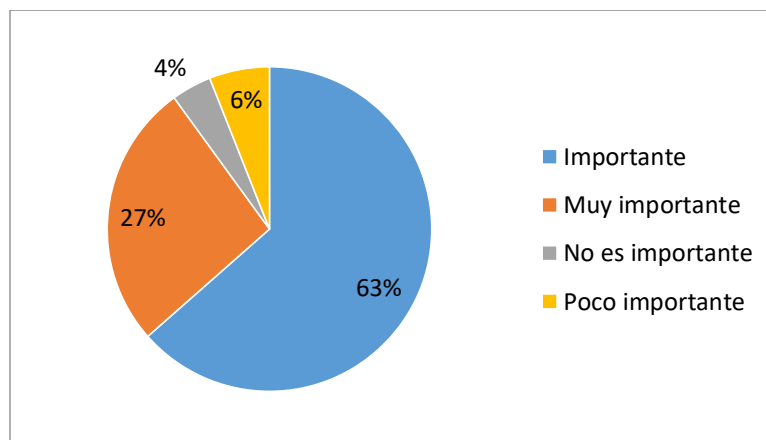


Figura 6-24. Importancia del caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

En conclusión a estos datos, podría decirse que el 90% de los encuestados consideran el caño Poblano como importante para ellos, es un porcentaje muy significativo que hace un llamado de intervención a todos los agentes responsables de la defensa de este recurso. Con esto queda claramente definido el alto interés por cuidar y conservar el caño, desde la perspectiva de la población civil y los demás agentes presentes en Mámbita.

La mayoría de los encuestados (70%) opinan que es la comunidad el principal agente responsable de conservar la ronda hídrica, seguido por la responsabilidad de dos o más de estos agentes, particularmente la comunidad y el estado (16%). Sólo tres porcentajes bajos

opinan que es responsabilidad única de las organizaciones ambientales (8%), el Estado (4%), o las empresas privadas (2%), estos datos se pueden observar en la **Tabla 6-20** y **Figura 6-25**.

Tabla 6-20 Respuestas a la pregunta ¿Quién cree usted es el responsable del cuidado del caño?

Responsable de cuidar el caño	Total
Comunidad	141
El estado	9
Empresas privadas	3
Organizaciones ambientales	16
2 o más respuestas	31

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

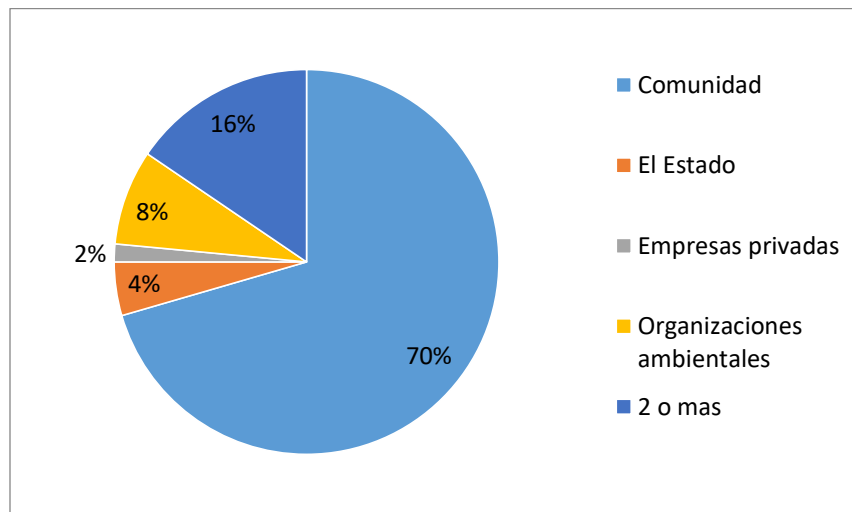


Figura 6-25. Responsable de cuidar el caño

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Gracias a estos datos se puede observar que la comunidad en su mayoría se siente responsable por las condiciones ambientales del caño Poblano, y este sentir se puede aprovechar en pro de gestar con la misma comunidad, propuestas para nuevas medidas de manejo ambiental, que permitan el mejoramiento de las condiciones de la ronda hídrica desde el origen mismo que la afecta; permitiendo un trabajo conjunto entre la comunidad, el estado y otros agentes también importantes y que pueden ser de carácter estatal o privados como las organizaciones ambientales quienes, además, obtuvieron el tercer porcentaje más alto.

Esta última idea se fortalece al resaltar que el segundo porcentaje más importante es la responsabilidad de dos o más de los agentes descritos, lo cual abre las puertas para la negociación y el trabajo conjunto en pro de la conservación de esta fuente hídrica, puesto que con estos agentes trabajando en el territorio se puede educar y crear iniciativas de

preservación, restauración y uso sostenible que se adapten al estilo de vida económico, cultural y político de la comunidad.

Además, al ser las empresas privadas las que menos se perciben como responsables del cuidado de la fuente hídrica, se evidencia en la comunidad una percepción sobre el caño como un “bien público” que no pertenece a nadie en específico pero que beneficia a la mayoría y es responsabilidad de todos.

En conclusión, con el análisis de todos los datos, se obtiene un panorama positivo para la transformación de los fenómenos de afectación y una importante apertura para recibir propuestas de conservación conjunta entre varios agentes para el caño Poblano.

Finalmente, a manera de complemento de la información se decidió incluir la opinión de las personas respecto al riesgo que representa el caño Curo, considerado como torrencial y reportado en el EOT como uno de los factores de riesgo para la población de la inspección de Mámbita. En la **Tabla 6-21** y **Figura 6-26** se muestran los resultados según la percepción del riesgo por parte de la población encuestada. De esto se puede decir que el 85% ve un riesgo potencial en el caño Curo, un 6% ve un riesgo moderado, otro 6% no ve riesgo alguno y un 3% ve un riesgo alto.

Tabla 6-21. Percepción del riesgo que representa el caño Curo para los habitantes de Mámbita

Percepción riesgo del caño Curo	Total
Ningún riesgo	11
Riesgo bajo	6
Riesgo moderado	13
Riesgo potencial	170

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

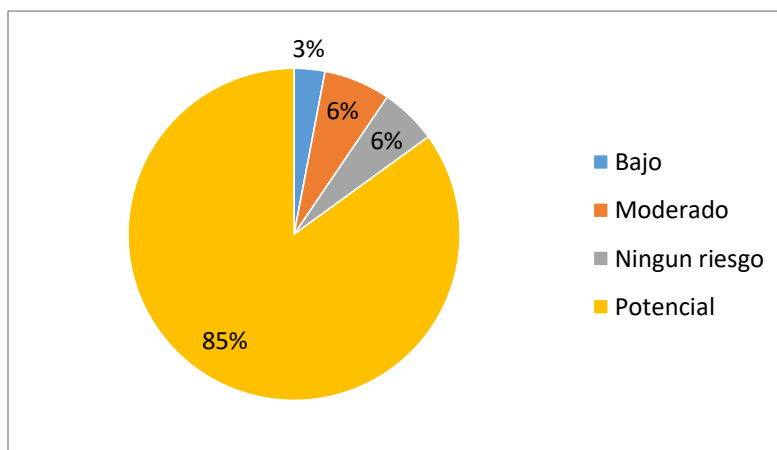


Figura 6-26. Percepción del riesgo caño Curo
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



7 DISPOSICIONES Y RESTRICCIONES DE USO Y APTITUD DEL SUELO

El municipio de Ubalá se encuentra dividido en dos sectores, Ubalá A y Ubalá B (ver **Tabla 7-1**); estos están determinados por la barrera geográfica de los farallones de Medina, lo que, de manera funcional y administrativa, señala una discontinuidad en la unidad de gestión y de las áreas de influencia de la cabecera municipal.

Tabla 7-1. Ubalá. División político - administrativa

UBALÁ SECTOR A.		UBALÁ- SECTOR B.	
Inspección	Veredas	Inspección	Veredas
	Casco Urbano		
La Playa	La Playa Mundo Nuevo San Cayetano	Mámbita	Mámbita centro Boca de Monte Algodones La Floresta Campo Hermoso Santa Lucía San Roque
Santa Rosa	Santa Rosita San Antonio Rosa El Carmen Cascajal Santa Rosa		San Pedro de Jagua
Laguna Azul	El Edén Sión Betania Laguna Azul Santa Bárbara Robledal El Cartucho* Santuario Rionegro		
Perimetral Casco	Santa María San Isidro Sagrado Corazón San José San Roque San Pedro San Pablo Las Mercedes San Juan San Luis San Antonio Ubalá El Carmelo		



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

UBALÁ SECTOR A.		UBALÁ- SECTOR B.
Peñas Blancas	Peñas Blancas La Mesa San _Fernando La Cascada Margaritas	

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Uno de los instrumentos de planificación territorial que cobra especial importancia frente a la evaluación final de la delimitación de la ronda del caño Poblano, es el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Ubalá (2008), cuya información de diagnóstico se encuentra desactualizada en varios temas, pero gran parte de su articulado y caracterización frente a las disposiciones de ordenamiento territorial aún se encuentra vigente.

En lo que se refiere a la inspección de Mámbita, indica textualmente: “en la vereda Centro las principales actividades son el comercio y los servicios sociales, aunque la ganadería desempeña un papel importante, las demás veredas basan su economía en actividades principalmente ganaderas. Los productos agrícolas que se cultivan para el autoconsumo son: maíz, yuca, plátano y caña panelera. En toda la inspección existen relictos boscosos, exceptuando las veredas de San Roque y La Floresta. En los suelos de la inspección se presentan amenazas por deslizamientos en masa”. A continuación, en la **Tabla 7-2** se muestran las principales actividades económicas desarrolladas en la inspección de Mámbita.

Tabla 7-2. Ubalá B. Principales Actividades Económicas y Principales Cultivos y Destinos de la Producción por Vereda en la Inspección de Mámbita

VEREDA	PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONOMICAS			AGRICULTURA. PRINCIPALES CULTIVOS Y DESTINOS DE LA PRODUCCION					
	G	C	SS						
MAMBITA CENTRO	G	C	SS						
BOCA DE MONTE	GA	F		Maíz	Com / Autoc.	Yuca	Com / Autoc	Plátano	Com / Autoc
ALGODONES	GA	AG	F	Maíz	Com / Autoc.	Yuca	Com / Autoc	Plátano	Com / Autoc
LA FLORESTA	GA			Maíz	Com / Autoc.	Yuca	Com / Autoc	Plátano	Com / Autoc
CAMPO HERMOSO	AG	G	F	Maíz	Com / Autoc.	Yuca	Com / Autoc	Plátano	Com / Autoc
STA LUCIA	AG	G	F	Maíz	Com / Autoc.	Yuca	Com / Autoc	Plátano	Com / Autoc
SAN ROQUE	GA			Maíz	Com / Autoc.	Plátano	Com / Autoc	Caña	Com / Autoc

Fuente: EOT Ubalá. 2000

G= Ganadería AG= Agricultura GA= Ganadería y Agricultura PO= Porcinos C= Comercio F= Forestales
P= Piscicultura AV= Avicultura SS= Servicios Sociales A= Agroindustria

Vale la pena anotar que desde el Esquema de Ordenamiento Territorial (2008) se viene mencionando sobre riesgos asociados a crecientes en el caño El Curo, especialmente asociado a las épocas de invierno, en las que en el puente de ingreso a la zona urbana de la



inspección han sido afectados por arrastre varios vehículos. No obstante, y como ya se mencionó en otros apartes de este documento, es un tema que Corpoguavio ha intervenido dentro de su programa de Gestión del Riesgo, dedicando este proyecto específicamente a la delimitación de la ronda hídrica que atraviesa la zona urbana de la inspección, como lo es el caño Poblano.

Es de resaltar que el EOT no incluye mapa de riesgos o amenazas por inundaciones, sólo elementos descriptivos asociados a zonas, pero no espacializados. En la **Tabla 7-3** se evidencian algunos aspectos resaltados por el EOT en relación con el tema de las subcuencas y microcuencas del Municipio; mientras que en la **Tabla 7-4**, se muestran de manera general para el municipio de Ubalá, las amenazas y zonas vulnerables caracterizadas.

Tabla 7-3. Subcuencas y microcuencas del río Guavio en el Municipio de Ubalá B

Subcuencas	Microcuencas	Observaciones
Río Trompeta	Río Rucio	Abastece acueducto de Mámbita
	Río Algodonero	Amenaza de represamiento y avalancha
	Caño Seco	
	Río Naranjitos	
	Río Gachaluno	
	Q. Gachipai	
	Q. La Suerte	
Q. La Lejía		
Q. La Misericordia		
Río Zagueca	Caño Vaire	
	Q. El Calambre	
Q. La Dorada		
Q. La Romaza		
Q. La Cachama		
Río Gazajujo		Amenaza de crecientes. Socavamiento de márgenes
	Caño Seco	
	Q. Colorada	
	Caño Bonito	
	Río Perdido	

Fuente: EOT Ubalá. 2000



Tabla 7-4. Amenazas y vulnerabilidades presentes en el municipio de Ubalá.

Amenaza		Zonas Vulnerables	Recomendaciones/Observaciones
Movimiento sísmico	Sistemas de Fallas de Servitá-Santa María y Guaicáramo.	Toda la zona. Particularmente son vulnerables a riesgos sísmicos las inspecciones de Mámbita y San Pedro de Jagua (Fallas de Santa María, de Lengupá y de Tesalia)	Hacer cumplir por parte de la Oficina de Planeación Municipal lo estipulado en la Ley 400 de 1997 referente a las normas de construcción sismorresistente. Se debe tener cuidado en especial por la cantidad de construcciones antiguas que se observan en el municipio. La totalidad de la jurisdicción del municipio se encuentra en una zona catalogada como de alta amenaza sísmica.
Represamiento y posterior Avalancha.	Río Algodones y ríos en los que desemboca (Trompeta y Guavio).	Márgenes de estos ríos.	Se debe tener especial cuidado teniendo en cuenta que la casa de máquinas de la hidroeléctrica del Guavio se encuentra en las márgenes del río.
Desbordamiento de cursos de agua.	Caño Curo	En especial, donde lo cruza la carretera de acceso a la inspección de Mámbita.	Se deben implementar obras para controlar el curso de esta quebrada para evitar posteriores riesgos.
Crecientes	Río Gazajuje y Qda Animas	Zonas aledañas a ellos en el casco urbano de la Inspección de San Pedro de Jagua.	Se deben respetar las áreas de cesión localizadas a orillas de estas corrientes evitando que sean ocupadas.
	Quebradas Santa Rita y Mohan	Veredas de Santa Rosa y Laguna Azul respectivamente.	
Socavación de orillas	Río Gazajujo	Margen derecha de su curso a través de la inspección, en especial en la zona del puente localizado en la Cra 2 hacia la Calle 5.	Se deben implementar obras para controlar el curso de esta quebrada para evitar posteriores riesgos.
Erosión, socavación, divagación e inundación.	Río Zaguea.	Especialmente la zona localizada entre la intersección del río con el puente que une a San Pedro de Jagua con la Vda La Molla.	Los procesos erosivos en la zona mencionada son altos.
Incendios Forestales	Cerros de Calambre	Cerros de Calambre, Vereda Molla.	

Fuente: EOT Ubalá. 2000

En el EOT se plantearon algunas normas mínimas urbanísticas para la inspección de Mámbita que se relacionan a continuación.

- Ningún predio podrá construirse sin el visto bueno de la Inspección de Policía.
- Ningún predio podrá construirse sobre áreas de protección de cauces de caños, ríos y / o quebradas. (15 m al eje del caño)
- Se limita la construcción de vivienda en los alrededores de la pista de aterrizaje.
- Los predios urbanos promedio serán de 300m².
- El predio mínimo será de 120 m² en caso de existir vivienda de interés social.
- En todo predio Urbano se debe acceder a través de Vía Pública (no se aceptan servidumbres)
- Todo predio debe tener la posibilidad de conectarse a servicios públicos (acueducto, Alcantarillado y Energía)
- Todo predio respetará la paramentación que determine la manzana.
- En todo predio existirá patio posterior y dependiendo de la longitud de construcción de patios laterales, con el fin de que todas las habitaciones tengan Iluminación y ventilación Natural.
- El uso del predio tendrá el visto bueno del Inspector y de un comité comunal que preverá los posibles efectos de contaminación (ruidos, olores, etc.).
- Toda construcción de 1 o 2 pisos se hará con muros confinados (viga de amarre, columnas y Viga de coronación, estructura armada).

La **Figura 7-1** permite apreciar el mapa de uso actual del EOT municipal vigente (2008), así como un detalle del área correspondiente a la ronda en estudio del presente proyecto.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corporavivo Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

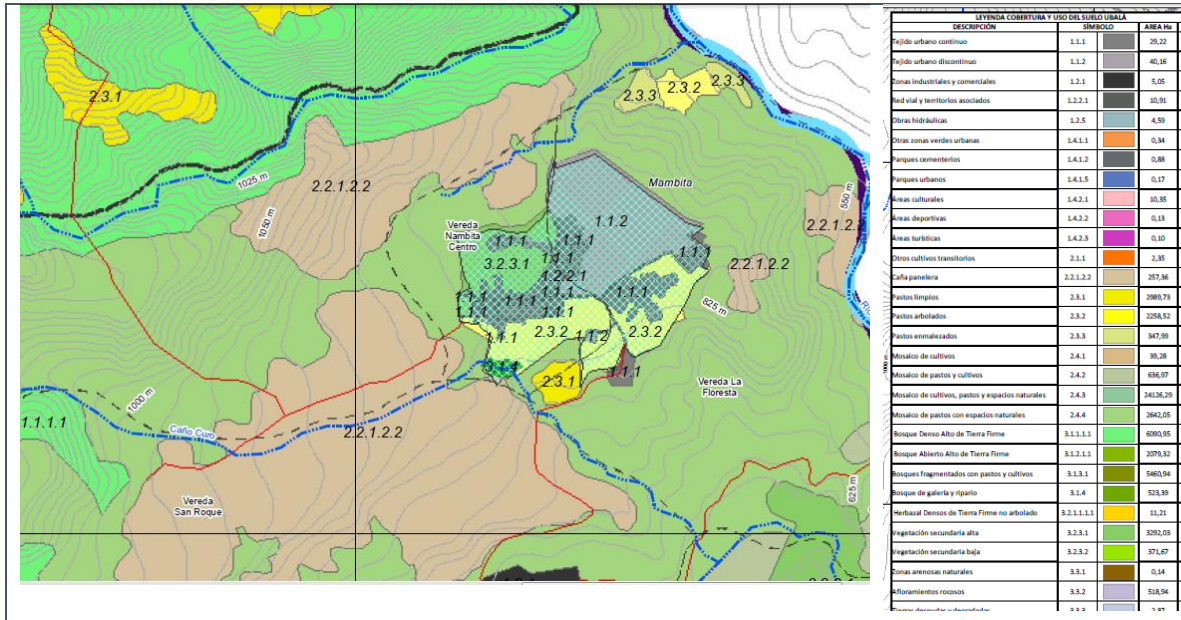


Figura 7-1. Mapa de uso del suelo del área de estudio

Fuente: EOT Municipio de Ubalá, 2008

8 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y LIDAR

8.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El Caño Poblano se extiende por 1.27 Km desde la coordenada E:1082709 N:1018376 hasta su desembocadura en la Quebrada Mochilero en la coordenada E:1083443 N:1019330, en el límite de la vereda La Floresta con Mámbita Centro.

Los trabajos del levantamiento topográfico se ejecutaron con RTK y estación total, para tal fin, se revisó la calibración de los equipos con anterioridad para garantizar su correcto funcionamiento y exactitud de los datos capturados.

Para el posicionamiento se utilizaron como puntos de apoyo las estaciones permanentes BOGA y GARA pertenecientes a la red MAGNA-ECO oficial para Colombia, del instituto Geográfico Agustín Codazzi “IGAC” localizadas en Bogotá y Garagoa respectivamente, las coordenadas de cada punto se encuentran en la **Tabla 8-1**. De manera adicional se realizó el montaje de la estación permanente bajo el nombre de GPS1, como punto de referencia para la georreferenciación. La ubicación de las estaciones se muestra en la **Figura 8-1**.

Tabla 8-1. Ubicación de las estaciones de referencia durante del levantamiento topográfico

ID	Este (mts)	Norte (mts)	Elevación (mts)
BOGA	999729.089	1004697.747	2609.799
GARA	1079558.700	1053691.271	1750.935
GPS1	1083269.226	1018553.087	827.647

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

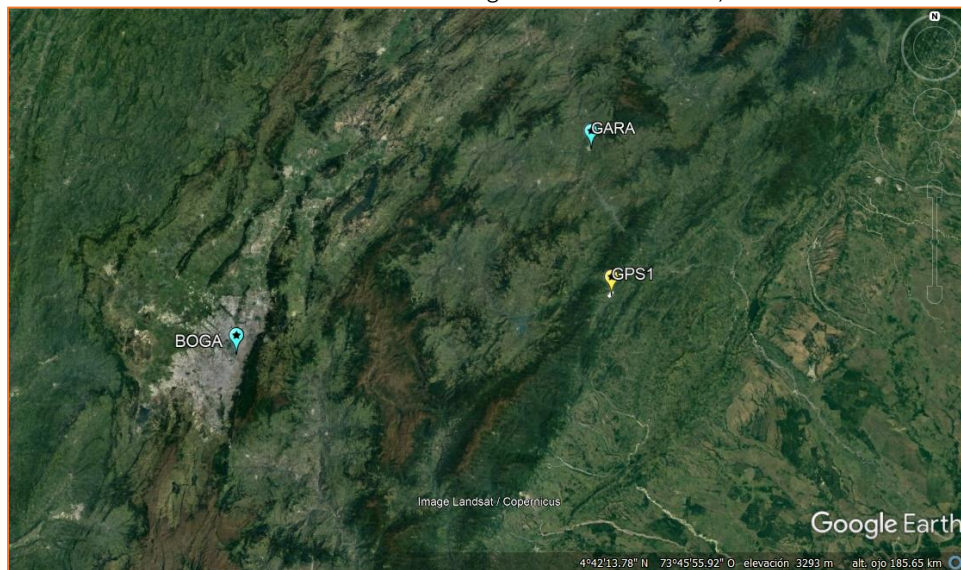


Figura 8-1. Estaciones de referencia utilizadas para la georreferenciación

Fuente: Google Earth. Image © 2018 CNES / Airbus; ©2018 Google / Image Landsat / Copernicus.



8.2 LEVANTAMIENTO LIDAR

8.2.1 Datos del levantamiento

En la **Tabla 8-2** se muestran los datos obtenidos para el procesamiento de la información, en total se abarcaron 1.31Km² con una altura media de vuelo de 109 metros y tomando 748 imágenes (Ver **Figura 8-2**), posteriormente ajustadas para la elaboración del ortomosaico.

Tabla 8-2. Datos obtenidos durante el levantamiento LIDAR

Número de imágenes:	748	Posiciones de cámara:	738
Altitud media de vuelo:	109 m	Puntos de enlace:	504,360
Resolución en terreno:	3.95 cm/pix	Proyecciones:	1,653,688
Superficie cubierta:	1.31 km ²	Error de reproyección:	1.26 pix

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

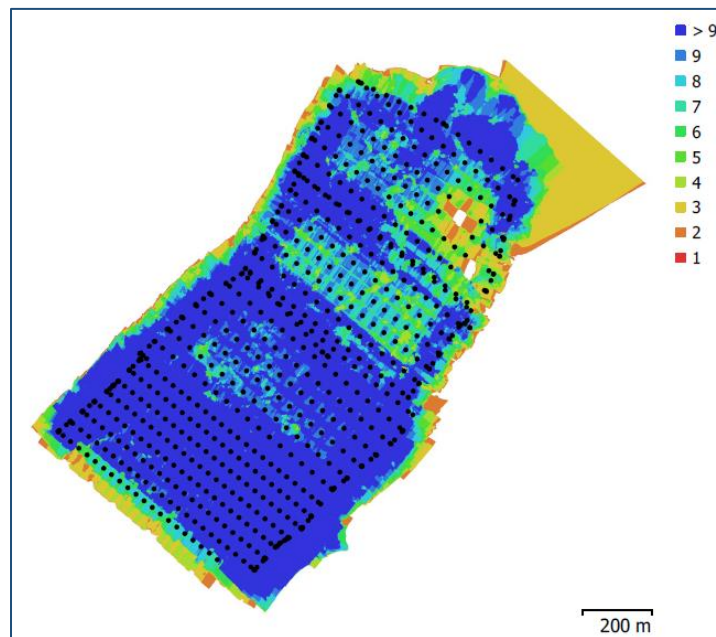


Figura 8-2. Ubicación de las 748 imágenes tomadas para la elaboración del ortomosaico

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

En la **Figura 8-3** se muestra la metodología utilizada para la toma de las imágenes, se hizo por medio de barrido comenzando desde la parte alta de la cuenca del caño hasta la parte de la desembocadura donde finalizó la actividad.

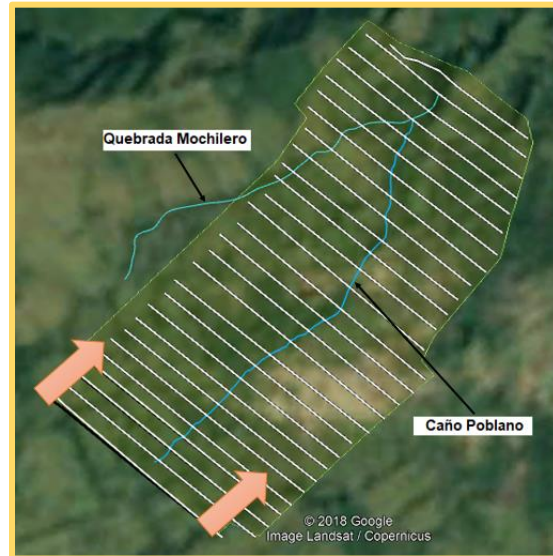


Figura 8-3. Metodología utilizada para la toma de imágenes

Fuente: Google Earth. Image © 2018 CNES / Airbus; ©2018 Google / Image Landsat / Copernicus.

8.2.2 Datos de la cámara

La información fue tomada con la cámara de alta resolución, un lente de 3.61 mm que permitía obtener imágenes de una resolución de 4000 x 3000. La especificación de la cámara se encuentra completa en la **Tabla 8-3**. Por otro lado, los coeficientes de calibración y la matriz de correlación de datos tomados durante el levantamiento de la imagen, se muestran en la **Tabla 8-4**.

Tabla 8-3. Coeficientes de calibración y matriz de correlación

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel
FC330 (3.61 mm)	4000 x 3000	3.61 mm	1.56 x 1.56 micras

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

Tabla 8-4. Coeficientes de calibración y matriz de correlación

	Valor	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	P1	P2
F	2386.33	0.75	1.00	-0.33	-0.01	-0.16	0.00	0.08	-0.11	0.10	-0.05	-0.01
Cx	-34.4414	0.037		1.00	-0.01	0.16	-0.12	-0.05	0.06	-0.05	0.44	0.00
Cy	-5.50192	0.031			1.00	0.11	0.12	-0.00	0.00	-0.00	-0.01	0.44
B1	-3.46056	0.0061				1.00	0.02	-0.00	-0.01	0.01	0.01	0.01
B2	-0.642091	0.0061					1.00	0.00	0.00	-0.00	-0.04	0.01
K1	0.00194747	4.3e-05						1.00	-0.93	0.88	-0.06	-0.00



K2	-0.00981316	8.6e-05						1.00	-0.98	0.04	0.00
K3	0.00413389	5.4e-05							1.00	-0.04	-0.00
P1	-0.000230573	3e-06								1.00	0.01
P2	6.21241e-06	2.6e-06									1.00

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

8.2.3 Puntos de control

Para obtener una mayor exactitud de los datos obtenidos, se realizó una definición de puntos de control. En la **Figura 8-4** se puede observar la ubicación de los puntos definidos, según la escala que se muestra en el mapa. Los que están marcados con color indican el error en Z, mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY. Las posiciones estimadas de puntos de apoyo se indican con los puntos negros, puntos de control - con cruzamiento.

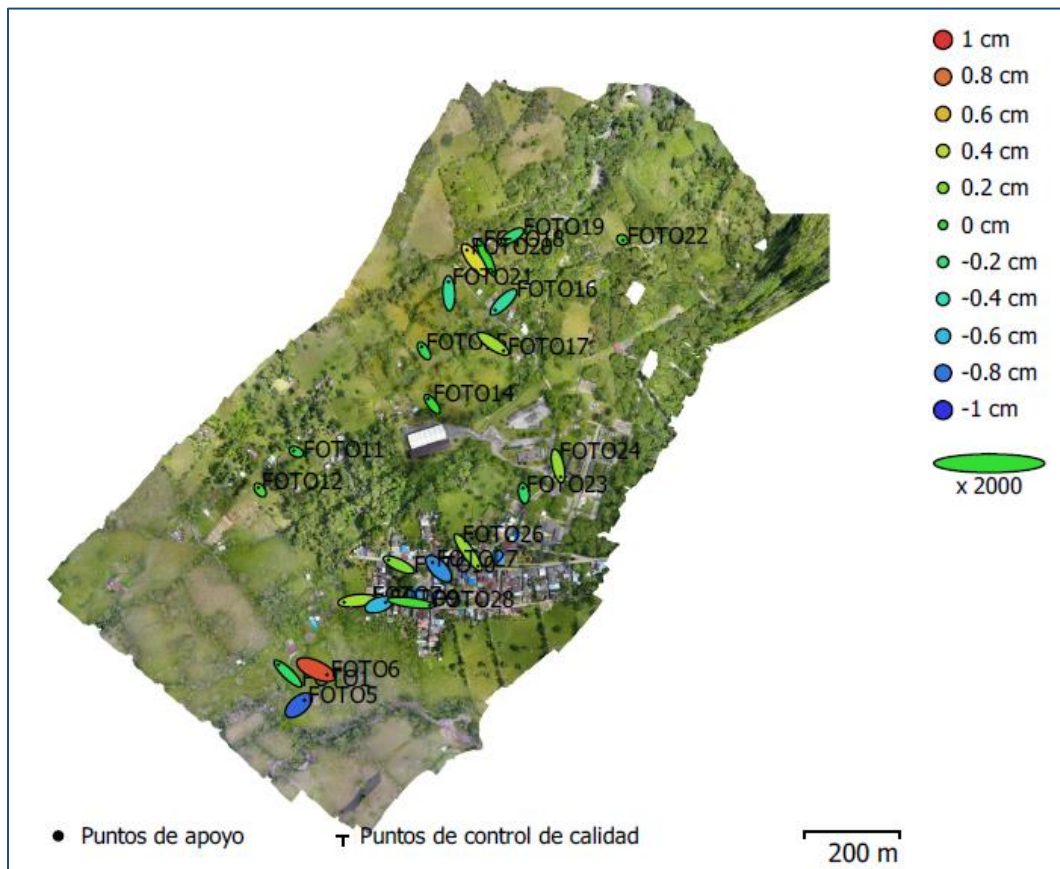


Figura 8-4. Posiciones de puntos de apoyo y estimaciones de errores.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018



Por otro lado, en la **Tabla 8-5** se muestra el total del valor en centímetros del error durante los posicionamientos de los puntos de apoyo, concluyendo que el resultado tiene una buena precisión.

Tabla 8-5. ECM de puntos de apoyo.

Número	Error X (cm)	Error Y (cm)	Error Z (cm)	Error XY (cm)	Total (cm)
22	1.67063	1.50556	0.394561	2.24894	2.28329

X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

8.3 MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN

La elaboración del modelo digital de elevación se hizo mediante la toma de datos de las curvas de nivel cada 0.2 metros, posteriormente la digitalización de los datos y finalmente se puede observar en la **Figura 8-5** la imagen resultante del Modelo digital de elevación que muestra unos rangos de altitud para el área de estudio entre los 871.7 m.s.n.m. la altura máxima y 722.4 m.s.n.m. la mínima para el modelo establecido del proyecto.

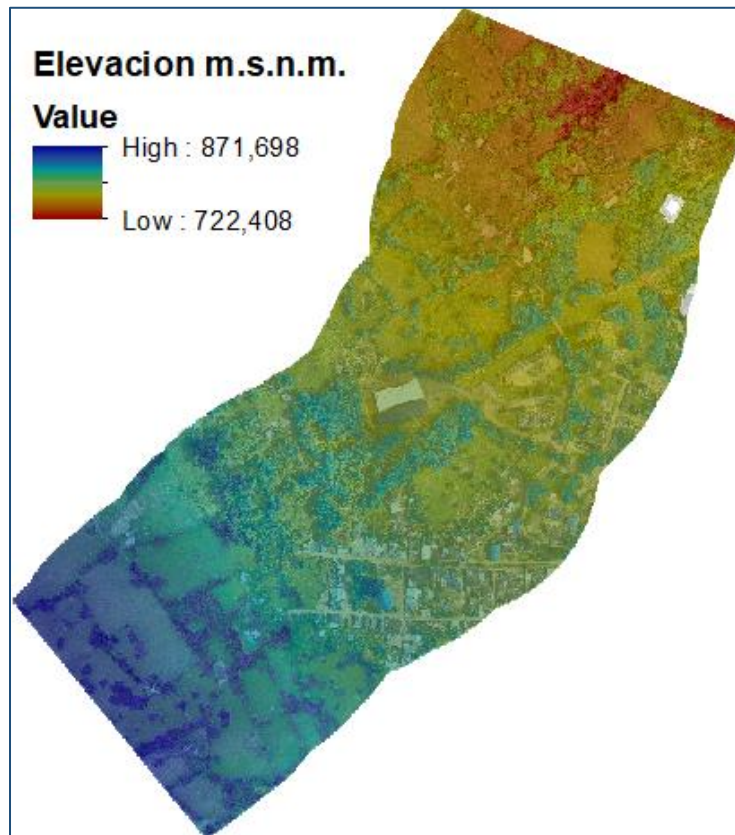


Figura 8-5. Modelo digital de elevación

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

La resolución descrita para la toma de estos datos fue de 15.8 cm/pix y la densidad de puntos fue de 40.1 puntos/m².

8.3.1 Resumen de la captura de datos

Generales

Cámaras	748
Cámaras orientadas	738
Marcadores	22

Formas

Polígonos	74
-----------	----

Sistema de coordenadas

MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogotá zone

(EPSG::3116)

Ángulo de rotación

Guiñada,

cabeceo, alabeo Nube de puntos

Puntos	504,360 de 561,857
RMS error de re proyección	0.147163 (1.25633 pix)
Error de re proyección máximo	1.54895 (36.9103 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	7.74662 pix
Superposición efectiva	3.5004

Parámetros de orientación

Precisión	Media
Pre-selección genérica	Sí
Pre-selección de referencia	Sí
Puntos claves por foto	40,000
Puntos de enlace por foto	4,000
Adaptativo ajuste del modelo de cámara	Sí
Tiempo búsqueda de puntos homólogos	1 hora 0 minutos
Tiempo de orientación	31 minutos 57 segundos

Parámetros de optimización

Parámetros	f, b1, b2, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Compensar rolling-shutter	No
Tiempo de optimización	4 minutos 17 segundos

Nube de puntos densa

Puntos	65,571,435
--------	------------

Parámetros de reconstrucción

Calidad	Media
Filtrado de profundidad	Agresivo
Tiempo de generación de mapas de profundidad	

7 horas 7 minutos Tiempo de generación de nube de puntos densa



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

1 hora 16 minutos

DEM

Tamaño	14,509 x 14,935
Sistema de coordenadas (EPSG::3116)	MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogota zone

Parámetros de reconstrucción

Datos fuente	Nube de puntos densa
Interpolación	Habilitada
Duración del procesamiento	13 minutos 49 segundos

Ortomosaico

Tamaño	46,080 x 43,008
Sistema de coordenadas (EPSG::3116)	MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogota zone
Canales	3, uint8

Parámetros de reconstrucción

Modo de mezcla	Mosaico
Superficie	Modelo digital de elevaciones
Realizar el relleno de agujeros	Sí
Duración del procesamiento	54 minutos 12 segundos

Software

Versión	1.4.0 build 5076
Plataforma	Windows 64

9 MODELAMIENTO HIDRAULICO E HIDROLÓGICO

9.1 CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA

Las características morfométricas corresponden a la aplicación de procedimientos que a través del estudio de la morfología y geomorfología caracterizan de manera cuantitativa los rasgos propios de las cuencas hidrográficas en valores numéricos los cuales permiten comparar en forma exacta una parte de la superficie terrestre con otra. Estos parámetros están relacionados con el régimen hidrológico de una cuenca o microcuenca ya que es una función compleja de numerosos factores, entre los que predomina el clima y la forma del terreno en el cual se desarrolla el fenómeno. Las formas de la superficie terrestre, y en particular su situación en altitud, tienen influencia decisiva sobre los más importantes factores condicionantes del régimen hidrológico, como precipitación, escorrentía, infiltración y formación de depósitos y sedimentos. Los valores morfométricos son fundamentales para documentar la analogía territorial y establecer relaciones hidrológicas de generalización y expresan en valores simples las características de paisajes complejos.

Estos parámetros están relacionados con el régimen hidrológico de una cuenca o microcuenca ya que es una función de numerosos factores, entre los que predomina el clima y la forma del terreno en el cual se desarrolla el fenómeno. Las formas de la superficie terrestre, y en particular su situación en altitud, tienen influencia decisiva sobre los más importantes factores condicionantes del régimen hidrológico, como precipitación, escorrentía, infiltración y formación de depósitos y sedimentos. Los valores morfométricos son fundamentales para documentar la analogía territorial y establecer relaciones hidrológicas de generalización y expresan en valores simples las características de paisajes complejos.

Las características morfométricas corresponden a la aplicación de procedimientos que a través del estudio de la morfología y geomorfología caracterizan de manera cuantitativa los rasgos propios de las cuencas hidrográficas en valores numéricos los cuales permiten comparar en forma exacta una parte de la superficie terrestre con otra.

Para la caracterización morfométrica se verificaron y se dibujaron las divisorias de aguas y se calcularon las características morfométricas más relevantes, sobre la cartografía básica establecida para el proyecto. Dichos parámetros fueron revisados con ayuda del profesional SIG, con el fin de evitar inconsistencias en las medidas. A continuación, se presenta el cálculo de los parámetros morfométricos para la cuenca hidrográfica del Caño Poblano, a partir del modelo de elevación digital construido con la información básica a escala 1:10000.



9.1.1 Parámetros físicos de la cuenca

En la Tabla 9-1, Tabla 9-2, Tabla 9-3 y Tabla 9-4, se presenta los principales parámetros físicos y de forma de la cuenca hidrológica del Caño Poblano, sus características de drenaje y los tiempos de concentración de la cuenca.

Tabla 9-1. Parámetros físicos y de forma de la cuenca

PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA			
ÁREA	m ²	km ²	millas ²
Es la superficie, en proyección horizontal, delimitada por la divisoria topográfica de aguas.	810,967.8	0.8	0.3
PERÍMETRO	m	km	millas
Corresponde a la longitud del límite exterior de la cuenca, definido por la divisoria topográfica de aguas.	4,418.0	4.4	2.7
LONGITUD RECTA DE LA CUENCA	m	km	millas
Es la longitud de una línea recta con dirección "paralela" al cauce principal.	1,808	1.8	1.1
ANCHO DE LA CUENCA	m	km	millas
Es la longitud en el sentido ortogonal al eje del cauce principal.	799	0.8	0.5
PARÁMETROS DE FORMA DE LA CUENCA			
COEFICIENTE DE COMPACIDAD	ECUACIÓN	Kc	
Parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área que el de la cuenca. Este parámetro, al igual que el anterior, describe la geometría de la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico.	$K_c = \frac{P_{cuenca}}{2\pi \left(\frac{A_{cuenca}}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}}$	1.38	
COEFICIENTE DE FORMA	ECUACIÓN	Kf	
Índice propuesto por Gravelius, es la relación entre el área (A) de la cuenca y el cuadrado del máximo recorrido (L). Este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, rápidas y muy intensas a lentas y sostenidas, según que su factor de forma tienda hacia valores extremos grandes o pequeños.	$K_f = \frac{A}{L^2}$	0.25	
INDICE DE ALARGAMIENTO	ECUACIÓN	Ia	
Relaciona la longitud del cauce encontrada en la cuenca, medida en el sentido principal y el ancho máximo de ella. Esta define si la cuenca es alargada cuando su valor es mucho mayor a la unidad o si es muy achatada en ese sentido cuando son valores menores a la unidad.	$I_a = \frac{Longitud_{cuenca}}{Ancho_{cuenca}}$	2.26	
INDICE ASIMETRICO	ECUACIÓN	IAS	
Es la relación del área de las vertientes, mayor (A_mayor) y menor (A_menor),	Area de la Vertiente mayor (km2)	0.6	
	Area de la Vertiente menor (km2)	0.20	
	$I_{AS} = \frac{A_{mayor}}{A_{menor}}$	3.05	

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Tabla 9-2. Características de relieve de la cuenca

CARACTERÍSTICAS DE RELIEVE DE LA CUENCA			
PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA	ECUACIÓN		%
<p>Para obtener la pendiente media de la cuenca se pondera la pendiente hallada para cada franja en función de su área. Donde: Sm = Pendiente media de la cuenca D = Diferencia entre curvas de nivel L = Longitud total de las curvas de nivel A = Área de la cuenca</p>	$S_m = \frac{L * D}{A_{cuenca}}$		4.86
ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA	ECUACIÓN		m.s.n.m.
<p>La altura media se calcula como la altura mas frecuente en función del área entre curvas de nivel.</p>	$Hmedia = \frac{\sum Area * Alt.media_i}{\sum Area}$		835.41
CURVA HIPSOMÉTRICA			
<p>La curva hipsométrica es la representación grafica de la variación altitudinal de una cuenca y se obtiene a partir de un plano topográfico tomándose los valores en porcentaje del área que están por debajo de una determinada altura, que inicialmente serán la del punto mas bajo de la cuenca e ira aumentando de acuerdo a los valores de las cotas de la curva de nivel que encierra las franjas de terreno por ellas definidas y el punto de salida que es generalmente el sitio mas bajo de la cuenca.</p>			
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DRENAJE			
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	m	km	ft
<p>Es la distancia entre el punto más alejado de la cuenca y un punto de interés específico o su desembocadura, siguiendo la dirección de drenaje. El recorrido principal, es la máxima distancia recorrida por el flujo de agua dentro de la cuenca.</p>	1,654	1.7	5,427.8

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Tabla 9-3. Características del sistema de drenaje

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DRENAJE			
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	m	km	ft
Es la distancia entre el punto más alejado de la cuenca y un punto de interés específico o su desembocadura, siguiendo la dirección de drenaje. El recorrido principal, es la máxima distancia recorrida por el flujo de agua dentro de la cuenca.	1,654	1.7	5,427.8
PERFIL CAUCE PRINCIPAL			
El perfil longitudinal de un río es muy característico. La línea ideal que dibuja un río desde su nacimiento hasta su desembocadura se llama talweg. Se representa gráficamente como una curva cuya forma ideal es la de una curva exponencial cóncava; hacia arriba en la cabecera y a la altura del nivel de base en la desembocadura. La profundidad y la anchura del lecho aumenta aguas abajo, en la medida que disminuye la pendiente. Esto es debido a que aguas abajo aumenta el caudal, y por tanto la velocidad, por lo que es posible transportar la carga material del río con una pendiente menor.			
COTA NACIMIENTO	msnm		
Es la cota del punto más elevado de la corriente principal	861.4		
COTA EN EL SITIO DE ESTUDIO	msnm		
Es la cota del punto más bajo de la cuenca, usualmente, el punto de salida de la microcuenca.	782.1		
PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE	m / m	%	
Se calcula como la cota superior menos la cota inferior dividida la longitud del cauce.	0.048	4.80	
LONGITUD TOTAL DE DRENAJE	m	km	millas
Se calcula como la sumatoria de la longitud de todos los cauces.	1,654	1.7	1.0
DENSIDAD DE DRENAJE	ECUACIÓN		D
Se define como la relación entre la longitud total de los cursos de agua de la cuenca y su área total	$D = \frac{\sum L_i}{A_{cuenca}}$		2.04
SINUOSIDAD DEL CAUCE PRINCIPAL	ECUACIÓN		Si
Es la relación que existe entre la longitud del cauce principal, Lc, y la longitud del valle del cauce principal medida en línea recta o curva, Lt.	Longitud del valle del cauce (km)		4.09
	$S_i = \frac{L_{drenajep}}{L}$		0.40

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Tabla 9-4. Tiempos de concentración cuenca

TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN			
Está relacionado con la forma de la cuenca y se define como el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que la totalidad de la cuenca contribuya al drenaje, o en otras palabras, el tiempo que toma el agua desde los límites mas extremos de la divisoria de aguas hasta llegar a la salida de la misma.			
ECUACIÓN		Tc (horas)	Tc (min)
FÓRMULA DE KIRPICH (1990) Calcula el tiempo de concentración, Tc, en horas, según la ecuación: Donde L la longitud del cauce principal de la cuenca, en km, y S la diferencia entre las dos elevaciones extremas de la cuenca, en metros, dividida por L (es decir, la pendiente promedio del recorrido principal en m/m).		0.31	18.87
Ecuación de Témez Donde: Tc: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).		0.33	19.59
Ecuación de Williams Donde: Tc: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). A: Área de la cuenca, en kilómetros cuadrados (km ²). D: Diámetro de una cuenca circular con área "A", en kilómetros (km). S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).		0.69	41.46
Ecuación de Johnstone y Cross Donde: Tc: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente total del cauce principal, en metros por kilómetro (m/km).		1.27	76.25
Ecuación de Giandotti Proporciona el tiempo de concentración de la cuenca, Tc, en minutos siendo L la longitud y S la pendiente promedio del cauce principal de la cuenca, en Km y en m/m, respectivamente y A la superficie de la cuenca en Km ² .		0.85	51.22
Ecuación de SCS – Ranser Donde: Tc: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). H: Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal, en metros (m).		0.32	19.33
Ecuación de Ventura - Heras Donde: Tc: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).		0.33	19.57
Bransby-Williams T= tiempo de concentración (horas), L= distancia máxima a la salida (km), D= diámetro del círculo de área equivalente a la superficie de la cuenca (km ²), A= área de la cuenca (km ²), S= pendiente media del cauce principal (%)		0.73	43.77

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Tabla 9-4. Tiempos de concentración cuenca

TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN			
Está relacionado con la forma de la cuenca y se define como el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que la totalidad de la cuenca contribuya al drenaje, o en otras palabras, el tiempo que toma el agua desde los límites mas extremos de la divisoria de aguas hasta llegar a la salida de la misma.			
ECUACIÓN		Tc (horas)	Tc (min)
Ecuación de Clark T= tiempo de concentración (horas), L= distancia máxima a la salida (km), A= área de la cuenca (km ²), S: Pendiente total del cauce principal, m/m	$T_c = 0,108 \frac{(A * L_c)^{1/3}}{\sqrt{S_0}}$	0.54	32.64
Valencia y Zuluaga Tc es el tiempo de concentración (horas), L es la longitud del curso de agua más largo (km), S es la pendiente en porcentaje, A es el área de la cuenca (km ²),	$T_C = 1,7694 \cdot A^{0,325} \cdot L^{-0,096} \cdot S^{-0,29}$	1.00	59.98
Fórmula de California Culvert Practice Donde: Tc: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). H: Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal, en metros (m).	$T_c = \left(0,87 \frac{L_c^3}{H}\right)^{0,385}$	0.31	18.88
Pilgrim y McDermott Tc es el tiempo de concentración (horas), A es el área de la cuenca (km ²)	$T_C = 0,76 \cdot A^{0,38}$	0.70	42.11

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

9.2 ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Los análisis hidrológicos hacen parte los estudios necesarios y suficientes para el acotamiento de la ronda hídrica del Caño Poblano a la altura del centro poblado de Mámbita en el municipio de Ubalá, desde la coordenada e: 1082727 m n: 1018368 m hasta su desembocadura en la quebrada Mochilero en la coordenada e: 1083447 m n: 1019319 m, para una longitud de 1270 m.

La presente sección del documento consiste en determinar los caudales máximos del cuerpo de agua a la altura del centro poblado de Mámbita en el municipio de Ubalá con períodos de recurrencia desde 5 hasta 100 años. Al utilizar estos valores en la modelación hidráulica del sector mencionado será posible conocer los niveles máximos de la superficie del agua con diversas probabilidades de excedencia y establecer las condiciones dinámicas del río, para el acotamiento de la ronda hídrica.

Los niveles de la superficie del agua con diferentes períodos de retorno serán parte fundamental para el acotamiento de la ronda hídrica. Este análisis conducirá a establecer los parámetros básicos, como el conocimiento de los niveles máximos de la superficie del agua

del caño y la delimitación de las zonas de máxima inundación por las crecientes con diferentes probabilidades de excedencia.

Para el cálculo de las crecientes del Caño Poblano a la altura del centro poblado de Mámbita en el municipio de Ubalá se utilizó un modelo lluvia-caudal debido a que no existen mediciones de los caudales máximos. Para su aplicación se parte del análisis de las series existentes de lluvias máximas en 24 horas, tal como se explica más adelante. Además, se consideran las características morfométricas y de infiltración de la cuenca y se producen los hidrogramas correspondientes.

La aplicación del modelo lluvia-caudal para definir las crecientes se inicia con un estudio detallado de los aguaceros que producen los caudales máximos y se complementa con una caracterización completa de la cuenca aferente en el Caño Poblano a la altura del centro poblado de Mámbita en el municipio de Ubalá para culminar con la construcción de los hidrogramas correspondientes.

Para determinar el caudal generado por la lluvia se aplica el modelo lluvia-caudal del Soil Conservation Service de los E.U.A., dado que el método racional sobrevalora el caudal cuando se usa en cuencas rurales con una extensión superior a 100 ha. Para el efecto, se definen las áreas aferentes, se selecciona el período de retorno del aguacero de diseño, se calcula el valor de la tormenta con el período de retorno requerido, se evalúan los tiempos de concentración, se selecciona el Número de Curva CN el cual es un concepto similar al coeficiente de escorrentía y, finalmente, se calculan los caudales con diferentes períodos de retorno.

