



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguvio Vive su Naturaleza

Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO



REALIZAR LOS ESTUDIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LOS CUERPOS DE AGUA, CAÑO EL HUMILLADERO Y QUEBRADA GAZAJUJO, A LA ALTURA DEL CENTRO POBLADO SAN PEDRO DE JAGUA, DEL MUNICIPIO DE UBALÁ, JURISDICCIÓN DE CORPOGUAVIO



CONTRATO DE CONSULTORÍA N° 200-12-04-452



Octubre de 2017

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	12
2	GENERALIDADES.....	14
2.1	ALCANCE Y OBJETO DEL PROYECTO	14
2.2	LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS.....	14
2.3	MARCO NORMATIVO	14
2.4	ÁREA DE ESTUDIO.....	19
3	METODOLOGÍA	22
4	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE CAMPO	30
4.1	Recopilación de información disponible	30
4.2	Análisis predial, caracterización socioeconómica y censo.....	33
4.2.1	Análisis de la distribución y composición predial	33
4.2.2	Inventario y caracterización de infraestructura social y económica	36
4.2.3	Censo Georreferenciado	42
4.3	DISPOSICIONES Y RESTRICCIONES DE USO Y APTITUD DEL SUELO.....	44
5	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO.....	49
5.1	MATERIALES Y EQUIPOS.....	49
5.2	PROCEDIMIENTOS CON GPS.....	50
5.2.1	Levantamiento con GPS	50
5.2.2	Levantamiento con estación total	51
5.2.3	Nivel de precisión	52
5.3	PROCEDIMIENTOS EN OFICINA.....	53
5.3.1	Cálculo en coordenadas para GPS	53
5.3.2	Cálculo en coordenadas para puntos tomadas con estación total	55
5.3.3	Dibujo de información	56
6	LEVANTAMIENTO LIDAR Y RESTITUCIÓN AEROFOTOGRAMÉTRICA.....	61
6.1	VUELO FOTOGRAMÉTRICO	61
6.2	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	63
6.2.1	Procesamiento Geodésico	63
6.2.2	Error Medio Cuadrático	64
6.2.3	Número de satélites	65
6.2.4	Pdop (Positional Dilution Of Precision)	66
6.3	PRODUCTOS OBTENIDOS.....	67
6.3.1	Modelo digital de terreno (DTM) y generación de curvas de nivel	67
6.3.2	Ortofotos	68
6.4	CARTOGRAFÍA DIGITAL Y MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN.....	68
7	MODELAMIENTO HIDRAÚLICO E HIDROLÓGICO	71

7.1	ASPECTOS HIDROGRÁFICOS	71
7.2	ASPECTOS MORFOMÉTRICOS	72
7.3	ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS	79
7.3.1	Generalidades	79
7.3.2	Precipitación	80
7.3.3	Otras variables climatológicas	82
7.4	USO ACTUAL DEL SUELO	84
7.5	EVENTOS HISTÓRICOS	86
7.6	ASPECTOS HIDROLÓGICOS	86
7.6.1	Generalidades	86
7.6.2	Análisis de homogeneidad y consistencia	87
7.6.3	Marco Metodológico	89
7.6.4	Análisis de Valores Medios	92
7.6.5	Análisis de Valores Máximos	94
7.7	ANÁLISIS HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO	97
7.7.1	Marco Metodológico	97
7.7.2	Modelación hidrológica	98
7.7.3	Modelación hidráulica	99
8	DELIMITACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA	125
8.1	DEFINICIÓN DE CAUCE PERMANENTE	128
8.2	ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA	130
8.3	COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO	131
8.3.1	Aspectos Generales	131
8.3.2	Delimitación de la ronda hídrica para el componente geomorfológico	134
8.4	COMPONENTE HIDROLÓGICO	143
8.4.1	Levantamiento de información de campo	143
8.4.2	Eventos históricos con la comunidad	148
8.4.3	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica	148
8.5	COMPONENTE ECOSISTÉMICO	150
8.5.1	Aspectos generales	150
8.5.2	Descripción de los tipos de cobertura	150
8.5.3	Ecosistemas	158
8.5.4	Ecosistemas de importancia estratégica	160
8.5.5	Calculo de H para el establecimiento de rondas hídricas	163
8.5.6	Consideraciones Legales	168
8.6	COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	169
8.6.1	Demografía	170
8.6.2	Infraestructura de Servicios	173
8.6.3	Servicios Sociales	175
8.6.4	Actividades Económicas	181
8.6.5	Tenencia y Estructura de la Tierra	184
8.6.6	Uso de los recursos naturales	185
9	ZONIFICACIÓN PROPUESTA Y MEDIDAS DE MANEJO EN LAS CORRIENTES	187

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	---	---

9.1	CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN.....	188
9.2	ZONIFICACIÓN DE MANEJO PARA LA RONDA HÍDRICA DEFINIDA	190
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	193
11	BIBLIOGRAFÍA.....	196

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Marco legal para el manejo de rondas hídricas.....	14
Tabla 2. Verificación y ajuste de coordenadas en el área de estudio.....	26
Tabla 3. Formato de recolección de información secundaria.....	26
Tabla 4. Recolección de información secundaria.....	31
Tabla 5. Distribución de área, propietarios y predios según agrupación por tamaño	34
Tabla 6. Caracterización de la infraestructura económica y social.....	42
Tabla 7. Ubalá. División político - administrativa.....	44
Tabla 8. Ubalá B. Principales Actividades Económicas y Principales Cultivos y Destinos de la Producción por Vereda en la Inspección de San Pedro de Jagua	45
Tabla 9. Subcuencas y microcuencas del río Guavio en el Municipio de Ubalá B	46
Tabla 10. Amenazas y vulnerabilidades presentes en el municipio de Ubalá.	46
Tabla 11. Características del plan de vuelo	62
Tabla 12. Parámetro morfométricos Quebrada Gazajujo y Caño el Humilladero.	74
Tabla 13. Valores de clasificación según la forma de la cuenca.	77
Tabla 14. Clases de valores de forma.	78
Tabla 15. Estaciones climatológicas área de estudio.....	79
Tabla 16. Usos del suelo en el área de estudio	84
Tabla 17. Características Estación Hidrológica de referencia	87
Tabla 18. Áreas de drenaje	90
Tabla 19. Precipitación media mensual Áreas de drenaje	91
Tabla 20. Distribución de frecuencias de Caudales máximos Estación La Boca – río Batatas	95
Tabla 21. Caudales máximos caño El Humilladero y quebrada Gazajujo (m ³ /seg)	96
Tabla 22. Coeficientes de rugosidad (n) caño El Humilladero y quebrada Gazajujo	103
Tabla 23. Resultados modelación hidráulica e hidrológica para Tr 2.33 y 15 años – Caño El Humilladero	109
Tabla 24. Resultados modelación hidráulica e hidrológica para Tr 2.33 y 15 años – Quebrada Gazajujo.....	117
Tabla 25. Áreas por ecosistemas presentes en el área de estudio	159
Tabla 26. Valor de N según área de la cuenca y densidad de drenaje.	165
Tabla 27. Cálculo de H.	165
Tabla 28. Distancia mínima de H a considerar según el tipo de corredor	166
Tabla 29. Habitantes Inspección San Pedro de Jagua	171
Tabla 30. Total habitantes por rango etario. Centro poblado de San Pedro de Jagua ...	171
Tabla 31. Número de habitantes por vivienda. Centro Poblado de San Pedro de Jagua	172
Tabla 32. Cobertura total de Servicios Públicos municipio de Ubalá	173
Tabla 33. Total viviendas por Ronda Hídrica. Centro Poblado de.....	177
Tabla 34. Uso actual de las edificaciones. Centro Poblado de San Pedro de Jagua	179
Tabla 35. Material predominante en las viviendas/edificaciones. Centro poblado de San Pedro de Jagua	179
Tabla 36. Principales actividades económicas y cultivos. Inspección San Pedro de Jagua	183

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	---	---

Tabla 37. Extensión y total de predios en el municipio de Ubalá. 185

Tabla 38. Proporción de áreas por categoría de zonificación para la ronda hídrica definida.
..... 190

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización general del proyecto	20
Figura 2. Localización de las fuentes hídricas objeto de estudio (caño El Humilladero y quebrada Gazajujo) en el municipio de Ubalá - Cundinamarca.....	21
Figura 3. Superposición de capas para la delimitación de la ronda hídrica	24
Figura 4. Actividades generales desarrolladas para la elaboración del estudio de delimitación de la ronda hídrica.	29
Figura 5. Área de estudio para el análisis de la distribución y composición predial	34
Figura 6. Tenencia de la tierra en el área de estudio.....	36
Figura 7. Mapa de uso del suelo del área de estudio	48
Figura 8. Resultados post proceso para la coordenada base GPS.	54
Figura 9. Traslado coordenadas elipsoidales a planas Gauss – Kruger con Magna – Sirgas pro.	54
Figura 10. Cálculo y ajuste de la poligonal con programa Transit.	55
Figura 11. Datos RAW (ángulos y distancias) poligonal cerrada	55
Figura 12. Comparación planos fotos K1+000 Quebrada Gazajujo.	57
Figura 13. Comparación de planos - fotos.	58
Figura 14. Confluencia caño El Humilladero y quebrada Gazajujo.....	59
Figura 15. Vertimiento en la quebrada Gazajujo sector k1+500	59
Figura 16. Sección transversal quebrada Gazajujo	60
Figura 17. Proyección axonométrica curvas de nivel de cada 20 cm	60
Figura 18. Área de toma de la imagen Lidar	61
Figura 19. Esquema del vuelo planeado para el polígono San Pedro de Jagua.....	63
Figura 20. Procesamiento en el software POSPAC para el 01 de febrero de 2017	64
Figura 21. Error medio cuadrático de las coordenadas norte, este y altura para el vuelo del día 01 de febrero de 2017	65
Figura 22. Número de satélites para el vuelo del día 01 de febrero de 2017	66
Figura 23. PDOP del vuelo para el día 01 de febrero de 2017	67
Figura 24. Fotografía área de la zona de estudio	68
Figura 25. Modelo Digital de Terreno de la zona de estudio.....	70
Figura 26. Unidades Hidrográficas asociadas a la zona de estudio.....	71
Figura 27. Localización Quebrada Gazajujo y Caño el Humilladero.	72
Figura 28. Delimitación cuencas hidrográficas Quebrada Gazajujo y Caño el Humilladero en el área de estudio.	73
Figura 29. Áreas de drenaje quebrada Gazajujo y caño El Humilladero.....	75
Figura 30. Distribución de la precipitación mensual Estación La Vega San Juan.	80
Figura 31. Histogramas de precipitación multianual Estación La Vega San Juan.....	81
Figura 32. Isolíneas de precipitación microcuenca río Guavio.....	82
Figura 33. Isolíneas de temperatura microcuenca río Guavio.	83
Figura 34. Mapa del uso del suelo del área de estudio	85
Figura 35. Diagrama de Cajas y Bigotes – Estación La Boca (3506709).....	88
Figura 36. Análisis de Homogeneidad – Estación La Boca (3506709)	89
Figura 37. Caudales Medios Mensuales – Estación La Boca (3506709).....	92

Figura 38.	Caudales Medios Mensuales – Caño El Humilladero	93
Figura 39.	Caudales Medios Mensuales – Quebrada Gazajujo	94
Figura 40.	Distribución de frecuencia de caudales máximos – Estación La Boca – Río Batatas	96
Figura 41.	Base topográfica del área de estudio	100
Figura 42.	Modelo Digital de Terreno - TIN	101
Figura 43.	Modelo de Datos Geométrico	102
Figura 44.	Modelo de Datos Geométrico del Hec-Ras caño El Humilladero	104
Figura 45.	Modelo de Datos Geométrico del Hec-Ras Quebrada Gazajujo	105
Figura 46.	Sección transversal típica Caño El Humilladero	106
Figura 47.	Sección transversal típica Quebrada Gazajujo	106
Figura 48.	Datos de Flujo del caño El Humilladero para modelación en Hec-Ras	107
Figura 49.	Datos de Flujo de quebrada Gazajujo para modelación en Hec-Ras	107
Figura 50.	Resultados modelación hidrológica e hidráulica caño El Humilladero	108
Figura 51.	Resultados modelación hidrológica e hidráulica quebrada Gazajujo	109
Figura 52.	Definición de la ronda hídrica en términos del artículo 206 de la ley 1450 de 2011	127
Figura 53.	Superposición de capas para la delimitación de la ronda hídrica	128
Figura 54.	Cauce permanente del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo.	129
Figura 55.	Unidades Geomorfológicas regionales para el área de estudio. Interpretación realizada con Imágenes de Google Earth.	131
Figura 56.	Unidades geomorfológicas para el área de estudio.	132
Figura 57.	Vista general del patrón de drenaje paralelo que presentan las corrientes del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo, y el patrón de tipo subparalelo a dendrítico, para el resto de la red hidrográfica de la cuenca. Fuente: IGAC, http://geoportal.igac.gov.co	134
Figura 58.	Delimitación de las rondas hídricas a partir de los aspectos morfológicos de la dinámica fluvial de la quebrada Gazajujo y el caño El Humilladero	137
Figura 59.	Componente hidrológico de la ronda hídrica del Caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo	149
Figura 60.	Ecosistemas presentes en el área de estudio.	160
Figura 61.	IVI para especies arbóreas del bosque de galería	163
Figura 62.	Delimitación de las rondas hídricas desde el componente ecosistémico de la quebrada Gazajujo y el caño El Humilladero.	168
Figura 63.	Porcentaje del número de habitantes por vivienda. Centro Poblado de San Pedro de Jagua	173
Figura 64.	Porcentaje de viviendas por ronda hídrica. Centro Poblado de San Pedro de Jagua	178
Figura 65.	Porcentaje por tipo de uso de las edificaciones. Centro Poblado de San Pedro de Jagua	179
Figura 66.	Material predominante en las viviendas/edificaciones. Centro poblado de San Pedro de Jagua	180
Figura 67.	Material de construcción Vs. Estado de la vivienda/edificación. Centro Poblado de San Pedro de Jagua	181

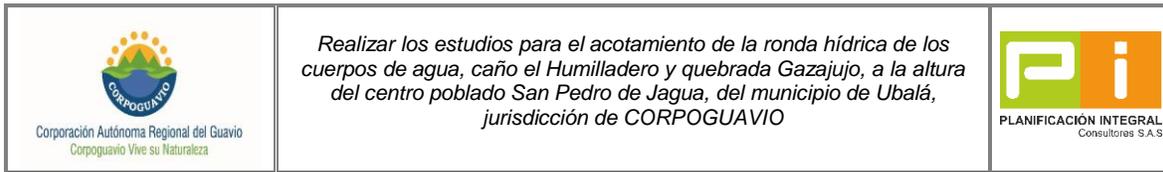


Figura 68. Componentes estructurantes para la delimitación de la ronda hídrica de la quebrada Gazajujo y el caño El Humilladero en el centro poblado de San Pedro de Jagua en el municipio de Ubalá..... 187

Figura 69. Delimitación de la ronda hídrica de la quebrada Gazajujo y el caño El Humilladero en el centro poblado de San Pedro de Jagua en el municipio de Ubalá..... 188

Figura 70. Categorías de zonificación de la ronda hídrica 189

Figura 71. Zonificación de manejo para la ronda hídrica definida para la quebrada Gazajujo y caño El Humilladero en el centro poblado de San Pedro de Jagua en el municipio de Ubalá. 191

Figura 72. Delimitación de la Zona de Manejo y Preservación Ambiental a partir del elemento estructurante ecosistémico para la ronda hídrica definida. 192

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Quebrada Gazajujó - Tramo aguas arriba del centro poblado de San Pedro de Jagua.....	25
Fotografía 2. Quebrada Gazajujó - Tramo aguas arriba del centro poblado de San Pedro de Jagua.....	25
Fotografía 3. Labores del levantamiento tipográfico realizado en el área de estudio.	27
Fotografía 4. Labores de toma de imagen Lidar.	27
Fotografía 5. Censo georreferenciado	28
Fotografía 6. Infraestructura educativa. Colegio departamental Kennedy San Pedro de Jagua.....	37
Fotografía 7. Infraestructura de salud. Centro de Salud Nuestra Esperanza. San Pedro de Jagua.....	38
Fotografía 8. Salón Comunal de la Inspección de San	38
Fotografía 9. Instituciones de culto en San Pedro de Jagua	39
Fotografía 10. Equipamiento recreativo. Parque Principal de San Pedro de Jagua	39
Fotografía 11. Infraestructura de Seguridad. Estación de Policía San Pedro de Jagua ..	40
Fotografía 12. Infraestructura de Institucional. Oficina de Corpoguvio	40
Fotografía 13. Infraestructura comercial de San Pedro de Jagua	41
Fotografía 14. Infraestructura productiva. Marranera sobre la quebrada Gazajujó y Plaza de Mercado de San Pedro de Jagua.....	41
Fotografía 15. Ejecución del censo, predio a predio en el área de estudio	43
Fotografía 16. Ejecución del censo, predio a predio en el área de estudio	43
Fotografía 17. Ejecución del censo, predio a predio en el área de estudio	43
Fotografía 18. Ejecución del censo, predio a predio en el área de estudio	43
Fotografía 19. Toma de información con antena móvil GPS – RTK.....	50
Fotografía 20. Ubicación Base GPS. (Patio Sede Corpoguvio).....	51
Fotografía 21. Quebrada Gazajujó. Levantamiento con estación NIKON.....	51
Fotografía 22. Marranera ubicada sobre la quebrada Gazajujó	52
Fotografía 23. Detalla o punto transitorio para posicionar estación total Nikon	52
Fotografía 24. Niveles de secciones transversales con nivel de precisión	53
Fotografía 25. Niveles de precisión quebrada El humilladero (Animas)	53
Fotografía 26. Depósitos de bloques heterométricos, subangulares a angulares vistos en la margen derecha de la quebrada Gazajujó.	133
Fotografía 27. Dinámica del lecho de la Quebrada Gazajujó conformada por grandes bloques y cantos de diámetros variables y un bajo caudal; las márgenes son inclinadas y se encuentran cubiertas por bosque de galería. Coordenadas: 4° 38'57" N, 73°19'31" O, h 790 m.....	135
Fotografía 28. Orillas inclinadas hacia la margen derecha de la Quebrada Gazajujó; se observa socavación lateral. Coordenadas: 4° 38'56" N, 73°19'31" O, h 770 m.	136
Fotografía 29. A: Vista de laderas con pendientes entre 10-15% que encajonan en la margen izquierda el cauce. B: Cauce bordeado por una amplia franja de bosque de galería, lecho con bloques y cantos. Coordenadas: 4° 38'54" N, 73°19'29" O, h 770 m.	138

Fotografía 30. Lecho del rio cubierto de cantos y bloques; bajo gradiente hidráulico. Coordenadas: 4° 38'51'' N, 73°19'26'' O, h 780 m.	138
Fotografía 31. Alta pendiente en la margen izquierda de la Quebrada, con estabilidad geotécnica; alto cubrimiento de las márgenes de bosques de galería. Coordenadas: 4° 38'51'' N, 73°19'26'' O, h 780 m.	139
Fotografía 32. Orillas ligeramente inclinadas, algunos sectores irregulares y alto cubrimiento de las márgenes de bosques de galería. Lecho cubierto de cantos subangulares a subredondeados de menor tamaño. Coordenadas: 4° 38'47'' N, 73°19'22'' O, h 760 m.	140
Fotografía 33. Lecho cubierto de gravas subredondeados a redondeadas, orillas muy bajas y muy bajo gradiente hidráulico. Coordenadas: 4° 38'45'' N, 73°19'30'' O, h 780 m.	141
Fotografía 34. Laderas de la Formación Caja, que confinan el cauce del caño El Humilladero; las orillas son de poca altura y el gradiente hidráulico es muy bajo. Coordenadas: 4° 38'42'' N, 73°19'20'' O, h 770 m.	142
Fotografía 35. Llanuras de inundación formadas en ambos costados de las márgenes del Caño, Laderas de la Formación Caja, que confinan el cauce del caño. Coordenadas: 4° 38'42'' N, 73°19'25'' O, h 760 m.	142
Fotografía 36. Tramo del caño conducido por una alcantarilla; el cauce mantiene un bajo gradiente hidráulico y presenta una franja de bosque de galería. Coordenadas: 4° 38'40'' N, 73°19'18'' O, h 690 m.	143
Fotografía 37. Quebrada Gazajujo. Tramo aguas arriba del centro poblado de San Pedro de Jagua.	146
Fotografía 38. Caño Humilladero (Animas). Tramo aguas arriba del centro poblado de San Pedro de Jagua.	148
Fotografía 39. Parque Central de San Pedro de Jagua.	151
Fotografía 40. Calles y viviendas de San Pedro de Jagua.	151
Fotografía 41. Zona comercial de San Pedro de Jagua.	152
Fotografía 42. Calles de San Pedro de Jagua.	152
Fotografía 43. Vía principal de acceso.	152
Fotografía 44. Pastos limpios cerca de la zona urbana.	153
Fotografía 45. Zona con pastos limpios cercana a la quebrada Gazajujo.	153
Fotografía 46. Pastos arbolados en zonas ganaderas.	154
Fotografía 47. Pastos arbolados cercanos a la quebrada.	154
Fotografía 48. Pastos enmalezados cerca a la quebrada.	155
Fotografía 49. Pastos enmalezados en predios privados.	155
Fotografía 50. Bosque de galería bordeando los dos cuerpos de agua.	156
Fotografía 51. Bosque de galería en la caño El Humilladero.	156
Fotografía 52. Vegetación arbórea e irregular.	156
Fotografía 53. Vegetación secundaria baja.	157
Fotografía 54. Tierras degradadas.	158
Fotografía 55. Quebrada Gazajujo.	161
Fotografía 56. Caño El Humilladero, o las Ánimas.	161
Fotografía 57. Panorámica San Pedro de Jagua.	170

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	---	---

1 INTRODUCCIÓN

Dada la gran importancia que tiene la evaluación de eventos extremos como crecientes de ríos y quebradas para el adecuado ordenamiento del territorio, y teniendo en cuenta episodios de emergencia invernal a nivel nacional y regional (departamento de Cundinamarca) en las últimas décadas, la Corporación Autónoma Regional del Guavio (CORPOGUAVIO) realiza en la actualidad la delimitación de todas aquellas zonas que son propensas a inundaciones o desbordamientos de ríos y quebradas.

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)¹ las rondas hídricas se definen como: *"zonas o franjas de terreno aledañas a los cuerpos de agua que tienen como fin permitir el normal funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas propias de dichos cuerpos de agua"*.

La delimitación de las zonas propensas a inundaciones se realiza con el fin de aislarlas y darles un uso adecuado como el de protección y recuperación, además de implementar sistemas que permitan generar alertas antes del desencadenamiento de los eventos. El mal manejo de las rondas hídricas, el deterioro de las mismas y de los recursos naturales asociados a ellas, en especial el recurso hídrico, hace que sea prioritaria su delimitación de forma adecuada y la definición de medidas de manejo para su protección y conservación.

El presente estudio se realiza en el marco del contrato de consultoría N° 200-12-04-452 celebrado entre CORPOGUAVIO y PI Planificación Integral Consultores S.A.S., que tiene como objeto la delimitación de la ronda hídrica de dos afluentes que nacen en el área rural y confluyen en el centro poblado de San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá en el departamento de Cundinamarca, con el objetivo de prever la eventual ocupación de la misma durante los procesos de expansión urbana. La ejecución del presente contrato corresponde a la meta: Estudios para la determinación de la zona de ronda hídrica en afluentes priorizados, del Plan de Acción de CORPOGUAVIO.

La delimitación de la ronda hídrica objeto del contrato de consultoría N° 200-12-04-452 está basada en el documento borrador *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* y del documento de *Definición de los Lineamientos Técnicos que Permitan la Delimitación de las Zonas de Ronda Hídrica en afluentes priorizados de la Corporación Autónoma Regional Del Guavio* (CORPOGUAVIO), publicada por CORPOGUAVIO en Abril de 2014.

El presente documento contiene la delimitación de la ronda hídrica, en cada uno de sus componentes: levantamiento topográfico, batimétrico, geomorfológico, hidrológico, ecosistémico, socioeconómicos y de zonificación adelantadas para el acotamiento de la ronda de los afluentes, ubicados en el centro poblado de San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá (caño el Humilladero y quebrada Gazajujo). Dentro de las actividades ejecutadas

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.

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	---	---

para la delimitación, se llevó a cabo: el levantamiento topográfico del área de estudio a escala detallada y el censo georreferenciado de las personas y viviendas ubicadas en el área de influencia de la ronda hídrica.

2 GENERALIDADES

2.1 ALCANCE Y OBJETO DEL PROYECTO

Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO. Es de destacar, que el caño el Humilladero es reconocido en el centro poblado como caño Las Animas.

2.2 LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS

El presente documento está estructurado de acuerdo a los lineamientos establecidos en los siguientes documentos, dando cumplimiento al anexo técnico del contrato de consultoría N° 200-12-04-452:

- Documento borrador de la 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”, guía producida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en diciembre de 2012.
- Resolución 328 del 2015 por medio de la cual se adopta la Guía Metodológica para la Delimitación de Zonas de Ronda Hídrica en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Guavio “CORPOGUAVIO”.

2.3 MARCO NORMATIVO

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

Tabla 1. Marco legal para el manejo de rondas hídricas

NORMA	ARTÍCULOS	DESCRIPCIÓN
Constitución de 1991	8	Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación
	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 ciudadanía en cualquier decisión que pueda afectar el medio ambiente.

NORMA	ARTÍCULOS	DESCRIPCIÓN
	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
	76	Las decisiones en materia de explotación de recursos naturales requieren de la consulta previa de comunidades indígenas y afro descendientes.
Ley 1454 de 2011	1	Normas orgánicas para la organización político administrativo del territorio.
	9	El Gobierno Nacional promoverá esquemas asociativos de las CAR para proteger ecosistemas y zonas productoras de agua, así como para realizar programas de mitigación del riesgo.
Ley 1450 de 2011	206	Corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, los grandes centros urbanos y los establecimientos públicos ambientales efectuar el acotamiento de las rondas

NORMA	ARTÍCULOS	DESCRIPCIÓN
		hídricas y el área de conservación aferente, con base en estudios conforme a criterios definidos por el Gobierno Nacional.
Ley 1523 del 2012	37	Se ordena integrar los planes de gestión del riesgo en planes de ordenamiento territorial, ordenación y manejo de cuencas así como en los planes de desarrollo.
	39	Los instrumentos de planificación deben incorporar análisis de riesgo teniendo en cuenta este factor como un determinante para el uso y ocupación del territorio.
Código minero	6	Los recursos no renovables son inalienables e imprescriptibles.
	34	Zonas excluibles de la minería: No podrán ejecutarse trabajos y obras de exploración y explotación mineras en zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables o del ambiente en donde se excluya expresamente la minería (áreas que integran el sistema de parques nacionales naturales, parques naturales de carácter regional y zonas de reserva forestales). La autoridad Minera podrá autorizar que en dichas zonas, con excepción de los parques, puedan adelantarse actividades mineras en forma restringida o sólo por determinados métodos y sistemas de extracción.
	35	Zonas de minería restringida: a) Perímetro urbano de ciudades o centros poblados; b) Áreas ocupadas por construcciones rurales; c) Zonas definidas como de especial interés arqueológico, histórico o cultural; d) En las playas, zonas de bajamar y en los trayectos fluviales servidos por empresas públicas de transporte; e) En las áreas ocupadas por una obra pública o adscritas a un servicio público; f) Zonas mineras indígenas; g) Zonas mineras de comunidades ; h) En las zonas constituidas como zonas mineras mixtas.
	64	El área de la concesión cuyo objeto sea la exploración y explotación de minerales en el cauce de una corriente de agua, estará determinada por un polígono de cualquier forma que dentro de sus linderos abarque dicho cauce continuo en un trayecto máximo de dos (2) kilómetros, medidos por una de sus márgenes. El área para explorar y

NORMA	ARTÍCULOS	DESCRIPCIÓN
	196	<p>explotar minerales en el cauce y las riberas de una corriente de agua, será de hasta cinco mil (5.000) hectáreas, delimitadas por un polígono de cualquier forma y dentro de cuyos linderos contenga un trayecto de hasta cinco (5) kilómetros, medidos por una de sus márgenes.</p> <p>Ejecución inmediata. Las disposiciones legales y reglamentarias de orden ambiental son de aplicación general e inmediata para todas las obras y labores mineras a las que les sean aplicables.</p>
Código Civil	674	Los bienes públicos y los bienes de uso públicos son aquellos que pertenecen a la República.
	679	Se prohíbe la construcción dentro de bienes de uso público sin permiso de la autoridad.
	898	Servidumbre para el uso de las riveras.
Código de los Recursos Naturales	83 literal d	La faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 metros es un bien inembargable e imprescriptible del Estado.
	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 cauces y aguas.
	Libro segundo parte VI, Título II capítulo II	Ordenación de las cuencas hidrográficas.
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, las acueductos, los agrícolas, etc.
La 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

NORMA	ARTÍCULOS	DESCRIPCIÓN
		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.
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	Artículo 2.2.3.1.5.2	la ordenación de las cuencas se hará teniendo en cuenta las rondas hídricas

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S.</p>
---	---	--

NORMA	ARTÍCULOS	DESCRIPCIÓN
Decreto 1640 de 2012)	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.
Decreto único reglamentario 1076 de 2015 (abril de 2015)		Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.

Fuente: MADS, 2011 (Modificado por PI Planificación Integran Consultores S.A.S., 2015)

2.4 ÁREA DE ESTUDIO

El área objeto de estudio se localiza en el municipio de Ubalá – Cundinamarca, en el sector B del municipio y en el centro poblado de San Pedro de Jagua, sobre ella discurren el caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo (**Figura 1**).

La zona B del municipio de Ubalá se encuentra en el extremo sureste del departamento de Cundinamarca, formando un ángulo limítrofe con los departamentos de Boyacá y Meta en el descenso de los farallones de Gachalá donde se evidencian las llanuras orientales.

El área objeto de estudio se localiza en el municipio de Ubalá departamento de Cundinamarca (**Figura 2**), Ubalá se ubica en la Provincia del Guavio, se encuentra a 126 km al oriente de Bogotá, a una altura de 1949 msnm; este municipio tiene una extensión de 50.481 ha, de las cuales 129 ha pertenecen al área urbana y 50.378 ha al área rural.²

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



Resulta importante destacar que si bien cartográficamente se ha identificado una de las corrientes objeto de estudio con el nombre de Caño El Humilladero, las comunidades asentadas en la zona la reconocen localmente con el nombre de Caño Las Animas, por lo que en las diferentes partes del presente documento puede utilizarse uno o los dos nombres en la descripción realizada.

En el año 2005 la Corporación culminó el Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Guavio, en dicho estudio ubicaron las cuencas del río Gazajujó y la quebrada El Humilladero (Las Ánimas) como parte del área de drenaje del río Zaquea, sin embargo, es de aclarar que el río Gazajujó no confluye al río Zaquea, ya que después de recibir la quebrada El Humilladero, vierte sus aguas directamente al río Guavio, tal como se muestra en los planos de Hidrografía y de drenajes del POMCA del río Guavio. En el numeral 7.1 del presente informe, se podrá observar en detalle los aspectos hidrográficos que caracterizan la zona de estudio.

Como contexto y al amparo del levantamiento topográfico, se pudo evidenciar que la quebrada Gazajujó tiene una longitud total de 1.759,74 m, y que el caño el Humilladero (Las Ánimas), presenta una longitud total de 1.520,376 m, es decir en total las dos corrientes tienen: 3.280,11 m.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguvio Vive su Naturaleza

Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO

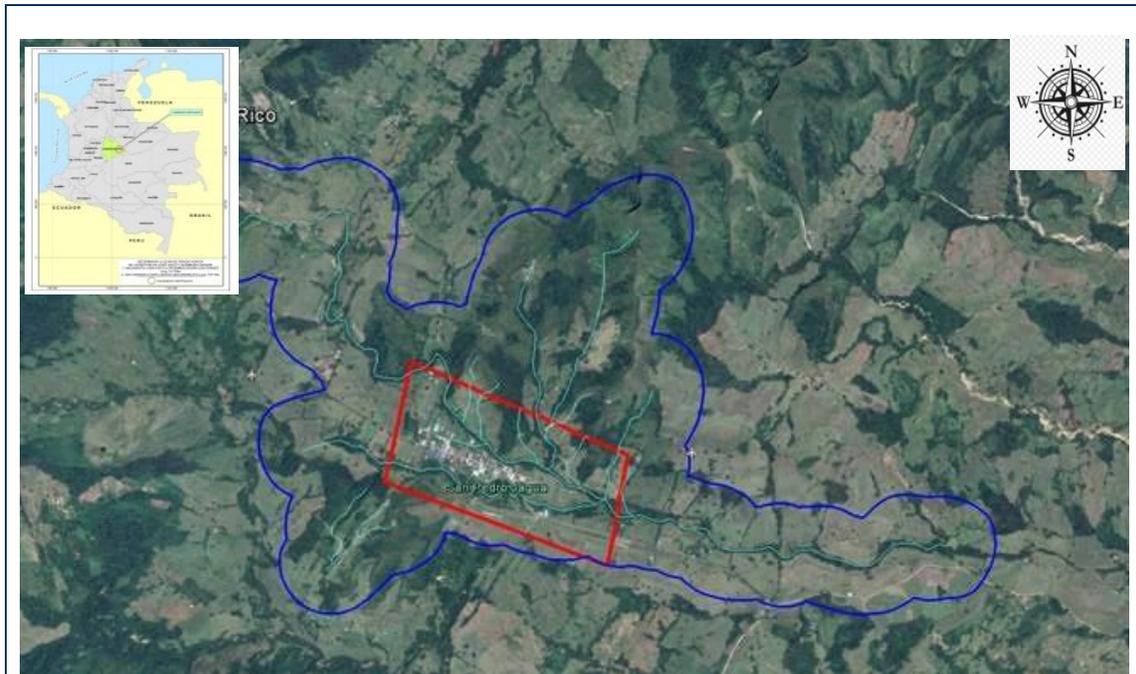


Figura 2. Localización de las fuentes hídricas objeto de estudio (caño El Humilladero y quebrada Gazajujo) en el municipio de Ubalá - Cundinamarca.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

3 METODOLOGÍA

Con el fin de realizar el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua: caño el Humilladero y la quebrada Gazajujo se siguió el anexo técnico del contrato de consultoría N° 200-12-04-452 y de acuerdo a la 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.

La guía determina que para definir el acotamiento de las rondas hídricas es necesario involucrar tres componentes: **geomorfológico**, estableciendo los procesos morfodinámicos asociados al transporte y almacenamiento temporal del agua y sedimentos; **hidrológico** que deberá definir las zonas para el flujo y almacenamiento temporal del agua y sedimentos; y el **ecosistémico** que está asociado a la vegetación riparia y las funciones ecosistémicas del sistema fluvial, este componente puede estar o no incluida dentro de las dos anteriores.

Para la delimitación del componente geomorfológico de las rondas hídricas se realizaron las siguientes actividades:

- Clasificación del cuerpo de agua en las zonas objeto del estudio de acuerdo al tipo de río (montaña, piedemonte, en este caso) y patrón de drenaje predominante.
- Determinación de los tipos de morfología mediante recorridos de campo, en los cuales se identificaron 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.
- A partir de la clasificación del tipo de corriente y el trabajo de campo se aplicaron las tablas de criterios correspondientes para definir el componente geomorfológico.
- Como resultado de los anteriores análisis se elaboró el mapa de unidades y subunidades geomorfológicas con sus respectivos atributos a escala 1:2000 y la respectiva delimitación del área del componente geomorfológico (Mapa 4 del anexo cartográfico)

Para la delimitación del componente hidrológico de las rondas hídricas se realizaron las siguientes actividades:

- Levantamiento de información de campo, en la cual se realizaron recorridos en la zona de estudio identificando los niveles de agua, las áreas inundadas y los elementos afectados durante algún evento hidrológico.
- Modelación hidrológica e hidráulica realizada a partir de registros históricos de niveles y caudales.
- Como resultado del anterior análisis se elaboró el mapa de áreas de inundación a escala 1:2000 para diferentes períodos de retorno (2.33, 15 y 100 años) y la respectiva delimitación del área del componente hidrológico a partir de la línea de cauce permanente (Mapas 6.1 a 6.14 del anexo cartográfico).

Para la delimitación del componente ecosistémico de las rondas hídricas se realizaron las siguientes actividades:

- Identificación de la cobertura vegetal (la boscosa y la de mayor grado sucesional) que se localiza en la zona aledaña al cauce permanente, a la cual se le debe asociar una zona de vida.
- Cálculo de la altura promedio (H) de los árboles que representan la comunidad de vegetación, a esta cobertura se le calculó 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 las corrientes 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.

El componente ecosistémico correspondió por lo tanto al área determinada por la distancia H medida para cada comunidad de vegetación definida afectado 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 anterior análisis se elaboró el mapa del componente ecosistémico a escala 1:2000 para diferentes comunidades de vegetación identificada en el área de estudio (Mapa 9 del anexo cartográfico).

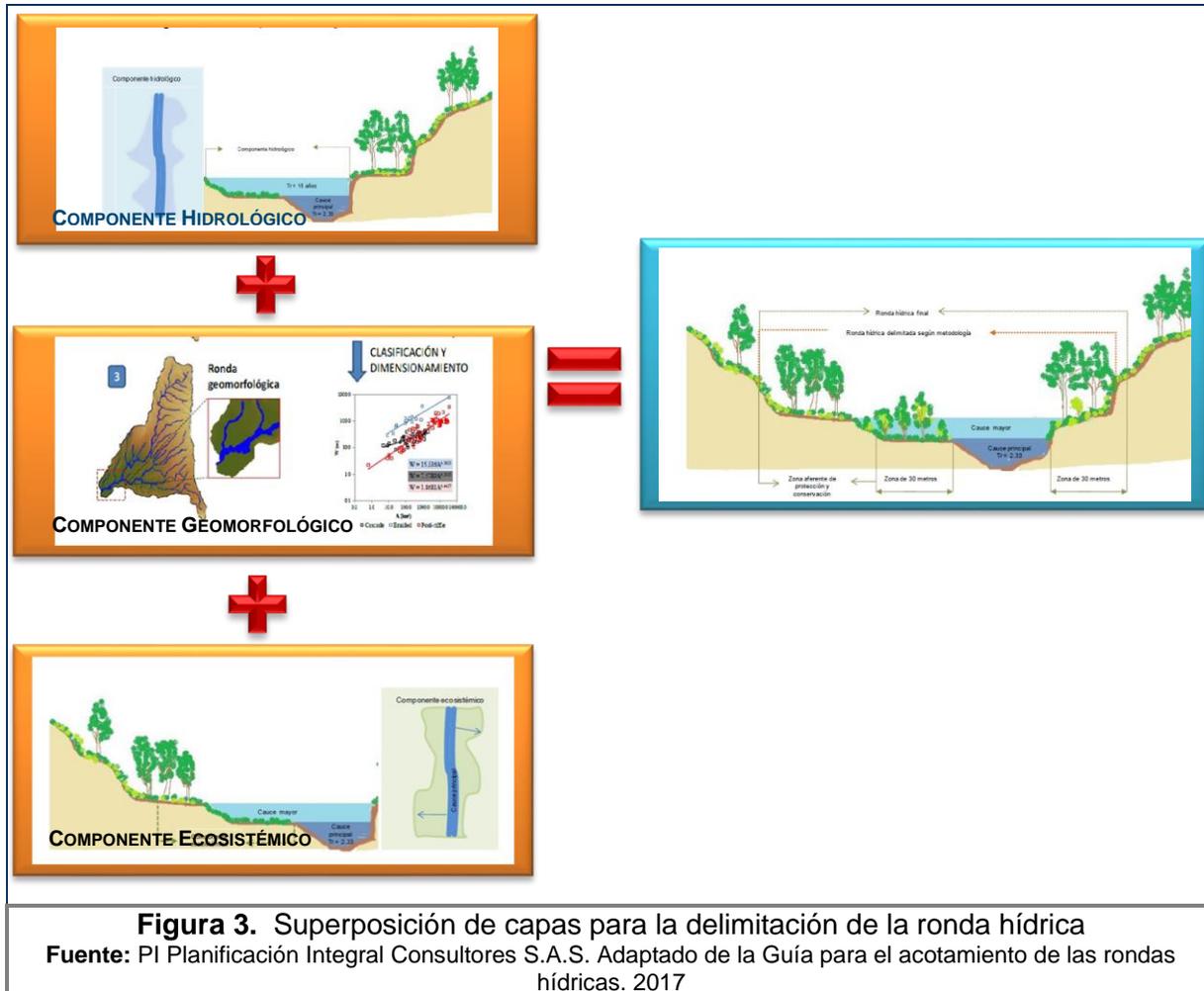
Así mismo, la guía determina que además de los tres componentes definidos anteriormente es necesario tener en cuenta el espacio necesario para las actividades culturales y económicas, de una manera sostenible, sin interrumpir la dinámica natural del sistema fluvial, y favoreciendo la convivencia y el bienestar de la comunidad.³

La ronda hídrica se define por la superposición de los tres polígonos definidos bajo el análisis hidrológico, geomorfológico y ecosistémico realizado al caño el Humilladero y la quebrada Gazajujo, tal como se muestra en la **Figura 3**.

Con el fin de determinar la ronda hídrica se trabajó utilizando una escala de detalle 1:2000, cuya consecución se soportó en:

- Levantamiento altimétrico con precisión.
- Toma de imagen LIDAR
- Levantamiento de información detallada, a través de un censo georreferenciado de la población.
- Series hidrometeorológicas con registros superiores a 20 años de estaciones más cercanas al área de estudio, generación de caudales a través de métodos calibrados

³ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012. 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. Pág- 17



La consecución de la delimitación de la ronda hídrica se hizo a través de actividades realizadas en tres momentos del contrato, los cuales se describen a continuación:

Momento 1. Reconocimiento del área y compilación de información secundaria

Las labores posteriores a la firma del acta de inicio del contrato, se concentraron en las actividades de planeación en oficina, con la ayuda de la estructuración del plan de trabajo detallado como insumo inicial. Dicho plan incluyó el cronograma general de actividades del proyecto, que se constituyó en la principal herramienta de seguimiento.

Se efectuaron reuniones con los profesionales para definir la metodología para la interrelación de las diferentes partes y su nivel de participación, así mismo se suministró información secundaria. Esta información fue depurada y utilizada para tener una imagen

inicial del área de trabajo, y definir la logística necesaria para el trabajo de campo en el área de estudio.

La salida de reconocimiento se efectuó el día 9 de noviembre de 2016, con el objeto de realizar la observación directa de las fuentes hídricas y la verificación de las coordenadas establecidas en el objeto contractual del proyecto. (**Fotografía 1** y **Fotografía 2**).



Fotografía 1. Quebrada Gazajujo - Tramo aguas arriba del centro poblado de San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S. 2017



Fotografía 2. Quebrada Gazajujo - Tramo aguas arriba del centro poblado de San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S. 2017

Durante la visita de verificación se realizó el recorrido de la totalidad de cada corriente y se planteó a la Corporación el ajuste de las coordenadas para lo cual se contó con la aprobación de la supervisión del presente contrato, en virtud a que las coordenadas definidas inicialmente se definieron de manera tentativa a partir de la información

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpogavio Vive su Naturaleza</p>	<p>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	--	---

cartográfica disponible y el trabajo de campo, a su vez, permitió identificar con precisión los sitios sobre los cuales era necesario el acotamiento de la ronda. (Ver **Tabla 2**).

Tabla 2. Verificación y ajuste de coordenadas en el área de estudio

FUENTE HIDRICA	Caño El Humilladero	Quebrada Gazajujo
Coordenadas iniciales (Datum Magna Sirgas – Origen Bogotá)	E 1.082.968 N 1.005.659	E 1.082.998 N 1.006.121
	Hasta la confluencia con la quebrada Gazajujo en una longitud de 1350 m	E 1.084.605 N 1.005.263 En una longitud de 2000 m y un área de cobertura de estudio de 415 ha
Coordenadas resultantes del Trabajo de campo (Datum Magna Sirgas – Origen Bogotá)	Punto 1. E 1.082.809 N 1.005.656 Punto 2. E 1.083.491 N 1.006.213 Punto 3. E 1.084.392 N 1.005.453 Punto 4. E 1.084.418 N 1.005.062	

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

En esta etapa se inició la recopilación de información existente, para lo cual fue diseñado un formato que permitió evaluar la pertinencia, calidad, confiabilidad y actualización de los documentos, trabajos, monografías y/o publicaciones consultadas en el área de estudio (Ver **Tabla 3**).

Tabla 3. Formato de recolección de información secundaria.

Titulo	Autor	Año	Características de la Información				Resumen
			P	F	C	A	

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

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

Momento 2. Trabajo de Campo

El segundo momento involucró el trabajo de campo que incluyó el levantamiento topográfico realizado, la recolección de información en campo, la toma de la imagen LIDAR y la realización del censo georreferenciado de la población.

El levantamiento topográfico tuvo como finalidad recopilar información precisa y en detalle de la topografía referente de la ronda hídrica a cincuenta metros a lado a lado del caño Humilladero y quebrada Gazajujo.



Fotografía 3. Labores del levantamiento tipográfico realizado en el área de estudio.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S. 2017

Así mismo en esta fase se realizó la captura de la fotografía aérea y la imagen LIDAR para el polígono San Pedro de Jagua, la fotografía se tomó para un área de 449,5 hectáreas, el 01 de febrero del 2017, por la empresa ISATECH CORPORATION, empresa certificada ante la Aeronáutica Civil como empresa de servicio aéreo comercial de trabajos aéreos en la modalidad de aerofotografía (los soportes relacionados con el vuelo y los permisos de navegación y demás, hacen parte del Anexo 4 del presente informe)



Fotografía 4. Labores de toma de imagen Lidar.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S. 2017

Y la tercera actividad incluyó el levantamiento de un censo de la población información mediante el uso de GPS de precisión Juno3B con aplicación de modelo de captura de datos que permitió obtener una base de datos consolidada y la información necesaria para la visualización de la misma en formato shape. (Mapa 3, del anexo cartográfico)



Fotografía 5. Censo georreferenciado

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S. 2017

Esta labor permitió realizar la socialización individualizada del proyecto a todos los habitantes del área de influencia del proyecto, que incluye la totalidad del centro urbano de San Pedro de Jagua y sus áreas aledañas de influencia sobre las corrientes estudiadas.

Momento 3. Organización de la información y análisis de resultados

El tercer momento involucró la sistematización de la información primaria recolectada en campo, en cada uno de los componentes del proyecto: levantamiento topográfico y batimétrico, levantamiento LIDAR y restitución aerofotogramétrica, componente geomorfológico, componente hidrológico, el componente ecosistémico y la caracterización económica y social.

Reunión con el grupo de trabajo para la construcción del acotamiento y de la definición de las áreas de manejo de la ronda hídrica, buscando integrar los resultados obtenidos de forma independiente, para llegar a una visión holística del área de estudio y entender así la dinámica del territorio.

Momento Transversal. Manejo de la información cartográfica

Transversal a los demás momentos, se adelantó la construcción de la cartografía base del área de estudio a escala 1:2000, con los insumos obtenidos, como el levantamiento topográfico y batimétrico y el levantamiento LIDAR y restitución fotogramétrica; así como la información predial proporcionada por la Corporación y la información levantada en campo.

En la **Figura 4**, se presenta el proceso metodológico que se siguió para el acotamiento de la ronda hídrica del caño el Humilladero y la quebrada Gazajujo.

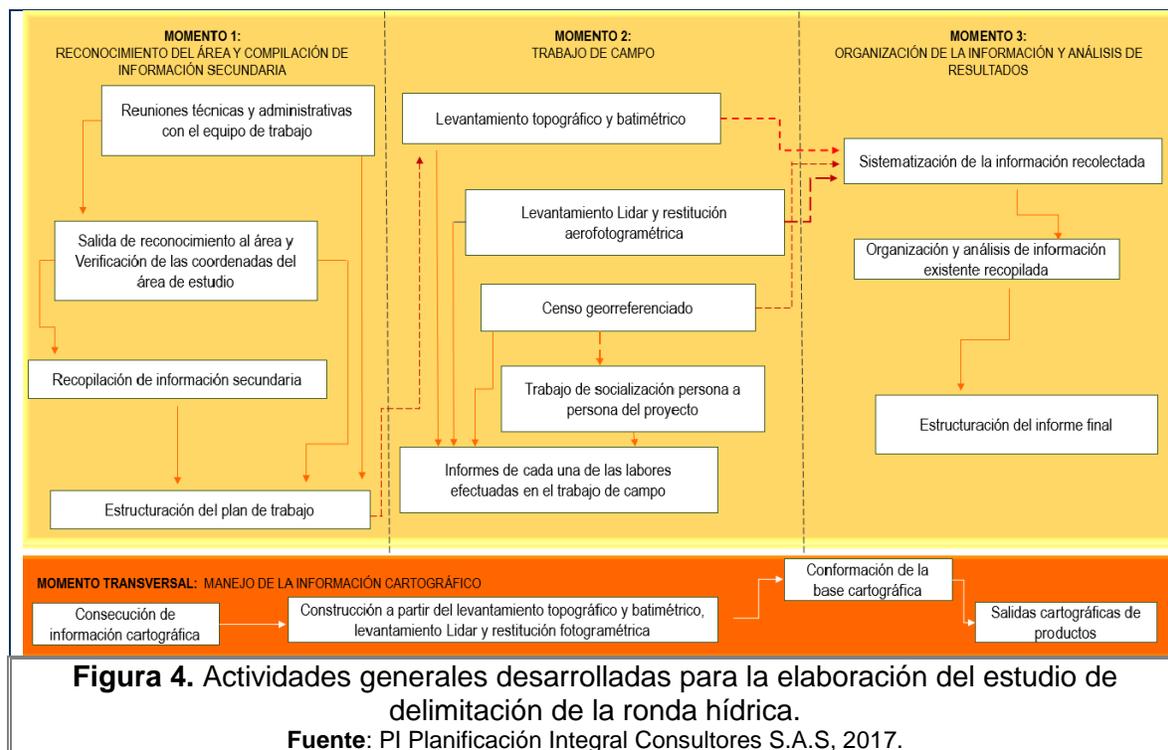
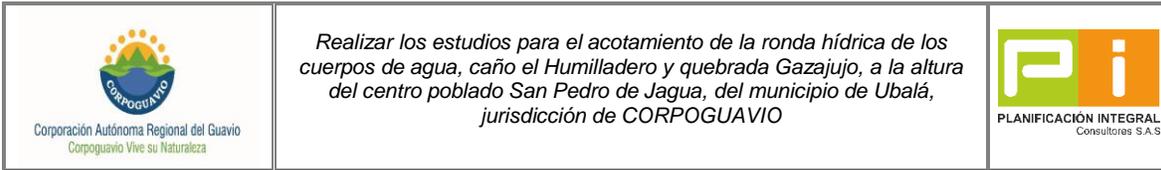


Figura 4. Actividades generales desarrolladas para la elaboración del estudio de delimitación de la ronda hídrica.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.



4 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE CAMPO

Esta etapa involucró la compilación de estudios e información cartográfica básica y temática existente así como el levantamiento en campo de la información predial y de infraestructura social y económica requerida para la realización del estudio, la cual se presenta a continuación:

4.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DISPONIBLE

La recopilación y análisis de información secundaria se realizó partiendo de la identificación de insumos como: documentos, trabajos, investigaciones y/o publicaciones, que el grupo de trabajo hizo, basado en el conocimiento dado por su experticia, una vez lograda la consecución de la misma, fue organizada, procesada y finalmente distribuida a los expertos temáticos que iniciaron su análisis y síntesis, insumo importante para estructurar los productos del presente proyecto.

Para evaluar las características de la información se calificó utilizando una escala de alta o baja, de acuerdo a los criterios definidos a continuación.

Pertinencia: **Alta** cuando la información aportada está estrechamente relacionada con el espacio geográfico de ubicación del territorio o que en su defecto aporta información temática directamente relacionada con la estudiada, ya sea metodología, procedimientos, o información temática con un nivel de detalle menor. **Baja** cuando la información aportada aunque se encuentra en el contexto de la temática, se presenta a nivel regional, o en áreas geográficas cercanas.

Fiabilidad o confiabilidad: **Alta**, cuando la información provenga de una fuente oficial de acuerdo a la temática analizada o de una entidad con reconocimiento nacional y/o internacional. **Baja**, los documentos, trabajos, informes, investigaciones, publicaciones, artículos y/o monografías cuya fuente provenga de entidades privadas que no son las encargadas oficialmente de las temáticas analizadas, así mismo se analiza el tipo de interés que puedan tener en el área.

Calidad: **Alta**, referida a la información que presenta buenos niveles de exactitud y datos que los soportan; por ejemplo en el caso de las estaciones que cuenten con información continua. En el caso de las metodologías, métodos, procedimientos, la calidad se define de acuerdo al nivel de detalle adoptado. **Baja**, la información se califica con una baja calidad, cuando no se encuentre debidamente soportada y su nivel de detalle no sea el adecuado.

Actualidad: Se califica basados en el criterio y experticia del profesional y de acuerdo a la temática y cuan sensible son a cambios drásticos en periodos cortos en el tiempo; y al **tipo de información**, que dependerá de las actualizaciones que se hayan efectuado.

En la **Tabla 4** se presenta la información recopilada y el análisis efectuado:

Tabla 4. Recolección de información secundaria

Titulo	Autor	Año	Características de la Información				Resumen
			P	F	C	A	
Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Ubalá	Alcaldía Municipal de Ubalá	2000	B	A	A	D	Proporciona información climatológica, hidrológica y de vegetación de forma general, que sirve de marco de referencia. Así mismo define las disposiciones o restricciones de uso y aptitud del suelo dispuestos en el instrumento de planificación.
Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015. "Con una nueva visión de desarrollo, para volver a servir". 2012.	Alcaldía Municipal de Ubalá	2012	A	A	A	D	Información de la caracterización social económico del municipio de Ubalá y específicamente de la inspección de San Pedro de Jagua.
Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019. "Con el Cambio Ubalá Crece". 2016.	Alcaldía Municipal de Ubalá	2016	A	A	A	A	Información de la caracterización social económico del municipio de Ubalá y específicamente de la inspección de San Pedro de Jagua.
Plan integral de seguridad y convivencia ciudadana 2016-2019. Ubalá 2016.	Alcaldía Municipal de Ubalá	2016	A	A	A	A	Información de la caracterización social económico del municipio de Ubalá y específicamente de la inspección de San Pedro de Jagua.
Diagnóstico y Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca aportante del río Guavio, fases diagnóstico, prospectiva y formulación	Corporación Autónoma Regional del Guavio – Ecoforest	2005	B	A	A	D	El POMCA del río Guavio contiene evaluaciones multitemporales y espaciales de climatología, junto con isolíneas de precipitación, evaporación y temperatura.

Titulo	Autor	Año	Características de la Información				Resumen
			P	F	C	A	
Estudio Nacional de Agua 2010.	Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.	2010	A	A	A	D	Lineamientos de la Política para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, generada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS) publicada en el 2010. Con la participación de la Subdirección de Hidrología del IDEAM y el aporte académico y científico a través de varios foros y paneles de trabajo.
Documento borrador "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.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	2012	A	A	A	A	Lineamientos y metodologías para el desarrollo de ejercicios de acotamientos de rondas hídricas en el país.
Información de precipitación Estación de Medina 35050010	IDEAM	2016	A	A	A	A	Información de datos de precipitación en el área de estudio, para el desarrollo del componente hidrológico.
Cartografía base Escala 1:10.000	CORPOGUAVIO	2005	A	A	A	A	Información cartográfica del área de estudio.
Cartografía predial de San Pedro de Jagua Escala 1:25.000	CORPOGUAVIO	2005	A	A	A	D	Información cartográfica del área de estudio, para el análisis y distribución y composición predial.
Imagen de alta resolución de la zona de estudio	Imagen Lidar y ortofoto	2017	A	A	A	A	Información cartográfica que permitió la interpretación de coberturas vegetales y unidades geomorfológicas.
Características de la información: Pertinencia; A (Alta) B (Baja). Fiabilidad: A (Alta) B (Baja). Calidad: A (Alta) B (Baja). Actualidad: Actualizada (A) Desactualizada (D)							

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpogavio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	---	---

La información documental encontrada en su totalidad fue de nivel regional, correspondiente al municipio de Ubalá y a la Cuenca del río Guavio, donde se encuentra localizada el área de estudio; no existe información de fácil consecución acerca de la inspección de San Pedro de Jagua que aplique al presente estudio; en cuanto a la información cartográfica, se contó con imágenes de sensores remotos que permitieron realizar los análisis geomorfológicos y ecosistémicos; así mismo se obtuvo información predial del área de estudio, que aunque no es actualizada (vigencia catastral 2005), permite tener un contexto socioeconómico del territorio.

4.2 ANÁLISIS PREDIAL, CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CENSO

En este aparte se realiza el análisis de la distribución y composición predial, así como el inventario y caracterización social y económica y censo de la población localizada sobre una franja de 250 metros a ambos costados del caño Humilladero y la quebrada Gazajujo en el área de estudio.

4.2.1 Análisis de la distribución y composición predial

La distribución de la propiedad entendida como la forma en que se configura la relación de los propietarios con los predios, esto brinda una referencia de cómo está distribuida la propiedad en el territorio y cuáles son sus características.

El análisis se realizó con base en la información cartográfica predial a escala 1:25.000 entregada por la Corporación con vigencia del 2005, en el área que se presenta en la **Figura 5**, que corresponde a una franja de 250 metros a ambos costados del caño Humilladero y la quebrada Gazajujo.

