EJECUCIÓN DE ACCIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES OPERATIVOS DE LOS POMCA SZH 1501, NSS 2906-01 Y SZH 2907 FORMULADOS Y ADOPTADOS POR CORPAMAG.

CONTRATO No 293 DEL 2022 DE CELEBRADO ENTRE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL MAGDALENA Y FUNDACIÓN CREAMOS

HISTÓRICO DE CAMBIOS

Fecha	ENTIDAD	CAMBIO
07/10/2022	FUNDACIÓN CREAMOS	Entrega Informe No. 1
02/12/2022	FUNDACIÓN CREAMOS	Entrega Informe No. 2

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 1
2. OBJETIVOS 3
2.1. Objetivo General 3
2.2. Objetivos Específicos 3
NORMATIVIDAD Y MARCO TEÓRICO 4
3.1. Normatividad y lineamientos relacionados 4
3.2. Marco Teórico 6
IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAS ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA LA REGULACIÓN HÍDRICA DE LAS CUENCAS SZH 1501, NSS 2906-01 Y SZH 2907. 8
METODOLOGÍA 10
4.1. Fase I: Área de Estudio. 10
4.2. Fase II: Identificación de áreas prioritarias 11
4.2.1. Fase III: Categorización de predios de acuerdo con la distribución de AIE 14
5.1.1. Resultados Fase I: Área de Estudio. 21
5.1.2. Resultados Fase II: Identificación de áreas prioritarias. 21
5.2.1. Resultados Fase I: Área de Estudio. 31
5.2.2. Resultados Fase II: Identificación de áreas prioritarias. 31
5.3.1. Resultados Fase I: Área de Estudio. 39
5.3.2. Resultados Fase II: Identificación de áreas prioritarias. 39
5.4. Resultados de la Fase III: Categorización de predios de acuerdo con la distribución de AIE 47
CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN HÍDRICA DE LAS ÁREAS IDENTIFICADAS 48
CÁLCULO PRODUCCIÓN HÍDRICA ACTUAL DE LA CUENCA. 48
DECLARATORIA DEL ORDENAMIENTO DEL CUERPO DE AGUA 49
DIAGNÓSTICO 49
6. Hidrología oferta y demanda hídrica 50
OFERTA HÍDRICA 50
6.1 Delimitación de cuencas, subcuencas y microcuencas. 50

6.2 Metodología para la delimitación de áreas de drenaje 51
6.3 Metodología para la zonificación y codificación de áreas de drenaje. 51
6.4 Caracterización morfométrica 53
6.5 Análisis estadísticos de la información existente 58
Selección y Recopilación de Información Hidroclimatológica 58
DETERMINACIÓN DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE LOS DESEQUILIBRIOS EN LAS ZONAS IDENTIFICADAS COMO ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA LA REGULACIÓN HÍDRICA. 64
Contexto 65
7.1 RESULTADOS 70
7.2 Evidencia fotográfica 76
Reconocimiento en campo e identificación de 27 sitios para medición de caudales 79
8.1 DISEÑO DE MONITOREO 79
8.2 Selección de sitios de monitoreo 80
Localización de las estaciones de monitoreo 80
8.3 Registro fotográfico de actividades preliminares e instalaciones de miras y georreferenciaciones de las secciones transversales, de los planes operativos de los POMCAS SZH 1501, NSS 2906-01 Y SZH 2907 87
9.1 RESUMEN 98
9.2 PRESENTACION 98
9.3 LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES Y CRITERIOS DE MEDICIÓN 99
9.4 METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE AFORO 102
9.4.1 MEDICIÓN DE CAUDALES 103
9.4.2 TIPOS DE MEDICIÓN 103
9.4.3 MÉTODO ÁREA-VELOCIDAD 105
LEVANTAMIENTO DEL PERFIL 117
9.6 REGISTRO FOTOGRAFICO TRABAJO EN CAMPO 120
9.7 TRABAJO EN OFICINA 122
9.8 EQUIPOS UTILIZADOS 123
9.5 RESULTADOS 124
9.11 SECCIONES TRANSVERSALES 125