9.3 INFORMACIÓN SECUNDARIA Y PRIMARIA UTILIZADA

El desarrollo del modelo lluvia-caudal se fundamentó en las series existentes de lluvias máximas en 24 horas de la región, en las características morfométricas de la cuenca y en las condiciones de infiltración de los suelos, es decir, se partió de información secundaria.

Información pluviométrica:

En la **Tabla 9-5**, se presenta la relación de las estaciones pluviométricas y pluviográficas identificadas dentro y/o cerca de la zona del proyecto, a partir de esto se verificó cual se encontraba más acorde a las características del área de influencia y de esta manera obtener los datos y realizar el posterior análisis.

Estas estaciones hacen parte de la red hidrometeorológica del IDEAM. En la **Figura 9-1**, se presenta la localización de cada una de ellas respecto al área de influencia del presente estudio, la cual se encuentra demarcada como Limite Cuenca. Además, los datos originales obtenidos de las estaciones se presentan en el **Anexo 2. Hidrología**.



Tabla 9-5. Estaciones pluviométricas y climatológicas utilizadas

Código	Nombre	Tipo
35060250	STA ROSA DE UBALA	PM
35070170	SANTA MARÍA BOYACA	PM
35070180	SANTA MARÍA BOYACA	PG

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

9.4 INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Se adelantó una investigación directa sobre cartas del IGAC que contienen la configuración y rasgos topográficos de la cuenca del Caño Poblano a la altura del centro poblado de Mámbita en el municipio de Ubalá y las zonas aledañas a ella, según la siguiente relación: Cartas IGAC en escala 1:100.000 con curvas de nivel cada 100 metros.

Estas planchas se utilizaron para delimitar la cuenca aferente del caño a la altura del centro poblado de Mámbita en el municipio de Ubalá y su área correspondiente. Igualmente, se establecieron los parámetros morfométricos considerados en el modelo lluvia-caudal para la determinación de crecientes.



REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.

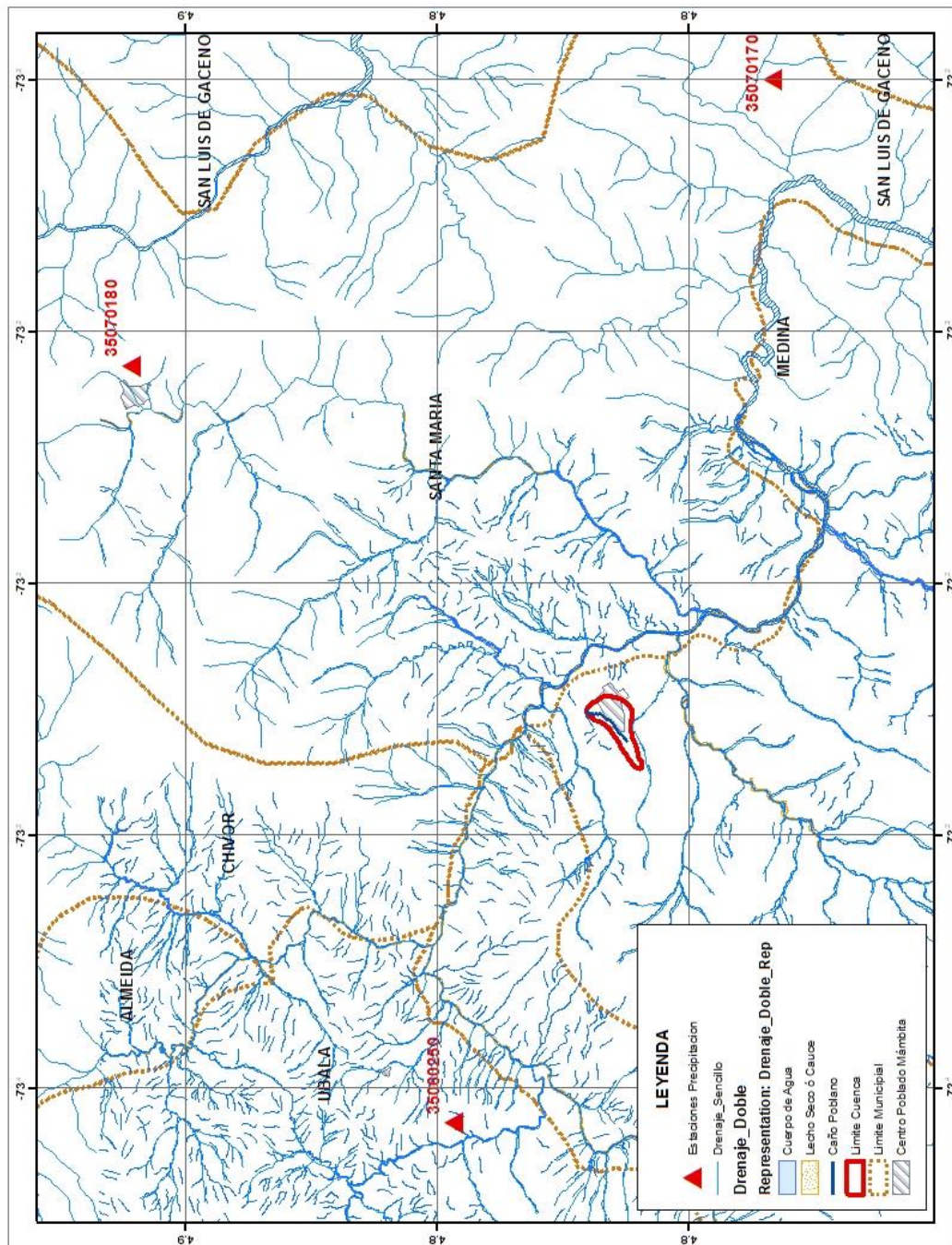


Figura 9-1. Ubicación de las estaciones pluviométricas y climatológicas investigadas

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

9.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Estudio de lluvias máximas en 24 horas:

En esta sección se describen las metodologías utilizadas para el tratamiento de la información pluviométrica y el desarrollo completo de los temas conducentes a la definición de los aguaceros de diseño. Dentro de las metodologías descritas se encuentran: el análisis de consistencia y validez de los registros de lluvias máximas en 24 horas y la complementación de la información disponible. Se seleccionan diferentes períodos de retorno de la lluvia de diseño y se adelanta el análisis estadístico de las series con diferentes distribuciones de probabilidad.

Complementación de la información:

Debido a que las series de tiempo disponibles acusan la ausencia de algunos datos fue necesario adelantar un proceso preliminar para completarlos. La complementación de la información se realizó utilizando dos diferentes metodologías, de manera conjunta:

1. Análisis de regresión entre dos estaciones cercanas. Esta metodología consiste en definir un período homogéneo de análisis y efectuar diferentes tipos de correlación.

Lineal: $y = a + bx$

Potencial $y = ax^b$

Exponencial $y = ae^{bx}$

Logarítmica $y = ae^{bx}$

Cuando no se obtuvo un coeficiente de correlación superior a 0,6 se decidió completar la información utilizando el promedio histórico de cada serie mensual, pero considerando un cierto efecto de correlación entre estos datos.

2. Promedio histórico. Se estimaron los promedios mensuales de las lluvias máximas en 24 horas para complementar la información faltante, pero introduciendo en los datos el efecto de una cierta regresión respecto a la información de la estación más cercana.

9.6 ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE LLUVIAS MÁXIMAS EN 24 HORAS Y DETERMINACIÓN DEL AGUACERO DE DISEÑO

El modelo lluvia-caudal del Soil Conservation Service requiere, como insumo, el valor de la precipitación máxima diaria con un período de retorno predeterminado. Para el efecto, se seleccionaron ocho estaciones, como representativas de la cuenca del Caño Poblano a la altura del centro poblado de Mámbita en el municipio de Ubalá. Estas son las estaciones que

se encuentran dentro y/o cerca de la zona estudiada. Los datos y los cálculos correspondientes se muestran en el **Anexo 2. Hidrología**. Por su parte, en la **Figura 9-1** se muestra la ubicación de la estación Santa Rosa de Ubalá, que fue la utilizada para los análisis. No obstante, el cálculo de las crecientes cada cuenca se analizó en su totalidad como una zona única.

Para la cuenca se produjo una serie de precipitaciones máximas en 24 horas. La obtención de las lluvias con diferentes períodos de retorno se logró mediante un análisis de frecuencia utilizando las distribuciones Normal, Log Normal, Pearson tipo III, Log Pearson tipo III y Gumbel, con el propósito de seleccionar la que mejor represente el comportamiento de los datos disponibles.

Distribución Normal:

La ecuación general de cálculo es:

$$P_T = \bar{P} + \sigma * K_1$$

P_T - es la precipitación con un determinado período de retorno, T.(mm)

\bar{P} - es el valor medio de la serie de lluvias máximas en 24 horas (mm)

σ - es la desviación estándar de los datos de la serie (mm).

K_1 - es el factor de frecuencia, propio de la distribución normal.

T - es el período de retorno (años).

La secuencia para la solución de la ecuación general es la siguiente:

Se define la función de distribución de probabilidad:

$$F(P_p) = \frac{T-1}{T}$$

Se obtiene el factor de frecuencia K_1 , en función del valor $\frac{T-1}{T}$ (por tabla)

Se calcula el valor medio de la serie de lluvias máximas en 24 horas, \bar{P} , (mm)

Se determina la desviación estándar de los datos de la serie, σ (mm).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}}$$

P_i - es cada uno de los valores de la serie, (mm)

n - es el número de datos de la serie.

Distribución Log Normal:

La ecuación general de cálculo es:

$$\ln P_T = \bar{P} + \sigma * K_2$$

$$P_T = e^{\bar{P} + \sigma K_2}$$

P_T - es la precipitación con un determinado período de retorno, T.(mm)

\bar{P} - es el valor medio de la serie de lluvias máximas en 24 horas (mm)

σ - es la desviación estándar de los datos de la serie (mm).

K_2 - es el factor de frecuencia, propio de la distribución normal.

T - es el período de retorno (años).

e - es la base de los logaritmos naturales

La secuencia para la solución de la ecuación general es la siguiente:

$$F(P_p) = \frac{T-1}{T}$$

Se define la función de distribución de probabilidad:

$$\frac{T-1}{T}$$

Se obtiene el factor de frecuencia K_2 , en función del valor $\frac{T-1}{T}$ (por tabla)

Se calcula el valor medio de los logaritmos la serie de lluvias máximas en 24 horas, \bar{P} , (mm)

Se determina la desviación estándar de los logaritmos de los datos de la serie, σ , (mm).

Distribución Pearson Tipo III:

La ecuación general de cálculo es:

$$P_T = \delta_1 + y * \alpha_1$$

P_T - es la precipitación con un determinado período de retorno, T.(mm)

δ_1 - es el valor medio corregido de la serie de lluvias máximas en 24 horas (mm)

α_1 - es la desviación estándar corregida de los datos de la serie (mm).

y - es el factor de frecuencia, propio de la distribución Pearson Tipo III.

T - es el período de retorno (años).

La secuencia para la solución de la ecuación general es la siguiente:

$$F(P_p) = \frac{T-1}{T}$$

Se define la función de distribución de probabilidad:

Se obtiene el coeficiente de sesgo, γ

$$\gamma = \sum_{i=1}^n \frac{(P_i - \bar{P})^3}{\sigma^3} / n$$

P_i - es cada uno de los valores de la serie, (mm)

n - es el número de datos de la serie.

Se calcula el parámetro β_1 de la función de densidad de probabilidad,

$$\beta_1 = \left(\frac{2}{\gamma} \right)^2$$

Se determinan los grados de libertad de la ecuación

$$\nu = 2\beta_1$$

Se define el parámetro χ^2 de la función de distribución en función de los grados de libertad de la ecuación (por tabla).

Se calcula el factor de frecuencia, propio de la distribución Pearson Tipo III "Y".

$$y = \frac{\chi^2}{2}$$

Se evalúa la desviación estándar corregida de los datos de la serie α_1 (mm).

$$\alpha_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{\beta_1}}$$

Se calcula el valor medio corregido de la serie de lluvias máximas en 24 horas δ_1 (mm)

$$\delta_1 = \bar{P} - \alpha_1 \beta_1$$

Distribución Log Pearson Tipo III

La ecuación general de cálculo es:

P_T - es la precipitación con un determinado período de retorno, T.(mm)

\bar{P} - es el valor medio de los logaritmos de la serie de lluvias máximas en 24 horas (mm)

$\sigma_{\log P}$ - es la desviación estándar de los logaritmos de la serie (mm).

K_3 - es el factor de frecuencia, propio de la distribución Log Pearson III.

T - es el período de retorno (años).

La secuencia para la solución de la ecuación general es la siguiente:

Se calcula el valor medio de los logaritmos de la serie de lluvias máximas en 24 horas, \bar{P} , (mm)

$$F(P_p) = \frac{T-1}{T}$$

Se define la función de distribución de probabilidad:

Se determina la desviación estándar de los logaritmos de los datos de la serie, (mm).

$$\sigma_{\log P} = \sqrt{\frac{\sum (\log P_i - \log \bar{P})^2}{n-1}}$$

Se determina el coeficiente de asimetría de los logaritmos de los datos de la serie, A.



$$A = \frac{n \sum (\log P_i - \log P)^3}{(n-1)(n-2)(\sigma_{\log P})^3}$$

Se obtiene el factor de frecuencia K_3 , en función del coeficiente de asimetría y del período de retorno (por tabla)

Distribución Gumbel

La ecuación general de cálculo es:

$$P_T = P + \sigma * K_4$$

P_T - es la precipitación con un determinado período de retorno, T.(mm)

\bar{P} - es el valor medio de la serie de lluvias máximas en 24 horas (mm)

σ - es la desviación estándar de los datos de la serie (mm).

K_4 - es el factor de frecuencia, propio de la distribución Gumbel.

T - es el período de retorno (años).

$$K_4 = \left(\frac{Y - Y_n}{\sigma_n} \right)$$

Y, Y_n – Son parámetros tomados en función de la longitud de la serie.

σ_n - Es la desviación estándar tomando en el denominador sólo n.

La secuencia para la solución de la ecuación general es la siguiente:

Se obtiene el factor de frecuencia K_4 , en función de Y, Y_n (por tabla)

Se calcula el valor medio de la serie de lluvias máximas en 24 horas, \bar{P} , (mm)

Se determina la desviación estándar de los datos de la serie, σ , (mm).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}}$$

P_i - es cada uno de los valores de la serie, (mm)

n - es el número de datos de la serie.

Se calcula finalmente el valor P_T

El cálculo de las lluvias máximas con diferentes períodos de retorno se efectuó en Excel (**Anexo 2. Hidrología**). A continuación, se muestran las figuras de las frecuencias de precipitación a nivel multianual, los valores de los diferentes periodos de retorno y la distribución seleccionada para la estación utilizada:

- Estación Santa Rosa de Ubalá

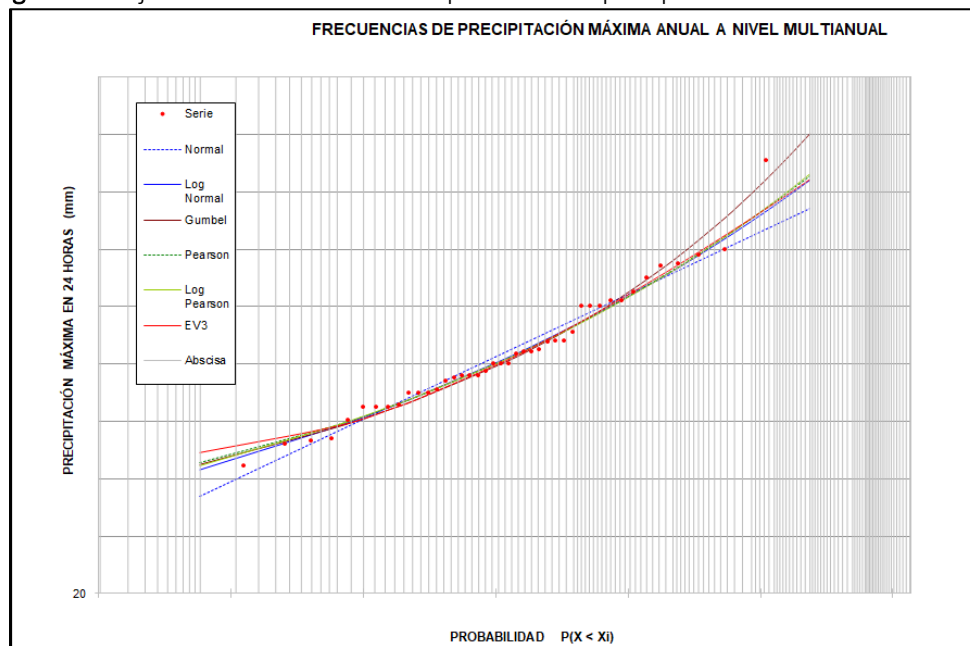
Para cada distribución probabilística de la estación Sabanas de Manuela se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado (Prueba de ajuste estadística), encontrándose que, para los datos, la distribución probabilística de Gumbel es el menor valor de esta prueba, que representa que la muestra era la que mejor los ajusta. En la **Tabla 9-6** se presentan los resultados de frecuencia de las precipitaciones máximas. Así mismo en la **Figura 9-2** se muestra el ajuste de distribuciones de probabilidad para los valores máximos mensuales.

Tabla 9-6. Valores de los periodos de retorno con diferentes distribuciones

Tr años	NORMAL (mm)	GUMBEL (mm)	PEARSON (mm)	LOG-PEAR (mm)	LOG-NOR (mm)	EV3 (mm)
5	122.2	122.0	120.9	120.8	121.0	121.6
10	131.7	136.1	132.7	132.6	132.5	133.5
20	139.5	149.7	143.4	143.3	142.8	143.9
50	148.3	167.2	156.4	156.6	155.2	156.1
100	154.2	180.4	165.6	166.3	164.2	164.4
chi 2	7.208	3.113	3.874	3.777	3.892	4.401

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Figura 9-2. Ajuste de distribuciones de probabilidad precipitación máximos mensuales



Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

A continuación, en la **Tabla 9-7** se presenta la distribución seleccionada con los diferentes periodos de retorno para las precipitaciones máximas en 24 horas para la Estación Santa Rosa de Ubalá:

Tabla 9-7. Precipitaciones Máximas en 24 Horas con Diferentes Períodos de Retorno con la distribución seleccionada

Tr (Años)	Precipitación Máxima, PT (mm)
5	122.0
10	136.1
25	149.7
50	167.2
100	180.4

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

9.7 DETERMINACIÓN DE LAS CRECIENTES CON DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO

Las crecientes se calcularon por medio del programa HEC- HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System) de los Estados Unidos de América, el cual posee un gran número de aplicaciones, además de la mencionada.

Para construir de manera sintética los hidrogramas de las crecientes en la cuenca se aplica un modelo lluvia-caudal con el método del Soil Conservation Service de los Estados Unidos de Norteamérica. Este modelo determina la escorrentía producida por un aguacero considerando la condición de humedad antecedente y el complejo suelo-cobertura.

Todos los procedimientos orientados a calcular el hidrograma de una creciente mediante modelos lluvia-caudal requieren convertir la lluvia original en lluvia efectiva, que es la que realmente produce la creciente, descontando las pérdidas, es decir, las abstracciones por diferentes conceptos. Por lo anterior, se presenta aquí el procedimiento usual para evaluar la lluvia efectiva, antes de explicar la metodología para calcular la creciente propiamente dicha.

La lluvia efectiva es el escurrimiento directo e inmediato que produce una lluvia sobre una determinada cuenca y resultan igual a la lluvia total menos las pérdidas de agua. Estas pérdidas poseen tres componentes:

- Interceptación por parte de la vegetación
- Detención superficial
- Infiltración

Para una determinada lluvia, la relación entre la precipitación, la escorrentía y la retención (precipitación que no se convierte en escorrentía) es:

$$\frac{F}{S'} = \frac{Q}{P_e}$$

F – es la retención real

Q – es la escorrentía real

S' – es la máxima retención potencial

Pe – es la máxima escorrentía potencial

Si se acepta que: $F = Pe - Q$, entonces, $\frac{Pe - Q}{S'} = \frac{Q}{P_e}$ y despejando S' se obtiene:

$$S' = \frac{(P_e)^2}{Q} - P_e$$

Sabiendo que: $S = S' + Ia$; donde Ia son las abstracciones iniciales; se tiene que:

$$F = (P - Ia) - Q$$

El valor de S para una determinada condición de frontera ha sido propuesto por el Soil Conservation Service igual a 0,2 Pe; por lo cual: $Ia = 0,2S$. Efectuando reemplazos se obtiene la expresión para determinar la escorrentía acumulada en función de la lluvia total y de la infiltración potencial.

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

La cual, en el sistema internacional (SI) se transforma en la siguiente:

$$Q = \frac{(P - 5,08S)^2}{P + 20,32S}$$

Q – Lluvia efectiva o escorrentía acumulada, en mm.

P – Precipitación total del evento, en mm.

S – Infiltración potencial, en mm.

En esta fórmula la precipitación total del evento es conocida, dado que se determina de antemano y el valor de la infiltración potencial "S" se puede calcular a partir de un cierto valor CN, denominado Curva Número, con la siguiente expresión:

$$S = \frac{1.000}{CN} - 10,0$$

La selección del valor CN en cada caso, se realiza considerando los siguientes cuatro parámetros:

- Tipo de suelo hidrológico
- Uso y tratamiento del suelo
- Combinaciones hidrológicas de suelo y vegetación, y
- Condiciones de humedad antecedente a la lluvia de diseño.

En la presente metodología se supone que el hidrograma unitario es triangular, el cual se calcula con las siguientes relaciones:

$$V = \frac{q_p \cdot t_b}{2}$$

V – volumen de escorrentía, igual al área bajo el hidrograma triangular, en m³

q_p – caudal pico del hidrograma triangular, en m³/s/mm

t_b - tiempo base del hidrograma unitario, en horas.

A – área de la cuenca aferente, en km²

De esta manera, el caudal pico del hidrograma para un milímetro de lluvia efectiva es:

$$q_p = \frac{0,2083 \cdot A}{t_p}$$

q_p – caudal pico del hidrograma triangular, en m³/s/mm

A – área de la cuenca aferente, en km²

t_p – tiempo al pico del hidrograma unitario triangular, en horas

El tiempo al pico se define de la siguiente manera:

$$t_p = \frac{D}{2} + 0,6 \cdot t_c$$

D – duración de la lluvia efectiva, en horas.

t_c – tiempo de concentración de la cuenca, en horas. Es el tiempo que consume la gota de lluvia más alejada en llegar a la sección del puente. Los diferentes métodos para calcularlo se presentan más adelante.

El tiempo de retraso (lag) es:

$$t_r = 0,6 \cdot t_c$$

El tiempo base del hidrograma unitario se calcula como:

$$t_b = 2,67 \cdot t_p$$

En caso de que no existan suficientes datos para definir la duración de la lluvia efectiva (D, en horas) que produce el mayor caudal pico en el hidrograma, se puede determinar, aproximadamente, de la siguiente manera para cuencas grandes (A > 2 km²):

$$D = 2 \sqrt{t_c}$$

y se puede tomar igual al tiempo de concentración (t_c) en cuencas pequeñas ($A \leq 2 \text{ km}^2$)

En general, el cálculo del hidrograma de la creciente posee un carácter aproximado. Por tratarse de un modelo lluvia-caudal, inicialmente se determina el valor de la lluvia de diseño, su duración y su distribución en el tiempo y en el espacio. A partir de ella se calcula la lluvia efectiva y, por último, se construye el hidrograma de la creciente producida, considerando las características de la cuenca y aplicando las propiedades del hidrograma unitario.

En detalle, el procedimiento utilizado para construir el hidrograma de la creciente de diseño es el siguiente.

1. Se calculan las áreas de la cuenca del Caño Poblano. Su determinación se efectuó por medio del programa ArcGIS. Para valorar el área se delimitó la cuenca tomando en consideración las líneas divisorias de agua definidas a partir del plano a escala 1:25.000 del IGAC. Después de configurar en planta la línea divisoria de aguas, se obtuvo un área de 0,80 km^2 .
2. Se utiliza como insumo el valor de las lluvias máximas en 24 horas con diferentes períodos de retorno tal como se muestran en la **Tabla 9-7**.
3. La duración de la lluvia de diseño, como se trata de una cuenca relativamente pequeña, se adopta una lluvia con una duración de 4,0 horas.
4. Se aplica un factor de reducción de 0,75 para representar la distribución espacial de la lluvia en la zona estudiada. De esta manera en la **Tabla 9-8** se muestra el resultado.

Tabla 9-8. Lluvias en mm para los siguientes períodos de retorno

Estaciones	Tr [Años]				
	5	10	25	50	100
Santa Rosa de Ubalá	91.5	102.1	112.3	125.4	135.3

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

5. Debido a que la distribución temporal de los aguaceros en cualquier estación es aleatoria, se adopta la siguiente curva que representa bien una condición crítica, de acuerdo con la experiencia del Consultor. En la **Tabla 9-9** y en la **Figura 9-3** aparece la curva de masas con la distribución adoptada en los presentes análisis.

Tabla 9-9. Distribución temporal de la lluvia adoptada

Fracción Tiempo	Fracción Precipitación
0,0	0,000
0,1	0,040
0,2	0,130
0,3	0,280

Fracción Tiempo	Fracción Precipitación
0,4	0,490
0,5	0,700
0,6	0,840
0,7	0,920
0,8	0,970
0,9	0,995
1,0	1,000

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

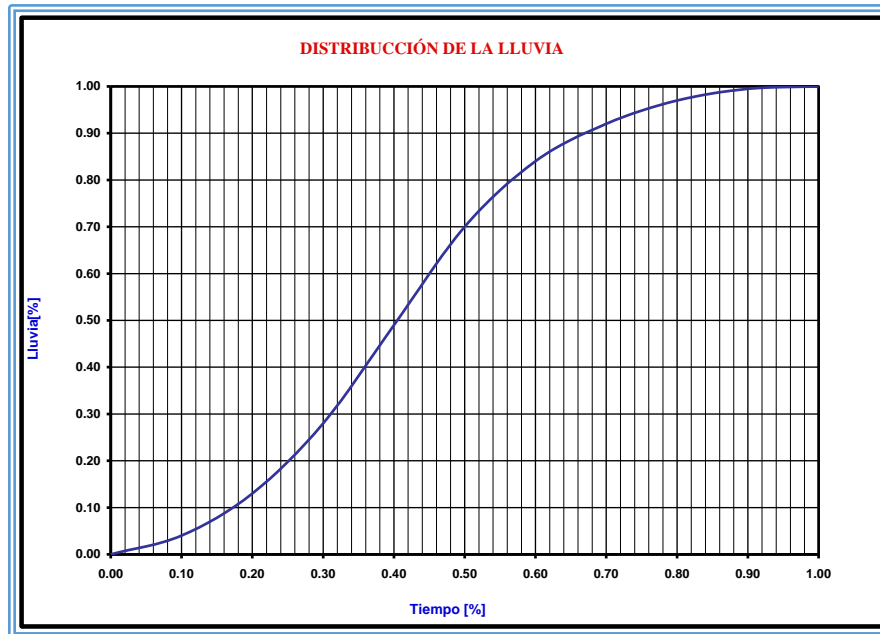


Figura 9-3. Curva de distribución del aguacero seleccionado en el presente estudio

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

6. Se selecciona el intervalo “D” para todo el período del aguacero menor a la quinta parte del tiempo de concentración, Así, la lluvia anteriormente seleccionada se divide en 10 intervalos de tiempo de duración “D” cada uno.

7. Se definen los valores secuenciales del aguacero de diseño, Inicialmente se seleccionan los incrementos de tiempo “D”, en horas; se registran los porcentajes de cada incremento respecto a la duración de la lluvia total, se escriben los incrementos de la lluvia frente a cada incremento de tiempo, en mm y se calculan los valores acumulados de la lluvia, en mm, El

cálculo se realizó aplicando el programa HEC-HMS como se muestra en el **Anexo 2. Hidrología.**

8. Se caracteriza la cobertura vegetal de la cuenca hasta el sitio de estudio y el tipo de suelos superficiales de la cuenca hasta esta sección para evaluar el parámetro CN.

La selección del valor CN en cada caso, se realiza considerando los siguientes cuatro parámetros:

- Tipo de suelo hidrológico
- Uso y tratamiento del suelo
- Combinaciones hidrológicas de suelo y vegetación, y
- Condiciones de humedad antecedente a la lluvia de diseño

La aplicación gráfica de este parámetro se presenta en la **Figura 9-4.**

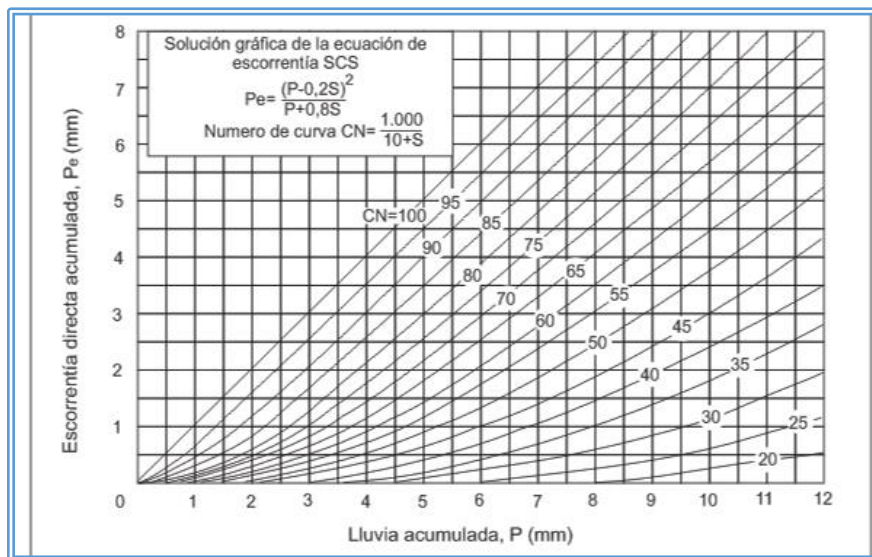


Figura 9-4. Solución gráfica para determinar el valor de la escorrentía directa a partir de la lluvia, utilizando el número de curva CN

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Tipo de suelo hidrológico

Desde el punto de vista de su capacidad de infiltración y para definir el valor CN junto con los otros tres parámetros mencionados, el Soil Conservacios Service ha clasificado los suelos en cuatro grupos: A, B, C y D, ordenados según su potencial de escurrimiento (tasa de infiltración para suelos “desnudos” luego de un humedecimiento prolongado, profundidad

del nivel freático de invierno, infiltración y permeabilidad del suelo luego del humedecimiento prolongado y profundidad hasta un estrato de permeabilidad muy lenta):

El tipo de material en cada caso particular se obtiene a partir de la información de un estudio de suelos, considerando una clasificación que va desde los tipos “A” de bajo potencial de escorrentía y con altas infiltraciones (suelos arenosos) hasta los de alto potencial de escorrentía o suelos con infiltración muy lenta cuando están muy húmedos (arcillosos) tipos “C”. A continuación, se presenta la clasificación establecida por el S.C.S.

“A”. (Potencial de escorrentía mínimo). Suelos que tienen alta tasa de infiltración aun cuando estén muy húmedos. Consistentes en arenas o gravas profundas bien drenadas o excesivamente drenadas con poco limo y arcilla, lo mismo que loess muy permeables. Esos suelos tienen una alta rata de transmisión de agua.

“B”. (Moderadamente bajo potencial de escorrentía). Suelos con tasas de infiltración moderadas cuando están muy húmedos. Suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente bien drenados a bien drenados, suelos con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas y permeabilidad moderadamente lenta a moderadamente rápida. Son suelos con tasas de transmisión de agua moderadas. La mayor parte de los suelos arenosos menos profundos que los del grupo A son menos profundos o menos compactos que los del grupo A. El grupo, en conjunto, posee una infiltración media superior después de haberse mojado completamente.

“C”. (Moderadamente alto potencial de escorrentía). Suelos con infiltración lenta cuando están muy húmedos. Consisten en suelos con estratos que impiden el movimiento del agua hacia abajo; suelos de textura moderadamente fina a fina; suelos con infiltración lenta debido a sales o suelos con lentes de agua moderada. Esos suelos pueden ser pobremente drenados, o bien, moderadamente drenados con estratos de permeabilidad lenta a muy lenta. Comprende los suelos poco profundos y los que contienen mucha arcilla y coloides, aunque menos que los del grupo D. El grupo tiene una infiltración inferior al promedio después de saturación.

“D”. (Potencial de escorrentía máximo). Suelos con infiltración muy lenta cuando están muy húmedos. Son suelos arcillosos con alto potencial de expansión; suelos con nivel freático alto permanente; suelos con “claypan” o estrato arcilloso superficial; suelos con infiltración muy lenta debido a sales o alkali y suelos poco profundos ubicados sobre materiales casi impermeables. Estos suelos tienen una tasa de transmisión de agua muy lenta. Incluyen a la mayor parte de arcillas expansivas y algunos suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables cerca de la superficie.

La clasificación de los suelos en grupos hidrológicos principales se puede realizar tomando como base el tipo hidrológico a partir de planos de suelos agrícolas. Si no se dispone de esos planos, se debe hacer uso de un buen criterio. Usualmente en una misma cuenca se reportan

diferentes tipos de suelos. En ese caso se pueden considerar por separado, indicando el área ocupada por cada uno de ellos y determinar el valor CN individualmente para luego ponderarlos y obtener un CN representativo.

Para efectuar una buena clasificación y definir la respuesta hidrológica de los diferentes suelos, en el documento original del S.C.S. se presenta una lista extensa de suelos agrológicos pertenecientes a los diferentes grupos hidrológicos. En nuestro medio se deben utilizar criterios más generales, dado que aún no se han elaborados listas de este tipo. Por lo anterior, lo usual es aplicar criterios conservadores para compensar la falta de información y evitar errores por defecto.

La clasificación anterior utiliza la premisa de que los suelos con perfiles semejantes en lo que se refiere a su espesor, textura, estructura, contenido de materia orgánica y expansividad por saturación, producen una respuesta semejante ante un aguacero de duración considerable. En la comparación se supone que los suelos están desnudos y que ya han presentado el máximo cambio de volumen por humedad y que la lluvia es superior a la infiltración potencial.

Según el plano de suelos elaborado por el IGAC, para la cuenca del Caño Poblano los suelos predominantes se muestran en la **Tabla 9-10**, y a su vez, en la **Figura 9-5** se puede observar su distribución en el área de la cuenca de interés.

Tabla 9-10. Tipo de Suelo y Clasificación Hidrológica para la Cuenca

TIPO DE SUELO	SUELO HIDROLÓGICO	AREA (Ha)
MPIf	B	40.1
MVXb	C	41.0

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Uso y tratamiento del suelo

El segundo parámetro a considerar para definir el valor CN, posee dos componentes: el uso y el tratamiento. Estos dos parámetros se clasifican en relación con las crecientes que puede producir el escurrimiento. Mientras mayor sea la retención total ocasionada por un determinado uso y tratamiento, menor será el caudal pico del hidrograma. El uso del suelo se refiere al tipo de vegetación existente, presencia de cultivos y usos no agrícolas tales como cuerpos de agua representados por lagunas, ciénagas y otros. El tratamiento del suelo se aplica fundamentalmente a los usos agrícolas incluyendo todo tipo de laboreo con rastrillos, nivelaciones, terraceos, control de pastoreo y rotación de cultivos. Para definir el valor CN, junto con los demás parámetros, se diferencia entre suelos cultivados, pastos y bosques. En los primeros se identifican tierras en descanso, pastos, cultivos en hilera, granos, cultivos de



Corporación Autónoma Regional del Guaviro
Corpoguaviro Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

alta densidad por la escasa distancia entre ellos, rotaciones, cultivos a lo largo de las curvas de nivel y cultivos en terrazas.

Rotación de cultivos: La sucesión de los cultivos en una cuenca posee ciertos efectos hidrológicos. Las rotaciones pueden ser malas o buenas, en función de la cantidad de vegetación densa en la rotación. Las malas rotaciones son las que se hacen plantando un cultivo en hileras o de granos pequeños todos los años, consecutivamente. Por otro lado, una mala rotación puede combinar de varias maneras dos cultivos, granos pequeños o dejar en barbecho durante varias temporadas. Las buenas rotaciones contienen alfalfa, legumbres que se siembran muy juntas o pastos para mejorar la textura de la tierra y aumentar la infiltración. Por ejemplo, una rotación de 2 años de trigo y barbecho puede ser buena para las cosechas cuando existen lluvias reducidas y actúan como un factor limitante, sin embargo, hidrológicamente es una mala rotación.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corporavivo Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

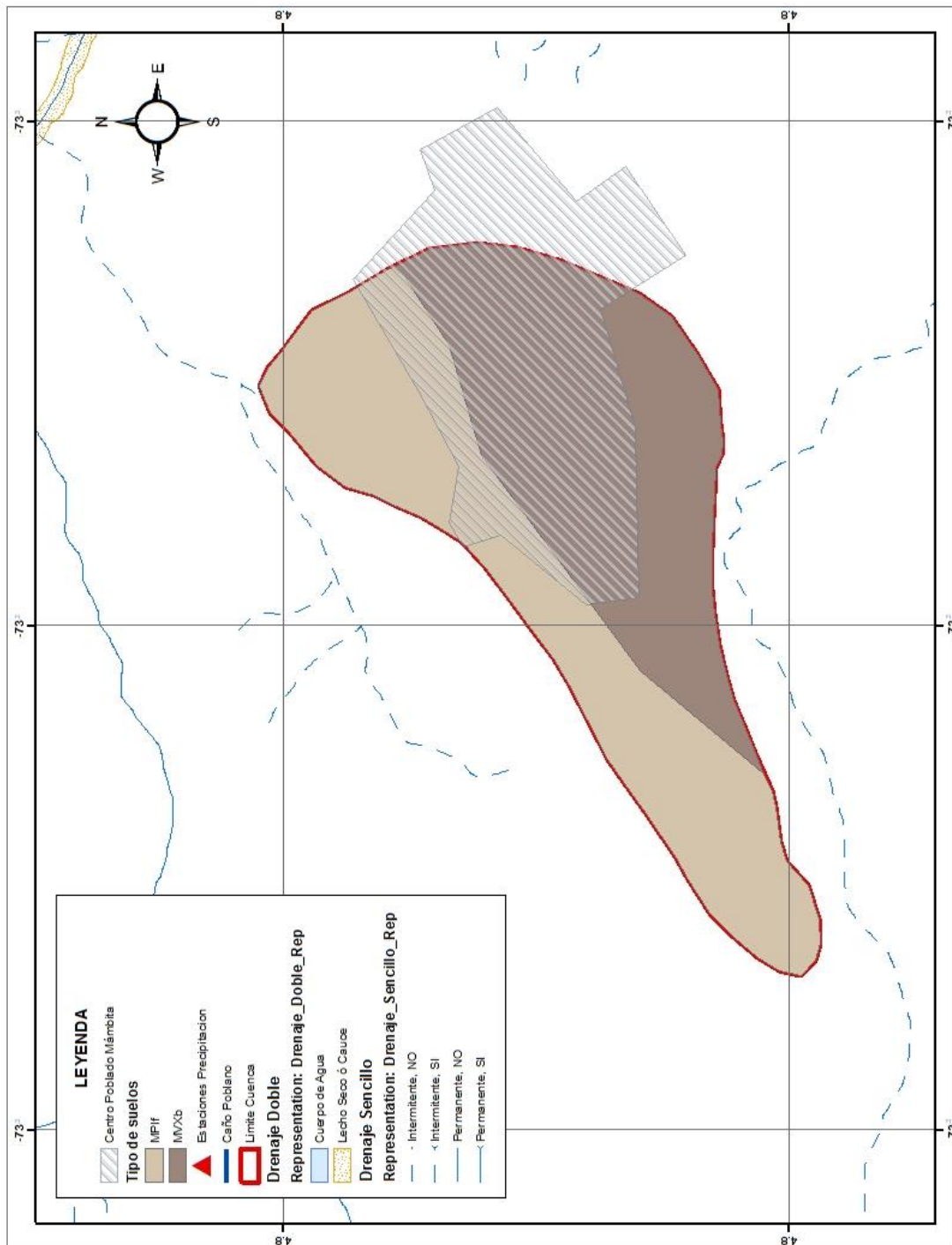


Figura 9-5. Tipo de Suelos para la cuenca
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Para las praderas naturales y pastizales: Se consideran tres condiciones, que se basan en consideraciones hidrológicas más que en la producción de forraje, Las praderas malas o pastizales tienen exceso de pastoreo, o tienen una cubierta vegetal en menos del 50% del área, Praderas o pastizales regulares, tienen una cubierta vegetal entre el 50 y el 75% del área y no tienen exceso de pastoreo, Praderas buenas o pastizales, tienen 75% de cubierta con pastoreo ligero.

Los lotes de bosque se clasifican con respecto a los factores hidrológicos y no por la producción de madera. Los lotes de bosque malos son los que presentan pastoreo excesivo, los que se queman regularmente, lo que destruye la protección superficial y los que poseen árboles pequeños. Los lotes de bosque regulares, poseen algo de pastoreo, pero no se queman. Estos lotes pueden tener algo de cubrimiento superficial, pero generalmente no están protegidos. Los lotes de bosque bueno están protegidos contra el pastoreo, de manera que el suelo está cubierto superficialmente y posee arbustos. Para el bosque comercial la clasificación hidrológica se determina en función del espesor y calidad del cubrimiento superficial, del humus y de la compacidad del humus.

En lo referente a tipos varios de terrenos, se sabe que generalmente, las cubiertas de las casas, las carreteras y las áreas urbanas ocupan sólo partes muy pequeñas de la cuenca. En estos casos, las áreas se consideran dentro de otros tipos de cubiertas debidas a diferentes usos del suelo. Dentro de los cultivos en hileras rectas se incluyen los cultivos que siguen la mayor pendiente y los orientados según las curvas de nivel en hileras rectas (a media ladera). En las áreas con 1 o 2% de pendiente, los cultivos transversales en hileras rectas son casi equivalentes a los cultivos siguiendo las curvas de nivel.

En lo referente a cultivos por líneas de nivel, se considera que los surcos que se usan para plantar los granos pequeños y legumbres generalmente son muy pequeños y tienden a desaparecer debido al efecto del clima. Los surcos y bancales en líneas de nivel como se usan en los cultivos por hileras son generalmente grandes, Se pueden hacer al sembrar y después se reducen en tamaño por los cultivos. Las reducciones que sufre el escurrimiento debido a los cultivos a lo largo de las curvas de nivel son mayores al disminuir la pendiente del terreno, Las terrazas pueden tener cierta pendiente, pueden estar a nivel con los extremos abiertos, o a nivel con los extremos cerrados. Los efectos de las terrazas de pendiente con los extremos abiertos se consideran en las evaluaciones y se incluyen los efectos de los surcos a nivel y de las salidas cubiertas de pasto. Las terrazas a nivel con extremos cerrados deben considerarse como surcos a nivel.

Condiciones de humedad antecedente a la lluvia de diseño

Para seleccionar el valor CN se tiene en cuenta el estado de humedad del suelo previo a la lluvia que se estudia considerando la cantidad de lluvia caída en el período de los cinco (5) días anteriores, estableciéndose tres (3) clases de relaciones con dicha cantidad de lluvia. A

continuación, se presenta el cuadro y los valores correspondientes **Tabla 9-11** Las condiciones medias quedan incluidas en la condición II que corresponde al cuadro de curvas de escorrentía para los complejos suelo cobertura (CN) que se presenta más adelante.

Tabla 9-11. Condiciones de humedad antecedente a la lluvia de diseño.

Período inactivo de las plantas	Lluvia acumulada de los 5 días previos al aguacero en consideración
I	00,0 – 12,7 mm
II	12,7 – 28,0 mm
III	más de 28,0 mm
Período de crecimiento de las plantas	
I	00,0 – 35,5 mm
II	35,5 – 53,3 mm
III	más de 53,3 mm

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

La probabilidad de que la lluvia conjunta de los cinco días anteriores a un aguacero fuerte supere los 53,3 mm es baja y, además, se considera que aún en ese caso, la saturación no es completa y no alcanza a impermeabilizar completamente la superficie de la cuenca. Por ese motivo se aplica la condición II, la cual es media en lo referente a su capacidad de escorrentía directa. La aplicación de este concepto a través del CN se muestra más adelante.

Combinaciones hidrológicas de suelo y vegetación

En la **Tabla 9-12** se combinan los grupos de suelos, el uso del suelo y las clases de tratamiento formando complejos hidrológicos del suelo y la vegetación. Esta tabla se utiliza para seleccionar el número de curva CN en función de los parámetros anteriores y considerando una determinada humedad antecedente, como se mostrará adelante, Los números muestran el valor relativo de los complejos como productores directos de escurrimiento. Cuanto más elevado es el número, mayor es el volumen de escurrimiento directo que puede esperarse de un aguacero. Este cuadro se preparó usando datos de cuencas aforadas con suelo y vegetación conocidos. El valor de los aguaceros se utilizó para construir una curva en función del escurrimiento directo para las crecientes anuales y otras avenidas importantes.

Para seleccionar el valor CN más apropiado se estimó como una cuenca homogénea por concepto de suelos, de vegetación, de usos y de tratamientos y este valor se determinó individualmente para cada una de ellas. El valor final de CN es el resultado de ponderar los anteriores, considerando el porcentaje de área ocupada por cada zona homogénea.

Determinación de la lluvia efectiva

Este parámetro se calcula aplicando la relación:



$$S' = \frac{(P_e)^2}{Q} - P_e$$

Dado que la esorrentía acumulada “Q”, es la misma lluvia efectiva, Inicialmente se determina la infiltración potencial “S” por medio de la expresión, para lo cual se debe conocer el número de curva CN.

$$S = \frac{1.000}{CN} - 10,0$$

La siguiente tabla se utiliza para determinar los valores de CN en función de las prácticas agrícolas y condición hidrológica promedio, (condición II).

Tabla 9-12. Selección del valor CN” considerando diferentes combinaciones hidrológicas de suelo y vegetación

Cobertura y uso del suelo	Tratamiento o práctica	Condición hidrológica	Grupos hidrológicos de suelos				
			A	B	C	D	
			Número de curva (cn)				
Rastrojo	Hileras Rectas		77	86	91	94	
Cultivos en Hileras	Hileras Rectas	Mala	72	81	88	91	
	Hileras Rectas	Buena	67	78	85	89	
	Curvas de Nivel	Mala	70	79	84	88	
	Curvas de Nivel	Buena	65	75	82	86	
	Cur/Niv	y	Mala	66	74	80	82
	Terrazas						
	Cur/Niv	y	Buena	62	71	78	81
Cultivos en Hileras Estrechas	Hileras Rectas	Mala	65	76	84	86	
	Hileras Rectas	Buena	63	75	83	87	
	Curvas de Nivel	Mala	63	74	82	85	
	Curvas de Nivel	Buena	61	73	81	84	
	Cur/Niv	y	Mala	61	72	79	82
	Terrazas						
	Cur/Niv	y	Buena	59	70	78	81
Legumbres en Hileras estrechas O pastos en Rotación 1/	Hileras Rectas	Mala	66	77	85	89	
	Hileras Rectas	Buena	58	72	81	85	
	Curvas de Nivel	Mala	64	75	83	85	
	Curvas de Nivel	Buena	55	69	78	83	
	Cur/Niv	y	Mala	63	73	80	83
	Terrazas						



Cobertura y uso del suelo	Tratamiento o práctica	Condición hidrológica	Grupos hidrológicos de suelos			
			A	B	C	D
			Número de curva (cn)			
	Cur/Niv y Terrazas	Buena	51	67	76	80
Pastos de Pastoreo	Curvas de Nivel	Mala	68	79	86	89
		Regular	49	69	79	84
		Buena	39	61	74	80
		Mala	47	87	81	88
		Regular	25	59	75	83
	Curvas de Nivel	Buena	6	35	70	79
Pastos de Corte		Buena	30	58	71	78
Bosque		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
Solares		-----	59	74	82	86
Vías destapadas 2/		-----	72	82	87	89
Pavimentos		-----	74	84	90	92

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

1/ Siembra tupida o al volé

2/ Incluyendo derecho de vía,

La condición hidrológica que hace referencia al grado de infiltración corresponde a la siguiente interpretación:

Buena	Para alta capacidad de infiltración, bajo potencial de escorrentía,
Regular	Para regular capacidad de infiltración, regular potencial de escorrentía,
Mala	Para baja capacidad de infiltración, alto potencial de escorrentía.

Para la condición hidrológica se hace referencia al grado de cobertura vegetal y puede establecerse de la siguiente manera:

Buena	Para cobertura de más del 75% del área
Regular	Con cobertura entre 50% y 75%
Mala	Cobertura menor del 50%

Al determinar el valor CN, se debe considerar la pendiente media de la cuenca, diferenciando entre alta, media o baja. Después de haber determinado el valor "CN" para la condición II, se



puede definir el correspondiente “CN” para la condición I o para la condición III, de acuerdo con las correlaciones la **Tabla 9-13**.

Tabla 9-13. Valores de CN para diferentes condiciones de humedad antecedente

CN para condiciones			CN para condiciones continuación		
II	I	III	II	I	III
100	100	100	74	55	88
99	97	100	73	54	87
98	94	99	72	53	86
97	91	99	71	52	86
96	89	99	70	51	85
95	87	98	69	50	84
94	85	98	68	48	84
93	83	98	67	47	83
92	81	97	66	46	82
91	80	97	65	45	82
90	78	96	64	44	81
89	76	96	63	43	80
88	75	95	62	42	79
87	73	95	61	41	78
86	72	94	60	40	78
85	70	94	59	39	77
84	68	93	58	38	76
83	67	93	57	37	75
82	66	92	56	36	75
81	64	92	55	35	74
80	63	91	54	34	73
79	72	91	53	33	72
78	60	90	52	32	71
77	59	89	51	31	70
76	58	89	50	31	70
75	57	88	49	30	69

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

9. Con los datos anteriores se selecciona el número de curva CN que representa el complejo hidrológico suelo-cubierta vegetal de la cuenca, de acuerdo con el procedimiento mostrado. El valor de curva número CN para la condición de humedad antecedente II se determinó en función del tipo de suelo, cobertura vegetal y relieve. Estas características fueron determinadas mediante el análisis de la información mostrada anteriormente, apoyada con visitas de campo efectuadas con este propósito y que se muestran en la **Tabla 9-14** y en la **Figura 9-6**. Donde finalmente se obtiene que el Valor del CN estimado es de 79 (ver **Figura 9-7**).