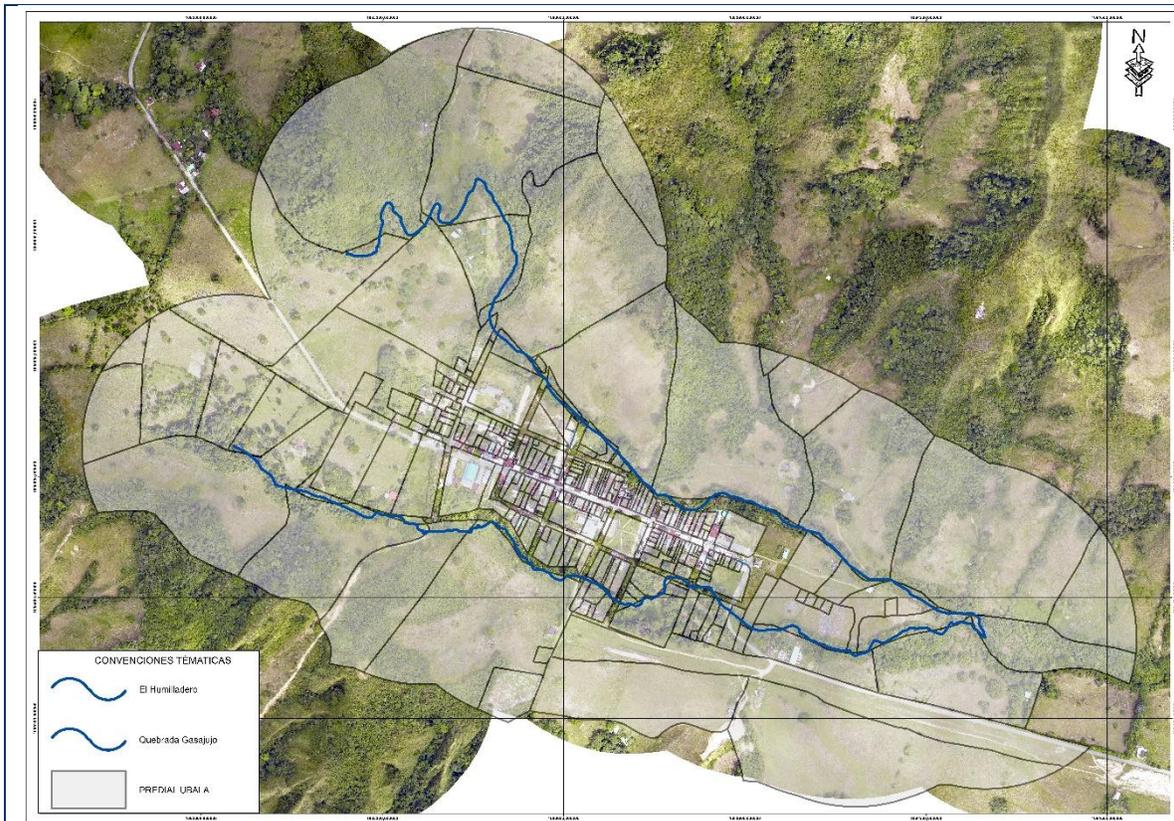


Figura 5. Área de estudio para el análisis de la distribución y composición predial

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

En esta área se distribuyen 275 predios en total, 270 corresponden al municipio de Ubalá y 5 predios al municipio de Medina, los predios en su totalidad presentan tamaños menores a las 7 hectáreas, catalogándolos en microfundios (< 3 ha) y minifundios (3 -10 ha). A continuación se presenta la distribución de área, propietarios y predios según agrupación por tamaño.

Tabla 5. Distribución de área, propietarios y predios según agrupación por tamaño

Grupo	Predios	Área miles Ha	Propietarios	Porcentaje en predios	Porcentaje en área	Área de terreno Construida (m ²)	Avaluó catastral total
Menor o igual a 0.5 ha	230	12,01	168	83,6	9,5	15.589	\$820.950.000
0.5 a 1 ha	12	8,26	8	4,4	6,5	1.659	\$123.273.500

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	--	---

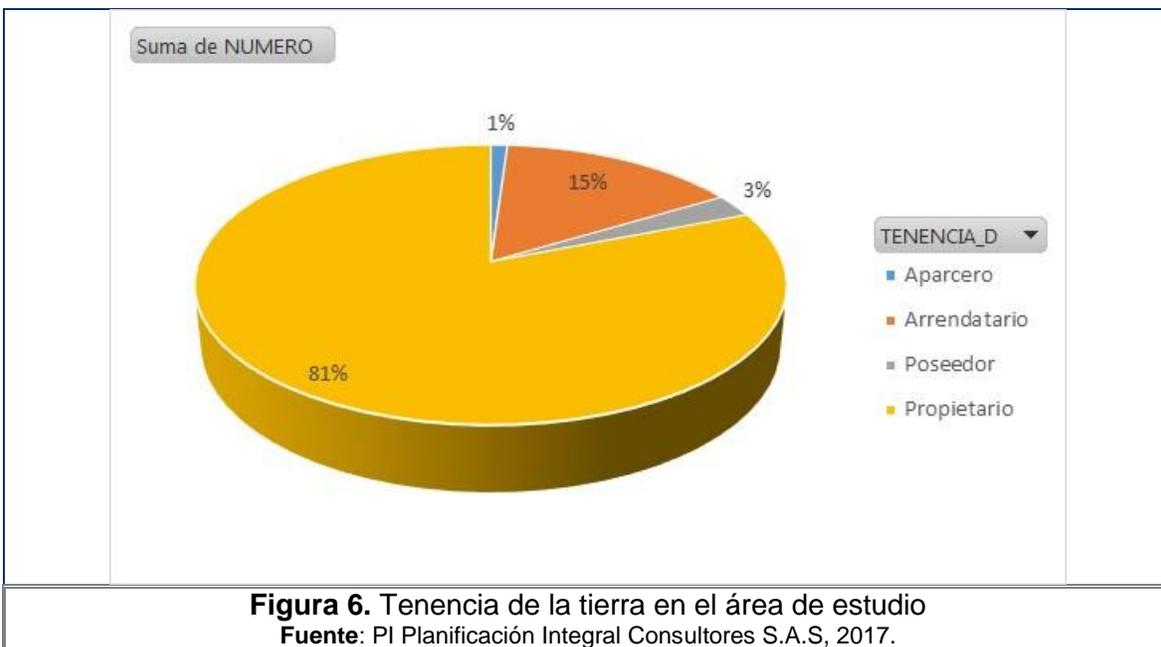
Grupo	Predios	Área miles Ha	Propietarios	Porcentaje en predios	Porcentaje en área	Área de terreno Construida (m ²)	Avaluó catastral total
1 a 2.5 ha	15	20,26	13	5,5	16,0	414	\$33.606.000
2.5 a 5 ha	10	37,25	9	3,6	29,4	157	\$ 47.950.000
5 a 10 ha	8	48,84	7	2,9	38,6	416	\$ 45.421.000
TOTAL	275	126,62	205	100	100		

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

De acuerdo a la categorización de tamaños típicos de predios definida por el IGAC, el 93,8% de las propiedades son microfundios y el 6,18% son minifundios, esta participación indica una distribución más equitativa de la propiedad en la zona.

El 83,6% de los predios tiene una extensión menos a 0,5 ha, por ser predios de carácter urbano y suburbano, los cuales corresponden al centro poblado de San Pedro de Jagua, con una distribución concentrada en el territorio. El restante 16,4% corresponde a los predios rurales que no superan las 7 ha, minifundios distribuidos alrededor del área urbana de la Inspección.

En cuanto a la tenencia de la tierra, son predios privados en donde el 81% del total son propietarios, el 15% arrendatario, el 3% poseedores y tan sólo el 1% apareceros. En conclusión la región se caracteriza por el predominio de pequeños propietarios, y en su mayoría los predios son destinados para uso residencial. En la **Figura 6** se presenta la distribución de la tenencia de la tierra en la zona.



En el área de estudio se cuenta con 18.235 m² de área construida, concentrada en su mayoría en el centro poblado de la inspección de San Pedro de Jagua, en donde las construcciones oscilan entre 13 m² hasta 378 m², en su mayoría pequeñas propiedades cuya destinación es para vivienda familiar. En el **Anexo 1**. Se presenta la información predial de la zona.

4.2.2 Inventario y caracterización de infraestructura social y económica

La caracterización de la infraestructura se realizó en el área de estudio directo con una franja de 250 metros a ambos costados del caño Humilladero y la quebrada Gazajujo, que abarca aquellas edificaciones que contribuyen a la cómoda convivencia de los ciudadanos; los establecimientos comerciales, instituciones educativas, lugares de culto, etc. Es de resaltar, que bajo esa premisa el área urbana de San Pedro de Jagua quedó incluida en su totalidad dentro del censo realizado.

De acuerdo a la información recopilada en el mes de febrero por el censo georreferenciado levantado en la zona de estudio, se inventariaron un total de 190 construcciones, correspondientes en su mayoría al centro poblado de San Pedro de Jagua y unas pocas en sus áreas aledañas, en el **Anexo 2** se presenta el inventario de la infraestructura levantada.

A partir de esta información se evidenció, que a pesar que el centro poblado tiene tan sólo 514 habitantes, que cuenta con un buen equipamiento de infraestructura que presta servicios para el desarrollo de fines personales, sociales y económicos en la región.

A continuación se realiza la caracterización de la infraestructura social y económica encontrada y finalmente se presenta el inventario levantado en campo.

La infraestructura social son aquellos equipamientos destinados a prestar los servicios básicos fundamentales en la población, tales como: salud, educación, bienestar social, culto, recreación, seguridad, institucional y vivienda

- Educación. Corresponde a los equipamientos destinados a la formación intelectual, la capacitación y la preparación de los individuos para su integración en la sociedad. Agrupa, entre otros, a las instituciones educativas para preescolar, primaria, secundaria básica y media⁴.



Fotografía 6. Infraestructura educativa. Colegio departamental Kennedy San Pedro de Jagua.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

- Salud. Corresponde a los equipamientos destinados a la prestación de servicios de salud como prevención, tratamiento, rehabilitación, servicios quirúrgicos y de hospitalización.

⁴ Proyecto de Acuerdo__ de 2003"Por el cual se adoptan criterios para determinar la estratificación de los inmuebles que conforman el equipamiento urbano, y se dictan otras disposiciones" En línea (<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9378>). Consultado el 08/02/2017



Fotografía 7. Infraestructura de salud. Centro de Salud Nuestra Esperanza. San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

- Bienestar social. Corresponde a las edificaciones y dotaciones destinadas al desarrollo y la promoción del bienestar social con actividades de información, orientación y prestaciones de servicios a grupos sociales específicos como familia, infancia, orfandad, tercera edad, discapacitados y grupos marginales. Agrupa entre otros, salones comunales, jardines comunitarios, centros de atención integral al menor en alto riesgo y centros de desarrollo comunitario.



Fotografía 8. Salón Comunal de la Inspección de San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

- Culto. Corresponde a los equipamientos destinados a la práctica de los diferentes cultos y a los equipamientos de congregaciones y formación religiosa. Agrupa, entre otros, los centros de culto, iglesias y parroquias.



Fotografía 9. Instituciones de culto en San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

- Recreación: Todas las cosas que una persona decide hacer para hacer de su tiempo de ocio más interesante, más agradable y personalmente más satisfactorio.



Fotografía 10. Equipamiento recreativo. Parque Principal de San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

- Seguridad: Todos los equipamientos destinados a prestar servicios de seguridad, administración de justicia, la convivencia y la paz.



Fotografía 11. Infraestructura de Seguridad. Estación de Policía San Pedro de Jagua
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

- Institucional: De conformidad con el EOT del municipio de Ubalá (2008), las zonas de equipamiento comunitario son las destinadas a la prestación de servicios de educación, salud, abastecimiento y mercadeo e institucional. Este último comprende los inmuebles de los poderes ejecutivo, legislativo y jurisdiccional, instalaciones de prevención y seguridad públicas, culturales y comunitarias públicas, y otras especiales como cementerios, instalaciones de culto y terminales de transporte.

Las áreas para equipamiento comunitario y sus instalaciones pueden ser de uso público o restringido. Estas últimas pueden hacer parte del espacio público si el interés colectivo sea manifiesto y conveniente (Artículo 5 Ley 9/89).



Fotografía 12. Infraestructura de Institucional. Oficina de Corpoguvio
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

- Infraestructura económica: Definida como el conjunto de equipamientos que se consideran básicos para el adecuado funcionamiento de la economía de la región.

- Comercial: estos equipamientos se especializan de acuerdo a las necesidades de la población y son locales, tiendas, bodegas, hoteles, etc., y este tipo de equipamientos se rige por las normas de usos comerciales y de servicios mercantiles.



Fotografía 13. Infraestructura comercial de San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

- Productivo: incluye la infraestructura que apoyan no sólo la producción sino los procesos de transformación y comercialización de los sectores económicos de la región.



Fotografía 14. Infraestructura productiva. Marranera sobre la quebrada Gazajujo y Plaza de Mercado de San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

A continuación se presenta el inventario de la infraestructura social y económica encontrada en el área de estudio, de acuerdo a la anterior clasificación de equipamientos.

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavió Corpoguavió Vive su Naturaleza</p>	<p>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
--	--	---

Tabla 6. Caracterización de la infraestructura económica y social

Infraestructura	Tipo de equipamiento	Nombre	Número[L1]
Social	Educativa	Colegio Departamental Kennedy San Pedro de Jagua	2 Sedes
	Salud	Centro de Salud Nuestra Esperanza. San Pedro de Jagua	1
	Culto	Parroquia de San Pedro de Jagua	1
		Iglesia Cristiana Pentecostés del Movimiento Misionario Mundial	1
		Iglesia Pentecostal Unida de Colombia	1
	Recreación	Parque principal y cancha de baloncesto, microfútbol	1
	Bienestar social	Jardín infantil privado	1
		Salón comunal	1
	Seguridad	Estación de Policía San Pedro de Jagua	1
	Institucional	Oficina de Corpoguavió	1
Vivienda	Vivienda familiar	180	
Económico	Comercial	Hoteles	2
		Locales comerciales	54
		Industrias artesanales	1
	Productiva	Marraneras	7
		Establos	1
		Plaza de Mercado	1
TOTAL			255

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

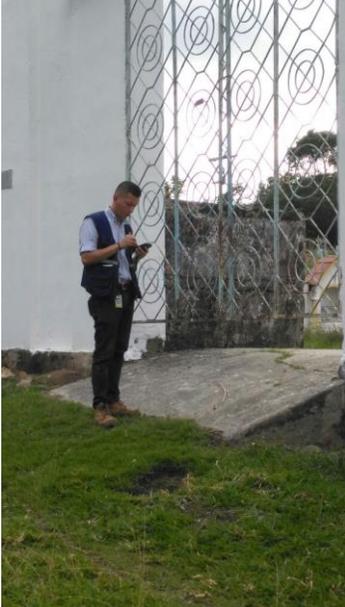
4.2.3 Censo Georreferenciado

De acuerdo con lo establecido en el anexo técnico del contrato de consultoría N° 200-12-04-452, se llevó a cabo el censo de las viviendas ubicadas sobre las márgenes del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo, estableciendo un buffer de 250 m a lado y lado de cada corriente con el fin de coleccionar mayor cantidad de información y lograr caracterizar el mayor número de viviendas asociadas a las rondas de las fuentes hídricas en estudio.

La información del censo se obtuvo mediante el uso de un GPS de precisión Juno3B con aplicación de modelo de captura de datos (equipo configurado de acuerdo a los protocolos de manejo de cartografía temática de PI Consultores SAS y las especificaciones del proyecto). Ésta herramienta permitió realizar un diccionario de datos de acuerdo a lo establecido en el formato de encuesta diseñado por PI Consultores SAS y avalado por Corpoguavió. Como resultado final del ejercicio se obtuvo una base de datos consolidada y la información necesaria para la visualización de la misma en formato shape file (Mapa 3 del anexo cartográfico).

El total de encuestas realizadas dentro del área de estudio en la Inspección de San Pedro de Jagua fue de 189; la información colectada incluye: propietario del predio, tamaño, uso del suelo, infraestructura (material de construcción, estado) y aspectos de tipo social (comunidad, educación, salud y recreación). Esta información fue empleada también como insumo para la caracterización socioeconómica del presente estudio (**numeral 10.3**). En el **Anexo 2**. Censo Consolidado, se presenta la matriz con la información colectada.

A continuación se presenta el registro fotográfico de la actividad desarrollada en el área de estudio de la Inspección de San Pedro de Jagua en el municipio de Ubalá, del departamento de Cundinamarca (**Fotografía 15 a Fotografía 18**).

	
<p>Fotografía 15. Ejecución del censo, predio a predio en el área de estudio</p>	<p>Fotografía 16. Ejecución del censo, predio a predio en el área de estudio</p>
	
<p>Fotografía 17. Ejecución del censo, predio a predio en el área de estudio</p>	<p>Fotografía 18. Ejecución del censo, predio a predio en el área de estudio</p>

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S. 2017.

4.3 DISPOSICIONES Y RESTRICCIONES DE USO Y APTITUD DEL SUELO

El municipio de Ubalá se divide en dos sectores A y B. Estos sectores están determinados por la barrera geográfica de los farallones de Medina, y funcional y administrativamente señala una discontinuidad en la unidad de gestión y de las áreas de influencia de la cabecera municipal.

Tabla 7. Ubalá. División político - administrativa

UBALÁ SECTOR A.		UBALÁ- SECTOR B.	
Inspección	Veredas	Inspección	Veredas
	Casco Urbano	Mámbita	Mámbita centro Boca de Monte Algodones La Floresta Campo Hermoso Santa Lucia San Roque
La Playa	La Playa Mundo Nuevo San Cayetano		
Santa Rosa	Santa Rosita San Antonio Rosa El Carmen Cascajal Santa Rosa		
Laguna Azul	El Edén Sión Betania Laguna Azul Santa Bárbara Robledal El Cartucho* Santuario Rionegro	San Pedro de Jagua	San Pedro de Jagua centro El Carmen Soya Gazajujo Puerto Rico La Romaza Gibraltar San Luis Santa Teresa
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		

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S.</p>
---	--	--

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, 2017.

Unos de los instrumentos de planificación territorial que cobra especial importancia frente a la evaluación final 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 frente a las disposiciones de ordenamiento territorial aún se encuentra vigente, en el que se refiere a la inspección de San Pedro de Jagua con actividades económicas basadas principalmente en la ganadería, se desarrolla paralelamente una agricultura de subsistencia representada en cultivos de maíz, yuca, caña panelera y plátano. Existen algunos relictos boscosos en las veredas de Soya y Puerto Rico. Tal como aparece en la siguiente tabla.

Tabla 8. Ubalá B. Principales Actividades Económicas y Principales Cultivos y Destinos de la Producción por Vereda en la Inspección de San Pedro de Jagua

VEREDA	PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONOMICAS			AGRICULTURA. PRINCIPALES CULTIVOS Y DESTINOS DE LA PRODUCCION					
	G	AG	AV	Maíz	Com / Autoc.	Yuca	Com / Autoc	Caña	Com / Autoc
S. PEDRO DE JAGUA	G	AG	AV	Maíz	Com / Autoc.	Yuca	Com / Autoc	Caña	Com / Autoc
EL CARMEN	G	AG		Maíz	Com / Autoc.	Yuca	Com / Autoc	Plátano	Com / Autoc
SOYA	GA	PI	F	Yuca	Com / Autoc.	Maíz	Com / Autoc	Plátano	Com / Autoc
GAZAJUJO	AG	G		Maíz	Com / Autoc.	Yuca	Com / Autoc	Plátano	Com / Autoc
PUERTO RICO	AG	G	F	Maíz	Com / Autoc.	Yuca	Com / Autoc	Caña	Com / Autoc
LA ROMAZA	GA			Maíz	Com / Autoc.	Yuca	Com / Autoc	Plátano	Com / Autoc
GIBRALTAR	AG	G		Maíz	Com / Autoc.	Yuca	Com / Autoc	Plátano	Com / Autoc
SAN LUIS	GA			Maíz	Com / Autoc.	Yuca	Com / Autoc	Plátano	Com / Autoc
STA TERESA	AG			Maíz	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 a asociados a crecientes en la quebrada Gazajujo, tal como aparece en las siguientes tablas. Sin embargo es de resaltar que el EOT no incluye mapa

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguavio Vive su Naturaleza</p>	<p>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
--	--	---

de riesgos o amenazas por inundaciones, sólo elementos descriptivos asociados a zonas, pero no espacializados.

Tabla 9. 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 10. Amenazas y vulnerabilidades presentes en el municipio de Ubalá.

Amenaza	Zonas Vulnerables	Recomendaciones/Observaciones
Movimiento sísmico	<p>Toda la zona.</p> <p>Especialmente, la inspección de Mámbita que se encuentra sobre la Falla de Santa María, y la de San Pedro de Jagua por estar muy cerca de la falla de Teasalia.</p>	<p>Hacer cumplir por parte de la Oficina de Planeación Municipal lo estipulado en la Ley 400 de 1997 referente a la normas de construcción sismoresistente. 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.</p>

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpogavio Vive su Naturaleza</p>	<p>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	--	---

Amenaza	Zonas Vulnerables	Recomendaciones/Observaciones
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.
	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 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 siguiente Figura 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.

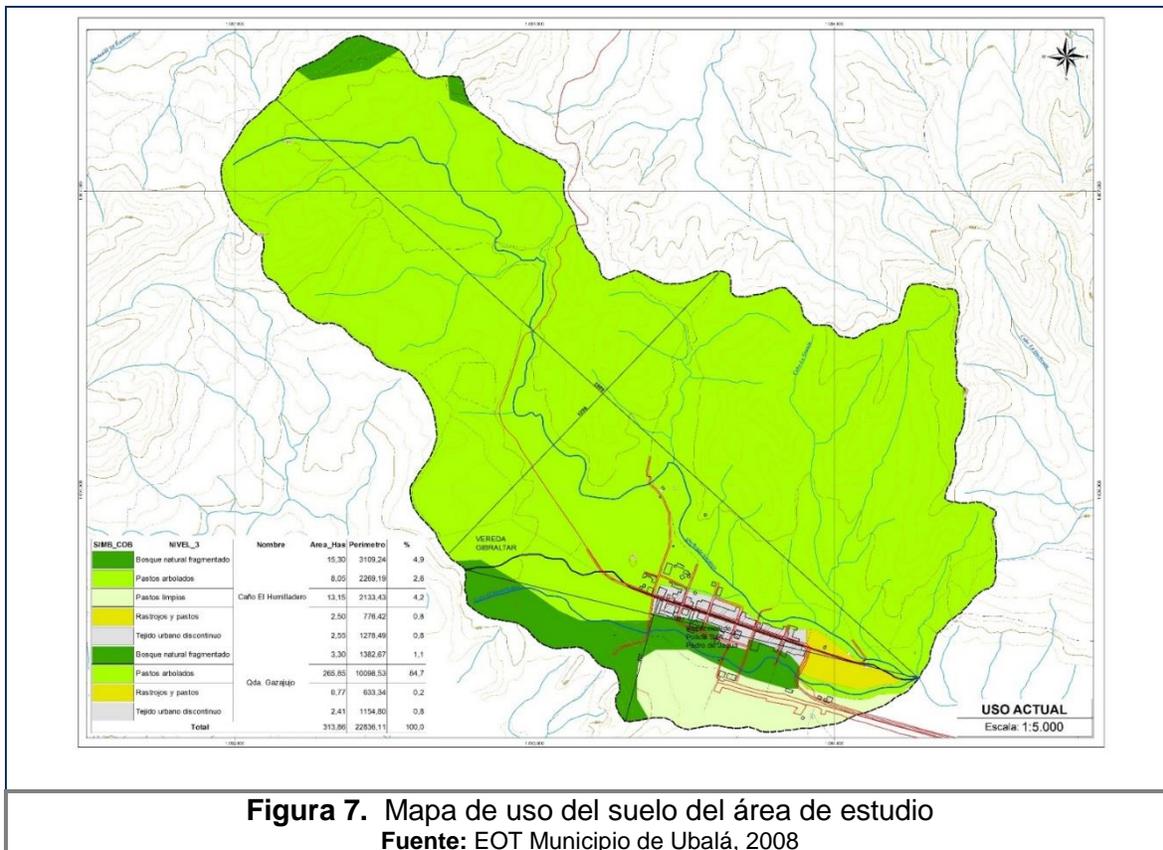


Figura 7. Mapa de uso del suelo del área de estudio
Fuente: EOT Municipio de Ubalá, 2008

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavió Corpoguavió Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
--	---	---

5 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO

Se realizó el levantamiento topográfico del área de estudio; para esta actividad se contó con la participación de dos (2) topógrafos, dos (2) cadeneros, un (1) trochero y un (1) dibujante. En el levantamiento topográfico del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo se utilizó una estación total SOUTH NTS-355 y un geoposicionador (GPS) de doble frecuencia tiempo real RTK Leyca 1200, con sus respectivos accesorios: trípodes bastones y prismas, el Rover junto con su bastón de dos (2) metros y el soporte para el aparato; garantizando de esta manera que el trabajo realizado este ajustado a coordenadas reales Magna Sirgas.

El GPS al ser capaz de trabajar como una base estática o de forma Mixta (Estático y RTK) permitió realizar un levantamiento en tiempo real de algunos referentes como puntos de nivel, construcciones, fuentes hídricas y vías, entre otros. De igual manera con el GPS se posicionaron tacos de madera de 15 cm con una puntilla de acero en el centro y se realizó el marcaje con pintura roja sobre el taco, rocas, postes de cerco o árboles para la fácil ubicación de los Deltas, los cuales se situaron para el apoyo del levantamiento con la estación.

Al tener como objetivo de trabajo el levantamiento del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo se tomaron secciones transversales cada 25 m para obtener una mejor proyección de la configuración del cauce principal y el terreno aledaño. Fue necesario el uso de dos (2) geoposicionadores para agilizar la toma de las lecturas debido a que existen algunos sectores con vegetación densa dentro del área de estudio. Por otro lado, con la estación, se hizo el amarre a puntos posicionados con GPS para estar enlazados a coordenadas reales y realizar el levantamiento.

La Base del GPS se configuró como Mixta en trípode, de tal forma se pudieran posicionar las coordenadas reales y en simultáneo realizar el levantamiento con Rover en campo. La Base se posicionó en la placa de unos tanques elevados de una construcción en el centro del pueblo, este sitio se seleccionó por la ausencia de cables que interfirieran en la lectura del GPS y por estar bien despejados. El otro GPS (Rover) se configuró para que trabajara como RTK (tiempo real) en un bastón de 2 m y realizar el levantamiento de los caños y puntos cercanos.

5.1 MATERIALES Y EQUIPOS

Para el levantamiento topográfico y batimétrico se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- Estación total Marca Nikon ref DTM - 352 precisión 2.5”.
- Gps marca Leica serial 1200 referencia RX1210 Base – Rover. Nivel de precisión – precisión 1 mm.
- Computador portátil Acer para procesamiento de la información. Dron.

- Herramienta menor: puntillas, martillo, pintura, etc.

5.2 PROCEDIMIENTOS CON GPS

5.2.1 Levantamiento con GPS

El posicionamiento tuvo como finalidad 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 el patio de una vivienda en el municipio de Ubalá sector San Pedro de Jagua (se localizó el GPS en la vivienda donde queda la sede de Corpoguavio) 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 utilizando una antena móvil y posicionándose en cada punto donde se consideró información importante para el levantamiento: puntos de nivel, paramentos, delimitación de la quebrada etc. El levantamiento inició doscientos (200 m) metros aproximadamente aguas arriba (inicio del poblado para cada quebrada), descendiendo y tomando como eje el centro de cada quebrada, se recogió información importante a la derecha y a la izquierda cada cincuenta metros. Con la antena base posicionada en el patio y la antena móvil recopilando información, se pudo triangular y obtener la coordenada solicitada en cada punto con un error no mayor a los 3 mm. 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 las zonas con alta vegetación y/o cubiertas o techos no se puede obtener información y por lo tanto se realiza el levantamiento de tales puntos con estación total.



Fotografía 19. Toma de información con antena móvil GPS – RTK.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S 2017.



Fotografía 20. Ubicación Base GPS. (Patio Sede Corpoguvio)

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S 2017.

5.2.2 Levantamiento con estación total

Se utilizó una estación topográfica marca Nikon referencia DTM 352 cuya precisión en ángulo es de 2.5" y distancia 1mm. Se determinó un punto de amarre en el inicio de la quebrada Gazajujo y se posicionó con GPS para asignar coordenadas reales. Con este punto inicial, se levantó una poligonal cerrada por el método de "ceros atrás" en donde se recopilaba la información que no era posible detallar con el GPS, el levantamiento con estación permitió tomar mayor información en la zona de cada quebrada en donde la vegetación es mucho más abundante, además de las secciones cada cincuenta metros, se tomó información intermedia (por punto destacado) para que la interpolación en las secciones transversales cada cinco metros sea fiable, así mismo fueron tomados detalles importantes tales como vertimientos de aguas residuales y criaderos de marranos que se encontraban en la ronda de cada quebrada.



Fotografía 21. Quebrada Gazajujo. Levantamiento con estación NIKON

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S 2017.



Fotografía 22. Marranera ubicada sobre la quebrada Gazajujo
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S 2017.



Fotografía 23. Detalla o punto transitorio para posicionar estación total Nikon
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S 2017.

5.2.3 Nivel de precisión

Posterior al levantamiento con estación y GPS, se corroboró la información realizando secciones transversales cada veinticinco metros con el nivel de precisión, cada sección se toma cincuenta metros a derechas e izquierdas del eje para cada cuerpo hídrico. El abscisado se controló con ayuda de la estación total, pues anterior a la nivelación se marcaba el eje de la quebrada cada cincuenta metros para garantizar la precisión tanto en planimetría como altimetría. El punto de inicio para la nivelación es la cota del punto de inicio de la poligonal (D1), cabe destacar que la cota se toma después de realizar el postproceso. Los cambios principales utilizados fueron objeto de una contra nivelación para garantizar la precisión de los datos. En el **Anexo 3** del presente informe, se pueden observar las carteras topográficas y los perfiles transversales, así como los documentos y cartografía primaria generada en el levantamiento topográfico.



Fotografía 24. Niveles de secciones transversales con nivel de precisión
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S 2017.



Fotografía 25. Niveles de precisión quebrada El humilladero (Animas)
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S 2017

5.3 PROCEDIMIENTOS EN OFICINA

5.3.1 Cálculo en coordenadas para GPS

El punto inicial ubicado en la sede de Corpoguvio se georreferenció con base a las coordenadas obtenidas en el primer posicionamiento GPS (4 de enero 2017), posteriormente y luego de realizar el postproceso a los datos tomados por la antena del GPS Leica, se re-calcularon las coordenadas para finalmente garantizar una precisión milimétrica de los puntos recopilados.

Coordenadas iniciales para la base (antes de post proceso)
N= 1005620.040 E= 1083560.532 Z= 784.008

Coordenadas después del post proceso
N= 1005619.453 E= 1083560.397 Z= 783.221
Corrección a coordenadas
N= -0,587 E= -0,135 Z= -,787

La corrección a coordenadas aplica para todas las coordenadas tomadas antes de realizar el postproceso, así mismo, también se aplica a las coordenadas recopiladas con la estación y a las cotas en la nivelación de precisión.

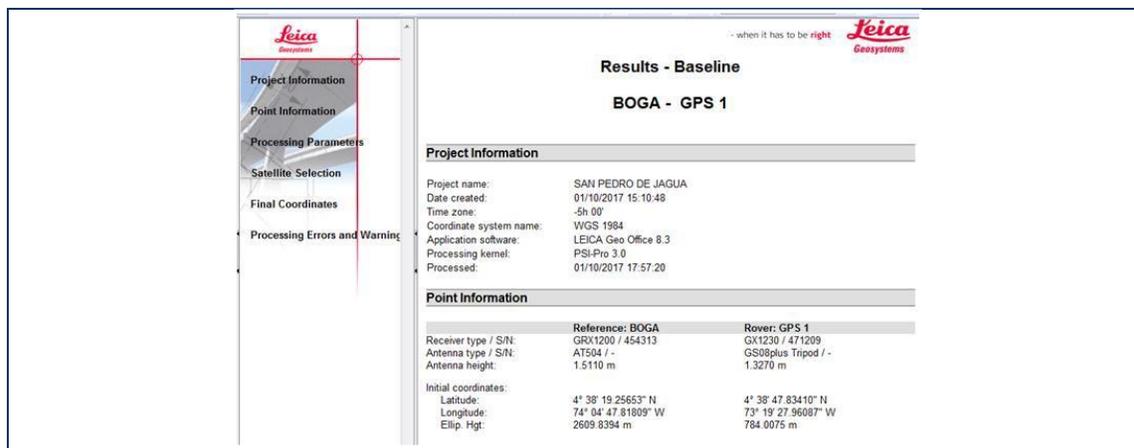


Figura 8. Resultados post proceso para la coordenada base GPS.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

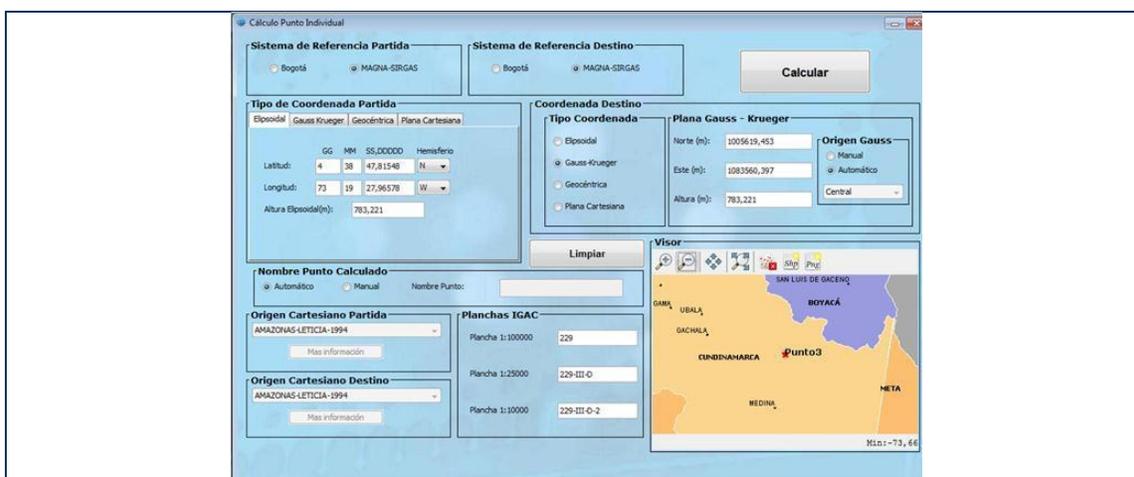


Figura 9. Traslado coordenadas elipsoidales a planas Gauss – Krueger con Magna – Sirgas pro.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

5.3.2 Cálculo en coordenadas para puntos tomadas 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 Transit que permite de forma rápida y precisa calcular coordenadas de cada una de las radiaciones tomadas en campo. La precisión de la poligonal cerrada fue de 6 cm en casi tres Km de información.

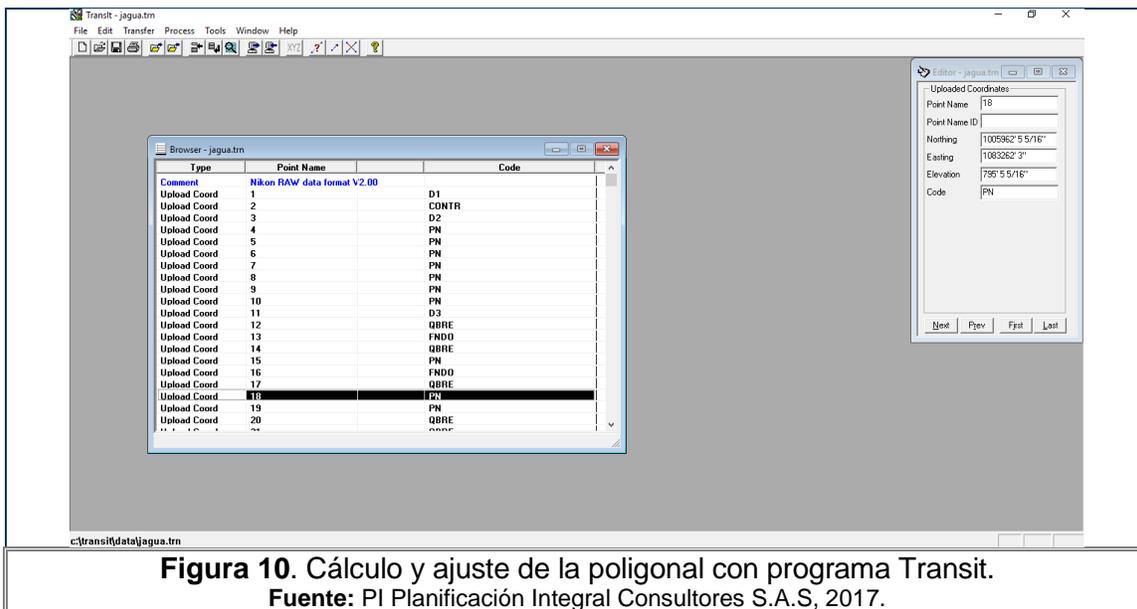


Figura 10. Cálculo y ajuste de la poligonal con programa Transit.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

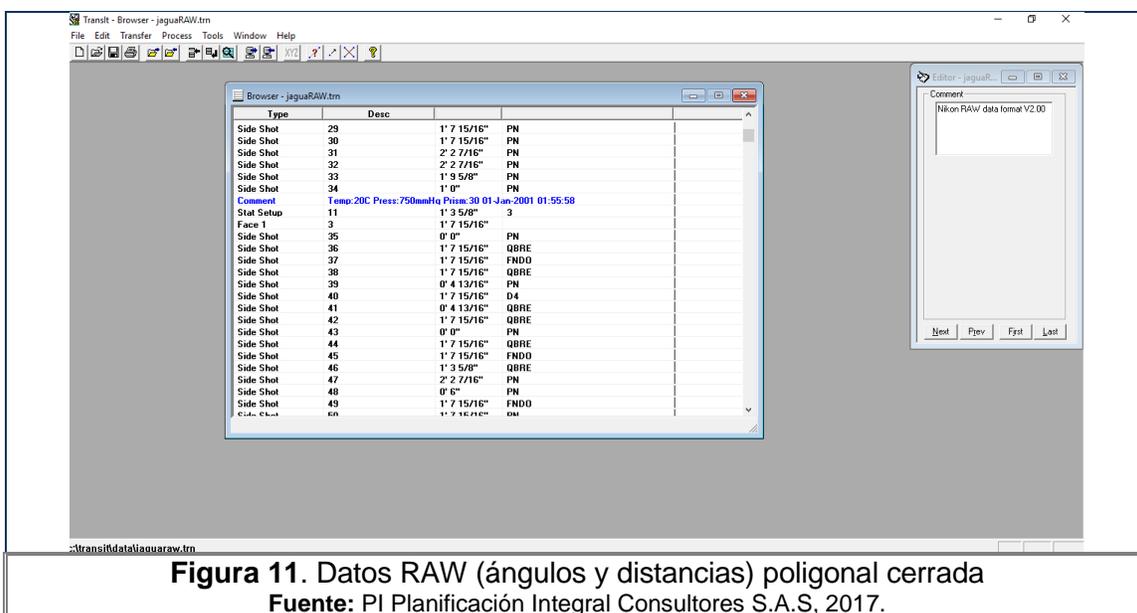


Figura 11. Datos RAW (ángulos y distancias) poligonal cerrada
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguavio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
--	---	---

5.3.3 Dibujo de 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 con base a los puntos de nivel tomados y no se presenten discontinuidades o saltos que alteren la topografía real y existente en el terreno.

Para la toponimia se realizó un procedimiento similar y con ayuda de las fotografías de campo, se dibujaron todos los paramentos, cercas, vías, y detalles referentes e importantes para el levantamiento. Las secciones transversales fueron generadas por el programa civil 3d pero se hacen modificaciones según la información tomada por la nivelación según sea el caso.

Es de resaltar que de manera complementaria, se realizó una captura fotográfica con uso de Dron, con la cual se deseó además de usar nuevas tecnologías y verificar los cierres en comparación con la toma Lidar, brindar información adicional a Corpoguavio para que en futuros proyectos pueda verificar la pertinencia de uso de la toma Lidar o la toma con Dron, dependiente de los recursos económicos disponibles, el tipo de zona y el alcance de un nuevo proyecto. Para este efecto, sin ser objeto contractual, se pudo verificar una utilidad muy favorable para el manejo de algunas temáticas particulares, como la de ecosistemas y el ajuste cartográfico, los cuales en todo caso se realizaron conforme a la exigencia contractual, con la imagen Lidar.

Longitud total levantamiento quebrada Gazajujo: K 1+759.74 m

Longitud total levantamiento caño el Humilladero (Ánimas) K 1+520.376 m

Total longitud de las dos corrientes: 3280.110 m

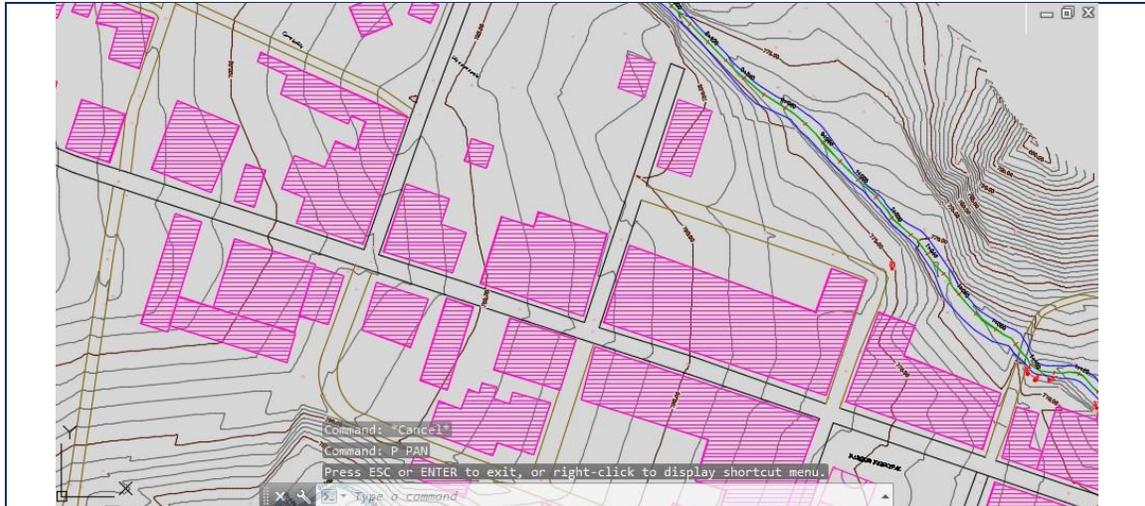


Figura 12. Comparación planos fotos K1+000 Quebrada Gazajujo.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

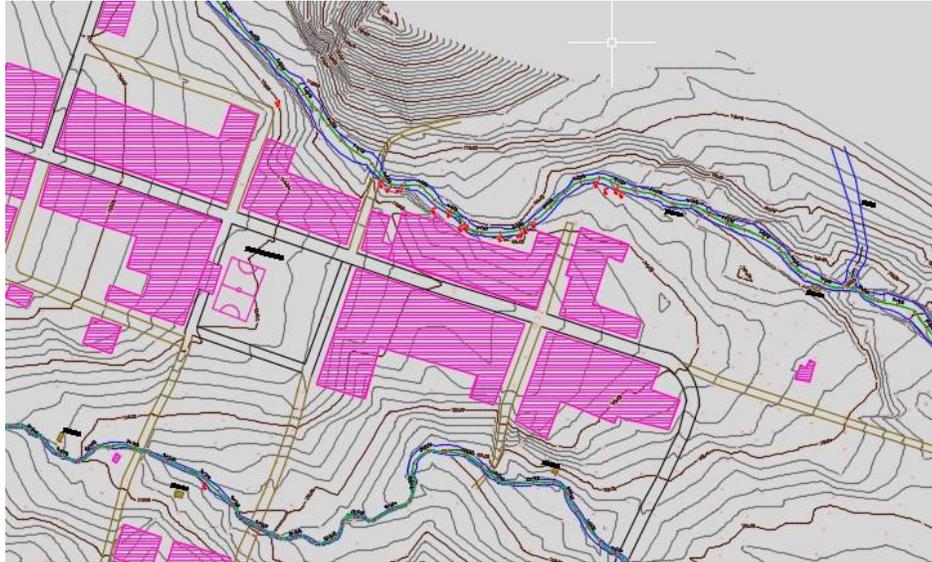


Figura 13. Comparación de planos - fotos. .
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

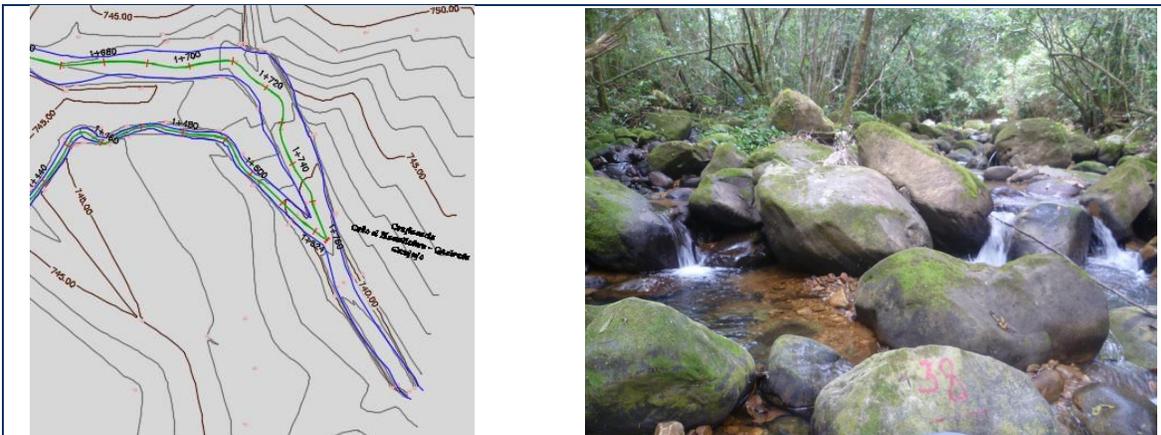


Figura 14. Confluencia caño El Humilladero y quebrada Gazajujo

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.



Figura 15. Vertimiento en la quebrada Gazajujo sector k1+500

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

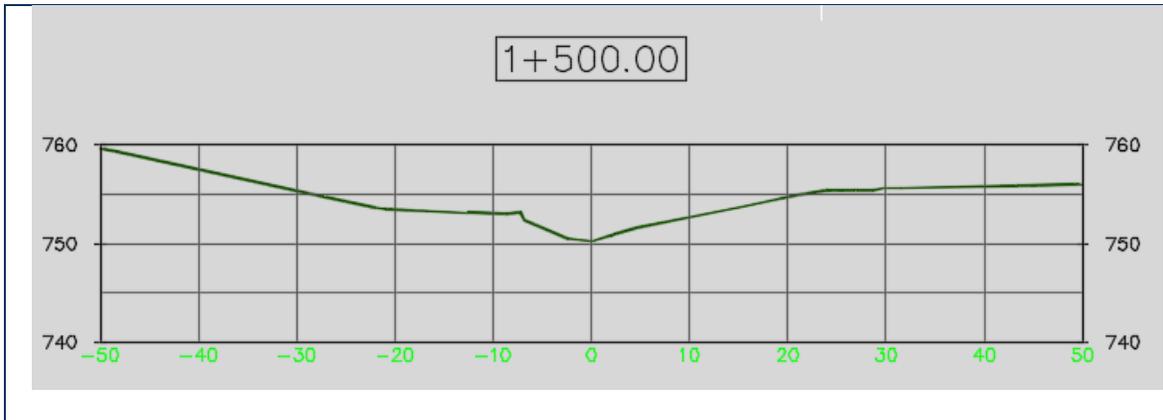


Figura 16. Sección transversal quebrada Gazajujo

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

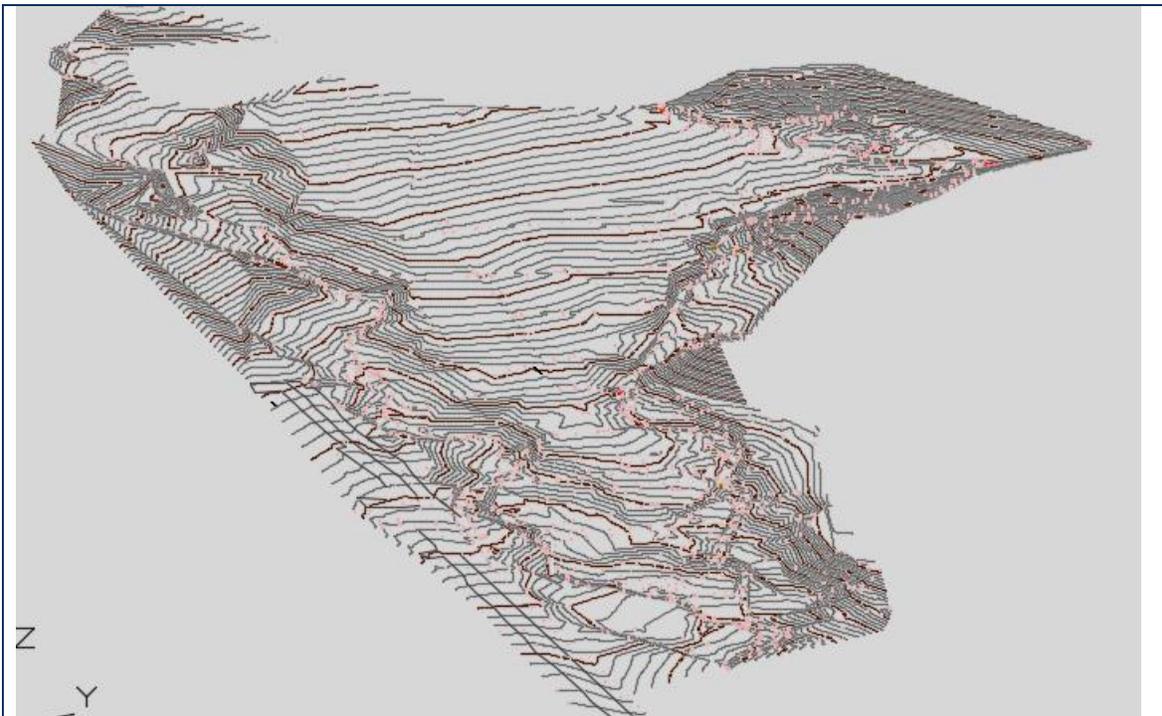


Figura 17. Proyección axonométrica curvas de nivel de cada 20 cm

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

En el **Anexo 3**, se presentan el **Levantamiento Topográfico**, en formato original (AutoCAD con extensión DWG, así como en formato ArcGis, con las secciones hidrotopográficas en formato excel) de las áreas rural y suburbana del área de estudio, las carteras topográficas, los perfiles transversales del levantamiento topográfico y batimétrico y adicionalmente a esto se presenta un orto mosaico tomado en la zona de estudio con dron, complementario a la información contractual requerida, tomada con Lidar.

6 LEVANTAMIENTO LIDAR Y RESTITUCIÓN AEROFOTOGRAMÉTRICA

En cumplimiento al anexo técnico del contrato de consultoría N° 200-12-04-452, se programó y ejecutó la toma LIDAR de la zona de estudio (Ver **Figura 18**), mediante el uso de una aeronave tripulada. El proceso tiene las siguientes características:

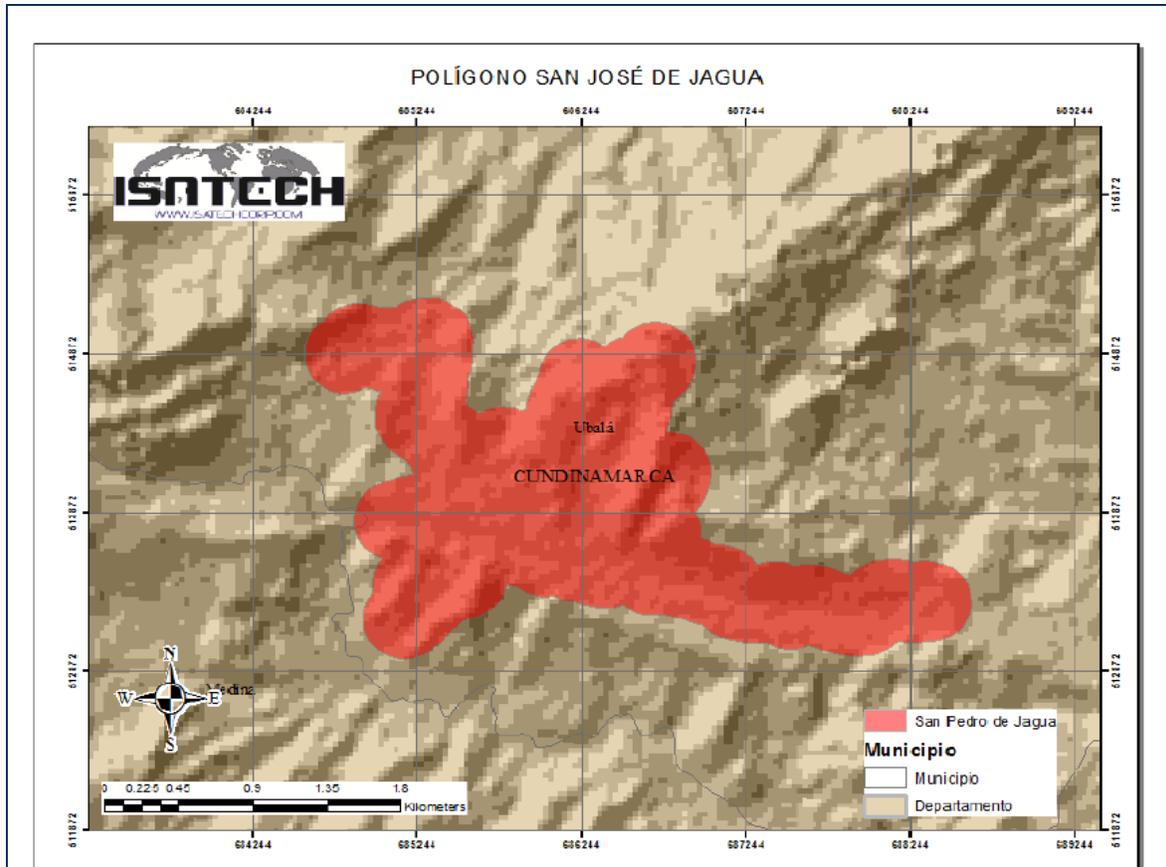


Figura 18. Área de toma de la imagen Lidar
Fuente: Isatech. 2017

6.1 VUELO FOTOGRAMÉTRICO

Sobre el polígono definido se realizó el plan de vuelo a una altura de vuelo de 800 mts AGL (Altitude Ground Level). GSD (Ground Sample Distance) de 10 cm a una velocidad de 50 m/s, un FOV de 60° y una densidad de puntos por metro cuadrado de 3,46.

Tabla 11. Características del plan de vuelo

ALTURA	mts	ft
		800
VELOCIDAD	50mts/s-97nd	
FOV	60	
PRR	240	
CANTIDAD DE FOTOS PROYECTO TOTAL	128	
RECUBRIMIENTO LONGITUDINAL	70%	
RECUBRIMIENTO TRANSVERSAL	30%	
GSD (m)	0.10	
DENSIDAD (PT/M ²)	3.46	

Fuente: Isatech. 2017

Complementario a ello, las características de la toma Lidar son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN LIDAR	
FIELD OF VIEW	60
PULSE REPETITION RANGE	240 KHz
DENSIDAD (PT/M ²)	3.46

En la **Figura 19** se puede apreciar la organización de las líneas de vuelo planeadas sobre el área de interés.

El vuelo para dicho proyecto se ejecutó el día 01 de febrero de 2017, una vez realizada la captura de información se procedió a verificar la cobertura y características técnicas de la información obtenida, cumpliendo ésta con los parámetros exigidos para el proyecto en lo referente a densidad de puntos LIDAR, tamaño de pixel de las fotografías aéreas, deriva de las líneas de vuelo y cubrimiento total de los polígonos de interés.

El plan de vuelo se trazó de esta forma, debido a la necesidad de garantizar el alcance de los retornos del sensor LIDAR en una zona con una topografía tan quebrada y con presencia de vegetación densa como ocurre en la zona de estudio definida.

En el **Anexo 4**, se pueden apreciar todos los componentes asociados a la logística, permisos, licencias y demás componentes técnicos del vuelo realizado.

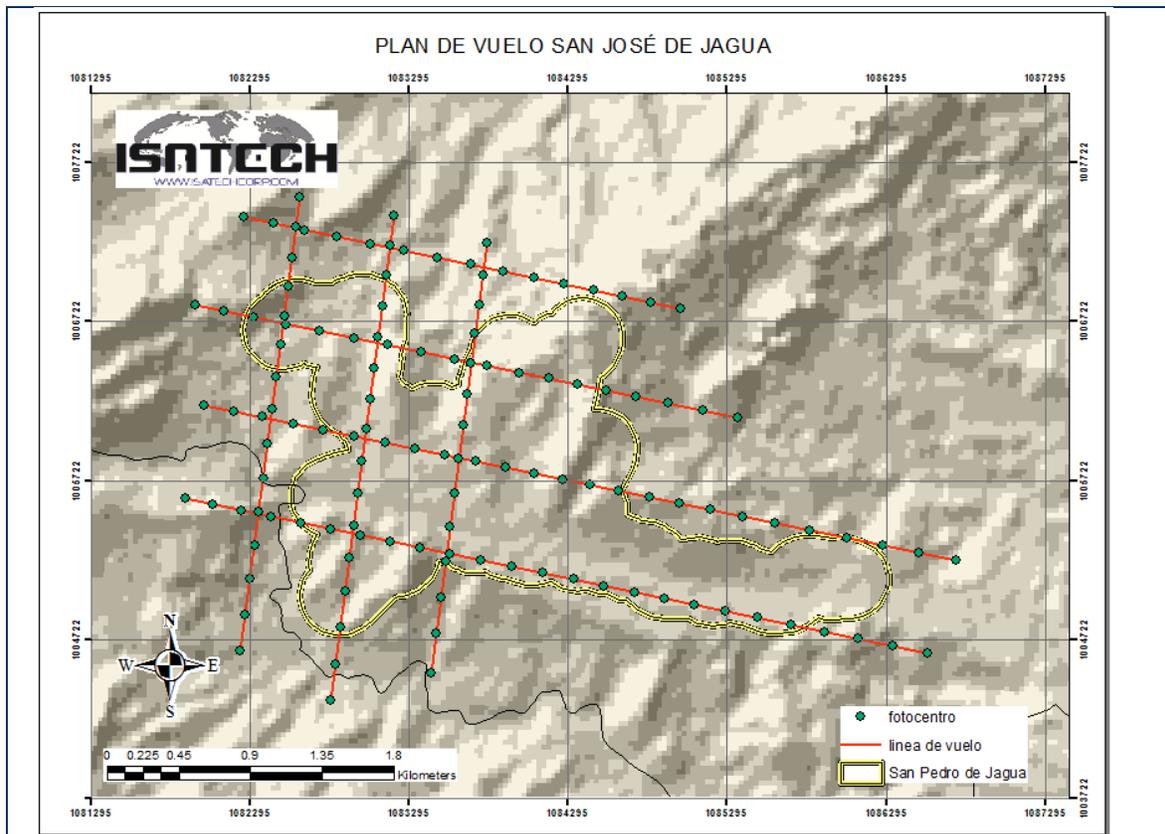


Figura 19. Esquema del vuelo planeado para el polígono San Pedro de Jagua

Fuente: Isatech. 2017

6.2 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

6.2.1 Procesamiento Geodésico

El procesamiento de la información se realizó inicialmente con el software POSPAC, programa en el cual se define, calcula y procesa la trayectoria del avión y los fotocentros de las imágenes asociados a la información obtenida por medio del receptor GNSS del avión.

El método de procesamiento utilizado para esta navegación es el de "single baseline" (línea de base sencilla), el uso de esta metodología permite obtener una adecuada precisión posicional de los datos contando con información geodésica de bases instaladas en campo durante el vuelo.