Tabla 9-14. Valores de los diferentes CN para la cuenca

USO DEL SUELO	TEMATICA	SUELO HIDROL	CN II	AREA (Ha)
Cultivos permanentes herbáceos	MPIf	B	78	16.34
Cultivos permanentes herbáceos	MVXb	C	85	3.49
Mosaico de pastos con espacios naturales	MPIf	B	58	7.99
Mosaico de pastos con espacios naturales	MVXb	C	72	4.43
Pastos arbolados	MVXb	C	72	9.62
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	MPIf	B	84	0.21
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	MVXb	C	90	2.89
Tejido urbano continuo	MPIf	B	74	1.93
Tejido urbano continuo	MVXb	C	82	8.42
Tejido urbano discontinuo	MPIf	B	72	7.75
Tejido urbano discontinuo	MVXb	C	80	7.75
Vegetación secundaria o en transición	MPIf	B	59	5.87
Vegetación secundaria o en transición	MVXb	C	75	4.41
Zonas verdes urbanas	MVXb	C	70	0.03

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corporavivo Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

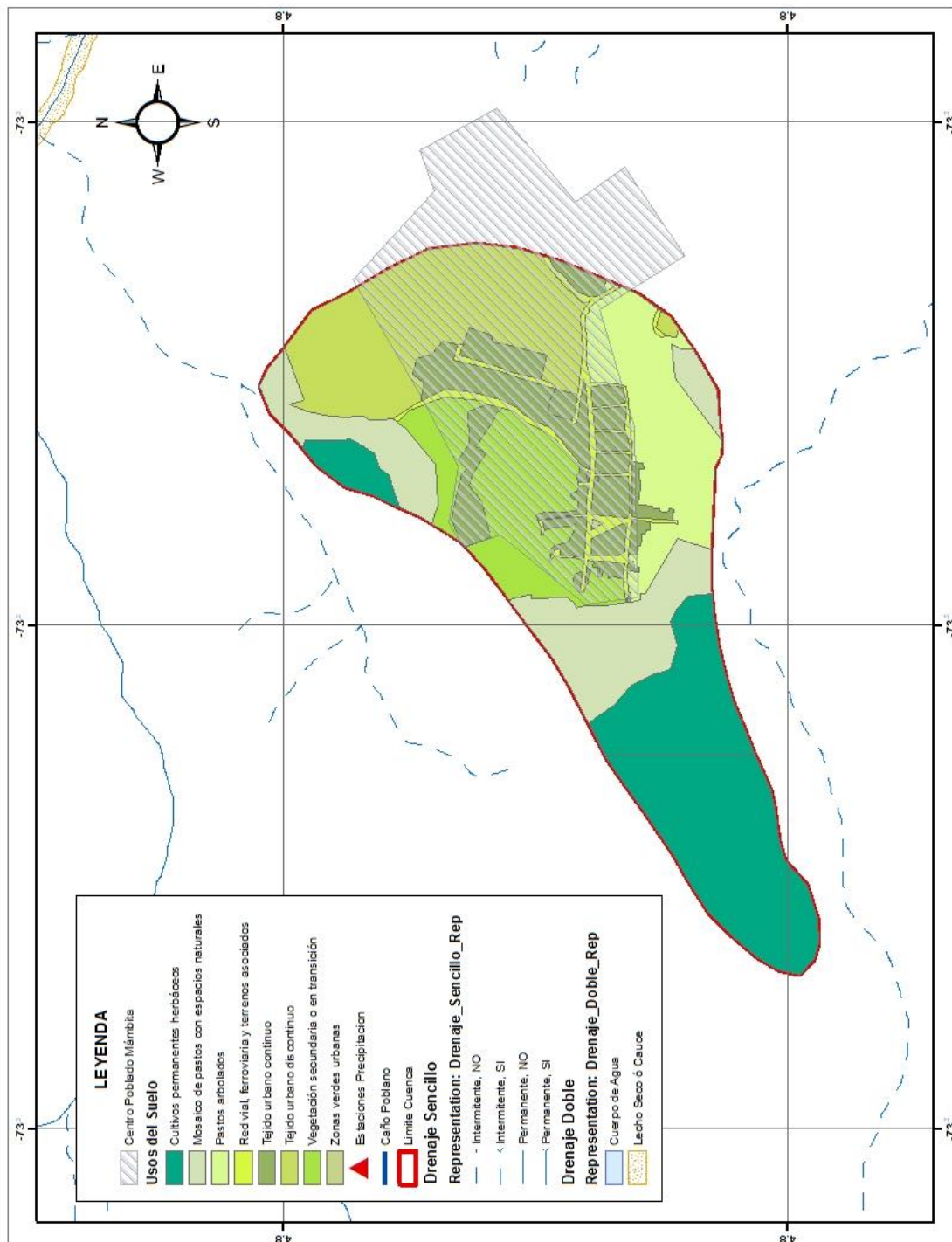


Figura 9-6. Uso y Cobertura del suelo
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

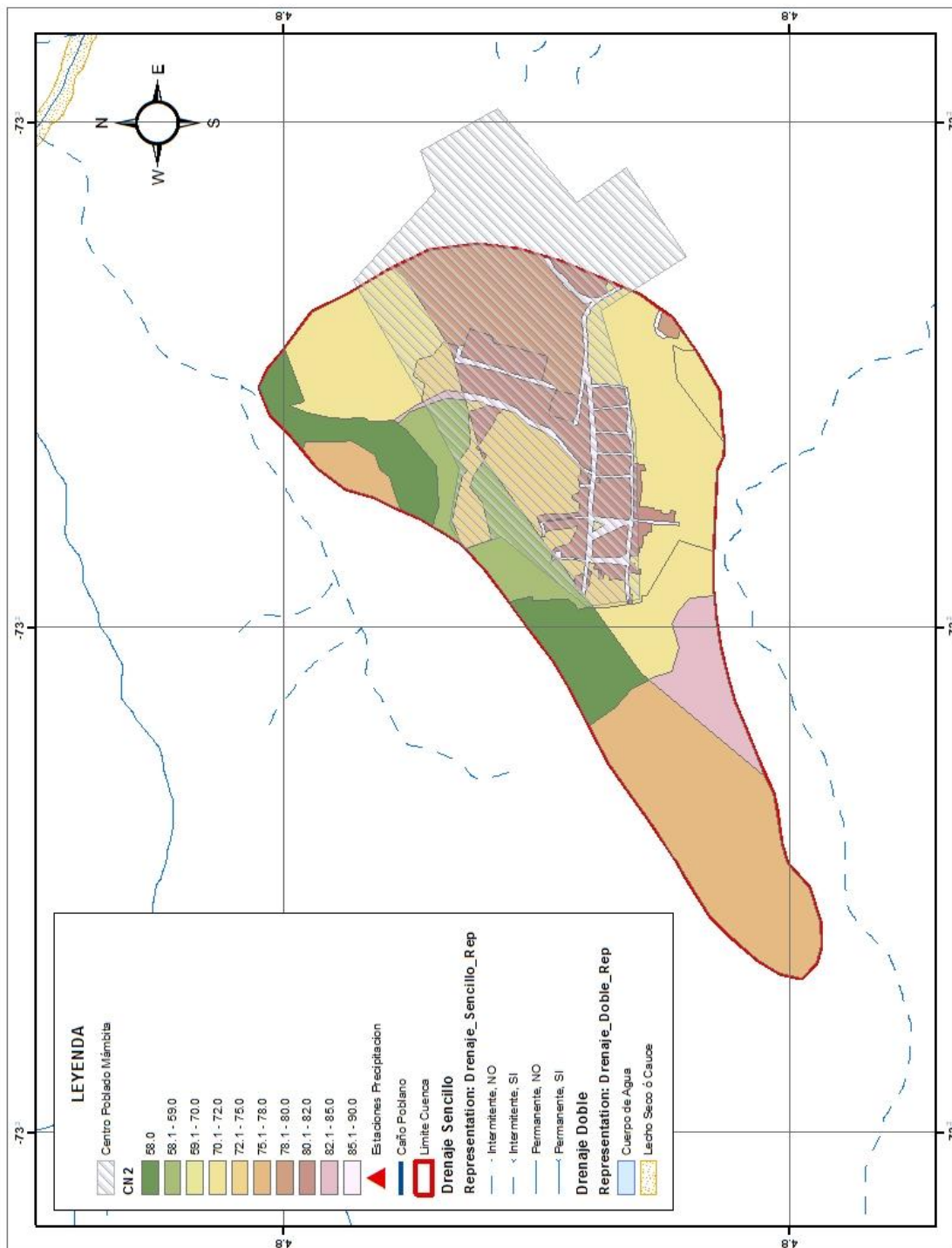


Figura 9-7. Número de Curva CN II
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Se estima la lluvia efectiva, es decir, el escurrimiento directo con las siguientes fórmulas, usando el valor “CN” seleccionado anteriormente, que representa el complejo hidrológico suelo-cubierta vegetal para la condición más apropiada.

$$Q = \frac{(P - 5,08S)^2}{P + 20,32S}$$

$$S = \frac{1.000}{CN} - 10,0$$

Q - Lluvia efectiva o escurrimiento acumulado, en mm,

P - Precipitación total del evento, en mm,

S - Infiltración potencial, en mm,

10. Para efectuar este cálculo por intervalos, se analizan los incrementos de tiempo “D” (en horas) y los incrementos de la lluvia frente a cada incremento de tiempo, en mm; se determinan los valores acumulados de la lluvia, en mm; se indican los valores acumulados de la lluvia efectiva (escurrimiento) en mm, los cuales se calculan con la fórmula:

$$Q = \frac{(P - 5,08S)^2}{P + 20,32S}$$

El valor “S” se determina con la siguiente relación, utilizando el valor “CN” previamente determinado.

$$S = \frac{1.000}{CN} - 10,0$$

Se consignan los incrementos de la lluvia efectiva (escurrimiento) en mm, para cada intervalo de tiempo y se tabulan los incrementos de las pérdidas en mm. El detalle de los cálculos realizados con el programa HEC-HMS se muestra en el **Anexo 2. Hidrología**.

11. Se calcula la longitud del cauce principal (cauce más largo) desde su nacimiento hasta el extremo inferior de cada microcuenca, la pendiente longitudinal media y el desnivel de la corriente entre su nacimiento y el punto de interés. En el siguiente cuadro se muestran las características morfométricas de las cuencas.

12. Se determina el tiempo de concentración para la cuenca utilizando la pendiente longitudinal y los desniveles correspondientes. Se aplican los siguientes métodos:

La fórmula de Kirpich:

$$t_c = 4 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77} \quad (\text{Minutos})$$

La fórmula de California:

$$t_c = 60 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

La formula del U,S, Corps of Engineers:

$$t_c = 7,56 \left(\frac{L^{0,76}}{S^{0,19}} \right)$$

La fórmula de Chow:

$$t_c = 7,38 \left(\frac{L^{0,64}}{S^{0,32}} \right)$$

t_c – tiempo de concentración, en minutos

L – longitud del cauce principal, en km

H – Caída del río desde su nacimiento hasta el sitio inferior de la cuenca, en m

S – pendiente longitudinal del cauce, en m/m.

En el **Tabla 9-15** se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 9-15 Cálculo del tiempo de concentración

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	Tc (horas)	Tc (min)
Ecuación de Kirpich (1990)	0.31	18.87
Ecuación de Témez	0.33	19.59
Ecuación de Williams	0.69	41.46
Ecuación de Johnstone y Cross	1.27	76.25
Ecuación de Giandotti	0.85	51.22
Ecuación de SCS – Ranser	0.32	19.33
Ecuación de Ventura - Heras	0.33	19.57
Ecuación de Bransby-Williams	0.73	43.77
Ecuación de Clark	0.54	32.64
Ecuación de Valencia y Zuluaga	1.00	59.98
Ecuación de California Culvert Practice	0.31	18.88
Ecuación de Pilgrim y McDermott	0.70	42.11

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

13. Se calculan los hidrogramas triangulares para cada incremento de escurrimiento en horas,

Para el intervalo de tiempo “D” seleccionado, se calcula el tiempo al pico, t_p , el tiempo base, t_b y el caudal máximo, q_p para 1 mm de escurrimiento, es decir, de lluvia efectiva. Para el ejemplo de la cuenca se obtienen los valores mostrados a continuación:

Se utilizan las siguientes ecuaciones:

El tiempo al pico:
$$t_p = \frac{D}{2} + 0,6 \cdot t_c \text{ horas}$$

El tiempo base del hidrograma unitario:
$$t_b = 2,67 \cdot t_p \text{ horas}$$

El tiempo de retraso:
$$t_r = 0,6 \cdot t_c \text{ horas}$$

El caudal pico del hidrograma para un milímetro de lluvia efectiva es:

$$q_p = \frac{0,2083 \cdot A}{t_p} \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$$

t_c – tiempo de concentración, horas

D – duración de cada intervalo de la lluvia, horas

q_p – caudal pico del hidrograma triangular, en $\text{m}^3/\text{s}/\text{mm}$

A – área de la cuenca aferente, en km^2

14. Se determinan los caudales pico o máximos de los hidrogramas triangulares para cada incremento de escurrimiento. Estos máximos se obtienen multiplicando el caudal máximo de 1 mm de escurrimiento (calculado en el paso anterior) por el incremento de lluvia efectiva (escurrimiento). Se parte de los incrementos de tiempo “D”, (en horas) definidos anteriormente y de los incrementos de la lluvia efectiva (escurrimiento) en mm. Se consideran los valores de los caudales máximos (caudales pico) de cada uno de los hidrogramas unitarios en $\text{m}^3/\text{s}/\text{mm}$, es decir, caudales producidos por 1 mm de lluvia efectiva, determinados de manera idéntica para cada intervalo de tiempo con la ecuación:

$$q_p = \frac{0,2083 \cdot A}{t_p}$$

q_p – caudal pico del hidrograma triangular, en $\text{m}^3/\text{s}/\text{mm}$

A – área de la cuenca aferente, en km^2

t_p – tiempo al pico del hidrograma unitario triangular, en horas

Se tabulan los caudales pico producidos por cada incremento de lluvia efectiva en m^3/s multiplicando los incrementos de la lluvia efectiva por sus caudales. Se indica la hora en la cual se inicia cada uno de los hidrogramas incrementales, en horas. Se inicia con la hora cero

y, posteriormente, se va sumando el incremento de tiempo “D”. También se anota la hora en la cual se presenta el caudal pico de cada uno de los hidrogramas incrementales, lo cual se hace sumando a la hora inicial el tiempo al pico en horas. Se registra la hora en la cual termina cada uno de los hidrogramas incrementales, para lo cual se suma a los tiempos iniciales el tiempo base en horas. En el **Anexo 2. Hidrología** se muestran los cálculos de los hidrogramas utilizando el programa HEC-HMS.

15. Se construye el hidrograma final de la creciente resultante de la cuenca, con el siguiente procedimiento:

Se dibujan los hidrogramas triangulares de los incrementos. El programa HEC-HMS efectúa esta operación.

Se suman las ordenadas de los hidrogramas triangulares en varias verticales para obtener diferentes puntos que unidos originan el hidrograma final. En muchos casos, sólo es necesario sumar las ordenadas en las horas que representan el principio, el máximo y el final de cada hidrograma de los incrementos.

Los resultados obtenidos se muestran en el apartado “Hidrogramas obtenidos de las crecientes analizadas” del presente Informe.

9.8 HIDROGRAMAS OBTENIDOS DE LAS CRECIENTES ANALIZADAS

Siguiendo el procedimiento mostrado en el anterior capítulo se utilizó el programa HEC-HMS para realizar los cálculos completos.

A continuación, se muestran los hidrogramas obtenidos al aplicar la metodología anteriormente expuesta con los parámetros indicados. Se incluyen los hidrogramas con períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años en el cuerpo de agua de interés a la altura del centro poblado de Mámbita en el municipio de Ubalá.

Los siguientes son los valores de las crecientes obtenidas en el Caño Poblano (ver **Tabla 9-16**, **Figura 9-8** a **Figura 9-12**):

Tabla 9-16. Crecientes obtenidas en el Caño Poblano

Período de retorno (años)	Creciente (m ³ /s)
5	2.5
10	3.1
25	3.8
50	4.7
100	5.4

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

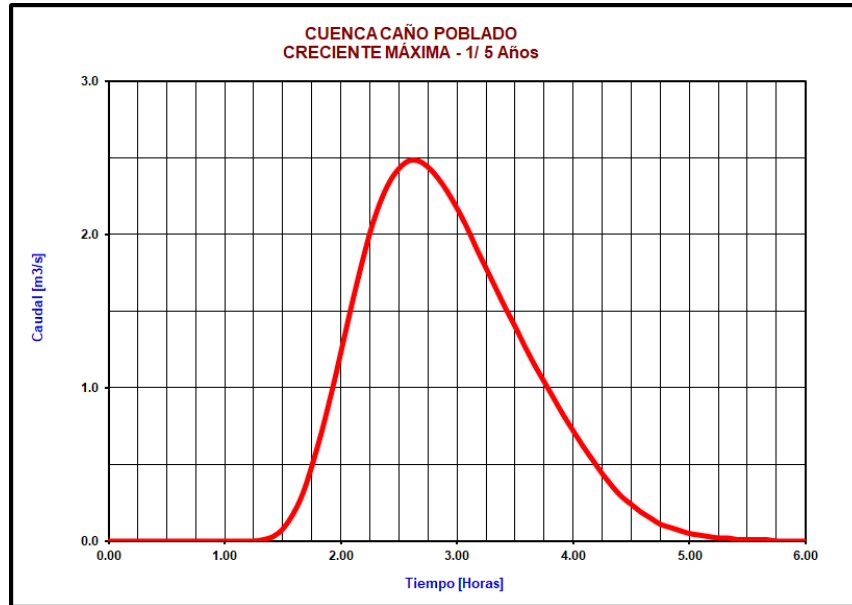


Figura 9-8. Hidrograma de la creciete con un período de retorno de 5 años en el Caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

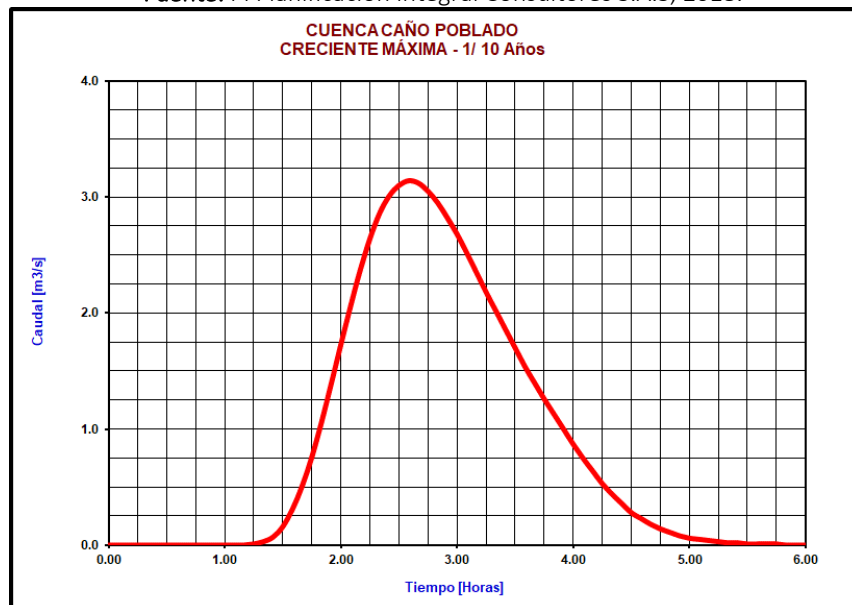


Figura 9-9. Hidrograma de la creciete con un período de retorno de 10 años en el Caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

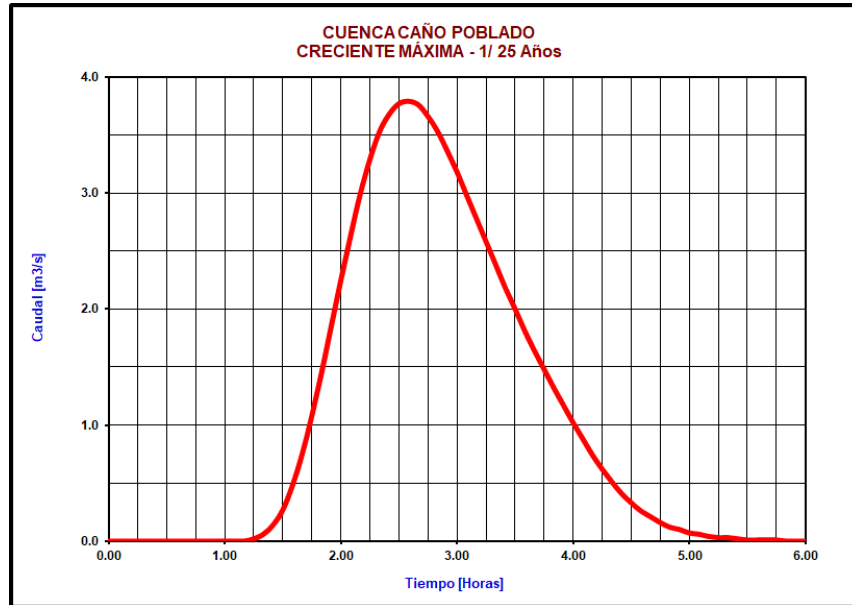


Figura 9-10. Hidrograma de la creciete con un período de retorno de 25 años en el Caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

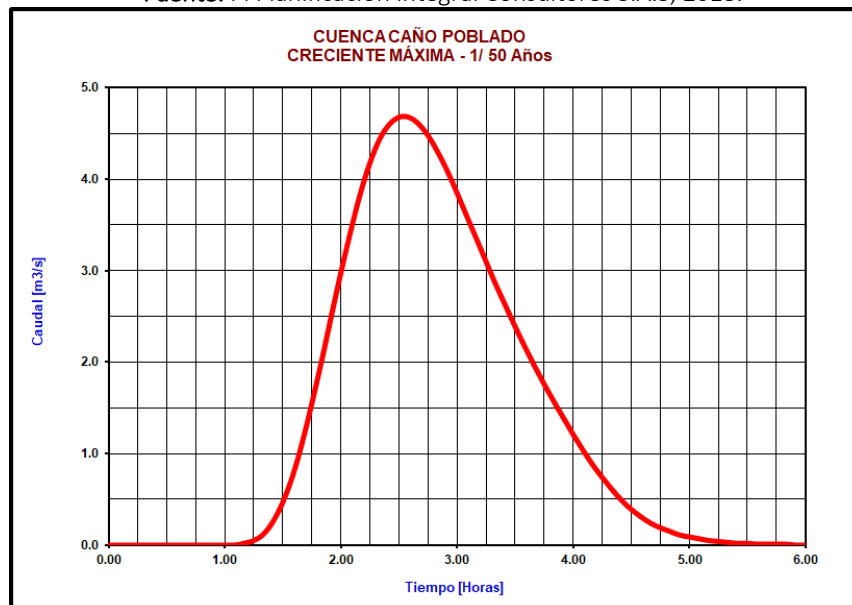


Figura 9-11. Hidrograma de la creciete con un período de retorno de 50 años en el Caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

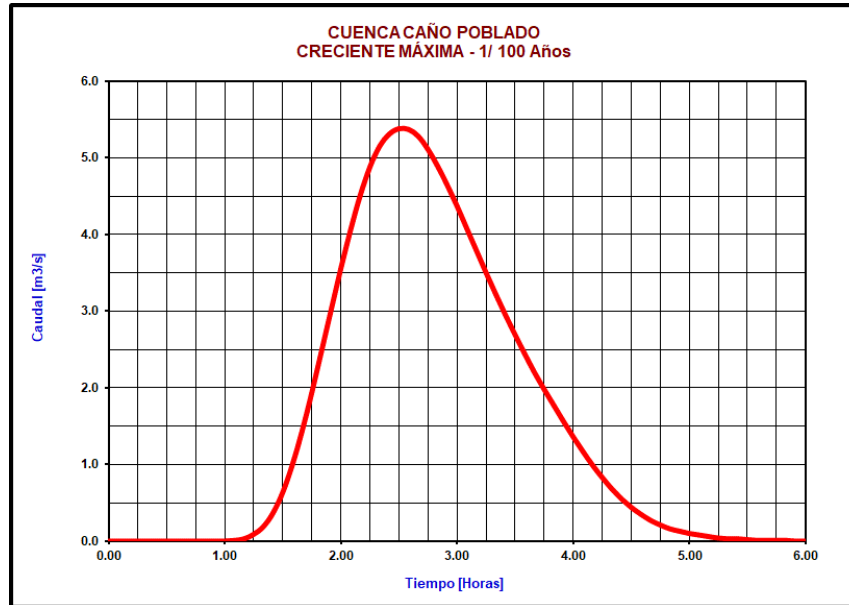


Figura 9-12. Hidrograma de la creciente con un período de retorno de 100 años en el Caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

9.9 ANALISIS HIDRÁULICO

Los modelos hidrodinámicos se clasifican como modelaciones matemáticas, los cuales constituye un método cognoscitivo en el que el objeto de estudio o cognitivo (río, humedales, quebradas, entre otros) es reemplazado con otro, llamado modelo (imagen matemática) que cumple con relación al primero unas condiciones de analogía y semejanza, es decir que hay una equivalencia entre los resultados del modelo y el tramo del objeto de estudio (Domínguez, 2011), lo anterior se implementa mediante un algoritmo lógico – numérico, ejecutado por un ordenador, permitiendo así estudiar la cualidades del proceso original (Domínguez, 2011; Pena, 2011).

Partiendo de lo anterior, los modelos hidrodinámicos guardan esa analogía y semejanza con los cuerpos de agua superficial tanto loticos como lenticos y que permiten estimar la delimitación de la amenaza de inundación en áreas adyacentes a los mismos y susceptibles a este fenómeno, relacionando los caudales circundantes (producto del modelo hidrológico establecido) al eje ecológico principal y planicies de inundación, que asocian a su vez un campo de alturas de lámina de agua y un campo de velocidades. (Ashley et al., 2005). Dichos modelos cuando se usan para la gestión del riesgo de inundación y en general el entendimiento hidrodinámico del tramo de simulación, se establece una serie de aproximaciones sucesivas mediante la modificación del dominio computacional (diferentes áreas de inundación), variaciones en el refinamiento de malla y geometría, relacionando lo anterior a diferentes periodos de retorno y planteamiento de escenarios futuros, asociados

con cambios en las variables ambientales y geométricas del medio. (vente Chow, 1994; Ashley et al., 2005; Middelkoop et al., 2004; Gonzalo, 2011; Pena, 2011).

Dichos modelos matemáticos pueden clasificarse en primera instancia según tres criterios, (Domínguez, 2011), como se menciona a continuación:

El primer criterio se base en la capacidad del modelo en tener presente la incertidumbre del proceso, diferenciándolos en modelos determinista, el cual sus valores de entrada y parámetros definirán un conjunto finito de valores de salida, asumiendo un control del proceso de análisis y su aplicación al problema directo. Caso contrario son los modelos estocásticos, que a cierto conjunto de datos de entrada le corresponden diferentes conjuntos de salida con una probabilidad de ocurrencia, por lo que la variable de estado es de carácter aleatorio.

El segundo criterio se centra en la capacidad del modelo en determinar las variaciones temporales (evolución) del proceso de análisis, de ser así estaríamos hablando de un modelo dinámico o no estacionario, en los que el tiempo es una variable independiente. Si el modelo carece de esa propiedad hablamos de un modelo estático o estacionario.

El tercer criterio analiza el número de dimensiones en las que se soluciona la variable de estado y los parámetros del modelo. Si la estructura del modelo matemático solo tiene presente los cambios en una dimensión, como es el caso del tiempo, estaremos hablando de modelos aglutinados, mientras que, si las soluciones tienen en cuenta dos o más dimensiones, estableciendo los cambios de las variables en el tiempo en una coordenada o dos, definiendo esto como modelos distribuidos.

Centrando el interés a modelaciones de la propagación de avenidas en ríos la estructura del modelo se centra en resolver las ecuaciones del flujo variable en lámina libre o ecuaciones de Saint Venant, las cuales se deducen las ecuaciones de las leyes físicas de conservación de un fluido (Bladé, 2009). Dichos modelos parten de la simplificación del problema y eso repercute en las ecuaciones de gobierno que tienen una precisión adecuada y minimizan el costo computacional, ya que dichas ecuaciones parten de las establecidas por Navier – Stokes, las cuales describen el movimiento instantáneo y las variables medias del teorema de Reynolds y su discretización es tridimensional a lo largo del dominio de estudio. Las simplificaciones se centran primordialmente en integrar la profundidad de las ecuaciones Reynolds, eliminado la dimensión vertical, obteniendo las ecuaciones en dos dimensiones (2D); el siguiente paso es llevarlas a una dimensión (1D), siendo ecuaciones más simples que pueden representar el movimiento de la onda en no permanente.

Los modelos desarrollados por lo general tienen una relación en la permanencia de los caudales modelados en función del tiempo (permanente y no permanente), dado la discretización del esquema numérico que utilicen, dando una versatilidad de los mismos en el segundo criterio de selección descrito, ya que los análisis pueden simplificar el problema

(permanente) o aproximando al mismo, al momento de una modelación de crecientes, ya que las corrientes con una pendiente y velocidad alta, como es el caso de las corrientes lóxicas o de montaña, pueden conservar la consistencia en pequeños intervalos de tiempo, (Pena, 2011; Bladé, 2009).

Paralelamente, el tercer criterio de selección es el que mayor incidencia tiene a la hora de diferenciar este tipo de modelos, en donde el objetivo final es la resolución conjunta de las ecuaciones de gobierno en 1D o 2D, encontrando el balance entre la lógica del problema a describir, su precisión y costo, para tal fin para el Caño Poblano se desarrollaron dos modelos hidráulicos, uno unidimensional y otro bidimensional con el propósito de determinar el mejor desempeño de cada uno para realizar el componente hidrológico como insumo de la ronda hídrica.

9.9.1 Modelo hidráulico Unidimensional

El objetivo principal de la modelación es la definición de las condiciones de las crecientes en el cauce principal y la identificación de las zonas inundables para el acotamiento de ronda que se presentan en los tramos de estudio.

La determinación de los niveles de la superficie del agua se efectúa mediante la modelación hidráulica del caño Poblano, la cual consiste en la definición del perfil de la superficie del agua a lo largo del caño para las crecientes y el análisis de las velocidades de la corriente, de la pendiente de la línea de energía y del estado del flujo.

A partir del valor de la creciente se define el perfil de la lámina de agua a lo largo de la corriente, en el tramo de estudio. Los datos de este perfil representan los niveles máximos del agua, el área hidráulica, el ancho superior de la lámina y la velocidad del flujo. Estos datos, junto con los demás parámetros de la evaluación, permitirán conceptuar sobre las posibilidades de inundación de la zona descrita anteriormente.

En el presente numeral se presentan los estudios hidráulicos realizados y los resultados obtenidos. Como se dijo, se analizan crecientes con diferentes períodos de retorno: de 5 y 100 años para el modelo unidimensional. Con estos datos se corrió el programa HEC-RAS y se obtuvo los parámetros hidráulicos mencionados. Con este programa los perfiles del agua se determinan de una sección a otra, resolviendo la ecuación de energía mediante el procedimiento estándar por pasos.

La ecuación de energía utilizada es la siguiente:

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

WS_1, WS_2 - son los niveles del agua en las secciones transversales 1 y 2.

- V_1, V_2 - son las velocidades medias del flujo en las secciones 1 y 2.
 α_1, α_2 - son los coeficientes de corrección a la velocidad
 g - es la aceleración de la fuerza de gravedad
 h_e - son las pérdidas de energía.

Las pérdidas de energía entre dos secciones se componen de pérdidas por fricción y pérdidas por contracción o expansión. Este valor se determina de la siguiente manera:

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

- L - es la longitud entre secciones
 \bar{S}_f - es la pendiente de fricción (motriz) entre dos secciones
 C - es el coeficiente de pérdidas por expansión o contracción.

Para cada sección, se aplica la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

- Q - es el caudal de diseño
 A - es el área de la sección transversal
 S - es la pendiente longitudinal del cauce
 n - es el coeficiente de rugosidad de Manning

Con el fin de representar lo mejor posible la resistencia hidráulica del caño se adelantó un trabajo de campo consistente en analizar la granulometría del material del lecho, los posibles obstáculos en el propio cauce, las condiciones de las laderas, la presencia de vegetación y todos los demás parámetros que influyen en este parámetro, el cual se expresa mediante el coeficiente de rugosidad de Manning.

El coeficiente de resistencia se determinó con la siguiente expresión, similar a la de Cowan:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6)m_1 \cdot m_2$$

- n_0 - Valor de n para un río recto y prismático que considera sólo la textura del lecho
 n_1 - Valor de n por efectos del relieve del lecho creado por las microformas
 n_2 - Valor de n debido al tamaño y a la forma de la sección transversal
 n_3 - Valor de n debido a las irregularidades de la sección transversal
 n_4 - Valor de n debido a las variaciones de tamaño y forma de la sección
 n_5 - Valor de n asociado a las obstrucciones al flujo
 n_6 - Valor de n por vegetación
 m_1 - Factor correctivo relacionado con el transporte de sedimentos

m_2 - Factor correctivo por la presencia de curvas o meandros en planta

En este sector se aplicaron los siguientes valores de la resistencia hidráulica para el cauce principal:

$n_0 = 0,016$ Materiales finos

$n_1 = 0,002$ Con algunas microformas

$n_2 = 0,003$ Forma trapezoidal relativamente uniforme

$n_3 = 0,002$ Sección regular

$n_4 = 0,002$ Variaciones leves en la forma de la sección

$n_5 = 0,002$ Obstrucciones ocasionales

$n_6 = 0,006$ Presencia de vegetación

$m_1 = 1,02$ Influencia moderada de los sedimentos en suspensión

$m_2 = 1,10$ Influencia moderada de curvas

Resistencia hidráulica total en el cauce principal (n)

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6) m_1 \cdot m_2$$
$$n = (0,016 + 0,002 + 0,003 + 0,002 + 0,002 + 0,002 + 0,006) 1,02 \cdot 1,10 = 0,035$$

$n = 0,035$ en el cauce principal

Resistencia hidráulica total en la llanura de inundación (n)

Debido a que en la llanura de inundación existe una vegetación relativamente densa, se eleva el valor del coeficiente de resistencia hidráulica, de la siguiente manera:

En este mismo sector se aplicaron los siguientes valores de la resistencia hidráulica para la llanura de inundación:

$n_0 = 0,016$ Materiales finos

$n_1 = 0,002$ Con algunas microformas

$n_2 = 0,006$ Forma trapezoidal poco uniforme

$n_3 = 0,007$ Sección irregular

$n_4 = 0,005$ Variaciones en la forma de la sección

$n_5 = 0,008$ Obstrucciones moderadas

$n_6 = 0,02$ Presencia frecuente de vegetación

$m_1 = 1,02$ Influencia moderada de los sedimentos en suspensión



$m_2 = 1,10$ Influencia moderada de curvas

Resistencia hidráulica total en la llanura de inundación (n)

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6) m_1 \cdot m_2$$

$$n = (0,016 + 0,002 + 0,006 + 0,007 + 0,005 + 0,008 + 0,02) 1,02 \cdot 1,10 = 0,045$$

$n = 0,045$ en la llanura de inundación

A continuación, en la **Figura 9-13**, **Figura 9-14** y **Figura 9-15**, se presenta la geometría del modelo en planta, tridimensional y el perfil longitudinal de flujo para un período de retorno de 100 años, así mismo en la **Tabla 9-17** a **Tabla 9-21** se presentan las características hidráulicas, en particular la profundidad del flujo para un creciente con un período de retorno. En los ítems del **Anexo 2. Hidrología**, se muestran los resultados de los cálculos hidráulicos realizados con el programa HEC-RAS.

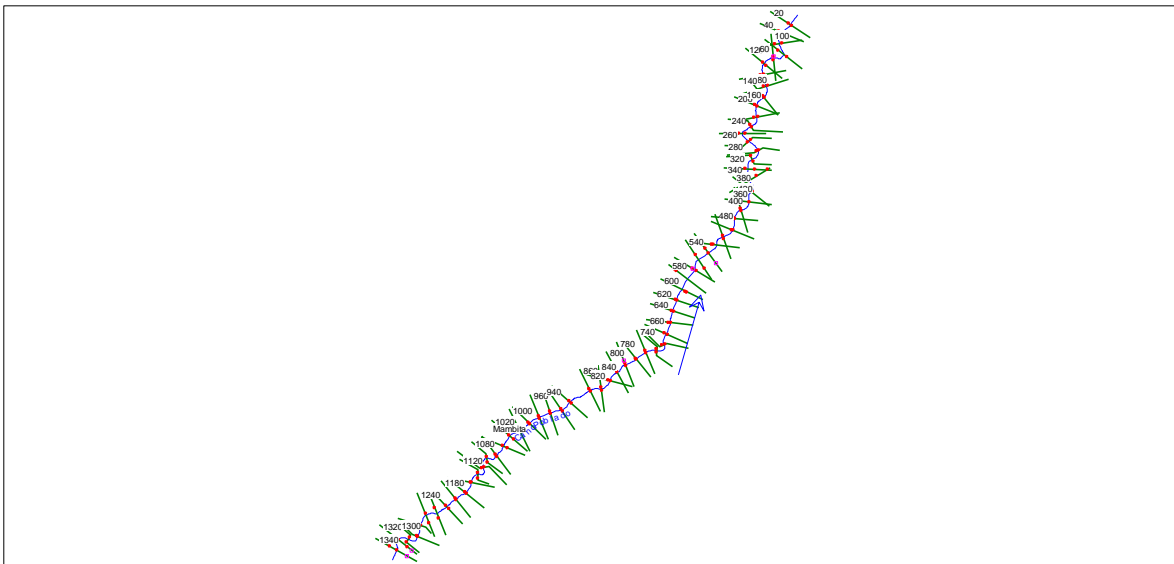


Figura 9-13. Vista en planta modelo hidrológico Caño Poblano.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.

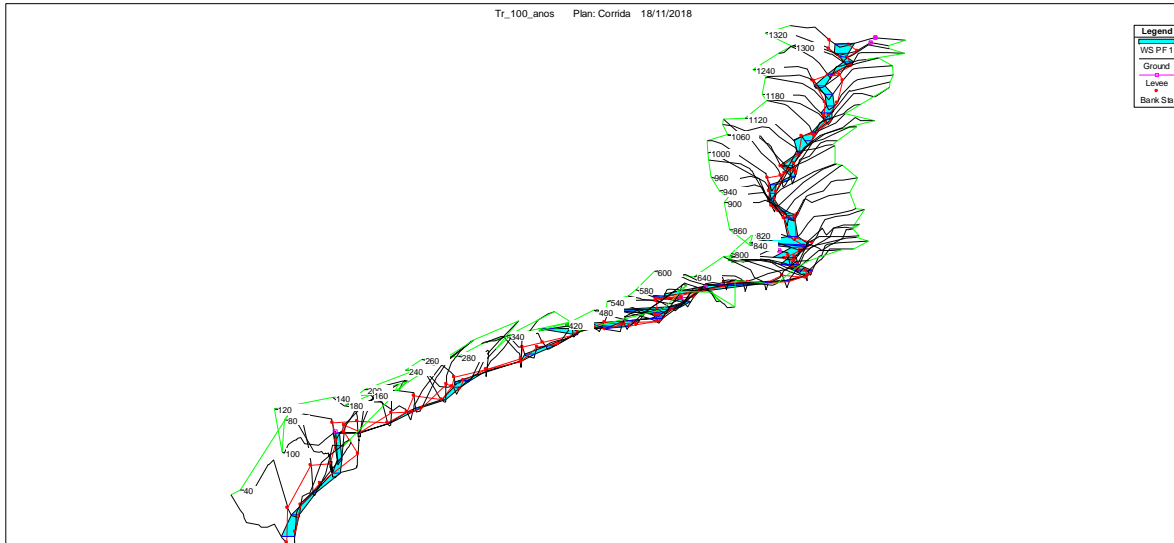


Figura 9-14. Modelo tridimensional Caño Poblano.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

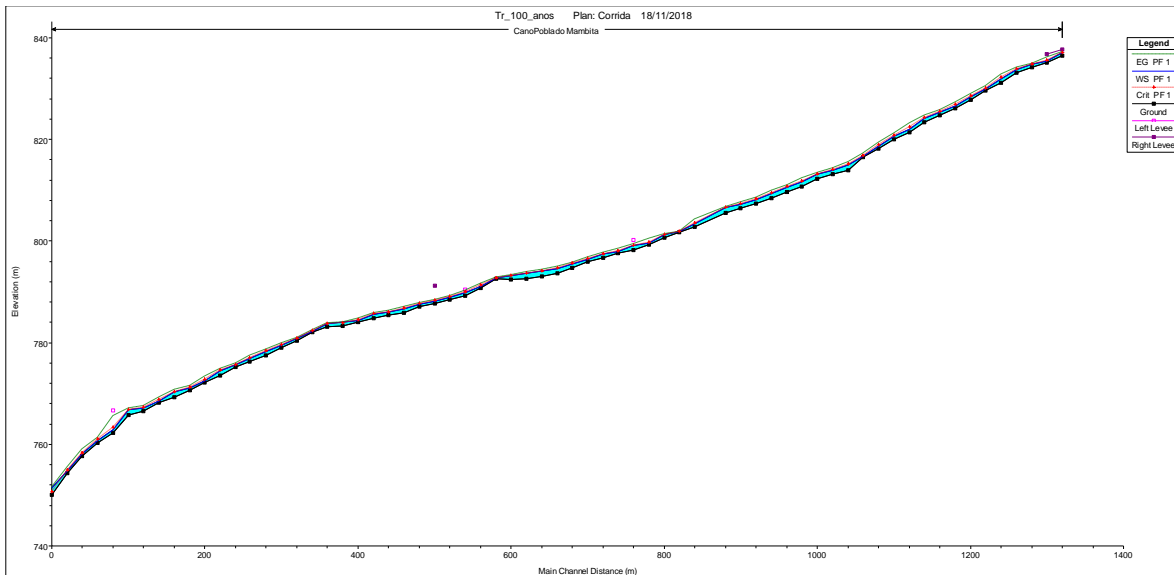


Figura 9-15. Perfil longitudinal de flujo Caño Poblano.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Tabla 9-17. Características geométricas e hidráulicas de Caño Poblano en el momento para una creciente con un período de retorno de 5 años

PROYECTO CAÑO POBLANO										
CÁLCULO HIDRÁULICO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS										
RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS										
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones			Características Hidráulicas					
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Pendiente Longitudinal del fondo	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Área Hidráulica de la Sección	Ancho Superficial (T)	Número de Froude
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m/m	m	m/s	m²	m	-
1340	2.5	836.57	836.94	837.03	0.072	0.37	1.36	1.83	9.92	1.02
1320	2.5	835.13	835.38	835.84	0.049	0.25	2.99	0.84	6.63	2.69
1300	2.5	834.15	834.61	834.73	0.0495	0.46	1.53	1.64	7.13	1.02
1280	2.5	833.16	833.61	833.97	0.097	0.45	2.19	1.14	5.02	1.79
1260	2.5	831.22	831.75	832.35	0.0785	0.53	3.36	0.74	3.29	2.31
1240	2.5	829.65	829.91	830.18	0.0925	0.26	2.28	1.1	6.05	1.71
1220	2.5	827.8	828.3	828.65	0.087	0.5	2.62	0.95	3.68	1.64
1200	2.5	826.06	826.5	826.95	0.0675	0.44	2.96	0.85	3.7	1.97
1180	2.5	824.71	825.15	825.49	0.0655	0.44	2.29	1.09	4.87	1.73
1160	2.5	823.4	823.94	824.32	0.101	0.54	2.69	0.93	3.67	1.74
1140	2.5	821.38	821.87	822.62	0.0715	0.49	3.62	0.69	2.51	2.32
1120	2.5	819.97	820.44	820.78	0.0868	0.47	2.59	0.96	3.84	1.65
1100	2.5	818.21	818.58	819.06	0.0865	0.37	2.83	0.88	4.71	2.28
1080	2.5	816.48	816.68	816.92	0.1285	0.2	2.17	1.15	8.41	1.89
1060	2.5	813.91	814.69	815.17	0.038	0.78	3.08	0.81	2.04	1.56
1040	2.5	813.15	813.79	814.06	0.0445	0.64	2.3	1.09	3.16	1.25
1020	2.5	812.26	812.88	813.19	0.075	0.62	2.45	1.02	3.04	1.35
1000	2.5	810.76	811.41	811.91	0.058	0.65	3.14	0.8	2.54	1.79
980	2.5	809.6	810.29	810.61	0.056	0.69	2.5	1	2.89	1.36
960	2.5	808.48	809.12	809.49	0.0515	0.64	2.69	0.93	3.43	1.65
940	2.5	807.45	807.99	808.29	0.0485	0.54	2.39	1.05	3.84	1.47
920	2.5	806.48	807.02	807.29	0.045	0.54	2.28	1.09	4.04	1.4
900	2.5	805.58	806.39	806.56	0.069	0.81	1.86	1.35	5.14	1.16
860	2.5	802.82	803.25	803.8	0.055	0.43	3.2	0.78	4.58	2.55
840	2.5	801.72	801.81	801.86	0.0495	0.27	1.04	2.41	21.08	0.98
820	2.5	800.73	801.16	801.28	0.073	0.43	1.34	1.87	8.65	1.06
800	2.5	799.27	799.46	800.17	0.0535	0.19	3.74	0.67	5.45	3.41
780	2.5	798.2	798.91	799.11	0.0325	0.71	1.93	1.3	3.51	1.02
760	2.5	797.55	797.87	798.19	0.039	0.32	2.06	1.21	9.03	2.2
740	2.5	796.77	797.3	797.46	0.0459	0.57	1.72	1.46	5.16	1.06
720	2.5	795.87	796.36	796.59	0.055	0.49	1.86	1.34	7.96	1.66
700	2.5	794.76	795.31	795.55	0.0549	0.55	2.2	1.13	3.99	1.32
680	2.5	793.65	794.37	794.67	0.032	0.72	2.42	1.03	2.86	1.28
660	2.5	793.01	793.89	794.05	0.0215	0.88	1.73	1.44	3.26	0.83
640	2.5	792.58	793.41	793.63	0.0035	0.83	2.04	1.22	2.93	1.01
620	2.5	792.51	793.11	793.14	-0.001	0.6	0.71	3.53	16.96	0.56
600	2.5	792.53	792.76	792.8	0.089	0.23	0.67	3.72	38.66	0.88



REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PROYECTO CAÑO POBLANO										
CÁLCULO HIDRÁULICO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS										
RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS										
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones			Características Hidráulicas					
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Pendiente Longitudinal del fondo	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Área Hidráulica de la Sección	Ancho Superficial (T)	Número de Froude
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m / m	m	m / s	m²	m	-
580	2.5	790.75	790.97	791.56	0.079	0.22	3.25	0.77	5.32	2.87
560	2.5	789.17	789.75	789.97	0.0385	0.58	2.11	1.19	3.99	1.23
540	2.5	788.4	788.83	789.06	0.038	0.43	2.11	1.18	5.5	1.45
520	2.5	787.64	788.1	788.23	0.0265	0.46	1.61	1.55	6.75	1.07
500	2.5	787.11	787.47	787.62	0.0595	0.36	1.35	1.85	10.58	1.31
480	2.5	785.92	786.42	786.73	0.028	0.5	2.49	1	3.82	1.55
460	2.5	785.36	785.9	786.04	0.029	0.54	1.45	1.73	7	1.08
440	2.5	784.78	785.44	785.62	0.037	0.66	1.44	1.74	7.74	1.26
420	2.5	784.04	784.31	784.56	0.0355	0.27	2.17	1.15	9.01	1.98
400	2.5	783.33	783.87	783.9	0.0075	0.54	0.68	3.66	13.58	0.42
380	2.5	783.18	783.63	783.7	0.0575	0.45	1.06	2.37	15.81	1.03
360	2.5	782.03	782.19	782.45	0.082	0.16	2.2	1.14	15.25	2.61
340	2.5	780.39	780.77	780.89	0.0695	0.38	1.56	1.6	8.64	1.16
320	2.5	779	779.34	779.68	0.078	0.34	2.56	0.98	5.55	1.95
300	2.5	777.44	778.07	778.36	0.0539	0.63	2.38	1.05	3.11	1.31
280	2.5	776.25	776.75	777.11	0.0603	0.5	2.67	0.94	3.77	1.71
260	2.5	775.17	775.51	775.73	0.084	0.34	1.88	1.33	9.87	1.81
240	2.5	773.49	774.18	774.5	0.069	0.69	2.53	0.99	3.05	1.42
220	2.5	772.11	772.38	772.85	0.075	0.27	3.02	0.83	4.45	2.24
200	2.5	770.61	770.98	771.24	0.0675	0.37	2.25	1.11	3.95	1.35
180	2.5	769.26	770	770.32	0.0535	0.74	2.5	1	2.54	1.27
160	2.5	768.19	768.4	768.87	0.0815	0.21	3.03	0.82	4.27	2.21
140	2.5	766.56	766.92	767.2	0.039	0.36	2.36	1.06	3.69	1.41
120	2.5	765.78	766.56	766.76	0.176	0.78	2	1.25	3.16	1.01
100	2.5	762.26	762.68	765.05	0.102	0.42	6.81	0.37	1.97	5.03
80	2.5	760.22	760.62	760.95	0.13	0.4	2.56	0.97	3.82	1.62
60	2.5	757.62	757.94	758.6	0.1615	0.32	3.61	0.69	3.93	2.75
40	2.5	754.39	754.68	755.08	0.2195	0.29	2.8	0.89	5.31	2.18
20	2.5	750	751.05	751.07		1.05	0.54	4.63	7.34	0.23

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Tabla 9-18. Características geométricas e hidráulicas de Caño Poblano en el momento para una creciente con un período de retorno de 10 años

PROYECTO CAÑO POBLANO										
CÁLCULO HIDRÁULICO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS										
RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS										
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones			Características Hidráulicas					
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Pendiente Longitudinal del fondo	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Área Hidráulica de la Sección	Ancho Superficial (T)	Número de Froude
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m / m	m	m / s	m²	m	-
1340	3.1	836.57	836.97	837.08	0.072	0.4	1.41	2.19	10.85	1.03
1320	3.1	835.13	835.4	835.93	0.049	0.27	3.22	0.96	7.12	2.8
1300	3.1	834.15	834.65	834.78	0.0495	0.5	1.59	1.95	7.77	1.02
1280	3.1	833.16	833.65	834.05	0.097	0.49	2.23	1.39	5.57	1.78
1260	3.1	831.22	831.78	832.47	0.0785	0.56	3.55	0.87	3.56	2.36
1240	3.1	829.65	829.94	830.25	0.0925	0.29	2.47	1.25	6.25	1.76
1220	3.1	827.8	828.35	828.73	0.087	0.55	2.73	1.13	4.01	1.64
1200	3.1	826.06	826.54	827.04	0.0675	0.48	3.14	0.99	4	2.01
1180	3.1	824.71	825.19	825.58	0.0655	0.48	2.39	1.3	5.3	1.77
1160	3.1	823.4	823.98	824.42	0.101	0.58	2.85	1.09	3.98	1.8
1140	3.1	821.38	821.92	822.77	0.0715	0.54	3.78	0.82	2.73	2.37
1120	3.1	819.97	820.47	820.88	0.0868	0.5	2.82	1.1	4.09	1.74
1100	3.1	818.21	818.61	819.15	0.0865	0.4	2.89	1.07	5.25	2.28
1080	3.1	816.48	816.69	817	0.1285	0.21	2.42	1.28	8.49	2.02
1060	3.1	813.91	814.77	815.27	0.038	0.86	3.14	0.99	2.25	1.51
1040	3.1	813.15	813.83	814.15	0.0445	0.68	2.52	1.23	3.35	1.33
1020	3.1	812.26	812.95	813.27	0.075	0.69	2.52	1.23	3.33	1.32
1000	3.1	810.76	811.46	812.03	0.058	0.7	3.35	0.93	2.72	1.83
980	3.1	809.6	810.34	810.71	0.056	0.74	2.68	1.16	3.11	1.41
960	3.1	808.48	809.16	809.59	0.0515	0.68	2.87	1.08	3.73	1.72
940	3.1	807.45	808.04	808.38	0.0485	0.59	2.54	1.22	4.15	1.52
920	3.1	806.48	807.06	807.37	0.045	0.58	2.45	1.27	4.35	1.46
900	3.1	805.58	806.46	806.62	0.069	0.88	1.73	1.79	6.24	1.04
860	3.1	802.82	803.26	804.06	0.055	0.44	3.86	0.8	4.68	3.06
840	3.1	801.72	801.83	801.89	0.0495	0.29	1.03	3.02	26.49	0.97
820	3.1	800.73	801.2	801.34	0.073	0.47	1.38	2.24	9.36	1.06
800	3.1	799.27	799.48	800.26	0.0535	0.21	3.92	0.79	5.68	3.35
780	3.1	798.2	798.98	799.2	0.0325	0.78	2.01	1.54	3.82	1.04
760	3.1	797.55	797.88	798.28	0.039	0.33	2.27	1.37	9.46	2.33
740	3.1	796.77	797.35	797.53	0.0459	0.62	1.78	1.74	5.65	1.08
720	3.1	795.87	796.38	796.66	0.055	0.51	2.05	1.51	8.54	1.79
700	3.1	794.76	795.36	795.63	0.0549	0.6	2.28	1.36	4.38	1.31
680	3.1	793.65	794.42	794.77	0.032	0.77	2.61	1.19	3.07	1.34
660	3.1	793.01	793.99	794.14	0.0215	0.98	1.72	1.8	4.7	0.89
640	3.1	792.58	793.49	793.72	0.0035	0.91	2.14	1.45	3.19	1.01
620	3.1	792.51	793.14	793.18	-0.001	0.63	0.74	4.16	18.21	0.56
600	3.1	792.53	792.77	792.82	0.089	0.24	0.77	4.03	38.98	0.96



REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PROYECTO CAÑO POBLANO										
CÁLCULO HIDRÁULICO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS										
RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS										
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones			Características Hidráulicas					
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Pendiente Longitudinal del fondo	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Área Hidráulica de la Sección	Ancho Superficial (T)	Número de Froude
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m / m	m	m / s	m²	m	-
580	3.1	790.75	791.01	791.56	0.079	0.26	3.04	1.02	5.91	2.52
560	3.1	789.17	789.78	790.06	0.0385	0.61	2.33	1.33	4.23	1.32
540	3.1	788.4	788.88	789.11	0.038	0.48	2.15	1.44	6.07	1.41
520	3.1	787.64	788.13	788.29	0.0265	0.49	1.74	1.78	7.22	1.12
500	3.1	787.11	787.51	787.67	0.0595	0.4	1.37	2.26	11.75	1.29
480	3.1	785.92	786.46	786.81	0.028	0.54	2.6	1.19	4.16	1.56
460	3.1	785.36	785.94	786.11	0.029	0.58	1.53	2.02	7.59	1.13
440	3.1	784.78	785.49	785.68	0.037	0.71	1.43	2.16	9.1	1.27
420	3.1	784.04	784.33	784.62	0.0355	0.29	2.33	1.33	9.66	2.05
400	3.1	783.33	783.91	783.94	0.0075	0.58	0.74	4.2	14.53	0.44
380	3.1	783.18	783.65	783.74	0.0575	0.47	1.09	2.84	17.54	1.02
360	3.1	782.03	782.2	782.49	0.082	0.17	2.29	1.35	16.88	2.65
340	3.1	780.39	780.8	780.93	0.0695	0.41	1.64	1.89	9.43	1.17
320	3.1	779	779.37	779.74	0.078	0.37	2.69	1.15	5.94	1.95
300	3.1	777.44	778.12	778.45	0.0539	0.68	2.53	1.23	3.36	1.34
280	3.1	776.25	776.79	777.2	0.0603	0.54	2.84	1.09	4.07	1.75
260	3.1	775.17	775.54	775.79	0.084	0.37	1.97	1.57	10.86	1.86
240	3.1	773.49	774.24	774.59	0.069	0.75	2.62	1.18	3.37	1.41
220	3.1	772.11	772.41	772.96	0.075	0.3	3.28	0.94	4.7	2.34
200	3.1	770.61	771.02	771.32	0.0675	0.41	2.39	1.3	4.1	1.36
180	3.1	769.26	770.07	770.42	0.0535	0.81	2.61	1.19	2.77	1.27
160	3.1	768.19	768.43	768.98	0.0815	0.24	3.29	0.94	4.32	2.25
140	3.1	766.56	766.96	767.29	0.039	0.4	2.55	1.22	3.78	1.43
120	3.1	765.78	766.63	766.85	0.176	0.85	2.08	1.49	3.45	1.01
100	3.1	762.26	762.72	765.18	0.102	0.46	6.95	0.45	2.21	4.95
80	3.1	760.22	760.66	761.04	0.13	0.44	2.76	1.12	4.03	1.67
60	3.1	757.62	757.97	758.7	0.1615	0.35	3.78	0.82	4.14	2.71
40	3.1	754.39	754.71	755.17	0.2195	0.32	3.02	1.03	5.67	2.27
20	3.1	750	751.16	751.17		1.16	0.57	5.43	7.84	0.23

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Tabla 9-19. Características geométricas e hidráulicas de Caño Poblano en el momento para una creciente con un período de retorno de 25 años

PROYECTO CAÑO POBLANO										
CÁLCULO HIDRÁULICO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS										
RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS										
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones			Características Hidráulicas					
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Pendiente Longitudinal del fondo	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Área Hidráulica de la Sección	Ancho Superficial (T)	Número de Froude
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m / m	m	m / s	m²	m	-
1340	3.8	836.57	837.01	837.12	0.072	0.44	1.47	2.58	11.78	1.04
1320	3.8	835.13	835.42	836.01	0.049	0.29	3.4	1.12	7.67	2.84
1300	3.8	834.15	834.69	834.83	0.0495	0.54	1.66	2.3	8.44	1.01
1280	3.8	833.16	833.7	834.12	0.097	0.54	2.29	1.66	6.03	1.76
1260	3.8	831.22	831.82	832.59	0.0785	0.6	3.74	1.02	3.83	2.41
1240	3.8	829.65	829.96	830.33	0.0925	0.31	2.7	1.41	6.45	1.85
1220	3.8	827.8	828.4	828.81	0.087	0.6	2.83	1.34	4.36	1.63
1200	3.8	826.06	826.58	827.14	0.0675	0.52	3.32	1.14	4.3	2.06
1180	3.8	824.71	825.23	825.66	0.0655	0.52	2.48	1.53	5.76	1.8
1160	3.8	823.4	824.02	824.53	0.101	0.62	2.99	1.27	4.32	1.85
1140	3.8	821.38	821.98	822.92	0.0715	0.6	3.91	0.97	2.97	2.4
1120	3.8	819.97	820.51	820.98	0.0868	0.54	3.06	1.24	4.35	1.83
1100	3.8	818.21	818.65	819.23	0.0865	0.44	2.94	1.29	5.91	2.3
1080	3.8	816.48	816.71	817.09	0.1285	0.23	2.68	1.42	8.57	2.14
1060	3.8	813.91	814.85	815.38	0.038	0.94	3.21	1.18	2.46	1.48
1040	3.8	813.15	813.87	814.26	0.0445	0.72	2.74	1.39	3.55	1.4
1020	3.8	812.26	813.01	813.36	0.075	0.75	2.59	1.47	3.63	1.3
1000	3.8	810.76	811.51	812.15	0.058	0.75	3.55	1.07	2.91	1.87
980	3.8	809.6	810.4	810.82	0.056	0.8	2.84	1.34	3.34	1.45
960	3.8	808.48	809.2	809.69	0.0515	0.72	3.04	1.25	4.06	1.78
940	3.8	807.45	808.08	808.47	0.0485	0.63	2.69	1.41	4.46	1.56
920	3.8	806.48	807.11	807.46	0.045	0.63	2.59	1.47	4.68	1.5
900	3.8	805.58	806.5	806.68	0.069	0.92	1.86	2.04	6.44	1.06
860	3.8	802.82	803.29	804.17	0.055	0.47	3.96	0.96	5.28	3.11
840	3.8	801.72	801.87	801.91	0.0495	0.33	0.96	3.97	34.99	0.92
820	3.8	800.73	801.25	801.4	0.073	0.52	1.42	2.68	10.1	1.06
800	3.8	799.27	799.5	800.36	0.0535	0.23	4.04	0.94	7.64	3.72
780	3.8	798.2	799.05	799.29	0.0325	0.85	2.08	1.83	4.16	1.04
760	3.8	797.55	797.9	798.37	0.039	0.35	2.48	1.53	9.88	2.46
740	3.8	796.77	797.41	797.6	0.0459	0.68	1.83	2.08	6.17	1.08
720	3.8	795.87	796.4	796.74	0.055	0.53	2.26	1.68	9.1	1.93
700	3.8	794.76	795.42	795.7	0.0549	0.66	2.29	1.66	5.12	1.31
680	3.8	793.65	794.48	794.88	0.032	0.83	2.8	1.36	3.28	1.39
660	3.8	793.01	794.04	794.22	0.0215	1.03	1.8	2.11	5.8	0.98
640	3.8	792.58	793.57	793.82	0.0035	0.99	2.21	1.72	3.47	1
620	3.8	792.51	793.17	793.21	-0.001	0.66	0.8	4.76	19.31	0.57
600	3.8	792.53	792.78	792.83	0.089	0.25	0.83	4.59	39.55	0.95



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corporavivo Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

PROYECTO CAÑO POBLANO										
CÁLCULO HIDRÁULICO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS										
RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS										
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones			Características Hidráulicas					
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Pendiente Longitudinal del fondo	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Área Hidráulica de la Sección	Ancho Superficial (T)	Número de Froude
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m / m	m	m / s	m²	m	-
580	3.8	790.75	791.05	791.62	0.079	0.3	3.06	1.24	6.39	2.44
560	3.8	789.17	789.82	790.14	0.0385	0.65	2.5	1.52	4.52	1.38
540	3.8	788.4	788.92	789.17	0.038	0.52	2.24	1.69	6.58	1.41
520	3.8	787.64	788.17	788.34	0.0265	0.53	1.8	2.11	14.1	1.53
500	3.8	787.11	787.54	787.72	0.0595	0.43	1.42	2.67	12.84	1.3
480	3.8	785.92	786.52	786.88	0.028	0.6	2.68	1.42	4.54	1.53
460	3.8	785.36	785.98	786.17	0.029	0.62	1.63	2.33	8.15	1.17
440	3.8	784.78	785.54	785.74	0.037	0.76	1.44	2.64	10.41	1.26
420	3.8	784.04	784.35	784.67	0.0355	0.31	2.47	1.54	10.37	2.09
400	3.8	783.33	783.94	783.98	0.0075	0.61	0.81	4.69	15.12	0.46
380	3.8	783.18	783.69	783.77	0.0575	0.51	1.09	3.47	19.64	0.97
360	3.8	782.03	782.22	782.53	0.082	0.19	2.4	1.58	18.49	2.69
340	3.8	780.39	780.83	780.98	0.0695	0.44	1.71	2.22	10.25	1.18
320	3.8	779	779.4	779.81	0.078	0.4	2.84	1.34	6.1	1.93
300	3.8	777.44	778.18	778.55	0.0539	0.74	2.69	1.41	3.6	1.38
280	3.8	776.25	776.83	777.29	0.0603	0.58	3.01	1.26	4.38	1.79
260	3.8	775.17	775.56	775.84	0.084	0.39	2.06	1.84	11.87	1.9
240	3.8	773.49	774.3	774.68	0.069	0.81	2.72	1.4	3.68	1.41
220	3.8	772.11	772.43	773.08	0.075	0.32	3.56	1.07	4.94	2.45
200	3.8	770.61	771.07	771.4	0.0675	0.46	2.54	1.5	4.26	1.37
180	3.8	769.26	770.14	770.52	0.0535	0.88	2.72	1.4	3	1.27
160	3.8	768.19	768.46	769.1	0.0815	0.27	3.55	1.07	4.38	2.29
140	3.8	766.56	767	767.39	0.039	0.44	2.74	1.39	3.88	1.46
120	3.8	765.78	766.7	766.94	0.176	0.92	2.17	1.75	3.74	1.01
100	3.8	762.26	762.76	765.32	0.102	0.5	7.09	0.54	2.47	4.85
80	3.8	760.22	760.7	761.14	0.13	0.48	2.95	1.29	4.26	1.71
60	3.8	757.62	758	758.8	0.1615	0.38	3.96	0.96	4.29	2.68
40	3.8	754.39	754.73	755.28	0.2195	0.34	3.3	1.15	5.77	2.36
20	3.8	750	751.27	751.29		1.27	0.6	6.34	8.36	0.24

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Tabla 9-20. Características geométricas e hidráulicas de Caño Poblano en el momento para una creciente con un período de retorno de 50 años

PROYECTO CAÑO POBLANO										
CÁLCULO HIDRÁULICO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS										
RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS										
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones			Características Hidráulicas					
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Pendiente Longitudinal del fondo	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Área Hidráulica de la Sección	Ancho Superficial (T)	Número de Froude
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m / m	m	m / s	m²	m	-
1340	4.7	836.57	837.05	837.18	0.072	0.48	1.53	3.08	12.87	1.05
1320	4.7	835.13	835.45	836.1	0.049	0.32	3.57	1.32	8.33	2.86
1300	4.7	834.15	834.74	834.9	0.0495	0.59	1.75	2.69	9.11	1.03
1280	4.7	833.16	833.75	834.21	0.097	0.59	2.35	2	6.56	1.73
1260	4.7	831.22	831.87	832.74	0.0785	0.65	3.93	1.2	4.15	2.46
1240	4.7	829.65	829.99	830.44	0.0925	0.34	2.97	1.58	6.66	1.94
1220	4.7	827.8	828.45	828.89	0.087	0.65	2.94	1.6	4.75	1.62
1200	4.7	826.06	826.62	827.25	0.0675	0.56	3.52	1.33	4.65	2.1
1180	4.7	824.71	825.28	825.77	0.0655	0.57	2.58	1.82	6.27	1.83
1160	4.7	823.4	824.08	824.65	0.101	0.68	3.12	1.51	4.71	1.89
1140	4.7	821.38	822.04	823.09	0.0715	0.66	4.05	1.16	3.25	2.43
1120	4.7	819.97	820.54	821.1	0.0868	0.57	3.3	1.42	5.19	2.02
1100	4.7	818.21	818.7	819.33	0.0865	0.49	2.99	1.57	6.65	2.32
1080	4.7	816.48	816.73	817.19	0.1285	0.25	2.96	1.59	8.66	2.25
1060	4.7	813.91	814.94	815.5	0.038	1.03	3.31	1.42	2.69	1.45
1040	4.7	813.15	813.93	814.38	0.0445	0.78	2.98	1.58	3.77	1.47
1020	4.7	812.26	813.09	813.46	0.075	0.83	2.68	1.75	3.97	1.29
1000	4.7	810.76	811.57	812.28	0.058	0.81	3.74	1.26	3.13	1.88
980	4.7	809.6	810.46	810.95	0.056	0.86	3.03	1.55	3.6	1.5
960	4.7	808.48	809.25	809.81	0.0515	0.77	3.21	1.47	4.42	1.84
940	4.7	807.45	808.13	808.57	0.0485	0.68	2.85	1.65	4.82	1.6
920	4.7	806.48	807.16	807.56	0.045	0.68	2.74	1.72	5.06	1.54
900	4.7	805.58	806.54	806.75	0.069	0.96	2.03	2.31	6.64	1.1
860	4.7	802.82	803.33	804.26	0.055	0.51	3.95	1.19	6.06	3.08
840	4.7	801.72	801.89	801.94	0.0495	0.35	0.94	4.99	40.52	0.87
820	4.7	800.73	801.3	801.46	0.073	0.57	1.47	3.2	10.93	1.05
800	4.7	799.27	799.53	800.46	0.0535	0.26	3.99	1.18	10.91	4.15
780	4.7	798.2	799.14	799.4	0.0325	0.94	2.13	2.21	4.57	1.03
760	4.7	797.55	797.92	798.49	0.039	0.37	2.73	1.72	10.36	2.61
740	4.7	796.77	797.48	797.69	0.0459	0.75	1.86	2.53	6.81	1.07
720	4.7	795.87	796.42	796.85	0.055	0.55	2.5	1.88	9.7	2.1
700	4.7	794.76	795.49	795.78	0.0549	0.73	2.28	2.06	6.1	1.31
680	4.7	793.65	794.54	795	0.032	0.89	2.98	1.58	3.54	1.43
660	4.7	793.01	794.12	794.31	0.0215	1.11	1.82	2.59	7.54	1.07
640	4.7	792.58	793.66	793.93	0.0035	1.08	2.31	2.04	3.78	1
620	4.7	792.51	793.2	793.25	-0.001	0.69	0.88	5.33	20.33	0.61
600	4.7	792.53	792.8	792.86	0.089	0.27	0.86	5.45	40.41	0.9



REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PROYECTO CAÑO POBLANO										
CÁLCULO HIDRÁULICO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS										
RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS										
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones			Características Hidráulicas					
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Pendiente Longitudinal del fondo	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Área Hidráulica de la Sección	Ancho Superficial (T)	Número de Froude
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m / m	m	m / s	m²	m	-
580	4.7	790.75	791.08	791.72	0.079	0.33	3.18	1.48	6.87	2.45
560	4.7	789.17	789.88	790.24	0.0385	0.71	2.67	1.76	4.86	1.42
540	4.7	788.4	788.96	789.24	0.038	0.56	2.37	1.98	7.12	1.44
520	4.7	787.64	788.2	788.4	0.0265	0.56	1.68	2.8	25.79	1.88
500	4.7	787.11	787.59	787.77	0.0595	0.48	1.45	3.24	14.18	1.28
480	4.7	785.92	786.57	786.97	0.028	0.65	2.77	1.69	4.96	1.52
460	4.7	785.36	786.02	786.25	0.029	0.66	1.74	2.7	8.79	1.23
440	4.7	784.78	785.6	785.81	0.037	0.82	1.44	3.26	11.92	1.23
420	4.7	784.04	784.37	784.75	0.0355	0.33	2.65	1.77	11.09	2.16
400	4.7	783.33	783.98	784.02	0.0075	0.65	0.88	5.32	15.69	0.49
380	4.7	783.18	783.71	783.81	0.0575	0.53	1.18	3.99	21.18	1.01
360	4.7	782.03	782.24	782.56	0.082	0.21	2.44	1.93	20.65	2.63
340	4.7	780.39	780.87	781.03	0.0695	0.48	1.81	2.59	11.12	1.2
320	4.7	779	779.44	779.9	0.078	0.44	2.98	1.58	6.21	1.89
300	4.7	777.44	778.24	778.67	0.0539	0.8	2.88	1.63	3.87	1.43
280	4.7	776.25	776.87	777.39	0.0603	0.62	3.18	1.48	4.74	1.82
260	4.7	775.17	775.59	775.9	0.084	0.42	2.18	2.15	12.68	1.92
240	4.7	773.49	774.37	774.78	0.069	0.88	2.79	1.68	4.05	1.4
220	4.7	772.11	772.46	773.23	0.075	0.35	3.88	1.21	5.21	2.57
200	4.7	770.61	771.13	771.51	0.0675	0.52	2.73	1.72	4.44	1.4
180	4.7	769.26	770.22	770.64	0.0535	0.96	2.85	1.65	3.3	1.29
160	4.7	768.19	768.5	769.23	0.0815	0.31	3.8	1.24	4.45	2.3
140	4.7	766.56	767.06	767.5	0.039	0.49	2.96	1.59	3.99	1.5
120	4.7	765.78	766.79	767.05	0.176	1.01	2.27	2.07	4.02	1.01
100	4.7	762.26	762.8	765.46	0.102	0.54	7.22	0.65	2.75	4.74
80	4.7	760.22	760.74	761.25	0.13	0.52	3.17	1.48	4.51	1.76
60	4.7	757.62	758.04	758.92	0.1615	0.42	4.16	1.13	4.45	2.64
40	4.7	754.39	754.75	755.42	0.2195	0.36	3.63	1.3	5.84	2.46
20	4.7	750	751.4	751.42		1.4	0.63	7.45	8.83	0.24

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Tabla 9-21. Características geométricas e hidráulicas de Caño Poblano en el momento para una creciente con un período de retorno de 100 años

PROYECTO CAÑO POBLANO										
CÁLCULO HIDRÁULICO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS										
RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS										
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones			Características Hidráulicas					
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Pendiente Longitudinal del fondo	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Área Hidráulica de la Sección	Ancho Superficial (T)	Número de Froude
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m / m	m	m / s	m²	m	-
1340	5.4	836.57	837.08	837.21	0.072	0.51	1.54	3.5	13.72	1.04
1320	5.4	835.13	835.46	836.17	0.049	0.33	3.72	1.45	8.74	2.92
1300	5.4	834.15	834.75	834.94	0.0495	0.6	1.94	2.78	9.27	1.13
1280	5.4	833.16	833.81	834.24	0.097	0.65	2.27	2.38	7.11	1.61
1260	5.4	831.22	831.89	832.88	0.0785	0.67	4.13	1.31	4.33	2.55
1240	5.4	829.65	830.01	830.51	0.0925	0.36	3.12	1.73	6.83	1.98
1220	5.4	827.8	828.49	828.96	0.087	0.69	3.03	1.78	5.02	1.62
1200	5.4	826.06	826.65	827.33	0.0675	0.59	3.64	1.48	4.9	2.12
1180	5.4	824.71	825.32	825.84	0.0655	0.61	2.66	2.03	6.63	1.85
1160	5.4	823.4	824.11	824.73	0.101	0.71	3.19	1.69	5	1.91
1140	5.4	821.38	822.08	823.21	0.0715	0.7	4.14	1.31	3.45	2.44
1120	5.4	819.97	820.57	821.19	0.0868	0.6	3.45	1.57	5.8	2.15
1100	5.4	818.21	818.73	819.4	0.0865	0.52	3.03	1.78	7.17	2.33
1080	5.4	816.48	816.74	817.27	0.1285	0.26	3.16	1.71	8.74	2.32
1060	5.4	813.91	815.01	815.59	0.038	1.1	3.38	1.6	2.86	1.45
1040	5.4	813.15	813.96	814.47	0.0445	0.81	3.14	1.72	3.93	1.51
1020	5.4	812.26	813.14	813.53	0.075	0.88	2.75	1.97	4.2	1.28
1000	5.4	810.76	811.61	812.37	0.058	0.85	3.86	1.4	3.3	1.89
980	5.4	809.6	810.51	811.04	0.056	0.91	3.13	1.73	3.84	1.53
960	5.4	808.48	809.29	809.9	0.0515	0.81	3.32	1.62	4.68	1.87
940	5.4	807.45	808.17	808.65	0.0485	0.72	2.98	1.81	5.06	1.64
920	5.4	806.48	807.2	807.63	0.045	0.72	2.82	1.91	5.34	1.56
900	5.4	805.58	806.57	806.81	0.069	0.99	2.16	2.5	6.78	1.14
860	5.4	802.82	803.36	804.31	0.055	0.54	3.92	1.38	6.64	3.03
840	5.4	801.72	801.92	801.96	0.0495	0.38	0.88	6.12	42.33	0.77
820	5.4	800.73	801.33	801.51	0.073	0.6	1.5	3.6	11.51	1.05
800	5.4	799.27	799.55	800.52	0.0535	0.28	3.91	1.38	13.11	4.3
780	5.4	798.2	799.2	799.47	0.0325	1	2.17	2.49	4.86	1.03
760	5.4	797.55	797.93	798.56	0.039	0.38	2.89	1.87	10.72	2.69
740	5.4	796.77	797.52	797.75	0.0459	0.79	1.9	2.84	7.22	1.08
720	5.4	795.87	796.44	796.91	0.055	0.57	2.63	2.05	10.2	2.16
700	5.4	794.76	795.54	795.84	0.0549	0.78	2.33	2.32	6.66	1.33
680	5.4	793.65	794.59	795.08	0.032	0.94	3.09	1.75	3.72	1.45
660	5.4	793.01	794.09	794.38	0.0215	1.08	2.24	2.41	6.84	1.27
640	5.4	792.58	793.71	794	0.0035	1.13	2.38	2.27	3.98	1.01
620	5.4	792.51	793.23	793.28	-0.001	0.72	0.91	5.94	21.34	0.6
600	5.4	792.53	792.81	792.87	0.089	0.28	0.93	5.78	40.74	0.94



PROYECTO CAÑO POBLANO										
CÁLCULO HIDRÁULICO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS										
RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS										
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones			Características Hidráulicas					
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Pendiente Longitudinal del fondo	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Área Hidráulica de la Sección	Ancho Superficial (T)	Número de Froude
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m / m	m	m / s	m²	m	-
580	5.4	790.75	791.12	791.74	0.079	0.37	3.09	1.75	7.38	2.3
560	5.4	789.17	789.9	790.32	0.0385	0.73	2.85	1.9	5.05	1.49
540	5.4	788.4	788.99	789.29	0.038	0.59	2.42	2.23	7.55	1.42
520	5.4	787.64	788.22	788.43	0.0265	0.58	1.64	3.3	31.64	1.99
500	5.4	787.11	787.62	787.81	0.0595	0.51	1.44	3.74	15.28	1.24
480	5.4	785.92	786.61	787.03	0.028	0.69	2.87	1.88	5.22	1.53
460	5.4	785.36	786.06	786.31	0.029	0.7	1.79	3.02	9.48	1.26
440	5.4	784.78	785.63	785.85	0.037	0.85	1.48	3.66	12.79	1.24
420	5.4	784.04	784.39	784.78	0.0355	0.35	2.69	2	12.11	2.16
400	5.4	783.33	784.01	784.05	0.0075	0.68	0.95	5.7	16.03	0.51
380	5.4	783.18	783.74	783.84	0.0575	0.56	1.19	4.55	22.75	0.99
360	5.4	782.03	782.25	782.59	0.082	0.22	2.49	2.17	21.64	2.6
340	5.4	780.39	780.89	781.07	0.0695	0.5	1.88	2.88	11.74	1.21
320	5.4	779	779.47	779.95	0.078	0.47	3.07	1.76	6.29	1.86
300	5.4	777.44	778.28	778.75	0.0539	0.84	3.01	1.8	4.06	1.47
280	5.4	776.25	776.91	777.46	0.0603	0.66	3.3	1.64	4.98	1.84
260	5.4	775.17	775.6	775.94	0.084	0.43	2.27	2.38	13.25	1.95
240	5.4	773.49	774.42	774.85	0.069	0.93	2.84	1.9	4.32	1.39
220	5.4	772.11	772.48	773.33	0.075	0.37	4.08	1.32	5.42	2.64
200	5.4	770.61	771.16	771.58	0.0675	0.55	2.86	1.89	4.56	1.42
180	5.4	769.26	770.28	770.72	0.0535	1.02	2.93	1.84	3.54	1.3
160	5.4	768.19	768.53	769.32	0.0815	0.34	3.95	1.37	4.5	2.29
140	5.4	766.56	767.09	767.59	0.039	0.53	3.12	1.73	4.06	1.52
120	5.4	765.78	766.84	767.12	0.176	1.06	2.35	2.3	4.18	1.01
100	5.4	762.26	762.83	765.55	0.102	0.57	7.3	0.74	2.93	4.64
80	5.4	760.22	760.77	761.33	0.13	0.55	3.32	1.63	4.68	1.8
60	5.4	757.62	758.07	759.01	0.1615	0.45	4.29	1.26	4.58	2.61
40	5.4	754.39	754.77	755.53	0.2195	0.38	3.86	1.4	5.89	2.53
20	5.4	750	751.49	751.51		1.49	0.65	8.27	9.1	0.24

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

9.9.2 Modelo hidráulico Bidimensional

HEC-RAS en su versión 5.0.3 es un programa para simulaciones unidimensionales o bidimensionales que permite analizar la evolución de la lámina del agua en el tiempo y el espacio en eventos de inundación, posee un modelo hidráulico que permite calcular estados permanentes y no permanentes, módulo de transporte de sedimentos y transporte de contaminantes. Dicho programa fue desarrollado por Hydrologic Engineering Center, en la

subdivisión U.S. Army Corps of Engineers, de donde proviene el nombre HEC y "RAS" es un acrónimo de "River Analysis System", (U.S. Corps of Engineers, 2003, Tate et al., 1999).

Este trabajo se centra únicamente en el módulo hidrodinámico simulando un flujo no permanente a diferentes períodos de recurrencia para asignar una condición crítica de flujo y posterior superficie total ocupada por la inundación, haciendo un análisis bidimensional, que aproxima las soluciones a un esquema numérico de volúmenes finitos implícito, que resuelve las ecuaciones de aguas someras y ecuación de transporte; el algoritmo puede manejar regímenes de flujo subcríticos, supercríticos y mixtos.

Ecuaciones de gobierno hidrodinámica

Las ecuaciones de aguas someras parten de las ecuaciones tridimensionales de cantidad de movimiento y continuidad para fluidos Newtonianos e incompresibles. Sin embargo, se consideran las siguientes suposiciones:

- El fluido debe ser homogéneo de profundidad H
- Las velocidades horizontales son mucho mayores a las verticales
- La distribución de presiones es hidrostática
- Son mucho mayores las fuerzas inerciales que las fuerzas viscosas

Como se mencionó con anterioridad las ecuaciones de aguas someras parten de los principios de la conservación de la masa y la conservación de la cantidad de movimiento, donde se obtiene las siguientes ecuaciones diferenciales parciales (Kundu & Cohen, 2008).

Conservación de la masa

$$\frac{\partial n}{\partial t} + \frac{\partial((H+n)v)}{\partial x} + \frac{\partial((H+n)w)}{\partial y} = 0 \quad \bullet \text{ Ec 1}$$

Cantidad de movimiento

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + w \frac{\partial v}{\partial y} &= -g \frac{\partial n}{\partial x} + S_x \\ \frac{\partial w}{\partial t} + v \frac{\partial w}{\partial x} + w \frac{\partial w}{\partial y} &= -g \frac{\partial n}{\partial y} + S_y \end{aligned} \quad \bullet \text{ Ec 2}$$

Donde:

- H** Profundidad media del flujo (m)
 v Velocidad del flujo en dirección x (m/s)
 w Velocidad del flujo en dirección y (m/s)
 S_x Pendiente en la dirección x (m/m)

S_y Pendiente en la dirección x (m/m)
 n Variación de la superficie libre del agua (m)

Esquema numérico del código

Los volúmenes finitos son un método matemático utilizado para discretizar Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP), que en pocas palabras significa llevar de una EDP a una ecuación algebraica, con el fin de hacer uso de la computación para su solución, a partir de algoritmos. Hay que tener en cuenta que los volúmenes finitos son un método que solo aplica para la discretización de la variación espacial de las EDP, puntualmente los términos advectivos de primer orden y los términos difusivos de segundo orden. El método de los volúmenes finitos está basado en el método de los residuos ponderados, el cual se puede expresar, a partir de la Ec 3.

$$\bullet \int_{\Omega} R W d\Omega = 0 \quad \bullet \text{ Ec 3}$$

Donde:

R Residual de la EDP
 W Función de ponderación, que para el caso de volúmenes finitos es igual a 1

Se puede escribir la Ec 3., en forma discreta de la siguiente forma:

$$C^k = \sum_{i=1}^{NN} C_i^k \phi_i(x) \quad \bullet \text{ Ec 4}$$

Donde:

C^k Variable de las EDP
 $\phi_i(x)$ Función base, que para volúmenes finitos es igual a 1
 $\sum_{i=1}^{NN}$ Sumatoria de i igual a 1 hasta el número de nodos que tenga la malla
 k Superíndice que representa el tiempo
 i Subíndice que representa el espacio

Implementación del modelo

Para desarrollar la modelación hidráulica del Caño Poblano en el Centro Poblado de Mámbita fue necesario desarrollar ciertos pasos metodológicos con el propósito de realizar la delimitación del cauce permanente y semipermanente como se muestra en la **Figura 9-16**.

A continuación, se realiza una descripción detallada de los pasos metodológicos desarrollados para realizar la modelación hidráulica.

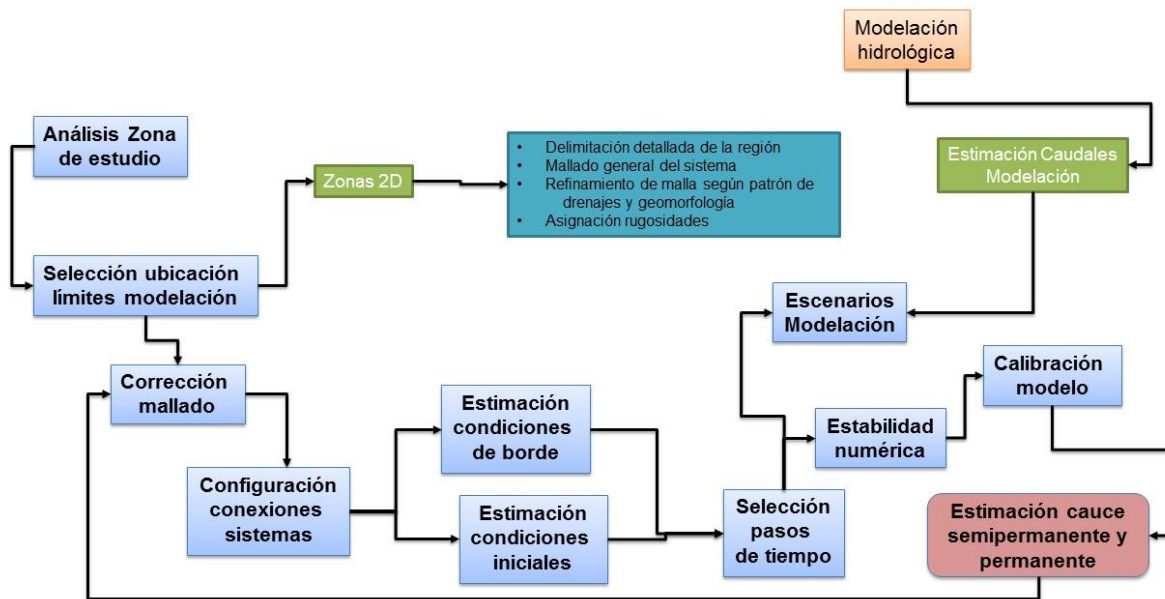


Figura 9-16. Esquema metodológico implementación de la modelación hidráulica.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Configuración de Sistema 2D

La configuración de sistema 2D se inicia con una delimitación detallada del dominio de modelación. Para ello, se investigó a través de la información cartográfica los patrones de drenajes y sus límites. Los límites pueden ser simples divisorias de cuenca, así como infraestructura existente. Para el caso en estudio, se decidió abarcar la totalidad del área de estudio de 1.32 Km² abarcando los 250 m a cada lado del cauce principal el cual fue definido como el dominio para la modelación 2D como se puede observar en la **Figura 9-17**.



Discretización del Dominio 2D

Dado que el código utilizado en el presente proyecto, emplea un método de discretización a partir de los volúmenes finitos, es posible discretizar el espacio de la cuenca a partir de un dominio discreto de malla tipo no estructurada en cuadriláteros en su mayoría, aunque estas pueden tener entre tres y ocho lados cada volumen finito, y los bordes de un elemento no requieren líneas rectas. La malla computacional empleada dentro de HEC-RAS 2D usa un modelo de SubGrid de alta resolución que toma las propiedades de elevación por cada uno de los nodos generados por cada elemento el cual está vinculado a una tabla de propiedades hidráulicas, en los que se almacenan detalles sobre las caras de cada elemento que compone la malla, como la elevación frente al perímetro mojado, el área y la rugosidad. El modelo calcula la descarga a través de una cara por elemento usando esta información junto con las elevaciones de la superficie del agua de los volúmenes adyacentes.

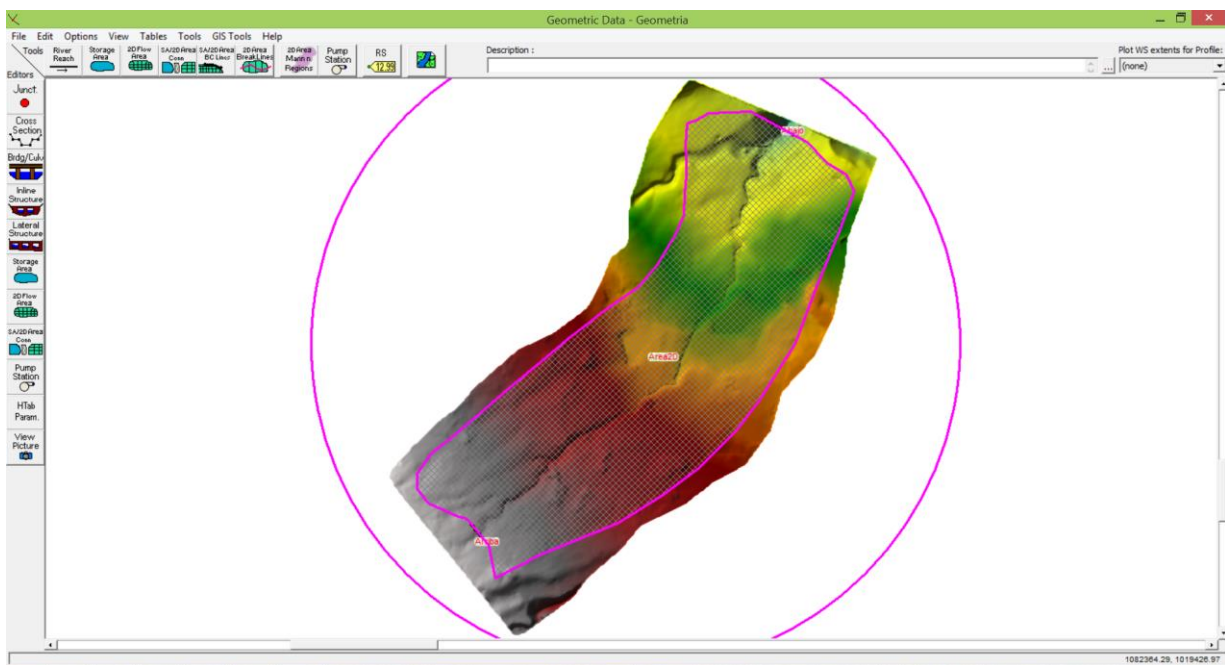


Figura 9-17. Zona de modelación, mallado en 2D.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Para poder calcular los patrones de flujo en el dominio 2D se hace necesario la discretización de esta área en elementos más pequeños. El estado del arte, en esto momentos, permite la posibilidad de emplear mallas no estructuradas, esto permite tener una discretización no regular y emplear refinamientos en las zonas de interés y mantener elementos relativamente grandes en zonas no tan importantes o que la topografía lo permita. La malla utilizó el

Modelo de Elevación digital, que posee una resolución de 0.15mx0.15m que fue generado de la agregación de un modelo de elevación 1x1m.

Para resolver las ecuaciones 2D es necesario asignar rugosidades al dominio de modelación. En términos generales, las rugosidades se fijan de acuerdo al tipo y uso del suelo. Sin embargo, en este caso para agilizar los procesos se emplearon rugosidades utilizadas en el modelo unidimensional (ver **Figura 9-18**).

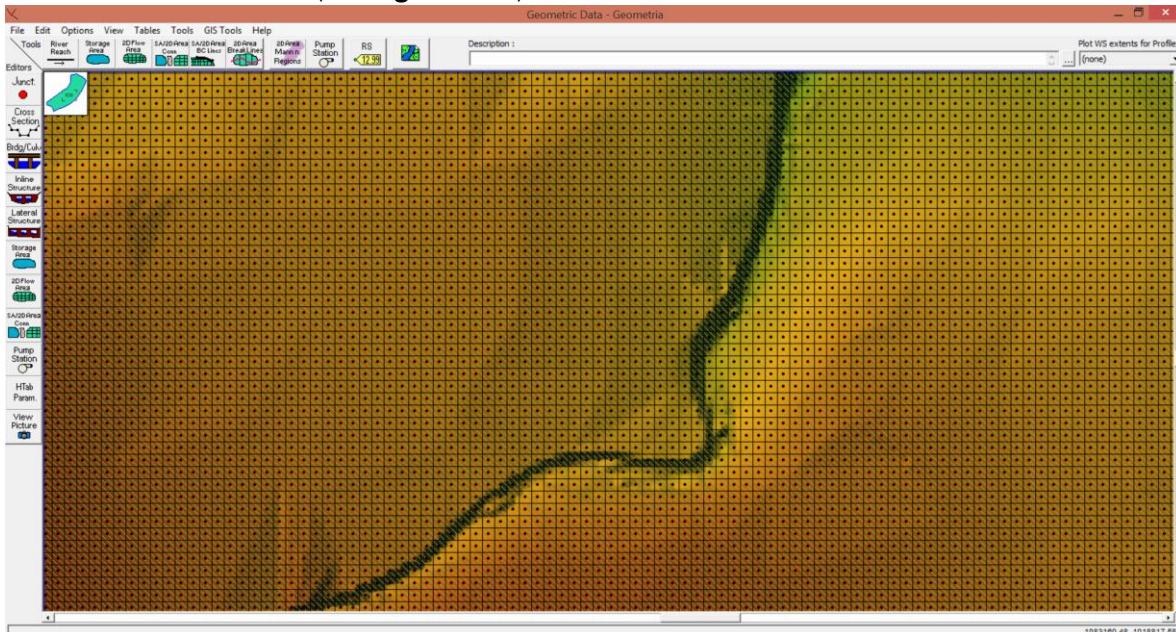


Figura 9-18. Malla 2d, celda de 0.15mx0.15m

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Resultados de Modelación

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las modelaciones 2d para los periodos de retorno de 15 años y 100 años, en donde en la **Figura 9-19** se puede apreciar la altura de la lámina de agua, en la **Figura 9-20** la velocidad de flujo y en las **Figura 9-21** y **Figura 9-22** las manchas de inundación producida para un período de 15 y 100 años.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corporguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

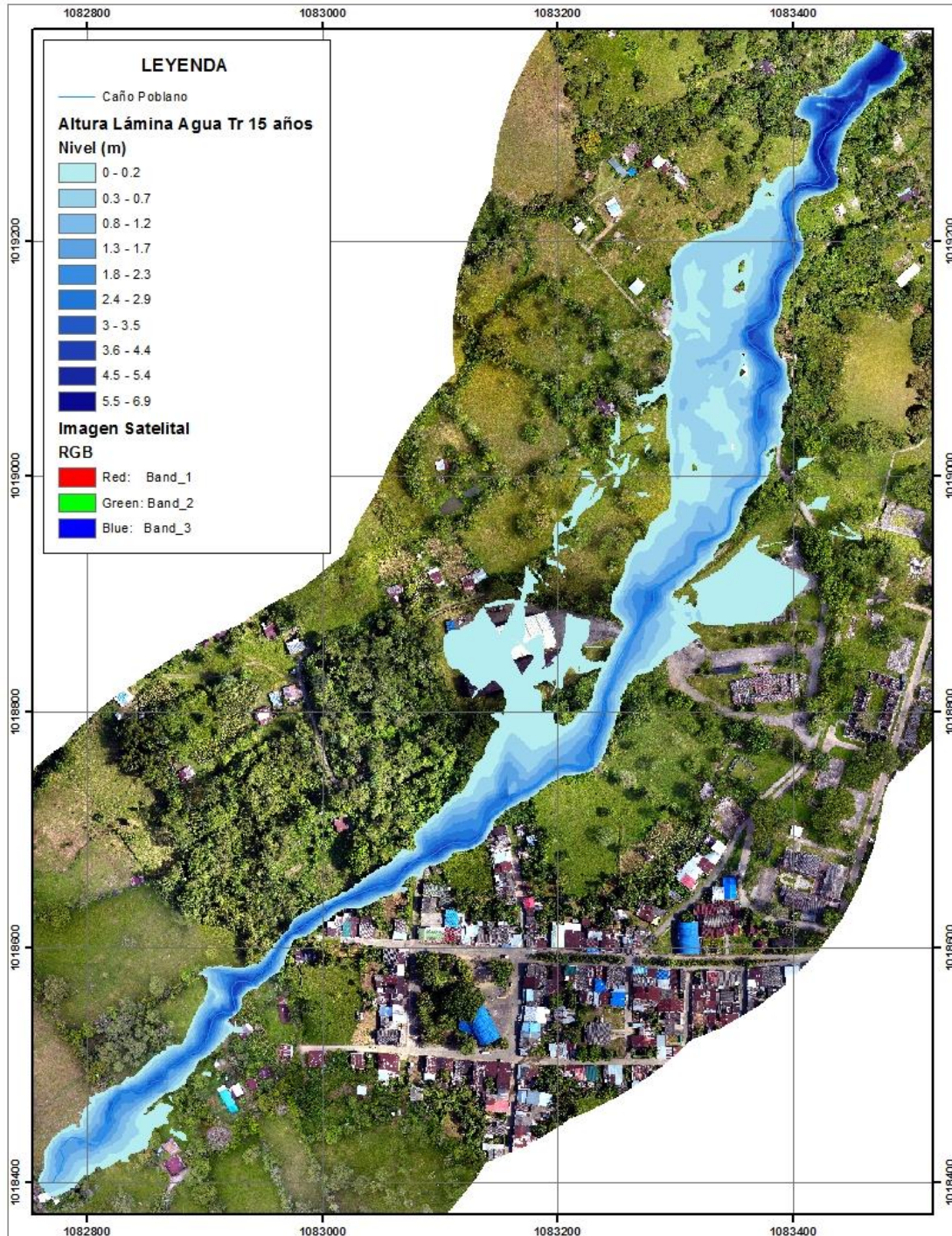


Figura 9-19. Altura lámina de agua Tr. 15 años
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

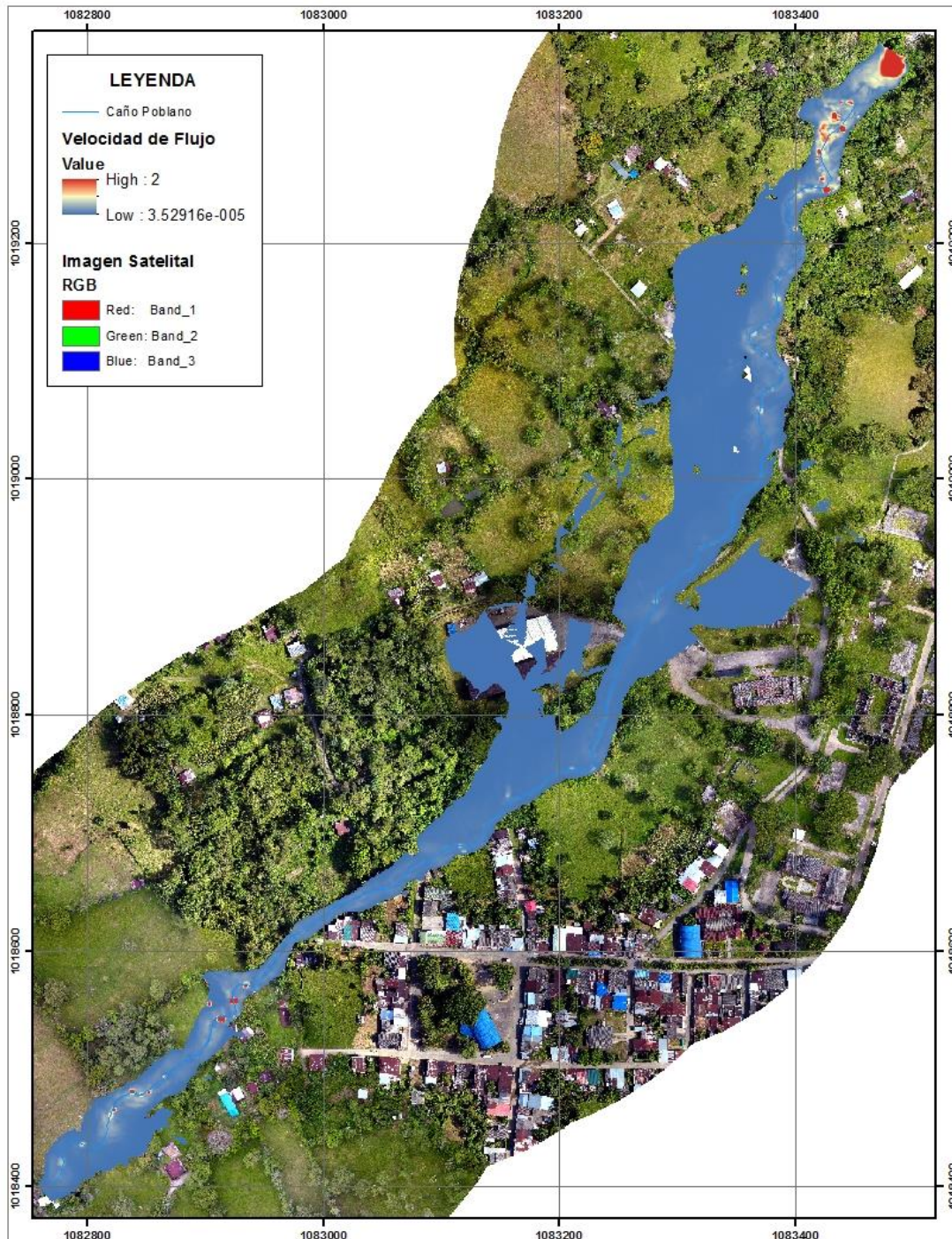


Figura 9-20. Velocidad de flujo Tr. 15 años
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.