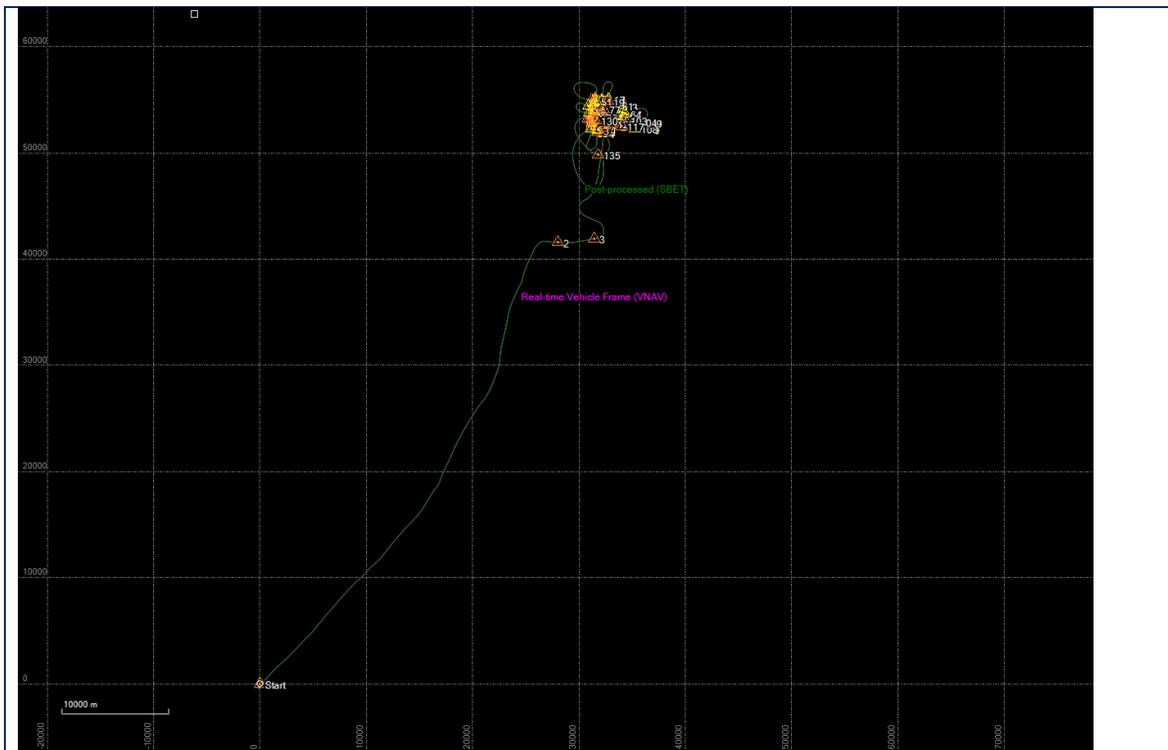


Figura 20. Procesamiento en el software POSPAC para el 01 de febrero de 2017

Fuente: Isatech. 2017

Como apoyo geodésico al vuelo ejecutado, se tomó la estación continua del IGAC, VIVI, ubicada en el municipio de Villavicencio. La implementación de esta base continua permite determinar con alto grado de precisión las coordenadas tanto planas como geográficas empleando efemérides precisas en época 2016.0 y así proveer de información geodésica al procesamiento de los datos aéreos obtenidos permitiendo su ajuste diferencial dentro del mismo sistema de referencia y de igual forma su correcta georreferenciación.

Todo el procesamiento de los datos obtenidos se realizó considerando el marco geodésico Nacional, en el sistema de referencia Magna Sirgas origen Bogotá.

6.2.2 Error Medio Cuadrático

Este valor define la precisión posicional de la información geodésica capturada y procesada para cada uno de los ejes coordenados.

En la **Figura 21** se aprecia el error medio cuadrático posicional de las coordenadas X, Y y Z de la información geodésica del vuelo al ser procesado con la metodología "single baseline".

Los errores mínimos cuadrados durante el vuelo fueron de 10 cm en la coordenada de altura, en la coordenada Norte fue de: 5 cm y para la coordenada Este fue de: 5 cm

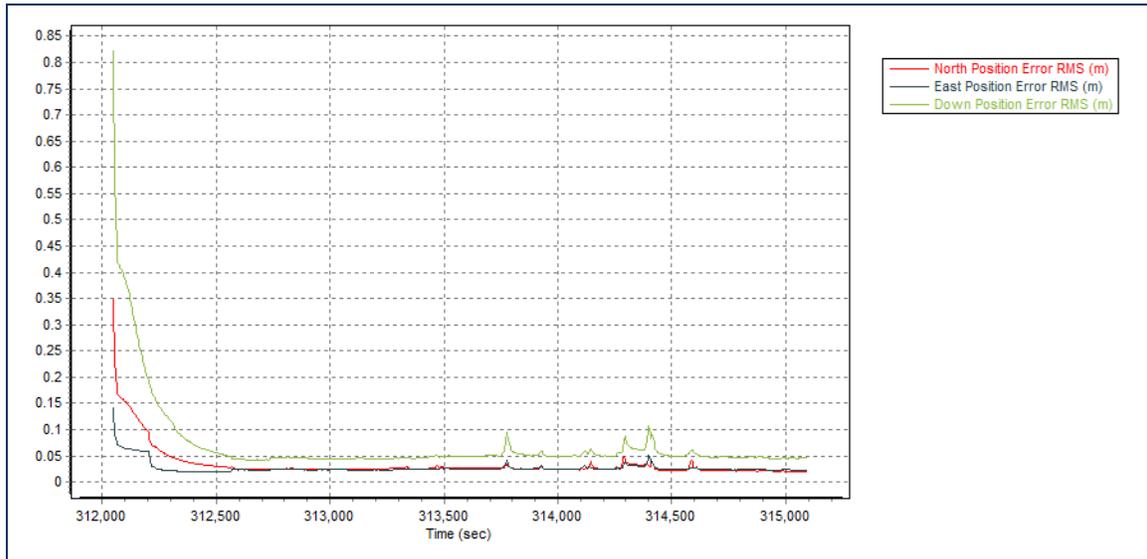


Figura 21. Error medio cuadrático de las coordenadas norte, este y altura para el vuelo del día 01 de febrero de 2017
Fuente: Isatech. 2017

6.2.3 Número de satélites

Para lograr una buena determinación de coordenadas por medio del uso de receptores GNSS, es preciso contar con observación simultánea de al menos 5 satélites.

En la **Figura 22** se muestra el gráfico que relaciona el número de satélites enlazados al sistema del avión a la hora de la toma de los datos durante el vuelo del día 01 de febrero de 2017, que fue de al menos 8 satélites.

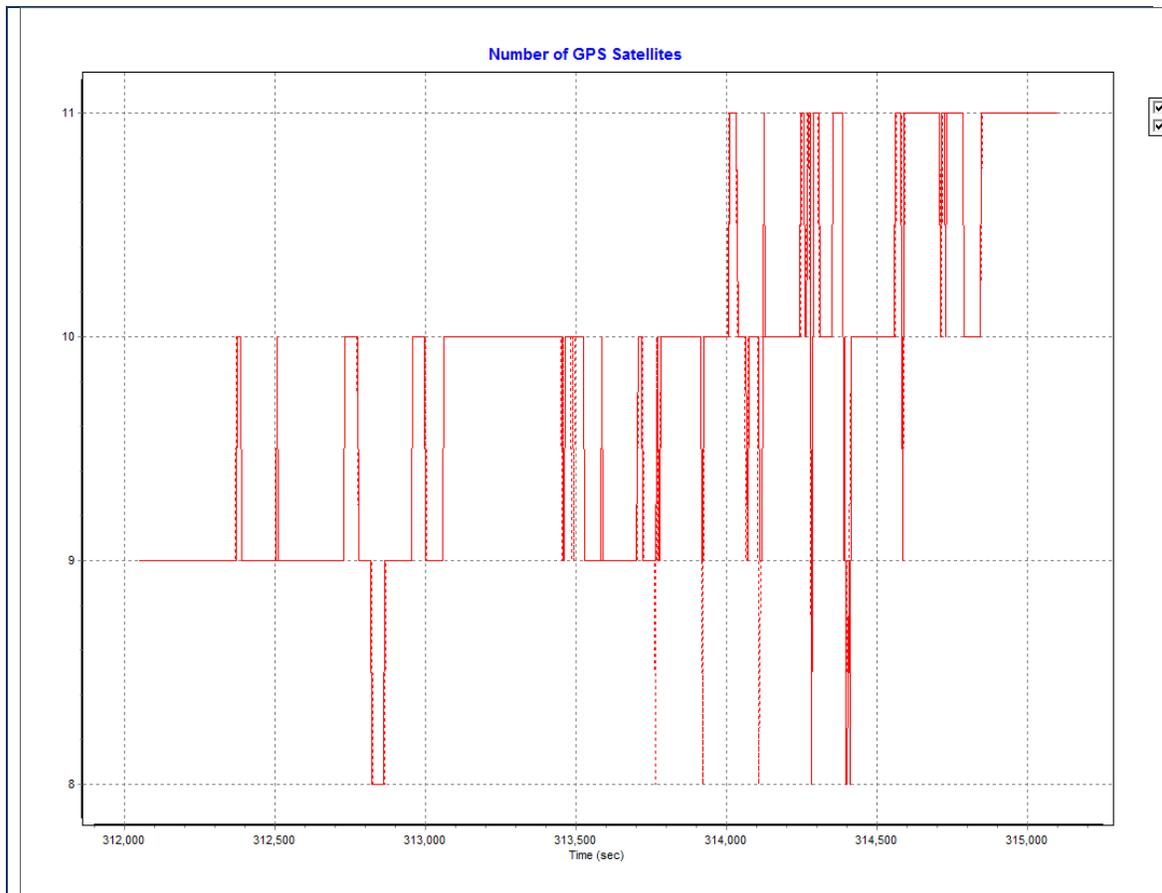


Figura 22. Número de satélites para el vuelo del día 01 de febrero de 2017

Fuente: Isatech. 2017

6.2.4 PDOP (Positional Dilution Of Precision)

El PODP (Positional Dilution of Precision) hace referencia a la configuración geométrica de los satélites en el momento de la captura de los datos por la antena del receptor GNSS en el avión. Si este error se encuentra por debajo de 5 se considera un dato confiable.

Para el vuelo ejecutado el día 01 de febrero de 2017 el PODP máximo que se obtuvo fue de: 1,72 como se muestra en la **Figura 23**.

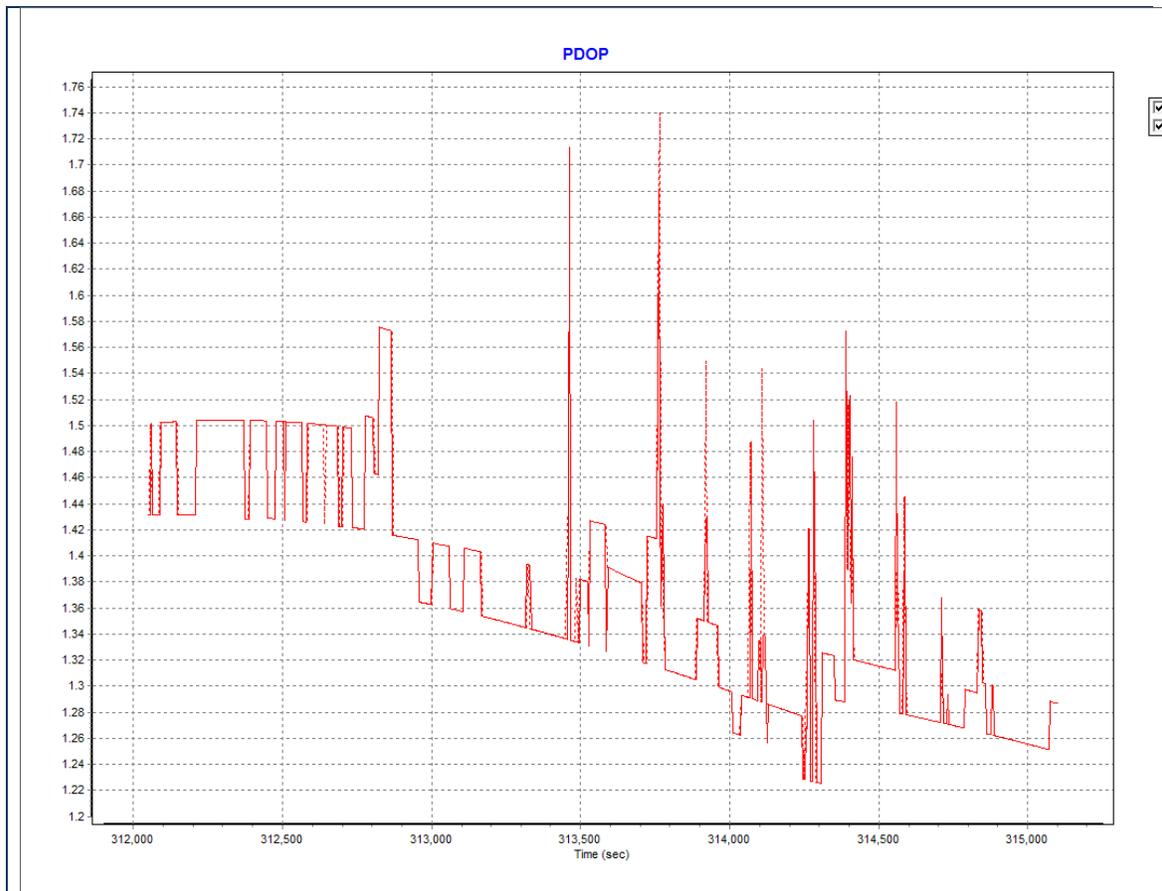


Figura 23. PDOP del vuelo para el día 01 de febrero de 2017
Fuente: Isatech. 2017

6.3 PRODUCTOS OBTENIDOS

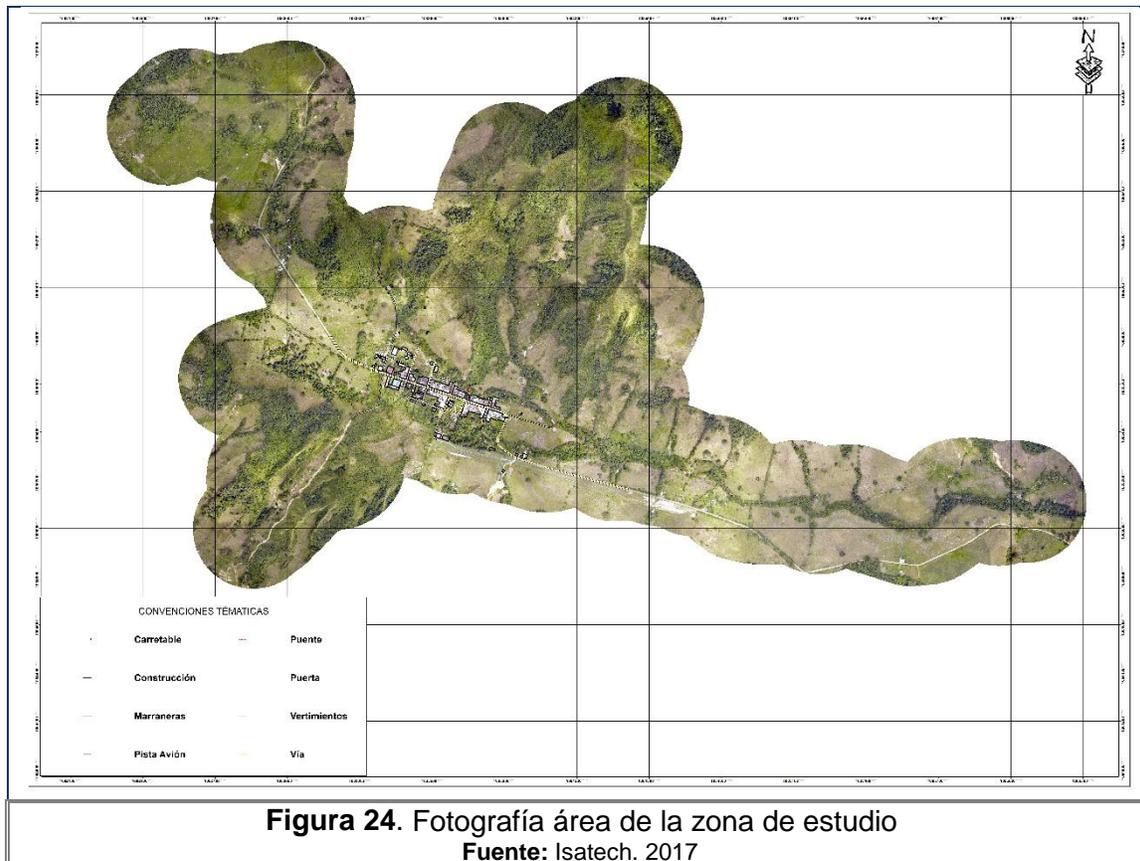
6.3.1 Modelo digital de terreno (DTM) y generación de curvas de nivel

En esta fase se obtendrá información altimétrica del área del proyecto a partir de los datos LIDAR obtenidos sobre el bloque de imágenes aerotriangulado, con el propósito de generar el DTM final del proyecto; que se empleará en la generación de las ortofotos y curvas de nivel a 20 cm de espaciamiento del Polígono de interés definido por Planificación Integral.

La corrección a alturas ortométricas se realizará usando el modelo GEOCOL 2004.

6.3.2 Ortofotos

Teniendo las imágenes digitales, los valores de la aerotriangulación y el DTM de las zonas del proyecto, se procederá a elaborar las ortofotos digitales de las áreas solicitadas con tamaño de píxel de 15 centímetros aproximadamente.



En el **Anexo 4**, se presentan el informe de captura de fotografía aérea y LIDAR para el polígono San Pedro de Jagua.

6.4 CARTOGRAFÍA DIGITAL Y MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN

Como resultado del levantamiento topográfico y batimétrico, la toma de datos LIDAR y la restitución fotogramétrica se elaboró cartografía a escala 1:2000, con curvas de nivel cada 20 cm y el Modelo Digital de Terreno – DTM con tamaño de píxel de 15 cm.

La elaboración de la cartografía digital y del Modelo Digital del Terreno se realizó teniendo en cuenta las siguientes consideraciones técnicas.

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	---	---

- El Modelo Digital de terrenos se generó con base en los modelos de malla regular de paso 1x1 m a partir de los puntos obtenidos y clasificados con distribución irregular con una densidad mínima de 1pto/m².
- Se consideró la corrección de cauces e integración con los datos batimétricos para la generación de los modelos.
- El formato de los modelos es ASCII, LAS y Geotiff.
- A partir del Modelo Digital de Terreno se generó curvas de nivel con una equidistancia de 20 cm, las cuales deben fueron suavizadas acorde a las morfologías del terreno y editadas en las zona urbana de acuerdo a los elementos propios.
- Además de las curvas de nivel se contempló puntos de cota que capturaron los puntos que representan el terreno de manera más significativa y que se consideran clave para la definición correcta de la superficie terrestre.
- La cartografía digital resultante se estructuró en una Geodatabase en el Sistema de Información Geográfica Arc Gis10 o superior, referidos en el Sistema de Referencia Espacial MAGNA SIRGAS del IGAC.

En la **Figura 25**, se presenta el Modelo Digital de Terreno

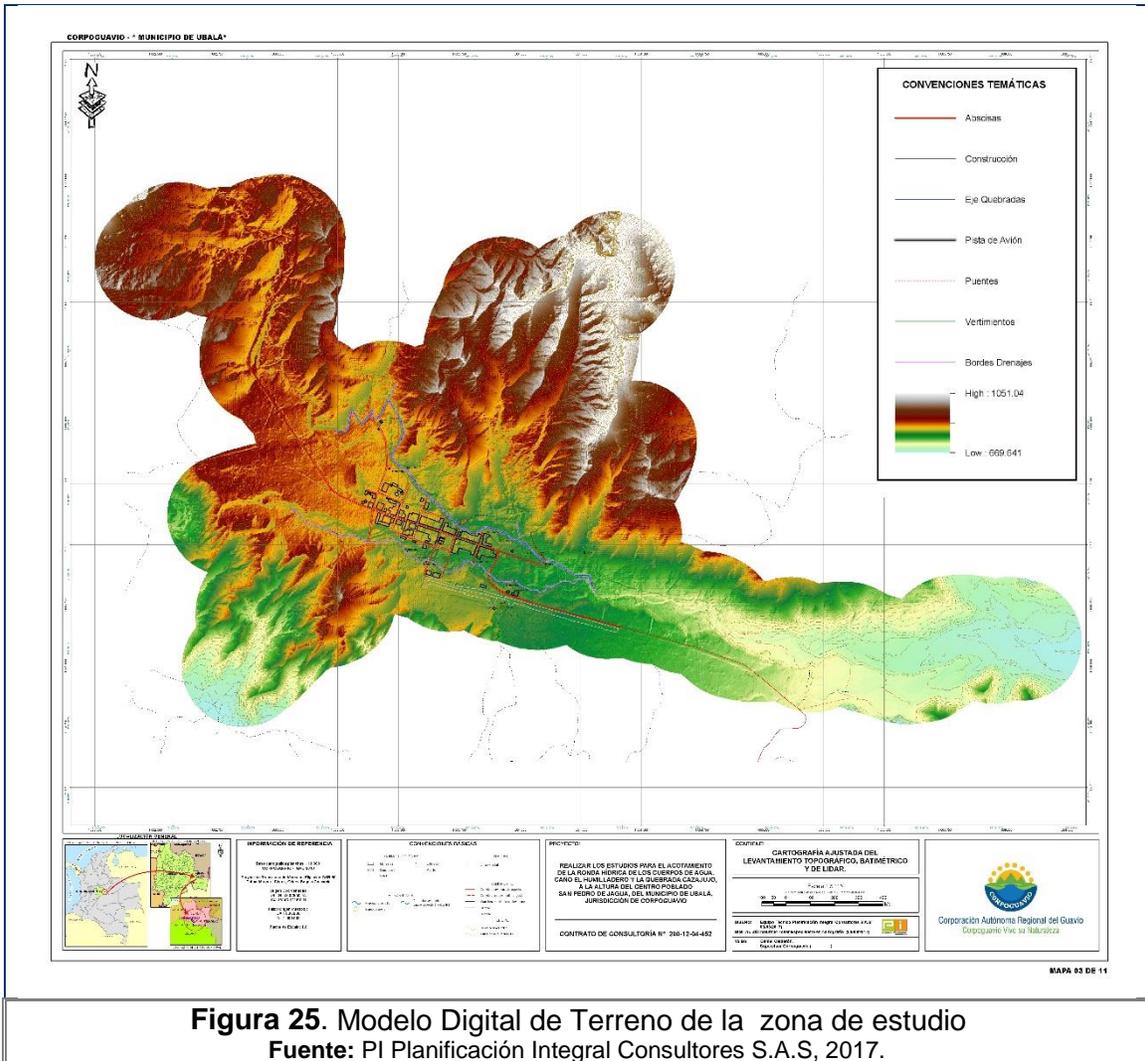


Figura 25. Modelo Digital de Terreno de la zona de estudio
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.



Corporación Autónoma Regional del Guavió
Corpoguvio Vive su Naturaleza

Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujó, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

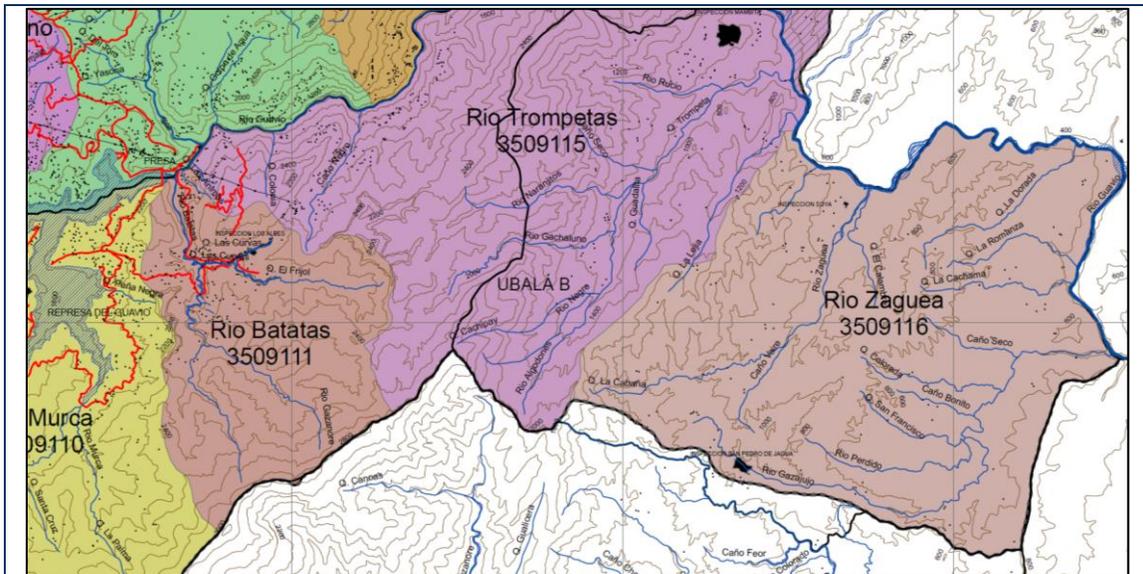


Figura 27. Localización Quebrada Gazajujó y Caño el Humilladero.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS. 2017

7.2 ASPECTOS MORFOMÉTRICOS

El comportamiento hidrológico de una cuenca hidrográfica está en función de numerosos factores, entre los cuales predominan el clima y la forma del territorio. Las formas de la superficie terrestre y su relación con el comportamiento hidrológico de una determinada cuenca, pueden establecerse por medio de índices morfométricos, en donde dichos índices, describen las características de paisajes complejos por medio de valores constantes.

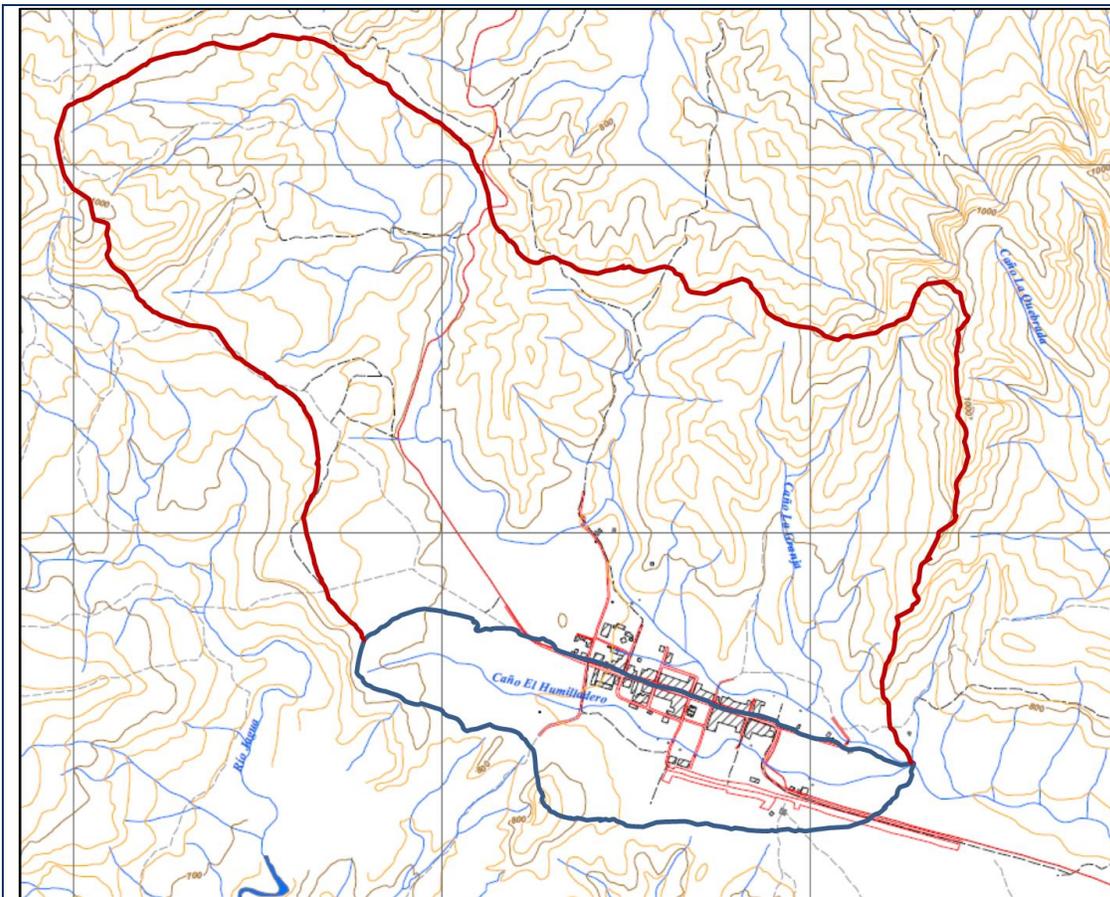


Figura 28. Delimitación cuencas hidrográficas Quebrada Gazajujo y Caño el Humilladero en el área de estudio.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS. 2017

La estimación de las principales características morfométricas de las cuencas hidrográficas del caño Humilladero y la quebrada Gazajujo hasta su intersección aguas abajo de la Inspección de San Pedro de Jagua, se evaluaron a partir de la base cartográfica en formato digital del Instituto Geográfico Agustín Codazzi escala 1:10.000, con intervalos de curvas de nivel cada metro, utilizando como herramienta el Sistema de Información Geográfica (Arc Gis 10.1). Los parámetros obtenidos en el desarrollo del presente estudio, para cada una de las fuentes hídricas relacionadas son:

- Área de la cuenca
- Longitud de la cuenca
- Perímetro de la cuenca
- Ancho de la cuenca
- Orientación de la cuenca
- Elevación de la cuenca

- Longitud del cauce principal
- Índice de compacidad o de Gravelius
- Factor de forma adimensional de Gravelius
- Índice de alargamiento de Horton
- Tiempo de concentración

Los parámetros morfométricos relacionados con los factores de área y forma de las cuencas de estudio se presentan en la **Tabla 12** y en la **Figura 29**, posteriormente se hace una breve descripción y análisis de cada uno de ellos.

Tabla 12. Parámetro morfométricos Quebrada Gazajujo y Caño el Humilladero.

Parámetro	Valor	
	Quebrada Gazajujo	Caño el Humilladero
Cota mayor (m.s.n.m.)	950	800
Cota menor (m.s.n.m.)	740	740
Diferencia altitudinal (m)	210	60
Área (Km ²)	2,7232	0,4154
Perímetro (Km)	8,405	3,5382
Longitud del drenaje principal (Km)	3,94736	1,65594
Longitud de la cuenca (Km)	2,889	1,557
Ancho de la cuenca (medido) (Km)	1,299	0,427
Pendiente media de la corriente (%)	5,32	3,62
Pendiente media de la corriente (m/m)	0,053	0,036
Factor de forma (Gravelius)	0,33	0,17
Índice de compacidad (Gravelius)	1,44	1,55
Índice de alargamiento (Horton)	2,22	3,65
Tiempo de concentración Tc (Kirpich) (min)	36,41	21,71

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS. 2017

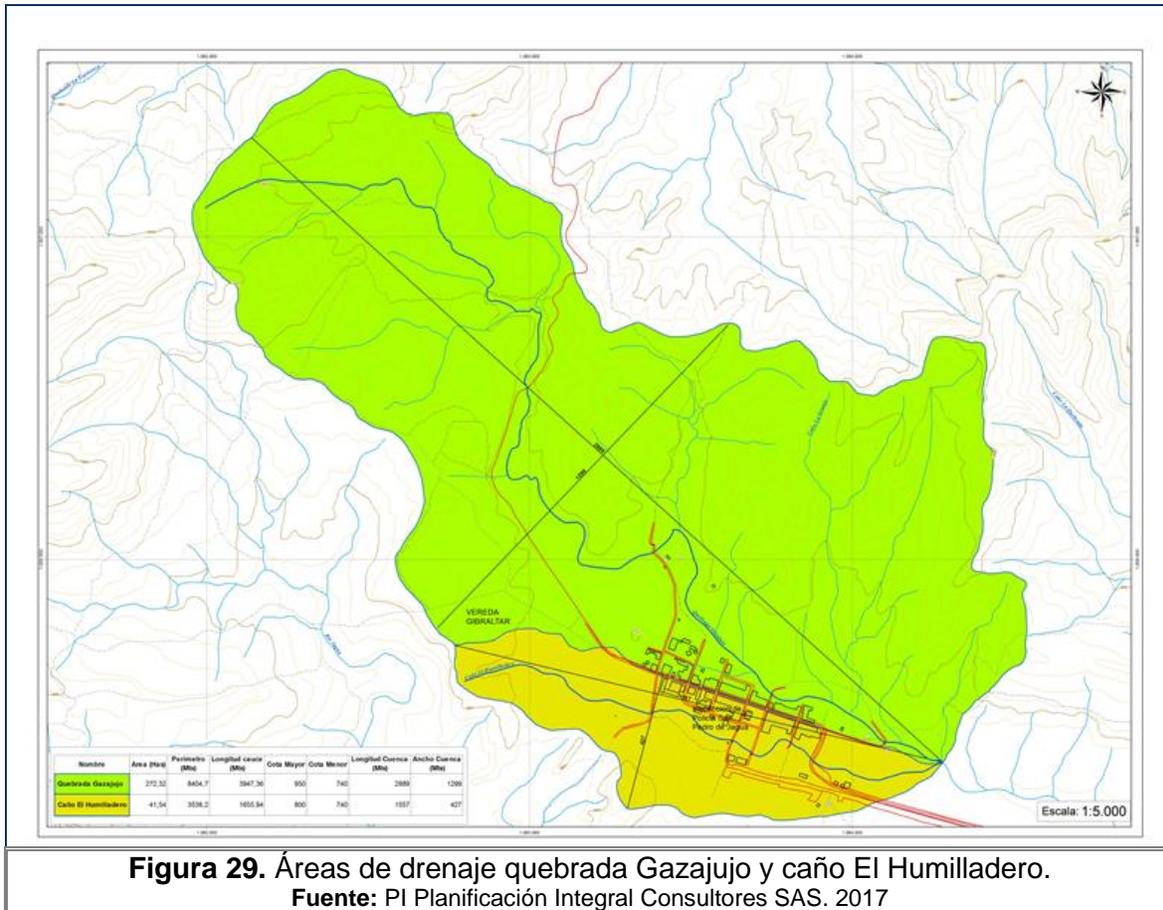


Figura 29. Áreas de drenaje quebrada Gazajujo y caño El Humilladero.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS. 2017

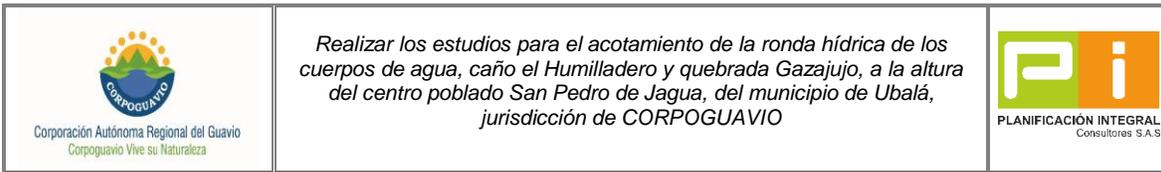
- *Área de drenaje*

El área de la cuenca está definida por la línea perimetral que sirve de divisoria de aguas con áreas hidrográficas adyacentes, y que corresponde a la máxima altura existente entre las dos, este parámetro permite identificar otros elementos de la cuenca, ya que el aumento del área genera un aumento de caudales, actúa como un factor de compensación ya que permite detectar crecientes instantáneas y de respuesta inmediata en cuencas pequeñas, con mayor facilidad que en cuencas grandes.

El área de drenaje de la quebrada Gazajujo, es de 272,32 Has, equivalentes a 2,7232 Km², mientras que el área de drenaje del caño El Humilladero es de 41,54 Has, equivalentes a 0,4154 Km².

- *Longitud de la cuenca*

Definida como la distancia medida paralelamente a la fuente principal, entre el punto más alto del cauce aguas arriba en donde la tendencia general del cauce corta la línea divisoria



de aguas y el punto más bajo aguas abajo en donde desemboca la corriente o punto de salida.

La longitud de la cuenca de la quebrada Gazajuyo es de 2,889 Km y la longitud de la cuenca del caño El Humilladero es de 1,557 Km.

- *Perímetro de la cuenca*

El perímetro de una cuenca, no es otra cosa que la medida de la longitud de la línea divisoria de aguas o parte aguas, que me encierra el área de drenaje. El perímetro de la cuenca de la quebrada Gazajuyo es de 8,4047 Km y el perímetro de la cuenca del caño El Humilladero es de 3,5382 Km.

- *Ancho de la cuenca*

Este parámetro, está definido por la mayor distancia medida sobre la cuenca, en sentido perpendicular a la corriente, entre dos puntos extremos, localizados sobre la divisoria de aguas. Haciendo la medición del ancho, sobre la cartografía establecida, se tiene que para la cuenca de la quebrada Gazajuyo es de 1,299 Km, mientras que para la cuenca del caño El Humilladero es de 0,427 Km.

- *Orientación de la cuenca*

La orientación de la cuenca, marca el sentido en el que discurren las aguas del cauce principal de la misma, se tiene por tanto, que la orientación de la cuenca de la quebrada Gazajuyo es de sentido nor-oeste a sur-este, que es en el mismo sentido en que se mueven las aguas de la Quebrada del mismo nombre desde aguas arriba hacia aguas abajo, en tanto que para la cuenca del caño El Humilladero, el sentido va del sur-oeste al sur-este, mismo sentido que lleva el cauce del caño El Humilladero sentido aguas arriba aguas abajo.

- *Elevación de la cuenca*

La elevación de la cuenca, permite definir las cotas más altas y más bajas que hay dentro de la misma, que en algunos casos concuerda con la cota más alta y la cota más baja del cauce principal y que son insumo necesario junto con la longitud, para el cálculo de la pendiente y posteriormente del tiempo de concentración; la cuenca del caño El Humilladero, se distribuye entre los 800 m.s.n.m. y los 740 m.s.n.m. y la cuenca de la quebrada Gazajuyo, lo hace entre los 950 m.s.n.m. y los 740 m.s.n.m.

- *Longitud del cauce principal*

La longitud del cauce principal como su nombre lo indica, es la medida del cauce principal al interior de la cuenca, medido a través de su curso, desde su nacimiento, hasta su desembocadura o punto más bajo en la confluencia con otro cauce; la longitud del cauce principal en la cuenca de la quebrada Gazajuyo es de 3,947 Km y en la cuenca del caño El Humilladero es de 1,655 Km.

- *Índice de compacidad o de Gravelius*

Es la relación entre el perímetro (P) y el perímetro de un círculo que contenga la misma área A de la cuenca:

$$K = 0,282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Aunque la mayoría de cuencas tienden a tener forma de pera, este índice lo que muestra es que una cuenca de forma circular tiene una mayor posibilidad de producir avenidas muy grandes dada su simetría.

Tabla 13. Valores de clasificación según la forma de la cuenca.

Valores de K_0	Forma
1.00 – 1.25	Redonda a oval redonda
1.25 – 1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50 – 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS. 2017

Por definición, este coeficiente tiene un valor de 1 para cuencas imaginarias de forma circular exacta. Cuanto más se acerque el valor a la unidad, mayor será la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento. Se han establecido tres categorías para la clasificación de este parámetro. (**Tabla 13**).

Aplicando la fórmula anterior se tiene que en la cuenca de la quebrada Gazajujo, el índice de compacidad es de 1,44, valor que corresponde a una cuenca cuya forma varía de oval redonda a oval oblonga, lo que indica que su forma tiende a ser alargada haciendo que su tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, sea menor.

De la misma forma en la cuenca del caño El Humilladero se tiene que el índice de compacidad es de 1,55, lo que indica que la forma de la cuenca varía de oval oblonga a rectangular oblonga, el valor se aleja de la unidad, indicando que esta cuenca presenta baja concentración de volúmenes de agua de escurrimiento.

- *Factor de forma adimensional de Gravelius*

Este factor (K_f) hace una relación entre el área de la cuenca (A) y la longitud de la misma (L), medida en línea recta desde la salida hasta el límite cerca de la cabecera del cauce principal.

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

En algunos casos se utiliza la siguiente clasificación de las cuencas de acuerdo con los valores de los factores de forma obtenidos:

Tabla 14. Clases de valores de forma.

Rangos de K_f	Clases de forma
0,01 – 0,18	Muy poco achatada
0,18 – 0,36	Ligeramente achatada
0,36 – 0,54	Moderadamente achatada

Al aplicar la fórmula de la definición anterior a la cuenca de la quebrada Gazajujo, se tiene que el factor de forma de Gravelius es de 0,33, lo que indica es que esta cuenca presenta una forma ligeramente achatada, mientras que la cuenca del caño El Humilladero presenta un valor de 0,17, indicando que se trata de una cuenca muy poco achatada.

- *Índice de alargamiento (Horton)*

Relacionado con el comportamiento de la forma de la cuenca, con su tendencia a ser de forma alargada, en relación a su longitud axial y al ancho máximo de la cuenca.

$$I_a = \frac{l_m}{l}$$

En donde: I_a : *índice de alargamiento*
 l_m : *Longitud máxima de la cuenca*
 l : *Ancho máximo de la cuenca*

Las cuencas que presentan valores mayores a 1, presentan una forma más larga que ancha, mientras que las cuencas cuyo índice se aproxima a 1 presentan una forma más ancha que larga.

El valor obtenido para el Índice de Alargamiento de Horton, en la cuenca de la quebrada Gazajujo, es de 2,22, un valor bastante alejado de la unidad, lo que indica que es una cuenca más larga que ancha, para la cuenca del caño El Humilladero el valor de este índice es de 3,65, lo que confirma que es mucho mayor el largo que su ancho.

- *Tiempo de concentración T_c (Kirpich) (min)*

Aplicando la fórmula establecida por Kirpich, para el cálculo del tiempo de concentración, explicada en el numeral 1.2.1.3, se tiene que en la cuenca de la quebrada Gazajujo, el tiempo de concentración es de 36,41 minutos, lo que equivaldría a decir que una vez terminada la lluvia la última gota de agua caída demoraría este tiempo en llegar a la salida de la cuenca.

Para la cuenca del caño El Humilladero, el tiempo de concentración es de 21,71 minutos, un tiempo mucho más bajo que el anterior, ya que se trata de un área mucho más pequeña y de una pendiente menor.

Es de resaltar, que se utilizó el método de Kirpich, entendiendo que el mismo se recomienda para cuencas urbanas con abundante espacio libre, como es el caso de las corrientes objeto

de estudio, cuyas áreas de cuenca sean menores a 50 ha y sus pendientes se encuentren entre el 3 y 10%, es decir, características que se cumplen plenamente, siendo por ende un método confiable para este caso.

7.3 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS

7.3.1 Generalidades

Debido a la localización geográfica de la zona de estudio, ubicada en una zona de bajas latitudes, sobre los cuatro grados de latitud del meridiano del Ecuador, sobre el piedemonte llanero, conformando la gran cuenca del río Orinoco, el clima de la región es de carácter tropical, determinado principalmente por las variaciones altimétricas, la topografía y la influencia que ejerce el movimiento de la Zona de Confluencia Intertropical (ZITC), lo cual genera a su paso dos períodos húmedos y dos secos que se presentan intercalados a lo largo del año.

El patrón de circulación atmosférica a gran escala que influencia el clima en el área de estudio y en general en la Orinoquía colombiana, además del paso de la Zona de Confluencia Intertropical es el movimiento de los vientos alisos, los cuales se originan en ambos hemisferios y oscilan en la región desde el sureste al oeste, con corrientes húmedas provenientes de la Amazonía, presentándose con mayor intensidad durante los meses de mayo a septiembre, lo que hace que el período seco de mitad de año no sea tan fuerte y en algunos casos cambie el régimen de bimodal a monomodal con un período húmedo continuo de abril a octubre.

Otros elementos que ejercen influencia en las características climáticas de la región, además de la precipitación y la temperatura, son la humedad relativa, el brillo solar y especialmente los vientos alisos provenientes del noroeste.

La caracterización de cada una de las variables climatológicas que definen el clima de la zona se realizó con base en la información histórica a nivel mensual para un período mayor de quince años, registrada en las estaciones principales y pluviométricas localizadas en el área de influencia de la zona de estudio, operadas por el IDEAM, tal como se presenta en la siguiente **Tabla 15**.

Tabla 15. Estaciones climatológicas área de estudio.

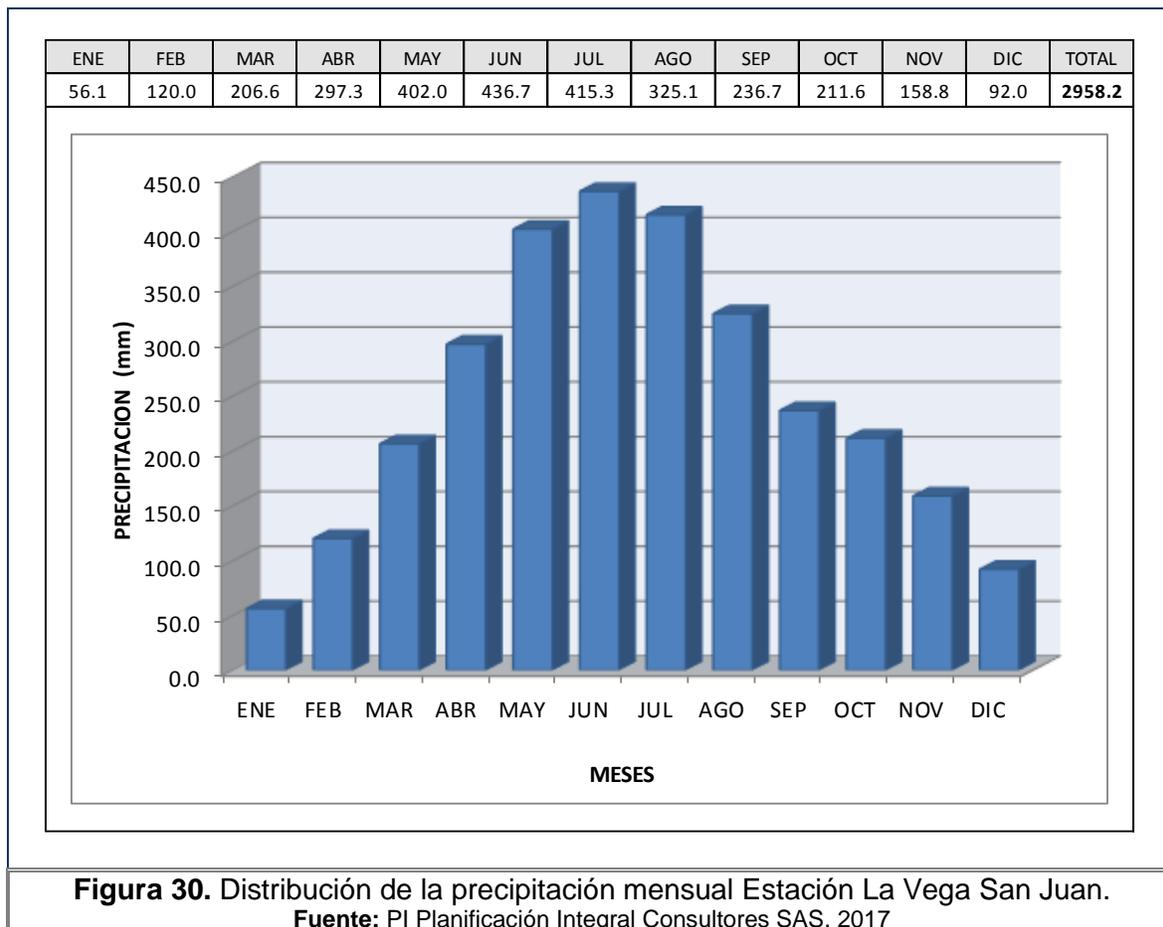
Código	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Tipo	Registro
3506012	La Vega San Juan	04 43 N	73 28 W	1791	PM	72 - 14
3506013	Las Minas	04 40 N	73 28 W	2003	PM	75 - 14
3506025	Santa Rosa de Ubalá	04 48 N	73 24 W	1649	PM	80 - 10
3506501	Gachetá	04 49 N	73 37 W	1752	CO	72 - 14

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

Es de anotar que la cuenca del río Gazajuyo, así como la cuenca del río Zaguea no cuentan con estaciones de lluvia o climatológicas, que permitan conocer el comportamiento del clima de manera directa, por lo que se utilizaron estaciones localizadas sobre la vertiente sur de la cuenca del río Guavio, relacionadas en la **Tabla 15**.

7.3.2 Precipitación

A partir de los registros históricos mensuales de precipitación de la estación pluviométrica de La Vega San Juan (3506012), localizada al occidente de la zona de estudio, se infiere un régimen de tipo unimodal, característico del piedemonte llanero y la Orinoquia occidental con un período de altas precipitaciones de abril a agosto, con máximos de 436 mm en junio y dos temporadas secas a lo largo del año, con mínimos de 56 mm en el mes de enero y valores medios anuales de 2958 mm. Ver **Figura 30**.



A nivel multianual y tal como se presenta en la **Figura 31**, donde aparece el histograma de precipitación multianual de la estación La Vega San Juan, se resalta el año 1978 como el

de mayor precipitación con un valor de 3934 mm, convirtiendo a la zona como alta frente al promedio nacional, en contraste, el año con menor precipitación corresponde al año 1982 con un valor de 2266 mm, en todo caso ajustándose a las variaciones interanuales asociados a la ocurrencia de fenómenos ENSO (El Niño – La Niña).

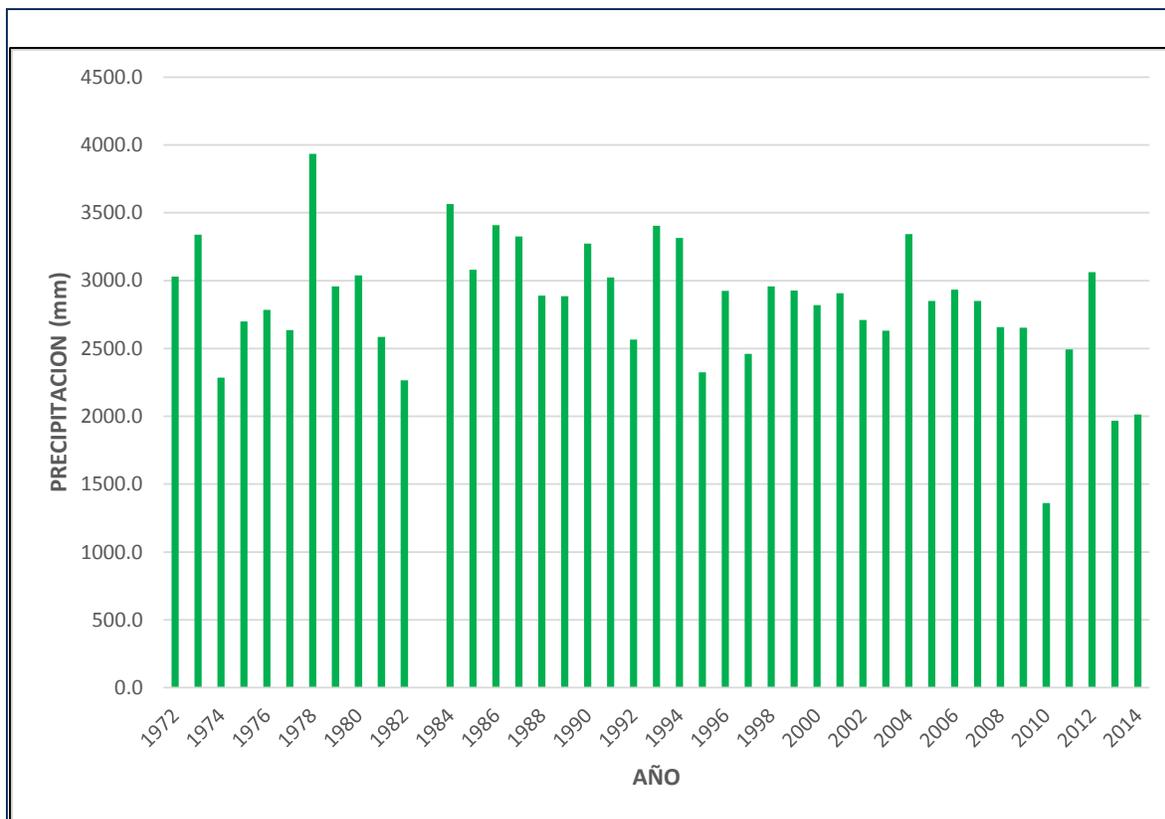


Figura 31. Histogramas de precipitación multianual Estación La Vega San Juan

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS. 2017

Tomando como referencia el mapa de isoyetas anuales del POMCA del río Guavio, en la **Figura 32**, se muestra el mapa de isolíneas de precipitación⁵ de la microcuenca del río Guavio, y sobre el mismo se localiza la Inspección de San Pedro de Jagua, un sector del cual hace parte el presente estudio, se observa que en dicho sitio, la precipitación fluctúa entre los 3.250 mm y los 3900 mm anuales, siendo una de las zonas de más altas precipitaciones en la microcuenca. La distribución temporal de la precipitación en la microcuenca del río Guavio, es de tipo monomodal, presentándose los valores más altos en los meses de mayo a julio.

⁵ Ibídem.

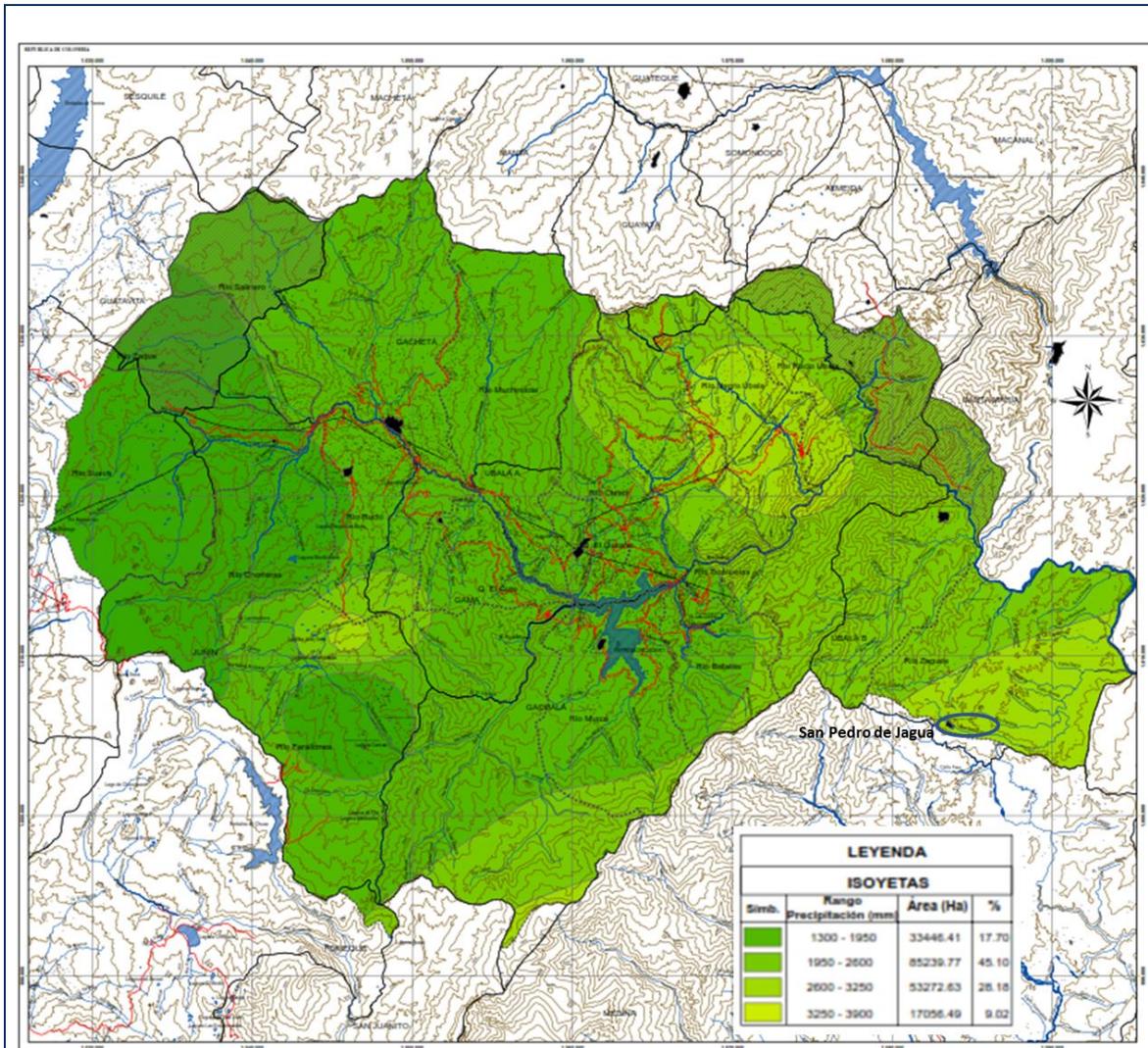


Figura 32. Isolíneas de precipitación microcuenca río Guavio.
Fuente: Pomca río Guavio, 2005

7.3.3 Otras variables climatológicas

Con relación a la evaporación, el POMCA del río Guavio para el área de estudio, en la parte alta del río Gazajujo, se observa que en el sector de la Inspección de San Pedro de Jagua, se presentan los valores altos de evaporación fluctúa entre los 1250 y los 1350 mm anuales.

En lo relacionado con la temperatura, se observa en la **Figura 33**, que en el sector del área del presente estudio, las temperaturas varían entre los 21 °C y los 24°C en el costado nor-occidental del área de estudio, mientras que hacia el sur-oriente las temperaturas varían

entre los 24°C y los 27 °C, haciendo también parte de los mayores valores de temperatura que se presentan en la cuenca del río Guavio⁶

La distribución temporal de la temperatura en la estación Gachetá, muestra que esta es de tipo bimodal, presentando sus mayores valores en los meses de febrero a mayo y de octubre a diciembre, mientras que los valores más bajos se dan en los meses de junio a agosto, especialmente en el mes de julio.