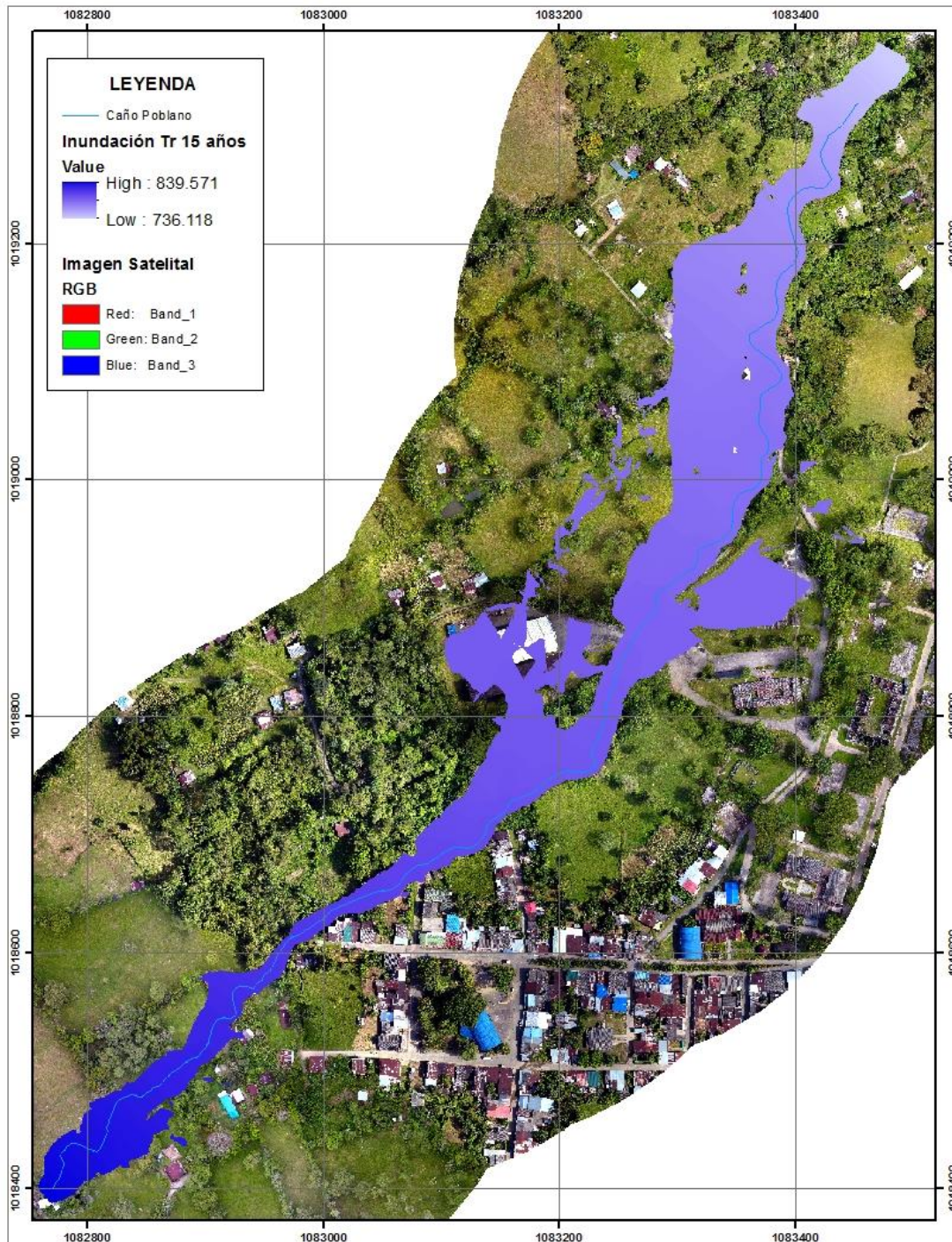


Figura 9-21. Mancha de inundación Tr. 15 años
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.

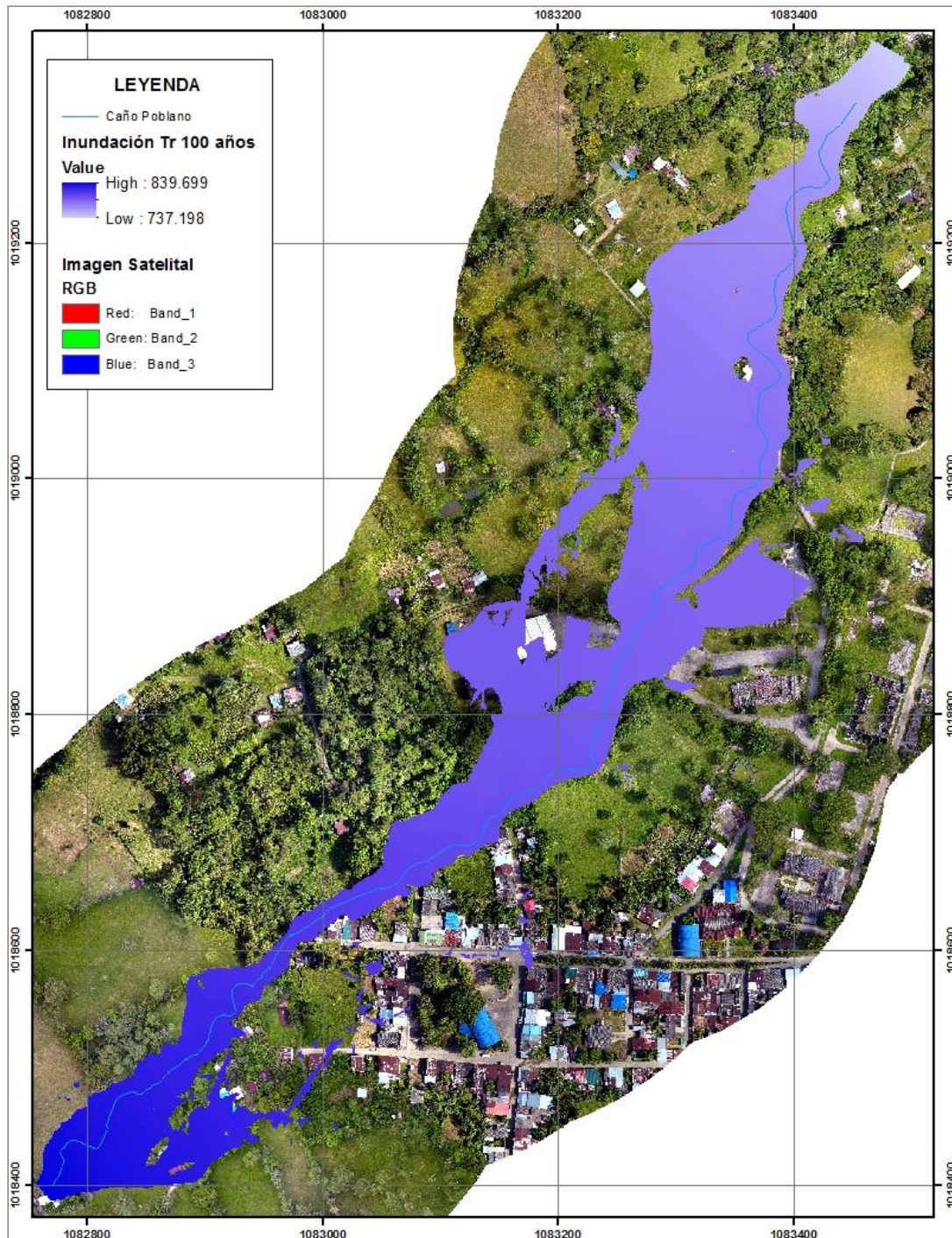


Figura 9-22. Mancha de inundación Tr. 100 años
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

10 DELIMITACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA

10.1 COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO

La geomorfología, es la ciencia que describe y estudia la génesis, clasificación, procesos y evolución de las formas antiguas y actuales del terreno y su relación con las estructuras infrayacentes. Esta ciencia, está enfocada al análisis de la superficie de la tierra en donde interactúan la litósfera, la hidrósfera, la atmósfera y la biosfera. Igualmente, las geoformas por definición son la expresión superficial del terreno, de la interacción dependiente de los materiales constituyentes de las mismas y su disposición estructural, de los procesos geomórficos que interactúan según el ambiente morfogenético específico donde se desarrollan, y el tiempo de duración de la acción de los mencionados procesos (Carvajal, 2012).

Los procesos geomorfológicos son dinámicos y corresponden a todos los cambios que ha sufrido la tierra desde sus comienzos, tanto aquellos originados en su interior (Geodinámica interna), como los generados en su superficie por la interacción con la hidrósfera, la atmósfera y la biósfera (Geodinámica externa).

Los procesos exógenos determinan cambios de la superficie terrestre que contribuyen al remodelado y reducción de los relieves primarios por la acción aislada o combinada de la meteorización física o química de las rocas, la erosión y transporte de los materiales resultantes y de los procesos de remoción en masa. Estos procesos que destruyen o modifican las geoformas iniciales, son a la vez constructores de nuevas formas del terreno mediante la sedimentación o depositación de los materiales transportados, estableciéndose entonces un equilibrio denudación - acumulación, cuya estabilidad depende de la resistencia y tipo de roca o sedimento, y la acción y tiempo de duración de los agentes meteóricos propios de las condiciones climáticas prevalecientes (Carvajal, 2012).

10.1.1 Definición de términos

A continuación, se definen algunos conceptos básicos utilizados durante el desarrollo del componente geomorfológico:

Ambiente morfogenético: Es la agrupación de geoformas relacionadas genética y geográficamente. Están definidas por los ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos geomórficos parecidos. El ambiente morfogenético, hace alusión a las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas bajo las cuales se generaron las geoformas (Carvajal, 2012).

Amenaza: Es la derivada del funcionamiento de los procesos morfogénicos. Un concepto más amplio de amenaza deberá incluir los factores geoestructurales, bioclimáticos y las retroacciones procedentes de las formas de ocupación de los espacios por el hombre, analizados en su propio funcionamiento (IDEAM, 2010).

Control de campo: Esta actividad, está direccionada a complementar información respecto a contratos morfométricos, litológicos, geológico estructurales y procesos morfodinámicos, entre otros; con el fin de ajustar y redefinir las unidades delimitadas tanto en la información secundaria como en la interpretación de los sensores remotos utilizados.

Formaciones superficiales: Hacen parte de los modelados y son correlativas de los procesos morfogénicos. Se definen como el conjunto de materiales tanto autóctonos como alóctonos que recubren el sustrato y se relacionan con el transporte-acumulación o la meteorización. La mayor parte de las formaciones superficiales, en el territorio colombiano, son de bajo grado de consolidación y de edad cuaternaria (INGEOMINAS, 2000).

Jerarquización geomorfológica: Consiste en la clasificación sistémica y estructurada de la información; en donde, dicha información debe ser receptora de otro tipo de información; es decir, cada categoría constituye un sistema y los sistemas inferiores están contenidos en los superiores (IDEAM, 2010).

Modelado: Conjunto de formas y de formaciones superficiales resultantes de los procesos ligados a la dinámica externa. Las formaciones superficiales deben entenderse como correlativas de los procesos que las generaron (IDEAM, 2010).

Morfocronología: Trata de la edad relativa o absoluta de cada una de las geoformas del terreno y la cual puede ser del tiempo de su formación o de los procesos que marcaron su desarrollo posterior. Es esencial hacer una distinción entre las formas del terreno de edades diferentes, en particular, entre las formas recientes y aquellas heredadas de períodos anteriores, cuando prevalecían condiciones geológicas o climáticas distintas a las actuales (Carvajal, 2012).

Morfodinámica: Trata de los procesos activos en el presente o aquellos, que se pueden activar en el futuro. Se refiere a la dinámica exógena relacionada con la actividad de los agentes como el viento, agua, hielo y la acción (Carvajal, 2012).

Morfoestructura: Referida a la disposición, composición y dinámica interna de la tierra. Pasiva cuando trata de las características de los materiales involucrados y su disposición estructural,

y activa cuando está relacionada con la dinámica endógena (volcanismo, plegamientos, tectonismo fallado) (Carvajal, 2012).

Morfogénesis: Estudia el origen y evolución de las formas del terreno (Carvajal, 2012).

Morfografía: Descripción cualitativa de las geoformas (Carvajal, 2012).

Morfología: Trata de la apariencia y forma del relieve en general (Carvajal, 2012).

Morfometría: Trata de los aspectos cuantitativos de las geoformas. Medidas, dimensiones y valores (Carvajal, 2012).

Potencial hidrogravitatorio: Resulta esencialmente de la orogénesis o levantamiento de los sistemas montañosos. La energía potencial que adquieren los materiales rocosos al ser levantados hace que estos tiendan a bajar por efecto de la gravedad, el hielo u otros agentes y especialmente por la dinámica hidrogravitacional (IDEAM, 2010).

Procesos morfogénicos: Son aquellos procesos que generan formas, son las acciones relacionadas con la dinámica externa principalmente y en segundo lugar con la dinámica interna de la Tierra, procesos capaces de transferir, movilizar y depositar materiales generando así formas específicas (IDEAM, 2010).

Relieve: Conjunto de formas resultantes de las fuerzas internas de la tierra; es decir, es un concepto estructural (sentido geológico) en el que a su vez se diferencia la litología y la tectónica (IDEAM, 2010).

Unidad de relieve: Hace referencia a un conjunto de geoformas particulares que constituyen un relieve en común. Por ejemplo, una cadena de volcanes, los relieves colinados, entre otros (Vargas, 2015).

10.1.2 Metodología

La cartografía temática del componente de geomorfológica, es el producto de la compilación, análisis e integración de la información secundaria disponible, que junto a la fotointerpretación y la cartografía realizada en campo permitan la identificación y delimitación de las principales Regiones geomorfológicas (ambiente morfogenético), Unidades geomorfológicas y subunidades geomorfológicas; junto con los procesos morfodinámicos presentes en el área de acotamiento de la ronda hídrica del caño.

De acuerdo con los objetivos del estudio y acorde con las directrices emanadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, específicamente de la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia”; para el desarrollo del componente geomorfológico del área de estudio, se utilizó la siguiente metodología:

Etapa precampo

A continuación, se mencionan las actividades realizadas para esta etapa del estudio:

- Recopilación de información secundaria

Consistió en la selección de toda la información específica, ya sea en formato físico o digital, que hace parte del área de estudio y esté relacionada con el componente de interés. Esta información, se recopiló en los diferentes centros de documentación especializada; para este caso el SGC, IGAC, IDEAM y Universidades, tales como la Universidad Nacional de Colombia -UN-, sede Bogotá D. C. (facultad de geociencias, geografía, agronomía), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia -UPTC-, entre otras. Además, se consultaron ONG, Corporaciones Regionales y entes administrativos municipales; estos últimos, con el fin de consultar los EOT, POT, POMCAS y todos aquellos estudios que hagan parte del área de interés.

A partir de lo mencionado, se revisaron los documentos y publicaciones que presentaran las escalas más aproximadas a las exigencias de los términos de referencia.

A continuación, se menciona la información secundaria, tanto documental como cartográfica, que se tuvo en cuenta para la generación de la cartografía temática del componente de geomorfología para el acotamiento de la ronda hídrica del caño Poblano.

- Carvajal José H. 2012. Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia. Instituto Colombiano de Geología y Minería -INGEOMINAS-. Bogotá.
- Comino Rodrigo J., Senciales-González, J.M. 2015. Ratio LE para el ajuste de perfiles longitudinales en cursos fluviales de montaña. Aplicación a la cuenca del río Almáchar (Málaga, España). En: Cuaternario y Geomorfología (2015), 29 (3-4), 57-76. ISSN: 0214-1744. www.rediris.es/CuaternarioyGeomorfologia/.
- Correa M., Nixon A. 2012. Método para la caracterización de las formas del terreno en zonas de montaña utilizando Modelos Digitales de Elevación. Caso: Departamento del Cauca. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, Departamento de Agronomía. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-, 2010. Sistemas Morfogénicos del Territorio Colombiano. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 252 p., 2 anexos, 26 planchas en DVD.

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- y Gobernación del departamento de Cundinamarca. 2000. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca. Bogotá.
- Memoria Técnica Explicativa del mapa de geología Plancha 229-Gachalá. 2013. Servicio Geológico Colombiano -SGC-. Dirección de geología básica. Bogotá D. C.
- Memoria de la geología del cinturón esmeraldífero oriental Planchas 210, 228 Y 229. 2008. Servicio Geológico Colombiano -SGC-. Bogotá D. C.
- Memoria de la Susceptibilidad por geomorfología (Anexo B) Plancha 229-Gachalá. Servicio Geológico Colombiano -SGC-, Dirección de Geoamenazas; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-, Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Bogotá D. C.
- Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 229-Gachalá. Convenio 05 de 2010 firmado entre el Servicio Geológico Colombiano y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS-. 2018. Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia. Bogotá D. C., 86 pag.
- Robertson, kim G., Jaramillo Omar, Castiblanco Miguel A. 2013. Guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Bogotá.
- Senciales G., José M.; Comino, Jesús R.; Martínez M., Juan F.; Ruiz S. José D. 2018. Análisis de perfiles longitudinales de ríos para la detección de anomalías geomorfológicas. Aplicación a un sector de la costa septentrional del Mar de Alborán (España). En: Anales de geografía Universidad Complutense 38(1) 2018: 161-194. ISSN: 0211-9803. <http://dx.doi.org/10.5209/AGUC.60473>.
- Serrato A. Pedro K. 2007. Los cañones colombianos: una síntesis geográfica. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.
- Vargas C. Germán. 2015. Guía y catálogo de unidades geomorfológicas en Colombia por sensores remotos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Geografía. Grupo de Investigación Geotecnologías. Bogotá.
- Villota H. 2005. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación de tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.

De igual manera, se utilizaron mapas topográficos a escala 1:100.000 y cartografía temática, elaborada tanto por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) como de otros organismos de investigación:



- Mapa de Geología Plancha 229-Gachalá. 2013. Servicio Geológico Colombiano -SGC-. Escala 1:100.000. Bogotá D. C.
- Mapa de la geología del cinturón esmeraldífero oriental Planchas 210, 228 Y 229. 2008. Servicio Geológico Colombiano -SGC-. Escala 1:100.000. Bogotá D. C.
- Mapa de suelos 229. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca. 2.000. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Gobernación del departamento de Cundinamarca. Escala 1:100.000. Bogotá.

- Interpretación de sensores remotos

Una vez revisada la información secundaria disponible, se procedió a generar el mapa “fotogeomorfológico”. Este, se obtuvo a partir de la interpretación del sensor remoto proporcionado para el área de estudio. Para este caso, se utilizaron imágenes obtenidas del sobrevuelo; donde a partir de un análisis, comparación y deducción del fotointérprete, se realizó la interpretación digital supervisada; en la cual, se delimitaron tramos y polígonos de geoformas homogéneas, de acuerdo con las características espectrales del sensor remoto.

La **Tabla 10-1**, relaciona las características espectrales del sobrevuelo realizado para la interpretación del acotamiento de la ronda hídrica del caño Poblano.

Tabla 10-1. Descripción del sobrevuelo como insumo del componente geomorfológico

SENSOR (MODELO DE LA CÁMARA)	RESOLUCIÓN N CÁMARA	DISTANCIA FOCAL	TAMAÑO DEL PIXEL	NÚMERO DE IMÁGENES	ALTITUD MEDIA DE VUELO	RESOLUCIÓN N TERRENO	SUPERFICIE CUBIERTA	ESCALA	DISTANCIAS CURVAS DE NIVEL	FECHA DE TOMA
FC330 (3.61 mm)	4.000 x 3.000	3,61 mm	1,56 x 1,56 micras	738	109 m.	3,95 cm/pix	1,31 km ²	1:200	0,2 m.	25/sep t./2018

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Junto a lo anterior, la interpretación integró la topografía, las secciones transversales y el Modelo Digital del Terreno (DEM), generados para el área de estudio; además, de las observaciones realizadas en terreno, que permitieron delimitar y describir las unidades geomorfológicas asociadas a procesos morfodinámicos de un sistema fluvial (**Figura 10-1**).



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corporavivo Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

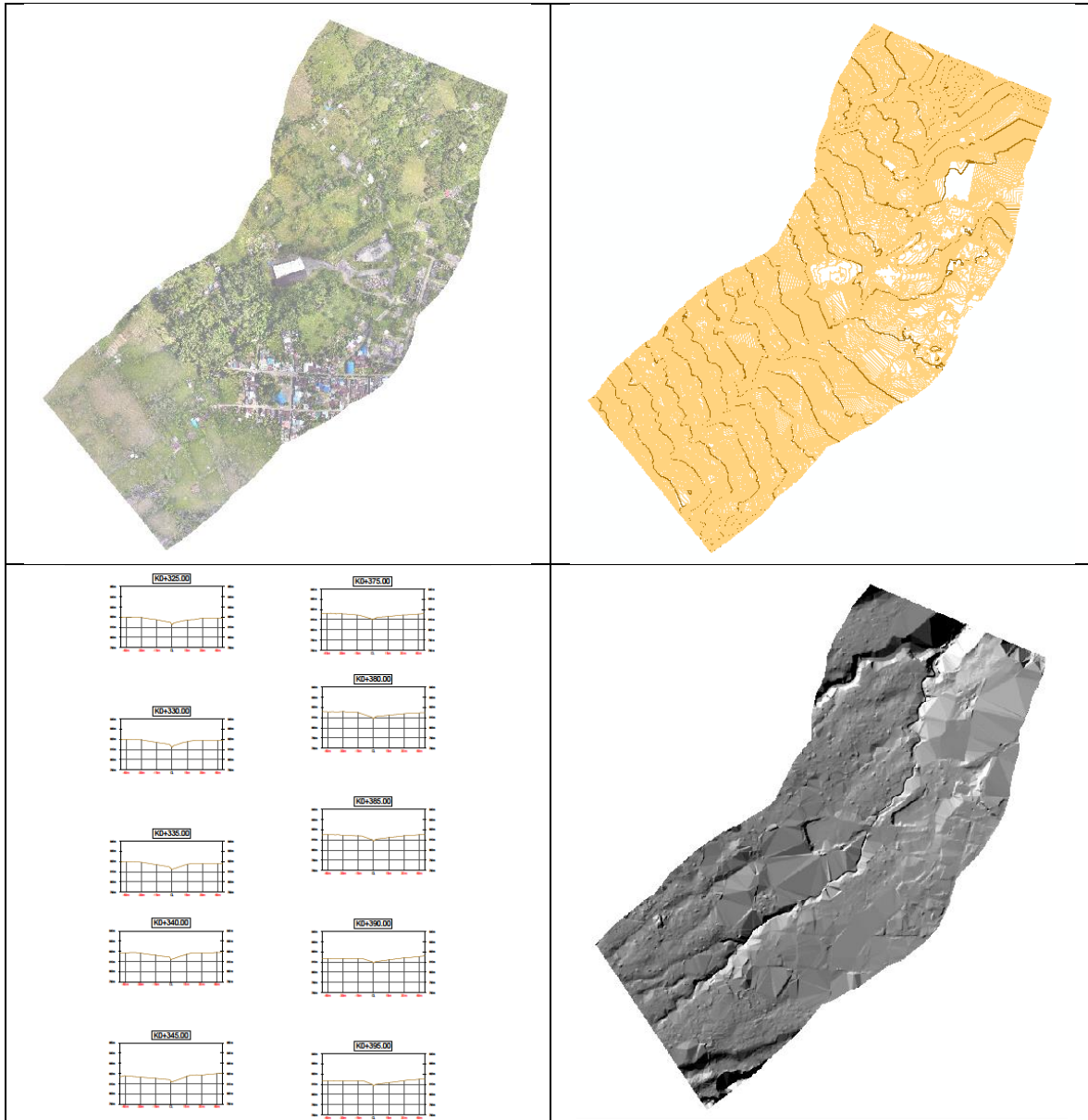


Figura 10-1. Insumos para la elaboración de la cartografía temática de geomorfológica.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

El proceso de foto-análisis, permitió identificar y delimitar todos los rasgos geomorfológicos del área de estudio, así como aquellas zonas en las cuales la ausencia de vegetación y las pendientes elevadas generaron procesos de movimientos en masa. Esta información, fue

realizada directamente sobre las imágenes, mediante una digitalización contralada utilizando el Software ArcMap 10.2.

- Interpretación de mapas topográficos

Con base en el mapa base o topográfico generado para el área de estudio, se generó el modelo de elevación digital del terreno; a partir de este, se elaboró el mapa de pendientes que junto con la fotointerpretación permitió identificar y delimitar las principales características del terreno.

Etapa de campo

Con base en el mapa preliminar y la definición de unidades “fotogeomorfológicas”, se programó el recorrido de campo y con el apoyo de las imágenes obtenidas del sobrevuelo, se ajustó la cartografía geomorfológica para el acotamiento de la ronda hídrica del caño Poblano. Se definieron las unidades y subunidades geomorfológicas; así como los procesos morfodinámicos cartografiables y todos aquellos aspectos relevantes para el ajuste del mapa temático de geomorfología.

Etapa postcampo

Una vez realizado el análisis de la información secundaria, junto con la respectiva elaboración de los mapas preliminares, obtenidos a partir de la interpretación del sobrevuelo y, el control de las estaciones de campo, se procedió al análisis, ajuste y procesamiento del mapa temático final.

Al integrar el análisis de la información secundaria, junto con la fotointerpretación del sensor remoto y el trabajo de campo, se identificaron y delimitaron las principales unidades y subunidades geomorfológicas del área de estudio. Los resultados de la interpretación geomorfológica, fueron clasificados de acuerdo al sistema de jerarquización propuesto por Carvajal (2012) (**Figura 10-2**).

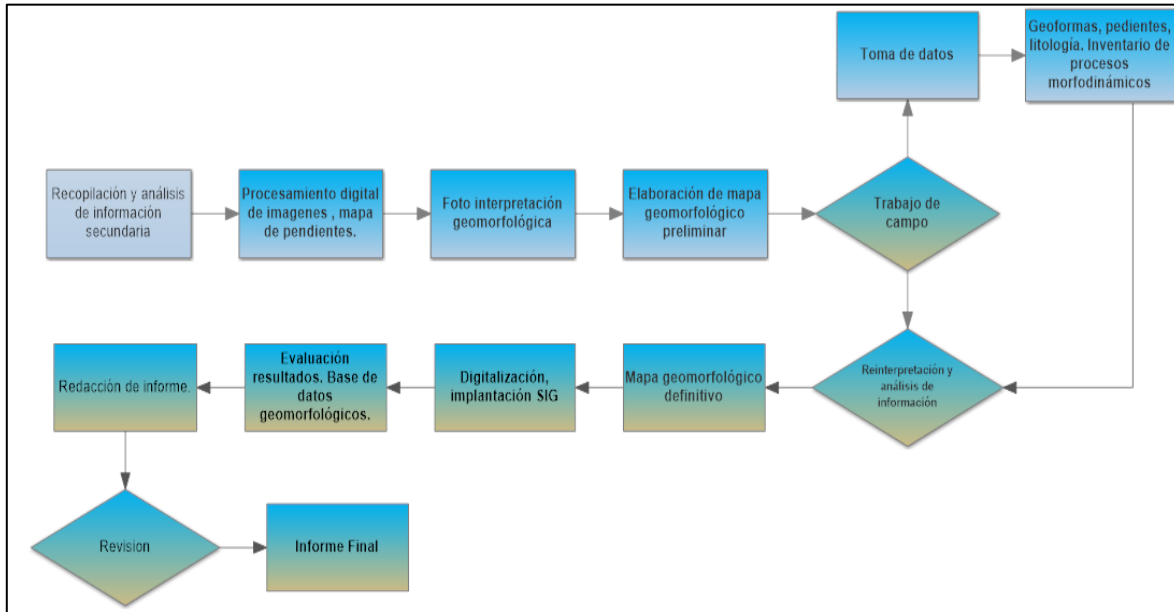


Figura 10-2. Procedimiento para la elaboración de la cartografía geomorfológica.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

A partir de lo anterior, fueron generados mapas temáticos definitivos de geomorfología con fines de acotamiento de la ronda hídrica del caño Poblano. La generación del mapa geomorfológico, permitió caracterizar el área a partir de las unidades y subunidades geomorfológicas; así como la morfoestructura (fallas, plegamientos) y la morfodinámica tanto de suelos residuales como de suelos transportados o depósitos cuaternarios.

10.1.3 Condiciones geológicas del área de estudio

Desde el nacimiento del caño Poblano hasta la desembocadura del mismo, predominan los depósitos sedimentarios recientes, acumulados posiblemente en el Holoceno (parte superior del sistema Neógeno) y que se encuentran cubriendo discordantemente a las rocas cretácicas.

Terraza y Otros (2013), los clasifica como **coluviones o depósitos de pendientes (Qc)**, que se han formado por una corriente encauzada que deposita su carga a partir del sitio donde emerge a una zona de menor pendiente y relieve no confinado.

Estos **coluviones o depósitos de pendientes (Qc)**, se caracterizan por su espesor, en profundidad; el tamaño es variable y presenta texturas heterogéneas, desde cantos muy grandes hasta partículas de arcilla, con evidencias de haber sido acumulados principalmente por procesos gravitacionales (deslizamientos, desprendimientos de roca o suelo) o por la

participación de avenidas o flujos torrenciales provenientes de la parte alta (Terraza y Otros, 2013).

El tamaño de este coluvión, constituido por materiales removidos en masa por gravedad, ha permitido la construcción de la Inspección de Policía Municipal de Mámbita.

Terraza y Otros (2008), menciona que la zona de estudio se encuentra sobre el Macizo de Quetame, el cual se encuentra fallado por la falla de Lengupá y la falla de Santa María. Esta última, corresponde a una falla de tipo inverso, con ángulo alto de buzamiento, vergencia al sureste y posiblemente presenta componente transcurrente dextral; produciendo un bloque levantado de basamento paleozoico tipo “*pop up*”. Pone en contacto rocas de la Formación Batá con rocas de la Formación Macanal generando una amplia zona de deformación donde se encuentran estratos verticalizados, inversión de capas, fracturamiento y replegamiento de la roca.

Regionalmente, la falla de Santa María se encuentra al oriente del macizo; está orientada suroeste-noreste; y, afecta las rocas que conforman el basamento paleozoico sobre el cual se acumularon las rocas del Cretáceo, las cuales circundan al macizo de Quetame (estructura responsable del levantamiento de esta porción del macizo) que hacen parte del sistema de fallas del piedemonte llanero.

Terraza y Otros (2013), complementan la descripción, estableciendo que la falla de Santa María corresponde a un sistema compresivo en donde se observan efectos de compresión oblicua (tranpresivos) y posiblemente presenta componente transcurrente dextral.

La **Figura 10-3**, muestra de manera regional la distribución espacial de las unidades estratigráficas que hacen parte del área de estudio.

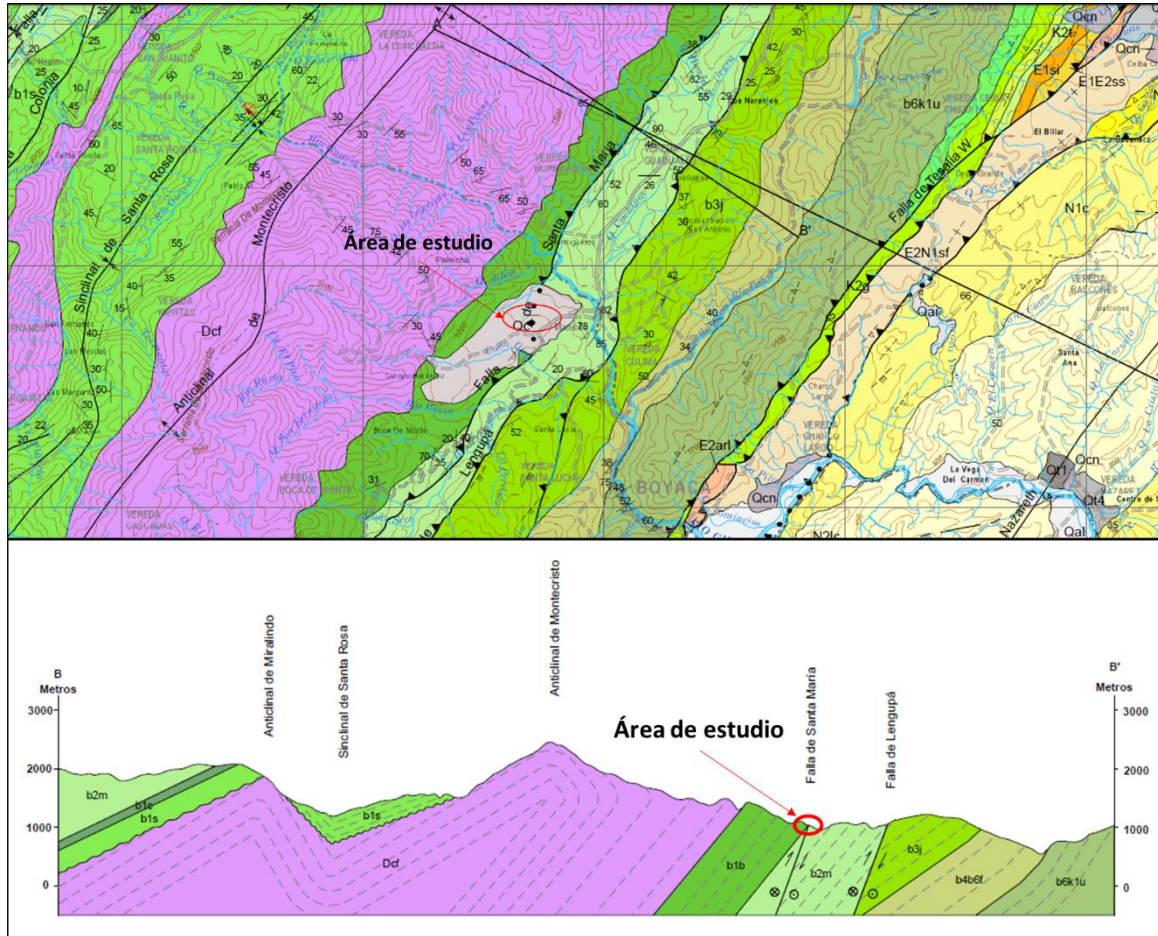


Figura 10-3. Geología regional del área de interés.

Fuente: Terraza Roberto, Torres J. Eliana y Otros. 2013. Geología de la plancha 229 Gachalá. Escala 1:100.000. Servicio Geológico Colombiano -SGC-. Bogotá D. C.

Finalmente, es importante mencionar que la falla inversa de Santa María, al entrar en contacto con el **coluvión o depósito de pendiente (Qc)**, cambia su dirección (de sentido sur hacia sentido norte), pasando por el casco urbano de la población de Mámbita.

La **Figura 10-4**, muestra a partir de Google Earth la delimitación tanto del coluvión como de la falla de Santa María que hacen parte del área de estudio.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoaguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



Figura 10-4. Delimitación tanto del coluvión como de la falla de Santa María sobre el área de interés.

Fuente: Google Earth. Image © 2018 CNES / Airbus; ©2018 Google / Image Landsat / Copernicus.

10.1.4 Condiciones geomorfológicas del área de estudio

El área de estudio, se localiza sobre la vertiente oriental de la Cordillera Oriental; morfológicamente, se encuentra sobre el área montañosa con pendientes superiores al 25% y relieve fuertemente quebrado a fuertemente escarpado; las laderas son largas, rectilíneas y ligeramente convexas en su mayoría, terminadas en cimas estrechas y agudas. La máxima altura, se encuentra hacia el occidente del área de estudio, en la Serranía de Montecristo con 2.600 m. s. n. m. y la altura mínima es de 747 m. s. n. m. en la desembocadura del caño Poblano con la quebrada Mochilero.

El drenaje es paralelo, de densidad media, con desarrollo de valles juveniles. Los caños, quebradas y ríos que drenan, pertenecen a la cuenca hidrográfica del río Meta.

Evolución geomorfológica

Flórez (2003), menciona que durante el Terciario inferior, los relieves emergidos correspondían con partes del escudo guayanés, parte de los macizos del terreno Chibcha y del Tahamí y parte de la protocordillera Occidental. Lo demás continuaba cubierto por el mar, lo que implicó una cobertura sedimentaria del Terciario medio en la Orinoquia-

Amazonia, parte de la protocordillera Oriental y las depresiones del Magdalena-Cesar, Cauca-Patía y Atrato-San Juan-Tumaco y el sector noroccidental de Córdoba, Cesar, Atlántico, Magdalena y parte de la Guajira.

Este mismo autor, alude que el levantamiento andino está, desde luego, asociado con los eventos acrecionales de los terrenos por el occidente, eventos resultantes de la colisión entre placas (Nazca y Suramericana y en menor medida la del Caribe) con compresiones que repercutían en todo el sistema andino.

Al final del Cretáceo (Senomaniano), los Andes experimentaron movimientos epirogénicos amplios. En el contacto Cretáceo-Terciario (Maestrichtiano), por el contrario, hubo una fase transgresiva, lo que generó una cobertura sedimentaria marina más o menos continua sobre la región andina. Posteriormente, al final del Maestrichtiano hubo un leve levantamiento y emergieron ligeramente los relieves cordilleranos, pero las áreas laterales e interandinas seguían cubiertas por el mar. Seguidamente, al inicio del Terciario (Paleoceno) ocurrió una fase compresiva con levantamiento leve especialmente en la cordillera Oriental y con una consecuente regresión marina, excepto en las partes bajas (Flórez, 2003).

Se puede decir que, por compresión, la cordillera Oriental cabalgó hacia el occidente sobre la depresión del Magdalena, y que la cordillera Central hizo lo propio hacia el oriente.

Flórez (2003), menciona que esta fase de extensión permitió la cobertura sedimentaria del centro de la Cordillera Oriental causó una flexión con depresión del borde occidental del escudo guayanés. Esto favoreció la sedimentación cretácea y terciaria en la cuenca de los Llanos y Caquetá-Putumayo.

Por lo tanto, desde el punto de vista orogénico, las consecuencias son variadas y van desde los resultados puramente estructurales (relieves), hasta los cambios bioclimáticos y a la generación de un potencial hidrogravitatorio, que modelarían el relieve.

Las cordilleras fueron los bloques más levantados en la orogenia, pero las depresiones laterales e interandinas también fueron levantadas, sólo que en menor proporción; en general, hasta menos de 700 m. Esto implicó una regresión marina y la instalación en ellas de sistemas aluviales (ríos, ciénagas, pantanos) donde antes existían mares interiores (Cauca-Patía, Magdalena-Cesar, Atrato-San Juan) y en las depresiones laterales (llanuras costeras y Orinoquia-Amazonia). Todos estos espacios depresionales se convirtieron en áreas inundables en relación con los sistemas fluviales y receptores de sedimentos, en oposición a las cordilleras.

Flórez (2003), menciona que un hecho especialmente importante en las cordilleras Oriental y Centro-Occidental fue la formación en la parte media (arriba de 2.000 m) de depresiones amplias con origen en amplios pliegues o en cuencas de tracción y que fueron ocupados por lagos durante el levantamiento o parte de él y que formaron los altiplanos.

IDEAM (2010), describe que la orientación N-NE y NE de las divisorias se relaciona con la dirección de los ejes de plegamiento de las rocas sedimentarias. Así, las divisorias corresponden, en general, con crestas de sinclinales o anticlinales y los ríos se alojan en las formas de relieve depresionales como fondos de sinclinales, combas (anticlinales erodados) y en algunos casos a lo largo de líneas de falla, que pueden coincidir con los anteriores.

La **Figura 10-5**, muestra de manera idealizada el control estructural, que condiciona en gran medida la circulación del agua, la pendiente, la ocurrencia de las formaciones superficiales y los procesos morfogénicos.

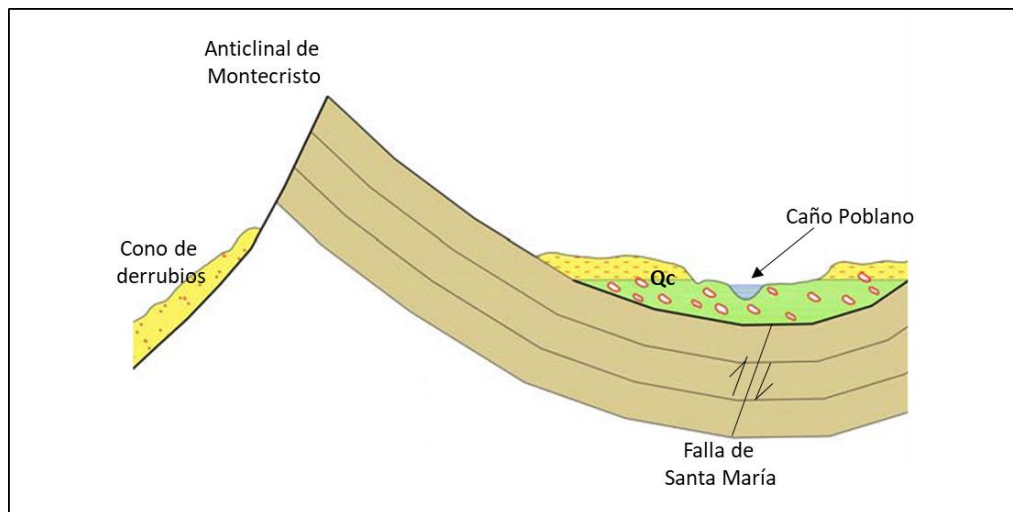


Figura 10-5. Modelo idealizado de los procesos morfogenéticos que hacen parte del área de estudio.

Fuente: Tomado y adaptado de IDEAM (2010)

10.1.5 Morfología del canal hidráulico

Con base en lo mencionado, uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta de un río es la pendiente del cauce principal.

Comino y Senciales (2015), mencionan que la red fluvial se articula en forma de esqueleto a través del paisaje que observamos. Sus marcas en el territorio plasman los principales cambios inducidos por la actividad tectónica, la variabilidad climática y la actividad del ser humano durante el holoceno. Estas sucesiones e inestabilidades, son el resultado de la competencia entre fuerzas de diferente intensidad y procedencia, que están en continua evolución.

Este mismo autor, aclara que el análisis de las marcas concretas de tipo geomorfológico de la superficie de la tierra podría servir para cuantificar procesos y obtener conclusiones sobre la evolución de los ríos y su actual recorrido. Entender estos cambios generados sobre las laderas a lo largo de un perfil longitudinal, podría mostrar con precisión áreas de acumulación o aceleraciones provocadas por las variaciones de la pendiente, los cambios litológicos o estructurales y, por consiguiente, la evolución del paisaje percibido. Sin duda, una herramienta poderosa e interesante desde el punto de vista del conocimiento científico. Finalmente, Senciales y Otros (2018), describen que los perfiles longitudinales ayudan a caracterizar, cuantificar y obtener conclusiones válidas sobre la evolución de los sistemas fluviales.

Por lo tanto y de acuerdo con MADS (2018), las unidades morfológicas representan la manifestación física del efecto combinado de los caudales líquidos y el transporte de sedimentos, influenciados por factores que actúan a escala de tramo y mayores. Por lo anterior, los tramos del mismo tipo morfológico usualmente contienen arreglos de unidades morfológicas similares. Al desplazarse en el sentido del flujo a lo largo de un río, se puede observar la presencia de diferentes unidades morfológicas, como consecuencia de cambios en las condiciones de frontera, como las características del valle, la pendiente longitudinal del cauce, las magnitudes de caudal, el tamaño de los sedimentos, etc. Es así, como en las partes altas de la cuenca, en las que predominan las altas pendientes, predominan unidades de tipo erosivo, como caídas y escalones rocosos; por su parte, en las partes bajas usualmente predominan unidades de depósito como barras e islas.

Las unidades morfológicas, son los componentes fundamentales de cada tramo de río y corresponden a áreas del río con morfologías relativamente uniformes, generadas por la erosión o depósito de sedimentos o por lechos rocosos (e.g., cascadas, escalón-pozo, pozo-cruce, etc.).

La **Figura 10-6**, muestra la distribución de cada uno de los tramos con arreglos similares en que se subdividió el perfil longitudinal obtenido del caño Poblano.



REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.

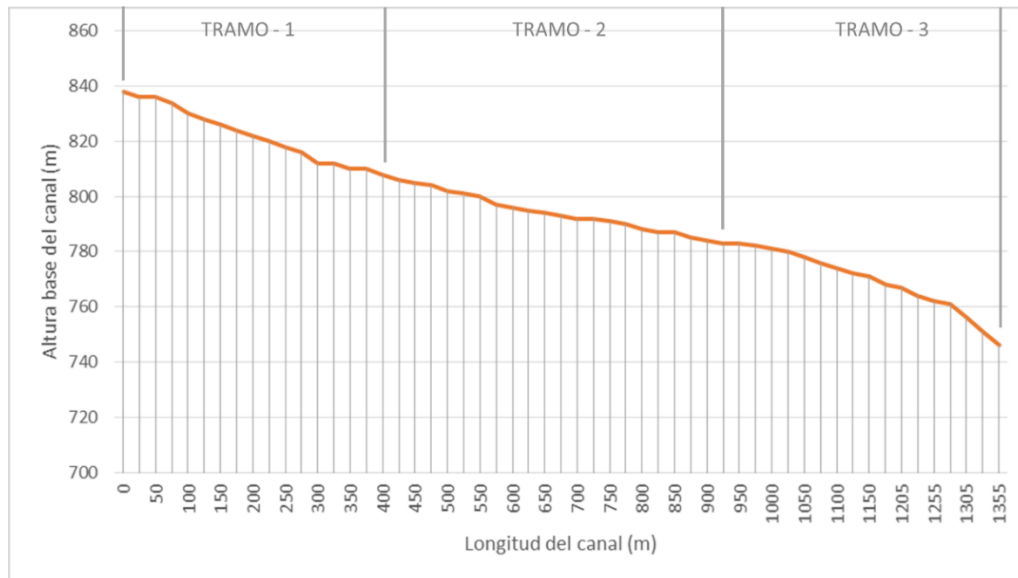


Figura 10-6. Subdivisión homogénea del perfil longitudinal del caño Poblano.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

De igual manera, la Figura 10-7 muestra el arreglo espacial de cada uno de los tramos propuestos para el caño Poblano.

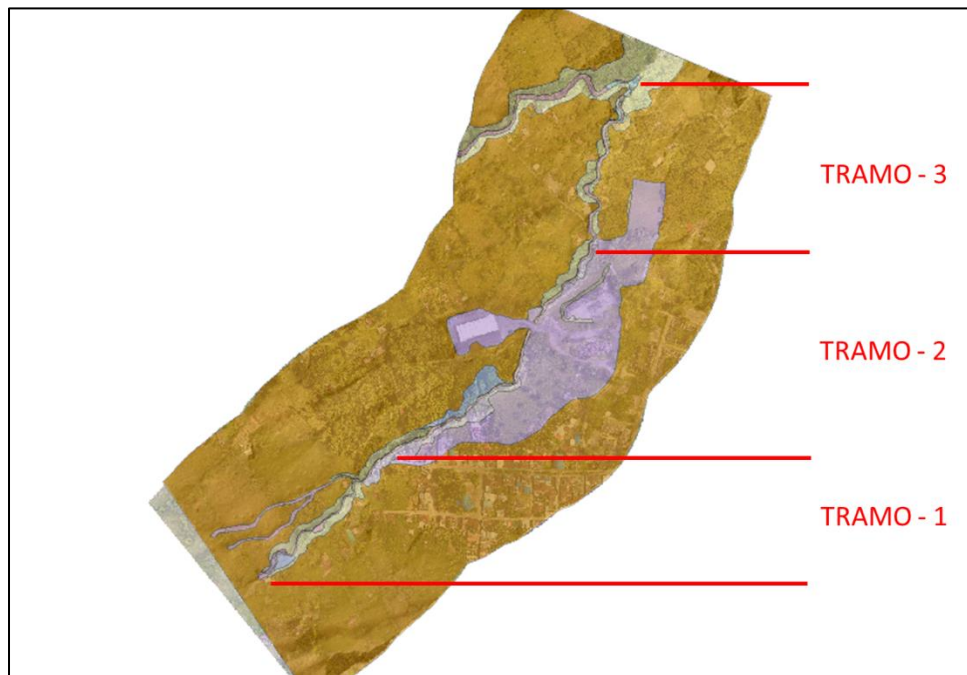


Figura 10-7. Distribución espacial de los tramos homogéneos del caño Poblano.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



La **Tabla 10-2**, describe cada uno de los tramos homogéneos, en que se subdividió el perfil longitudinal.