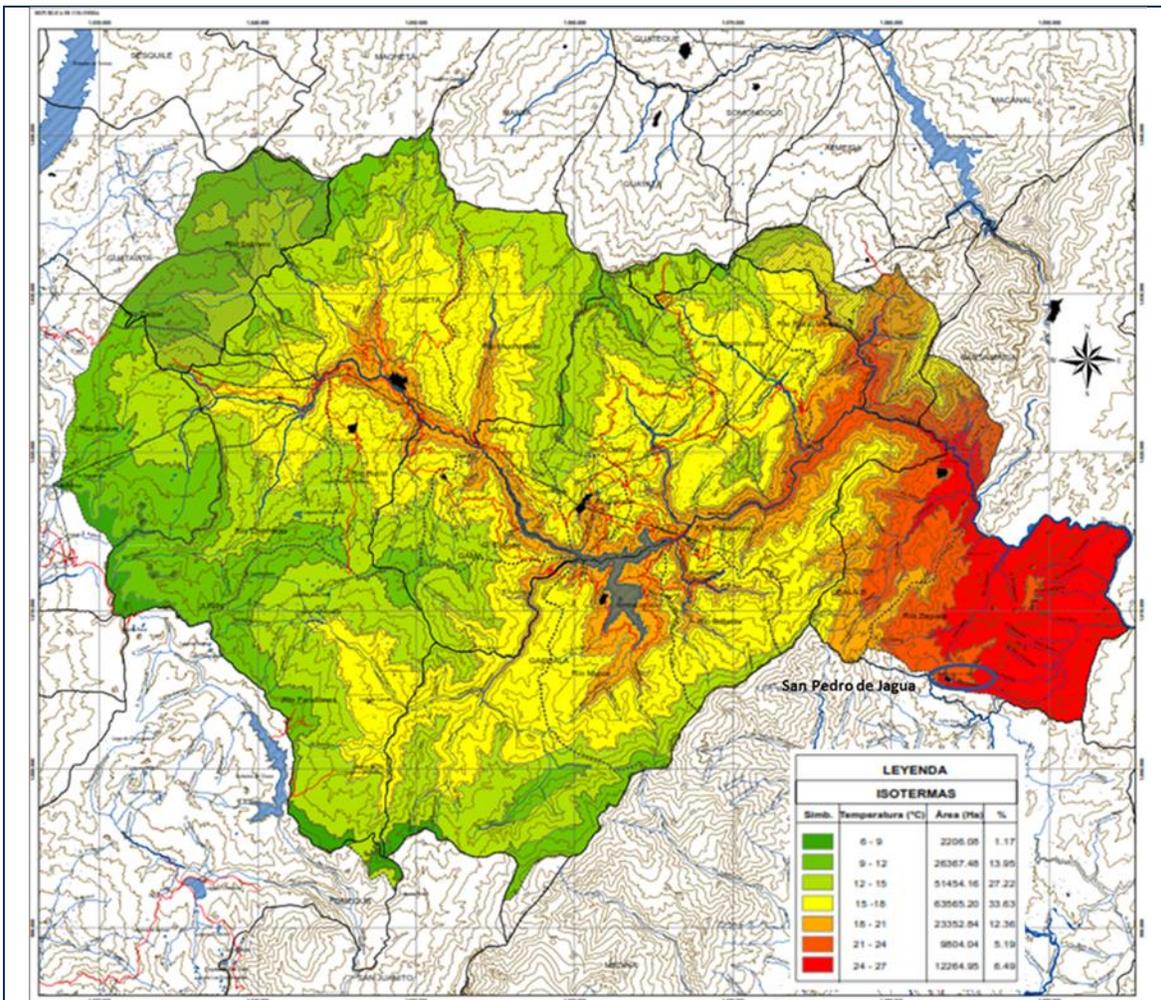


Figura 33. Isolíneas de temperatura microcuenca río Guavio.

Fuente: Pomca río Guavio, 2005

⁶ Ibídem

En la cuenca del río Guavio, la humedad relativa media mensual, presenta una distribución temporal de tipo monomodal, muy similar a la de la precipitación, presenta sus valores más altos en la temporada de abril a noviembre siendo junio el mes más húmedo con el 78%, los valores más bajos se presentan en el período diciembre a marzo, siendo el mes de enero el de los registros más bajos con el 69%, el valor promedio anual es del 74%, con un máximo de 81% y un mínimo del 64%⁷.

La distribución temporal del brillo solar, es la de un régimen de tipo antimodal, al igual que el de la temperatura, los valores más altos se presentan en los meses de enero y diciembre, destacándose el mes de enero con valores de hasta 190 horas sol, en tanto que los valores más bajos se presentan en el período marzo – octubre, especialmente en el mes de junio con registros de 80 horas día de sol, el valor total anual es de 1.410 horas con máximos de hasta 1.700 horas y mínimos de 1.120 horas⁸.

7.4 USO ACTUAL DEL SUELO

Teniendo como base el análisis de cobertura realizado para el área de estudio, a continuación se discrimina de forma general los tipos de usos del suelo que en la actualidad se presentan:

Tabla 16. Usos del suelo en el área de estudio

TIPO DE COBERTURA VEGETAL	USO DEL SUELO	TOTAL (Ha)	PORCENTAJE DE AREA (%)
Tejido urbano continuo	Residencial	5,09	3,67
Zonas industriales o comerciales	Industrial	0,20	0,14
Pastos limpios	Ganadería extensiva	77,78	56,05
Pastos arbolados			
Pastos enmalezados			
Bosque de galería bajo	Protección	52,82	38,06
Vegetación secundaria alta			
Vegetación secundaria baja			
Tierras desnudas y degradadas	Recuperación	1,29	0,93
Cuerpos de agua	Conservación de recursos hidrobiológicos	1,60	1,15
TOTAL		138,78 ha	100%

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

Más de la mitad del área está dedicada al mantenimiento de ganado bovino (56,05%), sin embargo, no se realiza de manera intensiva, son pocas cabezas de ganado que se encuentran sobre las áreas cubiertas de pastos limpios, arbolados y enmalezados que cubren 77,78 ha; de acuerdo a la comunidad cercana a los afluentes de la quebrada

⁷ Ibídem

⁸ Ibídem

7.5 EVENTOS HISTÓRICOS

Como parte del trabajo de campo, se realizó la evaluación completa acerca de eventos históricos ocurridos en el área de las dos corrientes estudiadas, constatando que desde el punto de vista geomorfológico e hidrológico, no hay evidencias de probables inundaciones o avenidas torrenciales, no obstante, siendo un área propensa a las mismas por la torrencialidad de las lluvias y la presencia de geoformas encajonadas.

Como medio de constatación, igualmente se incluyó una pregunta en el censo georreferenciado que se realizó en el área de estudio, en la cual se consultó a los encuestados si durante el tiempo que han vivido o conocen las dos corrientes y el centro poblado de San Pedro de Jagua, se ha presentado alguna inundación o creciente súbita, a la cual de manera unánime los 189 encuestados indicaron: NO.

7.6 ASPECTOS HIDROLÓGICOS

7.6.1 Generalidades

El comportamiento hidrológico del río Gazajujo en su parte alta y la de su afluente el caño Humilladero, dada su localización geográfica sobre la vertiente oriental de la Cordillera Oriental de los Andes colombianos, en el pie de monte de los Llanos Orientales está claramente determinado, tanto espacial como temporalmente, por el uso y tipo del suelo, la cobertura vegetal, la morfometría y básicamente por la ocurrencia de la precipitación, por lo cual se infiere un régimen hidrológico unimodal, con la ocurrencia de un período húmedo definido por el paso de la Zona de Confluencia Inter Tropical - ZCIT afectado por las corrientes húmedas provenientes de la Amazonía generadas por los vientos alisos del noreste intercalado por dos períodos secos

Debido a su localización geográfica y la deficiente vías de acceso en la región del Guavio, no existen estaciones hidrométricas que permitan conocer el comportamiento de los caudales en las corrientes objeto de delimitación de ronda hídrica, por lo cual el presente análisis se realizó tomando como referencia la estación limnigráfica de La Boca (3506709) localizada en la parte baja del río Batatas sobre los 1645 msnm 2.9 km aguas arriba de su desembocadura en el río Guavio, en cercanía del embalse del mismo nombre en jurisdicción del municipio de Gachalá, estación que dada su localización sobre la vertiente sur del río Guavio en su parte baja presenta características climatológicas, hidrológicas, fisiográficas y de cobertura del suelo similares a las corrientes objeto de análisis.

La estación hidrométrica de La Boca es operada por el IDEAM y presenta las siguientes características generales.

Tabla 17. Características Estación Hidrológica de referencia

Código	Nombre	Corriente	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud (m)	Tipo	Años de Registro
3506709	La Boca	Río Batatas	04 42 N	73 28 W	1645	LG	65 - 14

LG: Limnógrafo

m.s.n.m: Metros sobre el nivel del mar.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

7.6.2 Análisis de homogeneidad y consistencia

La información de caudales de la estación limnigráfica de La Boca, utilizada en el presente estudio fue objeto de análisis de consistencia y homogeneidad con el fin de establecer la calidad y confiabilidad de las series. En primera instancia se verificó el porcentaje de información disponible, destacándose que la estación de referencia cuenta con el 97.8% de los datos para la serie comprendida entre los años 1970 – 2014, cumpliendo con los criterios establecidos en la Guía de Prácticas Climatológicas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM- N° 100).

7.6.2.1 Análisis Ingresar información de la geometría del cauce

El análisis de identificación de puntos anómalos (outliers) se realizó mediante la utilización de diagramas de cajas y bigotes con el objeto de identificar datos atípicos y atípicos extremos superiores o inferiores en la serie de caudales, identificando posibles errores en la toma de datos o la comprobación de la ocurrencia de los mismos.

Los diagramas de cajas y bigotes es un tipo de gráfico estadístico que permite resumir información utilizando como mínimo cinco medidas estadísticas (valor mínimo y máximo, la mediana, primer - Q25 y tercer cuartil – Q75), además de proporcionar una idea de la tendencia central del conjunto de datos, la dispersión de los mismos y la posible presencia de datos atípicos. En las gráficas los datos anómalos o atípicos se representan por fuera de las patillas del diagrama de cajas y se muestra si es un Valor atípico (1) (alejado 1,5 desviaciones estándar) o si son Valores atípicos extremos (2) (alejado 3 desviaciones estándar). La longitud de las patillas permite evidenciar la homogeneidad de los datos suministrados en la estación

La estación limnigráfica La Boca (3506709) presenta 8 valores atípicos a lo largo del año, con máximos en septiembre, noviembre y diciembre, coeficientes de variación mayores a 1.6 durante estos meses y oscilando entre 0.3 y 0.6 para los demás meses del año y coeficientes de asimetría positivos, es decir que se presenta mayor heterogeneidad en los caudales registrados, con cajas alargadas durante la mayor parte del año.

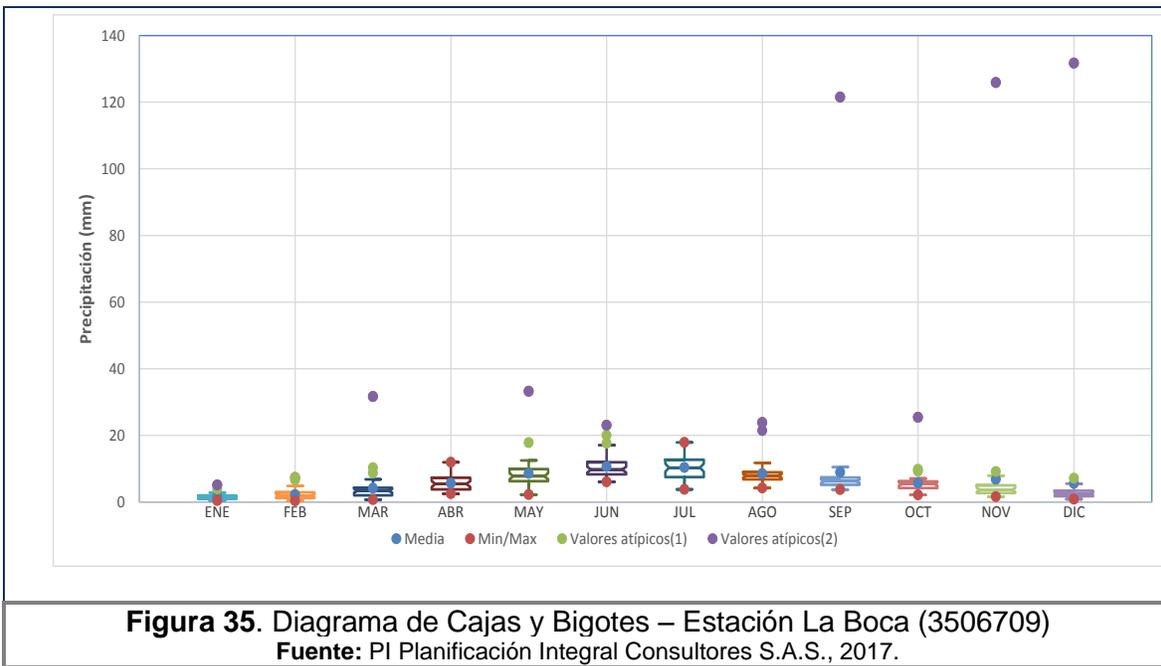


Figura 35. Diagrama de Cajas y Bigotes – Estación La Boca (3506709)
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

7.6.2.2 Análisis de Homogeneidad

El análisis de homogeneidad de las series de caudales anuales tiene por objeto detectar si las series presentan cambios o tendencias en la media y en la varianza. En caso de que se presenten, es preciso entrar a evaluar si estos cambios son producto de incremento de presión antrópica, consecuencia de fenómenos naturales o deficiencia en la captura o procesamiento de los datos.

La serie de caudales anuales de la estación La Boca fue objeto de análisis de pruebas de cambio en la media para el período 1970-2014 utilizando la Prueba de Pettit, la cual es una prueba no paramétrica que no depende de la distribución de probabilidad de los datos, en donde una serie presenta saltos en los valores de la media cuando se observa un cambio abrupto en el nivel o la magnitud de la media de los caudales, estos cambios pueden ser negativos o positivos. Cuando ocurre un cambio positivo, el nivel de la media de la variable en estudio se incrementa después del punto de cambio, si ocurre lo contrario se dice que el cambio es negativo. La hipótesis nula en esta prueba es H_0 : No existe cambio en la media

El análisis de homogeneidad con un nivel de significancia del 5% en la estación de referencia indica en todos los casos que la hipótesis nula H_0 es rechazada, por lo tanto no existe homogeneidad en la serie mensual analizada, con cambios en la media, condición que se evidencia a partir de octubre de 1995, con variación de la media de 5.249 a 8.439 m^3/seg .

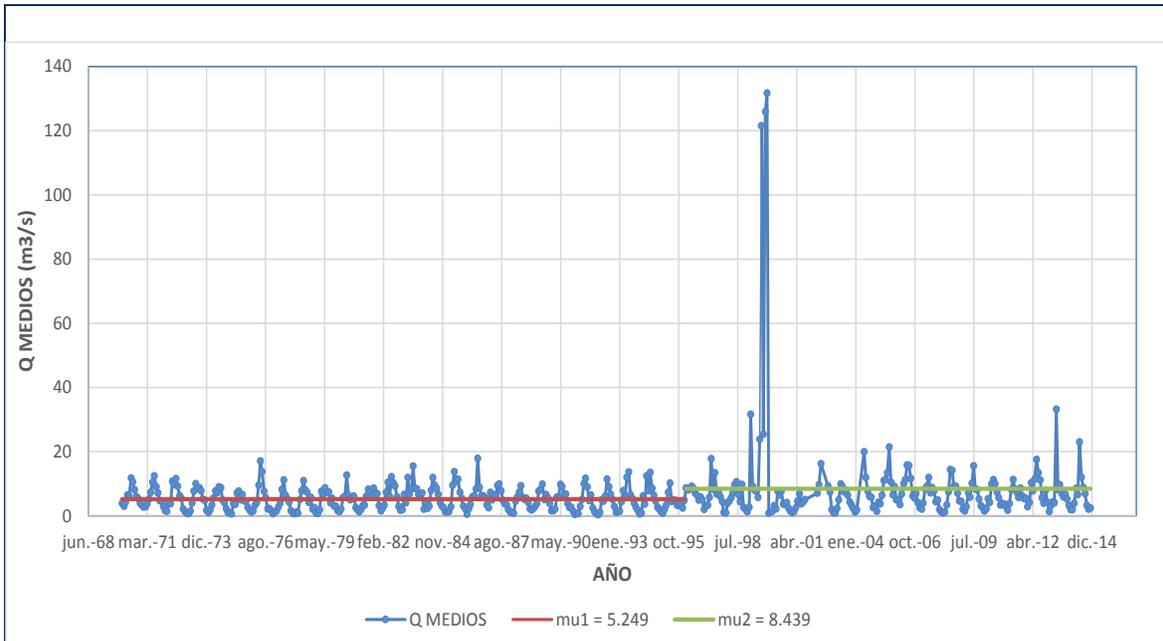


Figura 36. Análisis de Homogeneidad – Estación La Boca (3506709)

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

De igual manera se realizaron pruebas de tendencia en la media, las cuales permiten establecer si se presentan cambios graduales o progresivos en la magnitud de la serie de datos. Se dice que la tendencia es positiva si hay un incremento gradual ascendente en la magnitud de la media, de lo contrario se dice que la tendencia es negativa. La prueba de tendencia en la media utilizada corresponde a la prueba de Mann – Kendall, la cual es una prueba no paramétrica que no depende de la distribución de probabilidad de los datos. Si la hipótesis nula en esta prueba es H_0 , entonces existe tendencia en la media.

Los resultados de la prueba de tendencia realizadas con un intervalo de confianza del 5% en la estación hidrológica de referencia indica que se debe rechazar la hipótesis nula H_0 , y aceptar la hipótesis alternativa H_a , por lo tanto existe tendencia en la media de las series mensuales de caudales analizadas.

7.6.3 Marco Metodológico

Como se citó con anterioridad, la caracterización hidrológica de una corriente implica el conocimiento del comportamiento promedio de los caudales, tanto espacial como temporalmente, así como la determinación de períodos de estiaje y de inundaciones, con sus respectivos valores.

Debido a la deficiente cobertura de estaciones hidrométricas en el área de estudio, se hace necesario complementar la información hidrológica existente con la aplicación de métodos hidrológicos indirectos, a partir de los cuales se generaron caudales medios y máximos

Teniendo en cuenta lo anterior, en desarrollo del presente estudio la generación de caudales a nivel mensual, se realizó a través de la implementación del método de Transposición de caudales de cuencas homogéneas, el cual utiliza relaciones de Área - Caudal - Precipitación tomando como referencia la información de estaciones hidrológicas localizadas en la cuenca con características climatológicas, hidrológicas y fisiográficas similares a la cuenca objeto de análisis, , partiendo del principio hidrológico que el caudal es proporcional a su área de drenaje, teniendo como referencia la siguiente relación:

$$Q_{\text{ punto análisis}} = Q_{\text{ estación}} \times \frac{\text{Área}_{\text{ punto análisis}}}{\text{Área}_{\text{ estación}}} \times \frac{Pp_{\text{ punto análisis}}}{Pp_{\text{ estación}}}$$

Donde

$Q_{\text{ punto de análisis}}$:	Caudal estimado en m ³ /seg de la cuenca de análisis
$Q_{\text{ estación}}$:	Caudal registrado en m ³ /seg en la estación limnimétrica
$\text{Área}_{\text{ punto análisis}}$:	Área en kilómetros cuadrados de la cuenca de análisis
$\text{Área}_{\text{ estación}}$:	Área en kilómetros cuadrados de la estación limnimétrica
$Pp_{\text{ punto análisis}}$:	Precipitación en mm del área aferente de la cuenca de análisis
$Pp_{\text{ estación}}$:	Precipitación en mm del área aferente de la estación limnimétrica

Por lo tanto, y teniendo en cuenta las características climatológicas, hidrológicas e hidrográficas similares del río Gazajujo en su parte alta y el río Batatas, los caudales medios mensuales y los valores extremos para el río Batatas, en el punto de confluencia del caño El Humilladero en la quebrada Gazajujo, aguas abajo del centro poblado de San Pedro de Jagua, se estimaron tomando como referencia la estación limnigráfica de La Boca - 3506709. De igual forma y dado que la estación de La Boca se localiza aguas arriba de la desembocadura del río Batatas en el río Guavio, sobre su vertiente sur, los caudales allí registrados representan una muy buena referencia del comportamiento de los mismos en el caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo en el área de interés, lo cual reduce significativamente las incertidumbres de los caudales generados por el método de Transposición de caudales de cuencas homogéneas.

7.6.3.1 Análisis de áreas de drenaje

Como se citó con anterioridad a partir de la base cartográfica escala 1:0.000 se delimitaron las áreas de drenaje del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo hasta su confluencia, así como el área de la cuenca aferente de la estación limnigráfica de La Boca, determinándose las siguientes áreas.

Tabla 18. Áreas de drenaje

CODIGO	CUENCA	AREA DRENAJE (km ²)
C1	Caño El Humilladero	0,37
C2	Quebrada Gazajujo	2,77
3506709	La Boca – Río Batatas	47,70

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

7.6.3.2 Análisis de precipitación

El análisis de precipitación se realizó a partir los mapas de isoyetas mensuales y anual elaborado por CORPOGUAVIO para su área de jurisdicción en el 2016, tomando como referencia la información de precipitación registrada en las estaciones pluviográficas, pluviométricas y climatológicas operadas por el IDEAM, EAAB y la CAR para el período 1970-2014.

A partir de los mapas de isoyetas mensuales se estimaron las precipitaciones promedio ponderadas para las áreas de drenaje de la estación La Boca, así como de los puntos de confluencia del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo. Los valores de precipitación mensuales estimados son incorporados en la metodología de generación de caudales por el método de Transposición como un factor de ajuste de la precipitación para cada punto. En la **Tabla 19** se presentan los valores de precipitación ponderada estimados a nivel mensual para cada una de las áreas objeto de análisis.

Tabla 19. Precipitación media mensual Áreas de drenaje

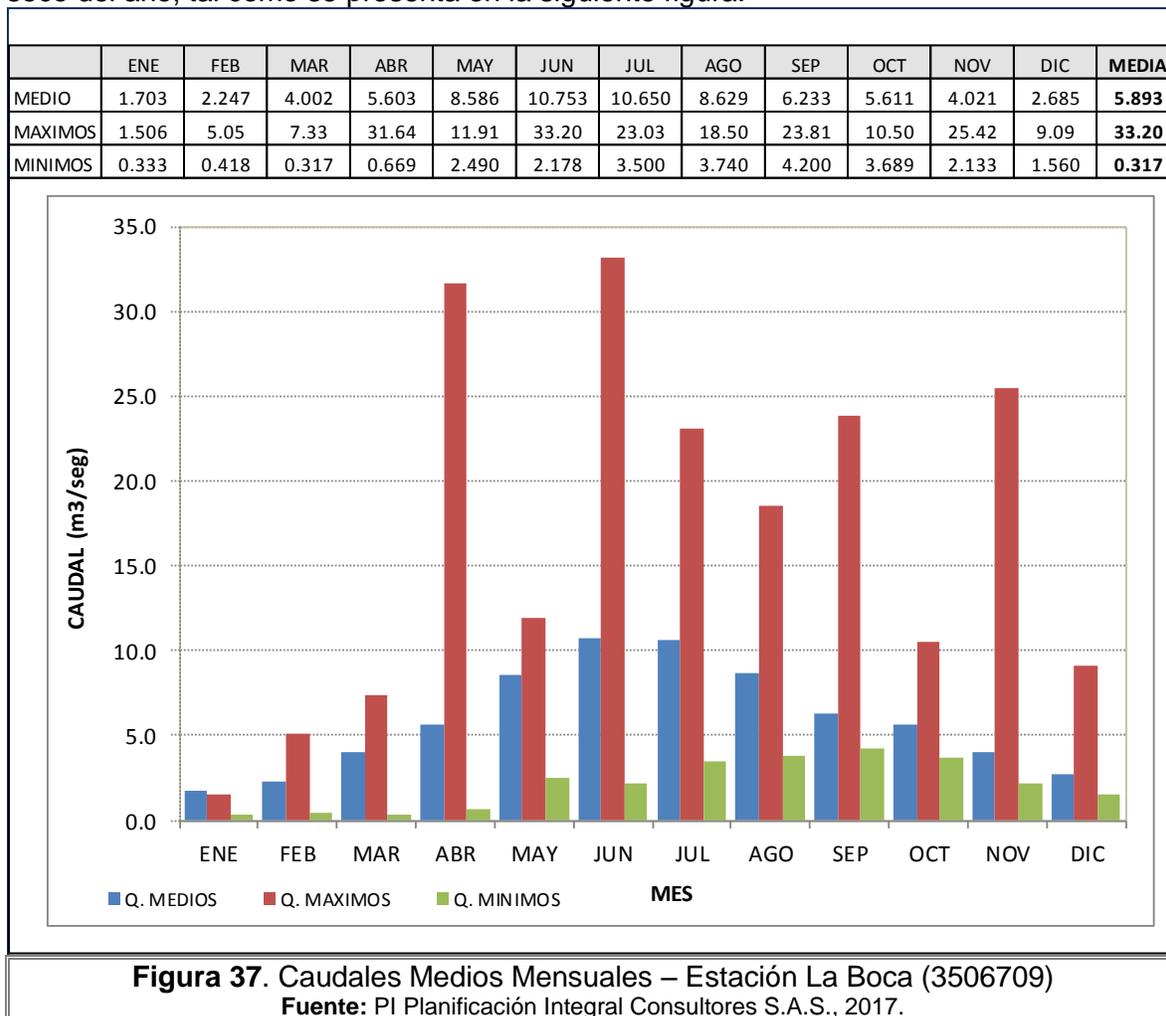
Mes	Precipitación mm		
	Caño Humilladero	Quebrada Gazajujo	La Boca Río Batatas
Enero	54.3	54.4	57.1
Febrero	102.8	102.6	105.6
Marzo	174	174.5	183.8
Abril	296.5	300	276.3
Mayo	379	382.5	337.3
Junio	405.7	408.2	370.7
Julio	376.9	377	352.0
Agosto	307.7	308.5	287.2
Septiembre	245.1	246.7	222.7
Octubre	228.8	232.1	205.0
Noviembre	177.3	180.5	157.8
Diciembre	90.5	91.1	89.7
Anual	2838.6	2858.1	2645.3

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

7.6.4 Análisis de Valores Medios

De acuerdo a los registros históricos de caudales medios mensuales de la estación hidrométrica de La Boca el comportamiento hidrológico del río Batatas para el período 1965 - 2014 presenta una relación directa con la ocurrencia de la precipitación, observándose un período húmedo de mediados de abril a agosto, con caudales sobre los 10.65 m³/seg durante los meses de junio y julio, intercalados por dos períodos secos a lo largo del año correspondientes a los meses de bajas precipitaciones del año, el primero de mayor duración de enero a abril y el segundo de octubre a diciembre, con mínimos promedio de 1.703 m³/seg en el mes de enero.

En este mismo sentido, el caudal promedio anual registrado en la estación de La Boca es de 5.893 m³/seg, con máximos promedio para el mes de junio sobre los 33.20 m³/seg y mínimos medios de 0.317 m³/seg registrados en marzo, correspondientes al primer período seco del año, tal como se presenta en la siguiente figura.



Aplicando el método hidrológico de transposición de caudales de cuencas homogéneas descrito anteriormente se estimaron los caudales medios mensuales para el caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo a la altura de la confluencia de las dos fuentes hídricas, tal como se presenta en las **Figura 37** y **Figura 38**.

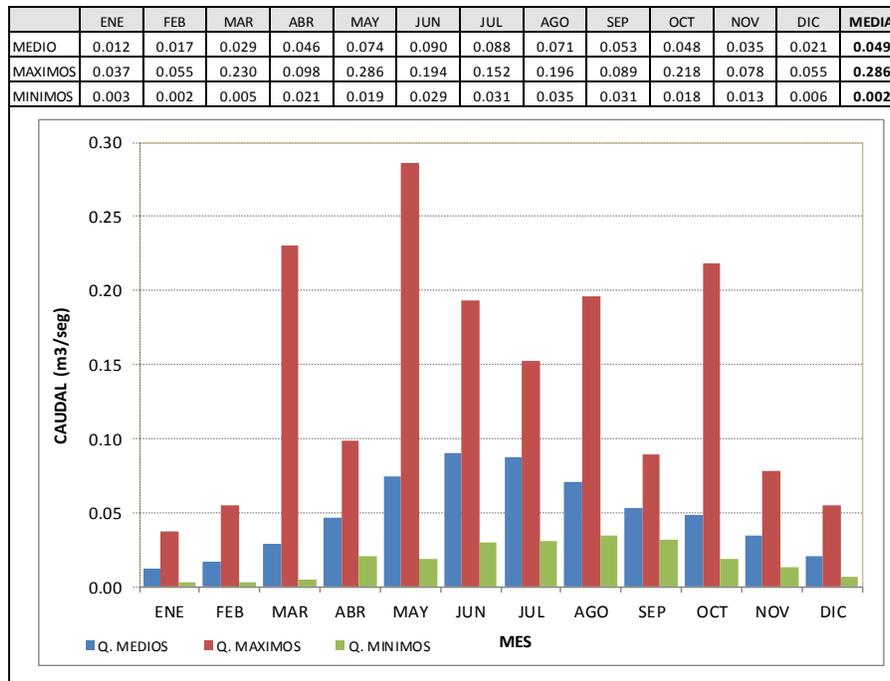


Figura 38. Caudales Medios Mensuales – Caño El Humilladero
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
MEDIO	0.094	0.127	0.221	0.354	0.566	0.689	0.663	0.539	0.402	0.370	0.268	0.159	0.371
MAXIMOS	0.28	0.41	1.75	0.75	2.19	1.48	1.15	1.49	0.68	1.67	0.60	0.42	2.190
MINIMOS	0.02	0.02	0.04	0.16	0.14	0.22	0.23	0.26	0.24	0.14	0.10	0.05	0.018

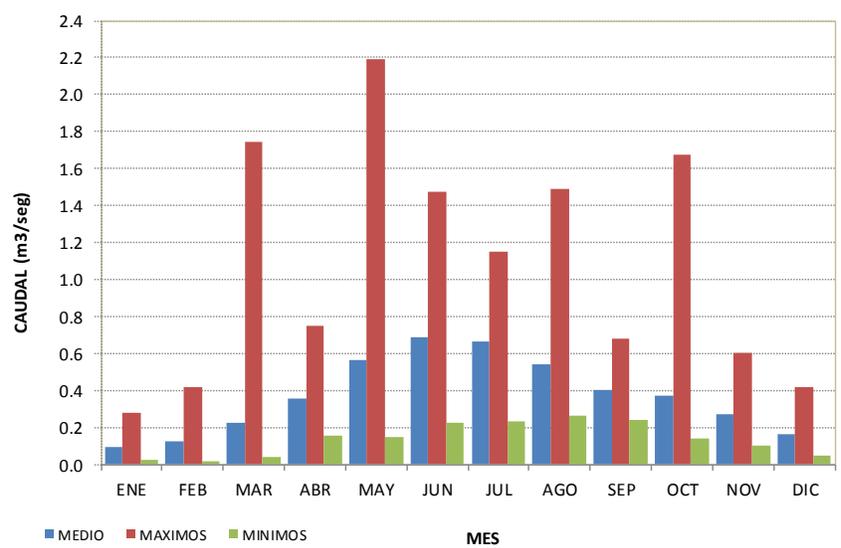


Figura 39. Caudales Medios Mensuales – Quebrada Gazajujó
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

De acuerdo a lo anterior el Caño El Humilladero en su desembocadura a la quebrada Gazajujó cuenta con un caudal medio de 0,049 m³/seg y de 0,371 m³/seg en la quebrada Gazajujó aguas arriba de la confluencia con el caño citado, ajustado en los dos casos a un régimen unimodal con un período húmedo entre abril y octubre intercalado por dos períodos secos a lo largo del año.

7.6.5 Análisis de Valores Máximos

La estimación de caudales máximos anuales para diferentes períodos de retorno en el río Batatas a la altura de la estación La Boca, se realizó para diferentes tipos de distribución de frecuencias (Normal, Log Normal, Gumbel, Pearson, Log Pearson y EV3) de frecuencias para el período 1965 - 2014. Los valores estimados se presentan en la **Tabla 20**, teniendo en cuenta que la distribución de frecuencias tipo Log Normal fue la que presentó mejor ajuste estadístico y gráfico.

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	--	---

Tabla 20. Distribución de frecuencias de Caudales máximos Estación La Boca – río Batatas

Distribución de Frecuencias	Caudal Máximo (m ³ /seg)					
	Tr 2.33 años	Tr 5 años	Tr 15 años	Tr 20 años	Tr 50 años	Tr 100 años
Log Normal	48.709	91.693	172.045	197.336	291.463	377.988

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

El análisis de frecuencias de caudales máximos estimados para la estación La Boca arroja caudales de 48.709 m³/seg para condiciones de máximos anuales, es decir para un período de retorno de 2.33 años, caudales que se incrementan sustancialmente hasta alcanzar valores de 291 y 377 m³/seg para períodos de retorno de 50 y 100 años respectivamente, caudales que potencialmente generan inundaciones en las zonas aledañas al cauce principal, especialmente en las zonas planas y procesos de socavación y arrastre de sedimentos de diferentes granulometrías en el lecho del río Batatas antes de su desembocadura al río Guavio.

En la **Figura 40** se presenta gráficamente los valores de caudales máximos promedio estimados para diferentes períodos de retorno utilizando la distribución de frecuencias tipo Log Normal, así como la distribución empírica de los caudales registrados en la estación La Boca.

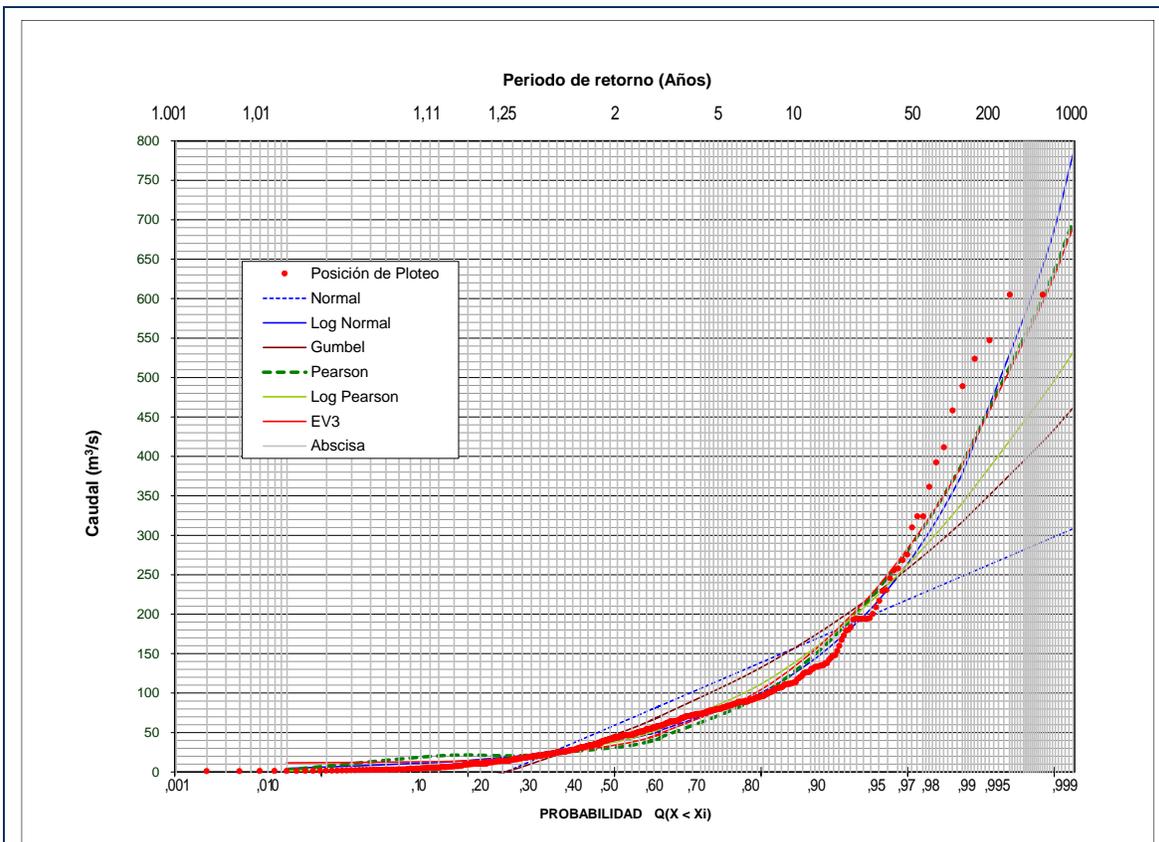


Figura 40. Distribución de frecuencia de caudales máximos – Estación La Boca – Río Batatas

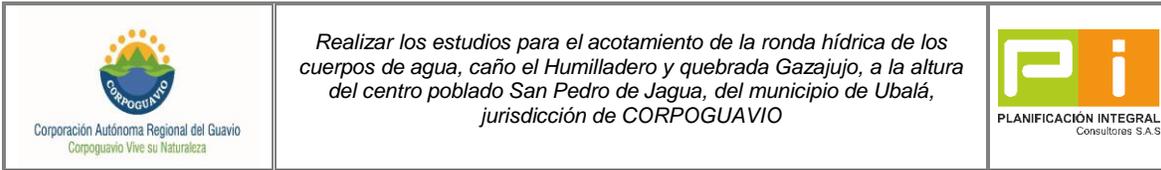
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

A partir de aplicación de la misma metodología utilizada para la estimación de caudales medios mensuales y anuales se estimaron los caudales máximos anuales para diferentes periodos de retorno para el caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo en el área de estudio, tomando como referencia el análisis de distribución de frecuencias resultante de la estación La Boca sobre el río Batatas, obteniéndose los siguientes caudales.

Tabla 21. Caudales máximos caño El Humilladero y quebrada Gazajujo (m³/seg)

Corriente	Área de Drenaje (km ²)	Tr 2.33 años	Tr 5 años	Tr 15 años	Tr 20 años	Tr 50 años	Tr 100 años
Caño El Humilladero	0.37	0.401	0.756	1.418	1.626	2.402	3.115
Q. Gazajujo	2.77	3.061	5.763	10.813	12.403	18.319	23.757
La Boca – Río Batatas	48.709	91.693	172.045	197.336	291.463	377.988	48.709

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.



A partir de los caudales máximos estimados se establece que la quebrada Gazajujo aguas arriba de su confluencia con el caño El Humilladero presenta caudales sobre los 23.7 m³/seg para períodos de retorno de 100 años, mientras que para el caño El Humilladero se estiman valores de 3.1 m³/seg para similar condición hidrológica.

7.7 ANÁLISIS HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO

7.7.1 Marco Metodológico

Con la finalidad de estimar el régimen hidráulico y definir la ronda hídrica desde el componente hidrológico a partir de la identificación de las cotas máximas de inundación y las áreas de inundación que se generan en las riberas del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo en su parte alta se estimaron los caudales máximos para diferentes períodos de retorno.

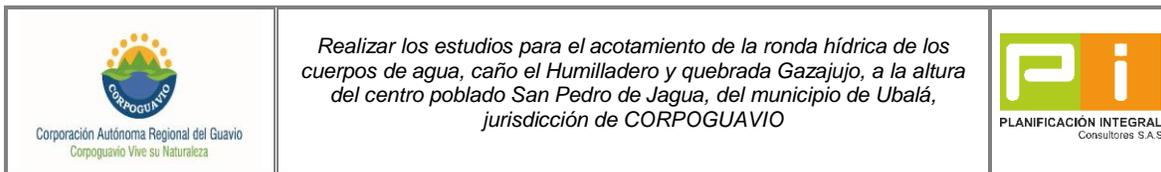
Las crecientes son eventos hidrológicos extraordinarios que se presentan en las corrientes naturales durante las cuales las magnitudes de los caudales superan ampliamente los valores promedio registrados o estimados en dichas corrientes. Como se citó con anterioridad, existen diferentes métodos para la estimación de los caudales de una creciente, los cuales varían entre la aplicación de conceptos de estadística y probabilidad a la de medición directa y registros históricos de caudales máximos y el uso de fórmulas que relacionan algunas características de la cuenca hidrográfica con las lluvias de corta duración o aguaceros.

Para el presente estudio, se analizará el componente hidráulico a partir de los caudales máximos anuales para períodos de retorno de 2.33, 5, 10, 15, 20, 50 y 100 años, generados mediante la aplicación del método de transposición de cuencas homogéneas descrito en el capítulo 7.6.

Una vez generados los caudales máximos se hace necesario utilizar modelos de simulación de tránsito de la avenida teniendo como principales parámetros la topografía del cauce menor y mayor, el número de Manning (usos del suelo), los caudales generados y la localización de estructuras de paso localizadas sobre el lecho de la sección (pilares, estribos, y otros elementos estructurales de puentes), buscando como principal resultado los diferentes niveles que se obtendrán en las dos orillas, para diferentes períodos de retorno.

Los programas utilizados para el tránsito de las crecientes y definición de zonas de inundación corresponden al HEC-GEORAS versión 10 y el HEC-RAS 4.1., los cuales fueron desarrollados por el Hidrologic Engineering Center (HEC) del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, utilizando el sistema de análisis de ríos (River Analysis System – RAS) y su extensión en el sistema de información geográfica Arc – Gis.

Mediante la integración de programas de análisis hidráulico, asociados especialmente a un sistema de drenaje definido por un Modelo Digital de Terreno, los cuales son generados a través de Sistemas de Información Geográfica (GIS), tomando como punto de partida



levantamientos topográficos y batimétricos, el programa Hec-RAS o sistema de análisis de ríos (River Analysis System – RAS) resuelve el cálculo del eje hidráulico del río utilizando un modelo numérico de flujo unidimensional que permite estimar los niveles de agua, velocidades del flujo y otros parámetros hidráulicos en diferentes secciones transversales para diferentes niveles del río o escenarios hidrológicos.

El programa Hec – GeoRAS es una extensión en el sistema de información geográfica Arc-Gis, específicamente diseñada para procesar datos geospaciales provenientes del modelamiento hidráulico con Hec-RAS, los cuales contiene datos con atributos geométricos que son aplicados a un modelo digital de terreno, el cual contiene información de río, tramos, bancas, etc.

El sistema de análisis de ríos utilizado por los anteriores programas resuelve el cálculo del eje hidráulico utilizando un modelo numérico de flujo unidimensional para estimar las alturas de las aguas, velocidades y demás parámetros hidráulicos de interés, en las diferentes secciones transversales, de igual forma el modelo permite el cálculo del eje hidráulico considerando la interferencia de puentes, alcantarillas y demás obstrucciones localizadas en el cauce, el modelo tiene tres componentes hidráulicos unidimensionales, el primero para condiciones de flujo permanente, el segundo para flujo no permanente y el tercero para cómputo de transporte de sedimentos, modelando en regímenes de flujo subcrítico, supercrítico y mixto.

Dicha modelación considera condiciones de flujo permanente, gradualmente variado y de régimen de flujo mixto, variando de subcrítico a crítico y teniendo como principales parámetros del modelo la topografía del lecho mayor y menor, el número de Manning y la pendiente del cauce.

El procedimiento computacional se basa en la solución de una ecuación de energía unidimensional, en donde las pérdidas de energía son evaluados por pérdidas por fricción (ecuación de Manning) y pérdidas por contracción o expansión (coeficiente multiplicado por el cambio en la cabeza de velocidad); la ecuación de momentum es utilizada en situaciones donde el perfil de la superficie de agua varía muy rápidamente, e incluye flujos de régimen mixto (saltos hidráulicos), localización de estructuras de paso localizadas sobre el lecho de la sección (pilares, estribos, y otros elementos estructurales de puentes) o de interferencias y evaluación de perfiles del agua en la confluencia de ríos.

7.7.2 Modelación hidrológica

La modelación hidrológica se realizó en el caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo hasta la confluencia de las dos fuentes hídricas, en una longitud de 1350 m y 2000 m respectivamente a la altura de la inspección San Pedro de Jagua en el municipio de Ubalá, a partir de los caudales máximos estimados para los períodos de retorno señalados en el numeral 7.6.5 del presente estudio.

7.7.3 Modelación hidráulica

7.7.3.1 Datos de entrada

La modelación hidráulica del tramo en estudio requiere del desarrollo del procedimiento que se describe a continuación, al igual que los siguientes datos de entrada:

- Datos geométricos: información topográfica del cauce mayor y menor del río principal y tributarios, incluyendo las bancas, dada por una serie de perfiles transversales (distancia acumulada y cota) y las distancias entre perfiles consecutivos medidas en el eje del río y en el costado izquierdo y derecho del río. Junto con lo anterior, se debe determinar la sección principal del cauce y las planicies de inundación contiguas, el mapa de usos del suelo, acompañadas con sus respectivos coeficientes de rugosidad o coeficiente de Manning (n) y la pendiente del cauce.
- Datos de Flujo: información hidrológica de la corriente, la cual incluye caudales de crecidas y condiciones de borde para la resolución del eje hidráulico, de igual forma, se requiere definir el tipo de flujo a modelar (permanente o no permanente) y las alternativas del régimen de escurrimiento (subcrítico, supercrítico o mixto).

7.7.3.2 Lidar y levantamientos topográficos y batimétricos

La definición del cauce principal y las zonas de desborde del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo se realizó a partir del levantamiento topográfico y batimétrico (secciones hidrotopográficas cada 50 m), la toma de datos LIDAR y la restitución fotogramétrica, generándose cartografía a escala 1:2000, con curvas de nivel cada 20 cm y un Modelo Digital de Terreno – DTM con tamaño de pixel de 15 cm.

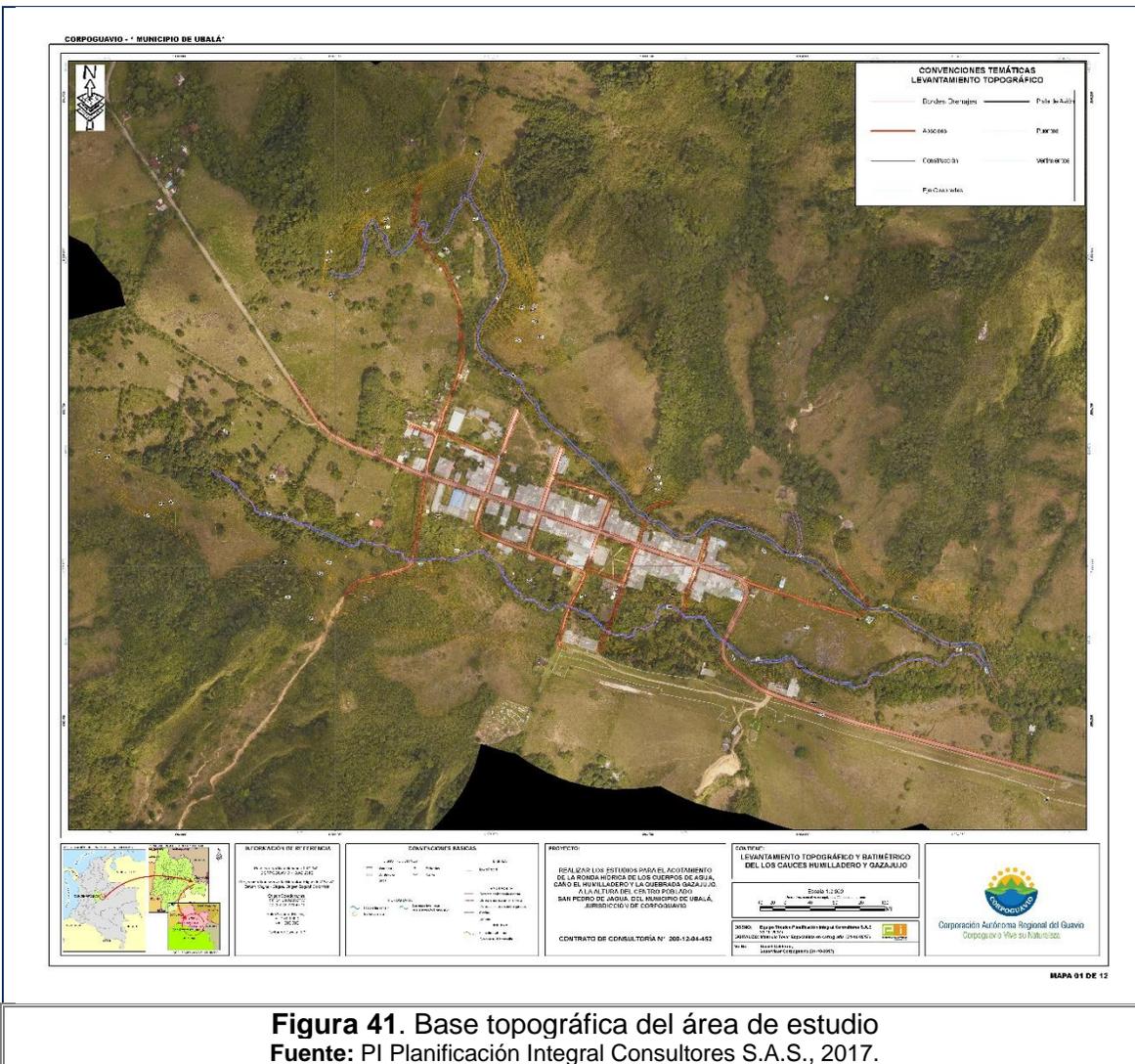
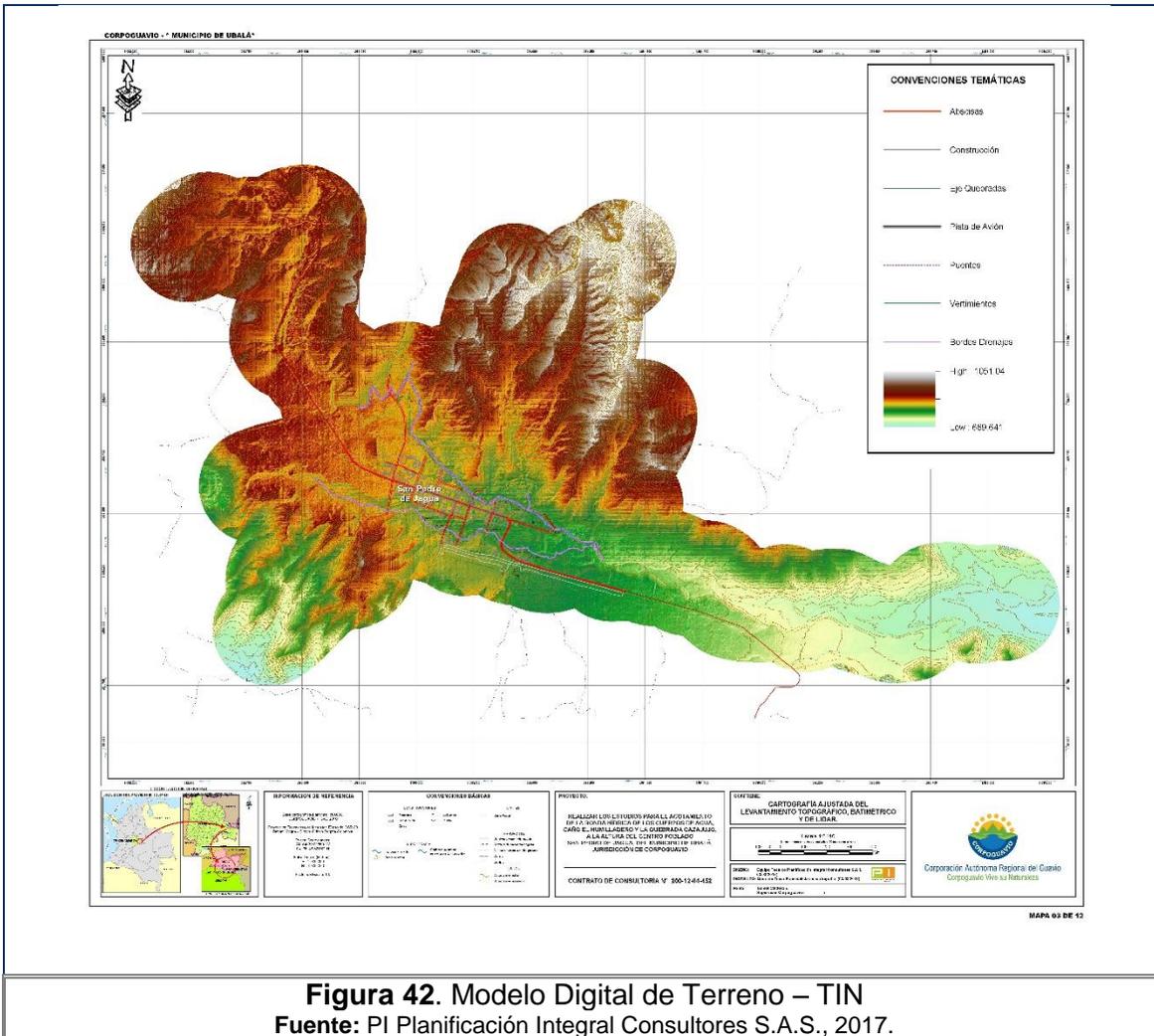


Figura 41. Base topográfica del área de estudio
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

7.7.3.3 Modelo Geométrico

A partir de la base cartográfica topográfico se elaboró el Modelo Digital de Terreno en la forma de un TIN (Triangulated irregular network) utilizando el Sistema de Información Geográfica Arc-Gis v 10.1. El TIN define la forma del terreno y es el insumo básico para la aplicación del programa HEC GEO-RAS, mediante el cual se generó el modelo de datos geométrico y para la modelación de diferentes escenarios hidrológicos en el programa HEC-RAS.



El modelo de datos geométrico del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo, además del TIN incluyó la definición de la red de drenaje por tramos, el canal principal, las bancas, las líneas de flujo y secciones transversales de las cuales extraen datos de elevación del terreno permitiendo crear un perfil del terreno, espaciadas entre 15 y 20 metros de acuerdo a los cambios de pendiente a lo largo de los cauces principales, tomando como referencia la base cartográfica generada.

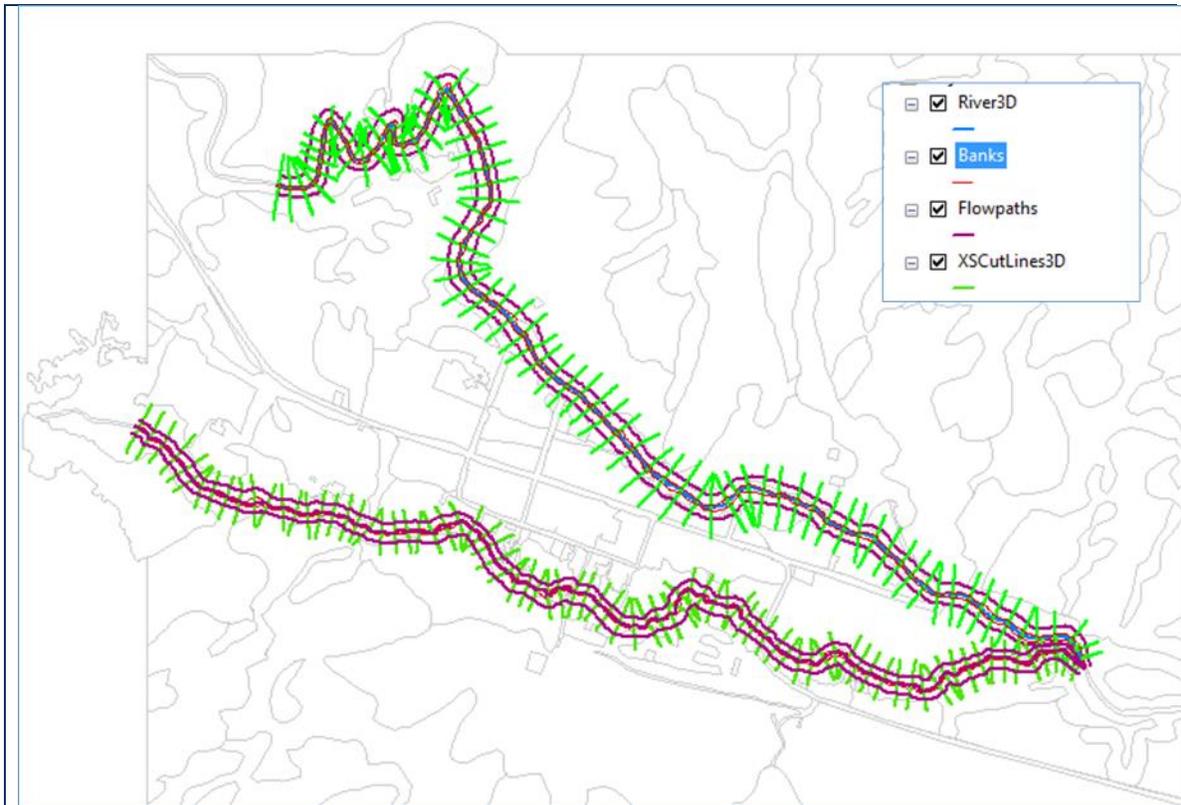


Figura 43. Modelo de Datos Geométrico
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

Adicionalmente, el modelo geométrico requiere establecer la distribución de los coeficientes de rugosidad existentes tanto en el lecho principal como en la zona aferente, para lo cual tomando como referencia el levantamiento topográfico, reconocimiento de campo y las imágenes de satélite, se elaboró el mapa de usos del suelo utilizando la metodología y leyenda de Corine Land Cover, a partir del cual se definieron los coeficientes de rugosidad (n de Manning) para los diferentes usos y coberturas del suelo de la zona de estudio.

En la **Tabla 22** se presentan los coeficientes de rugosidad utilizados en el presente estudio para los diferentes usos y coberturas, incluyendo los cambios que tienen el cauce de la quebrada a lo largo de su recorrido. El n de Manning se asignó para cada uso tomando como referencia los valores de coeficiente de rugosidad estimados por Horton y Ven Te Chow⁹ como resultado de observaciones y experimentos realizadas en diferentes tipos de canales y superficies.

⁹ Ven Te Chow, Hidráulica de Canales Abiertos, McGraw Hill

Tabla 22. Coeficientes de rugosidad (n) caño El Humilladero y quebrada Gazajujo

Cobertura	Coeficiente de Rugosidad - n
Bosque de galería y/o ripario	0.09
Cauce	0.042
Cuerpo de agua artificial	0.04
Instalaciones recreativas	0.03
Pastos arbolados	0.04
Pastos enmalezados	0.05
Pastos limpios	0.03
Red vial secundaria	0.027
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0.023
Tejido urbano continuo	0.045
Tejido urbano discontinuo	0.05
Tierras desnudas y degradadas	0.027
Vegetación secundaria baja	0.055
Zonas industriales o comerciales	0.047

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

Una vez definido el modelo geométrico en Hec-GeoRas, el cual incluye perfiles o secciones hidrotopográficas transversales, características hidráulicas de las bancas izquierda y derecha, coeficientes de convergencia y valores de coeficiente de rugosidad de Manning para cada sección, tanto en el cauce principal de la quebrada Gazajujo como de sus tributario, este se exporta al programa Hec-Ras para iniciar la modelación hidráulica e hidrológica, de manera distribuida y continua, tal como se presenta en la siguiente figura.



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguvio Vive su Naturaleza

Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO



PLANIFICACIÓN INTEGRAL
Consultores S.A.S

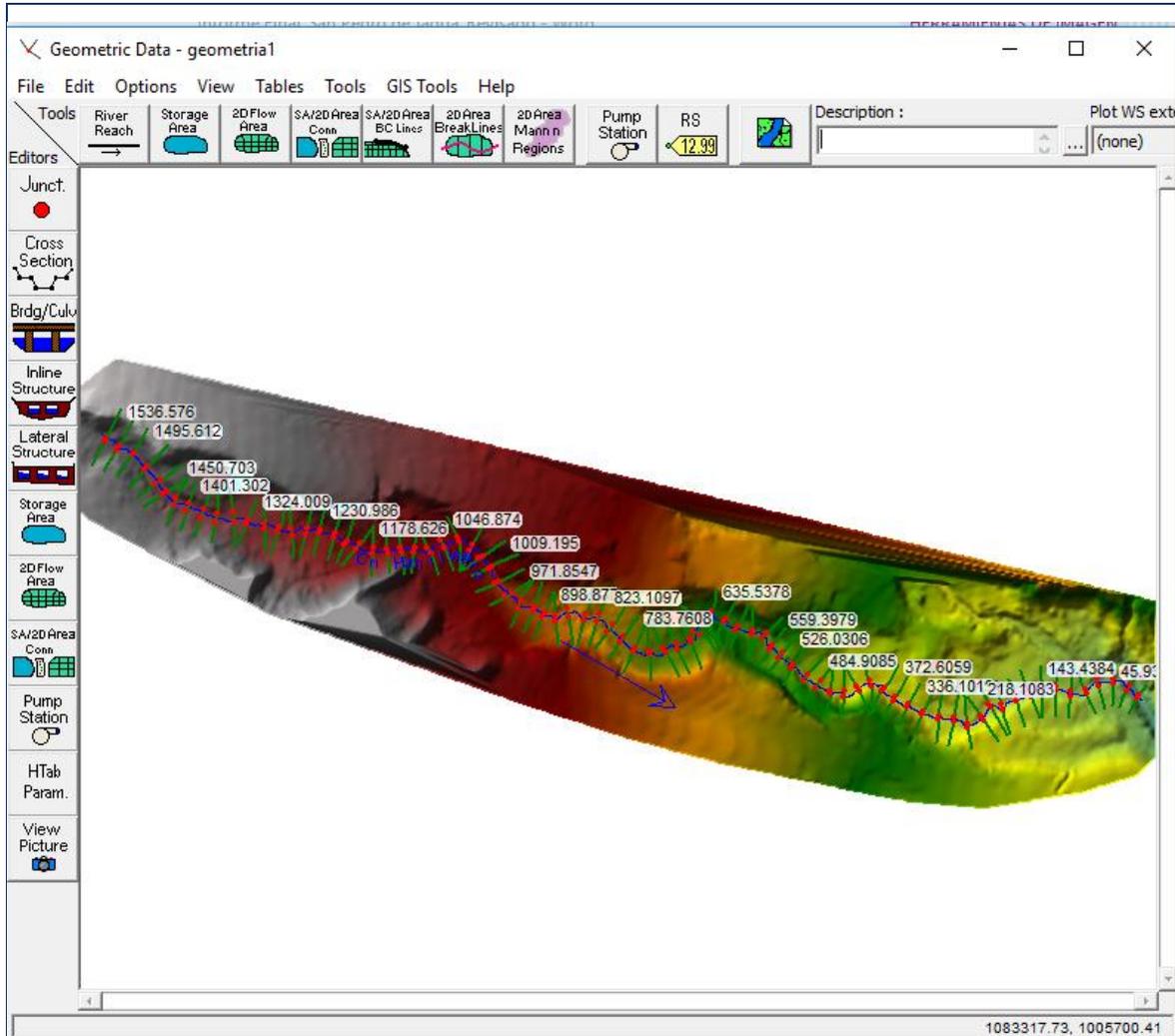


Figura 44. Modelo de Datos Geométrico del Hec-Ras caño El Humilladero
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

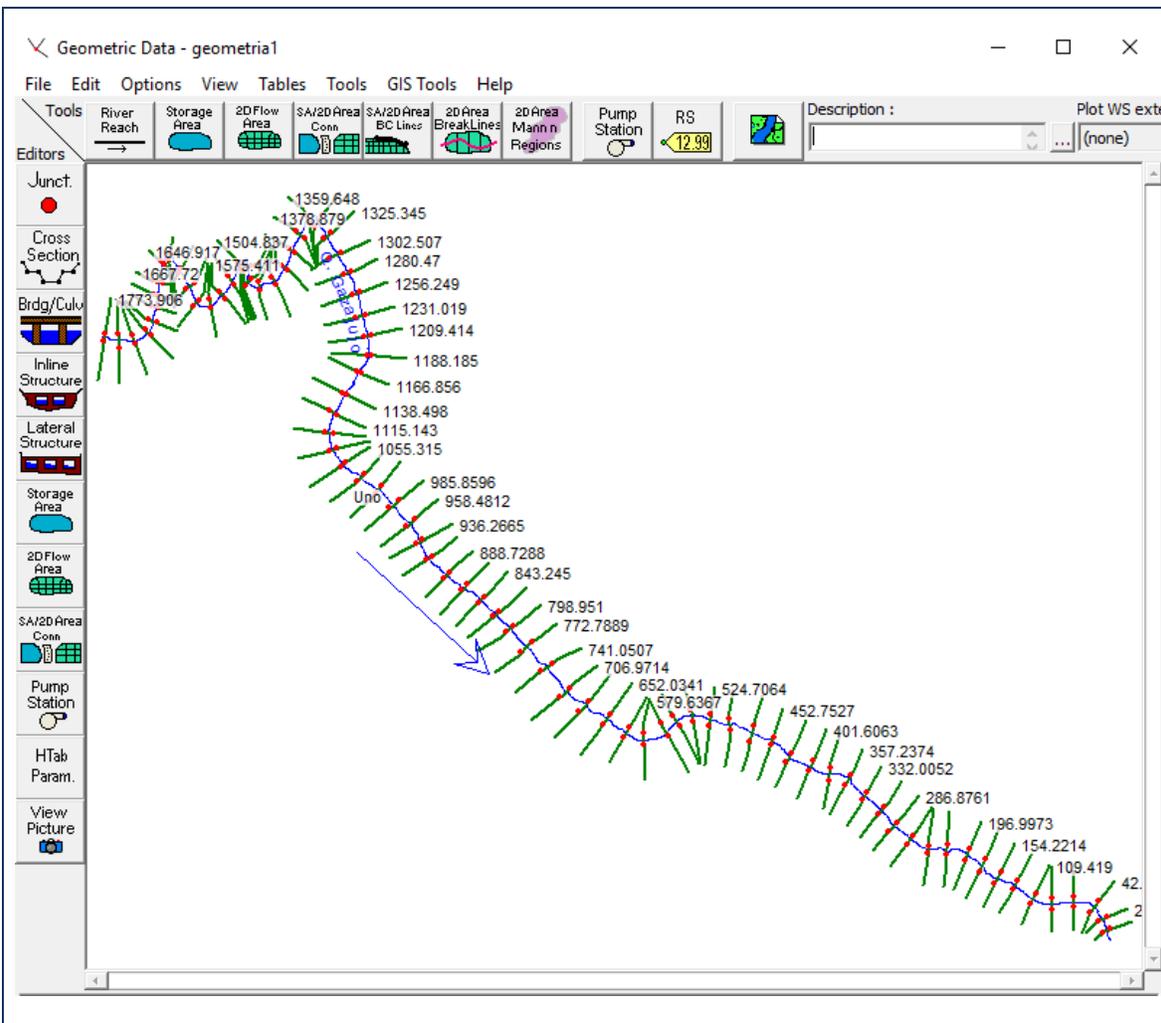


Figura 45. Modelo de Datos Geométrico del Hec-Ras Quebrada Gazajujó
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

Los datos geométricos una vez importados al HEC-RAS son complementados y ajustados para cada una de las secciones transversales, en la determinación de la línea de banca y el coeficiente de rugosidad. En total se realizó la modelación hidráulica e hidrológica en un (1) tramo y 81 secciones transversales para una longitud total de 1537 m en el caño El Humilladero y en un (1) tramo y 84 secciones en una longitud total de 1774 m en la quebrada Gazajujó. En las **Figura 46** y **Figura 47** se presentan secciones representativas de las quebradas objeto de análisis.

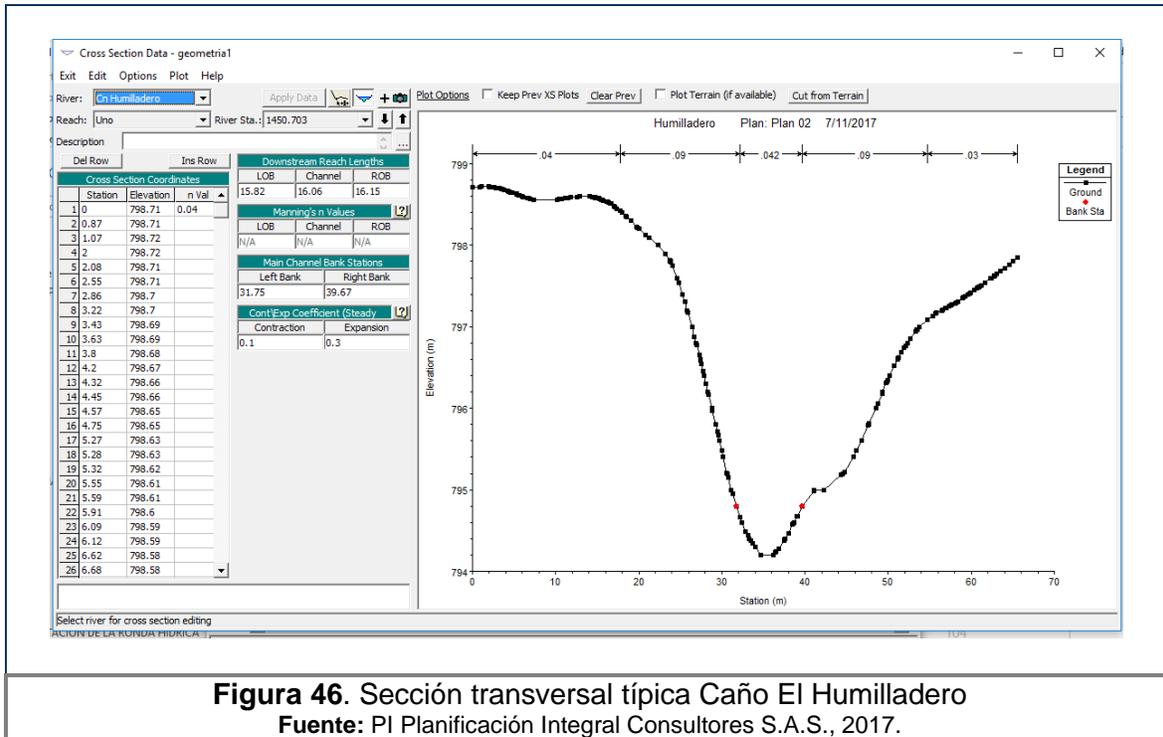


Figura 46. Sección transversal típica Caño El Humilladero
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

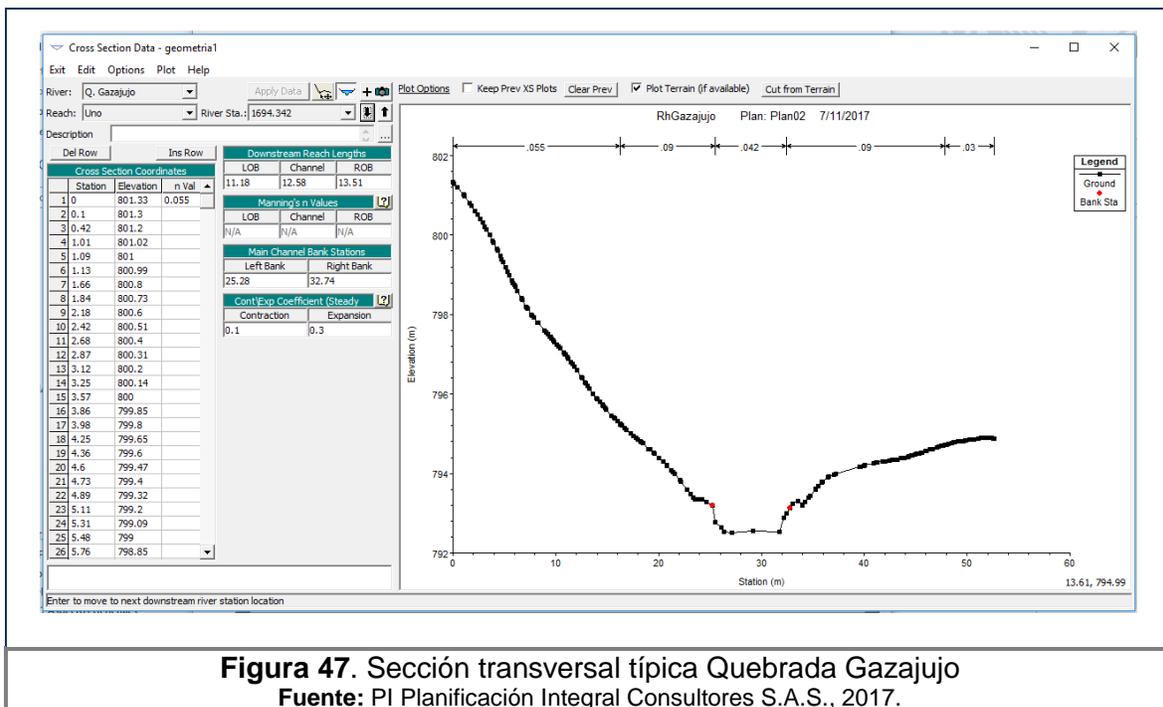
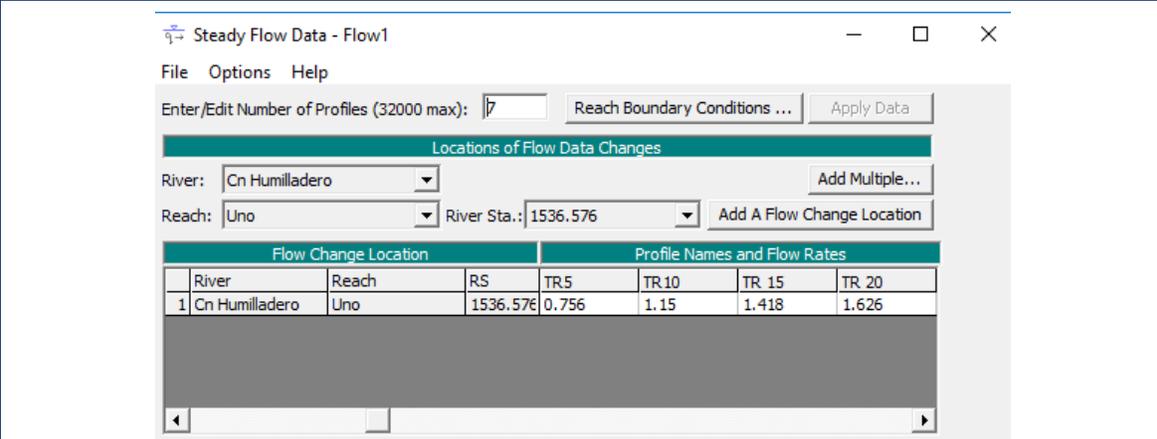


Figura 47. Sección transversal típica Quebrada Gazajujó
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

7.7.3.4 Modelación hidráulica e hidrológica

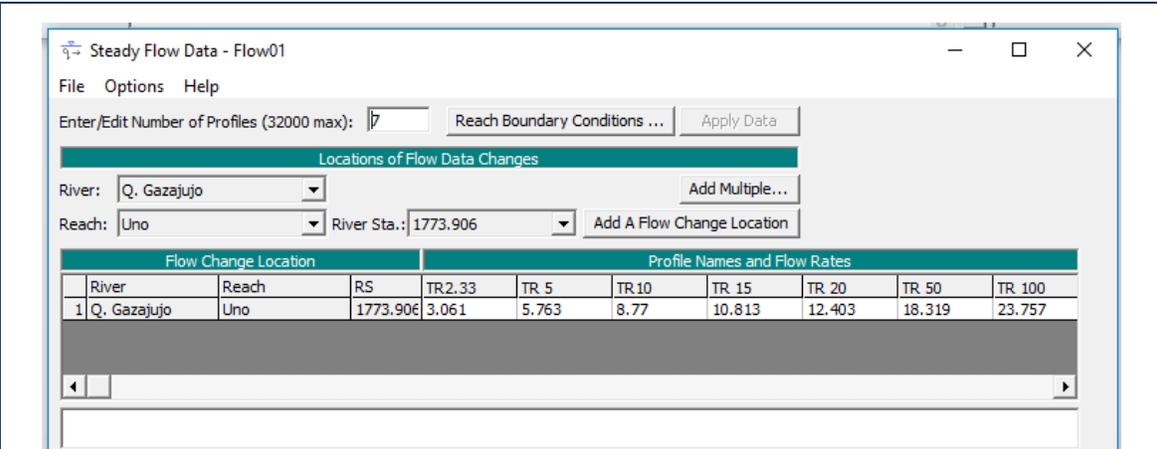
Una vez ajustado el modelo de datos geométricos para el caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo, en los cuales se definieron y ajustaron en Hec-Ras las líneas de flujo principal, las bancas y el coeficiente de rugosidad de Manning, para las 81 y 84 secciones transversales respectivas, se procede a incorporar los datos de flujo en cada uno de los dos tramos para diferentes escenarios hidrológicos, en este caso, caudales máximos con períodos de retorno de 2.33, 5, 10, 15, 20, 50 y 100 años, así como el tipo de flujo a modelar, el régimen del mismo y las condiciones de frontera en el programa Hec-Ras. Para este caso se modelo bajo condiciones de flujo permanente y regímenes de flujo subcrítico. Ver **¡Error! o se encuentra el origen de la referencia.8** y **Figura 49**.



The screenshot shows the 'Steady Flow Data - Flow1' window in Hec-Ras. The 'River' is set to 'Cn Humilladero' and the 'Reach' is 'Uno' with a 'River Sta.' of 1536.576. Below this, a table lists flow change locations and profile names with flow rates for different return periods (TR).

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates			
River	Reach	RS	TR5	TR10	TR 15	TR 20
1 Cn Humilladero	Uno	1536.576	0.756	1.15	1.418	1.626

Figura 48. Datos de Flujo del caño El Humilladero para modelación en Hec-Ras
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.



The screenshot shows the 'Steady Flow Data - Flow01' window in Hec-Ras. The 'River' is set to 'Q. Gazajujo' and the 'Reach' is 'Uno' with a 'River Sta.' of 1773.906. Below this, a table lists flow change locations and profile names with flow rates for different return periods (TR).

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates						
River	Reach	RS	TR2.33	TR 5	TR10	TR 15	TR 20	TR 50	TR 100
1 Q. Gazajujo	Uno	1773.906	3.061	5.763	8.77	10.813	12.403	18.319	23.757

Figura 49. Datos de Flujo de quebrada Gazajujo para modelación en Hec-Ras
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

Como resultado de la modelación, para las 165 secciones transversales en las dos corrientes se obtuvieron datos hidrológicos e hidráulicos para los diferentes caudales modelados, estimándose los siguientes parámetros:

- Tramo del río
- Abscisa de la estación
- Período de retorno
- Elevación Mínima del Canal
- Elevación Máxima del Canal
- Profundidad crítica
- Pendiente del canal
- Velocidad de flujo
- Área
- Ancho del canal
- Número de Froude

Los resultados de la variación de los niveles para los diferentes escenarios hidrológicos modelados en secciones tipo en el caño Humilladero y la quebrada Gazajujo se presentan en las **Figura 50** y **Figura 51**, de igual forma en la Tabla 23 se presentan los resultados obtenidos por sección topográfica para los períodos de retorno de 2.33 y 15 años. En el Anexo 1 se presenta la totalidad de los resultados de la modelación.

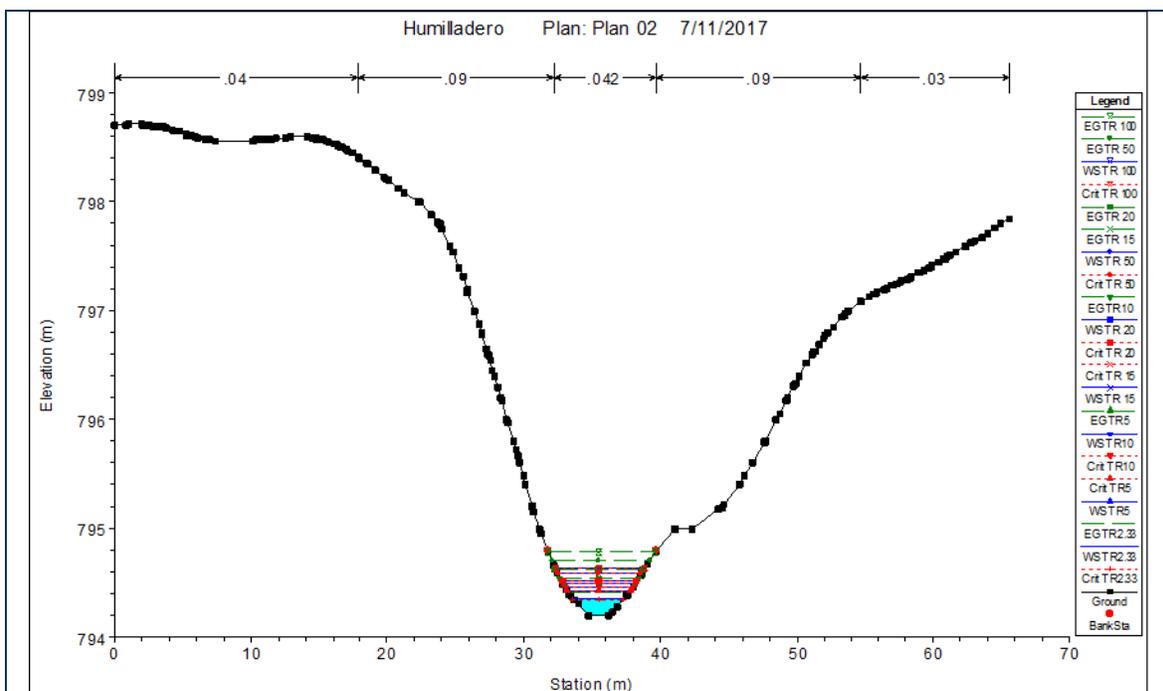


Figura 50. Resultados modelación hidrológica e hidráulica caño El Humilladero
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

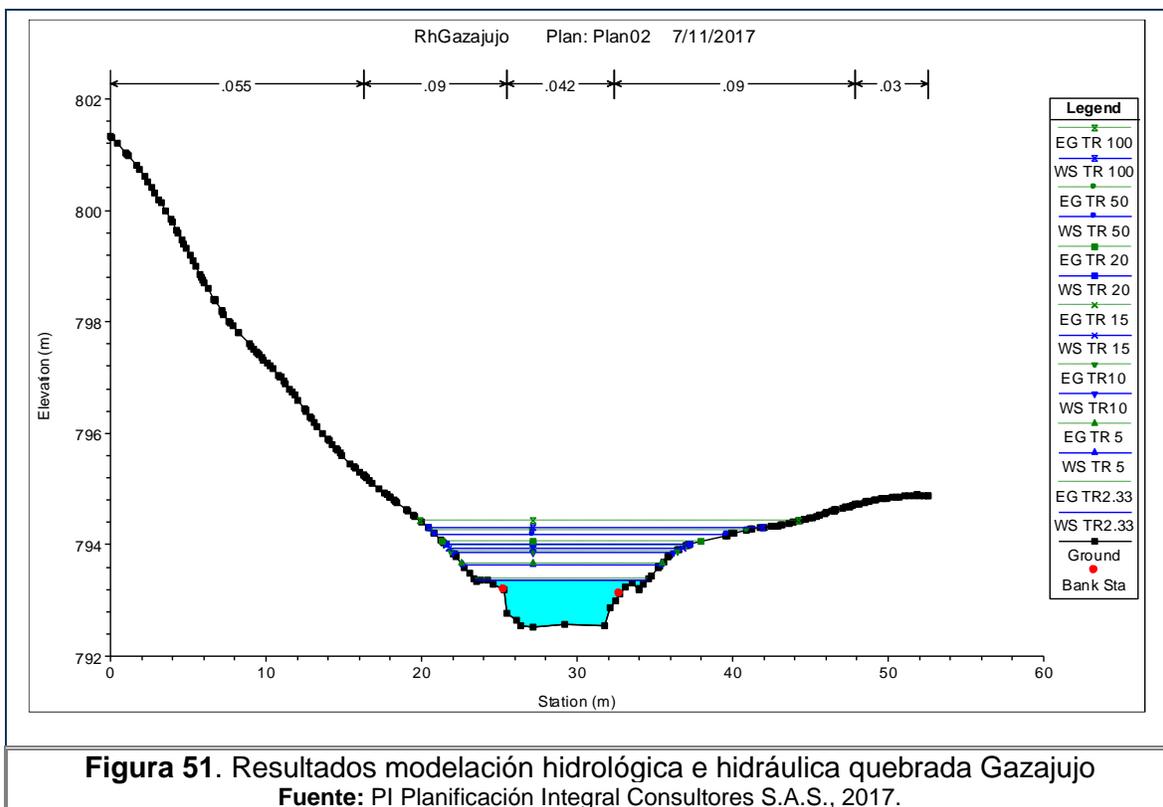


Tabla 23. Resultados modelación hidráulica e hidrológica para Tr 2.33 y 15 años – Caño El Humilladero

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch	W.S.	Crit	E.G.	E.G. Slope	Vel	Flow	Top	Froude
			(m ³ /s)	El (m)	Elev (m)	W.S. (m)	Elev (m)	(m/m)	Chnl (m/s)	Área (m ²)	Width (m)	# Chl
Uno	1536.576	TR2.33	0.4	799.15	799.3	799.3	799.37	0.035772	1.09	0.37	3.01	1
Uno	1536.576	TR 15	1.42	799.15	799.47	799.47	799.6	0.029071	1.61	0.88	3.32	1
Uno	1516.215	TR2.33	0.4	797.8	797.9	797.9	797.95	0.042156	0.94	0.43	5.05	1.03
Uno	1516.215	TR 15	1.42	797.8	798.02	798.02	798.12	0.030739	1.38	1.03	5.23	1
Uno	1495.612	TR2.33	0.4	796.67	796.81	796.81	796.86	0.037148	1.03	0.39	3.57	1
Uno	1495.612	TR 15	1.42	796.67	796.95	796.95	797.08	0.030276	1.55	0.91	3.69	1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	1472.249	TR2.33	0.4	794.98	795.09	795.09	795.14	0.034432	0.94	0.42	4.25	0.95
Uno	1472.249	TR 15	1.42	794.98	795.22	795.22	795.32	0.032442	1.43	0.99	4.67	1
Uno	1450.703	TR2.33	0.4	794.2	794.35	794.35	794.4	0.033629	0.99	0.4	3.71	0.96
Uno	1450.703	TR 15	1.42	794.2	794.49	794.49	794.59	0.030232	1.38	1.02	5.25	1
Uno	1434.641	TR2.33	0.4	793.6	793.74	793.74	793.79	0.043424	1	0.4	4.39	1.06
Uno	1434.641	TR 15	1.42	793.6	793.86	793.86	793.95	0.031331	1.33	1.06	5.91	1.01
Uno	1417.733	TR2.33	0.4	792.88	793.01	793	793.05	0.04011	0.9	0.44	5.97	1.06
Uno	1417.733	TR 15	1.42	792.88	793.13	793.11	793.19	0.028686	1.08	1.31	7.87	0.85
Uno	1401.302	TR2.33	0.4	792.4	792.51		792.53	0.024982	0.7	0.58	6.71	0.76
Uno	1401.302	TR 15	1.42	792.4	792.59	792.59	792.66	0.037843	1.17	1.21	8.71	1
Uno	1381.389	TR2.33	0.4	791.8	791.9	791.89	791.93	0.037228	0.79	0.51	7.08	0.94
Uno	1381.389	TR 15	1.42	791.8	792.01		792.06	0.021388	0.99	1.44	9.54	0.81
Uno	1363.302	TR2.33	0.4	791.29	791.43	791.41	791.45	0.019634	0.7	0.58	6.41	0.74
Uno	1363.302	TR 15	1.42	791.29	791.51	791.51	791.58	0.033488	1.2	1.19	8.29	1.01
Uno	1341.27	TR2.33	0.4	790.65	790.75	790.75	790.79	0.050389	0.82	0.49	8.15	1.07
Uno	1341.27	TR 15	1.42	790.65	790.85	790.83	790.89	0.024922	0.93	1.53	13.26	0.85
Uno	1324.009	TR2.33	0.4	790.17	790.32		790.35	0.015573	0.72	0.56	4.66	0.66
Uno	1324.009	TR 15	1.42	790.17	790.44	790.43	790.51	0.019252	1.19	1.42	15.07	0.82
Uno	1301.65	TR2.33	0.4	789.47	789.52	789.51	789.54	0.110633	0.73	0.7	12.82	1.39
Uno	1301.65	TR 15	1.42	789.47	789.58	789.57	789.62	0.098268	1.11	1.74	19.75	1.48
Uno	1283.258	TR2.33	0.4	788.67	788.8	788.8	788.82	0.023372	0.74	0.62	10.9	0.78
Uno	1283.258	TR 15	1.42	788.67	788.88	788.88	788.93	0.022159	1.1	2.18	25.52	0.84
Uno	1267.565	TR2.33	0.4	787.47	787.58	787.58	787.62	0.049432	0.85	0.47	6.96	1.05
Uno	1267.565	TR 15	1.42	787.47	787.67	787.67	787.74	0.042111	1.15	1.26	10.1	0.98

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	1247.853	TR2.33	0.4	786.51	786.64	786.64	786.67	0.028727	0.78	0.51	5.98	0.85
Uno	1247.853	TR 15	1.42	786.51	786.73	786.73	786.81	0.032805	1.29	1.1	6.52	1.01
Uno	1230.986	TR2.33	0.4	785.54	785.7	785.7	785.76	0.035876	1.1	0.37	2.98	1
Uno	1230.986	TR 15	1.42	785.54	785.86	785.86	785.99	0.028867	1.58	0.9	3.5	1
Uno	1211.787	TR2.33	0.4	784.8	784.93	784.93	784.99	0.04044	1.07	0.38	3.5	1.04
Uno	1211.787	TR 15	1.42	784.8	785.08	785.08	785.19	0.029145	1.49	0.95	4.28	1.01
Uno	1195.368	TR2.33	0.4	784	784.14	784.14	784.19	0.038657	0.96	0.42	4.66	1
Uno	1195.368	TR 15	1.42	784	784.27	784.27	784.36	0.021813	1.28	1.3	8.27	0.87
Uno	1178.626	TR2.33	0.4	783.21	783.38	783.38	783.42	0.032301	0.9	0.45	4.6	0.92
Uno	1178.626	TR 15	1.42	783.21	783.5	783.5	783.58	0.031157	1.29	1.1	6.45	1
Uno	1159.74	TR2.33	0.4	782.45	782.61	782.59	782.64	0.029344	0.66	0.61	5.67	0.64
Uno	1159.74	TR 15	1.42	782.45	782.73	782.69	782.79	0.039985	1.11	1.27	6.21	0.78
Uno	1141.298	TR2.33	0.4	781.77	781.9	781.9	781.94	0.050932	1	0.51	7.08	1.12
Uno	1141.298	TR 15	1.42	781.77	782.01	782.01	782.09	0.036422	1.41	1.32	8.13	1.07
Uno	1124.121	TR2.33	0.4	780.83	781.01	781.01	781.06	0.037205	0.99	0.41	4.04	1
Uno	1124.121	TR 15	1.42	780.83	781.14	781.14	781.25	0.028311	1.42	1.02	5.7	0.98
Uno	1108.434	TR2.33	0.4	779.81	779.95	779.95	780	0.03856	0.99	0.41	4.13	1.01
Uno	1108.434	TR 15	1.42	779.81	780.08	780.08	780.19	0.029873	1.46	0.97	4.69	1
Uno	1089.785	TR2.33	0.4	779	779.09	779.09	779.13	0.052075	0.91	0.44	6.46	1.11
Uno	1089.785	TR 15	1.42	779	779.19	779.19	779.25	0.033202	1.12	1.27	10.49	0.99
Uno	1067.496	TR2.33	0.4	778.01	778.13	778.12	778.16	0.037013	0.81	0.5	6.66	0.95
Uno	1067.496	TR 15	1.42	778.01	778.22	778.22	778.29	0.03396	1.12	1.27	9.86	0.99
Uno	1046.874	TR2.33	0.4	777.16	777.31	777.31	777.36	0.041385	1	0.4	4.21	1.04

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	1046.874	TR 15	1.42	777.16	777.44	777.44	777.53	0.028603	1.3	1.16	7.79	0.97
Uno	1027.104	TR2.33	0.4	776	776.16	776.16	776.22	0.036922	1.04	0.38	3.5	1.01
Uno	1027.104	TR 15	1.42	776	776.31	776.31	776.41	0.029516	1.42	1	4.79	1
Uno	1009.195	TR2.33	0.4	775.33	775.48	775.48	775.53	0.037474	0.99	0.4	4.03	1
Uno	1009.195	TR 15	1.42	775.33	775.61	775.61	775.7	0.030396	1.35	1.05	5.68	1
Uno	992.9034	TR2.33	0.4	774.15	774.3	774.3	774.37	0.037201	1.11	0.36	2.97	1.02
Uno	992.9034	TR 15	1.42	774.15	774.47	774.47	774.58	0.0234	1.47	1.06	6.38	0.91
Uno	971.8547	TR2.33	0.4	773.12	773.34	773.25	773.35	0.005055	0.48	0.84	5.65	0.39
Uno	971.8547	TR 15	1.42	773.12	773.48		773.52	0.006866	0.81	1.76	7.33	0.51
Uno	950.3716	TR2.33	0.4	773	773.06	773.06	773.1	0.050167	0.82	0.49	8.04	1.07
Uno	950.3716	TR 15	1.42	773	773.15	773.15	773.22	0.037742	1.2	1.18	8.88	1.05
Uno	932.4772	TR2.33	0.4	772.18	772.3	772.29	772.34	0.036085	0.86	0.47	5.61	0.95
Uno	932.4772	TR 15	1.42	772.18	772.41	772.41	772.48	0.032663	1.2	1.18	7.98	1
Uno	913.3801	TR2.33	0.4	771.58	771.71	771.71	771.74	0.028251	0.79	0.51	5.81	0.85
Uno	913.3801	TR 15	1.42	771.58	771.8	771.8	771.89	0.029919	1.28	1.16	8.77	0.98
Uno	898.877	TR2.33	0.4	770.87	770.99	770.99	771.04	0.040565	0.99	0.41	4.33	1.03
Uno	898.877	TR 15	1.42	770.87	771.11	771.11	771.19	0.030601	1.27	1.13	7.53	0.99
Uno	881.6735	TR2.33	0.4	770	770.1	770.1	770.14	0.042534	0.87	0.47	6.78	1.02
Uno	881.6735	TR 15	1.42	770	770.19	770.19	770.27	0.031154	1.26	1.27	9.25	0.98
Uno	863.6657	TR2.33	0.4	769	769.09	769.08	769.12	0.037507	0.8	0.5	6.94	0.95
Uno	863.6657	TR 15	1.42	769	769.18	769.18	769.25	0.031557	1.14	1.29	10.84	0.97
Uno	839.0955	TR2.33	0.4	767.86	767.98	767.98	768.03	0.053277	0.98	0.41	5.36	1.14
Uno	839.0955	TR 15	1.42	767.86	768.09	768.09	768.17	0.032571	1.24	1.15	7.38	1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	823.1097	TR2.33	0.4	766.93	767.1	767.1	767.14	0.037456	0.96	0.42	4.33	0.99
Uno	823.1097	TR 15	1.42	766.93	767.22	767.22	767.31	0.032232	1.3	1.09	6.52	1.01
Uno	803.0107	TR2.33	0.4	766	766.1	766.08	766.12	0.026797	0.72	0.55	6.91	0.82
Uno	803.0107	TR 15	1.42	766	766.19	766.18	766.25	0.026897	1.07	1.33	9.32	0.9
Uno	783.7608	TR2.33	0.4	765.53	765.65	765.63	765.67	0.021027	0.66	0.61	7.32	0.73
Uno	783.7608	TR 15	1.42	765.53	765.74		765.8	0.021097	1.05	1.37	8.8	0.82
Uno	764.0209	TR2.33	0.4	764.95	765.07	765.07	765.12	0.038475	1.02	0.39	3.78	1.01
Uno	764.0209	TR 15	1.42	764.95	765.22	765.22	765.32	0.027523	1.46	1.02	6.3	0.96
Uno	742.8936	TR2.33	0.4	763.89	764.07	764.07	764.13	0.028093	1.09	0.37	2.33	0.88
Uno	742.8936	TR 15	1.42	763.89	764.33	764.33	764.38	0.011176	1.12	1.89	18.8	0.57
Uno	720.525	TR2.33	0.4	763.35	763.55	763.51	763.57	0.012623	0.66	0.64	6.71	0.6
Uno	720.525	TR 15	1.42	763.35	763.68	763.63	763.72	0.012822	0.99	1.89	12.13	0.65
Uno	701.1723	TR2.33	0.4	763	763.12	763.12	763.16	0.041497	0.83	0.48	5.57	0.91
Uno	701.1723	TR 15	1.42	763	763.23	763.23	763.31	0.038739	1.32	1.08	6.1	1
Uno	682.4899	TR2.33	0.4	761.76	762		762.02	0.006681	0.63	0.64	3.27	0.45
Uno	682.4899	TR 15	1.42	761.76	762.17	762.07	762.23	0.012069	1.11	1.59	10.99	0.6
Uno	667.7462	TR2.33	0.4	761.67	761.79	761.78	761.82	0.036017	0.77	0.52	7.15	0.92
Uno	667.7462	TR 15	1.42	761.67	761.88	761.88	761.95	0.035766	1.19	1.2	8.4	1
Uno	651.1104	TR2.33	0.4	761	761.12	761.12	761.16	0.04474	0.9	0.45	5.96	1.04
Uno	651.1104	TR 15	1.42	761	761.23	761.23	761.3	0.029966	1.24	1.18	8.66	0.97
Uno	635.5378	TR2.33	0.4	760.15	760.33	760.33	760.38	0.047503	1.03	0.39	4.29	1.09
Uno	635.5378	TR 15	1.42	760.15	760.46	760.46	760.57	0.031787	1.47	0.96	4.48	1.01
Uno	615.7798	TR2.33	0.4	758.88	759.06	759.06	759.11	0.038391	1	0.4	3.87	0.99
Uno	615.7798	TR 15	1.42	758.88	759.19	759.19	759.31	0.031822	1.52	0.93	4.05	1.01

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	595.1805	TR2.33	0.4	758.24	758.39		758.42	0.013627	0.7	0.58	4.52	0.62
Uno	595.1805	TR 15	1.42	758.24	758.54		758.6	0.013826	1.12	1.33	6.34	0.69
Uno	575.9349	TR2.33	0.4	757.79	757.92	757.92	757.98	0.047218	1.06	0.38	3.62	1.05
Uno	575.9349	TR 15	1.42	757.79	758.06	758.06	758.18	0.039748	1.53	0.93	4.13	1.03
Uno	559.3979	TR2.33	0.4	757.2	757.4		757.43	0.014897	0.74	0.54	4.18	0.66
Uno	559.3979	TR 15	1.42	757.2	757.55	757.49	757.61	0.017141	1.12	1.27	5.64	0.76
Uno	541.6607	TR2.33	0.4	756.82	756.97	756.97	757.02	0.037988	0.98	0.41	4.16	1
Uno	541.6607	TR 15	1.42	756.82	757.1	757.1	757.21	0.029795	1.45	0.98	4.52	1
Uno	526.0306	TR2.33	0.4	756.23	756.42		756.45	0.016653	0.75	0.53	4.36	0.69
Uno	526.0306	TR 15	1.42	756.23	756.58		756.63	0.015253	1.06	1.34	6.19	0.72
Uno	506.6312	TR2.33	0.4	755.8	755.96	755.95	756.01	0.032425	1.04	0.38	3.16	0.96
Uno	506.6312	TR 15	1.42	755.8	756.11	756.11	756.22	0.028678	1.52	0.93	3.91	1
Uno	484.9085	TR2.33	0.4	755.31	755.42		755.44	0.02069	0.63	0.66	11.07	0.72
Uno	484.9085	TR 15	1.42	755.31	755.48	755.48	755.53	0.025061	1	1.46	14.8	0.86
Uno	467.5286	TR2.33	0.4	755	755.06	755.06	755.08	0.022768	0.42	0.75	17.84	0.67
Uno	467.5286	TR 15	1.42	755	755.12	755.12	755.15	0.020149	0.68	1.77	21.07	0.72
Uno	449.1513	TR2.33	0.4	753.78	753.95	753.95	754	0.039389	0.99	0.4	3.97	1
Uno	449.1513	TR 15	1.42	753.78	754.08	754.08	754.2	0.034956	1.51	0.94	4.15	1.01
Uno	431.6446	TR2.33	0.4	753.1	753.28		753.29	0.009301	0.56	0.72	5.84	0.51
Uno	431.6446	TR 15	1.42	753.1	753.41		753.45	0.010431	0.94	1.64	9.6	0.6
Uno	410.407	TR2.33	0.4	752.74	752.88	752.88	752.93	0.039133	0.93	0.43	4.88	1
Uno	410.407	TR 15	1.42	752.74	753	753	753.09	0.030815	1.38	1.03	5.27	1
Uno	392.9333	TR2.33	0.4	752.21	752.37	752.34	752.4	0.020312	0.81	0.5	4.25	0.75

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	392.9333	TR 15	1.42	752.21	752.5		752.57	0.022294	1.13	1.25	6.91	0.85
Uno	372.6059	TR2.33	0.4	751.69	751.8	751.8	751.85	0.038654	0.98	0.41	4.16	1.01
Uno	372.6059	TR 15	1.42	751.69	751.93	751.93	752.03	0.031102	1.45	0.98	4.52	1
Uno	354.0604	TR2.33	0.4	750.98	751.1	751.1	751.14	0.027344	0.84	0.48	4.72	0.85
Uno	354.0604	TR 15	1.42	750.98	751.22	751.21	751.32	0.028607	1.39	1.02	4.85	0.96
Uno	336.1019	TR2.33	0.4	750.35	750.52	750.5	750.57	0.025981	0.95	0.42	3.15	0.83
Uno	336.1019	TR 15	1.42	750.35	750.66	750.66	750.77	0.032625	1.48	0.96	4.3	1
Uno	315.1305	TR2.33	0.4	749.65	749.79	749.79	749.84	0.046708	1.02	0.39	4.41	1.09
Uno	315.1305	TR 15	1.42	749.65	749.92	749.92	750.03	0.032833	1.44	0.98	4.62	1
Uno	294.8507	TR2.33	0.4	749	749.12	749.12	749.15	0.02372	0.83	0.48	4.37	0.8
Uno	294.8507	TR 15	1.42	749	749.23	749.23	749.33	0.02697	1.38	1.09	7.62	0.95
Uno	276.027	TR2.33	0.4	748.49	748.64	748.61	748.67	0.015479	0.69	0.58	5.14	0.65
Uno	276.027	TR 15	1.42	748.49	748.75	748.73	748.83	0.021701	1.23	1.15	5.32	0.84
Uno	256.4783	TR2.33	0.4	748	748.1	748.1	748.15	0.051479	1.06	0.38	4.31	1.15
Uno	256.4783	TR 15	1.42	748	748.23	748.23	748.33	0.030517	1.38	1.02	5.28	1
Uno	235.4774	TR2.33	0.4	747	747.25		747.26	0.002502	0.41	0.99	4.86	0.29
Uno	235.4774	TR 15	1.42	747	747.46		747.48	0.003032	0.68	2.41	10.75	0.35
Uno	218.1083	TR2.33	0.4	747	747.15		747.18	0.011847	0.7	0.57	4	0.59
Uno	218.1083	TR 15	1.42	747	747.32	747.24	747.38	0.012412	1.1	1.29	4.58	0.66
Uno	201.9382	TR2.33	0.4	746.8	746.9		746.93	0.021506	0.72	0.56	5.86	0.75
Uno	201.9382	TR 15	1.42	746.8	746.99	746.99	747.08	0.032568	1.33	1.06	6.03	1.01
Uno	181.1227	TR2.33	0.4	746.18	746.29	746.29	746.33	0.040272	0.88	0.46	5.83	1
Uno	181.1227	TR 15	1.42	746.18	746.48		746.52	0.008494	0.82	1.72	7.06	0.53

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	162.8382	TR2.33	0.4	746	746.23		746.24	0.001528	0.31	1.29	6.6	0.22
Uno	162.8382	TR 15	1.42	746	746.43		746.45	0.001905	0.52	2.77	9.25	0.28
Uno	143.4384	TR2.33	0.4	746	746.1	746.1	746.15	0.038126	0.98	0.41	4.14	1
Uno	143.4384	TR 15	1.42	746	746.24	746.24	746.34	0.029723	1.43	0.99	4.73	1
Uno	125.8033	TR2.33	0.4	745	745.17		745.19	0.00614	0.5	0.8	5.76	0.43
Uno	125.8033	TR 15	1.42	745	745.32		745.35	0.00759	0.85	1.66	6.12	0.52
Uno	107.3173	TR2.33	0.4	744.76	744.89	744.89	744.94	0.039395	0.95	0.42	4.61	1.01
Uno	107.3173	TR 15	1.42	744.76	745.02	745.02	745.11	0.030573	1.34	1.06	5.78	1
Uno	86.70353	TR2.33	0.4	743.8	743.96	743.96	744	0.038551	0.95	0.42	4.59	1
Uno	86.70353	TR 15	1.42	743.8	744.08	744.08	744.15	0.022705	1.17	1.33	11.32	0.86
Uno	66.2353	TR2.33	0.4	743	743.14		743.17	0.014685	0.68	0.59	5.06	0.64
Uno	66.2353	TR 15	1.42	743	743.28		743.33	0.015331	1.04	1.36	6.46	0.72
Uno	45.93699	TR2.33	0.4	742.44	742.66	742.66	742.71	0.036185	1.05	0.38	3.39	1
Uno	45.93699	TR 15	1.42	742.44	742.8	742.8	742.91	0.030349	1.46	0.97	4.54	1.01
Uno	24.22258	TR2.33	0.4	740.95	741.09	741.09	741.14	0.039911	1.01	0.4	4.02	1.03
Uno	24.22258	TR 15	1.42	740.95	741.24	741.24	741.31	0.021127	1.21	1.65	16.56	0.84
Uno	8.261082	TR2.33	0.4	739.02	739.2	739.2	739.26	0.036187	1.12	0.36	2.83	1.01
Uno	8.261082	TR 15	1.42	739.02	739.37	739.37	739.5	0.029845	1.63	0.87	3.27	1.01

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

Tabla 24. Resultados modelación hidráulica e hidrológica para Tr 2.33 y 15 años – Quebrada Gazajuyo

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch	W.S.	Crit	E.G.	E.G. Slope	Vel	Flow	Top	Froude
			(m ³ /s)	El (m)	Elev (m)	W.S. (m)	Elev (m)	(m/m)	Chnl (m/s)	Área (m ²)	Width (m)	# Chl
Uno	1773.906	TR2.33	3.06	795	795.47		795.57	0.014936	1.4	2.18	6.42	0.77
Uno	1773.906	TR 15	10.81	795	795.86	795.8	796.1	0.016652	2.17	5.04	8.34	0.87
Uno	1758.74	TR2.33	3.06	794.8	795.27		795.36	0.01302	1.3	2.36	7.06	0.72
Uno	1758.74	TR 15	10.81	794.8	795.67		795.85	0.01337	1.89	5.71	9.81	0.79
Uno	1741.858	TR2.33	3.06	794.4	794.9	794.9	795.05	0.02636	1.72	1.78	5.92	1
Uno	1741.858	TR 15	10.81	794.4	795.3	795.3	795.55	0.023685	2.23	4.84	9.61	1
Uno	1724.775	TR2.33	3.06	793.6	794.02	794.02	794.17	0.026286	1.71	1.79	5.98	1
Uno	1724.775	TR 15	10.81	793.6	794.42	794.42	794.7	0.021799	2.35	4.6	8.27	1
Uno	1710.232	TR2.33	3.06	793	793.41	793.41	793.56	0.027127	1.72	1.78	6.07	1.01
Uno	1710.232	TR 15	10.81	793	793.91		794.09	0.012807	1.93	5.62	9.27	0.78
Uno	1694.342	TR2.33	3.06	792.51	793.38		793.39	0.00102	0.53	6.02	11.05	0.2
Uno	1694.342	TR 15	10.81	792.51	793.95		793.99	0.001686	1	13.38	15.05	0.28
Uno	1681.765	TR2.33	3.06	792.77	793.28		793.36	0.008401	1.19	2.57	5.93	0.58
Uno	1681.765	TR 15	10.81	792.77	793.82		793.94	0.008123	1.6	8.78	18.78	0.55
Uno	1667.72	TR2.33	3.06	792.6	792.98	792.98	793.15	0.02687	1.82	1.68	4.94	1
Uno	1667.72	TR 15	10.81	792.6	793.55	793.55	793.79	0.013941	2.22	6.29	22.69	0.78
Uno	1646.917	TR2.33	3.06	791.8	792.39		792.52	0.013463	1.59	1.93	3.98	0.69
Uno	1646.917	TR 15	10.81	791.8	792.84	792.84	793.24	0.019546	2.88	4.38	6.48	0.93
Uno	1633.271	TR2.33	3.06	791.45	792.44		792.46	0.000639	0.53	6.22	9.59	0.18
Uno	1633.271	TR 15	10.81	791.45	793		793.06	0.001371	1.08	12.44	12.52	0.28
Uno	1613.577	TR2.33	3.06	791.8	792.34		792.42	0.008501	1.29	2.47	6.54	0.6
Uno	1613.577	TR 15	10.81	791.8	792.69	792.65	792.97	0.014702	2.45	5.19	8.89	0.86

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	1593.655	TR2.33	3.06	791.6	792.18		792.24	0.008587	1.04	2.93	8.93	0.58
Uno	1593.655	TR 15	10.81	791.6	792.59		792.7	0.008461	1.51	7.25	12.81	0.6
Uno	1575.411	TR2.33	3.06	791.2	791.83	791.82	791.98	0.025029	1.74	1.76	5.42	0.97
Uno	1575.411	TR 15	10.81	791.2	792.3	792.21	792.49	0.01539	1.93	5.87	11.6	0.77
Uno	1558.773	TR2.33	3.06	791	791.55		791.66	0.014581	1.42	2.15	6.04	0.76
Uno	1558.773	TR 15	10.81	791	791.9	791.9	792.17	0.023509	2.3	4.7	8.67	1
Uno	1541.86	TR2.33	3.06	790.8	791.18	791.18	791.32	0.026528	1.7	1.8	6.13	1
Uno	1541.86	TR 15	10.81	790.8	791.59	791.59	791.82	0.017887	2.18	5.47	13.21	0.91
Uno	1524.582	TR2.33	3.06	790.33	790.7	790.7	790.81	0.028924	1.51	2.03	8.91	1.01
Uno	1524.582	TR 15	10.81	790.33	791.1		791.23	0.010363	1.63	7.09	17.72	0.7
Uno	1504.837	TR2.33	3.06	789.88	790.51		790.55	0.004821	0.9	3.45	8.55	0.43
Uno	1504.837	TR 15	10.81	789.88	790.99		791.09	0.004704	1.45	8.38	13.17	0.48
Uno	1485.13	TR2.33	3.06	789.74	790.48		790.5	0.001462	0.58	5.32	10.41	0.26
Uno	1485.13	TR 15	10.81	789.74	790.99		791.02	0.001327	0.83	15.88	39.7	0.27
Uno	1468.698	TR2.33	3.06	789.6	790.44		790.47	0.002686	0.64	4.77	8.79	0.28
Uno	1468.698	TR 15	10.81	789.6	790.92		790.98	0.003877	1.1	11.39	32.35	0.36
Uno	1454.651	TR2.33	3.06	789.8	790.36		790.41	0.005854	1.02	3.01	7.05	0.5
Uno	1454.651	TR 15	10.81	789.8	790.7	790.56	790.88	0.011551	1.89	5.83	14.88	0.74
Uno	1435.942	TR2.33	3.06	789.62	790.07	790.07	790.2	0.027533	1.59	1.92	7.41	1
Uno	1435.942	TR 15	10.81	789.62	790.43	790.43	790.63	0.015808	2.03	6.04	19.41	0.86
Uno	1417.574	TR2.33	3.06	788.85	789.44		789.51	0.007988	1.15	2.65	6.48	0.58
Uno	1417.574	TR 15	10.81	788.85	789.78		790.01	0.013221	2.11	5.18	8.16	0.81
Uno	1398.206	TR2.33	3.06	788.8	789.34		789.38	0.004943	0.89	3.58	10.52	0.44
Uno	1398.206	TR 15	10.81	788.8	789.58	789.49	789.75	0.012079	1.85	6.68	15.32	0.73

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	1378.879	TR2.33	3.06	788.8	789.17		789.23	0.013066	1.08	2.95	14.72	0.69
Uno	1378.879	TR 15	10.81	788.8	789.46	789.42	789.54	0.007966	1.4	10.95	50.81	0.61
Uno	1359.648	TR2.33	3.06	788.37	788.75	788.75	788.88	0.028127	1.58	1.93	7.7	1.01
Uno	1359.648	TR 15	10.81	788.37	789.08	789.08	789.29	0.020756	2.07	5.42	14.55	0.96
Uno	1342.928	TR2.33	3.06	788	788.48		788.51	0.004425	0.79	3.88	10.95	0.42
Uno	1342.928	TR 15	10.81	788	788.98		789.04	0.00312	1.03	10.49	15.62	0.4
Uno	1325.345	TR2.33	3.06	787.6	788.17	788.17	788.34	0.026423	1.82	1.68	5.07	1.01
Uno	1325.345	TR 15	10.81	787.6	788.61	788.61	788.9	0.022365	2.38	4.54	8.02	1.01
Uno	1302.507	TR2.33	3.06	787.2	787.81		787.89	0.009333	1.25	2.45	5.94	0.62
Uno	1302.507	TR 15	10.81	787.2	788.28		788.45	0.010554	1.82	5.94	8.87	0.71
Uno	1280.47	TR2.33	3.06	787	787.55		787.65	0.012842	1.38	2.22	5.94	0.72
Uno	1280.47	TR 15	10.81	787	788.04		788.22	0.010288	1.88	5.79	8.65	0.71
Uno	1256.249	TR2.33	3.06	786.68	787.19	787.11	787.3	0.015473	1.45	2.12	5.9	0.77
Uno	1256.249	TR 15	10.81	786.68	787.55	787.54	787.86	0.021437	2.46	4.39	6.8	0.98
Uno	1231.019	TR2.33	3.06	786.2	786.65	786.65	786.81	0.024959	1.76	1.74	5.32	0.98
Uno	1231.019	TR 15	10.81	786.2	787.18		787.4	0.01422	2.08	5.19	7.92	0.82
Uno	1209.414	TR2.33	3.06	785.8	786.56		786.6	0.003889	0.92	3.34	6.64	0.41
Uno	1209.414	TR 15	10.81	785.8	787.09		787.2	0.004524	1.46	7.5	9.02	0.49
Uno	1188.185	TR2.33	3.06	785.8	786.27	786.27	786.43	0.023726	1.78	1.8	6.1	0.97
Uno	1188.185	TR 15	10.81	785.8	786.68	786.68	787.01	0.01768	2.62	4.81	8.22	0.96
Uno	1166.856	TR2.33	3.06	785.24	785.91		785.98	0.007923	1.21	2.53	4.98	0.54
Uno	1166.856	TR 15	10.81	785.24	786.43		786.63	0.010901	2.02	5.38	6.41	0.68
Uno	1138.498	TR2.33	3.06	785	785.43	785.43	785.6	0.026944	1.81	1.69	5.14	1.01

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	1138.498	TR 15	10.81	785	785.86	785.86	786.2	0.021842	2.58	4.22	6.63	0.99
Uno	1115.143	TR2.33	3.06	784.45	784.84		784.91	0.011202	1.14	2.69	8.45	0.64
Uno	1115.143	TR 15	10.81	784.45	785.25		785.4	0.011196	1.76	6.16	8.75	0.67
Uno	1093.416	TR2.33	3.06	784	784.4	784.4	784.54	0.028359	1.66	1.85	6.71	1.01
Uno	1093.416	TR 15	10.81	784	784.77	784.77	785.05	0.023182	2.34	4.62	8.43	1.01
Uno	1074.822	TR2.33	3.06	783.39	783.76	783.76	783.88	0.029586	1.57	1.95	7.99	1.01
Uno	1074.822	TR 15	10.81	783.39	784.09	784.09	784.36	0.022509	2.31	4.72	9.58	0.98
Uno	1055.315	TR2.33	3.06	782.71	783.08	783.08	783.23	0.027681	1.71	1.79	6.08	1
Uno	1055.315	TR 15	10.81	782.71	783.47	783.47	783.8	0.023263	2.54	4.26	6.57	1.01
Uno	1031.565	TR2.33	3.06	781.8	782.13	782.13	782.25	0.02924	1.53	2	8.48	1.01
Uno	1031.565	TR 15	10.81	781.8	782.44	782.44	782.71	0.023565	2.31	4.68	8.73	1.01
Uno	1008.508	TR2.33	3.06	780.96	781.27	781.27	781.38	0.028492	1.5	2.04	8.87	1
Uno	1008.508	TR 15	10.81	780.96	781.57	781.57	781.83	0.023397	2.28	4.75	9.14	1.01
Uno	985.8596	TR2.33	3.06	780.2	780.55	780.55	780.66	0.028985	1.5	2.04	8.93	1
Uno	985.8596	TR 15	10.81	780.2	780.85	780.85	781.09	0.022898	2.14	5.05	10.81	1
Uno	958.4812	TR2.33	3.06	778.6	778.91	778.91	779.01	0.028977	1.45	2.11	9.73	1
Uno	958.4812	TR 15	10.81	778.6	779.19	779.19	779.43	0.023402	2.18	4.97	10.45	1.01
Uno	936.2665	TR2.33	3.06	777.42	777.79	777.79	777.94	0.032088	1.68	1.82	6.25	1
Uno	936.2665	TR 15	10.81	777.42	778.17	778.17	778.47	0.032433	2.42	4.46	7.62	1.01
Uno	915.6861	TR2.33	3.06	776.6	776.95	776.95	777.11	0.029001	1.74	1.76	6.14	1.04
Uno	915.6861	TR 15	10.81	776.6	777.35	777.35	777.65	0.025585	2.45	4.43	7.44	1
Uno	888.7288	TR2.33	3.06	775.6	775.97	775.97	776.12	0.030056	1.72	1.78	5.89	1
Uno	888.7288	TR 15	10.81	775.6	776.37	776.37	776.67	0.032257	2.43	4.46	7.5	1.01

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	865.7067	TR2.33	3.06	774.6	774.95	774.95	775.08	0.027675	1.62	1.89	7.12	1
Uno	865.7067	TR 15	10.81	774.6	775.3	775.3	775.59	0.022528	2.38	4.54	7.97	1.01
Uno	843.245	TR2.33	3.06	773.76	774.08	774.08	774.2	0.028556	1.57	1.95	7.88	1.01
Uno	843.245	TR 15	10.81	773.76	774.41	774.41	774.67	0.023368	2.29	4.73	8.96	1
Uno	820.4695	TR2.33	3.06	772.8	773.12	773.12	773.25	0.028967	1.63	1.88	7.2	1.02
Uno	820.4695	TR 15	10.81	772.8	773.47	773.47	773.75	0.022313	2.34	4.64	8.86	1
Uno	798.951	TR2.33	3.06	771.8	772.22		772.32	0.025326	1.41	2.18	6.53	0.78
Uno	798.951	TR 15	10.81	771.8	772.54	772.54	772.85	0.039462	2.45	4.41	7.27	1.01
Uno	772.7889	TR2.33	3.06	771.18	771.5	771.5	771.59	0.030747	1.33	2.31	12.7	0.99
Uno	772.7889	TR 15	10.81	771.18	771.74	771.74	771.95	0.024659	2.01	5.38	13.28	1.01
Uno	741.0507	TR2.33	3.06	768.95	769.4	769.4	769.52	0.030208	1.5	2.04	9.26	1.02
Uno	741.0507	TR 15	10.81	768.95	769.69	769.69	769.91	0.024719	2.07	5.23	12.42	1.02
Uno	706.9714	TR2.33	3.06	767.83	768.13	768.13	768.24	0.028867	1.45	2.11	9.71	1
Uno	706.9714	TR 15	10.81	767.83	768.41	768.41	768.65	0.02345	2.16	5.01	10.7	1.01
Uno	680.8538	TR2.33	3.06	766.83	767.18	767.18	767.29	0.028859	1.44	2.13	10.03	0.99
Uno	680.8538	TR 15	10.81	766.83	767.46	767.46	767.69	0.023809	2.12	5.11	11.51	1.02
Uno	652.0341	TR2.33	3.06	765.61	765.94	765.94	766.06	0.028507	1.48	2.07	9.17	1
Uno	652.0341	TR 15	10.81	765.61	766.24	766.24	766.48	0.022913	2.18	4.97	10.32	1
Uno	625.6729	TR2.33	3.06	764.8	765.19		765.26	0.016752	1.15	2.67	8.79	0.66
Uno	625.6729	TR 15	10.81	764.8	765.54		765.71	0.020136	1.81	5.99	10.18	0.75
Uno	604.748	TR2.33	3.06	764.4	764.7	764.7	764.82	0.027846	1.55	1.98	8.11	1
Uno	604.748	TR 15	10.81	764.4	765.02	765.02	765.26	0.022587	2.15	5.02	10.6	1
Uno	579.6367	TR2.33	3.06	763.53	763.9	763.9	763.99	0.030402	1.38	2.22	11.58	1
Uno	579.6367	TR 15	10.81	763.53	764.14	764.14	764.32	0.02603	1.91	5.65	15.32	1.01

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	562.653	TR2.33	3.06	762.9	763.22	763.22	763.33	0.02782	1.42	2.15	9.96	0.98
Uno	562.653	TR 15	10.81	762.9	763.5	763.5	763.72	0.023429	2.1	5.16	11.66	1.01
Uno	545.1757	TR2.33	3.06	762.4	762.68	762.68	762.78	0.036029	1.45	2.11	9.82	1
Uno	545.1757	TR 15	10.81	762.4	762.96	762.96	763.18	0.032509	2.11	5.14	11.35	1
Uno	524.7064	TR2.33	3.06	761	761.35	761.35	761.49	0.034911	1.63	1.88	6.98	1
Uno	524.7064	TR 15	10.81	761	761.71	761.71	761.96	0.039529	2.24	4.83	9.51	1
Uno	503.0188	TR2.33	3.06	760	760.38	760.34	760.49	0.017478	1.41	2.17	7.11	0.82
Uno	503.0188	TR 15	10.81	760	760.7	760.7	760.96	0.022737	2.26	4.78	9.37	1.01
Uno	476.0712	TR2.33	3.06	759.49	759.85	759.85	759.93	0.024797	1.26	2.44	12.49	0.91
Uno	476.0712	TR 15	10.81	759.49	760.07	760.07	760.28	0.024382	2	5.4	13.45	1.01
Uno	452.7527	TR2.33	3.06	758.4	758.77	758.77	758.91	0.0272	1.65	1.86	6.7	1
Uno	452.7527	TR 15	10.81	758.4	759.15	759.15	759.43	0.02066	2.36	4.75	11.45	0.98
Uno	427.0869	TR2.33	3.06	757.6	757.92	757.92	758.03	0.029079	1.46	2.09	9.48	1
Uno	427.0869	TR 15	10.81	757.6	758.21	758.21	758.46	0.023633	2.21	4.89	9.99	1.01
Uno	401.6063	TR2.33	3.06	756.73	757.16	757.16	757.27	0.028605	1.47	2.08	9.31	1
Uno	401.6063	TR 15	10.81	756.73	757.45	757.45	757.69	0.023303	2.17	4.97	10.48	1.01
Uno	379.4627	TR2.33	3.06	755.59	755.86	755.86	755.96	0.029044	1.44	2.12	9.94	1
Uno	379.4627	TR 15	10.81	755.59	756.14	756.14	756.36	0.023549	2.1	5.15	11.67	1.01
Uno	357.2374	TR2.33	3.06	754.54	754.87	754.87	754.97	0.029468	1.41	2.18	10.7	1
Uno	357.2374	TR 15	10.81	754.54	755.14	755.14	755.37	0.023837	2.13	5.09	11.22	1.01
Uno	332.0052	TR2.33	3.06	753.03	753.44	753.44	753.59	0.027155	1.69	1.81	6.21	1
Uno	332.0052	TR 15	10.81	753.03	753.81	753.81	754.1	0.022963	2.4	4.5	7.78	1.01
Uno	308.4985	TR2.33	3.06	752.15	752.51	752.51	752.65	0.027107	1.63	1.87	6.86	1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	308.4985	TR 15	10.81	752.15	752.87	752.87	753.16	0.022561	2.36	4.58	8.21	1.01
Uno	286.8761	TR2.33	3.06	751.33	751.67	751.67	751.8	0.028892	1.64	1.87	7.11	1.02
Uno	286.8761	TR 15	10.81	751.33	752.02	752.02	752.29	0.022244	2.27	4.76	8.99	1
Uno	264.2189	TR2.33	3.06	750.4	750.75	750.75	750.89	0.026641	1.7	1.8	6.1	1
Uno	264.2189	TR 15	10.81	750.4	751.13	751.13	751.42	0.022201	2.37	4.56	8.07	1.01
Uno	242.3016	TR2.33	3.06	749.6	750.01	750.01	750.18	0.026796	1.84	1.66	4.9	1.01
Uno	242.3016	TR 15	10.81	749.6	750.47	750.47	750.77	0.033464	2.44	4.43	7.33	1
Uno	221.3342	TR2.33	3.06	748.37	748.78	748.78	748.9	0.028272	1.53	2	8.35	1
Uno	221.3342	TR 15	10.81	748.37	749.09	749.09	749.33	0.023056	2.19	4.94	10.27	1.01
Uno	196.9973	TR2.33	3.06	747.15	747.5	747.5	747.61	0.028555	1.49	2.05	8.98	1
Uno	196.9973	TR 15	10.81	747.15	747.8	747.8	748.05	0.023324	2.23	4.86	9.8	1.01
Uno	175.8949	TR2.33	3.06	746.16	746.43	746.43	746.53	0.030184	1.37	2.24	11.67	1
Uno	175.8949	TR 15	10.81	746.16	746.68	746.68	746.9	0.024113	2.04	5.29	12.63	1.01
Uno	154.2214	TR2.33	3.06	745.48	745.72	745.72	745.82	0.029744	1.38	2.22	11.41	1
Uno	154.2214	TR 15	10.81	745.48	745.98	745.98	746.19	0.023988	2.05	5.28	12.57	1.01
Uno	133.3992	TR2.33	3.06	744.75	745.04	745.04	745.16	0.028083	1.52	2.02	8.51	1
Uno	133.3992	TR 15	10.81	744.75	745.36	745.36	745.61	0.022574	2.21	4.9	9.88	1
Uno	109.419	TR2.33	3.06	743.8	744.08	744.08	744.2	0.028463	1.54	1.99	8.34	1
Uno	109.419	TR 15	10.81	743.8	744.4	744.4	744.64	0.022506	2.19	4.94	10.09	1
Uno	87.71671	TR2.33	3.06	742.88	743.19	743.19	743.31	0.029391	1.53	2	8.71	1.02
Uno	87.71671	TR 15	10.81	742.88	743.5	743.5	743.73	0.023592	2.14	5.05	11.15	1.02
Uno	65.68607	TR2.33	3.06	742.21	742.53	742.53	742.65	0.028157	1.53	2	8.32	1
Uno	65.68607	TR 15	10.81	742.21	742.85	742.85	743.11	0.022812	2.25	4.81	9.42	1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Área (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Uno	42.09979	TR2.33	3.06	741.45	741.79	741.79	741.88	0.030207	1.34	2.28	12.23	0.99
Uno	42.09979	TR 15	10.81	741.45	742.03	742.03	742.23	0.024321	2	5.42	13.55	1.01
Uno	26.12216	TR2.33	3.06	740.23	740.53	740.53	740.65	0.028093	1.57	1.95	7.74	1
Uno	26.12216	TR 15	10.81	740.23	740.87	740.87	741.13	0.022986	2.28	4.74	9.05	1.01
Uno	12.66416	TR2.33	3.06	739.45	739.79	739.79	739.93	0.027477	1.63	1.88	6.9	1
Uno	12.66416	TR 15	10.81	739.45	740.15	740.15	740.44	0.022642	2.36	4.59	8.23	1.01

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

7.7.3.5 Definición de áreas de inundación

La espacialización de las cotas, caudales y áreas de inundación estimados en el modelo Hec-RAS para las 81 secciones transversales del caño Humilladero y 84 secciones transversales de la quebrada Gazajujo se realiza mediante su exportación y procesamiento en el programa Hec Geo-Ras en Arc Gis, a partir del cual se obtuvieron los mapas con los polígonos de inundación que se generan para los diferentes escenarios hidrológicos modelados.