Tabla 10-2. Tramos homogéneos de las unidades morfológicas obtenidos del perfil longitudinal para el caño Poblano.

TRAMO	LONGITUD	COTA APROXIMADA (msnm)	PENDIENTE MEDIA	COBERTURA VEGETAL	UNIDADES MORFOLÓGICAS	PROCESOS MORFODINÁMICOS
1	K0+000 - K0+400	838 – 808	7,5%	Pastos y árboles aislados	DDPel, DDPTc, FVAbs, FVApt, FVAtt, FVAvd,	Erosión activa, Terraceo o pate vaca
2	K0+400 - K0+925	808 – 783	4,8%	Bosque ripario y pastos	FVAbs, FVApt, FVAtt, FVAvd,	Erosión activa
3	K0+925 – K1+355	783 – 746	8,6%	Bosque ripario y pastos	DDPel, DDPTc, FVAda, FVAvd,	Erosión activa

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Jerarquización geomorfológica

Como ya se mencionó, para la realización sistemática del levantamiento y jerarquización geomorfológica, se tuvo en cuenta la metodología y nomenclatura planteada en la “Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia”, publicada por el Servicio Geológico Colombiano en el año 2012.

Dependiendo de la escala de trabajo, la definición de las categorías geomorfológicas, permite el análisis sistemático de la evolución geomorfológica de la cuenca. Esta concepción, es igualmente necesaria con el fin de enfocar el pensamiento, hacia el análisis de las geoformas de manera sistémica y coherente, con las operaciones funcionales de almacenamiento, consulta, análisis, generación y generalización de información cartográfica de los Sistemas de Información Geográfica -SIG- (Carvajal, 2012).

Para definir las diferentes unidades geomorfológicas, fue necesario clasificar y definir a cada unidad de acuerdo a características homogéneas, tales como relieve, litología y ambientes morfogenéticos. El resultado fue un mapa geomorfológico en el cual se pueden apreciar los diferentes ambientes geomorfológicos que dan lugar a las diferentes unidades geomorfológicas; para diferenciar entre los dos ambientes morfogenéticos se utilizaron los colores propuestos por Carvajal (2012).



La **Figura 10-8**, muestra los rangos de jerarquización geomorfológica, planteados de mayor a menor escala dependiendo del nivel o grado de detalle del estudio.

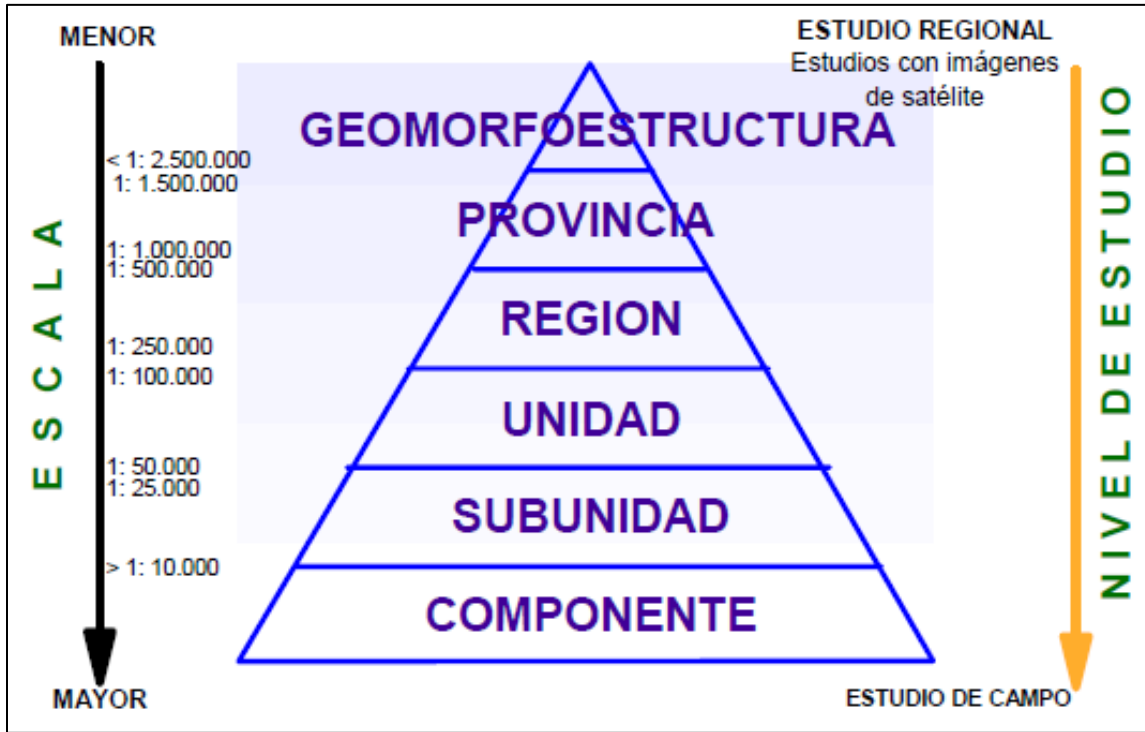


Figura 10-8. Esquema de jerarquización geomorfológica adoptado para el acotamiento de la ronda hídrica del caño Poblano.

Fuente: Carvajal (2012)

Geomorfoestructura

Se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intra continentales caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y posiblemente metamorfismo o intrusión ígnea. Puntualmente, para el área de estudio del caño Poblano, se encuentra incluida dentro del Sistema Orogénico Andino.

Provincia geomorfológica

Corresponde a un conjunto de regiones con geformas parecidas y definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. Localmente se relacionan con las regiones naturales y con los terrenos geológicos de Colombia los cuales están delimitados por el trazo de megafacturas y suturas definidas o inferidas (Carvajal, 2012).

El área de estudio, se encuentra incluida dentro de la Provincia Geomofológica de la Cordillera Oriental.

Región geomorfológica (Ambiente morfogenético)

Es la agrupación de geofomas relacionadas genética y geográficamente. Están definidas por los ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos geomórficos parecidos. El ambiente morfogenético, hace alusión a las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas bajo las cuales se generaron las geofomas (Carvajal, 2012).

Según este mismo autor, se determina con base en la interpretación de los procesos geomorfológicos registrados (origen tanto endógeno como exógeno), que dieron lugar a la formación, evolución y modificación de las mismas.

De manera general, los ambientes morfogenéticos se agrupan de la siguiente manera: Denudacional: D; Fluvial y lagunar: F; Estructural: S; Glacial: G; Volcánico: V; Kárstico: K; Marino y costero: M; Eólico: E; Antropogénico: A.

Para el acotamiento de la ronda hídrica del caño Poblano, se determinaron dos (2) ambientes morfogenéticos:

- Ambiente denudacional (D):

Determinado por la actividad de los procesos erosivos hídricos y pluviales, y principalmente producto de procesos de meteorización, erosión y remoción en masa, sobre geofomas pre existentes; para este caso comprende el **coluvión o depósitos de pendientes (Qc)**.

- Ambiente fluvial (F):

Corresponde a las geofomas generadas por procesos (erosión – sedimentación), generadas por corrientes de agua tales como caños, arroyos, ríos, lagos o lagunas.

Unidad, subunidad y componente o elemento geomorfológico

Esta categoría, se propone como la unidad básica de la cartografía geomorfológica. El término unidad geomorfológica, se define como una geofoma individual genéticamente homogénea; mientras que la subunidad, es una subdivisión de la unidad geomorfológica. Esta última, se encuentra determinada fundamentalmente por los contrastes morfológicos y morfométricos, que relacionan el tipo de material o la disposición estructural de éstos con la correspondiente topografía del terreno.

Por último, el componente o elemento geomorfológico, está establecido por los rasgos del relieve (escarpes naturales o antrópicos, relieves internos de laderas o flancos, crestas,



formas del valle), definidos en sitios puntuales y determinados por la morfometría detallada del terreno en una subunidad geomorfológica.

Carvajal (2012), presenta una limitación en las unidades geomorfológicas transicionales o en aquellos depósitos que se encuentran controlados por agentes diferentes a los ríos, tales como los depósitos hidrogravitacionales o coluviones, este tipo de geoformas no tienen una nomenclatura establecida; sin embargo, en la cartografía temática de geomorfología, estos depósitos son representados en color gris al igual que la nomenclatura geológica utilizada para el Cuaternario.

La notación cartográfica sigue la metodología propuesta por Carvajal (2012); en la cual, se le asignan colores específicos a las geoformas dependiendo del ambiente morfogenético del cual proviene; seguidamente, la unidad es nombrada con abreviaturas de hasta 5 caracteres que identifican tanto la unidad como la subunidad geomorfológica; la primera letra corresponde al ambiente morfogenético y las otras letras especifican las características de las geoformas.

Con base en lo descrito, la **Tabla 10-3** muestra la jerarquización realizada a partir tanto de la interpretación de los sensores remotos como del reconocimiento de campo, para el acotamiento de la ronda hídrica del caño Poblano.

Tabla 10-3. Jerarquización geomorfológica para el acotamiento de la ronda hídrica del caño Poblano.

GEOMORFO ESTRUCTURA	PROVINCIA GEOMORFOLÓGICA	REGIÓN GEOMORFOLÓGICA (AMBIENTE MORFOGENÉTICO)	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	COMPONENTE	FORMA	DESCRIPCIÓN	ÁREA		SÍMBOLO
								HECTÁ-REA	PORCEN-TAJE	
Sistema Orogénico Andino	Cordillera Oriental	Formas de origen denudacional (D)	Depósitos de pendiente (DDP)	Ladera coluvial	Terracetas o pate de vaca	Convexa	Superficie inclinada que une los puntos de mayor altitud o cota con las zonas situadas a nivel inferior; forma una vertiente con pendientes suaves y compuesta por material proveniente del desprendimiento de las laderas adyacentes; por acción de la gravedad, el material litológico del depósito de pendiente se encuentra hasta la base de la ladera.	55,17	79,94	DDP _{lc}
				Talud coluvial	Erosión	Convexa-Cóncava	Terrano inclinado; formado al final de la ladera coluvial. Debido a la acción tanto de la gravedad como de los empujes internos que se generan al interior del talud, el material queda expuesto a los factores que provocan la erosión.	3,53	5,11	DDP _{tc}
				Escarpe de ladera	Corona	Convexa	Talud de fuerte pendiente más pronunciado que sus vecinas, de modo que constituye un cambio de	0,21	0,30	DDP _{el}



GEOMORFO ESTRUCTURA	PROVINCIA GEOMORFOLÓGICA	REGIÓN GEOMORFOLÓGICA (AMBIENTE MORFOGENÉTICO)	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	COMPONENTE	FORMA	DESCRIPCIÓN	ÁREA		SÍMBOLO
								HECTÁ-REA	PORCEN-TAJE	
							pendiente entre la ladera y la base del mismo.			
		Formas de origen fluvial (F)	Valle aluvial (FVA)	Cauce aluvial	Lámina de agua	Cóncava	Lugar por el que discurre el agua de un caño, arroyo o río.	0,36	0,52	FVAQc
				Vega de divagación	Lecho mayor	Cóncava	Área por donde la lámina de agua de un caño, arroyo o río que puede regar; en algunos casos, coincide con el fondo del valle o llanura de inundación o aluvial.	1,22	1,77	FVAvd
				Depósito aluvial	Material de arrastre	Convexa	Área de acumulación o resultante de la deposición de material de arcillas, limos, arenas o cantos, que han sido transportados y depositados por el caudal del caño, arroyo o río.	0,09	0,13	FVAda
				Bajo	Zurales	Cóncava	Forma deprimida o depresión cóncava, cerrada en todo su contorno, hacia cuyo fondo concurren todas las pendientes del área perimetral. En él, se depositan los sedimentos transportado por el caño, arroyo o río. Por lo general, se encuentran inmediatamente después de un dique natural y antes de una terraza de origen aluvial.	0,46	0,67	FVAbs
				Talud de terraza	Desplomes	Convexa-Cóncava	Terrazo inclinado; formado al final del plano de terraza. La cara del talud queda expuesto y este es sometido a procesos erosivos.	0,75	1,08	FVAtt
				Plano de terraza	Terracetos o pate de vaca	Convexa	Superficie plana, dispuesta a modo de escalón. Finaliza una vez inicia el talud de terraza.	7,32	10,60	FVApt

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

La Figura 10-9, muestra la distribución espacial de la unidades y subunidades geomorfológicas que hacen parte del área de estudio.

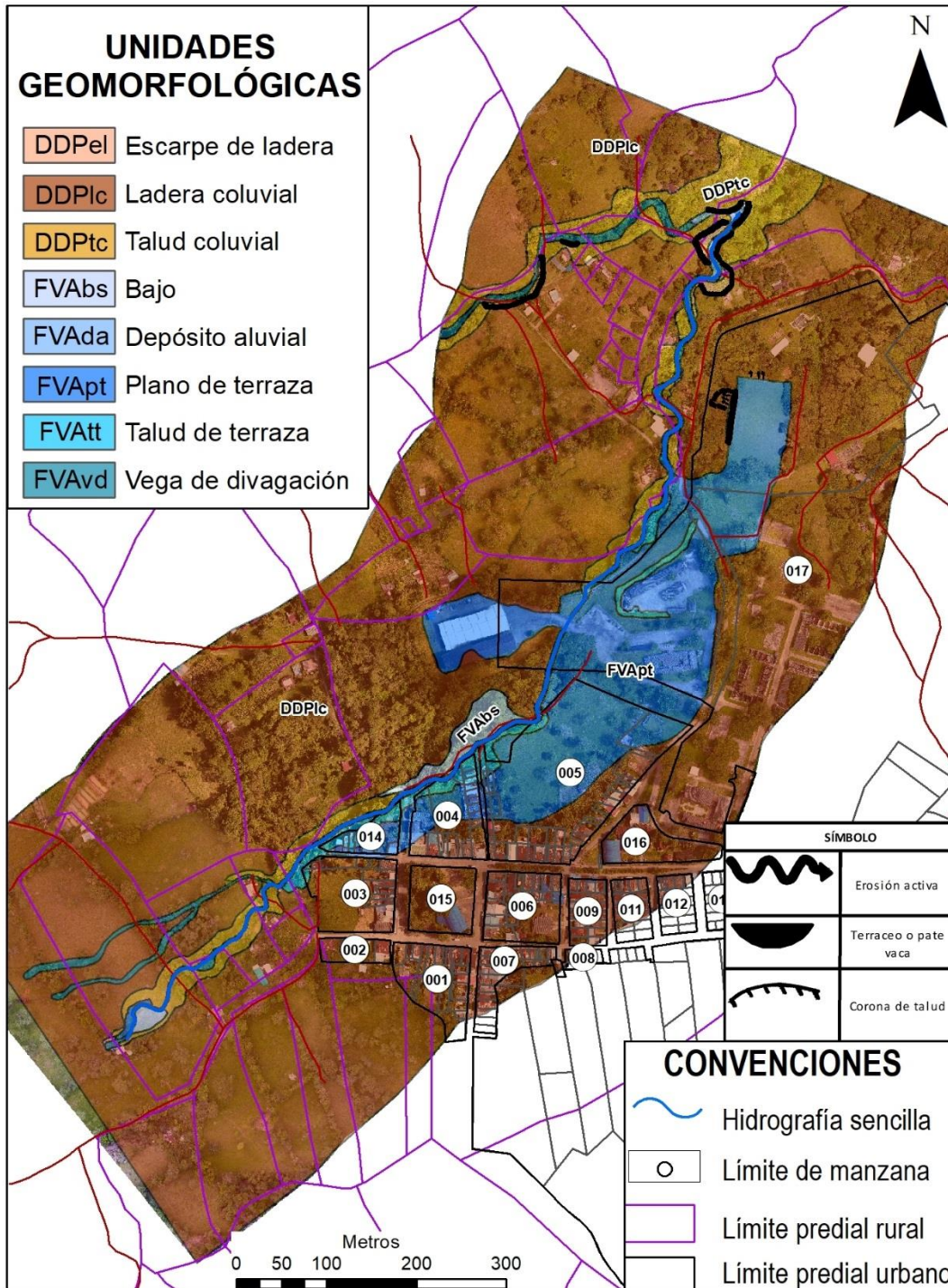


Figura 10-9. Representación esquemática de la geomorfología al interior del área de interés.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

De igual manera, para mayor detalle el Mapa esquemático de la geomorfología relacionado en el **Anexo 4. Cartografía**, muestra la distribución espacial de cada una de las unidades geomorfológicas que se encuentran al interior del área de estudio.

A continuación, se describe cada una de las unidades y subunidad geomorfológicas, incluyendo al interior de cada una de estas, el componente geomorfológico. La descripción, se realiza de acuerdo con el orden descrito en la leyenda del componente de geomorfología y con la distribución uniforme de las unidades morfológicas, señaladas en cada uno de los tramos de la **Figura 10-7**.

- Depósitos de pendiente (DDP)

Esta unidad, es el resultado del efecto de la gravedad sobre aquellos depósitos no consolidados hasta un determinado nivel de estabilización (procesos de remoción en masa - deslizamientos, desprendimientos de roca o suelo-, posiblemente con la participación también de avenidas o flujos torrenciales provenientes de las cabeceras de los drenajes); el material litológico del depósito corresponde a texturas muy heterogéneas, donde la presencia de bloques y cantos de areniscas procedentes de los sitios más altos están embebidos en una matriz areno arcillosa-limosa; la pendiente del depósito, se extiende hasta la base de la ladera (base de escarpes); y el drenaje es de tipo paralelo.

Dentro de esta unidad geomorfológica, se presentan las siguientes subunidades:

Ladera coluvial (DDPlc): Geoformas de origen denudacional, con pendiente convexa y suave; la pendiente aumenta hacia la parte terminal de la ladera; en general, oscila entre 0 y 20% (0-10°) aproximadamente. Predominan los depósitos continentales coluviales y las acumulaciones forzadas, las cuales están relacionadas con el repentino cambio de los perfiles longitudinales. Litológicamente, está compuesta por depósitos de texturas gruesas a finas. El drenaje es de tipo paralelo; donde, el escurrimiento y la infiltración de las aguas provenientes de la precipitación pluvial y que caen sobre estas, son las encargadas de la recarga hídrica.

La **Figura 10-10**, muestra la ladera coluvial (DDPlc) que hace parte del área de estudio.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoaguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



Figura 10-10. Ladera coluvial (DDPlc), municipio de Mámbita, vereda Campo Hermoso.

Coordenadas: 1'082.715,57 mE, 1'018.336,89 mN.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Con base en lo mencionado y en lo que se aprecia en la **Figura 10-10**, la ladera coluvial, en la parte alta de la zona de estudio, presenta deformaciones leves del terreno (Terracetos o pate vaca). Este tipo de flujo, se presenta debido a que sobre ella, actúan agentes externos, tales como: la gravedad, el agua del suelo (precipitación pluvial y escurrimiento difuso) y una presión externa de carácter antrópico (sobre pastoreo). La combinación de estas fuerzas, hacen que, desde el punto de vista geo-mecánico, la ladera trabaje en estado plástico.

Talud coluvial (DDPtc): Corresponde a una superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos preferentes (estratos, foliación, entre otros) a favor de la pendiente del terreno.

Esta geoforma, no está asociada a ninguna estructura de tipo regional (anticlinal, sinclinal, monoclinal, entre otros); por lo que se desarrolla sobre un ambiente denudacional; por lo general, la forma del talud es rectilínea y de forma convexa- cóncava.

El talud coluvial, presenta un ángulo natural de reposo, aquel en el cual el material se encuentra en equilibrio. Dicho ángulo, depende de la composición del talud, del contenido de humedad y de la granulometría de los sedimentos que la forman.

La **Figura 10-11**, muestra el talud coluvial (DDPtc) que hacen parte del área de estudio.

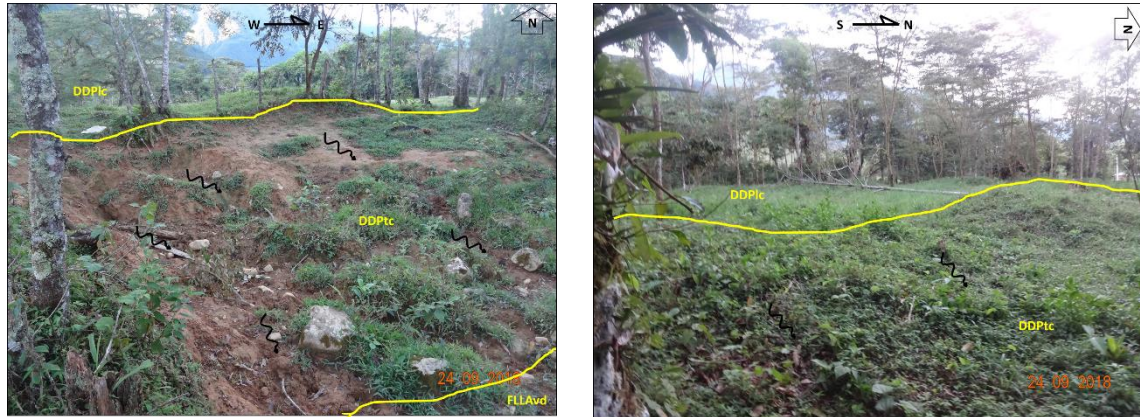


Figura 10-11. Talud coluvial (DDPtc), municipio de Mámbita, vereda Campo Hermoso.

Coordenadas: 1'082.755,58 mE, 1'018.393,78 mN.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Aunque las pendientes de los taludes coluviales no son tan pronunciadas, los agentes externos (sobre pastoreo) han generado procesos erosivos que repercuten en la estabilidad de los mismos.

Escarpe de ladera (DDPel): Corresponde al talud vertical a subvertical o escalonado; la altura es irregular y se encuentran conformados por bloques y cantos de areniscas embebidos en una matriz areno arcillosa-limosa.

Debido a la conformación del depósito de pendiente (DDP), la parte distal del coluvión (Qc) presenta una pendiente con mayor grado de inclinación; se estima, que esta parte de la geoforma, se encuentra bajo la acción del control estructural de la falla de Lengua o de alguna falla cubierta no identificada y cartografiada oficialmente.

Es importante mencionar, que estos escarpes de ladera no han sido erosionados o excavados por acción del ambiente aluvial. Los desplomes o deslizamientos de material, se dan por acción de la gravedad y recarga del contenido de humedad sobre esta parte del escarpe.

La **Figura 10-12**, muestra los escarpes de ladera (DDPel) que hacen parte del área de estudio.

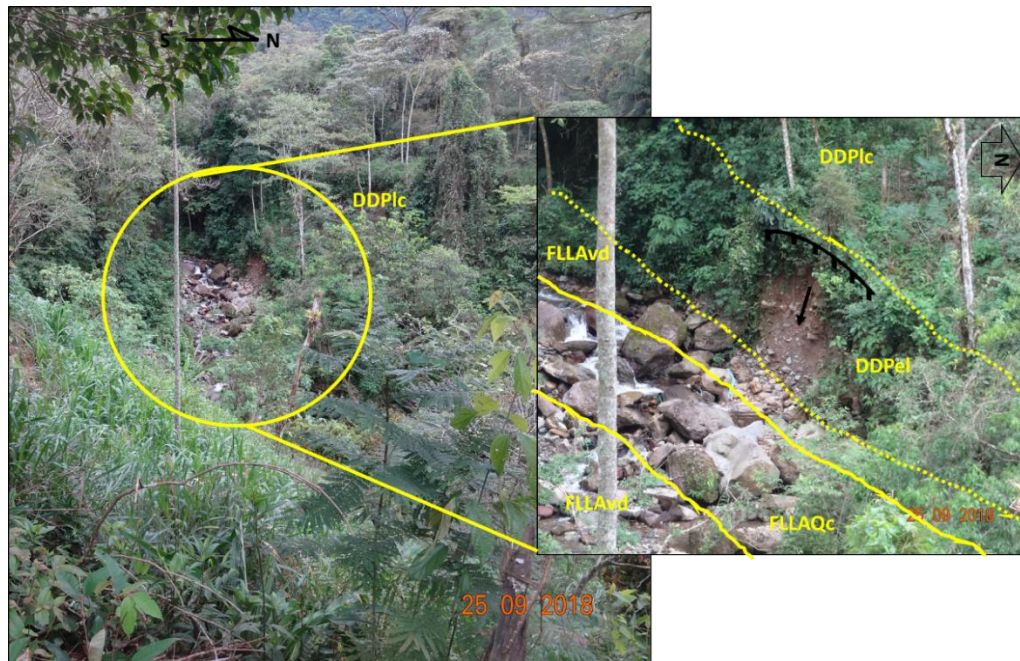


Figura 10-12. Escarpes de ladera (DDPel), municipio de Mámbita, vereda Mámbita Centro. Coordenadas: 1'083.433,45 mE, 1'019.276,24 mN.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

- Valle aluvial (FVA)

Las geoformas asociadas al valle aluvial, están originadas por el efecto erosivo y acumulativo de las corrientes de los ríos y la sedimentación de materiales en cuencas restringidas respectivamente. Por lo tanto, las geoformas asociadas se encuentran definidas y particularmente asociadas a la acumulación de sedimentos del curso de agua del caño Poblano.

Al interior de esta unidad geomorfológica, se presentan las siguientes subunidades:

Cauce aluvial (FVAQc): Corresponde a la porción alargada, relativamente plana y que tiene como eje a un curso de agua activo. Por lo general, se restringe a la superficie sobre la que fluye la corriente de agua y se encuentra influenciada por los aportes longitudinales de sedimentos acarreados por el caño Poblano. Dependiendo de la dinámica fluvial de este, se desarrollan depósitos aluviales, diques naturales o albardones, terrazas, entre otros.

La **Figura 10-13**, muestra el cauce aluvial (FVAQc) que hace parte del área de estudio.

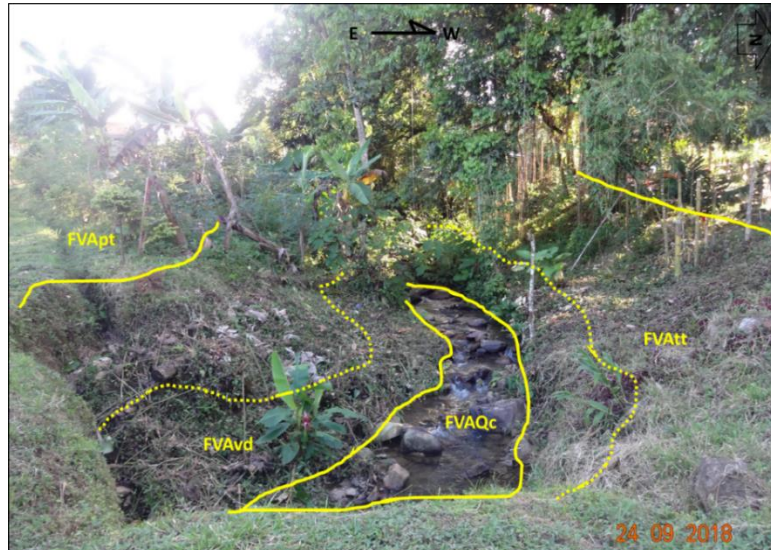


Figura 10-13. Cauce aluvial (FVAQc) municipio de Mámbita, vereda Mámbita Centro.
Coordenadas: 1'083.079 mE, 1'018.676,75 mN.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Vega de divagación (FVAvd): Geoforma de edad subactual a actual, susceptible a inundaciones periódicas u ocasionales. Villota (2005), menciona que, dependiendo del tipo de cauce, se pueden encontrar las siguientes geoformas: diques naturales, napa de desborde, basín, brazo deltaico y delta de explayamiento, cauce abandonado y brazo menor; orillares meandro abandonado (con agua o colmatados), islotes y playones y algunas sobrevegas.

La **Figura 10-14**, muestra la vega de divagación (FVAvd) que hace parte del área de estudio.

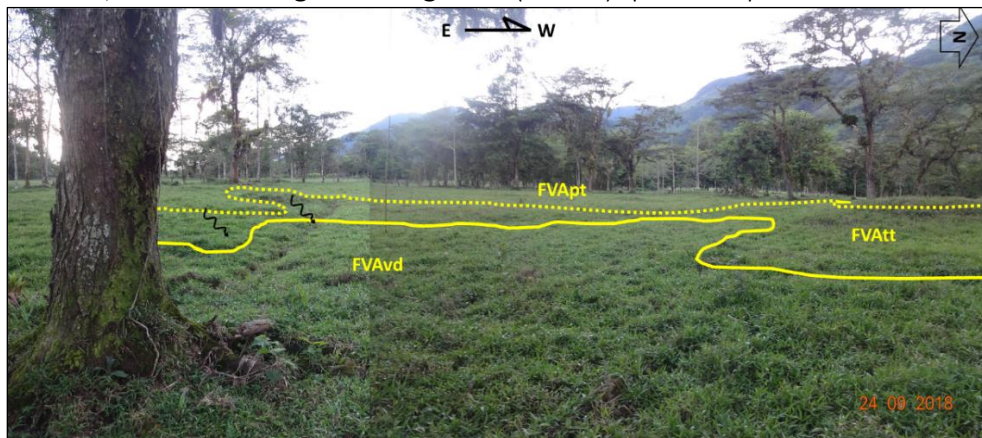


Figura 10-14. Vega de divagación (FVAvd), municipio de Mámbita, vereda Campo Hermoso.
Coordenadas: 1'082.776,02 mE, 1'018.414,97 mN.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corporavivo Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



Depósito aluvial (FVA_{da}): Corresponde a la carga de sedimentos depositados, producto del trabajo denudacional de las corrientes, los cuales provienen de desprendimientos del propio lecho del río, depósitos retrabajados de terrazas y planos inundables, detritos producidos por acción glacial y derrubios y material vegetal producidos por la erosión y remoción gravitacional de las bancas u orillas del cauce (Villota, 2005).

La **Figura 10-15**, muestra los depósitos aluviales (FVA_{da}) que hacen parte del área de estudio.

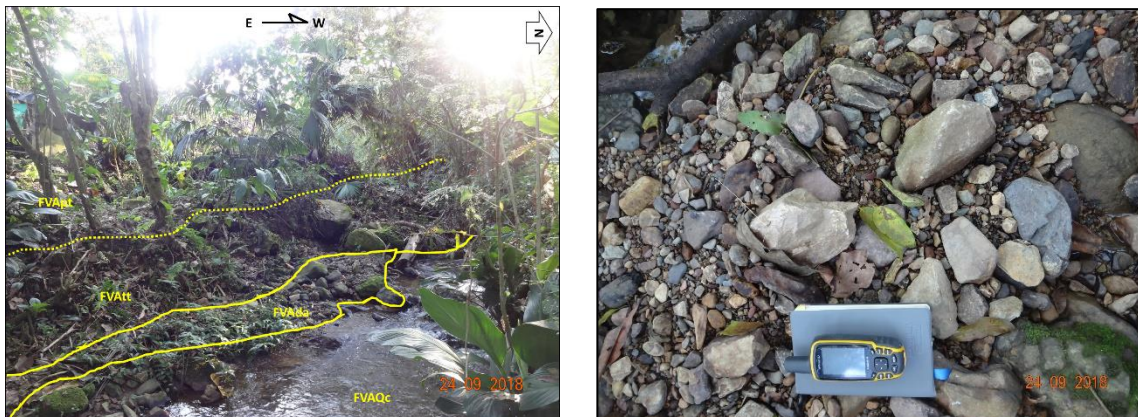


Figura 10-15. Depósito aluvial (FVA_{da}), municipio de Mámbita, vereda Mámbita Centro.

Coordenadas: 1'083.070,66 mE, 1'018.668,17 mN.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Para este caso, el depósito presenta materiales de tamaños variables (cantos, grava, arena) con evidencias de haber sido transportados y acumulados principalmente por procesos aluviales.

Bajos (FVA_{bs}): Corresponde a la forma deprimida, generalmente cerrada en todo su contorno, hacia cuyo fondo concurren todos los sedimentos transportados por el río.

Esta acumulación, corresponde a sedimentos finos, medios y gruesos; principalmente limos, arcillas, arenas, gravas y cantos inconsolidados en una matriz areno-lodosa.

La **Figura 10-16**, muestra los bajos o bassines (FVA_{bs}) que hacen parte del área de estudio.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoaguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

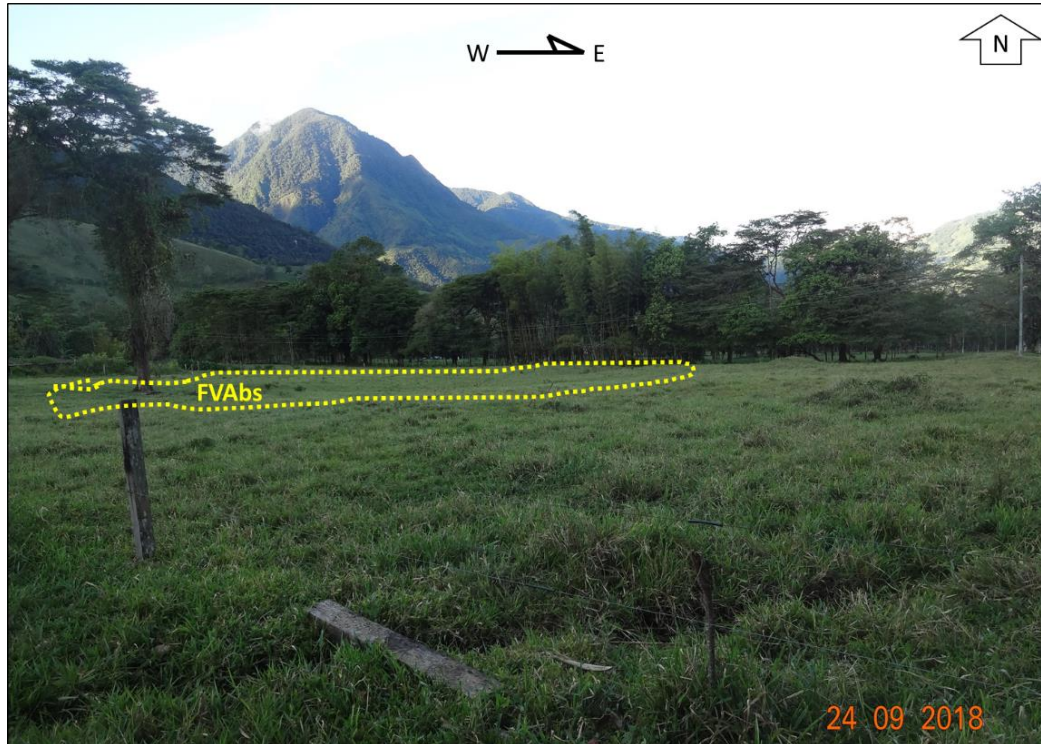


Figura 10-16. Bajos (FVAbs), municipio de Mámbita, vereda Campo Hermoso.
Coordenadas: 1'082.725,54 mE, 1'018.336,23 mN.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Talud de terraza (FVAtt): Corresponde al talud vertical a subvertical o escalonado, excavado sobre sedimentos aluviales, que bordean terrazas aluviales de acumulación, cuyo origen está relacionado con la incisión y profundización del cauce. La altura de los escarpes es variada y depende tanto de la topografía como de la dinámica fluvial del cauce. Principalmente, su composición son gravas, guijos y cantos inconsolidados en una matriz areno-arcillosa.

La **Figura 10-17**, muestra el talud de terraza (FVAtt) que hace parte del área de estudio.

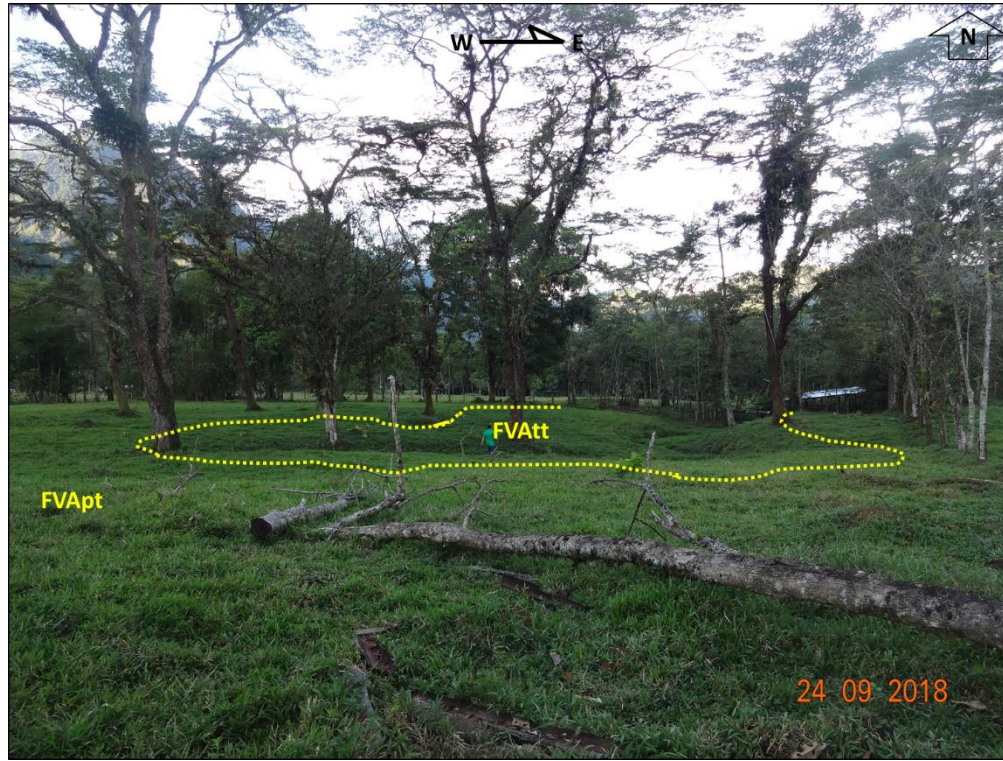


Figura 10-17. Talud de terraza (FVAtt), municipio de Mámbita, vereda Campo Hermoso.

Coordenadas: 1'082.717,44 mE, 1'018.372,74 mN.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Plano de terraza (FVApt): Corresponde a morfologías planas o ligeramente inclinadas, dispuestos a lo largo de un valle como terraza fluvial, están constituidos por bloques redondeados y subredondeados dentro de una matriz no consolidada de arenas y arcillas. Su origen corresponde a una acumulación aluvial que posteriormente por efecto del entalle fluvial sufrió una incisión separando la vega aluvial por un escarpe que puede tener entre unos pocos decímetros y algunos metros (SGC, 2014).

La Figura 10-18, muestra los planos de terraza (FVApt) que hacen parte del área de estudio.

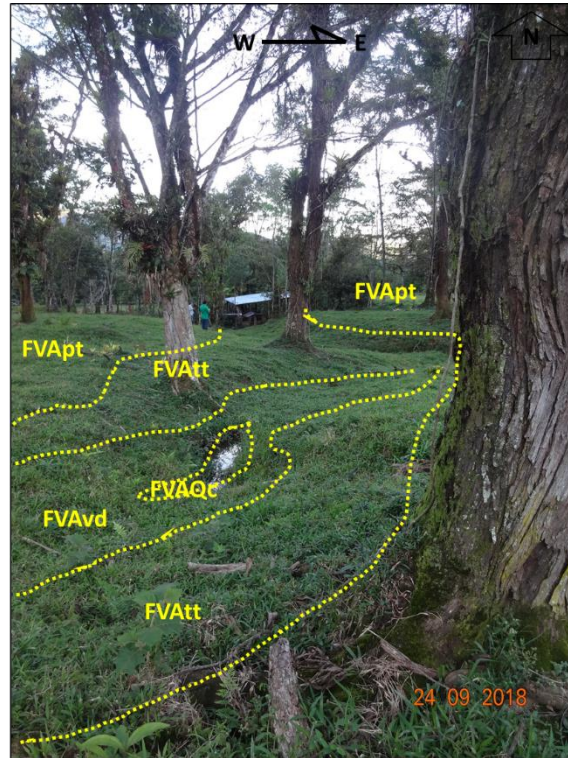


Figura 10-18. Plano de terraza (FVApt), municipio de Mámbita, vereda Campo Hermoso.
 Coordenadas: 1'082.728,71 mE, 1'018.373,39 mN.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Morfoestructura

Desde el punto de vista morfoestructural, el marco regional tectónico del NW de América del Sur es controlado por la compleja interacción entre las placas Caribe, Nazca y Sudamérica, así como la influencia del bloque Baudó-Panamá. La indentación (colisión de bloques continentales-tectónica) hacia el oriente producida por este último bloque durante el Mioceno tardío, es la responsable de la fuerza que generó la inversión de las cuencas del rift del Mesozoico.

El área de estudio del caño Poblano, se encuentra ubicada en un sector tectónicamente complejo que se caracteriza por la presencia de sinclinales asimétricos amplios y extensos, en contraste con anticlinales pequeños apretados. Los pliegues se encuentran limitados por fallas inversas orientadas en sentido SW-NE, con planos inclinados preferencialmente hacia el oriente con ángulos estimados entre 30° y 45°.

Con base en lo descrito en la **Figura 10-3**, el área de estudio se localiza sobre el Macizo de Quetame, el cual se encuentra fallado por la falla de Lengupá y la falla de Santa María. Esta última, corresponde a una falla de tipo inverso, con ángulo alto de buzamiento, vergencia al

sureste y posiblemente presenta componente transcurrente dextral; produciendo un bloque levantado de basamento paleozoico tipo “*pop up*”. Pone en contacto rocas de la Formación Batá con rocas de la Formación Macanal generando una amplia zona de deformación donde se encuentran estratos verticalizados, inversión de capas, fracturamiento y replegamiento de la roca (Terraza y Otros, 2008).

Regionalmente, la falla de Santa María se encuentra al oriente del macizo; está orientada suroeste-noreste; y, afecta las rocas que conforman el basamento paleozoico sobre el cual se acumularon las rocas del Cretáceo, las cuales circundan al macizo de Quetame (estructura responsable del levantamiento de esta porción del macizo) que hacen parte del sistema de fallas del piedemonte llanero.

Terraza y Otros (2013), complementan la descripción, estableciendo que la falla de Santa María corresponde a un sistema compresivo en donde se observan efectos de compresión oblicua (tranpresivos) y posiblemente presenta componente transcurrente dextral.

Es importante mencionar que la falla inversa de Santa María, al entrar en contacto con el **coluvión o depósito de pendiente (Qc)**, cambia su dirección a sentido sur norte, pasando por debajo del casco urbano de Mámbita.

Por lo tanto y con base en lo mencionado anteriormente, la evolución morfoestructural del caño Poblano, está directamente relacionada con los eventos que dieron con la formación de la Cordillera Oriental, cuyo inicio se remonta a la mitad de la era Terciaria (transición Oligoceno -Mioceno), cuando aconteció el gran levantamiento que estuvo acompañado de plegamientos y fallamientos que continuaron hasta el Plioceno, produciéndose la erosión de los materiales terciarios en la Cordillera y su correspondiente transporte y depositación en la planicie de la Orinoquia.

Morfodinámica

La morfodinámica, es la parte de la geomorfología que trata de los procesos geodinámicos externos (principalmente denudativos), tanto antiguos como recientes que han modelado y continúan modelando el relieve y son los responsables del estado actual de las geoformas o unidades de terreno. Consiste en determinar el tipo de proceso y su intensidad en la conformación de las geoformas (procesos erosivos y movimientos de remoción en masa) (Robertson, 2013).

La **Tabla 10-4**, resume los principales agentes geomorfológicos, agentes de la meteorización y fuerzas de desplazamiento, así como los procesos exógenos a que dan lugar.



Tabla 10-4. Agentes y procesos geomorfológicos externos.

FUERZA O AGENTE	PROCESO GEOMORFOLÓGICO	
	DENUDATIVO	CONSTRUCTIVO
Agua, hielo, temperatura, organismos	Meteorización de las rocas	Principio de formación de suelos
Gravedad, movimientos sísmicos	Remoción en masa	Sedimentación coluvial
Lluvia	Erosión pluvial	Sedimentación coluvial
Gravedad + agua del suelo	Remoción torrencial, flujos de lodos y escombros	Sedimentación diluvial
Escorrentía	Erosión fluvial	Sedimentación aluvial
Oleaje, corrientes costeras, mareas	Erosión marina o lacustre	Sedimentación marina o lacustre
Nieve y hielo en movimiento (glaciar)	Erosión glaciaria	Sedimentación glaciaria
Viento	Erosión eólica	Sedimentación eólica
Hombre	Degradación antrópica	Conservación y recuperación de tierras

Fuente: Villota, 2005.

Procesos erosivos

Corresponde a las diversas formas de cómo los agentes móviles (agua, vientos, glaciares, etc.), desprenden y transportan los productos de la meteorización y de la sedimentación (Villota, 2005).

El transporte de dichas partículas, se presenta en forma de erosión geológica; erosión acelerada (antrópica); erosión por escurrimiento (laminar, en surcos y en cárcavas); erosión fluvial; erosión eólica o erosión diferencial.

En el área de estudio, se identificaron procesos erosivos activos, encaminados a la presencia tanto de la erosión laminar como la erosión en surcos.

- Erosión laminar

Corresponde a la remoción uniforme de una lámina delgada de suelo de una superficie inclinada, sin que se formen claramente canales de desagüe. Por lo general, se detecta cuando el horizonte A del suelo es removido totalmente, aflorando el horizonte B o el C.

La **Figura 10-19**, muestra el tipo de erosión laminar que hace parte del área de estudio del caño Poblano.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



Figura 10-19. Erosión laminar, municipio de Mámbita, vereda Campo Hermoso.
Coordenadas: 1'082.733,95 mE, 1'018.303,21 mN.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

De acuerdo con lo descrito, es importante mencionar que debido a la baja densidad de procesos erosivos por unidad de área y a la magnitud de los mismos, estos procesos erosivos no son posible cartografiarlos, de acuerdo a la escala de estudio.

- Erosión en surcos

Se desarrolla a partir de la erosión laminar; la remoción del suelo ocurre en mayor cantidad a lo largo de pequeños canales.

La **Figura 10-20**, muestra el tipo de erosión en surcos que hace parte del área de estudio del caño Poblano.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



Figura 10-20. Erosión en surcos, municipio de Mámbita, vereda Campo Hermoso.
Coordenadas: 1'082.753,48 mE, 1'018.393,85 mN.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

De igual manera, se aclara que debido a la baja densidad de erosión en surcos por unidad de área y a la magnitud de los mismos, estos procesos erosivos no son posible cartografiarlos, de acuerdo a la escala del presente estudio.

De otro lado, al interior del área de estudio del caño Poblano, no se presentan procesos erosivos avanzados (cárcavas) o tierras denominadas “malpaís”, donde la densidad de cárcavas por unidad de área es alta.

Procesos movimientos en masa

Hace referencia a todo movimiento ladera abajo del material de una pendiente bajo la influencia de la gravedad, usualmente lubricado por agua (lluvia, agua subterránea, deshielo). El movimiento puede ser muy lento, lento o rápido.

Al interior del área de estudio, no se identificaron movimientos en masa relacionados con la reptación, deslizamientos o desplomes.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoaguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

De manera puntual y hacia la parte alta del área de estudio se identificaron “terraceos o pate vaca” pocas y ligeras, las cuales son clasificadas como un tipo de flujo en estado plástico.

- Terraceo o pate vaca

Este movimiento del terreno, se define como un desplazamiento lento a rápido; donde actúa la gravedad, el agua del suelo y las sobrecargas o presiones externas. El suelo se comporta como un flujo en estado plástico (Villota, 2005). A partir de estas sobrecargas (ganadería), el suelo se deforma presentando las “terracetas” o “pate vaca”. Este proceso, conlleva a un desgarramiento de la parte alta de los suelos de la ladera, lo que genera un deslizamiento y, posteriormente, la generación de procesos erosivos, tales como surcos y cárcavas.

La **Figura 10-21**, muestra el tipo de proceso de terraceo o pate vaca que hace parte del área de estudio.



Figura 10-21. Procesos de terraceo o pate vaca, municipio de Mámbita, vereda Campo Hermoso.

Coordenadas: 1'082.685,69 mE, 1'018.354,41 mN.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

- Socavación y desplomes

Corresponde a los procesos asociados a la dinámica fluvial, la cual genera fuerzas laterales sobre los taludes de las márgenes o riberas. Generalmente, se presenta si la pendiente de las márgenes es vertical a subvertical (escarpes de terraza); en donde, la caída del material de suelo es libre, o sea sin contacto con la superficie que hace parte del talud. Es importante



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoaguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



mencionar, que por escala estos procesos no son cartografiados; son de carácter leves y muy puntuales a lo largo del cauce.

La **Figura 10-22**, muestra el tipo de proceso de socavación y desplomes que hace parte del área de estudio del caño Poblano.



Figura 10-22. Socavación y desplomes del caño Poblano, municipio de Mámbita, vereda Mámbita Centro.

Coordenadas: 1'082.822,85 mE, 1'018.470,85 mN; 1'083.371,18 mE, 1'019.044,02 mN;
1'083.416,74 mE, 1'019.277,14 mN; 1'083.060,64 mE, 1'018.672,10 mN

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Morfometría

Las características morfométricas, son atributos cuantitativos y cualitativos del paisaje y están derivados de la elevación del terreno y la red de drenaje que lo acompaña. En el análisis y clasificación morfométrica, se hace uso del procesamiento cartográfico para la generación y categorización de modelos digitales de elevación, para así obtener los valores de los parámetros geomorfológicos descriptivos como la inclinación del terreno, entre otros.

La cuenca hidrográfica del caño Poblano, presenta variaciones de altura entre 250 y 4.200 metros, aproximadamente; donde, la cota más baja se encuentra sobre las geoformas de origen aluvial y la más alta sobre las cimas de las geoformas de origen glacial.

De otro lado, la **Tabla 10-5** muestra el área tanto en hectáreas como en porcentaje de los diferentes intervalos de pendientes que se encuentran en el área de estudio.

Tabla 10-5. Ocupación por intervalos de pendientes.