8 DELIMITACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA

Uno de los grandes problemas de las ciencias naturales en la actualidad, es la falta de claridad y definición exacta sobre las cosas que se desea explicar y aplicar. En este caso y objeto central de este documento, es necesario previo establecimiento de una metodología para acotar la ronda hidráulica en una fuente hídrica, dar una definición concreta sobre la misma y entender su dinámica, diferenciando entre lo que representa como ecosistema fluvial un río, un nacimiento, un estero, una ciénaga, un arroyo o caño, un escurridero; en otras palabras, se deben conocer sus componentes, su funcionamiento y su hidrodinámica, para luego delimitar su ronda o franja de protección. Se confunde lecho con cauce y se mencionan sin hacer diferenciación hidrológica y geomorfológica entre lo que representa la una y la otra.

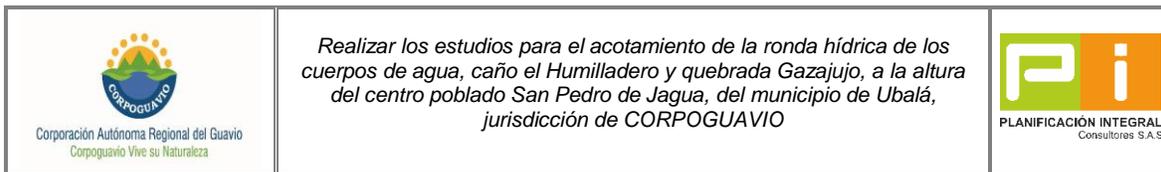
En la actualidad, algunos países del mundo, han declarado la necesidad de proteger las fuentes hídricas como una política estratégica de seguridad alimentaria y sanitaria hacia el futuro, comenzando por proteger los nacimientos de agua, los humedales, los ríos y quebradas, pero lo más relevante es la forma de acotar o marcar una distancia o franja de protección ambiental del recurso hídrico, mediante el establecimiento de un espacio perimetral a la lámina de agua; como una franja constante a la lado y lado de todos los cuerpos de agua, bajo la denominación de Ronda Hidráulica o Hídrica.

El concepto de ronda hidráulica o hídrica, que a la postre es lo mismo, aparece en los tratados ambientales en los últimos años y se da inicio en el Código Civil en 1987, mucho antes de que saliera a la luz el Decreto Ley 2811 del 18 de diciembre de 1974 o llamado Código de los Recursos Naturales, en donde se incluyó como un espacio público mediante la figura de una “franja paralela a lado y lado de las cauces naturales permanentes” en donde el espacio de uso “Público” sirviera para la protección del agua y del cauce de los ríos, quebradas y demás cuerpos de agua.

El ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en un documento elaborado por la Universidad Nacional de Medellín en diciembre de 2012 y denominado “Guía para el acotamiento de rondas hídricas”, en la página 14 – punto 1.2., establece una definición de rondas hídricas, de la siguiente manera:

Definición de Rondas Hídricas: "zonas o franjas de terreno aledañas a los cuerpos de agua que tienen como fin permitir el normal funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y eco-sistémicas propias de dichos cuerpos de agua".

La delimitación de la ronda hídrica bajo la normatividad vigente para el caso del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo, se define fundamentalmente en función de las inundaciones, la divagación del cauce y sus unidades geomorfológicas y el corredor biológico – ecosistémico. Hacia el futuro, debe ser considerada dentro del proceso de planificación ambiental y ordenamiento territorial como un elemento del territorio y del medio natural de especial significado e importancia ecosistémica y como elemento de soporte y contribución al desarrollo socio-económico para algunas poblaciones y pobladores del territorio.



Es estratégico retomar y aplicar en este proceso de manejo y administración de la ronda hídrica, algunos instrumentos normativos, que aunque hayan sido pensados y propuestos para aplicar en ordenamiento del territorio y suelo rural, pueden extenderse y aplicarse al territorio y contextos urbanos, urbano-rurales (en perspectiva ecosistémica), donde la actuación, centralidad urbanística y grado de desarrollo consolidado o no, lo permita o donde exista la posibilidad de conciliar, integrar y preservar la dinámica natural ecosistémica de la ronda hídrica.

En la “Guía para el acotamiento de rondas hídricas”¹⁰ se expone de manera esquemática la apreciación sobre los componentes y mecanismos para acotar la ronda hídrica. En primera instancia incluye un concepto de “Sistema Fluvial” y posteriormente tal y como se aprecia en la **Figura 52**, otros como cauce principal y cauce mayor; lo que lleva a considerar y lo aclara la Guía, que la geomorfología, es el elemento técnico único, mediante el cual se acotará la ronda hídrica.

Para las corrientes permanentes y semipermanentes se realizaron salidas de campo lideradas por un profesional con conocimientos en geomorfología, y complementadas con un análisis de sensores remotos, preferiblemente con fotografías aéreas a una escala adecuada las cuales facilitaron la delimitación de los cuerpos más pequeños de sedimentos.

Para definir el componente geomorfológico de las rondas hídricas, hay que entender el funcionamiento de los sistemas fluviales. Dependiendo del tipo de cuerpo de agua, el tipo de corriente y la intensidad de uso urbano, predomina uno u otro componente. En las corrientes de montaña y piedemonte, el componente geomorfológico determina la ronda hídrica, mientras que en la llanura aluvial y zonas urbanas consolidadas donde las intervenciones han transformado las corrientes y éstas han perdido su naturalidad y funcionalidad, es definida por el componente hidrológico.

¹⁰ UNAL, MADS., 2012

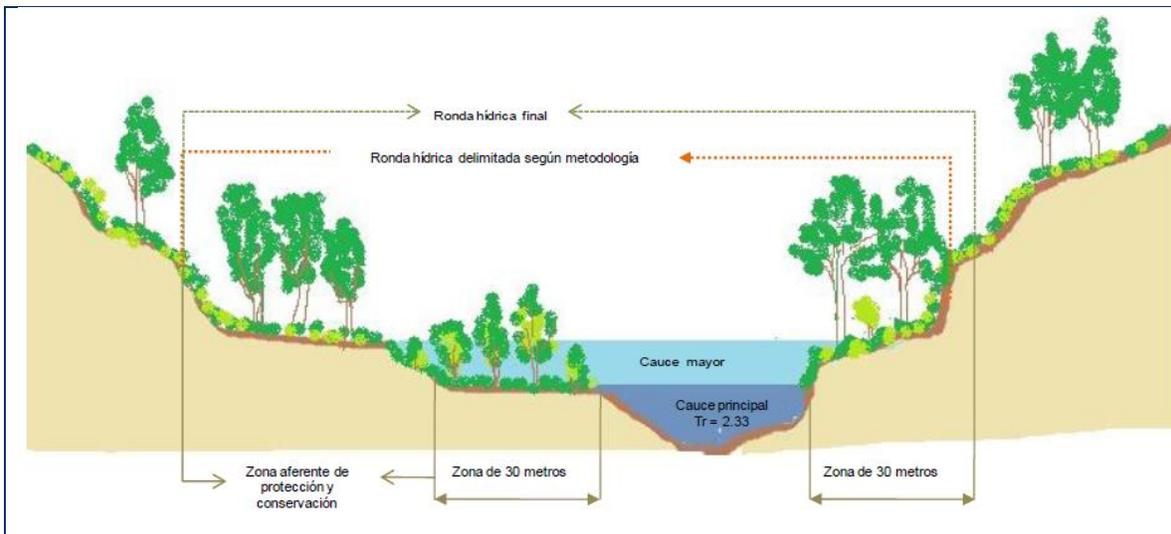


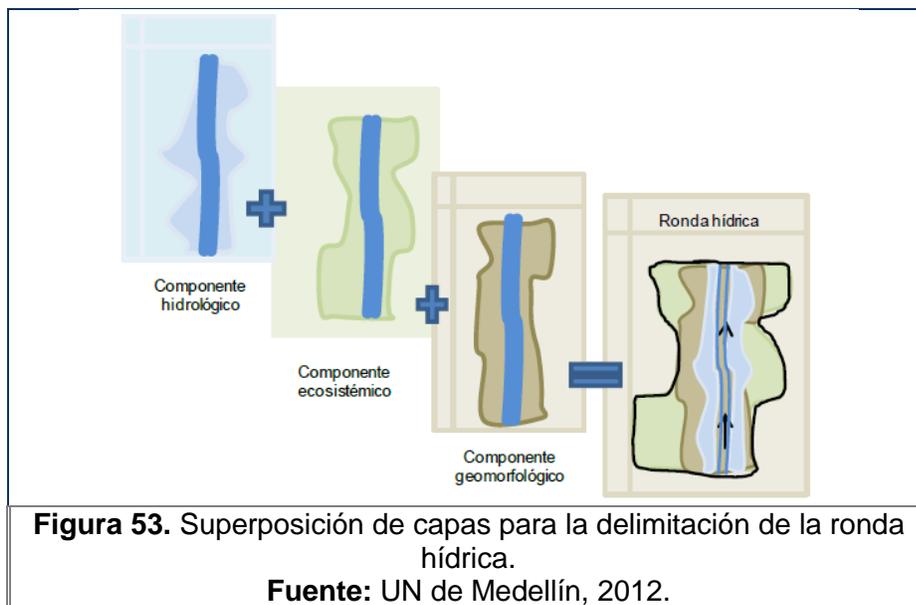
Figura 52. Definición de la ronda hídrica en términos del artículo 206 de la ley 1450 de 2011

Fuente: UN de Medellín, 2012.

Previo a la definición de los componentes que conforman la ronda hídrica, es necesario definir el cauce permanente, a partir del cual se establece la ronda hídrica (franja de protección y área aferente de conservación), cuya descripción puede observarse en el numeral 8.1 del presente informe.

La ronda hídrica se determina a partir de la envolvente que se genera por la superposición de los tres polígonos definidos por los componentes hidrológico, geomorfológico y ecosistémico. La definición de estos polígonos se hace utilizando la herramienta SIG y mediante álgebra de mapas se genera la envolvente de los tres polígonos, como se muestra en la **Figura 53**. Así las rondas quedan definidas por la envolvente de estos tres componentes de los cuales, según la condición particular, uno solo es determinante en la definición del límite de la ronda hídrica.

- ♣ **Componente geomorfológico:** Procesos morfodinámicos asociados al transporte y almacenamiento temporal del agua y sedimentos.
- ♣ **Componente hidrológico:** Zona para el flujo y almacenamiento temporal del agua y sedimentos. Zona para el flujo y almacenamiento temporal del agua y sedimentos.
- ♣ **Componente ecosistémico:** Zona asociada a la vegetación riparia y las funciones ecosistémicas del sistema fluvial, puede estar o no incluida dentro de las dos anteriores.



Por otro lado como lo indica la Guía para el acotamiento de rondas hídricas¹¹:

*Dependiendo del tipo de cuerpo de agua, el tipo de corriente y la intensidad de uso urbano, predomina uno u otro componente. En las corrientes de montaña y piedemonte, **el componente geomorfológico determina la ronda hídrica**, mientras que en la llanura aluvial y zonas urbanas consolidadas donde las intervenciones ha transformado las corrientes y éstas han perdido su naturalidad y funcionalidad, es definida **por el componente hidrológico** (subrayado y en negrilla fuera de texto).*

8.1 DEFINICIÓN DE CAUCE PERMANENTE

Tomando como referencia los criterios establecidos por el documento borrador para el acotamiento de la ronda hídrica elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cauce permanente se definió a partir del análisis geomorfológico complementado con el análisis hidrológico, teniendo como premisa que el cauce permanente corresponde a la zona de terreno sobre la cual fluye la corriente de agua con sus sedimentos en condiciones promedio.

Desde el punto de vista hidrológico, el cauce permanente corresponde al área necesaria para conducir las aguas de las crecientes máximas anuales en promedio, es decir aquellas áreas de inundación generadas por una creciente con un período de retorno de 2.33 años, escenario hidrológico modelado en el capítulo 7.7 y cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

¹¹ UNAL, MADS., 2012

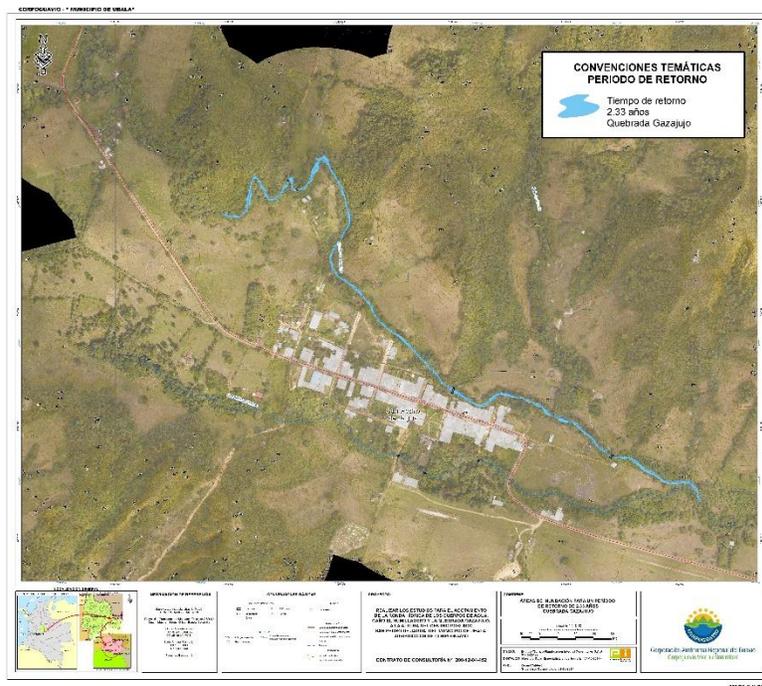
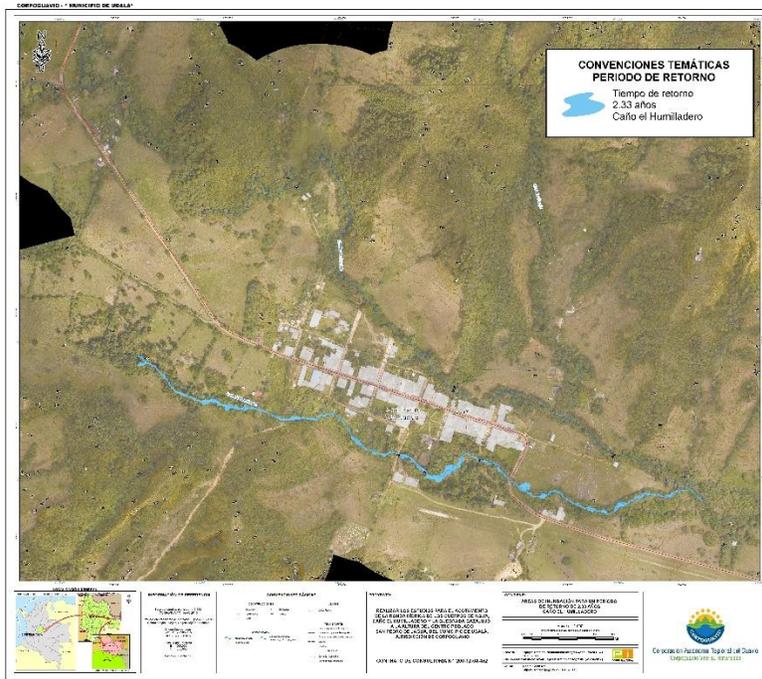


Figura 54. Cauce permanente del caño El Humilladero (arriba) y la quebrada Gazajujo.

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	---	---

A su vez, desde el punto de vista geomorfológico, el cauce permanente está marcado por el vallecito conformado por cada corriente, sobre el cual se presenta la divagación permanente de la misma y que va generando un modelado específico y característico que permite su identificación, interpretación y delimitación, complementada a partir del levantamiento topográfico y la condición hidrológica de las corrientes. Dicha unidad en el componente geomorfológico, se denominó cauce aluvial, coincide en un alto porcentaje con el cauce permanente identificado desde el punto de vista hidrológico, superándolo ligeramente en algunos sectores, por efectos de la diferencia entre la precisión matemática del hidrológico y la apreciación visual del geomorfológico, que facilitó concluir con el uso para todos los fines del presente proyecto, del primero, el hidrológico.

8.2 ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA

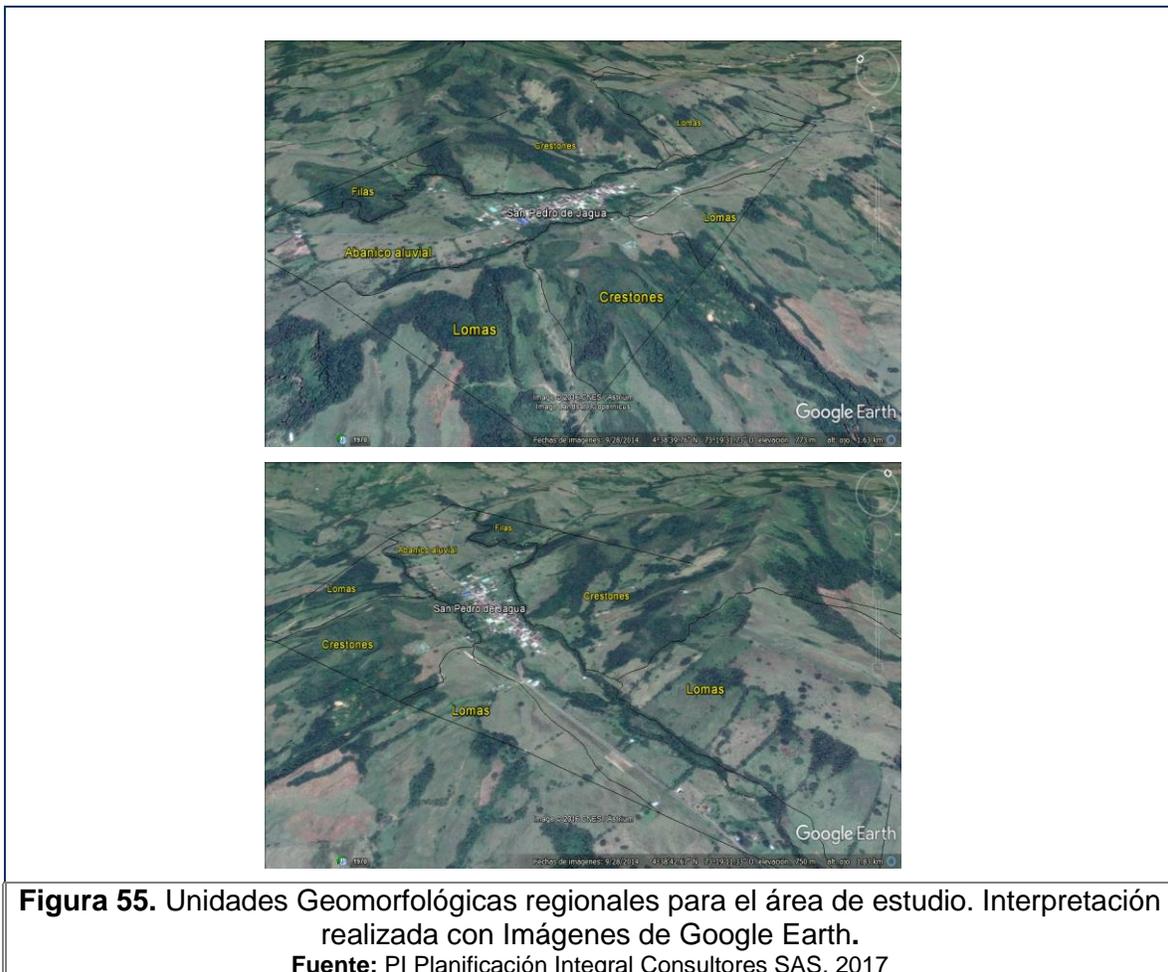
A continuación se presenta la caracterización de los componentes geomorfológico, hidrológico, ecosistémico social del área de estudio. El análisis fue realizado en un buffer de 50 m lado y lado del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo. Adicionalmente se presenta la descripción de la delimitación de la ronda hídrica a partir del componente geomorfológico que como se mencionó anteriormente y de acuerdo con la Guía para el Acotamiento de Rondas Hídricas: *“En las corrientes de montaña y piedemonte, el componente geomorfológico determina la ronda hídrica”*.

8.3 COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO

8.3.1 Aspectos Generales

El análisis geomorfológico integró la interpretación de imágenes satelitales Landsat 8, Modelo Digital del Terreno (DEM) y topografía, además de observaciones realizadas en campo, que permitieron delimitar y describir las unidades geomorfológicas asociadas a procesos morfodinámicos de un sistema fluvial.

El área se encuentra en un paisaje de montaña y lomeríos característicos de la fisiografía de la Cordillera Oriental con relieves escarpados donde sobresalen crestas y espinazos con laderas cortas y lomas de pendiente irregular (**Figura 55** y **Figura 56**).



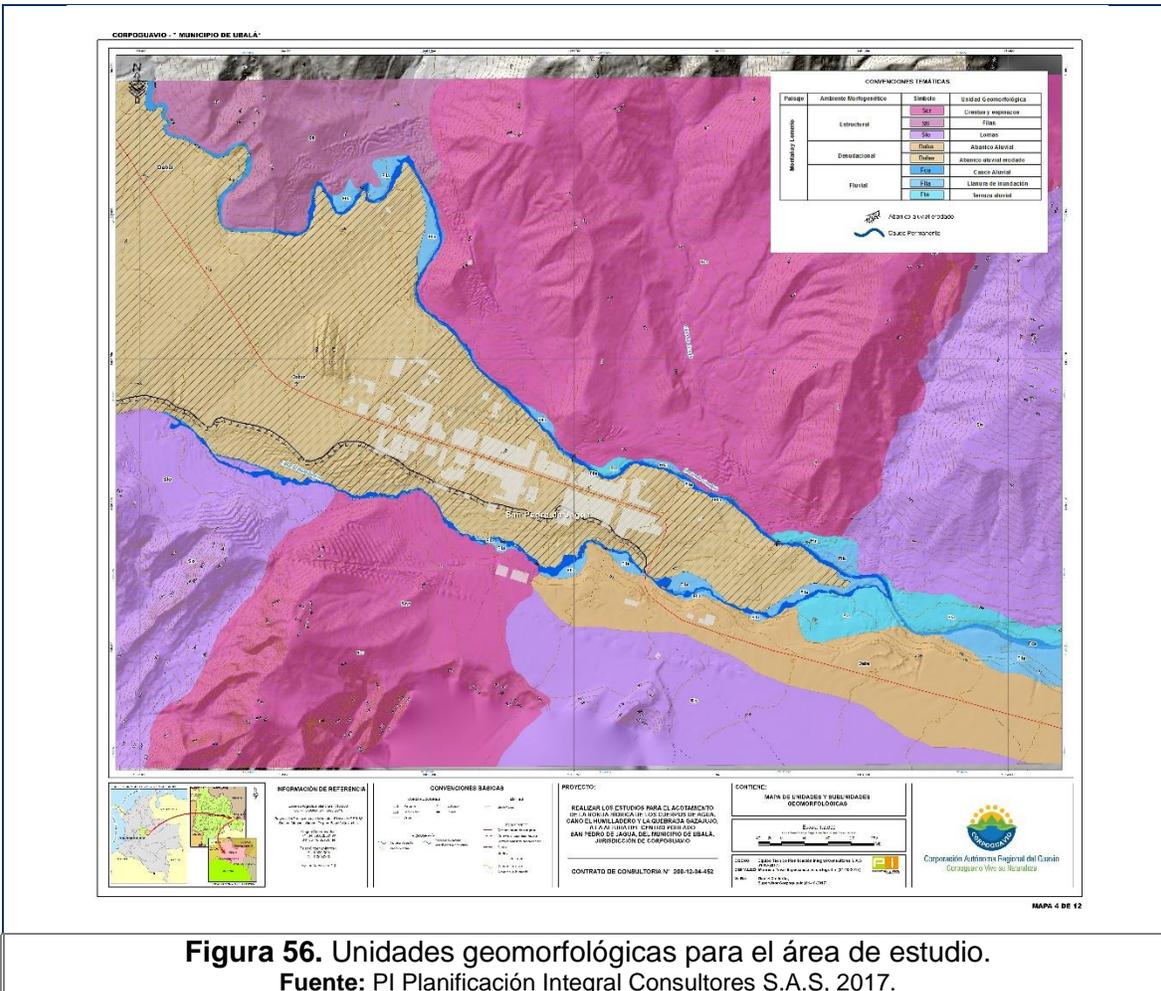


Figura 56. Unidades geomorfológicas para el área de estudio.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

Acumulado en medio de este frente montañoso se encuentra un abanico aluvial, el cual corresponde a un abanico de valle lateral, de morfología angosta y alargada, con superficies inclinadas que van desde los 7° a los 2°, confinado por las paredes laterales del valle (**Figura 55 y Figura 56**). Este abanico se encuentra formado por bloques angulares y cantos de variado tamaño, soportados en una matriz heterogénea gravosa arenosa o lodosa (**Fotografía 26**), los cuales disminuyen en tamaño hacia abajo aumentando la matriz, cubriendo discordantemente rocas del Oligoceno-Plioceno.

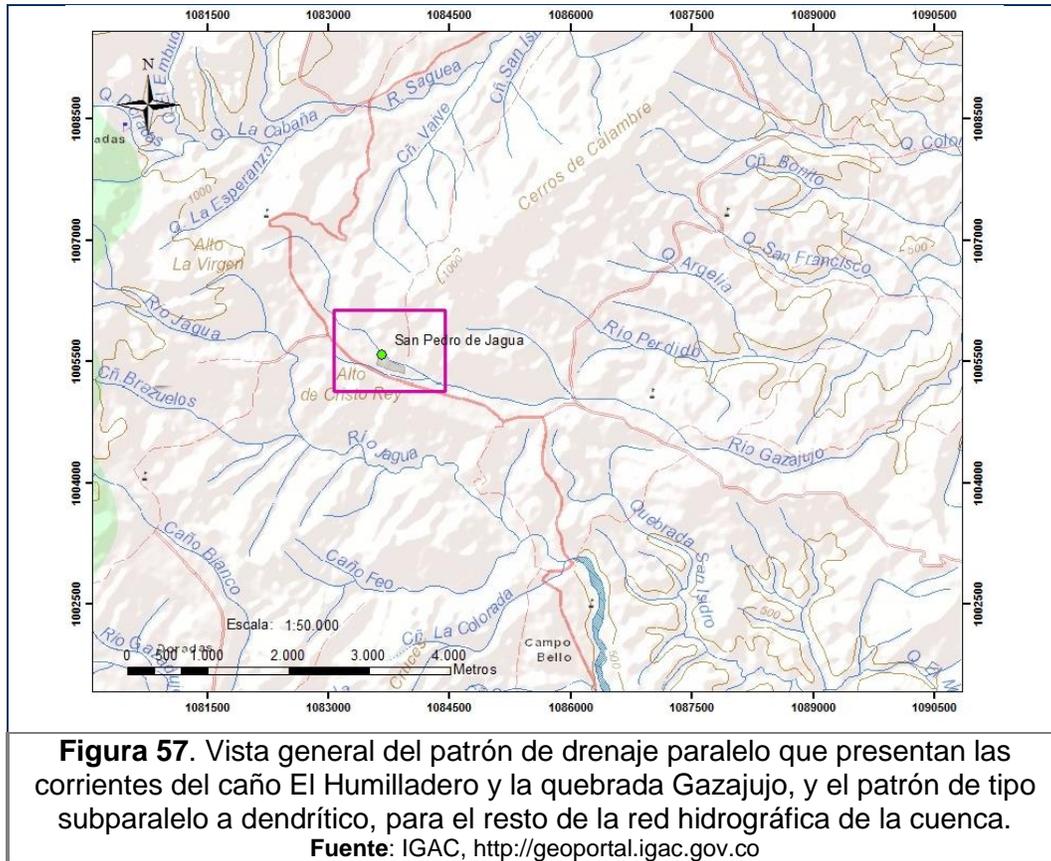


Fotografía 26. Depósitos de bloques heterométricos, subangulares a angulares vistos en la margen derecha de la quebrada Gazajujo.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

El abanico se encuentra disectado por las corrientes del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo, exponiendo un patrón paralelo, que indica un control topográfico y geológico. La quebrada Gazajujo nace en la falda del Alto de la Virgen, mientras que el caño El Humilladero nace en el sector conocido como Alto Cristo Rey a unos metros del área urbana de San Pedro de Jagua sobre una cota de 802-805 m.s.n.m, drenando en dirección NW-SE. Para el resto del área, la red hidrográfica de la cuenca se caracteriza por ser de tipo subparalelo a dendrítico, definida como una red obsecuente corriente en contra del buzamiento, el cual está controlado por la naturaleza del suelo de origen sedimentario (**Ver Figura 57**)

En general, el abanico presenta una dinámica en equilibrio, sin embargo se debe tener en cuenta que toda la masa acusa una lenta reptación. Aunque no fue notoria en campo, este proceso siempre es frecuente en este tipo de cuerpos sedimentarios, debido a que el área del abanico está actuando como una región de recarga hídrica de los acuíferos de los cuerpos sedimentarios que se encuentran debajo de este. Del mismo modo estos procesos pueden verse activados por las filtraciones de agua, procedentes del centro urbano de San Pedro de Jagua.



8.3.2 Delimitación de la ronda hídrica para el componente geomorfológico

El sistema hidrográfico sobre el cual se delimitó geomorfológicamente la ronda hídrica para el Caño El Humilladero y la quebrada Gazajujó se desarrolla sobre un abanico aluvial cuaternario (Dab), definido como una geoforma de origen denudacional, con aporte de materiales originados de un movimiento en masa y el cual ha sido sometido a una erosión por las corrientes que incidieron en su acumulación.

La geomorfología fluvial aplicada determina las dinámicas que han configurado los dominios aluviales y diferentes aspectos morfológicos, relacionados con el transporte y fases deposicionales de los materiales de arrastre. Se establece la morfogénesis de las geoformas de origen aluvial y sus principales procesos geomorfológicos como socavación, ajuste en la pendiente o en la forma de la sección.

El área corresponde a una cuenca de drenaje donde procesos climatológicos como la precipitación y la escorrentía priman, además de procesos de erosión en las vertientes e incisión de los canales principalmente en épocas de fuertes lluvias que genera eventos torrenciales. También pueden darse transporte y acumulación temporal de los sedimentos.

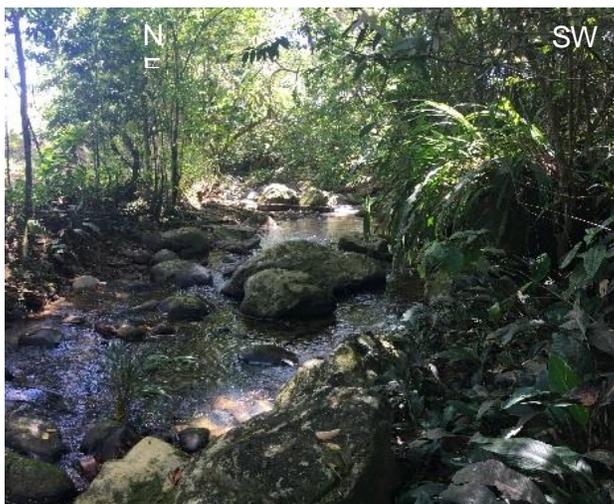
En la delimitación, se toman separadamente las dos corrientes de interés, considerando el material que se encuentra en el lecho y la erosión de sus vertientes: para la quebrada Gazajujo se idéntica como el sector I, mientras que para el caño El Humilladero se caracteriza como Sector II (**Figura 55**).

A continuación se presenta la descripción de la ronda hídrica para el área de estudio:

Sector I- Tramo A-B

En dicho tramo, la quebrada Gazajujo corre por los depósitos cuaternarios del abanico y se encuentra conformado por grandes bloques y cantos angulares con diámetros variables acumulados en el lecho, lo que aumenta su grado de rugosidad (**Fotografía 27**). Hacia la margen izquierda el tramo limita con laderas de 20 a 35% formadas por rocas sedimentarias de la Formación Corneta, las cuales corresponden a gravas interestratificadas con limolitas.

Fuertes curvaturas se presentan en este tramo, lo que genera la formación de algunas llanuras de inundación tanto en la margen derecha como en la margen izquierda. Estas llanuras presentan una escasa continuidad lateral y no son netamente horizontales. Las orillas son por lo general son casi verticales y de escasa altura cubiertas por vegetación.



Fotografía 27. Dinámica del lecho de la Quebrada Gazajujo conformada por grandes bloques y cantos de diámetros variables y un bajo caudal; las márgenes son inclinadas y se encuentran cubiertas por bosque de galería. Coordenadas: 4° 38'57'' N, 73°19'31'' O, h 790 m.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

En general los bordes de las márgenes son estables, algunos sectores presentan socavación lateral; este tramo es propenso a efectos torrenciales en épocas de lluvia en donde al aumentar el caudal, el transporte de bloques y cantos es mayor y por ende aumenta la socavación en las orillas (**Fotografía 28**).



Fotografía 28. Orillas inclinadas hacia la margen derecha de la Quebrada Gazajujo; se observa socavación lateral. Coordenadas: 4° 38'56'' N, 73°19'31'' O, h 770 m.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

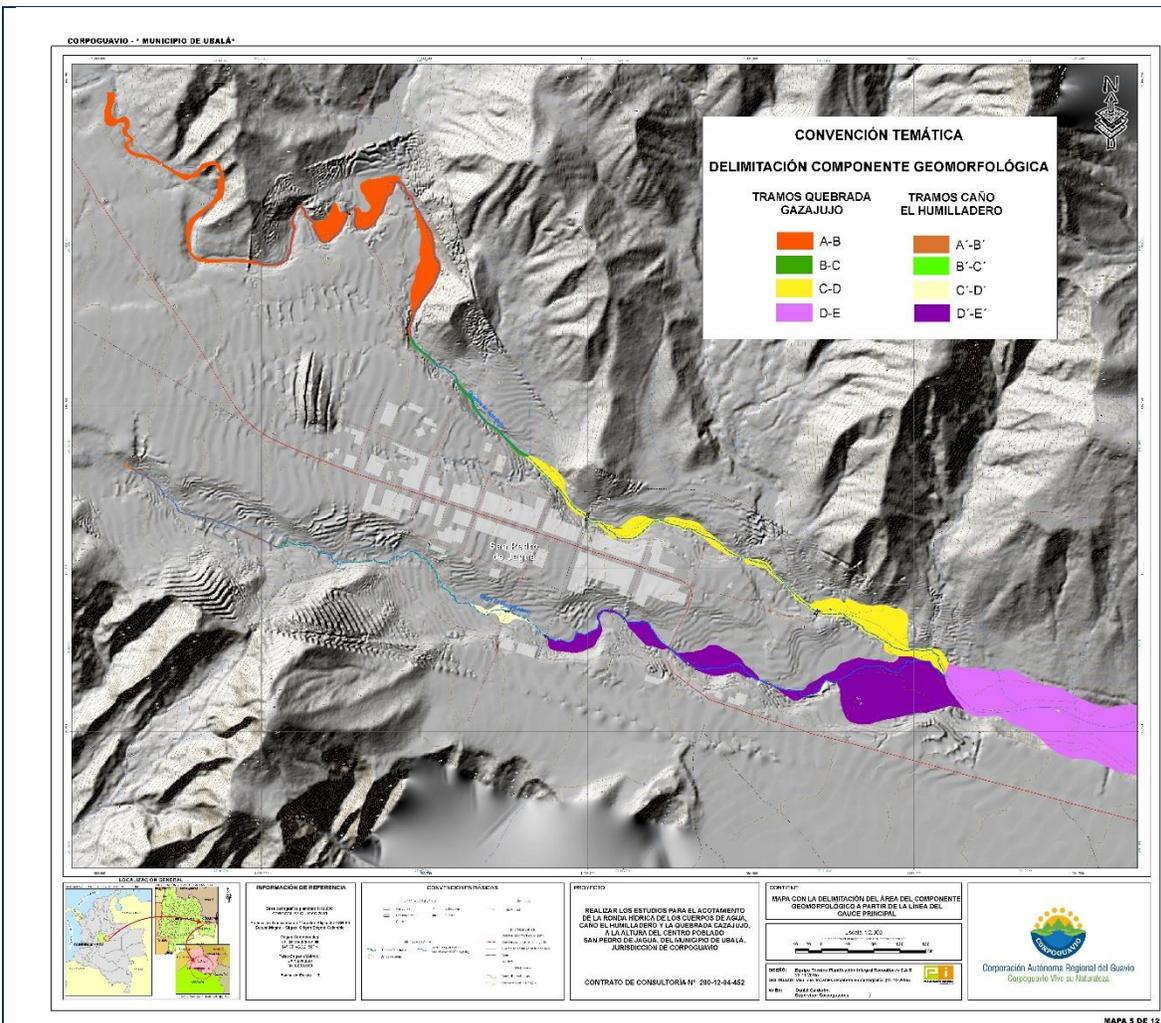


Figura 58. Delimitación de las rondas hídricas a partir de los aspectos morfológicos de la dinámica fluvial de la quebrada Gazajujo y el caño El Humilladero.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

Sector I- Tramo B-C

En este sector el caño presenta un recorrido rectilíneo, limitando en la margen izquierda con las laderas con pendientes entre 10-15%, conformadas por las rocas de la Formación Corneta. En la margen derecha, el cauce está siendo controlado por los bloques de gran tamaño que hacen parte del abanico (**Fotografía 29**).

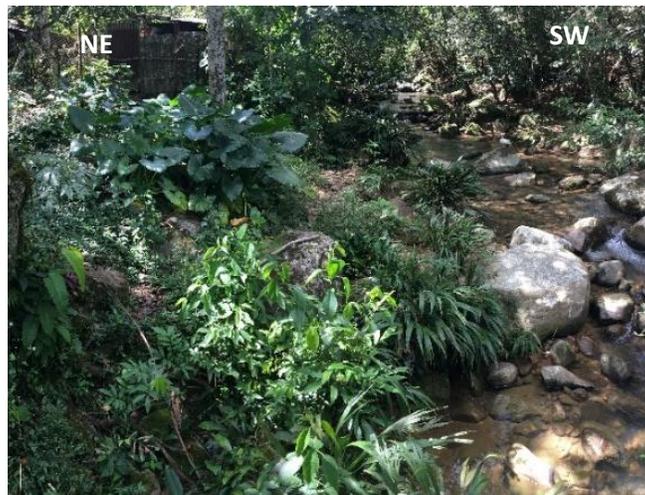
El ancho del cauce se mantiene y se presentan en el lecho cantos subangulares a redondeados de variado tamaño (**Fotografía 30**). En la mayor parte del tramo la pendiente se encuentra entre 0 a 3% y se identifica un moderado confinamiento del cauce. Los

procesos de erosión y transporte son lentos debido al bajo caudal, sin embargo, se pueden acelerar en épocas de lluvias, aumentado el caudal y por ende la socavación de las orillas. Las márgenes son estables con pendientes entre 5-7%, cubiertas por una amplia franja de bosque de galería (**Fotografía 31**).



Fotografía 29. A: Vista de laderas con pendientes entre 10-15% que encajonan en la margen izquierda el cauce. B: Cauce bordeado por una amplia franja de bosque de galería, lecho con bloques y cantos. Coordenadas: 4° 38'54'' N, 73°19'29'' O, h 770 m.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.



Fotografía 30. Lecho del río cubierto de cantos y bloques; bajo gradiente hidráulico. Coordenadas: 4° 38'51'' N, 73°19'26'' O, h 780 m.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.



Fotografía 31. Alta pendiente en la margen izquierda de la Quebrada, con estabilidad geotécnica; alto cubrimiento de las márgenes de bosques de galería. Coordenadas: 4° 38'51'' N, 73°19'26'' O, h 780 m.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

Sector I- Tramo C-D

En este tramo el cauce mantiene el mismo ancho, mostrando algunas llanuras de inundación y dando lugar a unas primeras terrazas. El cauce ya no se encuentra tan confinado y la corriente corta tanto los sedimentos cuaternarios del abanico como las rocas de la Formación Corneta, mostrando en su lecho cantos subangulares a subredondeados de menor tamaño (**Fotografía 32**).

Las orillas son bajas y las paredes que las confinan tanto de la margen derecha como izquierda tienen una pendiente ligeramente inclinada que va de unos 3 a 5%; se observan algunos puntos inestables pero no son críticos.



Fotografía 32. Orillas ligeramente inclinadas, algunos sectores irregulares y alto cubrimiento de las márgenes de bosques de galería. Lecho cubierto de cantos subangulares a subredondeados de menor tamaño. Coordenadas: 4° 38'47'' N, 73°19'22'' O, h 760 m.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

Sector I- Tramo D-E

Este tramo corresponde a la zona donde confluyen la quebrada Gazajujó y el caño El Humilladero donde se presentan llanuras aluviales y terrazas de mayor extensión. En este tramo, el cauce de la quebrada Gazajujó mantiene el ancho, mientras que el caño El Humilladero se hace más estrecho al desembocar en la quebrada. El curso ya no está confinado y la corriente corta los depósitos cuaternarios del mismo abanico.

El curso presenta cada vez menos pendiente, las orillas son bajas, casi verticales en algunos sectores, el cauce es más profundo y muestra un grado de rugosidad mucho menor ya que son característicos los cantos redondeados a subredondeados. El proceso de erosión es moderado y puede ser reactivado en periodo de lluvias.

Sector II- Tramo A'- B'

En este sector del caño El Humilladero, el cauce presenta unos tramos rectos debido a un control litológico determinado por los depósitos cuaternarios del abanico que se encuentran en la margen izquierda y de las rocas sedimentarias de la Formación Caja conformada por arenitas arcillosas, lodolitas, arcillolitas y conglomerados que afloran en la margen derecha, y las cuales exponen un relieve de lomas con laderas que van desde el 25 al 30% en pendiente.

En la margen izquierda se aprecia los depósitos cuaternarios del abanico, los cuales han sido disectados por la erosión lineal de fondo, permitiendo la convergencia en esta orilla con pendientes del 15-25% y una altura de unos 12 m desde el lecho del río.

En general los taludes son estables, y la corriente presenta un bajo caudal debido a que en este tramo nace la quebrada. Por este motivo, los procesos de erosión son lentos; sin embargo en épocas de lluvias, al aumentar el caudal la socavación de las orillas se incrementa.

Sector II- Tramo B´-C´

En este tramo, el caño El Humilladero se presenta levemente zigzagueante en tramos cortos. El cauce se mantiene estrecho y continúa confinado: hacia la margen derecha se presentan laderas con pendientes de 26 a 12% constituidas por las rocas de la Formación Caja, y hacia la margen izquierda se presentan pendientes de 5-10% en los depósitos del abanico.

En dicho tramo, la corriente corta tanto los sedimentos cuaternarios del abanico como las rocas de la Formación Caja, mostrando en su lecho cantos más pequeños y redondeados (**Fotografía 33**). Del mismo modo la corriente presenta un bajo caudal, con orillas muy bajas. El proceso de erosión es moderado a bajo y puede ser reactivado en periodo de lluvias.



Fotografía 33. Lecho cubierto de gravas subredondeadas a redondeadas, orillas muy bajas y muy bajo gradiente hidráulico. Coordenadas: 4° 38´45´´ N, 73°19´30´´ O, h 780 m.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

Sector II- Tramo C´-D´

Corresponde a un tramo de bajo gradiente, en donde el canal adquiere un patrón sinuoso, manteniendo un confinamiento por las laderas de la Formación Caja y los depósitos del abanico que han sido erodados y que presentan alturas promedio de 7 m (**Fotografía 34**). Esta sinuosidad configura una baja capacidad de transporte del canal dando lugar a estrechas llanuras de inundación (**Fotografía 35**). En algunos tramos donde la curvatura se hace más pronunciada aumentando el ancho del cauce.

Las orillas son de poca altura, por ende presentan una estabilidad considerable. Se mantienen los procesos de erosión fluvial, sin embargo su intensidad es baja a moderada; sin embargo estos procesos aumentan en temporadas de lluvia.



Fotografía 34. Laderas de la Formación Caja, que confinan el cauce del caño El Humilladero; las orillas son de poca altura y el gradiente hidráulico es muy bajo. Coordenadas: 4° 38'42'' N, 73°19'20'' O, h 770 m.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.



Fotografía 35. Llanuras de inundación formadas en ambos costados de las márgenes del Caño, Laderas de la Formación Caja, que confinan el cauce del caño. Coordenadas: 4° 38'42'' N, 73°19'25'' O, h 760 m.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

En la vía de acceso al centro poblado, se observó a la altura de la carretera la conducción del caño por medio de una alcantarilla; en este punto el ancho del caño se reduce (**Fotografía 36**).



Fotografía 36. Tramo del caño conducido por una alcantarilla; el cauce mantiene un bajo gradiente hidráulico y presenta una franja de bosque de galería. Coordenadas: 4° 38' 40'' N, 73° 19' 18'' O, h 690 m.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017.

Sector II- Tramo D'-E'

En este tramo, el ancho del cauce se incrementa en algunos sectores, está menos confinado y no es tan profundo. En este trayecto predomina la depositación sobre la erosión con la formación de llanuras de inundación estrechas y alargadas.

En este punto la morfología plana del abanico aluvial prima, con márgenes con pendientes de 0-3%. Se presenta una notoria reducción de la pendiente del lecho y las orillas casi verticales de poca altura son estables.

El proceso de erosión en este punto es lento, sin embargo se considera que puede ser reactivado en periodos de lluvias.

8.4 COMPONENTE HIDROLÓGICO

8.4.1 Levantamiento de información de campo

Inicialmente, se realizó el levantamiento de información de campo, mediante recorridos en la zona de estudio identificando los niveles de agua, las áreas inundadas y se trató de identificar los elementos afectados durante algún evento hidrológico histórico, con base en entrevistas de campo a pobladores de la zona.

Se efectuó una visita de reconocimiento del área de estudio el día 9 de noviembre del 2016, con el objeto de verificar el estado de las fuentes hídricas y la identificación de huellas de crecientes históricas, sin embargo, tal como aparece en el registro fotográfico, no se ve con claridad indicios de crecientes considerables y preguntando a los pobladores, mencionan que no recuerdan inconvenientes en los últimos 20 años debido a crecientes, manifestando inconvenientes por malos manejos frente a derivaciones inadecuadas y procesos de deterioro por vertimientos incontrolados que afectan progresivamente la calidad del agua, en especial en la quebrada Gazajujo.

A continuación, se presenta el registro fotográfico respectivo.



Tramo centro poblado de San Pedro de Jagua



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpogavio Vive su Naturaleza

Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO





Fotografía 37. Quebrada Gazajujo. Tramo aguas arriba del centro poblado de San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS. 2017





Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguvio Vive su Naturaleza

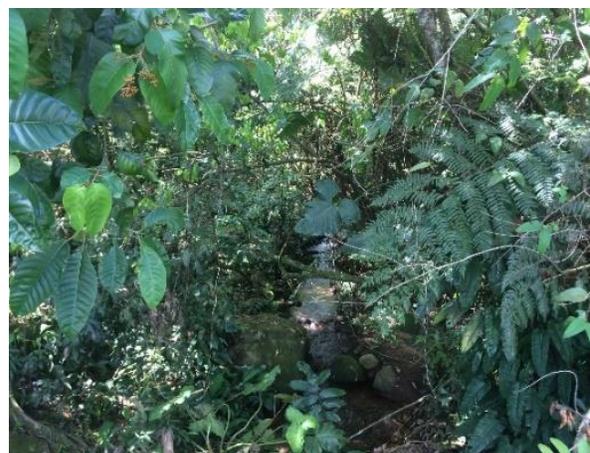
Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO



Tramo centro poblado de San Pedro de Jagua



Tramo aguas abajo del centro poblado de San Pedro de Jagua





Fotografía 38. Caño Humilladero (Animas). Tramo aguas arriba del centro poblado de San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS. 2017

8.4.2 Eventos históricos con la comunidad

Como ya se mencionó, durante el trabajo de campo se realizó la evaluación completa acerca de eventos históricos ocurridos en el área del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo, constatando que desde el punto de vista geomorfológico e hidrológico, no hay evidencias de probables inundaciones o avenidas torrenciales.

Igualmente, durante dicha fase se incluyó una pregunta en el censo georreferenciado, en la cual se consultó a los encuestados si durante el tiempo que han vivido o conocen las dos corrientes y el centro poblado de San Pedro de Jagua, se ha presentado alguna inundación o creciente súbita, a la cual de manera unánime los encuestados dijeron que no tienen recuerdo alguno con respecto a eventos de este tipo. Por el contrario y de manera reiterada, si mencionaron la condición de contaminación de las dos corrientes.

8.4.3 Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica

Teniendo en cuenta lo establecido en la Guía para el acotamiento de la ronda hídrica elaborada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el trabajo de campo y los resultados de la modelación hidráulica e hidrológica para el caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo en el área de estudio descritos en el capítulo 7.7 del presente documento, el componente hidrológico de la ronda hídrica para cauces naturales o poco intervenidos, como es el caso de los cuerpos de agua objeto de estudio corresponde a los niveles máximos alcanzados para un período de retorno de 15 años, áreas de inundación que fueron determinadas en la modelación hidráulica e hidrológica presentada en el capítulo 7.7.

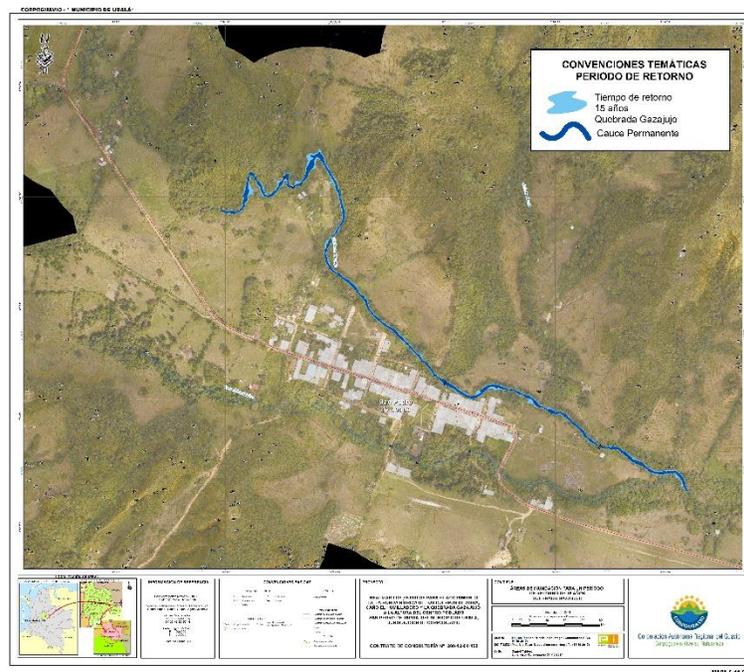
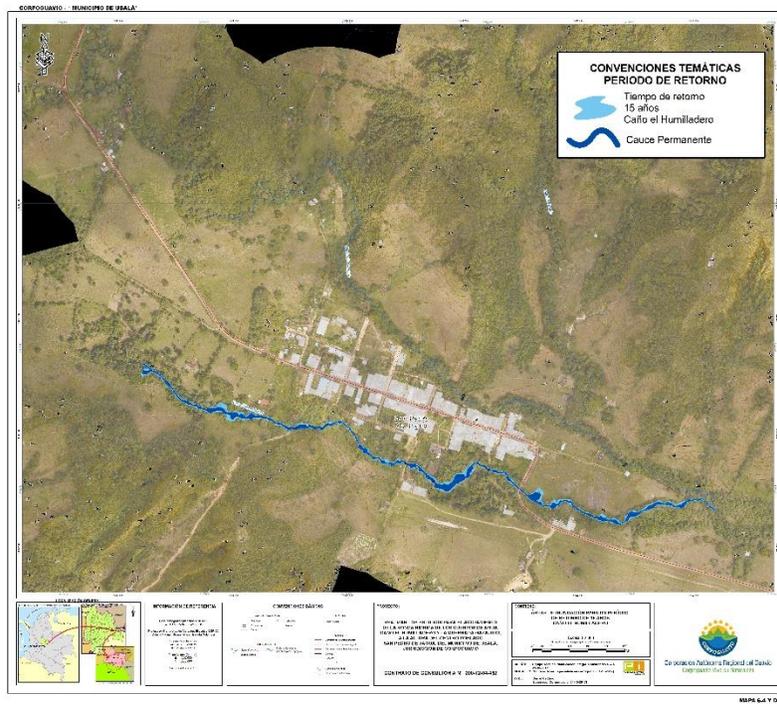


Figura 59. Componente hidrológico de la ronda hídrica del caño El Humilladero (arriba) y la quebrada Gazajujo

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguavio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
--	---	---

8.5 COMPONENTE ECOSISTÉMICO

8.5.1 Aspectos generales

El municipio de Ubalá pertenece a la provincia del Guavio, de acuerdo con el plan de desarrollo Turístico hace parte de “La ruta del Agua hacia el corazón de la cultura Muisca” impulsada en la Alianza por el Guavio, el cual busca el desarrollo de proyectos que apunten a la sostenibilidad desarrollando el turismo. El municipio se caracteriza por poseer Áreas estratégicas de importancia hídrica y ambiental, posee ecosistemas boscosos en un buen estado de conservación (10.870 ha de Bosque Primario y 1.406,2 ha de Bosque Secundario), además cuenta con corredores biológicos como el Cerro del Ají y La Cuchilla de San Cayetano; y vegetación protectora de cauces en fuentes de diferentes cuencas y micro cuencas del Municipio.

Para el municipio de Ubalá en el sector B se encuentran dos inspecciones: Mámbita y San Pedro de Jagua, que en conjunto reúnen 15 veredas, las cuales cabe resaltar que cumplen un importante rol funcional como centros poblados con fuerte influencia sobre la porción Oeste del Municipio de Medina¹. Según el Plan de Acción Ajustado del Municipio de Ubalá, desde el 2007 San Pedro de Jagua hace parte de las zonas con ecosistemas estratégicos que requieren manejo especial, mediante su declaratoria como áreas protegidas para disponer de mayores herramientas de gestión y conservación².

Según el Esquema de Ordenamiento Territorial de Ubalá³ se establece que la totalidad del municipio se encuentra ubicado en una zona catalogada como de alta amenaza sísmica (AIS, 1997), por su ubicación San Pedro de Jagua es particularmente vulnerables a riesgos sísmicos ya que allí convergen las Fallas de Santa María, de Lengupá y de Tesalia. Adicionalmente, se reporta amenaza hidrológica en la inspección de San Pedro de Jagua que es cruzada por la quebrada Gazajujo y el caño El Humilladero los cuales enmarcan su casco urbano al NE y SW respectivamente. En particular existe riesgo crítico para casas ubicadas a lo largo de las Calles 4 y 5, especialmente en la Calle 4 con Carrera 2 donde ya se presentan problemas de socavación de orillas. Finalmente, se resaltan algunas amenazas antrópicas, en cuanto a este factor la amenaza más relevante es la de incendios forestales, los cuales se presentan principalmente en los denominados Cerros de Calambre de San Pedro de Jagua.

En el área de estudio la vegetación natural se encuentra representada en mayor proporción por las coberturas: Bosque de galería bajo con 32,58 ha (23,69%) y Vegetación secundaria (alta y baja) con 20,02 ha (14,56%). Adicionalmente, la cobertura más significativa corresponde a Pastos limpios con 57,90 ha (42,09%), teniendo en cuenta que estos se generan en mayor medida por la intervención antrópica.

8.5.2 Descripción de los tipos de cobertura

A continuación se presenta la descripción de cada una de las coberturas definidas en el área de estudio del proyecto (Ver **Figura 60**).

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavió Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	---	---

8.5.2.1 Territorios artificializados

Comprende las áreas de las ciudades y 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. En el área de estudio se encuentran:

- **Tejido urbano continuo**

Son los espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno, tanto la vegetación como el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. Para la zona de estudio, esta cobertura comprende una extensión de 5,09 ha y corresponde al área urbana de la inspección de San Pedro de Jagua (**Fotografía 39 y Fotografía 40**).

	
<p>Fotografía 39. Parque Central de San Pedro de Jagua. Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.</p>	<p>Fotografía 40. Calles y viviendas de San Pedro de Jagua. Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.</p>

- **Zonas industriales o comerciales**

Corresponde a las áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales o industriales. Para el área estudiada comprende una extensión de 0,2 ha (**Fotografía 41**).



Corporación Autónoma Regional del Guavio
Corpoguvio Vive su Naturaleza

Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO



Fotografía 41. Zona comercial de San Pedro de Jagua.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017. Con soporte en imagen Google Earth.

- **Red vial, ferroviaria y terrenos asociados**

Se define por los espacios artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas; se incluye la infraestructura conexas y las instalaciones asociadas tales como: estaciones de servicios, andenes, terraplenes y áreas verdes. En la zona corresponde a la vía de acceso principal (carretera pavimentada) y las calles del pueblo pertenecientes a 2,14 ha (**Fotografía 42** y **Fotografía 43**).



Fotografía 42. Calles de San Pedro de Jagua.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.



Fotografía 43. Vía principal de acceso.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

8.5.2.2 Pastos

Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace. Para el área de estudio se definieron:

- **Pastos Limpios**

Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. Esta fue la cobertura más representativa en el estudio ya que comprende 59,45 ha. Dentro de las especies más representativas para el establecimiento de pastos limpios están *Dichanthium aristatum*, *Paspalum virgatum*, *Brachiaria decumbens*, *Pennisetum purpureum* y *Brachiaria humidicola* (**Fotografía 44** y **Fotografía 45**).

	
<p>Fotografía 44. Pastos limpios cerca de la zona urbana. Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.</p>	<p>Fotografía 45. Zona con pastos limpios cercana a la quebrada Gazajujo. Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.</p>

- **Pastos arbolados**

Esta cobertura incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavió Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	--	---

dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad de pastos.

Se puede asociar directamente a las especies de pastos brachiaria (*Brachiaria humidicola* y *Brachiaria dictyoneura*) en terrenos dedicados a la actividad ganadera (pastoreo de ganado), las cuales han sido establecidas antrópicamente y donde periódicamente se realizan prácticas de manejo, generalmente esta cobertura hace parte de un sistema silvopastoril en donde se han sembrado árboles con el fin de dar sombra al ganado o actúan como cercas vivas que sirven como lindero e impiden el paso de los animales a otros predios, distribuidos de forma dispersa encontrando árboles como Yopo (*Anadenanthera peregrina*), Igúa (*Albizia guachapele*), Dormidero (*Calliandra surinamensis*) y Trompillo (*Guarea guidonia*), dentro de la zona estudiada comprende 4,28 ha (**Fotografía 46** y **Fotografía 47**).

	
<p>Fotografía 46. Pastos arbolados en zonas ganaderas. Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.</p>	<p>Fotografía 47. Pastos arbolados cercanos a la quebrada Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.</p>

- **Pastos enmalezados**

Se define mediante las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas (la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m) conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. Para la zona corresponde a 14,05 ha asociados a zonas de ganadería en las que crece “maleza”, a actividad agrícola o a la recuperación de áreas intervenidas en las que se evidencia el abandono de la tierra (**Fotografía 48** y **Fotografía 49**).

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavió Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	---	---

	
<p>Fotografía 48. Pastos enmalezados cerca a la quebrada Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.</p>	<p>Fotografía 49. Pastos enmalezados en predios privados. Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.</p>

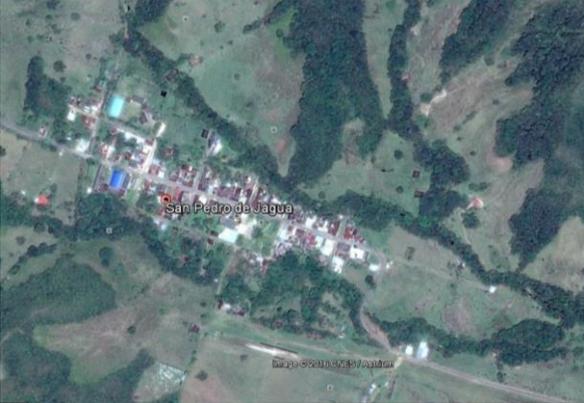
8.5.2.3 Bosques y áreas seminaturales

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación. Las unidades se agrupan para la zona en:

- **Bosque de galería bajo**

Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas. Debido a la presencia de los cuerpos de agua (caño El Humilladero y quebrada Gazajujo) está zona corresponde a 32,76 ha que bordean los afluentes de agua, cabe recalcar que los bosques se encuentran afectados debido al desarrollo de actividades como la ganadería y la porcicultura, y en menor escala la agricultura, las cuales han afectado estructuralmente esta cobertura (**Fotografía 50** y **Fotografía 51**).

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpogavio Vive su Naturaleza</p>	<p>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	--	---

	
<p>Fotografía 50. Bosque de galería bordeando los dos cuerpos de agua. Fuente: Google Earth.</p>	<p>Fotografía 51. Bosque de galería en la caño El Humilladero. Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.</p>

- **Vegetación secundaria alta**

Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbórea con dosel irregular y presencia ocasional de arbustos, palmas y enredaderas, que corresponde a los estadios intermedios de la sucesión vegetal, después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o a forestación de los pastizales. Se desarrolla luego de varios años de la intervención original, generalmente después de la etapa secundaria baja. Según el tiempo transcurrido se podrán encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias. Corresponde a 4,67 ha del área estudiada (**Fotografía 52**).



- **Vegetación secundaria baja**

Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, que corresponde a los estadios iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o a forestación de los pastizales. Se desarrolla posterior a la intervención original y, generalmente, están conformadas por comunidades de arbustos y herbáceas formadas por muchas especies. La vegetación secundaria comúnmente corresponde a una vegetación de tipo arbustivo - herbáceo de ciclo corto, con alturas que no superan los cinco metros y de cobertura densa. Representada por 15,39 ha (**Fotografía 53**).

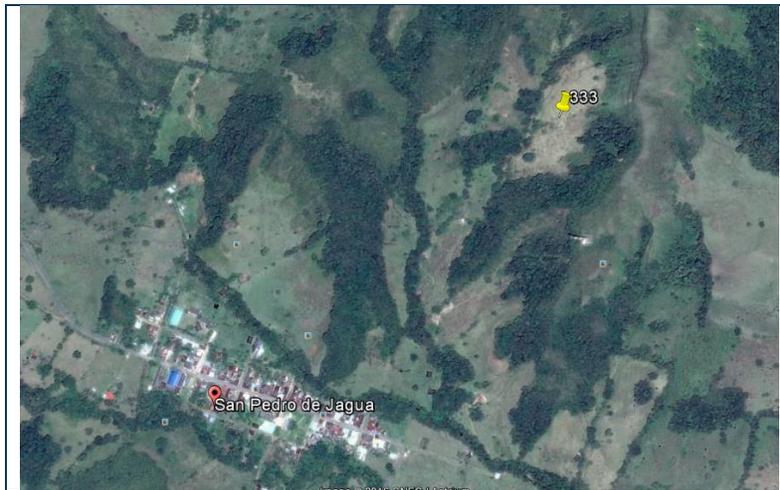


8.5.2.4 Tierras desnudas y degradadas

Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas. Se incluyen las áreas donde se presentan tierras salinizadas, en proceso de desertificación o con intensos procesos de erosión que pueden llegar hasta la formación de cárcavas. En la zona comprende 1,29 ha (**Fotografía 54**).

8.5.2.5 Tierras desnudas y degradadas

Esta última cobertura descrita, comprende el área del cauce permanente del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo, en una extensión aproximada de 1,60 ha.



Fotografía 54. Tierras degradadas.

Fuente: Google Earth.

8.5.3 Ecosistemas

La caracterización del componente ecosistémico se realizó bajo los criterios establecidos en la guía para el acotamiento de rondas hídricas de los cuerpos de agua de acuerdo a lo establecido en el artículo 206 de la ley 1450 de 2011. En ella se recalca la importancia de la vegetación nativa como un indicador de calidad ecosistémica, de igual manera la función de la altitud de la vegetación con respecto al ancho de la franja del cauce.

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 msnm, con temperaturas mayores a 24°C y precipitación media anual de 3.000 mm. Se definió el bioma Orobioma Bajo de los Andes “Ob-A” (IDEAM, 2007), el cual comprende zonas de piedemonte de la cordillera oriental con una altitud entre los 500 y los 1.800 msnm.

El Orobioma Bajo de los Andes está definido como “las áreas de montaña localizadas aproximadamente entre los 500 y 1.800 msnm, donde se presentan temperaturas de entre 18 y 24 °C. No obstante, es posible que estos rangos fluctúen de acuerdo con la posición geográfica de la montaña. A los Orobiomas bajos comúnmente se les asigna el nombre de piso subandino, dada su relación con la cordillera de los Andes”⁴.

En la **Tabla 25** y **Figura 60** se observa que los ecosistemas de mayor representatividad son los pastos limpios con un 44,7%, debido a la clara influencia antrópica en la zona, y los bosques de galería bajos representados por un 29,4%.

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	--	---

Tabla 25. Áreas por ecosistemas presentes en el área de estudio

BIOMA	NOMBRE	CÓDIGO	TOTAL (Ha)
Orobioma bajo de los Andes	Tejido urbano continuo	111	2,83
	Zonas industriales o comerciales	121	0,20
	Pastos limpios	231	23,65
	Pastos arbolados	232	2,35
	Pastos enmalezados	233	3,79
	Bosque de galería bajo	3142	15,54
	Vegetación secundaria baja	3232	2,96
	Cuerpos de agua	512	1,60
TOTAL			52,92

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

En la **Figura 60** se presenta el mapa de caracterización ecosistémica del área de estudio incluyendo ambas corrientes (caño El Humilladero y quebrada Gazajujo). Se evidencia una clara disminución de los bosques de galería bajos para reemplazar el uso del suelo con pastos limpios, la consecuencia del nuevo uso que se está destinando genera un impedimento del bosque de galería como corredor biológico, cabe mencionar que hay zonas donde la transición es casi inmediata por lo tanto no hay efecto de borde que genere una mitigación a la llegada directa de escorrentía con posibles contaminantes.

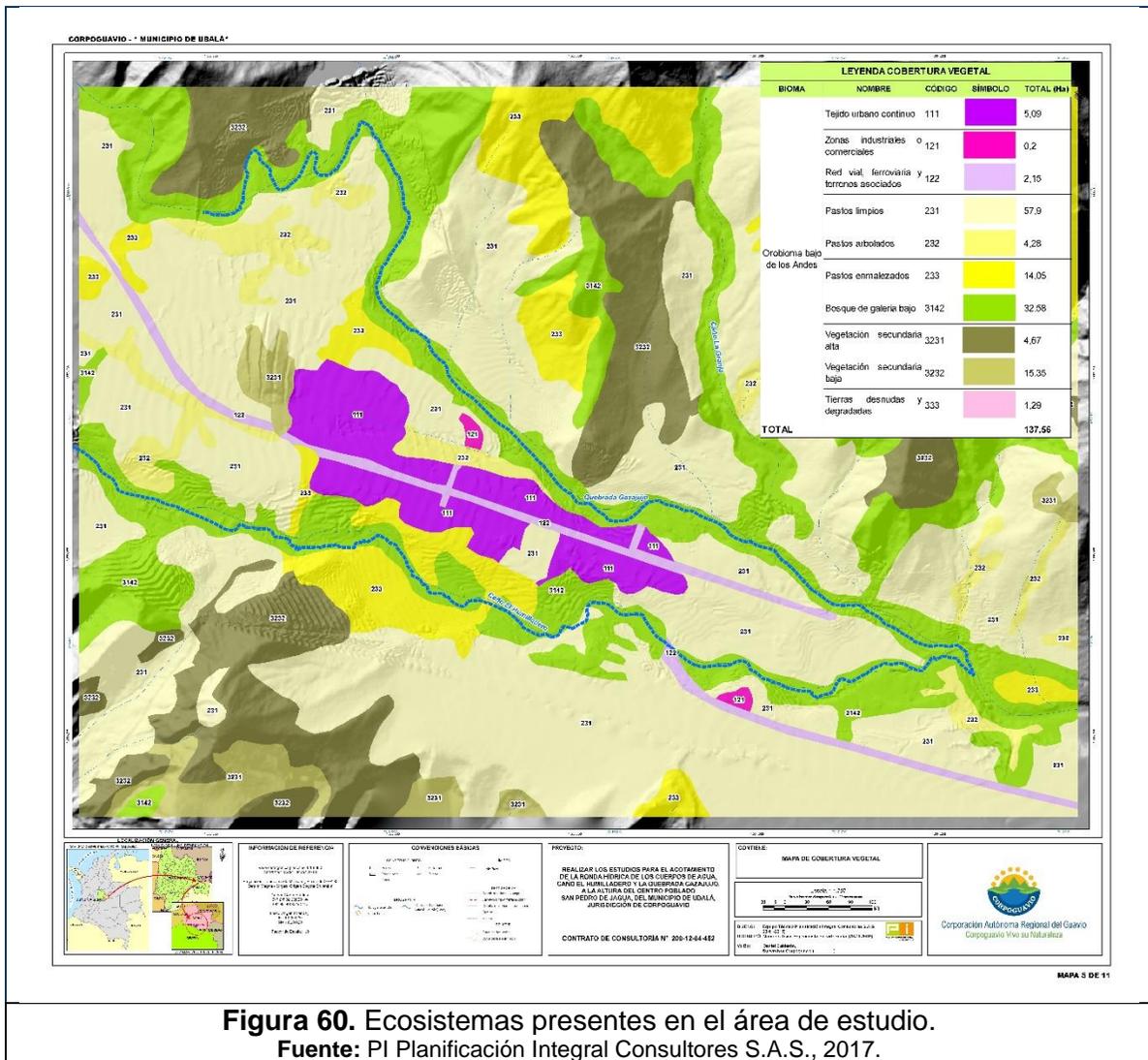


Figura 60. Ecosistemas presentes en el área de estudio.
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

8.5.4 Ecosistemas de importancia estratégica

Para el área de estudio, se identificaron el Bosque de galería y la Vegetación secundaria (alta y baja) como los ecosistemas de importancia estratégica.

De acuerdo con el Esquema de Ordenamiento Territorial para el municipio de Ubalá B y en la jurisdicción municipal se han reportado 192 familias, 467 géneros y 1029 especies entre hongos, líquenes, hepáticas, musgos, helechos.

Debido a los usos del suelo establecidos (**Figura 60**) el bosque ripario es un ecosistema estratégico, actúa prestando un servicio de mitigación de daños a las cuencas que

suministran y drenan el agua que usa la población, tanto para uso doméstico como para las actividades pecuarias que se llevan a cabo en la zona.

La cobertura vegetal de zona se encuentra en un estado de bosque aproximado al ideal, donde se evidencia la presencia de procesos de sucesión (**Fotografía 48**), en contadas zonas se observa un procesos de sucesión relacionado con una zona de amortiguación y mitigación de efecto de borde, con pastizales densos y arbustos nativos, generalmente hay poca vegetación introducida ya que principalmente la causa de deforestación se debe a la implementación de pastos limpios por acción antrópica.

Al analizar el criterio de la zona de valor ecológica se observó que para la quebrada Gazajujo la vegetación que bordea el cauce (**Figura 54**) a pesar de que no es muy ancha, presenta zonas de bosque de galería pequeñas y cortas a lado y lado del cauce, la vegetación se caracteriza principalmente por su poca densidad y fácil acceso, la altitud promedio de la vegetación aledaña se encuentra entre los 5 y 8 metros. Por otro lado, el caño El Humilladero (**Figura 55**) presenta un bosque de galería más extenso de lado a lado, favoreciendo la protección de la cuenca y dándole un mayor valor ecológico, en general la vegetación tiene la misma altura promedio.

	
<p>Fotografía 55. Quebrada Gazajujo. Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.</p>	<p>Fotografía 56. Caño El Humilladero, o las Ánimas. Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.</p>

Según el EOT de Ubalá existe una amenaza hidrológica debido a que se encuentran construcciones cercanas a la ronda, específicamente en la calle 4 con carrera 2 donde se observa socavación de orillas, se debe tener en cuenta que el bosque de galería actúa como mitigador de inundaciones y erosión (Torres I; 2005), siendo este fundamental en la toma de decisiones en los sistemas de gestión y planeación territorial. Es de destacar que esta referencia se toma como base para entender que los instrumentos de planificación comprenden la importancia de ecosistemas estratégicos como los bosques de galería, sin

ser esta una conclusión del presente documento, ya que estas harán parte del ejercicio posterior a la delimitación.

Las condiciones óptimas del suelo y clima favorecen la regeneración natural del bosque de galería el cual presenta una alta riqueza de especies de flora y fauna, dadas las condiciones micro climáticas y edáficas que se observan al interior del bosque las especies compiten por luz y espacio manteniendo una funcionalidad ecológica.

8.5.4.1 Índice de valor de importancia

El índice de valor de importancia (IVI), es un indicador de la importancia fitosociológica de una especie dentro de un ecosistema forestal. Para el análisis IVI se tuvo en cuenta el ecosistema de bosque de galería por su porcentaje de representatividad de 23,69% en el área de estudio. Este ecosistema se encuentra *constituido por una comunidad vegetal dominada por elementos arbóreos, los cuales forman un dosel continuo que ocupa más del 70% del área total de la unidad, se ubican adyacentes al cauce de las principales ríos, caños y quebradas de las sabanas naturales, cumpliendo la función de estabilización del curso hídrico, en donde el nivel freático está muy cerca de la superficie y no presenta cambios estacionales significativos* (Hernández & Sánchez, 1994).

Los bosques de galería o riparios, en términos generales presentan una estructura ecológica conservada; en estos se destacan las familias Leguminosae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae y Myrtaceae características de bosques húmedos tropicales donde es común encontrar especies como *Protium heptaphyllum* (caraño), *Tapirira guianensis* (quincedias) y *Socratea exorrhiza* (palma zancona).

Para determinar el comportamiento horizontal dentro de la cobertura se hace un análisis aplicando la metodología del Índice de Valor de Importancia (IVI) sugerida por Lamprecht (1990), que es una medida de cuantificación para asignar a cada especie una categoría de importancia, se obtiene luego de sumar la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa (Área basal).

La **Figura 61** resalta las especies con mayor peso ecológico en donde la *Cecropia engleriana* con un 10,47% obtuvo el mayor IVI, al reflejar un alto valor en abundancia, frecuencia y dominancia, en segundo lugar se reporta la especie *Protium heptaphyllum* con un 8,91%, seguida por *Guarea guidonia* con un 8,53%.

Para el índice de valor de importancia se presenta una tendencia en donde las especies que se concentran en la categoría de otras especies son las que están determinando la heterogeneidad del bosque de galería en donde no predomina mayoritariamente ninguna especie sino que se conservan las condiciones medioambientales óptimas para que la estructura y diversidad sean altas.

Los valores tomados por este índice reflejan la gran diversidad de las comunidades asociadas a cuerpos de agua a pesar de los grandes disturbios a los que fueron y son sometidas actualmente, de acuerdo con Marques *et al.* (2003) en ellas se forman estrechos

corredores biológicos que se conectan entre áreas boscosas vecinas contribuyendo a una alta diversidad y constituyéndose en un banco de especies disponibles para la recolonización de zonas intervenidas.

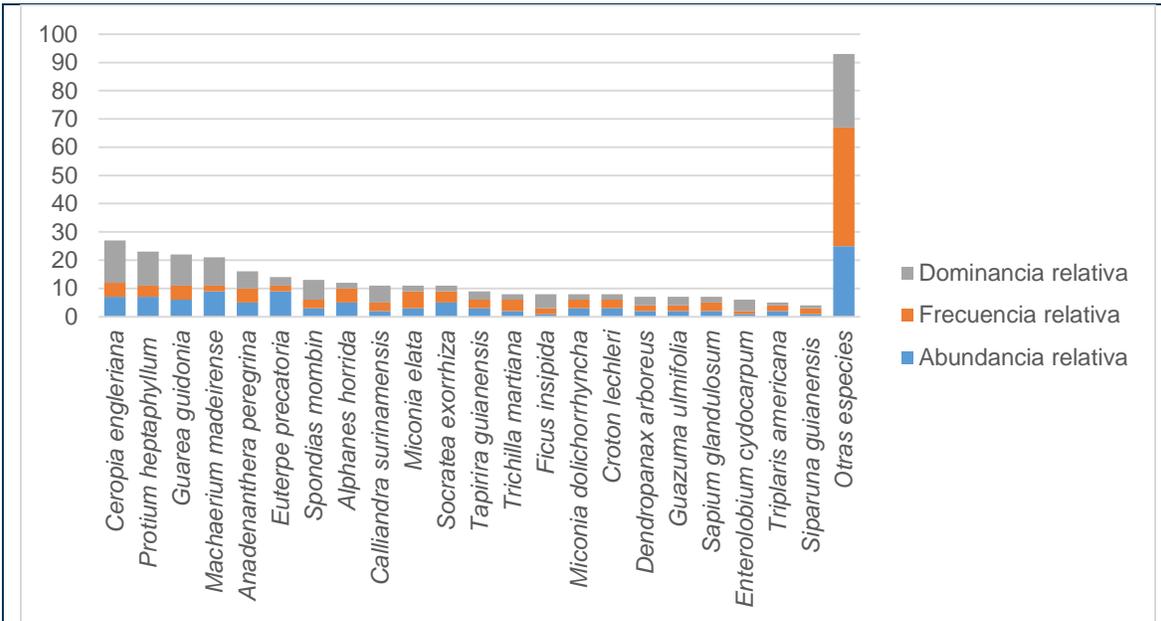


Figura 61. IVI para especies arbóreas del bosque de galería.

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

8.5.5 Cálculo de H para el establecimiento de rondas hídricas

De acuerdo con lo establecido en Guía para el Acotamiento de Rondas Hídricas se busca atender a la funcionalidad de los corredores biológicos, por tanto, considera que éstos pueden medirse en función de la altura de los árboles dominantes de una asociación climática determinada, la cual varía y se hace más compleja a medida que aumentan la temperatura y la humedad disponible en el ecosistema, dado que la altura de los árboles dominantes es un referente genuino de la complejidad y la biomasa que permite al sistema las condiciones climáticas.

Para la delimitación de la ronda desde el componente ecosistémico del área de estudio utilizó como base la fórmula desarrollada por Holdridge (1971) que menciona que el valor de la transpiración potencial es único en cualquier isoterma de la superficie terrestre, y que los movimientos del agua en la atmósfera siguen un patrón regular en áreas de clima y suelos zonales, con ello encontró gran similitud entre los porcentajes de transpiración real de una asociación climática y las relaciones entre alturas de los árboles dominantes de las mismas asociaciones climáticas, de esta manera definió la siguiente ecuación:

$$H = 2 * T_{bio} * (ETR/ETP)$$

Dónde:

H = altura en metros de los árboles dominantes de una asociación climática.

T_{bio} = biotemperatura

(ETR/ETP) = relación entre la evapotranspiración real y la evapotranspiración potencial.

Para el desarrollo de la metodología se siguieron los siguientes pasos:

1. Identificación de la zona de vida en la cartografía del Mapa Ecológico de Colombia (Espinal y Montenegro, 1977).
2. Determinación de la latitud en grados del lugar objeto de estudio.
3. Determinación de la temperatura media anual a partir de registros de estaciones o de atlas climatológicos.
4. Determinación de la biotemperatura (T_{bio}) media correspondiente a la zona de vida, estimada como:

$$T_{bio} = T - (3 * \text{grados de latitud}/100) * (T - 24)^2$$

5. Determinación de la precipitación media anual multianual (P) correspondiente a la zona de vida.
6. Cálculo de la evapotranspiración potencial como $ETP = 58,93 * T_{bio}$.
7. Cálculo de la relación de evapotranspiración potencial $r = ETP / P$.
8. Cálculo de la relación ETR/ETP (a partir del Nomograma del Movimiento del Agua de Holdridge).
9. Cálculo de la altura de los arboles dominantes (H).

De acuerdo con la Guía para el acotamiento de rondas hídricas (2012) para la especie con mayor IVI se le calculó la altura (H). Con la altura (H), el ancho del componente ecosistémico y la relación entre la densidad de drenaje de las corrientes y el área de la cuenca; se determina el ancho de tampón para que cumpla con el efecto filtro. Hay un ancho mínimo que se requiere para el efecto tampón. Este corresponde al ancho necesario para que el componente cumpla con su función de proteger a la corriente de la llegada directa de escorrentías con posibles contaminantes. Para todos los efectos nunca podrá ser menor a 10 metros.

Con la altura (H), el ancho del componente ecosistémico se calculó de acuerdo al tipo de elemento (tipo de corriente o cuerpo de agua) y la relación entre la densidad de drenaje de las corrientes y el área de la cuenca aferente. Así, las zonas correspondientes al componente ecosistémico son menores en las corrientes que posean alta densidad de drenaje y áreas de corriente menores y mayores en las corrientes que posean baja densidad de drenaje y áreas de la corriente mayores. En la **Tabla 26**, se presenta el valor N en función de estas dos variables. La faja de terreno correspondiente al componente ecosistémico se calculó multiplicando N por H (la altura representativa del dosel) y se midió desde el cauce principal.

Tabla 26. Valor de N según área de la cuenca y densidad de drenaje.

Área de cuenca aferente (km ²)	Valor de N		
	Densidad drenaje		
	Baja < 0,5 km/km ²	Media 1,0 - 0,5 km/km ²	Alta > 1,0 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.

En la **Tabla 27** se presenta el cálculo de H y N para el área de estudio:

Tabla 27. Cálculo de H.

CALCULO DE H	
Zona de vida (ZV)	Bosque húmedo tropical
Temperatura (T)	> 25
Biotemperatura media (T _{bio})*	=25-(3*4/100) * (25-24) = 24,88 °C
Precipitación	3945 mm/año
Evapotranspiración potencial	ETP=58,93*24.88 ETP= 1466,1784 mm/año
Calculo de r	r= 1466,1784 / 3945 r=0,37
Fracción porcentual de la relación (ETR/ETP)	ETR/ETP= 0,91
Cálculo de H	H= 2 (24,88)*0,91 H= 45,28
Valor de N**	2

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavió Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	--	---

N* es calculado según el área de la cuenca y la densidad de drenaje (asumiendo un área de cuenca aferente de hectáreas que corresponden a $0 < A \leq 1$ y una densidad de drenaje baja como se expone en la **Tabla 26**).

El **valor de ETR/ETP** fue tomado del Anexo 1 de la Guía para el acotamiento de rondas hídricas (2012) que corresponde al cálculo de H para las principales Zonas de Vida de Colombia (Bosque húmedo tropical para el área de estudio).

Considerando que la densidad de drenaje es baja y teniendo en cuenta el tipo de elemento establecido en la guía para el acotamiento de rondas hídricas (MADS_UNAL, 2012) los valores de la distancia mínima del cauce principal se muestran en la **Tabla 28** dando como resultado un buffer que permita proteger la cuenca de diferentes tipos de descargas sin afectar el funcionamiento de entre 45,28 y 90,56 metros.

Tabla 28. Distancia mínima de H a considerar según el tipo de corredor

TIPO DE ELEMENTO	USO PERMITIDO	DISTANCIA MÍNIMA (H) DEL CAUCE PRINCIPAL EN VEGETACIÓN NATIVA (m)
Corriente de conservación	Cualquiera	90,56
Corriente de protección	Agrícola	90,56
	Agrícola orgánica	45,28
	Pecuario	90,56
	Agrosilvoforestal	60,37
	Forestal plantado	45,28
Cauces secos	Construcciones	90,56
	Si se encuentra en zona de conservación, definida por la zonificación ambiental	60,37
Nacimientos	Si se encuentra en zona de protección, definida por la zonificación ambiental	45,28
	Si se encuentra en zona de conservación, definida por la zonificación ambiental	90,56
Dolinas	Si se encuentra en zona de conservación, definida por la zonificación ambiental	90,56
	Si se encuentra en zona de protección, definida por la zonificación ambiental	60,37
Cuerpos de agua naturales (lagos, laguna y ciénagas)	Si se encuentra en zona de conservación, definida por la zonificación ambiental	90,56
	Si se encuentra en zona de protección, definida por la zonificación ambiental	60,37

TIPO DE ELEMENTO	USO PERMITIDO	DISTANCIA MÍNIMA (H) DEL CAUCE PRINCIPAL EN VEGETACIÓN NATIVA (m)
Cuerpos de agua artificial		45,28

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S., 2017.

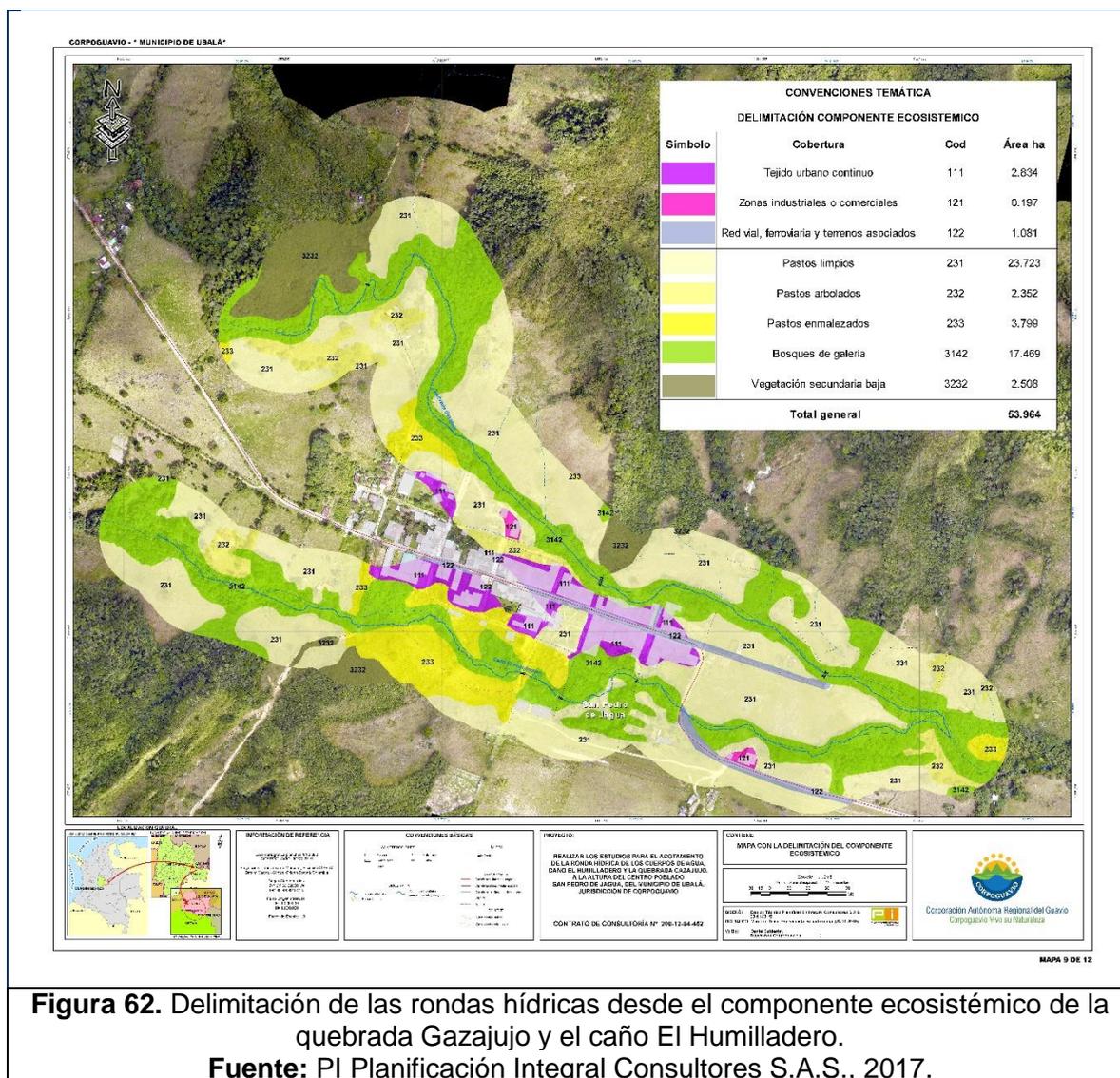
Teniendo en cuenta la actual intervención antrópica y los usos del suelo a los que se está destinado la zona de estudio, la determinación de la franja ecosistémica para las fuentes hídricas responden en su mayoría a criterios de protección y conservación, este tipo de intervenciones debe ser controlada para que no se modifiquen las coberturas naturales por coberturas como pastos, los cuales no brindan la calidad y cantidad de servicios que prestan los ecosistemas estratégicos como bosques de galería.

El componente ecosistémico puede ser un elemento estructurante para la determinación de la ronda hídrica, teniendo en cuenta que en la caña El Humilladero se encuentra en una zona más propensa a verse afectada por descargas de contaminantes al afluente y necesita generar el menor impacto posible para mantener la correcta funcionalidad ecológica y viabilidad ecosistémica, por otro lado en el quebrada Gazajujo es más determinante el componente geomorfológico debido a la pendiente y a la fisiografía del terreno, aunque se evidencia más claramente una pérdida significativa del bosque de galería por pastos, donde no hay un efecto de borde y no se define claramente una viabilidad ecosistémica según los parámetros establecidos en la guía del MADS-UNAL (2012) que se muestran a continuación:

- Hay un efecto de borde que requiere que la franja tenga un ancho mínimo para su viabilidad.
- Hay un ancho mínimo que se requiere para el efecto tampón. Este corresponde al ancho necesario para que el componente cumpla con su función de proteger a la corriente de la llegada directa de escorrentías con posibles contaminantes.
- La ronda hídrica debe tener viabilidad ecosistémica relacionada con la vegetación natural que existe o que se establecería allí.
- En las zonas con menor densidad de drenaje y por ende menos rondas, éstas tienen un mayor valor ecológico y deben ser más anchas.
- En las corrientes pequeñas (poco anchas) como es el caso del área del presente estudio, la viabilidad ecosistémica la garantiza la suma de las franjas a los dos lados.

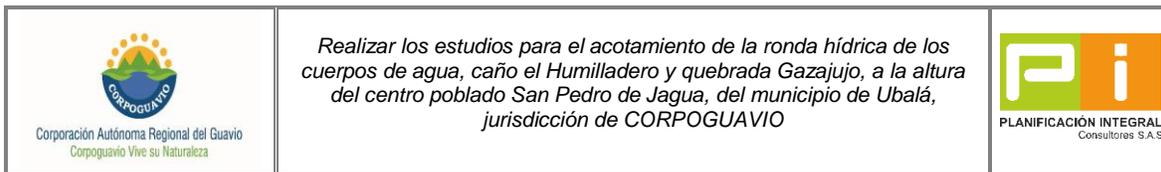
Teniendo en cuenta que la zona de estudio presenta una cobertura mayor de pastos limpios y evidenciando la presencia de procesos pecuarios y debido a prácticas agrosilvoforestales en lugares donde el ancho de la cuenca no es significativo se recomienda aplicar un buffer de 60,37 a 90,56 m (**Tabla 28**) que impida que se generen daños impidiendo la funcionalidad ecológica característica de los bosques de galería. Cabe resaltar que las

prácticas agrosilvoforestales afectan en menor medida el ecosistema de bosque de galería y el cauce de los cuerpos de agua, comparado con el efecto de compactación del suelo que generan los procesos pecuarios que se llevan a cabo en la zona de estudio (Ver **Figura 62**).



8.5.6 Consideraciones Legales

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 10 del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) para el municipio de Ubalá, se determinan estrategias de preservación, conservación y recuperación de la base natural municipal, donde se prioriza la protección y gestión de las



cuencas y de los ecosistemas y sus componentes; y la recuperación de áreas degradadas o en proceso de deterioro y su gestión sostenible.

En cuanto a la política de manejo de cuencas, ésta buscará proteger, recuperar y manejar con criterios de sostenibilidad las cuencas hidrográficas, mediante la ejecución de programas de protección de rondas de fuentes hídricas, otro de rehabilitación y manejo de cuencas abastecedoras de acueductos, y un tercero de recuperación de zonas degradadas.

El alcance de los usos definidos en el acuerdo, se refiere al área comprendida dentro de los límites del perímetro urbano de la cabecera municipal de Ubalá y dentro de los límites del perímetro urbano establecido para la inspección de San Pedro de Jagua.

En las zonas de protección de los recursos hídricos de Ubalá se permiten los siguientes usos:

- Principal: Forestal, siempre y cuando no se empleen especies vegetales que afecten el recurso hídrico.
- Compatibles: Recreación pasiva, eliminado impactos ecológicos negativos y reduciendo al mínimo el uso de zonas duras u otro tratamiento que afecte la permeabilidad de los suelos y las cadenas ecológicas.

8.6 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

Ubalá es un municipio predominantemente rural, de las 50.902,31 hectáreas que lo conforman, el 99,6% está clasificada como área rural y sólo el 0,4% corresponden al casco urbano.

Su territorio está dividido en dos sectores por una barrera geográfica (los farallones de Medina en la cordillera oriental): el sector occidental, denominado Ubalá A, incluye la cabecera municipal y aproximadamente la mitad del área rural, con características andinas; el otro sector, llamado Ubalá B, está conformado por las Inspecciones de Mámbita, Soya y San Pedro de Jagua, con características llaneras, con un proceso de poblamiento más reciente¹²; este sector mantiene mayores relaciones con el municipio de Medina.

El área de estudio corresponde a la inspección de San Pedro de Jagua; este poblado era en la década de los años 30 un territorio de activa colonización, dada su ubicación intermedia entre la zona de llanura y la zona agreste de los Farallones, con un territorio selvático, que contaba con una abundante riqueza y oferta de flora, fauna y de recurso hídrico.

¹² Alcaldía Municipal de Ubalá. Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015. “Con una nueva visión de desarrollo, para volver a servir”. 2012.



Fotografía 57. Panorámica San Pedro de Jagua
Fuente: <http://www.worldtravelserver.com/travel/es/colombia>, febrero 2017

Este caserío se empezó a construir en 1938 sobre los terrenos de la hacienda de San Luis y San Pablo (propiedad de padres Jesuitas). San Pedro de Jagua limita al Norte con el Municipio de Santa María (Boyacá); por el oriente con el Municipio de Paratebueno (Cundinamarca); por el sur con el Municipio de Medina (Cundinamarca) y por el Occidente con la Inspección de Mámbita.

8.6.1 Demografía

De acuerdo con el DANE, para junio de 2012 el municipio de Ubalá presentaba en el casco urbano un 26.19% de personas con Necesidades Básicas Insatisfechas, porcentaje que casi se duplica en el área rural, donde alcanzaba el 51.54%.

Para el año 2015 el municipio de Ubalá contaba con 10718 habitantes, de estos el 51.7% eran hombres y el 48.3% mujeres; con respecto a la localización de su población, el 11.25% se concentra en el casco urbano y el 88.75% en el área rural dispersa y en los centros poblados¹³.

Para el Sector B del municipio, las veredas con menor densidad poblacional (hab/km^2) son Campo Hermoso, San Luis, Algodones y La Floresta. De otra parte, los poblados con mayor densidad poblacional son San Pedro de Jagua, San Pablo, Sagrado Corazón, San José, Laguna Azul y La Mesa.

Para el año 2012, de acuerdo con los registros del SISBEN, se localizaban un total de 764 habitantes en la inspección de San Pedro de Jagua, de estos, el 51.6% eran hombres y el

¹³ Alcaldía Municipal de Ubalá. Plan integral de seguridad y convivencia ciudadana 2016-2019. Ubalá 2016.

48.4% mujeres. Esta misma fuente determinó que para ese mismo año, el 44.1% de los habitantes (337 personas) se concentraban en el centro poblado y los demás en sus seis veredas. En la **Tabla 29** se aprecian estos datos.

Tabla 29. Habitantes Inspección San Pedro de Jagua

Poblado	No. de habitantes	No. hogares	No. de viviendas
Casco urbano	337	111	99
Vda. Puerto Rico	125	35	35
Vda. El Carmen	82	25	25
Vda. Santa Teresa	33	9	9
Vda. Gazajujo	97	24	24
San Luis Alto	10	4	4
San Luis Bajo	80	25	25
Total habitantes	764	233	221

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Ubalá, 2012.

8.6.1.1 Población centro poblado de San Pedro de Jagua

Como ya se ha expuesto, en la zona de estudio directa del proyecto se encuentra el centro poblado de la Inspección San Pedro de Jagua. De acuerdo con el censo poblacional realizado para este estudio, el centro poblado tiene un total de 513 habitantes, con un importante predominio de población adulta entre los 21 a 60 años, que representa el 51.8% del total; el grupo poblacional más pequeño corresponde al de adultos mayores con un 15% (Ver **Tabla 30**).

Tabla 30. Total habitantes por rango etario. Centro poblado de San Pedro de Jagua

Rango etario	Total habitantes	%
Menor 12 años	101	19.6
12 a 20 años	70	13.6
21 a 40 años	132	25.7
41 a 60 años	134	26.1
Más de 61 años	77	15
Total	513	100

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS, enero de 2017.

Como se puede apreciar, hay una diferencia de 176 habitantes entre los datos municipales de 2012 y los resultados del censo realizado para este estudio que incluyó la totalidad de las viviendas y edificaciones existentes en el área, por lo cual se puede considerar que este último dato refleja el número real de habitantes que para enero de 2017 tiene el centro poblado.

En el centro poblado hay un total de 189 viviendas/edificaciones con un área menor a una hectárea; el número de habitantes por vivienda permite establecer que en el caserío no se

presentan problemas de hacinamiento, esto considerando que el 64,1% de éstas son ocupadas por hogares de uno a cuatro integrantes (**Tabla 31**), solo el 3% están habitadas por dos familias (hogares) y el 97% por una sola familia (hogar). En la **Figura 63** se presentan estos datos señalando el porcentaje de viviendas en función del total de habitantes.

Tabla 31. Número de habitantes por vivienda. Centro Poblado de San Pedro de Jagua

Columna A Habitantes por vivienda	No. de viviendas con total integrantes de la Columna A
0	4
1	28
2	31
3	30
4	33
5	19
6	7
7	2
8	5
10	1
SN (*)	29
Total general	189

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS, enero de 2017.

(*) SN: estos datos corresponden a las viviendas deshabitadas o no lo estaban en el momento del censo y edificaciones de instituciones.

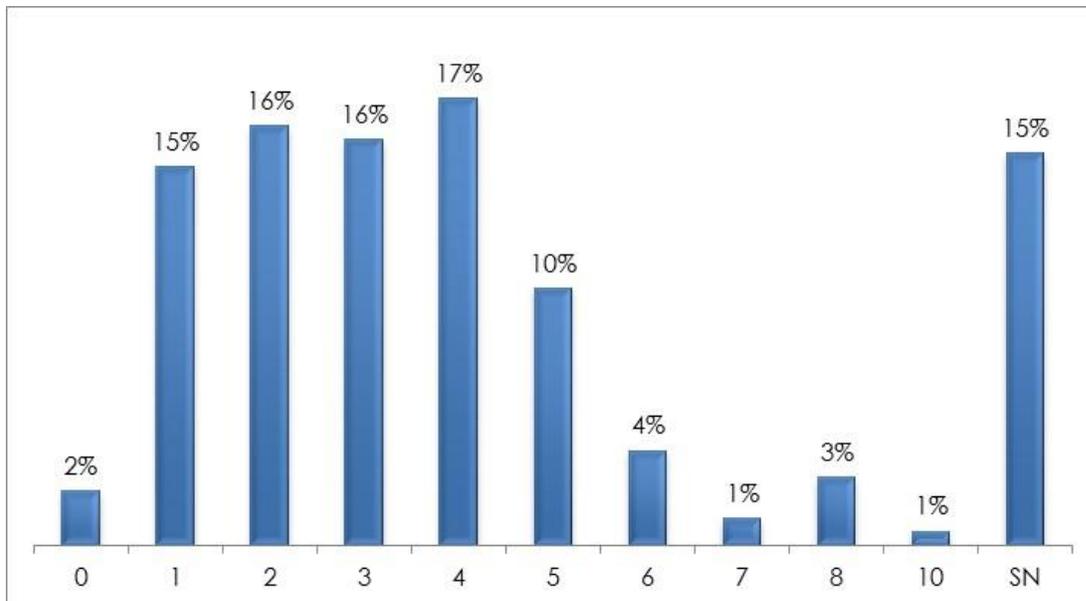


Figura 63. Porcentaje del número de habitantes por vivienda. Centro Poblado de San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS, enero de 2017.

8.6.2 Infraestructura de Servicios

En general el municipio presenta coberturas deficientes en los servicios públicos; en acueducto sin previo tratamiento (sólo distribuye el agua) se tiene una cobertura del 75%, sin embargo de esta cobertura sólo el 15,7% de la población recibe acueducto con agua potable. En la **Tabla 32** se presentan los datos oficiales.

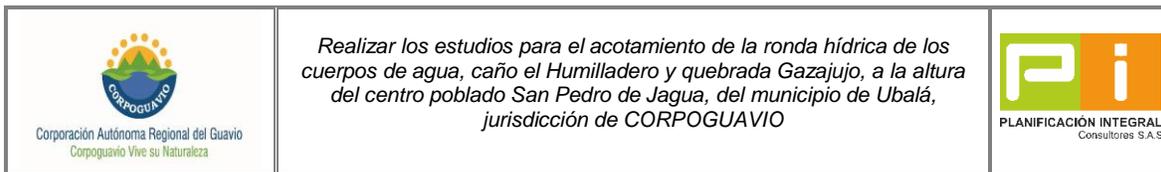
Tabla 32. Cobertura total de Servicios Públicos municipio de Ubalá

Servicio	Porcentaje
Acueducto	75
Alcantarillado	20.73
Aseo en Casco Urbano y centros poblados	24.15
Acueducto con agua potable	15.7
Energía eléctrica	99

Fuente: Plan de desarrollo Municipal, 2012.

8.6.2.1 Acueducto

El municipio tiene una abundante oferta de agua, aunque en épocas de verano el recurso es insuficiente en las partes bajas del territorio, por el mal uso que se le da este recurso. Solo se tienen registros de análisis físico-químicos mensuales de la caracterización del agua potable del acueducto central urbano, que corresponde a un 5.4% de la población



total del municipio¹⁴. El servicio con agua potable se da únicamente en el casco urbano, mientras que en la zona rural y sus centros poblados, el agua no es apta para el consumo humano y se capta mediante bocatomas, para luego ser conducida por tuberías de PVC a tanques de almacenamiento.

Los acueductos rurales y los de centros poblados no tienen registros ordenados ni cuantificados y brindan el servicio al 54.6% de la población rural¹⁵.

San Pedro de Jagua tiene 151 viviendas conectadas al servicio de acueducto municipal¹⁶; el agua se capta del río Jagua en su parte alta, a través de una bocatoma ubicada a 2 Km del centro poblado; el agua es conducida a un tanque de almacenamiento, su distribución se hace por gravedad, ya que el centro poblado tiene una pendiente constante de 10 a 15° a lo largo de la Calle 3^a, a partir del punto más alto que es la carrera 6 y el más bajo la carrera 1^a, lográndose de esta manera su distribución hasta cada vivienda¹⁷.

8.6.2.2 Alcantarillado

El servicio urbano del municipio es prestado a 232 viviendas de un total de 306, lo que equivale al 75.81% de toda la zona urbana. La cobertura en el año 2011 del servicio de alcantarillado en casco urbano y centros poblados llegaba al 20.73%.

El alcantarillado urbano central tiene una red de colectores en 8, 10 y 12 pulgadas mixto, con cuatro puntos de descarga que convergen a la quebrada grande. No se cuenta con tratamiento de aguas residuales en ningún punto de descarga del Municipio.

Para el año 2016 la cobertura de alcantarillado llegaba al 20% del área rural, localizada en los centros poblados.

El alcantarillado del centro poblado de la inspección de San Pedro de Jagua funciona con el mismo sistema de gravedad y bajo similares circunstancias a las de la red de Acueducto, su eje de conducción se da a través de la Calle 3^a que recibe los desagües laterales de calles y carreras. Se trata de una red de distribución de 2.265 ML, con 14 pozos de repartición y las correspondientes cajas de aguas lluvias y sus conducciones, para configurar un alcantarillado mixto, que no da abasto en épocas de lluvia al conducir las aguas negras a tubo lleno y por lo tanto no permitir en la tubería el ingreso de aguas lluvias¹⁸.

En centro poblado tiene dos zonas que no utilizan la red de alcantarillado, debido a que no cumplen con el nivel apropiado de desagüe, el sector denominado La Manzana se disponen

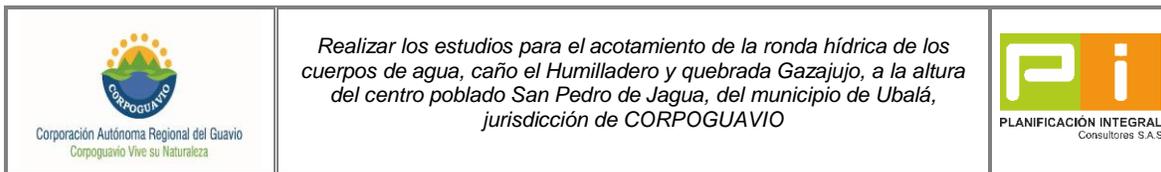
¹⁴ Alcaldía Municipal de Ubalá. Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019. "Con el Cambio Ubalá Crece". 2016

¹⁵ Ibidem.

¹⁶ Alcaldía Municipal de Ubalá. Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015. "Con una nueva visión de desarrollo, para volver a servir". 2012.

¹⁷ Alcaldía Municipal de Ubalá, Universidad Nacional de Colombia. Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Ubalá. 2008.

¹⁸ Ibidem.



las aguas negras en tubería de 3" al río Gazajujo y en el sector de la pista de aterrizaje, las viviendas vierten las aguas negras a la quebrada de las Animas, dentro del área de influencia del proyecto.

8.6.2.3 Residuos sólidos

Para el año 2011, el 24.15% de las viviendas del casco urbano del municipio y centros poblados, tenían el servicio de recolección de residuos sólidos.

En el área rural, para el año 2016 el 9.6% de la población de los centros poblados contaban con el servicio de recolección¹⁹, lo que propicia que la mayor parte de los habitantes del área rural realicen una inadecuada disposición de los residuos sólidos, arrojándolos a cielo abierto, sobre cauces de agua, quemándolos o enterrándolos, con el consecuente impacto sobre el medio ambiente y la salud de las personas.

La recolección, transporte y disposición final se contrata con la empresa Serviguavio S.A. de Gachetá. En los centros poblados donde hay recolección, como son Mámbita, Soya y San Pedro de Jagua, la recolección, transporte y disposición final está a cargo de la Empresa de Garagóa (Boyacá). No existe cuantificación de los residuos colectados²⁰.

8.6.2.4 Energía eléctrica

En el casco urbano del municipio la cobertura del Servicio de Energía eléctrica es del 99%²¹ y en el área rural es del 75%. La mayores deficiencias en la prestación del servicio se da en algunas veredas ubicadas en la zona B, como Santa Teresa, Gazajujo, La Romaza, Soya, Gibraltar y El Carmen, con más de 650 personas sin el servicio, que corresponde a más del 50% del total de los habitantes; en total existen más de 1215 personas que no se benefician de este servicio público. En la Inspección de Mámbita se encuentran electrificadas algunas veredas, servicio asumido por la E. E. E. B., en cumplimiento de la Ley 56/82, donde se exige a la empresa dar este servicio en las zonas donde se construyen proyectos hidroeléctricos.

La Inspección de San Pedro de La Jagua fue favorecida con la construcción de la represa de Chivor, recibiendo de esta el fluido eléctrico.

8.6.3 Servicios Sociales

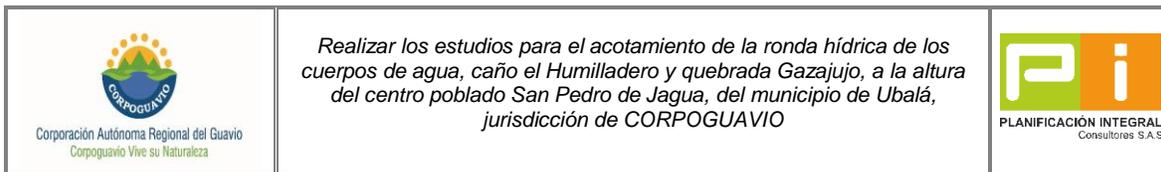
8.6.3.1 Educación

Ubalá se encuentra dividido en dos Núcleos Educativos, el No. 81 ubicado en la Zona A del Municipio, con un jardín infantil, una escuela urbana y 40 rurales y dos colegios de secundaria. El segundo es el No. 82, localizado en la Zona B, con un establecimiento con

¹⁹ Alcaldía Municipal de Ubalá. Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019. "Con el Cambio Ubalá Crece". 2016.

²⁰ Ibidem.

²¹ Alcaldía Municipal de Ubalá. Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019. "Con el Cambio Ubalá Crece". 2016.



nivel preescolar, ochos escuelas y un colegio de secundaria. Tres escuelas están en la inspección de San Pedro de Jagua.

La cobertura Bruta en Educación del municipio es del 68,2% y la Cobertura educación tecnológica 29%; de otra parte, la Tasa de Analfabetismo en mayores de 15 años es del 11,4%²².

En cuanto a infraestructura, únicamente los seis colegios de educación básica secundaria poseen laboratorios de informática aceptables, requiriendo ya la actualización a nuevas tecnologías informáticas y de comunicación. Así mismo, los colegios carecen de bibliotecas actualizadas y ludotecas que posibiliten lograr mejores niveles académicos.

Existe además un convenio con la Universidad Abierta y a Distancia UNAD y la UNIMINUTO, que permiten el acceso a formación profesional, tecnológica y técnica.

8.6.3.2 Salud

El 85% de la población del municipio se encuentra afiliada al Régimen Subsidiado, a las EPS`s Ecoopsos y Convida; el restante 15% está afiliado al Régimen Contributivo (Famisanar, Médicos & Asociados, etc.) y Regímenes especiales.

El municipio de Ubalá, en la zona A, tiene en calidad de comodato el Hospital San Francisco de Gachetá, además de un Centro de salud en la zona urbana, habilitado por La Secretaría de Salud de Cundinamarca, donde se presta el Primer Nivel de servicios de atención, con personal médico y paramédico, así: Dos Médicos(as), un odontólogo(a), dos enfermeros(as) y dos promotores.