CODIGO	RANGO DE PENDIENTE (GRADOS DE INCLINACIÓN)	ÁREA	
		HECTÁREAS	%
	A Nivel 0-5 °	36,74	53,47
	Moderadamente Inclinada, 5-10 °	21,93	31,91
	Fuertemente Inclinada, 10-15 °	4,86	7,07
	Ligeramente Escarpada o Ligeramente Empinada, 15-30 °	3,74	5,45
	Moderadamente Escarpada o Moderadamente Empinada, 30-45 °	1,24	1,81
	Fuertemente Escarpada o Fuertemente Empinada >70 °	0,20	0,30
TOTAL		68,72	100,00%

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Como se aprecia, el 85,38% de las pendientes del área de estudio, se encuentran entre los rangos de pendiente A nivel y Moderadamente inclinada; esto refleja la unidad geomorfológica sobre la cual se encuentra el área de estudio (**coluviones o depósitos de pendientes -Qc-**).

De igual manera, las pendientes Ligeramente Escarpada o Ligeramente Empinada (15-30°), Moderadamente Escarpada o Moderadamente Empinada (30-45°) y Fuertemente Escarpada o Fuertemente Empinada (>70°), ocupan las geoformas de DDPtc, DDPel, FLLAtt (7,56%); las cuales se encuentran, por lo general, en el tramo 3 del cauce aluvial.

La **Figura 10-23**, muestra la distribución espacial de cada una de los intervalos de pendiente dentro del área de estudio.

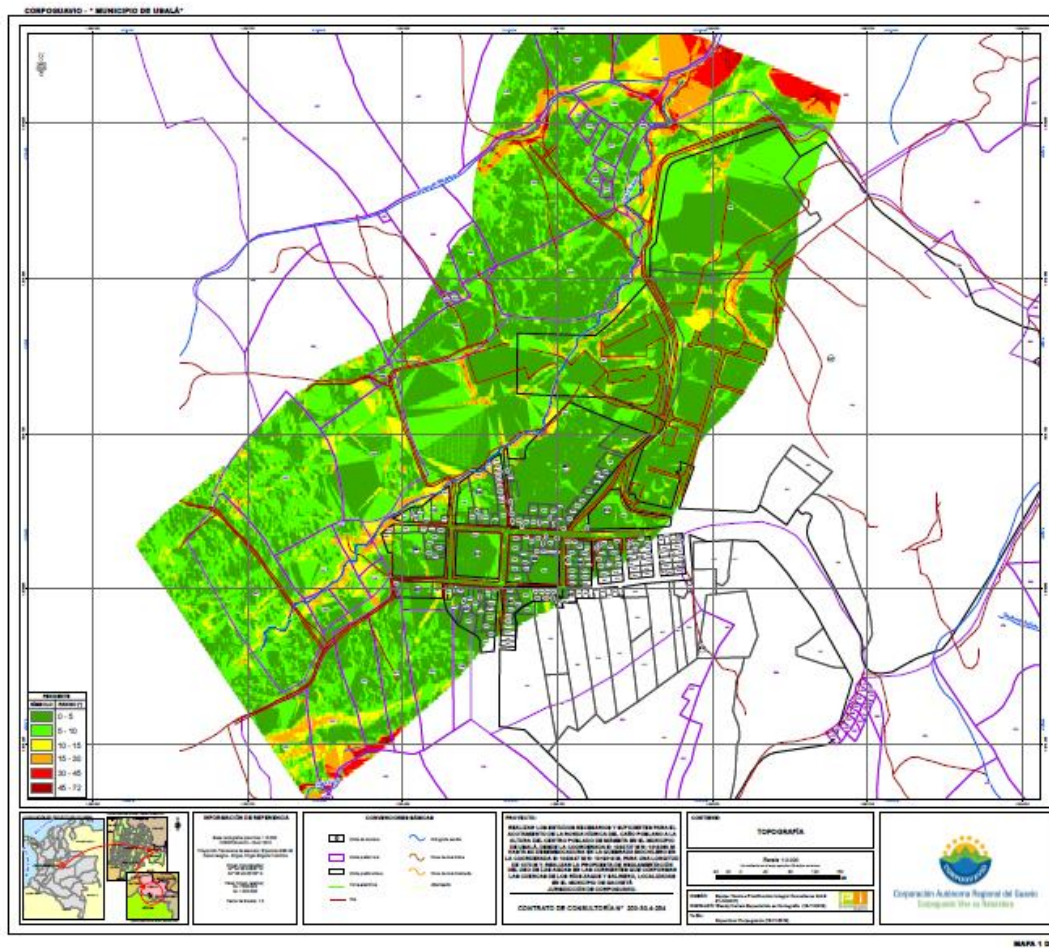


Figura 10-23. Distribución geográfica de los diferentes rangos de pendientes.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Ligado a lo anterior, las aguas de escorrentía o aguas superficiales marcan sobre cada tipo de roca, una huella, red o patrón de drenaje de diferentes características, según la litología, la topografía y el clima; estos patrones son directamente responsables de la erosión fluvial, y del modelado del relieve. El área de estudio presenta un patrón de la red de drenaje de tipo paralelo; en el cual se desarrolla sobre superficies homogéneas. Los tributarios característicamente, se unen a las corrientes mayores aproximadamente con el mismo ángulo.

Con base en lo descrito, para mayor detalle el Mapa de pendientes relacionado en el **Anexo 4. Cartografía**, muestra la distribución espacial de los diferentes rangos de pendientes que se encuentran al interior del área de estudio.

10.1.6 Conclusiones

De manera general, las causas de inundación, en una cuenca hidrográfica, son diversas y variadas. Se considera que el primer factor de inundación corresponde a las lluvias intensas o lluvias torrenciales que caen en la parte alta de la cuenca hidrográfica y sobre las áreas susceptibles a inundación (planicie aluvial, llanura de inundación o de desborde, bajos y cubetas de inundación, vegas y terrazas aluviales).

Es así, que dependiendo tanto de la morfología como de la morfometría del terreno, existirá una mayor o menor susceptibilidad a la inundación; por lo tanto, la delimitación de las geoformas susceptibles a inundación, juega un papel importante en la mitigación de dicha amenaza natural.

Las características de los sensores remotos junto con la topografía y la batimetría, permitieron la interpretación y la definición tanto de los Ambientes morfogenéticos como de las unidades geomorfológicas para la zona de estudio.

Con base en las características del ambiente morfogenético, pendiente, clima, uso del suelo e hidráulicas, el área de estudio del caño Poblano, no se presenta procesos morfodinámicos severos; actualmente, se presentan procesos erosivos leves y los movimientos en masa se limitan a la presencia de flujos con características de terraceo o pate vaca.

De acuerdo con las características del área de estudio y con base en el reconocimiento de campo, se considera que las unidades de origen fluvial, tales como la Vega de divagación (FVAvd), Bajos o Bassines (FVAbs), Talud de terraza (FVAtt), Plano de terraza (FVApt), presentan mayor susceptibilidad a los procesos de inundación debido a que se encuentran controlados por la morfogénesis y morfodinámica del cuerpo de agua.

Finalmente, la importancia de la caracterización del componente geomorfológico consistió en brindar una herramienta temática que junto con otros componentes (físicos, bióticos y sociales), definen un mapa de susceptibilidad a las inundaciones; esto, con el fin de predecir los futuros efectos ocasionados con las diferentes magnitudes de las inundaciones y cuantificar los posibles daños que pueden provocar.

Para concluir, en la **Figura 10-24** se muestra la delimitación de la ronda hídrica desde el componente geomorfológico



REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.

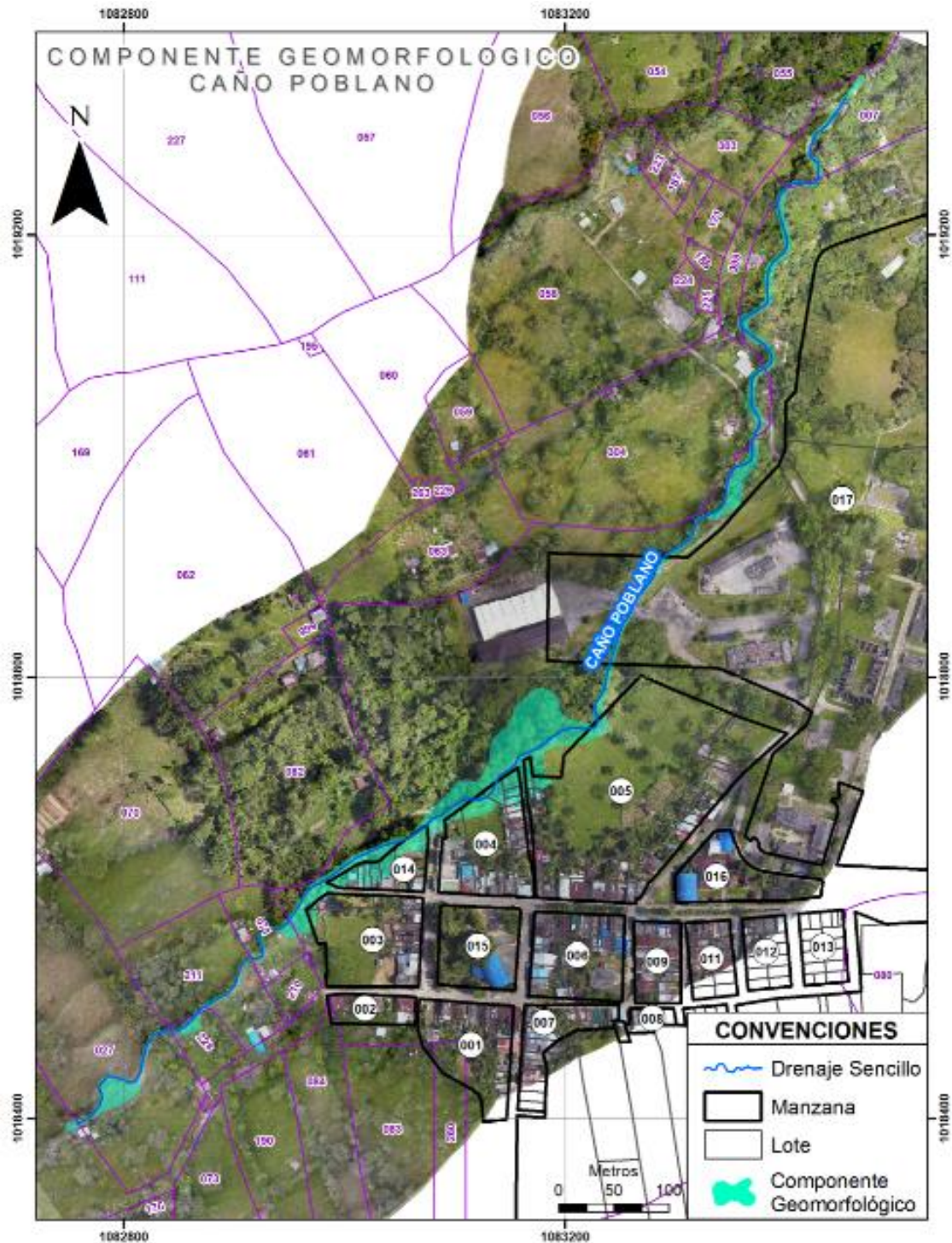


Figura 10-24. Delimitación de la ronda hídrica desde el componente geomorfológico.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

10.1.7 Recomendaciones

Debido a la importancia de la cuenca hidrográfica del caño Poblano, se recomienda desarrollar convenios interinstitucionales con las entidades especializadas del componente geomorfológico, tales como el Servicio Geológico Colombiano -SGC-, Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- o el departamento de Geociencias de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia; con el fin de realizar tanto proyectos de investigación como estudios que permitan lograr un mayor nivel de detalle; sobre todo con la definición de la falla de Santa María.

Con el fin de mitigar los procesos morfodinámicos que se presentan al interior del área de estudio, se recomienda normalizar la “aptitud de uso de los suelos”; esto permitiría disminuir los conflictos de uso del suelo y el arrastre de partículas de suelos, los cuales disminuyen la sección del canal hidráulico por procesos de sedimentación.

10.2 COMPONENTE HIDROLÓGICO

El componente hidrológico de la ronda hídrica permite el funcionamiento del sistema fluvial para los eventos extremos más frecuentes, los cuales son necesarios para la conexión de los cuerpos lóticos y lénticos 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.

En tal sentido, este componente está determinado por la zona ocupada por la corriente durante los eventos de crecida e inundaciones de acuerdo con la variabilidad intra-anual e inter-anual del régimen hidrológico. De acuerdo con los registros históricos de ocurrencia del fenómeno, las crecidas representativas de las condiciones máximas promedio durante una temporada “normal” de La Niña se pueden asociar a una crecida con un período de retorno de 15 años.

En las regiones del país, en que los períodos húmedos son modulados por fenómenos de variabilidad climática distintos al ENOS en su fase fría, la Autoridad Ambiental competente deberá considerar el período de retorno representativo para dicho fenómeno siempre y cuando éste sea mayor al establecido de 15 años, es decir, sea un evento con menor frecuencia de presentación como se aprecia en la **Figura 10-25**.

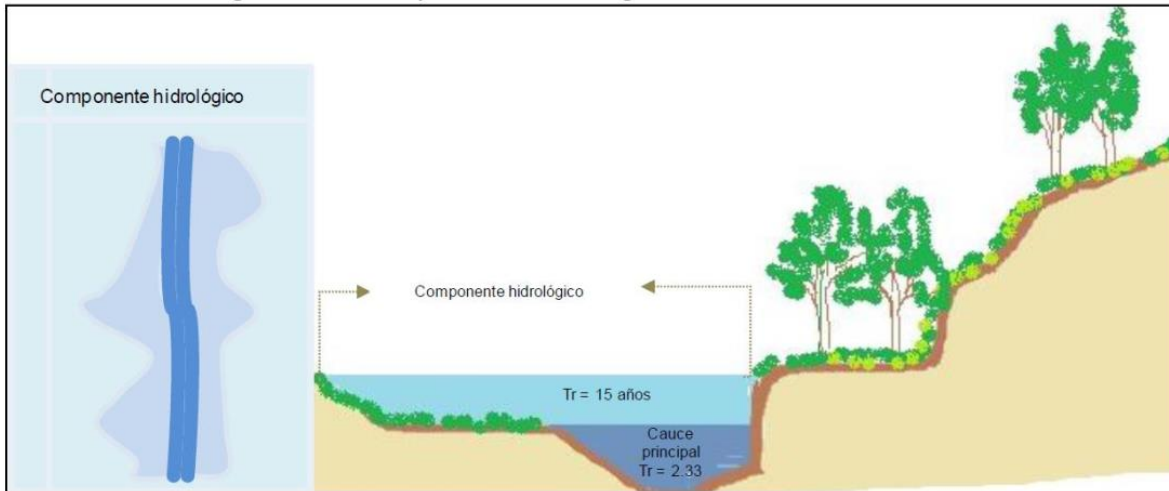


Figura 10-25. Componente hidrológico

Fuente: Guía Para El Acotamiento de las Rondas Hídricas de los Cuerpos Agua de Acuerdo a lo establecido en el Artículo 206 De La Ley 1450 De 2011

Dicho criterio es aplicable para los casos de sistemas lóticos sin modificaciones considerables en su morfología. Para los casos de sistemas lóticos con modificaciones considerables en su morfología, así como cuerpos de agua (lóticos y lénticos) afectados por la dinámica marina se orienta un criterio de seguridad mayor utilizando eventos con período de retorno de 100 años.

En los casos de ocurrencia de fenómenos de avenidas torrenciales, flujos densos o hiperconcentrados deberá considerarse lo establecido en el componente geomorfológico, ya que en general este tipo de eventos ocurren en áreas de transición de tramos confinados a no-confinados en los que suelen formarse abanicos aluviales por la pérdida de energía en el sistema. La modelación de este tipo de fenómenos desde el punto de vista hidráulico es compleja y demandante de información para poder entender los procesos físicos involucrados y la reología de la mezcla agua-sedimento. Por ello, el resultado más robusto podrá obtenerse, en general, desde el análisis de las geoformas asociadas a este tipo de eventos y al trabajo de campo donde se encuentren las evidencias de su ocurrencia y magnitud.

Para el caso del Caño Poblano que no ha tenido alteraciones morfológicas considerables y en donde no se ha modificado la forma natural del cauce permanente y su conexión con la ribera. En tal sentido, la ronda hídrica está cumpliendo con su función de almacenamiento temporal del agua y sedimentos en su llanura inundable. Por tal razón, 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.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

Empleando la información batimétrica del cauce y la topográfica detallada de las llanuras inundables, así como sus características de rugosidad, se configuró el modelo hidráulico/hidrodinámico que permite representar el movimiento del flujo de inundación para los eventos con los períodos de retorno de interés (15 o 100 años).

El análisis hidrodinámico se refiere a la caracterización de los procesos que suceden en la zona inundable, es decir, a la caracterización de la magnitud de la inundación con sus respectivos indicadores (profundidad, velocidad, sedimentos depositados, etc.).

Empleando la información topográfica detallada (tanto en el cauce permanente como en las llanuras inundables, Capítulo 8), así como de los resultados de las simulaciones del modelo hidráulico/hidrodinámico para los períodos de retorno de interés (15 o 100 años según corresponda, Capítulo 9) se puede obtener el polígono trazado a partir del cauce permanente, el cual corresponde al componente hidrológico de la ronda hídrica que se puede apreciar en la **Figura 10-26**.



REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.

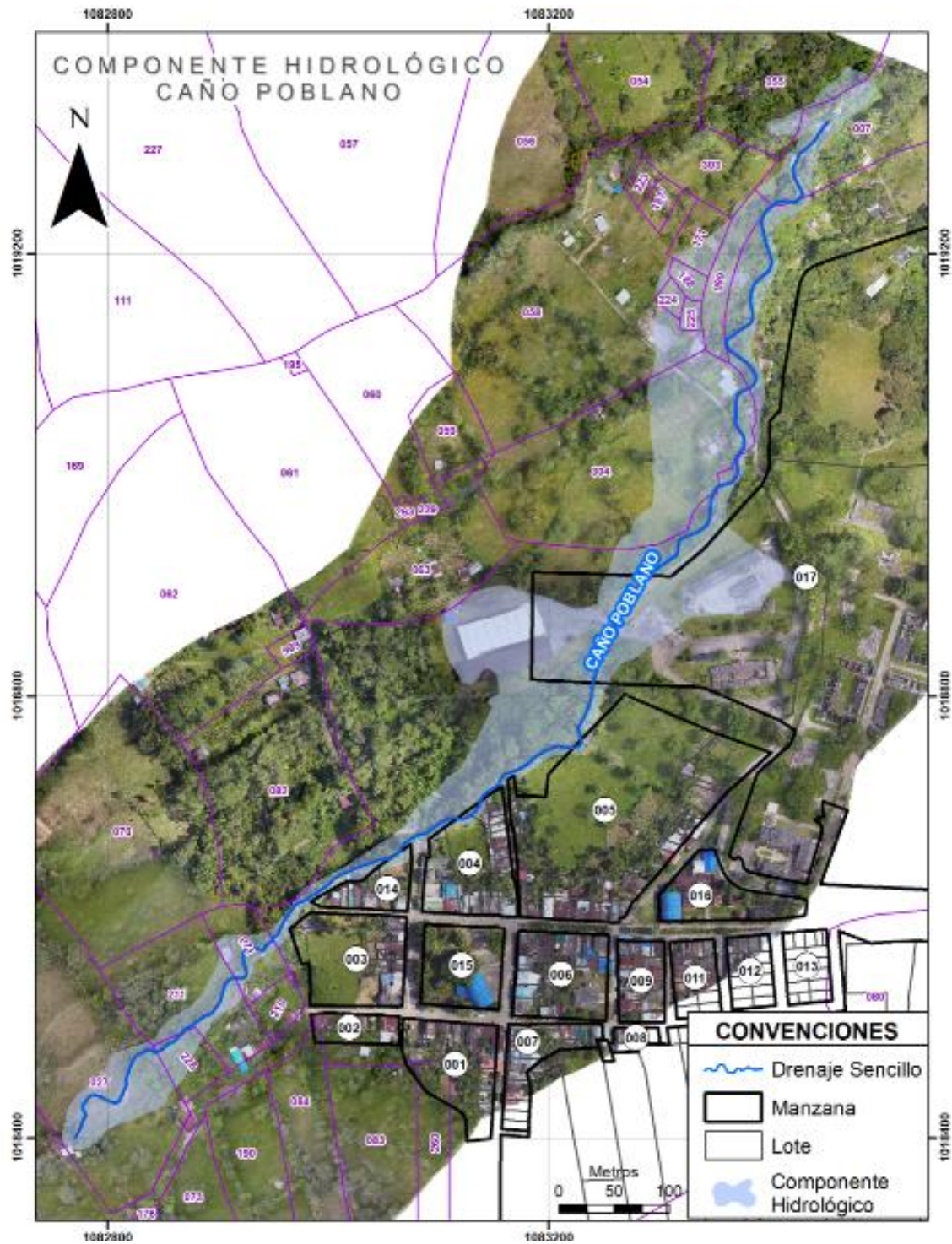


Figura 10-26. Componente hidrológico de la ronda hídrica

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

10.3 COMPONENTE ECOSISTÉMICO

10.3.1 Aspectos generales

El municipio de Ubalá pertenece a la provincia del Guavio, ubicada en el departamento de Cundinamarca. El municipio se caracteriza por tener diferentes áreas de importancia estratégica de importancia hídrica y ambiental. Aparte, es el único municipio que se encuentra dividido en dos zonas conocidas como Ubalá A y Ubalá B.

Para el sector conocido como Ubalá B se encuentran las inspecciones de policía de Mámbita y San Pedro de Jagua. Particularmente en el área de interés se encuentran en la inspección de Mámbita las veredas conocidas como San Roque, La Floresta, Campo Hermoso y el casco urbano conocido como Mámbita Centro.

El caño Poblano nace en la vereda Campo Hermoso y atraviesa Mámbita Centro hasta unirse con la Quebrada Mochilero entre los límites de Mámbita Centro con la vereda La Floresta, abarcando una extensión desde su nacimiento hasta su desembocadura de 1.27 Km.

Con la finalidad de delimitar la ronda mediante el componente ecosistémico, se necesita realizar la clasificación de las comunidades vegetales de acuerdo a los diferentes sistemas de categorización existentes.

10.3.2 Descripción de los tipos de cobertura

Para identificar los tipos de cobertura se utilizó la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Esta metodología permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de imágenes del área de interés. En la **Tabla 10-6** se presentan los tipos de coberturas encontrados para el área de estudio definida para el caño Poblano. De igual manera, en la **Figura 10-36** se puede observar de una manera detallada la ubicación de las coberturas identificadas.

Tabla 10-6. Áreas por ecosistemas presentes en el área de estudio

Bioma	Cobertura LV.1	Cobertura LV.2	Cobertura LV.3	Área Ha
Orobioma Bajo De Los Andes "Ob-A"	Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	8,11
			Tejido urbano discontinuo	7,70
		Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	2,14
		Zonas verdes artificializadas no agrícolas	Zonas verdes urbanas	0,03
	Territorios agrícolas	Cultivos permanentes	Cultivos permanentes herbáceos	17,38
		Pastos	Pastos arbolados	0,99



Bioma	Cobertura LV.1	Cobertura LV.2	Cobertura LV.3	Área Ha
		Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de pastos con espacios naturales	22,65
	Bosques y áreas seminaturales	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Vegetación secundaria o en transición	11,76
Total				70,76

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Territorios artificializados

Comprende las áreas de las ciudades, las poblaciones y, aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos. Para el área delimitada por el buffer de 250 metros se encontraron las siguientes:

10.3.2.1 Zonas urbanizadas

Incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana, espacios verdes y redes de comunicación asociadas.

- Tejido Urbano Continuo

Incluye espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las construcciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren el 11.5% de la superficie del terreno conformado por el buffer de 250m. Ver **Figura 10-27**



Figura 10-27. Tejido urbano continuo en el área de influencia del caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

- Tejido Urbano Discontinuo



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



Espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa, ya que el resto del área está cubierta por vegetación. Respecto a lo anterior el área de este tipo de cobertura es de 7,7 Ha, es decir el 10,9% de la cobertura del buffer. Ver **Figura 10-28**.



Figura 10-28. Tejido urbano discontinuo en el área de influencia del caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

10.3.2.2 Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación

Tipo de cobertura que comprende los territorios cubiertos por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones.

- Red vial, ferroviaria y terrenos asociados

Se refiere a espacios artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas; incluye también instalaciones asociadas tales como estaciones de servicio, andenes, terraplenes y áreas verdes. Dentro del buffer planteado del Caño Poblano se identifican 2,14 Ha, correspondiente al 3% de las coberturas presentes en la delimitación de 250 metros. Ver **Figura 10-29**



Figura 10-29. Redes viales encontradas en el área de influencia del caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

10.3.2.3 Zonas verdes artificializadas no agrícolas

Tipo de cobertura que comprende las zonas verdes localizadas en las áreas urbanas, sobre las cuales se desarrollan actividades comerciales, recreacionales, de conservación y amortiguación. Donde los diferentes usos del suelo no requieren de infraestructura construida.

- Zonas verdes urbanas

Comprende las zonas cubiertas por vegetación dentro de tejido urbano, en ella se incluyen parques urbanos y cementerios. Para el área de estudio se encontraron 0,03 Ha; 300 m² que corresponden al 0,04% del área del buffer planteado. **Figura 10-30**



Figura 10-30. Zonas verdes urbanas en el área de influencia del caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Territorios agrícolas

Son todos los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, pastos en rotación y en descanso o barbecho. También comprende usos pecuarios además de los agrícolas.

10.3.2.4 Cultivos permanentes

Cobertura referente a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar.

- Cultivos permanentes herbáceos

Cultivos permanentes conformados por plantas que no presentan órganos leñosos, son verdes y con ciclo de vida vegetativo anual. El área de esta cobertura es de 17,38 Ha, es decir el 24,6% del área del buffer. Ver **Figura 10-31**



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



Figura 10-31. Cultivos permanentes herbáceos en el área de influencia del caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

10.3.2.5 Pastos

Comprende terrenos cubiertos con hierba densa de composición florística dominada por organismos vegetales de la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanentemente por periodo de dos o más años.

- Pastos arbolados

Incluye tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a 5 metros, distribuidos de forma dispersa. En cuanto al área de estudio se encuentra que está representada por 0,99 Ha, es decir que representa el 1,4% del área total del buffer. Ver Figura 10-32



Figura 10-32. Pastos arbolados en el área de influencia del caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

10.3.2.6 Áreas agrícolas heterogéneas

Tipo de cobertura que reúne dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales.



- Mosaico de pastos con espacios naturales

Se encuentran superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. El patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 Ha. Las áreas naturales están conformadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería, pantanos y demás áreas no intervenidas o poco transformadas. En el área de estudio se encontró que el 32%, es decir, 22,65 Ha pertenecientes al buffer corresponden a este tipo de cobertura. Ver **Figura 10-33**.



Figura 10-33. Mosaico de pastos con espacios naturales en el área de influencia del caño Poblano
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Bosques y áreas seminaturales

Agrupar tipos de coberturas de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre los diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también está conformada por aquellos terrenos constituidos por suelos desnudos, afloramientos rocosos y arenosos.

10.3.2.7 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva

Coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, con poca o ninguna intervención antrópica. Por otro lado, esta cobertura también agrupa las áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva con dosel irregular y presencia de arbustos, palmas, enredaderas y vegetación de bajo porte.

- Vegetación secundaria o en transición

Cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta después de eventos de intervención o por la destrucción de la vegetación primaria que puede encontrarse en recuperación con tendencia a su estado original. Ver **Figura 10-34**.



Figura 10-34. Vegetación secundaria en el área de influencia del caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

10.3.3 Ecosistemas

El área de estudio se encuentra en su totalidad en la zona de vida de Bosque Húmedo Tropical, según el sistema de clasificación de Holdridge (1978), adaptado para el IGAC que comprende ecosistemas ubicados entre los 175 y los 1.100 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas que se encuentran entre los 18°C y 24°C. Precipitación media anual de 3.000 mm. Para la inspección de Mámbita, específicamente sus veredas Mámbita Centro, San Roque, Campo Hermoso y La Floresta, se definió que se encuentran en el bioma Orobioma Bajo De Los Andes “Ob-A” (IDEAM, 2007), el cual comprende zonas de pie de monte de la cordillera oriental con una altitud entre los 500 y los 1.800 msnm.

En este tipo de bioma se presentan temperaturas entre 18°C y 24°C. no obstante es posible que estos rangos fluctúen acorde a la posición geográfica de la montaña. A los orobiomas bajos comúnmente se les asigna el nombre de piso sub andino, dada su relación con la cordillera de los Andes.

Una vez descrita la zona de estudio y el ecosistema predominante, se busca identificar las coberturas vegetales de la zona de estudio. En la **Tabla 10-6** y **Figura 10-35** se muestra que las coberturas con una mayor representatividad son: Mosaico de pastos con espacios naturales con un 32%, seguido de cultivos permanentes herbáceos con 25% y en un tercer lugar con porcentaje de 17% se observa la vegetación secundaria o en estado de transición. Las coberturas que se encuentran en una menor proporción respecto al área del buffer de 250 metros son: red vial, ferroviaria y terrenos asociados (3%), pastos arbolados (1%) y las zonas verdes urbanas que se encuentran en un porcentaje de 0,04%, el cual no se aprecia en la gráfica de porcentajes.

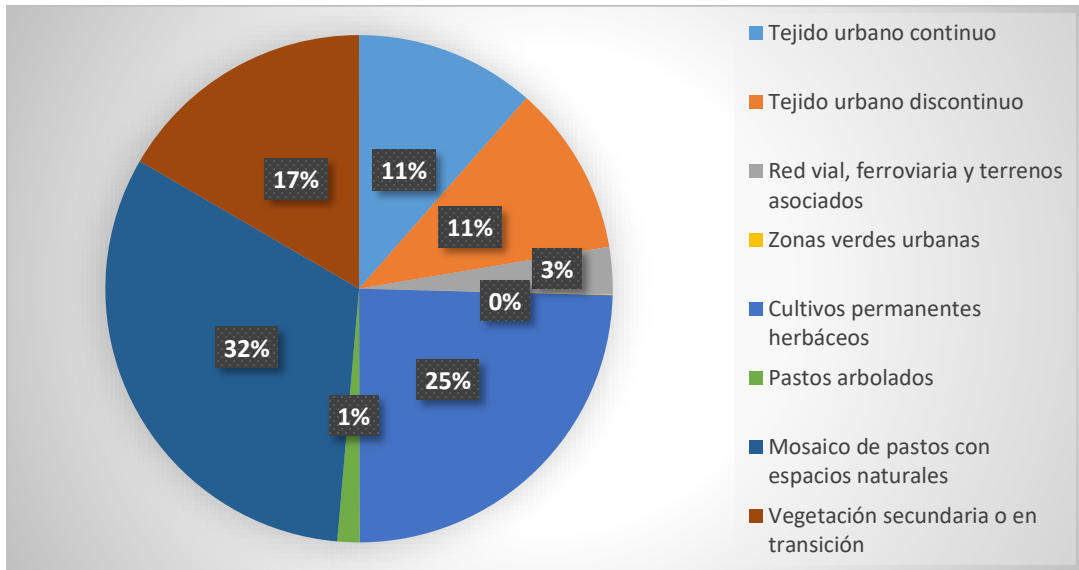


Figura 10-35. Porcentajes de cobertura, basado en la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010)

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Finalmente, en la **Figura 10-36** se muestra el mapa de coberturas basado en la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia del IDEAM. El mapa permite evidenciar que predomina la cobertura de pastos limpios, los cultivos permanentes herbáceos y los tejidos urbanos, tanto el continuo como el discontinuo. A su vez se puede observar que las coberturas que se presentan en una menor medida son red vial y terrenos asociados y pastos arbolados. Difícilmente se observan las áreas verdes urbanas.

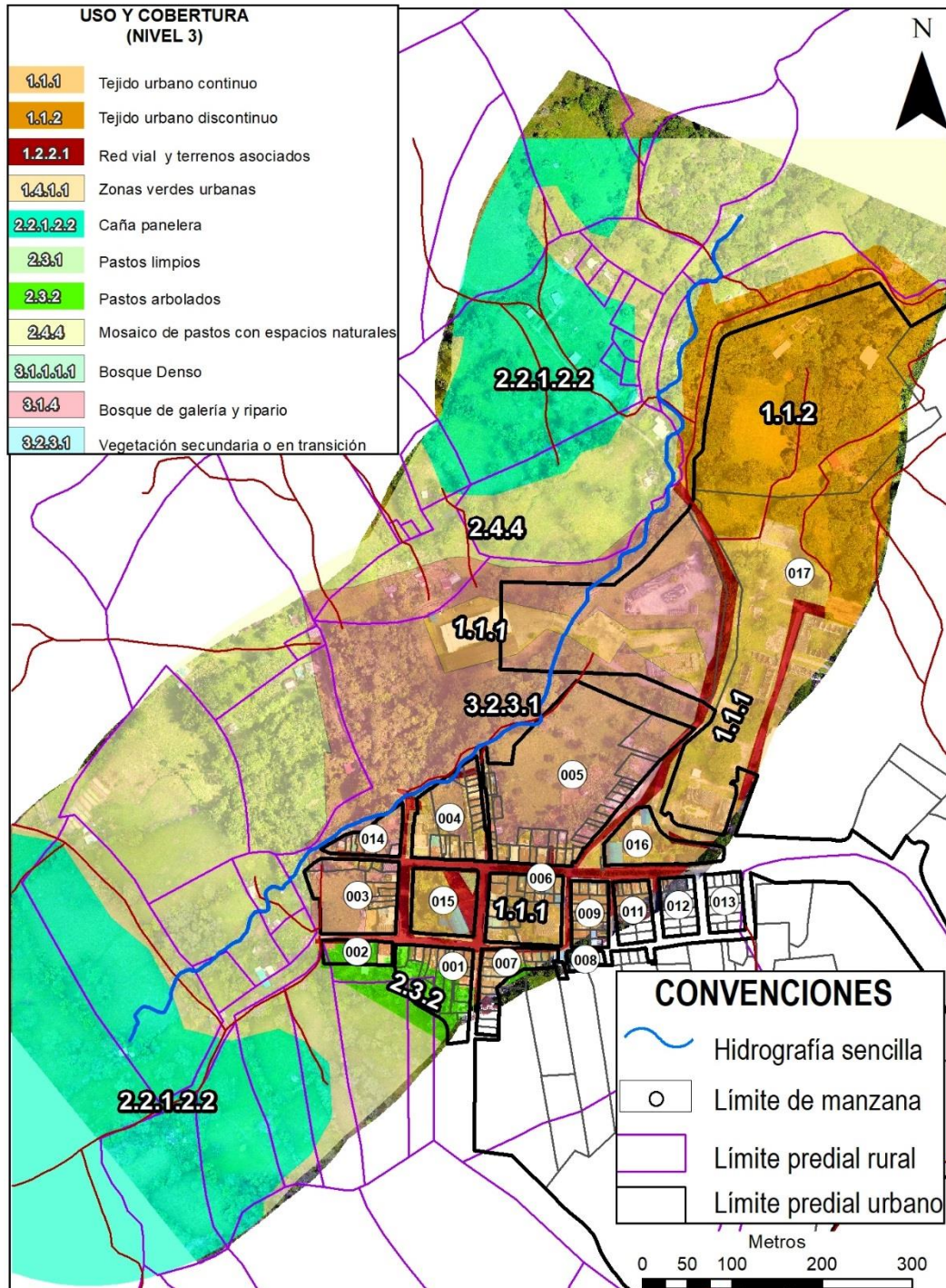


Figura 10-36. Mapa de ecosistemas basado en la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010)

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

10.3.4 Ecosistemas de importancia estratégica

Para el área de estudio se identificaron como ecosistemas de importancia estratégica, las áreas seminaturales con vegetación en estado de sucesión o en transición y zonas de vegetación riparia. A pesar de que el bosque de galería se encuentra en estado de sucesión se observa en recorridos de campo que se ha hecho un esfuerzo por parte de la comunidad de restaurar este tipo de cobertura. Particularmente el aula ambiental, que con ayuda de los estudiantes del colegio, realizan actividades de reforestación en esta zona donde a medida que transcurre el tiempo llevarán el bosque ripario a su estado ideal cumpliendo su rol de prestar un servicio de mitigación de daños ambientales a la corriente del caño Poblano.

Referente a lo anterior, los ecosistemas definidos como vegetación secundaria o en estado de transición (**Tabla 10-6**), cuya presencia predomina en la zona aledaña al cuerpo de agua, beneficia los proyectos de restauración vegetal que se han venido trabajado con los estudiantes del colegio. Dando a las plantas nuevas en estado sucesional, la capacidad de adaptarse con mayor facilidad al entorno aledaño al cuerpo de agua.

Las plantas que se encuentran ya establecidas en la cobertura de vegetación secundaria o en estado de transición, tienen gran envergadura con DAP superior a 50cm y una altura promedio de 18 metros, especies como *Cercropia peltata*, *Cedrela odorata*, *Anadenanthera peregrina* y *Guarea guidonia*, se caracterizan por establecerse con facilidad en sitios perturbados por actividades humanas. Esto facilita la recuperación de la zona de bosque de galería manteniendo la funcionalidad de la ronda, de tal manera que las cargas contaminantes que llegan a los cuerpos de agua se vean reducidas gracias a este tipo de cobertura.

Otras especies como *Guadua angustifolia* y *Senna viarum*, brindan protección al recurso hídrico ya sea ejerciendo la función de regulación de caudales como la guadua o actuando como factor de enriquecimiento de suelos y protección de cuerpos de agua como *Senna viarum*, comúnmente conocida como alcaparro.

La zona de nacimiento del caño Poblano también se considera de alta importancia, a pesar que se encuentra metros fuera del área de estudio (E:1082709 – N:1018376), es un sitio que presenta condiciones particulares que permite que se genere un caudal, y por consiguiente, debe tener un manejo especial ante perturbaciones tanto naturales como de origen antrópico, pueden afectarlo a tal nivel que desaparezca. Por esta razón se puede considerar como una zona estratégica y altamente vulnerable.

10.3.5 Acotamiento de la ronda hídrica del componente ecosistémico

Para el desarrollo del acotamiento de la ronda hídrica objeto de estudio se tuvo en cuenta la vegetación aledaña al cuerpo de agua, las especies más representativas y de estas especies

las 3 con mayor Índice de valor de importancia “IVI”. A continuación, se desarrolla de una manera más detallada los parámetros para el acotamiento de la ronda hídrica, desde el componente ecosistémico.

Vegetación

Debido a la ubicación geográfica, las condiciones altitudinales, la temperatura cálida y una alta precipitación características de la zona de vida “bosque húmedo tropical”. Las formas de vida vegetales encontradas en el área de trabajo exhiben una transición entre los bosques basales tropicales del pie de monte de la región del Orinoco, y los bosques subandinos boyacenses.

La vegetación que predomina para la zona se encuentra influenciada por la flora de las planicies, se puede encontrar abundancia de plantas de la familia Moraceae como: *Ficus sp*, *Poulsenia eggers*, *Brossimum sp*. *Perebea sp*. Géneros de la Familia Fabaceae como: *Anadenathera*, *Andira*, *Dalbergia*, *Enterolobium*, *Hymenaea*, *Platymiscium*, *Pseudosamanea* y *Tachigali*.

Especies de la familia Myristicaceae (*Virola sp.*), familia Rubiaceae, géneros *Calycophyllum*, *Duroia*, *Warszewiczia*; Familia Euphorbiaceae, géneros *Caryodendron* y *Mabea*; Lecytidaceae, géneros *Couratari* y *Eschweilera*; Familia Melastomataceae, géneros *Bellucia*, *Desmocellis* y *Leandra*. En la **Tabla 10-7** se muestra un listado de las especies encontradas durante los recorridos realizados a lo largo del caño Poblano, basados en los criterios: diámetro a la altura del pecho “DAP” superior a 10 cm y una altura del árbol superior a 3m.

Tabla 10-7. Especies de plantas encontradas durante los recorridos realizados para el desarrollo del componente ecosistémico

Familia	Nombre científico	Nombre común
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate
Fabaceae	<i>Senna viarum</i>	Alcaparro
Rubiaceae	<i>Coccocypselum sp</i>	Cafetero
Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cámbulo
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	Guadua
Fabaceae	<i>Inga codonantha</i>	Guamo
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo
Anacardiaceae	<i>Manguifera indica</i>	Mango
Moraceae	<i>Ficus nymphaeifolia</i>	Matapalo



Familia	Nombre científico	Nombre común
Lamiaceae	<i>Vitex sp.</i>	Nocuito
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Palo tigre
Melastomataceae	<i>Tibouchina lepidota</i>	sietecueros
Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i>	Yopo
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Cálculo del IVI

El Índice de valor de importancia (IVI), es un indicador relacionado con la importancia fitosociológica de una especie dentro de un ecosistema forestal, para el cálculo del “IVI”, se identificaron las especies más dominantes, frecuentes y abundantes de los 3 tramos definidas para el caño Poblano (ver **Tabla 10-8**) para la identificación de la vegetación con un DAP superior a 10cm y altura del árbol superior a 3 metros.

Tabla 10-8. Tramos definidos del caño Poblano desde el componente ecosistémico

Secciones definidas	Desde		Hasta	
	Este	Norte	Este	Norte
Zona Nacimiento	1082709	1018376	1083059	1018672
Zona Intermedia	1083059	1018672	1083372	1019027
Zona Desembocadura	1083372	1019027	1083443	1019330

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

A continuación, en la **Tabla 10-9** se muestran las especies más dominantes en la zona correspondiente al nacimiento del caño poblano, donde predominan las coberturas de mosaico de pastos y espacios naturales.

Tabla 10-9. Especies dominantes encontradas en el tramo del nacimiento

Tramo Nacimiento
<i>Anadenanthera peregrina</i>
<i>Cecropia peltata</i>
<i>Cedrela odorata</i>
<i>Ceiba pentandra</i>
<i>Coccocypselum sp</i>
<i>Ficus nymphaeifolia</i>
<i>Guadua angustifolia</i>
<i>Guarea guidonia</i>

<i>Inga codonantha</i>
<i>Persea americana</i>
<i>Senna viarum</i>

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Para el tramo definido como intermedio, en la **Tabla 10-10** se muestran las especies encontradas durante la identificación de la vegetación de la zona intermedia, la cual corresponde a donde se ubica el aula ambiental. Particularmente, en esta zona los estudiantes de primaria del colegio realizan las actividades relacionadas con la reforestación y educación ambiental. A partir de ello se puede inferir la causa de porque la presencia de la cobertura de vegetación secundaria o en estado de transición.

Tabla 10-10. Especies dominantes encontradas en el tramo intermedio

Tramo Intermedio
<i>Anadenanthera peregrina</i>
<i>Cecropia peltata</i>
<i>Cedrela odorata</i>
<i>Ceiba pentandra</i>
<i>Coccocypselum sp</i>
<i>Ficus nymphaeifolia</i>
<i>Guadua angustifolia</i>
<i>Guarea guidonia</i>
<i>Inga codonantha</i>
<i>Persea americana</i>
<i>Senna viarum</i>

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Finalmente, en el tramo correspondiente a la desembocadura del caño Poblano en la Quebrada Mochilero con presencia de las coberturas de mosaico de pastos y espacios naturales, y tejido urbano discontinuo, se encontraron las especies reportadas en la **Tabla 10-11**.

Tabla 10-11. Especies dominantes encontradas en el tramo de la desembocadura

Tramo Desembocadura
<i>Anadenanthera peregrina</i>
<i>Casimiroa edulis</i>
<i>Cecropia peltata</i>
<i>Cedrela odorata</i>
<i>Coccocypselum sp</i>
<i>Erythrina poeppigiana</i>

<i>Guadua angustifolia</i>
<i>Guarea guidonia</i>
<i>Inga codonantha</i>
<i>Manguifera indica</i>
<i>Persea americana</i>
<i>Tibouchina lepidota</i>
<i>Vitex sp.</i>

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Respecto a las tablas anteriores de especies representativas de cada tramo, se separan las tres especies que presentan un grado de dominancia mayor a las otras y la altura promedio de cada una reportada durante la actividad de campo. Las especies y altura reportada se describen en la **Tabla 10-12**.

Tabla 10-12. Especies más dominantes por zona y su altura reportada en campo

Zona Nacimiento	
<i>Anadenanthera peregrina</i>	15
<i>Cecropia peltata</i>	10
<i>Ficus nymphaeifolia</i>	20
Zona Intermedia	
<i>Ceiba pentandra</i>	20
<i>Ficus nymphaeifolia</i>	20
<i>Guadua angustifolia</i>	12
Zona desembocadura	
<i>Anadenanthera peregrina</i>	15
<i>Cecropia peltata</i>	10
<i>Guarea guidonia</i>	18

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Cálculo de H

Con la altura de los árboles más representativos de los tramos a lo largo del cuerpo de agua de interés, se tomó el promedio de la altura por zona para el cálculo de H, y se multiplicó por tres según lo propuesto por Chen (1991)⁴, quien menciona que cuando la franja riparia alcanza una longitud de tres veces H, las variables Humedad relativa, humedad del suelo,

⁴ Chen, J. (1991). Edge effects: microclimatic patterns and biological responses in old-growth Douglas-fir forests Ph. D. dissertation. University of Washington, Seattle, WA. 174 pp.

radiación, velocidad del viento, temperatura del suelo y del aire, alcanzan una efectividad acumulada del 100%, esta situación favorece de una manera positiva los procesos biológicos que se dan en ella como el desarrollo radicular, la cantidad de materia orgánica producida (hojarasca y trozos de madera) y sombra.

A continuación, en la **Tabla 10-13** se muestra el valor de H de las 3 especies más dominantes para la zona del nacimiento, con la cobertura predominante de mosaico de pastos y pastos naturales.

Tabla 10-13. Cálculo de H y 3H de las tres especies dominantes en el tramo del nacimiento

Tramo Nacimiento; Cobertura predominante Mosaico de pastos y espacios naturales				
Especie	Yopo	Guarumo	Matapalo	3*H en metros (Chen, 1991)
	<i>Anadenanthera peregrina</i>	<i>Cecropia peltata</i>	<i>Ficus nymphaeifolia</i>	
Altura (H) m	15	10	15	40
Promedio H (m)	13.3			

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Para el tramo intermedio, con presencia de las coberturas de vegetación secundaria o en estado de transición, se encuentra que el valor de H y 3H es de 15,7 y 47 respectivamente. Dichos valores se pueden observar en la **Tabla 10-14**.

Tabla 10-14. Cálculo de H y 3H de las tres especies dominantes en el tramo intermedio

Tramo Intermedio; Cobertura predominante vegetación secundaria y/o en transición				
Especie	Ceiba	Matapalo	Guadua	3*H (Chen, 1991) m
	<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Ficus nymphaeifolia</i>	<i>Guadua angustifolia</i>	
Altura (H)	20	15	12	47
Promedio H	15,7			

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Finalmente, para los valores de H y 3H de las tres especies más dominantes en el tramo de la desembocadura del caño Poblano en la quebrada mochilero, donde la cobertura predominante correspondió a mosaico de pastos y espacios naturales, se tiene que la altura promedio (H) es de 14,33 y por consiguiente 3H corresponde a 43. Estos datos se pueden observar en la **Tabla 10-15**.

Tabla 10-15. Cálculo de H y 3H de las tres especies dominantes en el tramo de la desembocadura

Tramo Desembocadura; Cobertura predominante mosaico de pastos y espacios naturales				
Especie	Yopo	Guarumo	Palo tigre	



	<i>Anadenanthera peregrina</i>	<i>Cecropia peltata</i>	<i>Guarea guidonia</i>	3*H (Chen, 1991) m
Altura (H)	15	10	18	43
Promedio H	14,3			

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

En la **Figura 10-37** se pueden observar las áreas correspondientes a 3H para el caño poblano, acorde a los 3 tramos diferenciados durante la actividad de campo.

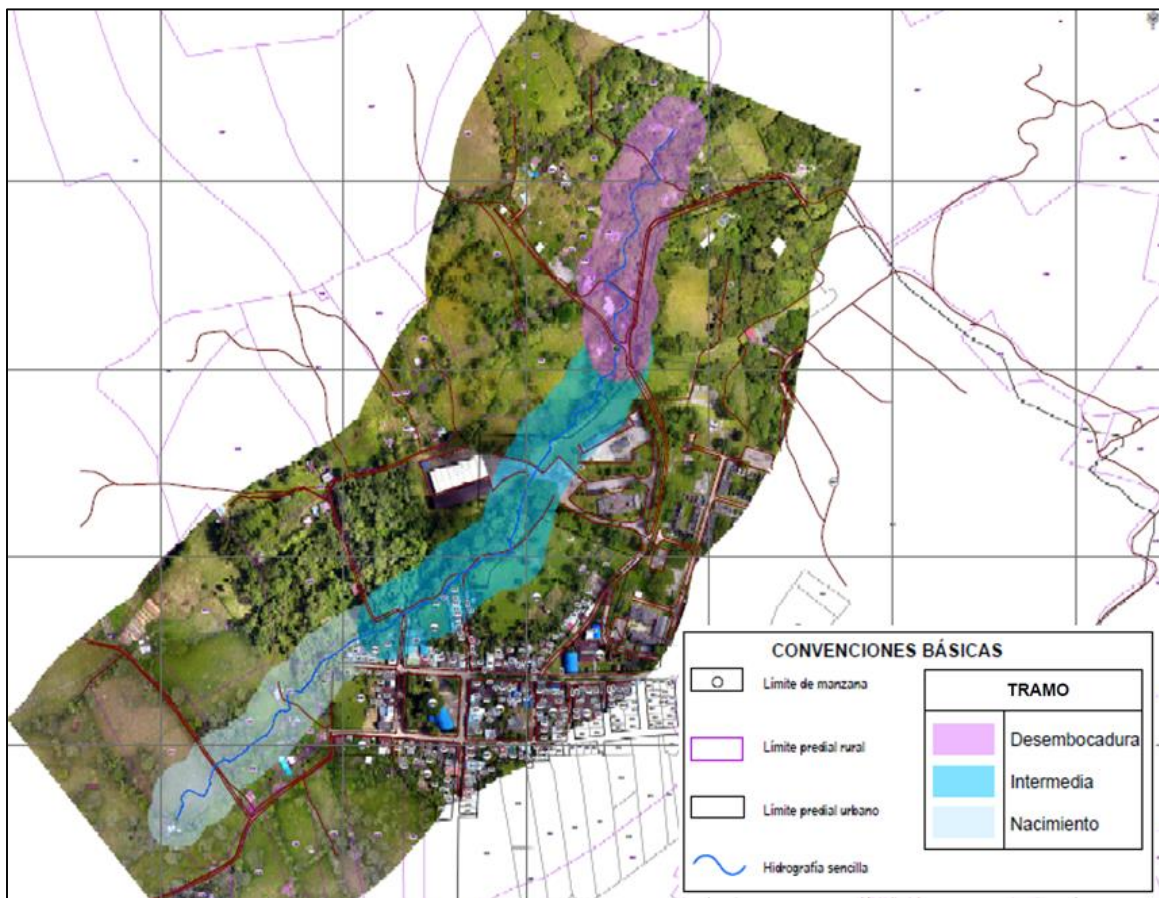


Figura 10-37. Representación gráfica de la efectividad acumulada del 100% según lo propuesto por Chen (1991)

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Cálculo de N

Para el cálculo de la variable N se relacionó la densidad de drenaje de cada una de las unidades geomorfológicas y el área de la cuenca aferente a cada punto. Para el cálculo de N se emplea la **Tabla 10-16** expuesta en la guía para el acotamiento de rondas hídricas propuesta por el Ministerio de ambiente y la Universidad Nacional de Colombia en el año 2012.