En la Zona B, hay un puesto de salud en Mámbita, con un médico, un odontólogo un conductor de la ambulancia y una enfermera auxiliar. En San Pedro de Jagua, hay un puesto de salud con una enfermera y un médico que atiende el fin de semana y se tiene convenio con el Hospital de Medina por cercanía a la población beneficiada. En esta zona existe un contrato con un laboratorio de Medina para realizarse los exámenes de laboratorio Clínico.

Para los servicios de segundo nivel, los pacientes son remitidos al Hospital Regional de Gachetá y para el tercer nivel, existen convenios con hospitales en Bogotá D.C. La calidad, la pertinencia, la eficiencia, la oportunidad y el acceso en los servicios de salud para la población no cumplen con sus expectativas ni necesidades, por su escasa planta de personal médico, auxiliares, promotores y ausencia de bacteriólogo para el servicio de Laboratorio Clínico, teniendo la comunidad que desplazarse al Hospital de Gachetá para este fin²³.

²² Ibidem.

²³ Alcaldía Municipal de Ubalá. Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015. "Con una nueva visión de desarrollo, para volver a servir". 2012.

8.6.3.3 Vivienda

Para el año 2012, el municipio de Ubalá contaba con 2626 viviendas; en la zona rural se presentan deficiencias habitacionales en la Inspección San Pedro de Jagua (30 viviendas) y las veredas Puerto Rico (11 viviendas), El Carmen (siete viviendas), San Luis Bajo (seis viviendas), San Luis Alto (una vivienda), Gazajujo (siete viviendas) y Santa Teresa con cuatro viviendas. El déficit cuantitativo de viviendas en todo el municipio de 4.8%²⁴

En las mesas de trabajo realizadas en las diferentes inspecciones del municipio para la elaboración del Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015, la comunidad expuso que una de las necesidades más apremiantes era la construcción de viviendas, tanto en la zona rural como en la parte urbana, sin tener en cuenta las viviendas que necesitan de mejoramiento, ampliación y reforzamiento estructural.

Los predios en la Inspección de San Pedro de Jagua son angostos, de tipo rectangular y cerca del 60% recorren transversalmente el total de la manzana, esto es, van de calle a calle o inician en la calle y terminan a borde de río o de quebrada; el 2 % son lotes menores de 100 M2 (3 lotes) el 15 % son lotes de 100 y 300 M2 (24 lotes) el 30% son lotes grandes entre 300 y 1000 M2 (50 lotes) y el resto, que son el 53 %, son predios entre 1000 y 5000 M2 (85 lotes)²⁵.

8.6.3.4 Estado de la vivienda centro poblado San Pedro de Jagua

Del censo realizado en enero de 2017 en la totalidad de las viviendas/edificaciones existentes en este centro poblado, se obtuvieron los siguientes resultados.

Del total de viviendas y edificaciones localizadas en el área de la ronda hídrica de cada cuerpo de agua estudiado, se estableció que la ronda de la quebrada Gazajujo es la que tiene un mayor número con 147 viviendas, que representan en el 78% del total; los barrios que tiene una mayor concentración de viviendas son San Carlos, El Centro y el Barrio Corea, como se aprecia en la **Tabla 33** y **Figura 64**.

Tabla 33. Total viviendas por Ronda Hídrica. Centro Poblado de San Pedro de Jagua

Poblado	Caño Humilladero	Qda Gazajujo	Total general
Centro	10	39	49
Barrio Corea	8	33	41
Inspección San Pedro De Jagua	1		1

²⁴ Alcaldía Municipal de Ubalá. Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019. "Con el Cambio Ubalá Crece". 2016.

²⁵ Alcaldía Municipal de Ubalá, Universidad Nacional de Colombia. Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Ubalá. 2008.

Poblado	Caño Humilladero	Qda Gazajujo	Total general
Barrio La Granja		2	2
Barrio La Pista	15		15
NN		1	1
Vereda Pingaro	2		2
Vereda Puerto Rico		1	1
Barrio San Carlos	6	69	75
Barrio San Francisco		1	1
Barrio Yidi Alvarado		1	1
Total General	42	147	189

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS, enero de 2017.

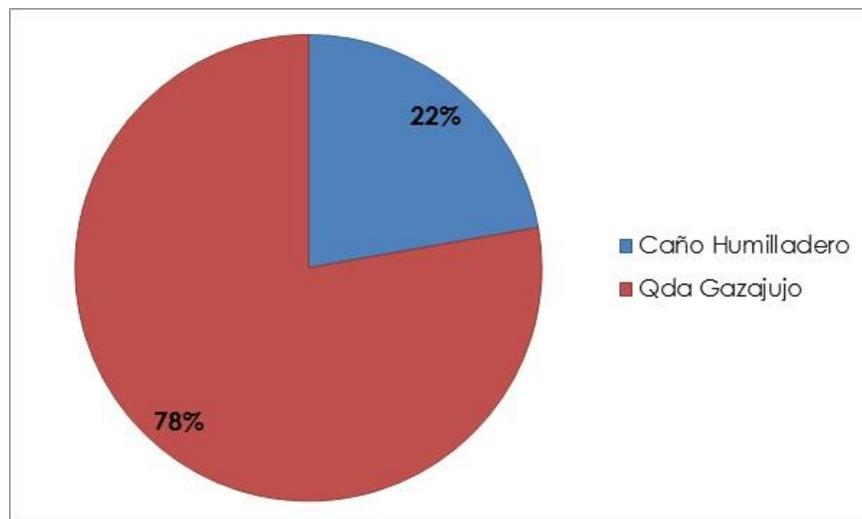


Figura 64. Porcentaje de viviendas por ronda hídrica. Centro Poblado de San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS, enero de 2017.

El 82% de las viviendas/edificaciones son de un nivel, el 14% dos niveles y el 4% tienen tres niveles. El 68,8% de las viviendas presentan entre dos y cuatro cuartos, el 14,2% entre cinco y más habitaciones y el 8,5% solo registró una habitación; el 8% restante corresponde a instituciones o viviendas desocupadas.

De las edificaciones existentes en el centro poblado, el 86% (162) son viviendas que actualmente están habitadas, el 6% están desocupadas, el 3% se denomina *ausente* que corresponde a viviendas cuyos propietarios la ocupan por temporadas; la categoría *otros* corresponde a edificaciones de la escuela primaria Kennedy, un Colegio, un hogar infantil, el Salón Comunal, la Parroquia, instalaciones de la Policía, entre otros usos. Ver **Tabla 34**.

Tabla 34. Uso actual de las edificaciones. Centro Poblado de San Pedro de Jagua

Estado de uso	Caño Humilladero	Qda Gazajujo	Total general
Ausente	1	5	6
Desocupado	2	9	11
Efectiva	38	124	162
Otro	1	9	10
Total general	42	147	189

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS, enero de 2017.

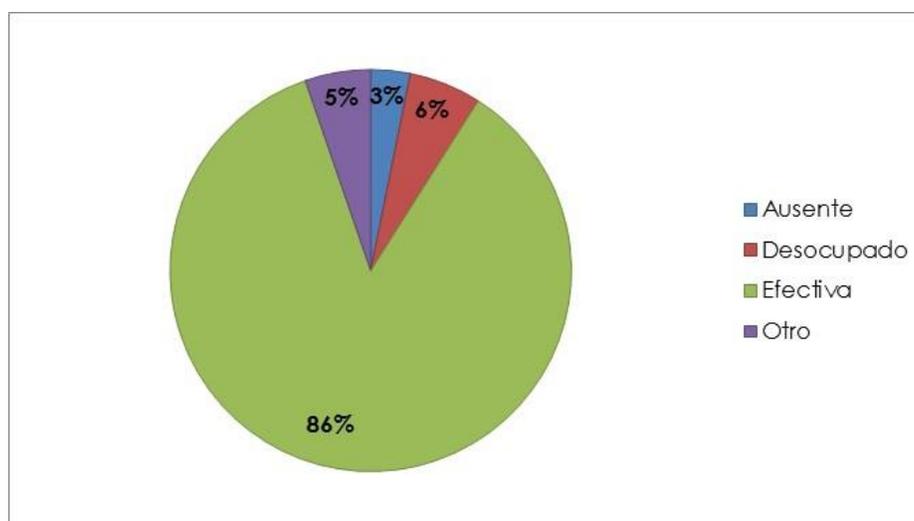


Figura 65. Porcentaje por tipo de uso de las edificaciones. Centro Poblado de San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS, enero de 2017.

Los materiales predominantes en la construcción de las viviendas y edificaciones es el bloque (77%), seguido por el ladrillo (10%) y prefabricados (6%). Con relación al estado general de las edificaciones, están en proporciones similares entre buen y mal estado (Ver **Tabla 35**).

Tabla 35. Material predominante en las viviendas/edificaciones. Centro poblado de San Pedro de Jagua

Material de las viviendas	Estado de la vivienda/edificación			Total
	Bueno	Malo	Regular	
Bahareque	-	-	1	1
Bloque	75	5	66	146
Ladrillo	14	-	5	19
Otro	-	-	4	4

Material de las viviendas	Estado de la vivienda/edificación			Total
	Bueno	Malo	Regular	
Prefabricado	2	-	9	11
Tabla	-	1	2	3
Tapia pisada	2	-	3	5
Total general	93	6	90	189

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS, enero de 2017.

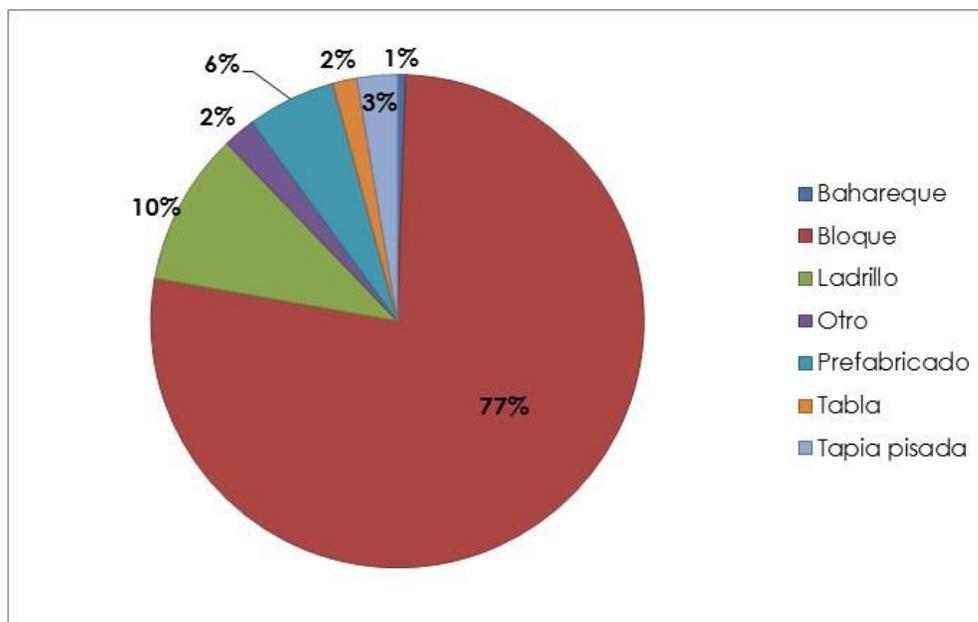


Figura 66. Material predominante en las viviendas/edificaciones. Centro poblado de San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS, enero de 2017.

Al hacer un cruce de las variables material de construcción y estado de las viviendas/edificaciones, las que están construidas en bloque presentan un mejor estado a la fecha del censo, como se aprecia en la **Figura 67**.

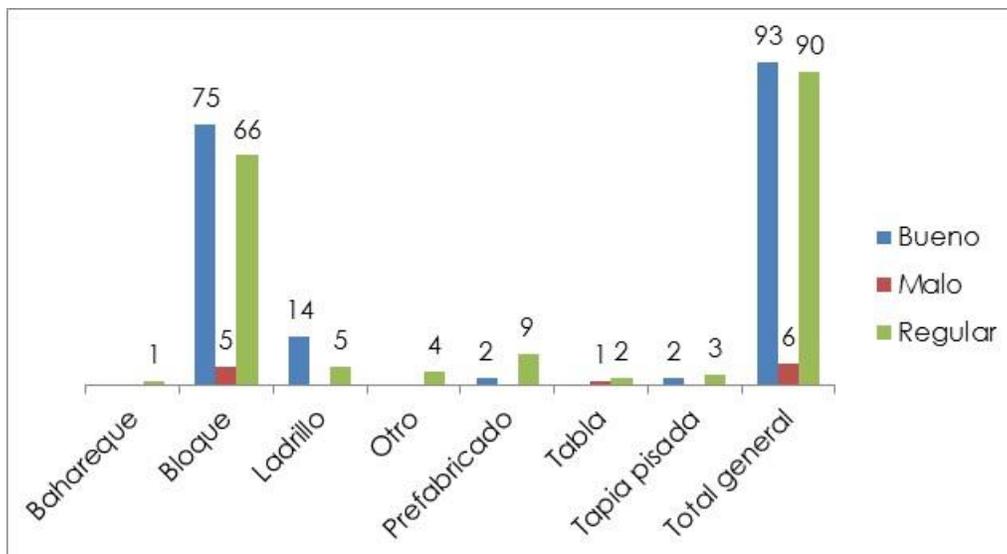


Figura 67. Material de construcción Vs. Estado de la vivienda/edificación. Centro Poblado de San Pedro de Jagua

Fuente: PI Planificación Integral Consultores SAS, enero de 2017.

8.6.3.5 Red vial

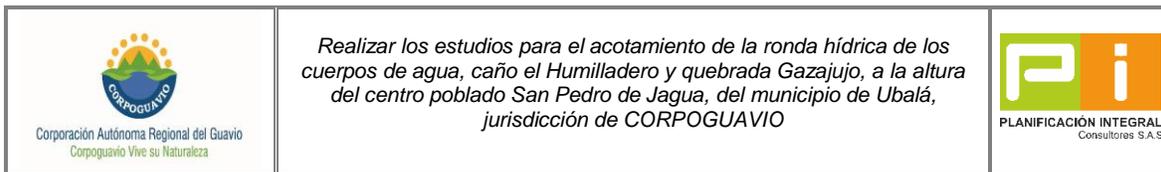
El municipio de Ubalá cuenta con 150 kilómetros de vías de orden terciario distribuidos en trece vías, de las cuales 23.62 kilómetros están a cargo del Instituto Nacional de Vías. La totalidad de la red vial municipal se encuentra construida en material de afirmado, que en época de invierno sufre un fuerte deterioro, dificultando el tránsito de personas y productos. Entre las principales vías de la zona B se encuentran la vía Mámbita - San Pedro de Jagua, con 16 Km de longitud que une estas dos Inspecciones; otras vías son la Vía San Pedro de Jagua-Gazajujo, San Pedro de Jagua - Puerto Rico y Alto del Oso - San Luis²⁶.

El servicio de transporte departamental y municipal lo prestan las empresas de Transporte Guasca, la Flota Valle de Tenza Transportes Alianza, y la empresa de taxis - Transportes Ubalá, con rutas de Bogotá hacia Gachalá cruzando por Ubalá, además recorridos hacia Santa Rosa y Laguna Azul. Adicionalmente existe el servicio de camperos particulares los días sábado, que desplazan a los campesinos entre sus veredas y el casco urbano, haciendo los recorridos que estimen necesarios.

8.6.4 Actividades Económicas

La economía del municipio gira alrededor del sector rural, donde se ubica la mayor cantidad de mano de obra. De acuerdo con el Esquema de Ordenamiento Territorial, un 39.4% de la misma se desempeña como trabajadores por cuenta propia y el 28.7% como obreros o empleados. Los sectores económicos representativos en el municipio son en orden de

²⁶ Alcaldía Municipal de Ubalá. Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015. "Con una nueva visión de desarrollo, para volver a servir". 2012.



importancia la agricultura y la ganadería, con menor importancia se encuentran algunas actividades de microempresas de alimentos, piscicultura principalmente en la vereda San Luis y avicultura. Tanto la producción agrícola como la ganadera tienen un fin principal de autosubsistencia, a excepción de los cultivos de caña panelera y maíz, que ofrecen excedentes de producción para comercializarlos con los municipios de Gachalá y Gachetá principalmente, representados en productos como la miel y la panela²⁷. En la Zona B, hacia el norte en Mámbita y hacia el sur en San Pedro de Jagua, la economía es predominantemente agrícola y ganadera.

El municipio tiene programas de asistencia técnica, transferencia de tecnología, extensión rural y programas asociativos, que benefician a pequeños y medianos productores.

El sector agropecuario presenta algunas problemáticas que limitan su desarrollo, como deficientes vías de comunicación afectando la comercialización de productos, falta de mano de obra y ausencia de relevo generacional en el sector, temas técnicos como la falta de adopción de tecnologías limpias, implementación de buenas prácticas agrícolas, uso de semillas de buena calidad y el desarrollo de capacidades y competencias como microempresarios, tendientes a para minimizar los riesgos de pérdida de sus cultivos, reducir la dependencia de las entidades y fortalecer su capacidad de autogestión para el mercadeo de insumos y sus productos, eliminando de esta la intermediación y los sobrecostos de producción.

8.6.4.1 Agricultura

Los principales cultivos permanentes en el municipio son el café, con un área sembrada de 78.95 has, la mora con 36.40 has, la caña panelera con 378 has y cacao con 90 has sembradas. Los principales cultivos transitorios son el frijol, con un área sembrada de 68 has, el maíz con 1500 has sembradas papa con 10 has.

En el cuatrienio 2008-2012 el crecimiento del sector agropecuario se dio principalmente en los cultivos de café, cacao y frijol. Además, se ha fortalecido el sector ganadero en infraestructura y mejoramiento de praderas. Otras actividades económicas que recibieron apoyo municipal entre los años 2.012 y 2015 con el incremento de hectáreas cultivadas fueron: el sector Panelero y cafetero, frijol y mora de castilla. Además se incrementó el área de cultivos de cacao en la zona B del municipio.

En cuanto a la localización de los principales cultivos en el municipio, el **Café** se encuentra situado en la inspección de Santa Rosa, las veredas de Margaritas, Guadales, Peñas Blancas, San Isidro Bajo, San Juan, El Carmelo, Robledal y Betania. El **Frijol** en Las veredas Robledal, Betania, San Luís, La Mesa. El **Cacao** se está cultivando en la zona B del municipio, en las inspecciones de Mámbita, Soya y San Pedro de Jagua. Otro cultivo que genera ingresos a los campesinos es la caña de azúcar, que se encuentra presente en un 75% de las fincas del municipio, destinada para la producción de panela y miel.

²⁷ Alcaldía Municipal de Ubalá, Universidad Nacional de Colombia. Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Ubalá. 2008.

En la siguiente tabla se relacionan las actividades más importantes desarrolladas en la inspección de San Pedro de Jagua; todos los cultivos tienen como destino el autoconsumo.

Tabla 36. Principales actividades económicas y cultivos. Inspección San Pedro de Jagua

Vereda	Principales actividades económicas	Principales cultivos
Centro poblado	Ganadería, agricultura y avicultura	Maíz, Yuca, caña
El Carmen	Ganadería, agricultura	Maíz, Yuca, plátano
Gazajujo	Ganadería, agricultura	Maíz, Yuca, plátano
Puerto Rico	Ganadería, agricultura, cultivos forestales.	Maíz, Yuca, caña
San Luis	Ganadería	Maíz, Yuca, plátano
Santa Teresa	agricultura	Maíz

Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial, 2008

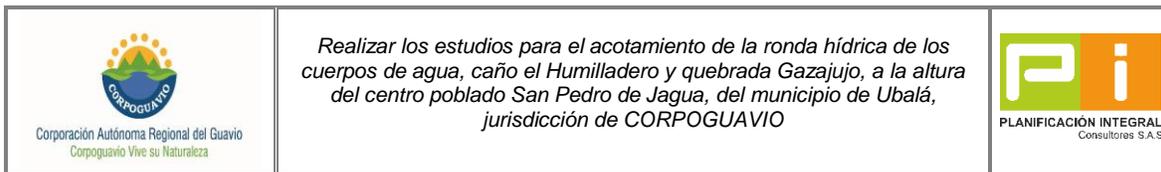
8.6.4.2 Ganadería

Para el 2012, el municipio contaba con el siguiente inventario de bovinos: machos 12.783; hembras 15.127, para una población total de 27.910 cabezas de ganado. La mayor concentración ganadera se encuentra en la Zona B del municipio, específicamente en las Inspecciones de San Pedro de Jagua y Soya, con raza Cebú comercial, Cebú Brahman y algunos cruces cebuanos por Taurus; en la Zona A la ganadería es principalmente para doble propósito, con cruces predominantes por razas criollas por Normando y por razas cebuinas, especialmente Brahman.

En área de pastos y forrajes para ganado, hay aproximadamente 31.295 has de variedades de pasto imperial, pasturas naturales de las variedades colorado, puntero y falsa poa, braquiaria decumbes, cultivos forrajeros y en caña forrajera.

El sector porcino, cuenta con una población promedio de 12.800 animales y 3.200 granjas productoras; para la actividad piscícola se tienen 110 estanques, donde en el 2011 se sembraron 27500 alevinos y se cosecharon 26000 individuos, con un peso promedio de 250grs para una producción de 6500 kg. La producción avícola a 2011 registro 7000 aves de engorde y 2000 aves de postura.

Otras especies de importancia presentes en la economía del municipio son los ovinos y los caprinos, con una población de 1.135 animales, ubicados principalmente en las microcuencas de los Ríos Chivor y Río Negro. También se encuentran los conejos y los cuyes, que hacen parte de la seguridad alimentaria de la población rural en el municipio.



8.6.4.3 Minería

La minería es una actividad que se presenta en casi todas las veredas del municipio de Ubalá y tiene relevancia en la economía del municipio. El área destinada a este uso calculada con base en los títulos mineros es de 3492 hectáreas. La actividad minera se localiza en²⁸:

- En la inspección de Laguna Azul, vereda Santa Bárbara, existen minas de Barita y de Hierro.
- En la vereda Peñas Blancas hay minas de Cuarzo y Malaquita.
- En la inspección de La Playa se presentan minas de esmeralda, sobre la quebrada la Horqueta, en la vereda Mundo Nuevo.
- Inspección de La Playa se explota Barita.
- Toda la parte baja de Santa Rosita es zona minera, así como la vereda Cascajal.
- En la vereda Cartucho hay minería de oro.
- Hay explotaciones de hierro en las veredas de Santuario y Santa Bárbara.
- Se presentan explotaciones de barita en Las Mercedes y Santa Bárbara.
- Mármol y caliza en las Mercedes a orillas del río Chivor, así como de pirita y arena.
- En Ubalá B, en la inspección de Mámbita (Mámbita Centro) hay yacimientos de sal.

Las explotaciones mineras generan importantes impactos ambientales en el municipio. Entre las actividades que más generan deterioro están la explotación de materiales de arrastre, esmeraldas y Hierro; para 2012 se habían otorgado 39 títulos Mineros y han solicitada 67 títulos ante la antigua institución INGEOMINAS²⁹.

8.6.5 Tenencia y Estructura de la Tierra

De acuerdo con la base de datos existente en el municipio, para el 2012 el minifundio representaba el 59.7%, en cabeza de pequeños productores dedicados principalmente a las actividades agropecuarias de subsistencia, especialmente en la Zona A del Municipio. En la Zona B de Ubalá, la Inspección de Mámbita tiene una estructura de la propiedad en la que se combina la pequeña y mediana propiedad. En San Pedro de Jagua existe una mayor participación de la mediana y gran propiedad. La **Tabla 37** muestra la cantidad y tamaño de los predios del municipio.

²⁸ Alcaldía Municipal de Ubalá, Universidad Nacional de Colombia. Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Ubalá. 2008.

²⁹ Alcaldía Municipal de Ubalá. Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015. "Con una nueva visión de desarrollo, para volver a servir". 2012.

Tabla 37. Extensión y total de predios en el municipio de Ubalá.

Tamaño en has	No. de predios
1-5	2857
6-10	835
11-30	811
31-50	143
Mayores de 50	139
Total	4785

Fuente: Plan de Desarrollo municipal de Ubalá, 2012-2015.

8.6.6 Uso de los recursos naturales

La falta de conciencia y educación ambiental en la población, genera prácticas negativas que impactan los recursos naturales, tales como los incendios forestales provocados, tala y desprotección de fuentes hídricas, y el mal manejo de los residuos sólidos en las diferentes fincas. Además se presenta un inadecuado uso del suelo, en ganadería extensiva y cultivos en áreas de fuerte pendiente. Lo anterior amenaza la sostenibilidad ambiental del Municipio y por ende las actividades económicas que allí se desarrollen, afectando directamente la calidad de vida de los habitantes del municipio.

A finales del 2011, el municipio de Ubalá ganó el segundo puesto al **mejor Proyecto ciudadano de Educación Ambiental** con el proyecto ambiental "Educando y reciclando aprovechemos los residuos sólidos", lo que indica que existe un potencial importante para trabajar en la mejora del manejo de los recursos por parte de la población.

Dentro del análisis de uso y aprovechamiento de los recursos naturales, en el área de influencia directa del proyecto se tiene:

- **Recursos hídricos:** Ni el caño Humilladero ni la quebrada Gazajujo, son utilizados por la población de la inspección de San Pedro de Jagua (área de influencia directa del proyecto) para el consumo humano; el agua del acueducto es captada del río jagua y de las fincas dispersas la toman de nacederos. Tampoco el recurso hídrico es utilizada para riego, ya que los cultivos establecidos en el área del proyecto son en su mayoría pequeñas extensiones de yuca, maíz y plátano de pancoger y que no son destinados para comercialización.

A lo largo del trayecto del río Gazajujo y dentro del área de influencia del proyecto se encuentran dos vertimientos de aguas servidas que viene de la inspección de San Pedro de Jagua, aportando a los índices de contaminación que presenta este cuerpo de agua, y lo que limita su utilización para algún tipo de uso, diferente a este.

- **Recursos bosque:** Dentro del cauce permanente definido para el caño Humilladero y la quebrada Gazajujo, no se realiza el aprovechamiento de madera, ni leña ni de ningún subproductos secundario del productos derivados del aprovechamiento del bosque ni la fauna.

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	---	---

- **Recursos hidrobiológicos:** Por el grado de contaminación que presenta las fuentes hídricas que hacen parte del presente trabajo (quebrada Gazajujo y caño Humilladero), no se realizan actividades de pesca y tampoco se desarrollan actividades de piscicultura en la región.
- **Recursos minerales:** El volumen del cauce permanente definido para las dos corrientes de agua bajo estudio, no permiten el desarrollo actividades mineras de aluvión o extracción de material pétreo. Por lo anterior es posible que no se evidencie actividad minera alguna.
- **Usos económicos:** Dentro del área de influencia directa del proyecto se encuentra el centro poblado de la Inspección de San Pedro de Jagua, y parches de pastos arbolados, enmalezados y limpios, donde el mantenimiento de ganado bovino ha venido des intensificándose en los últimos años, también se observa algunos pequeños de cultivos de pancoger de yuca, maíz y plátano, pero que no ocupan grandes extensiones ni tampoco se desarrollan de forma intensiva.

9 ZONIFICACIÓN PROPUESTA Y MEDIDAS DE MANEJO EN LAS CORRIENTES

Para la delimitación de la ronda hídrica se tomaron como elementos estructurantes para su definición las rondas que fueron definidas a partir de los análisis hidrológicos y geomorfológicos efectuados de forma independiente. (Ver **Figura 68**).

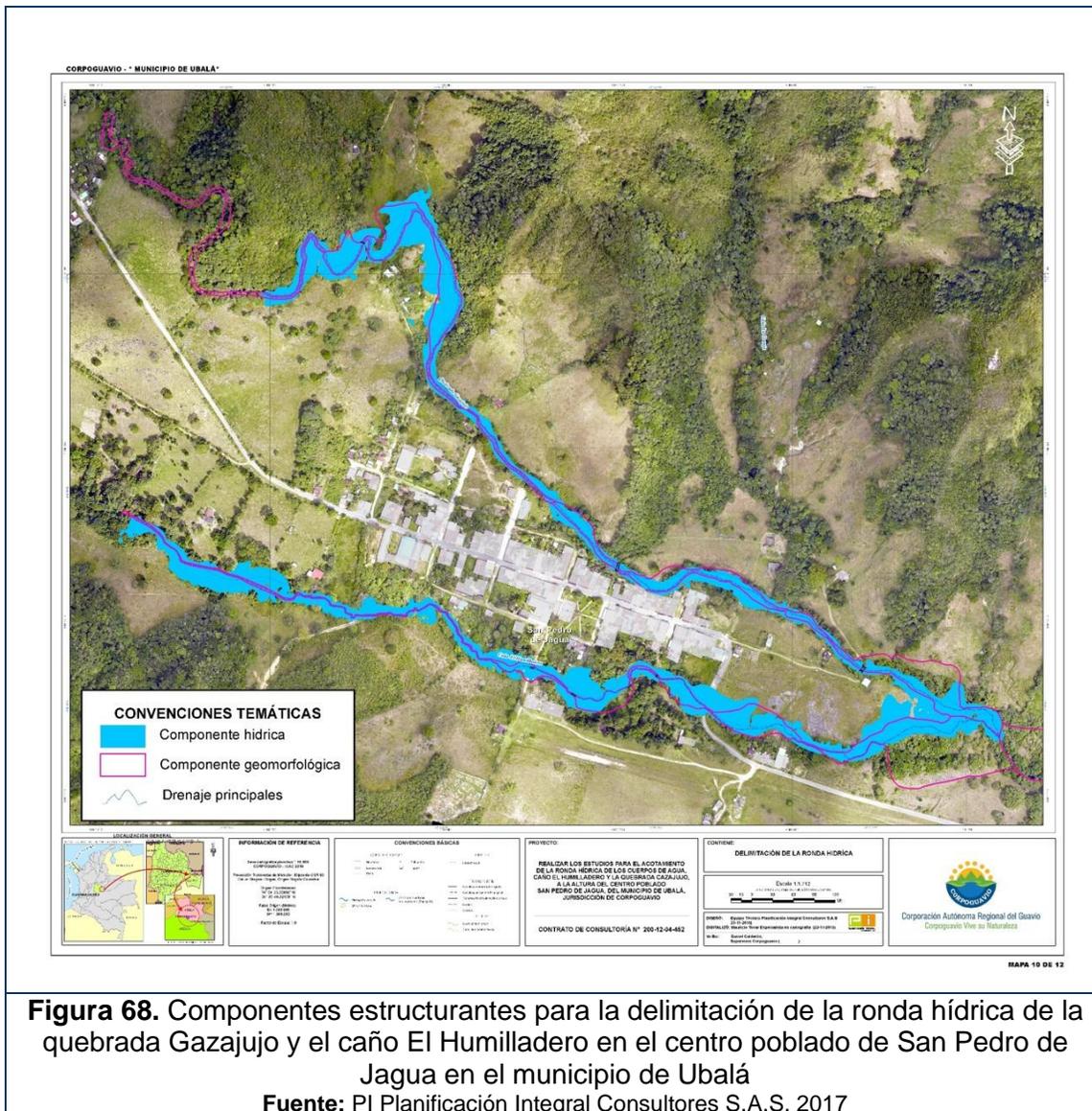


Figura 68. Componentes estructurantes para la delimitación de la ronda hídrica de la quebrada Gazajujó y el caño El Humilladero en el centro poblado de San Pedro de Jagua en el municipio de Ubalá

Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017

Producto del ejercicio técnico realizado se obtuvo la delimitación de la ronda hídrica para la quebrada Gazajujó y el caño El Humilladero. (Ver **Figura 69**).

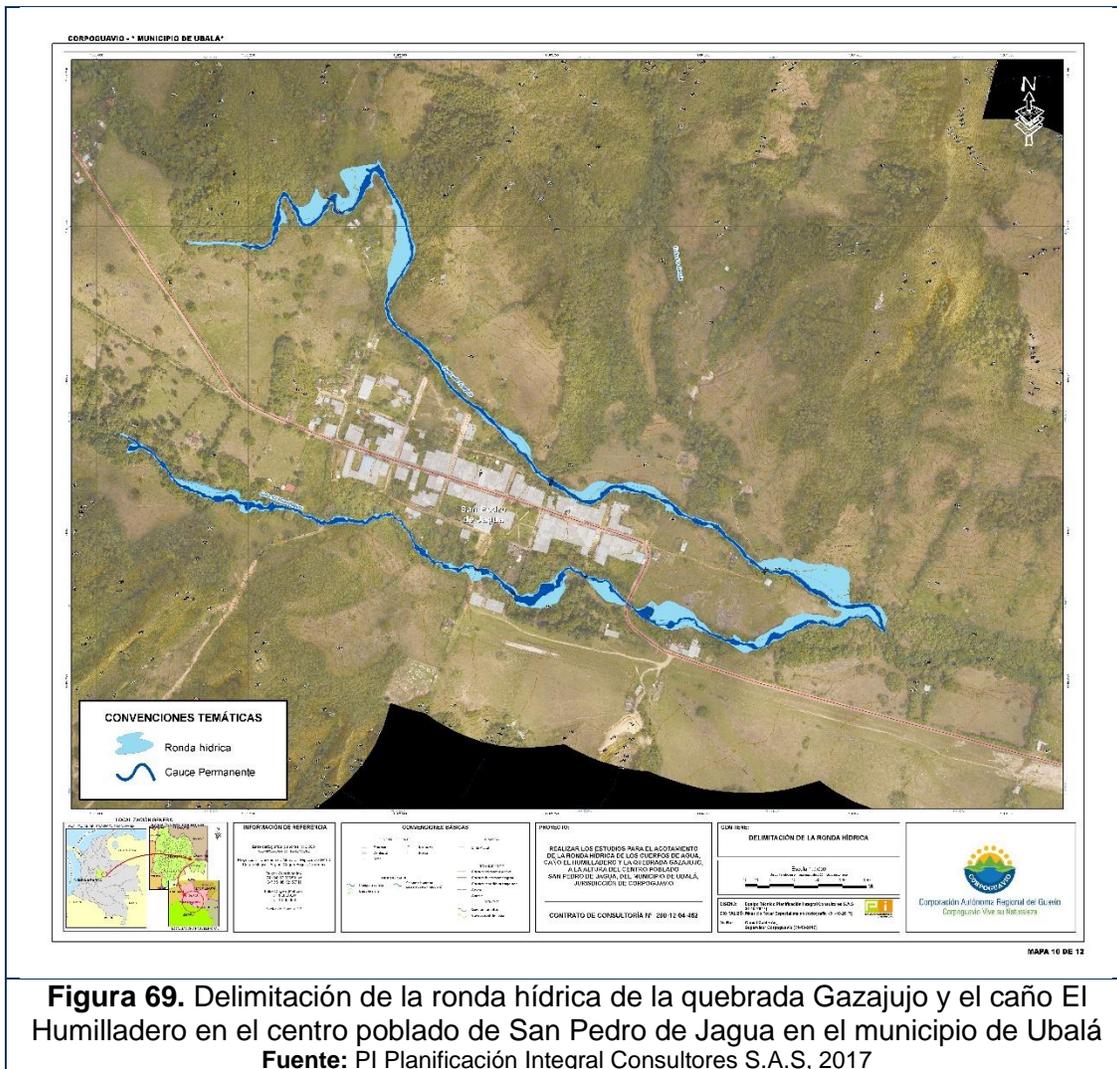


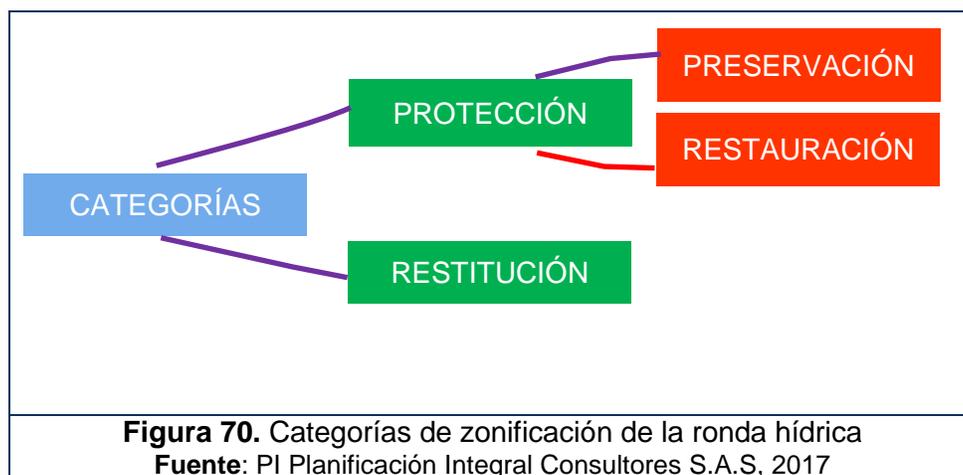
Figura 69. Delimitación de la ronda hídrica de la quebrada Gazajujo y el caño El Humilladero en el centro poblado de San Pedro de Jagua en el municipio de Ubalá
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017

La zonificación que se presenta a continuación refleja el resultado final del ejercicio técnico y permite identificar las áreas con recomendaciones de uso particular para la toma de decisiones y el ordenamiento territorial.

9.1 CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN

A partir del cruce cartográfico de la delimitación de la ronda para componentes geomorfológico, hidrológico y ecosistémico, se obtiene la zonificación cartográfica o espacial, en la que se definen en particular las zonas que son susceptibles de declararse como de **Protección**, bajo dos criterios esenciales, la que tiene fines de **Preservación** y la que tiene un énfasis de **Restauración**.

Dadas las circunstancias irregulares de ocupación del territorio en nuestro país y dado que el interés mayor siempre será cumplir con los requerimientos planteados en la Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, se incluye una categoría adicional de **Restitución**. En la **Figura 70** se representan gráficamente las categorías de zonificación consideradas para la zonificación de la ronda de la quebrada Gazajujo y el caño El Humilladero en el centro poblado de San Pedro de Jagua en el municipio de Ubalá, en jurisdicción de Corpoguvio.



Para el ejercicio de zonificación se entenderán las siguientes definiciones

✓ **Preservación**

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**

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

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpogavio Vive su Naturaleza</p>	<p>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S.</p>
---	--	--

rehabilitación de una función del ecosistema por medio de la toma de decisiones administrativas y ambientales que restrinjan su uso.

✓ Restitución

En esta categoría se incluirán y/o delimitarán aquellas áreas que por efecto de la presencia de acciones antrópicas intensivas y a su vez, por la presencia de personas y viviendas en zonas de alto riesgo de inundación, deberán ser reubicadas y/o reasentadas de acuerdo a lo requerido por las autoridades administrativas y ambientales.

9.2 ZONIFICACIÓN DE MANEJO PARA LA RONDA HÍDRICA DEFINIDA

Como producto de la zonificación realizada se obtuvo que para la ronda definida se contempla un total de 4,99 hectáreas categorizadas como de **Protección** que están distribuidas en las subcategorías de **Preservación** (4,30 ha) y **Restauración** (0,68 ha) que representan el 86,17% y el 13,62% respectivamente; en el área definida como ronda no se encuentran áreas destinadas para la restitución, puesto que no se encuentran tejidos urbanos ni infraestructura vial dentro de la ronda definida, excepto un pequeño tramo de la vía de acceso al centro poblado, la cual no se incluyó en la categoría de restitución, en virtud a que es la única vía de ingreso.

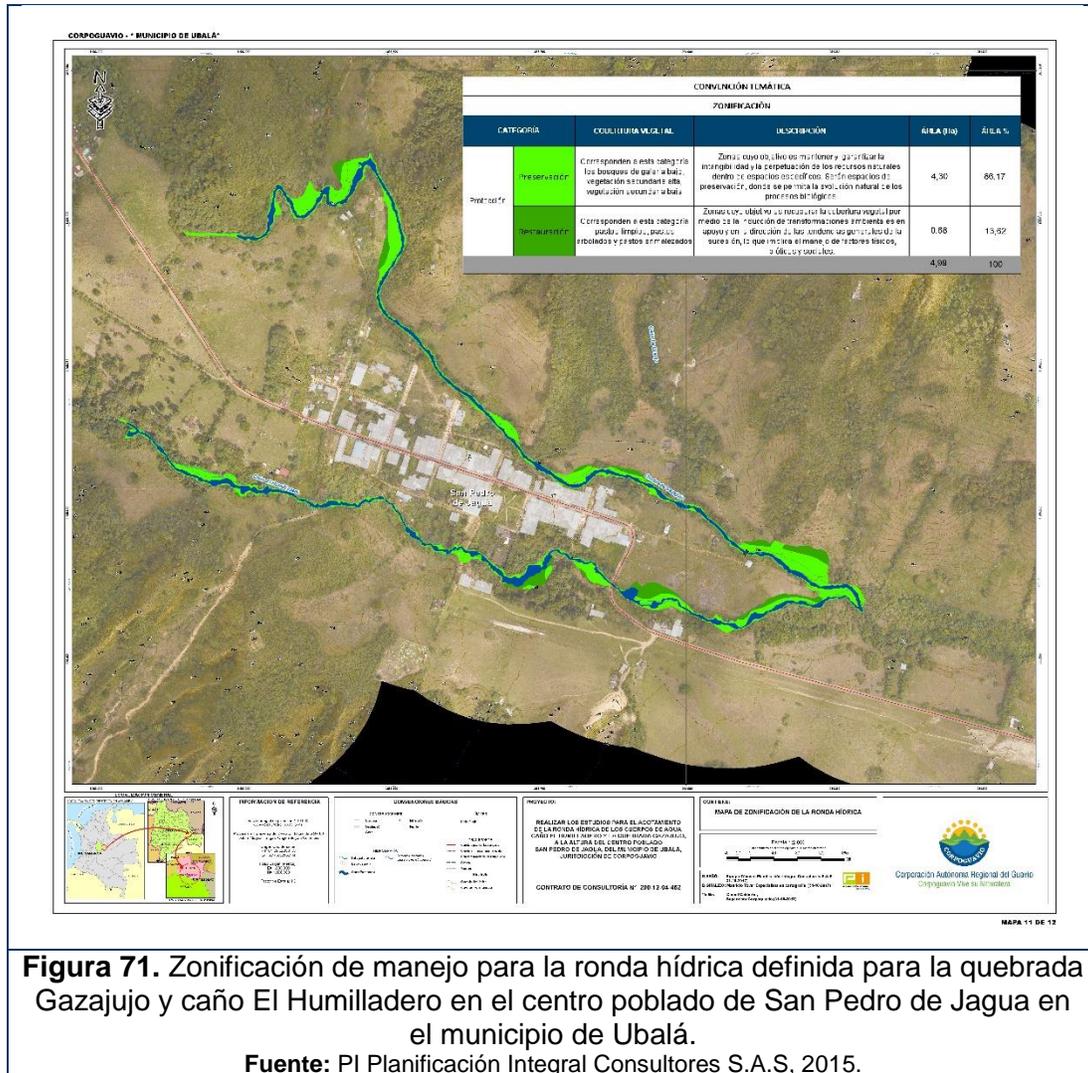
En la **Tabla 38** se presenta el porcentaje de las áreas por categorías producto de la zonificación realizada.

Tabla 38. Proporción de áreas por categoría de zonificación para la ronda hídrica definida.

CATEGORÍA		DESCRIPCIÓN	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Protección	Preservación	Corresponden a esta categoría los bosques de galería bajo, vegetación secundaria alta y baja.	4,30	86,17%
	Restauración	Corresponden a esta categoría pastos limpios, pastos arbolados y pastos enmalezados	0,68	13,62%
Total Área de la Ronda en Hectáreas			4,99 Ha	100%

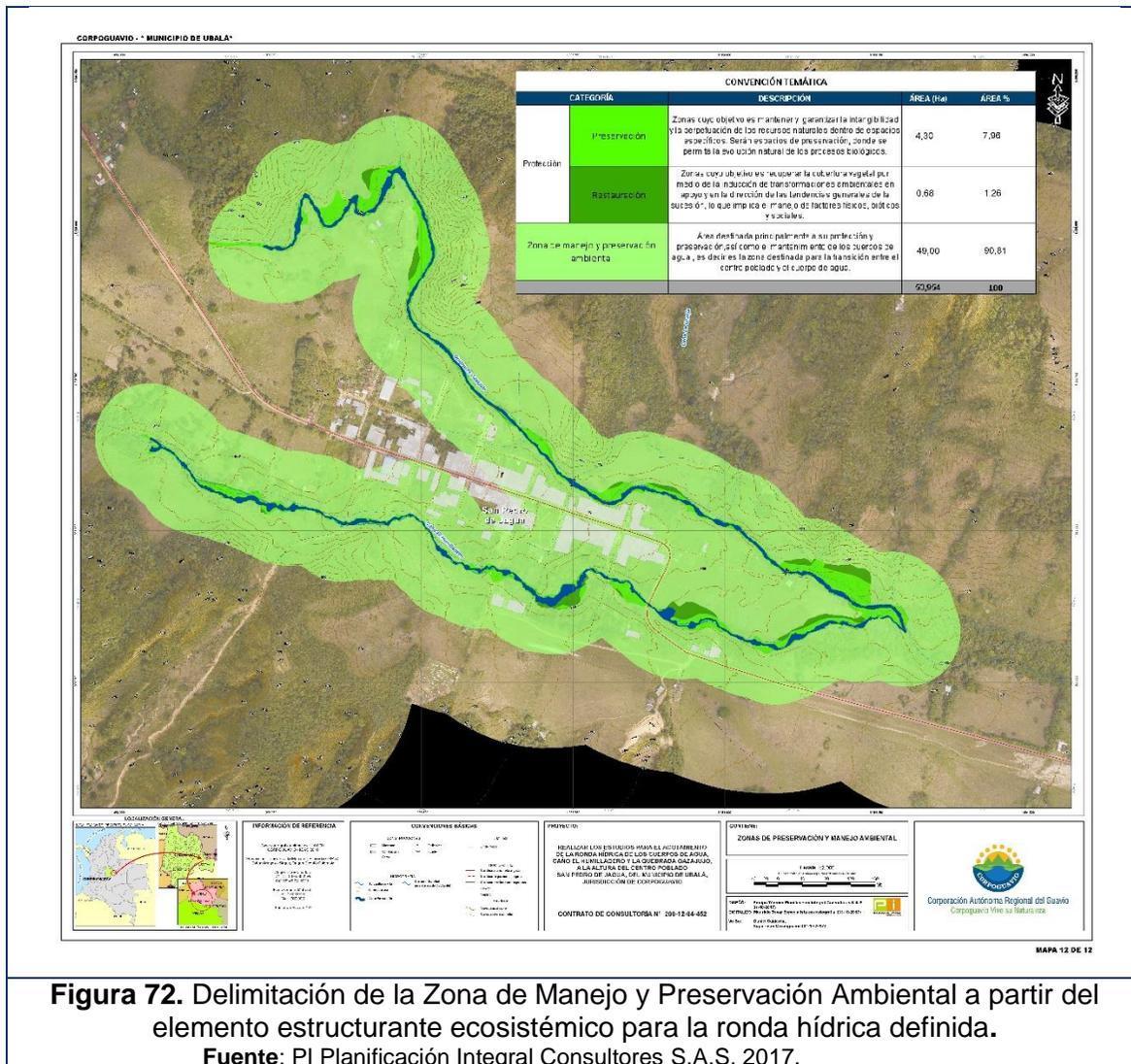
Fuente: PI Planificación Integral Consultores S.A.S, 2017

En la **Figura 71** se presenta el resultado de la zonificación de las rondas hídricas la quebrada Gazajujo y caño El Humilladero en el centro poblado de San Pedro de Jagua en el municipio de Ubalá.



Finalmente, adicional a la zonificación de manejo propuesta para la ronda hídrica definida, se propone una franja que se ha denominado **Zona de Manejo y Preservación Ambiental (ZMPA)** producto del ejercicio de delimitación de la ronda a partir del elemento estructurante ecosistémico que cuenta con un área de 49 ha (**Figura 72**).

La ZMPA corresponderá a un área contigua a la ronda hídrica destinada principalmente a su protección y preservación, así como al mantenimiento de los cuerpos de agua, es decir, es la zona destinada para la transición entre el centro poblado de San Pedro de Jagua y el cuerpo de agua.



La franja ecosistémica delimitada cumple con la función principal de sostener y conducir la biodiversidad y los procesos ecológicos, por lo cual deberá contemplarse dentro de los procesos de ordenamiento territorial para que adicionalmente cumpla con la función de dotar de bienes y servicios ambientales al territorio para encaminar al municipio hacia el desarrollo sostenible.

Ahora bien, bajo este mismo criterio orientador, es necesario definir la zona de protección de la ronda hídrica en cada corriente, la cual proviene de la identificación de los ecosistemas existentes. En tal sentido, entendiendo lo planteado en la **Tabla 28** del presente informe, en la que se cita la distancia H de protección ecosistémica, es necesario entender que la franja de protección de cada ronda varía de 45,28 m a 90,56 m, dependiendo del uso que tenga.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las conclusiones y recomendaciones del presente estudio desde los componentes evaluados para la definición de la ronda hidráulica de la caño El Humilladero y quebrada Gazajujo en el municipio de Ubalá.

Desde el componente hidrológico se concluye:

- De acuerdo al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Ubalá, se puede apreciar que históricamente la quebrada Gazajujo viene siendo identificada como una corriente que representa amenaza por socavación de orillas, por lo que quedó establecido en dicho EOT que se deben implementar obras para controlar el curso de la quebrada para evitar posteriores riesgos.
- Evaluados y desarrollados los dos métodos de modelación lluvia-escorrentía, la primera metodología evaluada corresponde al Soil Conservation Service (S.C.S), y la segunda al MÉTODO RACIONAL, dada la escasa información y el tamaño menor de las microcuencas a evaluar, que cuentan con gran parte de su área urbanizada, se considera que el MÉTODO RACIONAL es el más conveniente.
- Una vez desarrolladas las dos metodologías, se presentan TABLAS COMPARATIVAS DE LOS MÉTODOS RACIONAL y SOIL - HIDROGRAMA UNITARIO, donde se puede apreciar que los resultados obtenidos son similares hasta el periodo de retorno de 10 años, a partir del cual, el Método Racional arroja valores superiores al SOIL, pero tal como se mencionó, se realizó el tránsito de las crecientes bajo el panorama más crítico, correspondiente al Método Racional.
- Se realizó una primera simulación para pruebas y ajustes con secciones transversales para la quebrada Gazajujo, en toda su longitud, las cuales son producto de la integración del levantamiento topográfico y el modelo digital del terreno, levantando mediante LIDAR, donde se aprecia que algunas de ellas sobrepasan límites en su longitud de abscisado, cruzando zonas con cotas muy bajas respecto a las secciones de la quebrada, separadas por elevaciones del terreno, que impedirían que las aguas llegasen hasta allí, por tal razón, se hace necesario, en algunas secciones transversales, suprimir algunos puntos de los bordes izquierdo o derecho según sea el caso, para proceder a una nueva simulación FINAL, una vez efectuada la depuración de la información mediante la utilización del Hec Ras.
- Como se puede apreciar, tanto para la quebrada Gazajujo y el caño El Humilladero, sus secciones trasversales, desde su nacimiento, presentan en sus orillas izquierda y derecha, pendientes muy altas, con grandes alturas con respecto al fondo, lo que hace que se comporten como canales triangulares en gran parte de su recorrido, esto hace que no existan desbordamientos pronunciados para periodos de retorno de 50 y 100 años, pero si, aumento significativo en las cotas respectivas.

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavió Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	---	---

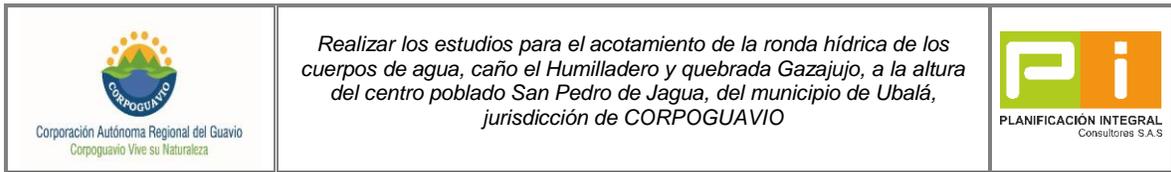
- Dentro de las valoraciones con las demás temáticas, como es la morfometría, geomorfología, componente ecosistémico y socioeconómico (predial), es aconsejable desde el punto de vista hidrológico utilizar el periodo de retorno de 100 años, que en la parte baja de las dos corrientes, justo antes de su confluencia, presentan desbordamientos importantes que deben ser analizados a la luz del mayor periodo de retorno, para impedir futuros desarrollos urbanísticos.

En cuanto al componente geomorfológico se tiene que:

- El abanico aluvial, de morfología alargada y angosta ha sufrido un proceso de rejuvenecimiento con la incisión de las corrientes del caño El Humilladero y la quebrada Gazajujo.
- El patrón paralelo que exhiben las dos corrientes indican un control topográfico y geológico.
- Predominan los cauces de bajo gradiente hidráulico, en los cuales la erosión de las vertientes y la incisión en canales no es tan marcada.
- El transporte de sedimentos es estacional, relacionado a eventos torrenciales que arrastran grandes bloques y cantos de roca, provenientes de la erosión del abanico aluvial o de rocas sedimentarias que confinan al abanico. Lo anterior sugiere prestar atención a episodios de temporalidad.
- Se presentan canales estrechos, sin variación en espesor, no muy profundos, además de estrechas llanuras aluviales y terrazas muy bajas, que en periodos de alta temporalidad pueden ser inundados.
- Los segmentos encañonados no serán inundados, sin embargo se pueden presentar procesos erosivos y movimientos en masa.

En cuanto al componente ecosistémico se concluye que:

- El componente ecosistémico si bien no es determinante para la delimitación de la ronda hídrica de la quebrada Gazajujo, si lo es para el caño El Humilladero
- La franja ecosistémica delimitada, tanto en la quebrada Gazajujo como en el caño El Humilladero, cumple con la función principal de sostener y conducir la biodiversidad y los procesos ecológicos, por lo cual deberá contemplarse dentro de los procesos de ordenamiento territorial para que adicionalmente cumpla con la función de dotar de bienes y servicios ambientales al territorio para encaminar al municipio hacia el desarrollo sostenible.
- La franja ecosistémica para las fuentes hídricas de la Inspección de San Pedro de Jagua responden en su mayoría a criterios de protección y conservación, puesto que las coberturas naturales (bosque ripario y vegetación secundaria) asociadas al cauce se encuentran representadas por un 38,25% del área (52,6 Ha); adicionalmente hay que mencionar que existe una alta presión antrópica, que debe ser controlada para que no se modifiquen las coberturas naturales por coberturas

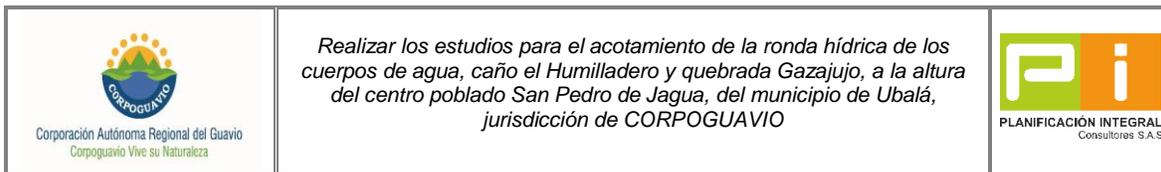


como pastos y cultivos, las cuales no brindan la calidad y cantidad de servicios ecosistémicos que prestan las coberturas naturales.

La franja de protección del componente estructurante ecosistémico para el área de estudio oscila entre 45,28 m y 90,56 m.

En cuanto al componente social se concluye que:

- A partir de la información secundaria proveniente del EOT, Plan de desarrollo municipal, y la metodología propuesta se logró evidenciar el alto grado de afectación de las rondas hídricas de los afluentes en estudio que cruzan la Inspección de San Pedro de Jagua, identificando que los asentamientos humanos que invaden las rondas generan conflicto por el inadecuado uso del suelo y el vertimiento de contaminantes a las corrientes estudiadas.
- Se deberá plantear desde el EOT y el Plan de desarrollo del Municipio de Ubalá, la posibilidad de recuperar las áreas de ronda de los afluentes en estudio, mediante la reubicación de las viviendas que se encuentran en los bordes de las corrientes, así como el tratamiento de las aguas que se vierten a las mismas.
- Generar conciencia ciudadana por medio de programas encaminados a la protección y cuidado de las fuentes de agua en las zonas de ronda.



11 BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía Municipal de Ubalá. Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015. “*Con una nueva visión de desarrollo, para volver a servir*”. 2012.

Alcaldía Municipal de Ubalá, Universidad Nacional de Colombia. Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Ubalá. 2008.

Alcaldía Municipal de Ubalá. Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019. “Con el Cambio Ubalá Crece”. 2016.

Alcaldía Municipal de Ubalá. Plan integral de seguridad y convivencia ciudadana 2016-2019. Ubalá 2016.

CORPOGUAVIO. 2015 Guía técnica para la delimitación de las zonas de ronda hídrica en afluentes priorizados de la Corporación Autónoma Regional del Guavio — Documento técnico Subdirección de Planeación, mayo de 2015.

CORPOGUAVIO. 2005. Diagnóstico y Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Aportante del río Guavio, Fases Diagnóstico, Prospectiva y formulación.

IDEAM. 2017. Información de precipitación, Estación Medina Cod 35050010 –

Jaramillo Nieto, J., Vera Mutre, C., & Sanga Suárez, C. (2009). Análisis hidrológico de la cuenca del cerro colorado y su interacción con la autopista terminal terrestre-Pascuales (Bachelor's thesis).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012. 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. Pág- 17

Pérez L Jesús A. 2015. Cálculo del Caudal de Creciente Por el Método Racional en el Caño Pavas en la Vereda de Velásquez en el Municipio de Puerto Boyacá. Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Facultad Tecnología – Tecnología en construcciones civiles.

Torres, I. 2005. Efecto del ancho de los ecosistemas riparios en la conservación de la calidad del agua y la biodiversidad en la microcuenca del río sesesmiles, Copán, Honduras. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza.

UNAL & MADS. 2012. Guía para el acotamiento de rondas hídricas –

Ven Te Chow . Hidráulica De Los Canales Abiertos –

Páginas Web

 <p>Corporación Autónoma Regional del Guavio Corpoguvio Vive su Naturaleza</p>	<p><i>Realizar los estudios para el acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua, caño el Humilladero y quebrada Gazajujo, a la altura del centro poblado San Pedro de Jagua, del municipio de Ubalá, jurisdicción de CORPOGUAVIO</i></p>	 <p>PLANIFICACIÓN INTEGRAL Consultores S.A.S</p>
---	---	---

Espacio de recreación. En Línea
([https://es.wikipedia.org/wiki/Espacio de recreaci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Espacio_de_recreaci%C3%B3n)). 08/02/2017

¹ Documento Técnico de Soporte POT [Acuerdo 46/2006] Municipio De Medellín. En Línea
(<https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/documents/ServiciosLinea/PlaneacionMunicipal/ObservatorioPoliticPublicas/resultadosSeguimiento/docs/pot/Documentos/equipamientos.pdf>) consultado 08/02/2017

Proyecto de Acuerdo__ de 2003" Por el cual se adoptan criterios para determinar la estratificación de los inmuebles que conforman el equipamiento urbano, y se dictan otras disposiciones" En línea
(<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9378>). Consultado el 08/02/2017

HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER (HEC) VERSION RAS 3.1 y 4.1. El HEC-RAS