Tabla 10-16. Cálculo de N a partir de la densidad de drenaje y el área de la cuenca aferente

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: MADS-UNAL, 2012

Según los datos recopilados en campo, el caño Poblano presenta un área de cuenca aferente menor a 1Km², y una densidad de drenaje por debajo de 1.5km/Km², a partir de esto y respecto a la **Tabla 10-16**, se asigna al cuerpo de agua el valor N=2.

10.3.6 Estimación del ancho del componente ecosistémico

El ancho del componente ecosistémico se calculó mediante la multiplicación de los valores de N*H. Los datos resultantes se muestran en la **Tabla 10-17**.

Tabla 10-17. Cálculo del componente ecosistémico a partir de los valores H y N.

Tramos	H	N	N*H (m)
Nacimiento	13,3	2	26,6
Intermedia	15,7	2	31,4
Desembocadura	14,3	2	28,6

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.

Finalmente se puede decir que, en la primera sección, denominado tramo nacimiento, se sugiere una delimitación de ronda a lado y lado del cuerpo de agua de 26.6 metros. Para la sección intermedia, la delimitación es de 31.4 metros y en la zona de la desembocadura 28.6 metros a lado y lado del caño objeto de estudio.



Corporación Autónoma Regional del Guaviro
Corporguaviro Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

En la **Figura 10-38** se muestra el mapa correspondiente a la delimitación de la ronda desde el componente ecosistémico que inicia en la coordenada E:1082727 – N:1018368 y finaliza en la quebrada Mochilero. Cabe mencionar que la coordenada E:1082709 – N:1018376, se observa un nacimiento de agua, por lo que según lo planteado en la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia” se propone una circunferencia con radio de $4H=53,2m$ para la coordenada mencionada.



REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.

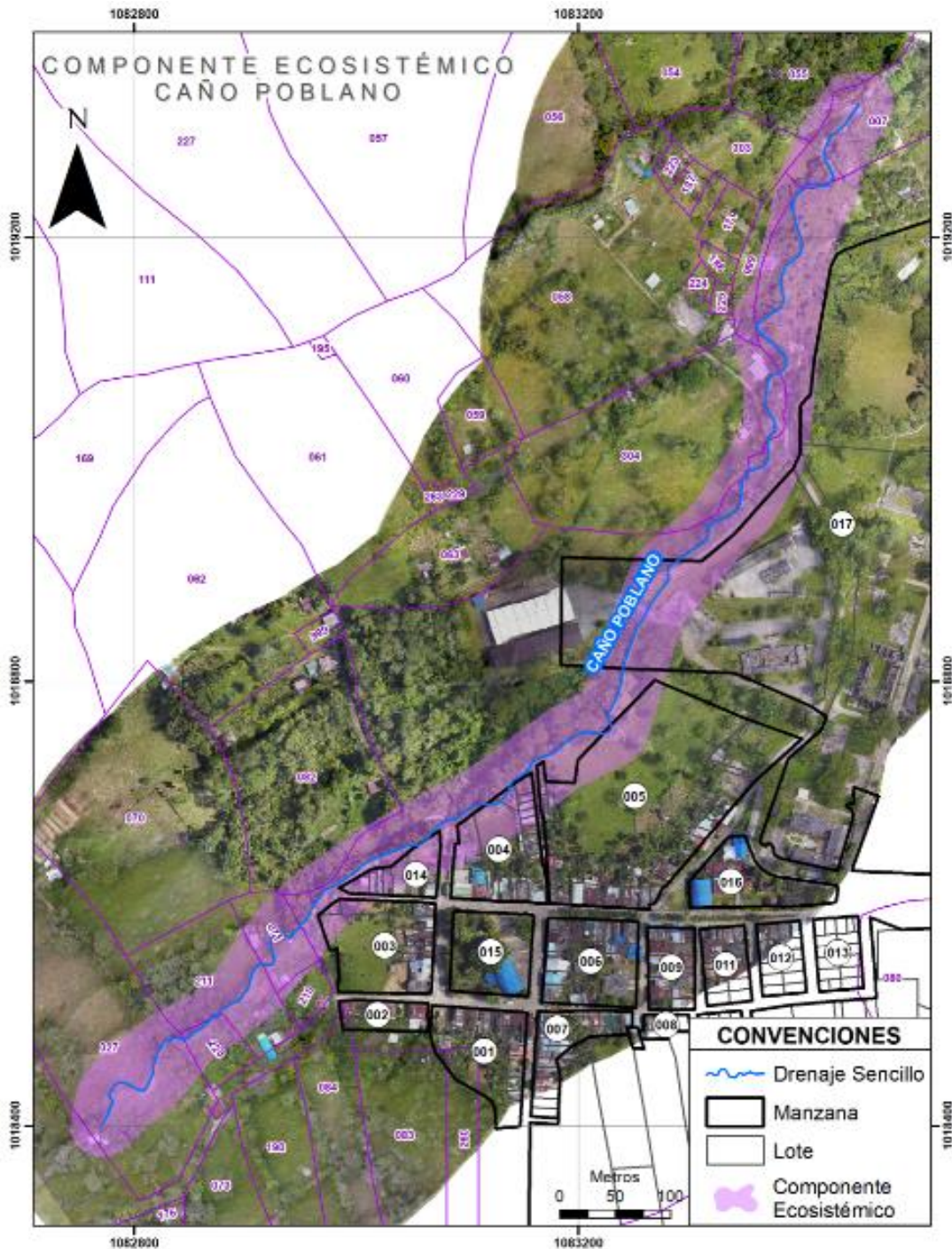


Figura 10-38. Delimitación de la ronda hídrica del caño Poblano desde el componente ecosistémico

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018.



10.4 LÍMITE FUNCIONAL DE LA RONDA HÍDRICA

Producto del cruce cartográfico de los componentes geomorfológico, hidrológico y ecosistémico se obtiene el acotamiento del límite funcional de la ronda del caño Poblano. (ver Figura 10-39)

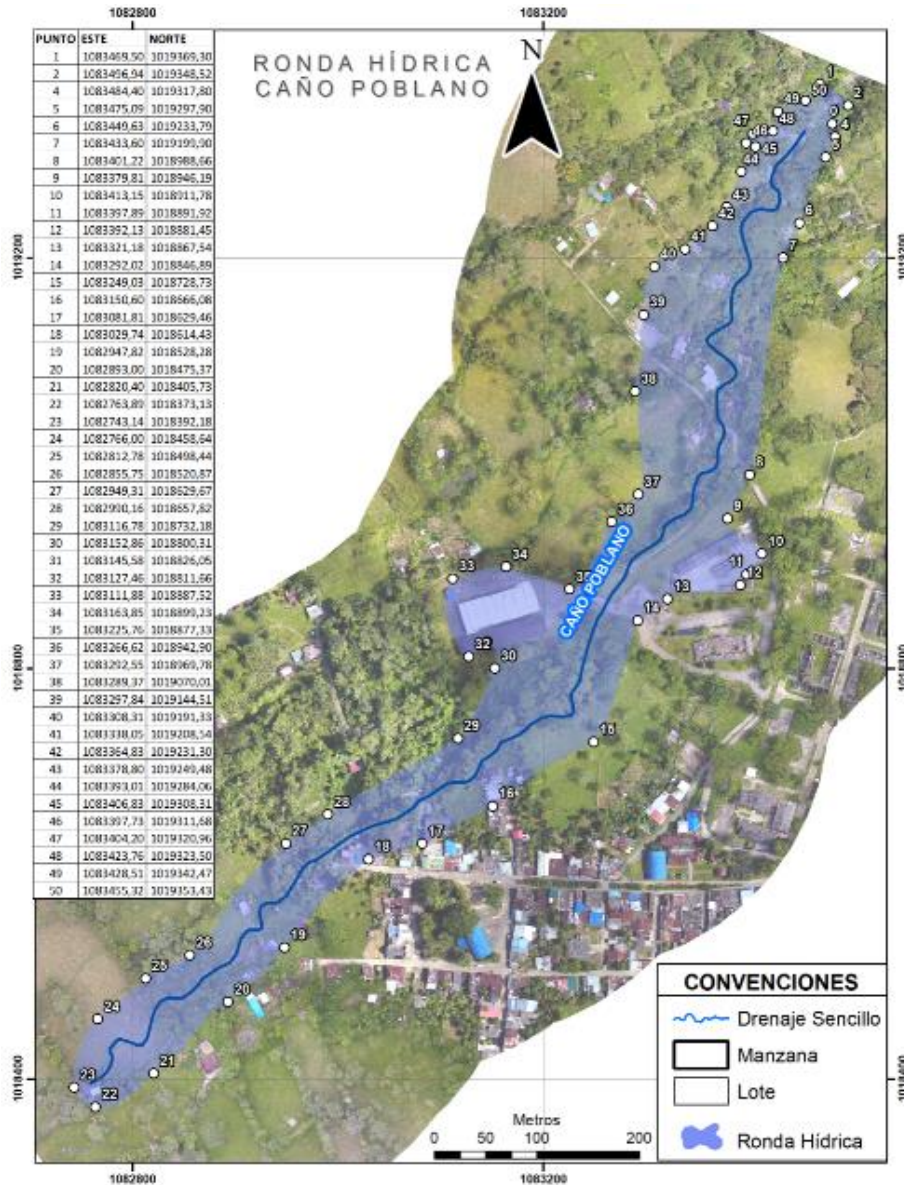


Figura 10-39. Limite funcional de la ronda hídrica del caño Poblano

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

A partir de la figura se puede observar que el componente que tiene una mayor influencia al momento de delimitar el límite funcional de la ronda es el ecosistémico cuya área poligonal es de (8,51 Ha) mientras que los componentes geomorfológico e hidrológico son de 1,73 Ha y 7,74 Ha respectivamente. Estos datos se pueden observar en la **Tabla 10-18**.

Tabla 10-18. Áreas de los componentes delimitados para el acotamiento de la ronda hídrica del caño Poblano

Componentes	Área (Ha)
Geomorfológico	1,73
Hidrológico	7,74
Ecosistémico	8,51
Ronda Hídrica	11,44

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

10.5 DELIMITACION DE LA FAJA PARALELA

Según la guía para el acotamiento de rondas hídricas en Colombia (2018) en la que se basa el presente documento, la faja paralela es aquella zona que pertenece al dominio de lo público, salvo aquellas que tengan algún derecho adquirido. Se cita el literal d), del artículo 83 del Decreto-Ley 2811 de 1974, que menciona que son bienes inalienables e imprescriptibles del estado, la franja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de 30 metros de ancho.

Respecto a lo anterior, en la **Figura 10-40** se muestra gráficamente las consideraciones de la delimitación de la faja paralela, así como el área de protección resultante de su relación del límite funcional de la ronda.



REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.

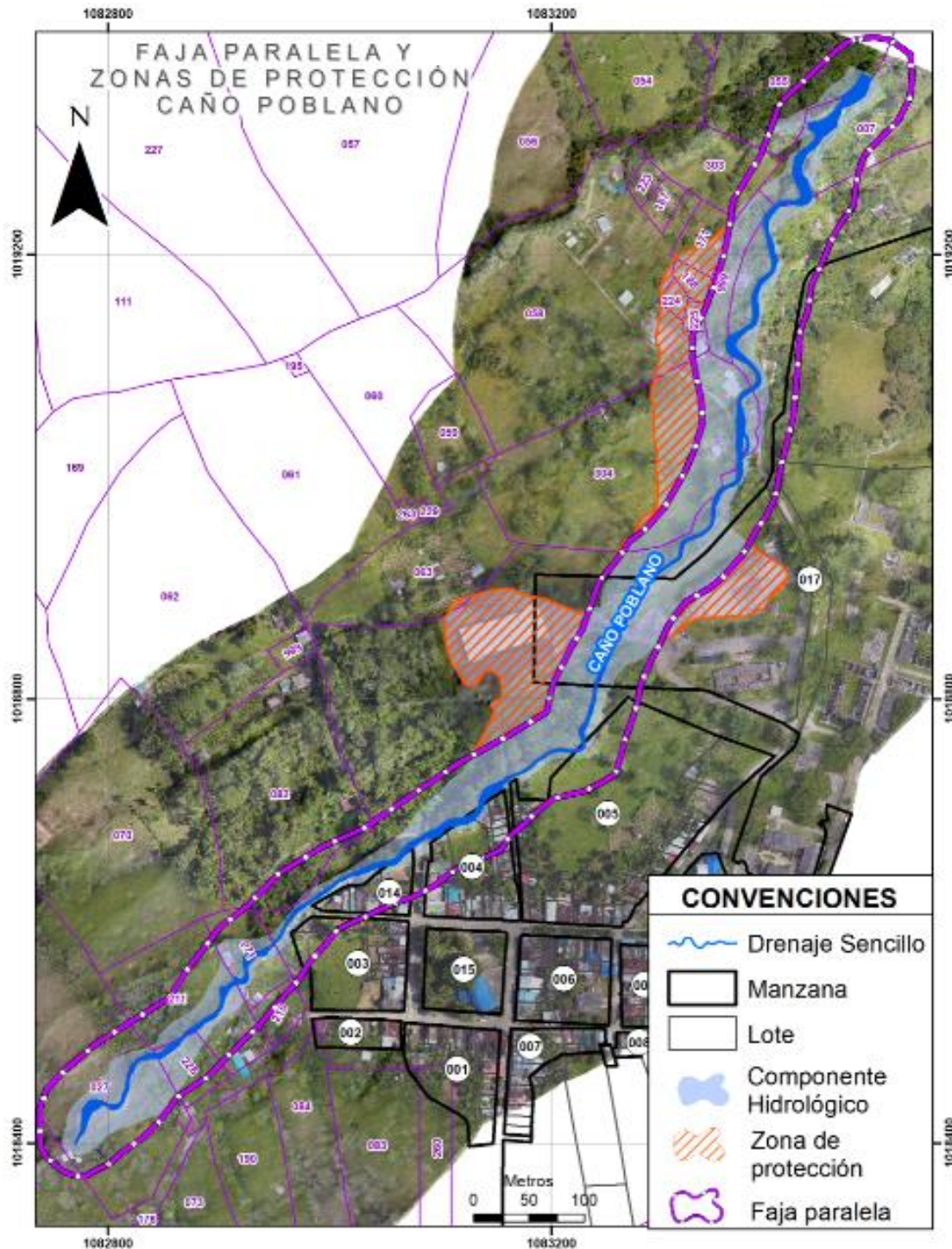


Figura 10-40. Delimitación de la faja paralela del caño Poblano y las áreas de protección

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

11 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONOMICA Y CULTURAL

Dado que el componente socioeconómico tiene una consideración caracterizadora del área de la ronda en el caño Poblano, y que son los componentes ecosistémico, hidrológico y geomorfológico, en su orden, los elementos delimitadores de la misma, a continuación, se presenta una descripción de la condición del componente socioeconómico en la ronda.

De las 50.902,31 Ha del municipio de Ubalá, el 99,6% está clasificado como rural y el 0,4% como urbano. Este municipio se encuentra dividido por los farallones de Medina en dos partes: Ubalá A, en la zona occidental donde se encuentra la cabecera municipal y Ubalá B, conformado por las inspecciones de Mámbita, Soya y San Pedro De Jagua.

11.1.1 Demografía

De acuerdo con la actualización de datos por parte de la oficina de planeación municipal, la población total para el año 2015 era de 10.718 habitantes de los cuales 5.541 son hombres y 5.177 son mujeres. De estos el 11,25% se concentra en el casco urbano y el 88,75% restante se localiza en áreas rurales. (Alcaldía Municipal de Ubalá, 2016). La información recopilada en el área de estudio acerca de las condiciones demográficas y grupos etarios, se muestra con mayor detalle en el capítulo 6.3.

11.1.2 Servicios sociales

Salud

La inspección de Mámbita cuenta con un puesto de salud ubicado en el centro poblado compuesto por un médico general, un odontólogo, un conductor de ambulancia y una enfermera auxiliar. El centro médico no cumple las expectativas de la comunidad debido a la escasa planta de personal médico, auxiliares, promotores y la ausencia de un bacteriólogo que preste el servicio de laboratorio clínico.

Se reporta que en aseguramiento que el 85% de la población se encuentra afiliada a las EPS Ecoopsos, Convida, Famisanar, Médicos & Asociados (Alcaldía Municipal de Ubalá Cundinamarca, 2012).

Educación

El municipio cuenta con dos núcleos educativos, en la zona de Ubalá A se encuentra el núcleo educativo No. 81 compuesto por un jardín infantil, una escuela urbana, 40 escuelas rurales y dos colegios de secundaria. Para Ubalá B, donde se encuentra la inspección de Mámbita, se cuenta con el núcleo educativo No. 82 compuesto por un centro educativo de educación preescolar, 8 escuelas y un colegio de secundaria.

En lo que respecta a infraestructura, únicamente los 6 colegios de educación básica secundaria cuentan con laboratorios de informática aceptables, todos carecen de bibliotecas actualizadas y ludotecas que permitan mejorar sus niveles académicos.

En cuanto a educación profesional, tecnológica y técnica, el municipio cuenta con un convenio con la Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD” y la UNIMINUTO.

11.1.3 Infraestructura de servicios

A nivel municipal, Ubalá cuenta con un sistema deficiente en cuanto a cobertura de los servicios públicos. En lo que refiere a acueductos, se tiene una cobertura de 75% en distribución del recurso hídrico. De este porcentaje solamente el 15,7% cuenta con agua potable.

Respecto a los demás servicios se tiene que, para el alcantarillado, el municipio tiene una cobertura del 20%. Para aseo en el casco urbano y los centros poblados, la cobertura es de 24.15%. en cuanto a energía eléctrica el 99% de los predios cuentan con el servicio.

Acueducto

El municipio se caracteriza por tener una amplia oferta hídrica, aunque en verano el recurso es escaso en las partes bajas del territorio. El servicio de agua potable se da únicamente en el casco urbano, mientras que, en zonas rurales y centros poblados, el agua no es apta para consumo humano ya que realizan captaciones mediante bocatomas, conduciendo el agua mediante tubos de PVC a tanques de almacenamiento. Cabe mencionar que Mámbita centro cuenta con servicio de acueducto, el agua no es apta para consumo, pero cuenta con buena calidad aparente.

Alcantarillado

En el casco urbano del municipio de Ubalá, el servicio de alcantarillado es prestado a 232 viviendas, lo que corresponde al 75.81% de la zona urbana. Para el área rural la cobertura del sistema de alcantarillado llegaba a 20% para el año 2016 (Alcaldía Municipal de Ubalá, 2016)

Puntualmente para el casco urbano de Mámbita, se cuenta con el servicio de alcantarillado donde la empresa EMGESA se encarga del tratamiento de las aguas residuales con una PTAR que tienen en sus instalaciones. De la información recopilada con el censo se tiene que el 80% cuenta con servicio de alcantarillado (Ver **Figura 6-14**).

Recolección de residuos sólidos

Para el casco urbano se reporta un buen servicio de recolección de residuos sólidos. En lo que respecta a las áreas rurales, en el año 2016 el 9,6% de la población contaba con servicio

de recolección, los demás realizaban actividades de quema de residuos, una inadecuada disposición de estos, enterrándolos en algunos puntos de sus predios o depósitos comunitarios que causaban impactos medio ambientales y problemáticas de salud pública.

Para la inspección de Mámbita, San Pedro de Jagua y Soya, la recolección, transporte y disposición de residuos sólidos está a cargo de la empresa de Garagoa de Boyacá.

Energía eléctrica

Para el casco urbano del municipio, la cobertura del sistema de energía es del 99% y en la zona rural es del 75%. Puntualmente en la zona B, las veredas Santa Teresa, Gazajujo, La Romaza, Soya, Gibraltar y el Carmen cuentan con una deficiente cobertura del servicio. Respecto a Mámbita, la cobertura del servicio de energía es total, ya que el cuarto de máquinas de la hidroeléctrica del Guavio en su cumplimiento de la ley 56/82, suministra el servicio a toda la población de la zona.

Vivienda

Para el año 2012 el municipio de Ubalá contaba con 2626 viviendas, los datos correspondientes a zonas rurales presentan imprecisiones. Para el área censada se reportaron un total de 200 predios, de los cuales el 88%, se encuentran construidos en bloque, el 12% restante corresponde a vivienda prefabricada, construida en tabla, en bahareque, entre otros. Esta información se complementa en el capítulo 6.3, donde se describe la cantidad de viviendas, material de construcción y el estado para el área abarcada por el censo georreferenciado.

Tenencia y estructura de la tierra

Para el año 2012 el minifundio representaba el 59,7%, en cabeza de pequeños productores dedicados principalmente a las actividades agropecuarias para la zona A de Ubalá. En la zona B del municipio, puntualmente en Mámbita, se tiene una estructura de la propiedad en la que se combina la pequeña y mediana propiedad. En la **Tabla 11-1** se muestra la relación entre el tamaño y la cantidad de predios en el municipio para el año 2012.

Tabla 11-1. Extensión y número de predios en Ubalá

Tamaño de los predios (Has)	No. de predios
1-5	2857
6-10	835
11-30	811
31-50	143
>50	139
TOTAL	4785

Fuente: Plan de desarrollo municipal Ubalá 2012-2015

Red vial

El municipio cuenta con 150 Km de vías de orden terciario distribuidas en 13 vías. 23,62 km están a cargo del instituto nacional de vías. La totalidad de la red vial municipal se encuentra construida en material de afirmado, el cual en temporadas de lluvias sufre un gran deterioro dificultando el tránsito de vehículos a lo largo del territorio.

Para la zona B del municipio se cuenta con la vía Mámbita – San Pedro de Jagua – Gazajuyo; San Pedro de Jagua – Puerto Rico y alto del oso – San Luis (Alcaldía Municipal de Ubalá, 2016).

11.1.4 Actividades económicas

La economía del municipio de Ubalá gira en torno al sector rural, ya que allí se ubica la mano de obra. Acorde al esquema de ordenamiento territorial, un 39,4% de la mano de obra se desempeña como trabajadores por cuenta propia y el 28,7% como obreros o empleados.

Los sectores económicos más representativos son la agricultura y ganadería, donde el fin principal es la auto subsistencia, aunque la caña panelera y el maíz se producen a gran escala llegando a comercializarse en los municipios de Gachetá y Gachalá. En la zona B de Ubalá para las inspecciones de Mámbita y San Pedro de Jagua, la economía es predominantemente agrícola y ganadera.

El sector agropecuario presenta algunas limitaciones debido al mal estado de las vías, lo cual afecta la comercialización de productos. Esto, sumado a la falta de mano de obra y la ausencia de relevo generacional que continúe con las actividades. También se pueden mencionar aspectos técnicos relacionados con la falta de adopción de tecnologías limpias, semillas de mala calidad, y la falta de desarrollo de capacidades y competencias como microempresarios que busquen minimizar los riesgos de pérdida de cultivos y fortalecer la capacidad de autogestión para el mercadeo de insumos y sus productos.

Además, se reporta en una menor medida la presencia de microempresas de alimentos y la piscicultura como sustento económico de algunas comunidades tanto de la zona A y B de Ubalá.

Agricultura

Para las dos zonas del municipio y debido a la variedad de zonas climáticas que se presentan, se reportan como principales cultivos permanentes la caña panelera, el cacao, el café y la mora. Como principales cultivos transitorios el maíz se cultiva de manera predominante, luego frijol y la papa. En la **Tabla 11-2** se puede observar los tipos de cultivos y su extensión en Hectáreas.

Tabla 11-2. Tipos de cultivos predominantes en Ubalá

Permanentes		Transitorios	
Tipo	Extensión (Ha)	Tipo	Extensión (Ha)
Caña Panelera	378	Maíz	1500
Cacao	90	Frijol	68
Café	78,95	Papa	10
Mora	36,4		

Fuente: EOT municipio de Ubalá 2008

Entre los años 2008 y 2012 hubo un crecimiento del sector agropecuario principalmente en los cultivos de cacao, café y frijol. Para el año 2015 se incrementaron las hectáreas cultivadas de caña panelera, café y puntualmente en la zona B un incremento en las hectáreas cultivadas de cacao.

Ganadería

Para el año 2012 el municipio tenía reportadas 27.910 cabezas de ganado, que en su mayoría se concentran en la zona B. en cuanto a áreas de pastos, hay aproximadamente 31.295 Ha en variedades de pasto imperial, colorado, puntero y falsa poa, *Braquiaria decumbes*, cultivos forrajeros y caña forrajera.

En cuanto al sector porcino existen en promedio 12.800 animales distribuidos en 3.200 granjas productoras. Para la actividad piscícola se tiene el dato que en el año 2011 se cosecharon 26.000 individuos con un peso promedio de 250 gramos para una producción neta de 6.500 kg. Respecto a la producción avícola, para el 2011 se registraron 2.000 aves de postura y 7.000 aves de engorde.

Minería

El área destinada a las actividades mineras en Ubalá es de 3.492 Has distribuidas en casi todas las veredas y con una importante relevancia en la economía del municipio. Esta actividad se localiza de la siguiente manera, ver **Tabla 11-3**. No obstante, aunque el EOT del municipio reporta yacimientos de sal en Mámbita centro, no se evidenció actividad relacionada durante el levantamiento de información de campo.

Tabla 11-3. Lugares de extracción y tipos de minería en Ubalá

Lugar	Tipo de minería
Inspección Laguna Azul - Vda. Santa Barbara	Extracción de Barita y hierro
Vda. Peñas blancas	Cuarzo y Malaquita



Inspección de La Playa - Las Mercedes - Santa Barbara	Extracción de Barita
Vda. Cartucho	Extracción de Oro
Vda. Santuario - Vda. Santa Barbara	Extracción de Hierro
Las Mercedes, orillas del rio Chivor	Mármol, Caliza - Pirita y Arena
Mámbita centro	Yacimientos de Sal

Fuente: EOT municipio de Ubalá 2008

11.1.5 Uso de los recursos naturales

A lo largo de recorridos realizados por el caño Poblano se identificaron ciertas actividades relacionadas con el uso y aprovechamiento de los recursos naturales. A continuación, se describe lo observado durante la actividad de levantamiento de información en campo, de igual forma estos datos se pueden ver en el **Anexo 1. Censo consolidado**.

- Piscicultura:

Se georreferenciaron varios predios destinados a actividades piscícolas, algunos de ellos se dedican a la producción de peces ornamentales para su venta. Otros, en su mayoría, destinan parte de sus predios a la cría de mojarra y cachama. Las coordenadas de los puntos se muestran en la **Tabla 11-4**.

Tabla 11-4. Georreferenciación de actividades piscícolas en el área de estudio

Criaderos	Este	Norte
1	1083027	1018637
2	1083478	1019247
3	1083337	1019094
4	1082824	1018300
5	1082706	1018634
6	1083087	1018894
7	1083106	1018898
8	1082965	1018590

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

De igual manera en la **Figura 11-1** se muestra la ubicación de las actividades piscícolas identificadas durante los recorridos en la zona de estudio.

- **Marraneras:**

A lo largo del área de estudio se identificaron 3 marraneras, las cuales tenían capacidad para uno y dos marranos. La georreferenciación de estas se muestra en la **Tabla 11-5** y en la **Figura 11-1** se muestra la ubicación de los puntos dentro del área delimitada.

Tabla 11-5. Georreferenciación de actividades porcícolas en el área de estudio

Marraneras	Este	Norte
1	1083388	1019099
2	1083046	1018641
3	1083381	1019056

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

- **Taller de Carpintería:**

Durante el levantamiento de información se observó un taller de carpintería, el cual no funcionaba todos los días, su propietario trabajaba de vez en cuando. La georreferenciación del taller se observa en la **Tabla 11-6**. de igual manera en la **Figura 11-1** se puede observar la localización en el área del proyecto.

Tabla 11-6. Georreferenciación del taller de carpintería encontrado en el área de estudio

Carpintería	Este	Norte
1	1083167	1018703

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

- **Descargas de Vertimientos:**

Por otro lado, hay predios que utilizan el caño Poblano para descargar aguas residuales o vertimientos relacionados con alguna actividad productiva. Durante el levantamiento de información se georreferenciaron los puntos de descargas de vertimientos encontrados en el área del proyecto. Las coordenadas se muestran en la **Tabla 11-7** y su ubicación en el área se muestra en la **Figura 11-1**.

Tabla 11-7. Georreferenciación de sitios de descarga de vertimientos en el caño Poblano

Vertimientos	Este	Norte
1	1083378	1019087
2	1083378	1019118
3	1083384	1019188

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018



- Usos económicos

Dentro del área del proyecto se encontraba el centro poblado de la inspección de Mámbita centro, a los alrededores, en la vereda Campo Hermoso, San Roque y La Floresta se evidenciaron parches de pastos arbolados y mosaicos de pastos con zonas naturales donde la actividad ganadera y agricultura de pan coger predomina como actividad de la zona.

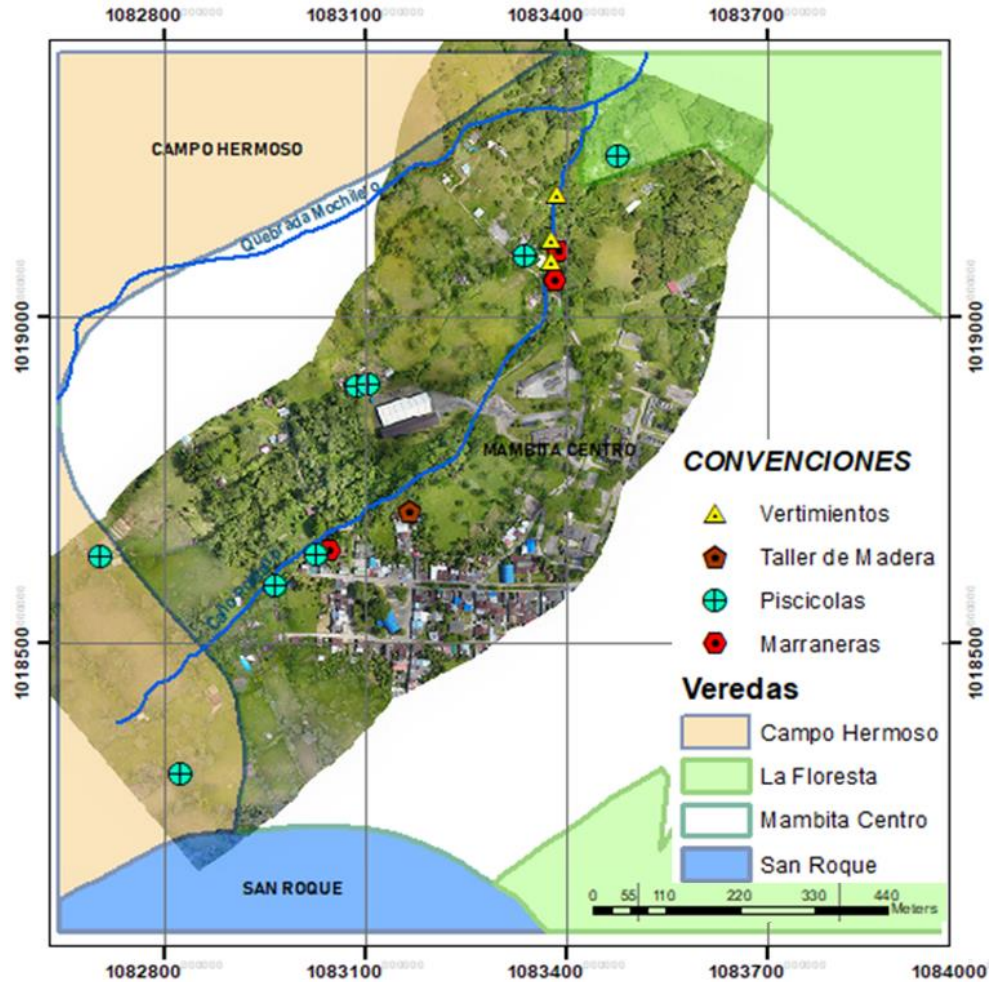


Figura 11-1. Georreferenciación de actividades relacionadas con el uso y aprovechamiento de recursos naturales.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

Cabe mencionar que en época de verano donde el déficit hídrico afecta la cantidad de agua que se distribuye a la comunidad, la población realiza captaciones del caño Poblano para uso doméstico. Y respecto a actividades de extracción de recursos minerales, no fueron observadas al momento del desarrollo de la actividad del censo georreferenciado.





11.1.6 Obras hidráulicas

Durante el levantamiento de información, se encontraron estructuras que ocupaban el cauce del cuerpo de agua objeto de estudio. El levantamiento de estructuras consistió en clasificarlas, georreferenciar su ubicación, tomar registro fotográfico, medidas, y dar una breve descripción.

Las estructuras encontradas se muestran en la **Tabla 11-8**.

Tabla 11-8. Obras hidráulicas ubicadas sobre el caño Poblano

Tipo de estructura	Boxculvert		
Material	concreto		
Descripción	Boxculvert ubicado sobre la vía. Aguas debajo de la estructura se encuentran unos muros en concreto de 1,5 m de alto que se extienden en longitud por 115 m		
	Altura: 1,8 m	Longitud: 7,6 m	Ancho: 2,2 m
Localización	Este	1083375,346	
	Norte	1019028,833	
	Altura	786,227	
Registro fotográfico			
			



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguavio Vive su Naturaleza

REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL CAÑO POBLANO A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO DE MÁMBITA EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ, DESDE LA COORDENADA E: 1082727 M N: 1018368 M HASTA SU DESEMBOCADURA EN LA QUEBRADA MOCHILERO EN LA COORDENADA E: 1083447 M N: 1019319 M, PARA UNA LONGITUD DE 1270 M.



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

Tipo de estructura	Boxculvert		
Material	concreto		
Descripción	Caño canalizado 63 metros en el predio de la empresa EMGESA, por donde pasa la vía se encuentra la estructura		
	Altura: 1,5 m	Longitud: 3 m	Ancho: 2 m
Localización	Este	1018894,186	
	Norte	1083289,349	
	Altura	812,305	

Registro fotográfico



Tipo de estructura	Alcantarilla		
Material	Concreto		
Descripción	Alcantarilla con dos tubos de 36 pulgadas		
	Altura: 1,3 m	Longitud: 4 m	Ancho: 3,5 m
Localización	Este	1018672,098	
	Norte	1083060,638	
	Altura	784,357	

Registro fotográfico



Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

12 ÁREAS DE MANEJO DE LA RONDA HÍDRICA

Una vez obtenido el límite funcional de la ronda, la faja paralela y definidas las zonas de protección, se pretenden establecer las medidas para el manejo de las zonas de protección. Con este fin se tienen en cuenta los criterios de preservación, restauración y uso sostenible que se definen a continuación según (MADS, 2018):

- **Preservación:**

Consiste en mantener la composición, estructura y función de la biodiversidad, conforme a su dinámica natural y evitando los posibles disturbios que sean ocasionados de manera antrópica.

Zonas cuyo objetivo es mantener y garantizar la intangibilidad y la perpetuación de los recursos naturales dentro de espacios específicos. Serán espacios de preservación aquellos que contengan biomas o ecosistemas de especial significación para el municipio y la región, donde se permita la evolución natural de los procesos biológicos. El mantener la condición original de los recursos naturales de un área silvestre, reduciendo la intervención humana a un nivel mínimo, da la posibilidad de tener sectores especiales en los cuales se pueda realizar un uso no extractivo tendiente al logro de fines ambientales, sociales, científicos, educativos, recreativos o potencialmente económicos.

- **Restauración:**

Consiste en restablecer parcial o totalmente la composición, estructura y función de la biodiversidad, en áreas de la ronda hídrica que hayan sido alteradas o degradadas y que contribuyan a la conectividad ecológica.

La restauración como una forma de recuperación, debe operar por medio de la inducción de transformaciones ambientales en apoyo y en la dirección de las tendencias generales de la sucesión, lo que implica el manejo de factores físicos, bióticos y sociales. Aunque la restauración implica, por definición, un modelo de ecosistema original no alterado, como meta, no siempre se conduce exactamente así. En ciertos casos el objetivo puede ser la rehabilitación de una función del ecosistema por medio de la toma de decisiones administrativas y ambientales que restrinjan su uso.

- **Uso Sostenible**

En esta estrategia se incluyen las áreas que se encuentran en conflicto por uso de la tierra o grado de deterioro ambiental identificados tanto en la definición del límite funcional como la de servicios ecosistémicos, así como en la que se puedan desarrollar actividades económicas que sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica identificados.

Acorde a las definiciones anteriores, en la estrategia de preservación se incluirán las áreas de la ronda hídrica que por sus atributos deban ser preservadas evitando la ocupación humana, entre estas se incluyen las áreas de vegetación nativa y zonas de vegetación que permitan la evolución natural de los procesos biológicos, zonas de aprovechamiento de recursos biológicos y servicios ecosistémicos, áreas de recarga de acuíferos y el componente hidrológico de la ronda hídrica.

Respecto a la estrategia de restauración, debe enfocarse en áreas que ya han tenido algún tipo de intervención y que pueden restituirse a un estado previo al disturbio. Basados en relictos de vegetación nativa que brinden una percepción de cómo se encontraba el ecosistema antes de la intervención antrópica, según el Plan Nacional de Restauración esta estrategia se denomina enriquecimiento y suplementación del bosque, que consiste en la siembra de plantas nativas en una alta densidad buscando la mayor diversidad posible, manejando distancias de siembra de 2m x 3m. (MADS, 2015).

Con fines de restauración se pueden implementar otras estrategias propuestas en dicho plan como:

- **Encerramiento del bosque:**

La finalidad de esta estrategia consiste en disminuir el impacto producido por el ganado en el interior del bosque, ya sea por apertura de caminos, compactación o por pisoteo de semillas y plántulas.

- **Conectividad a través de cercas vivas:**

Las cercas vivas favorecen la movilidad de algunas especies de fauna, muchas de estas especies como aves y murciélagos se consideran dispersores de semillas. Por lo general la mayoría de las plántulas que germinan bajo la línea de la cerca, la fortalecen permitiendo que se vaya ampliando la cerca y a su vez recuperando sectores que se han perdido.

- **Establecimiento de barreras:**

Con esta estrategia se busca disminuir los efectos de borde, facilitando la recuperación interna de los bosques. Una barrera densa de árboles y arbustos nativos, suele tener un efecto positivo en la recuperación del fragmento de bosque objeto de restauración.

- **Establecimiento de franja protectora de cuerpos de agua:**

Se fundamenta como uno de los mecanismos más viables para restablecer la conectividad en muchos ecosistemas. Para tal fin se proponen acciones rápidas que permitan el encerramiento y mejoramiento del hábitat en corredores riparios.

12.1 ZONIFICACIÓN DE MANEJO

Para identificar las zonas de manejo, se integraron y analizaron los diferentes aspectos físico bióticos encontrados, esto con la finalidad de caracterizar las unidades de paisaje que permitan visualizar la realidad del territorio en cuanto a su uso actual y su potencial de proveer bienes y servicios ambientales. A continuación, se muestran los aspectos analizados para tal fin:

- Coberturas vegetales:

Se utilizaron como principal insumo ya que permiten evidenciar los usos que se le están dando al territorio, las áreas homogéneas, el grado de intervención antrópica y los sistemas productivos que se llevan a cabo en las zonas de ronda.

- Zonas de inundación:

Este criterio se utilizó debido a las afectaciones que puede ocasionar un evento de creciente del cuerpo de agua objeto de estudio, lo cual permite identificar las zonas donde debe existir un control estricto respecto a la prohibición de ocupación del territorio, dando pistas para establecer zonas de preservación o en las que ya están ocupadas establecer las zonas de restauración.

Para tal fin, en la **Figura 12-1** se pueden observar las zonas destinadas a preservación y restauración, que corresponden a dichas áreas que pueden verse afectadas por fenómenos de inundación, o zonas que se encuentren en aceptables condiciones y que provean de servicios ecosistémicos, respectivamente.

Finalmente, para definir las zonas de manejo sostenible se tienen en cuenta aquellas zonas de la ronda que se encuentran en conflicto por uso de la tierra o que producen cierto grado de deterioro ambiental en la zona delimitada de la ronda. Los condicionamientos para estas zonas dependen de si representan alguna alteración de la funcionalidad de los componentes delimitados, donde si no representan una alteración, los condicionamientos serán menos restrictivos y la estrategia de manejo que debe tenerse en cuenta será la de uso sostenible.

Una vez comprendido lo anterior, se define que la ronda hídrica contempla un total de **11,434 Ha**, categorizadas como zonas de protección y de uso sostenible (ver capítulo 10.5), estas se encuentran distribuidas como áreas de preservación (**4,887 Ha**) y restauración (**4,832 Ha**) que representan el **42,74%** y el **42,26%** respectivamente. Así mismo, se encuentran **1,715 Ha** en uso sostenible, que corresponden al **15%** restante.

En la **Tabla 12-1** se presenta el porcentaje de las categorías producto de la zonificación realizada.



Tabla 12-1. Proporción de áreas por categoría de zonificación para la ronda hídrica definida

Categoría		Área (Ha)	Área (%)
Protección	Preservación	4,887	42,74
	Restauración	4,832	42,26
Uso Sostenible		1,715	15,00
Total		11,434	100

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

A continuación, en la **Figura 12-1** se presenta el resultado de la zonificación de las áreas de manejo del caño Poblano a la altura del centro poblado de Mámbita en el municipio de Ubalá

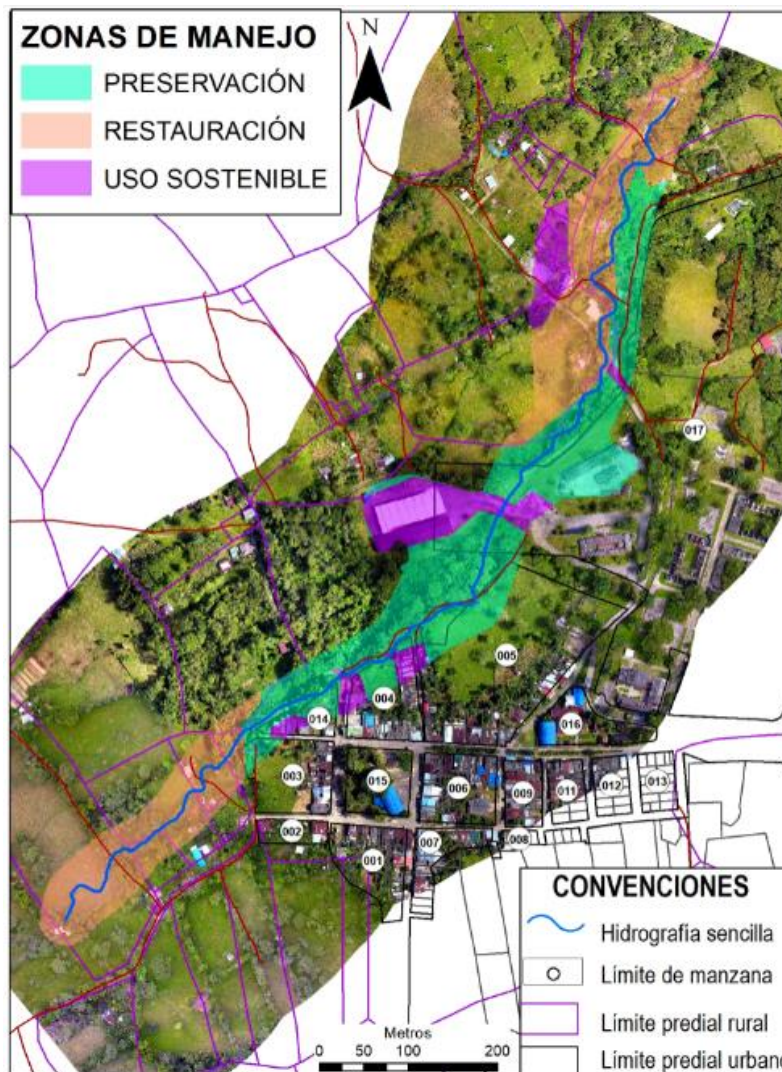


Figura 12-1. Zonificación de manejo para la ronda hídrica definida del caño Poblano.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

12.2 COMPATIBILIDAD DE USOS

Una vez definidas las zonas de manejo, se pretende que el proceso de zonificación sea exitoso, para ello se deben tener en cuenta los usos que serían compatibles y los que se restringen respecto a las áreas delimitadas tanto de preservación, como protección y de uso sostenible. De tal manera que a continuación se describen los diferentes usos propuestos acorde a la zonificación anteriormente descrita.

12.2.1 Zonas de preservación:

El objetivo que se plantea para estas zonas destinadas a la preservación es conservar la vegetación boscosa y de carácter ripario que se encuentra presente en el área delimitada de la ronda hídrica del caño Poblano, permitiendo la funcionalidad de los procesos ecológicos que se llevan a cabo evitando el establecimiento de actividades antrópicas.

Para tal fin, los diferentes usos que se proponen acorde al conocimiento de las actividades que se llevan a cabo en la zona se muestran en la **Tabla 12-2**.

Tabla 12-2. Recomendaciones de uso para zonas de preservación

Usos compatibles	Conservación, establecimiento forestal y manejo integral, jardín botánico destinado a investigación científica y programas de monitoreo ambiental enfocados en la producción de conocimiento.
Usos condicionados	Turismo ecológico, educación ambiental y establecimiento de infraestructuras relacionadas con los usos compatibles con ciertas restricciones.
Usos prohibidos	Ocupación del territorio para vivienda o fines urbanos, caza, pesca, explotación silvicultural, explotación agropecuaria y minera, disposición de residuos y demás usos que no se reportan como compatibles o condicionados se entienden como prohibidos.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

12.2.2 Zonas de restauración:

El objetivo de plantear estas zonas es el de recuperar las áreas dentro del límite funcional de la ronda hídrica que impiden que se lleven a cabo los procesos naturales tanto ecosistémicos como geomorfológicos e hidrológicos.

Con esta finalidad se plantean los siguientes usos que permiten que mediante un proceso liderado se logre el objetivo anteriormente mencionado. Ver **Tabla 12-3**.

Tabla 12-3. Recomendaciones de uso para zonas de restauración

Usos compatibles	Reforestación con plantas nativas y rehabilitación de ecosistemas, educación ambiental, investigación, enriquecimiento y mejoramiento de hábitats, ecoturismo, bosque protector productor.
Usos condicionados	Aprovechamientos sostenibles de especies forestales, agricultura, recreación pasiva.
Usos prohibidos	Ocupación del territorio para vivienda o fines urbanos, explotación minera, tala y quema de bosques, ganadería, avícolas, disposición de residuos.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

12.2.3 Zonas de uso sostenible

Las zonas de uso sostenible se plantean con el objetivo de no expropiar a los dueños de predios que se encuentran en la zona de la ronda hídrica, pero condicionando las actividades que se llevan a cabo en estas áreas.

Con este objetivo claro, se plantean los siguientes usos para las zonas destinadas a usos sostenibles. Ver **Tabla 12-4**.

Tabla 12-4. Recomendaciones de uso para zonas definidas de uso sostenible

Usos compatibles	Producción agropecuaria condicionada, aprovechamientos sostenibles de bajo impacto, ecoturismo, educación ambiental, recreación pasiva.
Usos condicionados	Vivienda campesina, predio de EMGESA, batallón militar, aprovechamientos sostenibles de especies forestales, actividades pecuarias no intensivas, sistemas agroecológicos.
Usos prohibidos	Ganadería intensiva, cultivos que exijan mecanización, aplicación de pesticidas, minería, disposición de residuos, quemadas.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2018

13 Bibliografía

- Alcaldía Municipal de Ubalá. (2016). *Plan de desarrollo 2016-2019 "con el cambio Ubalá crece"*. Ubalá: Alcaldía Municipal de Ubalá.
- Alcaldía Municipal de Ubalá. (2016). *Plan integral de seguridad y convivencia ciudadana 2016-2019*. Ubalá: Alcaldía municipal de Ubalá Cundinamarca.
- Alcaldía Municipal de Ubalá Cundinamarca. (2012). *Plan De Salud Territorial* . Ubalá: Alcaldía Municipal de Ubalá .
- Carvajal, J. (2012). *Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia* . Bogotá D.C.: Instituto Colombiano de Geología y Minería - INGEOMINAS.
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (2006). *Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado*. Bogotá.
- Empresa de Energía de Bogotá*. (2008). Bogotá: Plan de Manejo Ambiental.
- MADS. (2014). *Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible .
- MADS. (2015). *Plan Nacional de Restauración* . Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible .
- MADS. (2018). *Guía técnica de criterios para el acotamiento de rondas hídricas en Colombia*. Bogotá : Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.