OBSERVACIONES. 143

RESULTADOS 145

SECCIONES TRANSVERSALES CAMPAÑA 2. 146

OBSERVACIONES. 165

Medición de niveles (LM) y precipitación (PM), en 27 estaciones en los sitios seleccionados en forma conjunta con CORPAMAG (Ríos y Ciénagas). Amarradas topográficamente a cota real con el sistema de Magna-Sirgas del IGAC. Nota: Incluye los materiales de la instalación de 27 LM y 27 PM. 190

10.1.1 Instalación de equipos de monitoreo de variables ambientales, automáticos y manuales, en las zonas prioritarias establecidas en el marco del proyecto 191

10.1.2 Instalación de miras Limnimétricas. 194

11 Instalación de pluviómetros manuales 196

11.1.1 CAPACITACIONES de fortalecimiento DE LOS OBSERVADORES VOLUNTARIOS, con respecto a la red social de monitoreo conformada en la jurisdicción de la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL MAGDALENA (CORPAMAG). 200

IDENTIFICACIÓN DE PREDIOS LOCALIZADOS EN ÁREAS Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS PRIORIZADOS 209

12.1 Selección de predios 209

12.2.1 Fuentes de abastecimiento 213

12.2.2 Corrientes Hídricas, rondas hídricas. 215

12.2.3 Coberturas Naturales 217

BIBLIOGRAFÍA 221

ANEXOS 223

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1-1**:** Definición del área de estudio priorizada por los POMCA. 11
Tabla 4.2-1**:**Valor de importancia y peso en ponderación para cada una de las áreas. 12
Tabla 4.2.1-1**:**Disposiciones del POT frente a la ronda hídrica por municipio de la Cuenca SZH 1501. 16
Tabla 4.2.1-2**:** Disposiciones del POT frente a la ronda hídrica por municipio de la Cuenca NSS 2906-01..... 17
Tabla 4.2.1-3**:** Disposiciones del POT frente a la ronda hídrica por municipio de la Cuenca SZH 2907. 18
Tabla 5.1.2-1:Distribución de humedales cuenca SZH 1501. 24
Tabla 5.1.2-2**:** Distribución Índice de Vulnerabilidad Hídrica cuenca SZH 1501. 25
Tabla 5.1.2-3**:** Vocación del Suelo identificada cuenca SZH 1501. 28
Tabla 5.1.2-4**:** Ecosistemas sintetizados presentes en el área de estudio. 29
Tabla 5.1.2-5**:** Distribución de áreas priorizadas para la conservación de áreas cuenca SZH 1501.. 31
Tabla 5.2.2-1**:** Distribución de humedales cuenca NSS 2906-01. 33
Tabla 5.2.2-2**:** Distribución Índice de Vulnerabilidad Hídrica cuenca NSS 2906-01. 34
Tabla 5.2.2-3**:** Vocación del Suelo identificada cuenca NSS 2906-01..... 36
Tabla 5.2.2-4**:** Ecosistemas presentes en la cuenca NSS 2906-01..... 37
Tabla 5.2.2-5**:** Distribución de áreas priorizadas para la conservación de áreas cuenca NSS 2906-01 39
Tabla 5.3.2-1**:** Distribución de humedales cuenca SZH 2907. 41
Tabla 5.3.2-2**:** Distribución Índice de Vulnerabilidad Hídrica cuenca SZH 2907. 42
Tabla 5.3.2-3**:** Vocación del Suelo identificada cuenca SZH 2907. 44
Tabla 5.3.2-4**:** Ecosistemas presentes en la cuenca NSS 2906-01..... 45
Tabla 5.3.2-5**:** Distribución de áreas priorizadas para la conservación de áreas cuenca SZH 2907.. 47
Tabla 6.1-1: Codificación de áreas hidrográficas 52
Tabla 6.1-2: Codificación zonas hidrográficas..... 53
Tabla 6.4-1: Rangos de clasificación, Índice de compacidad 54
Tabla 6.4-2. Clasificación del Factor de Forma..... 54
Tabla 6.4-3: Parámetros morfométricos por cuencas río Piedras, Manzanares y otros directos al Caribe SZH 1501 58
Tabla 6.5-1. Características de las estaciones Hidroclimatologicas existentes en la zona de estudio de la Cuenca SZH 1501 59
Tabla 6.5-2. Características de las estaciones Hidroclimatologicas existentes en la zona de estudio de la CUENCA NSS 2906 – 01 60
Tabla 6.5-3. Características de las estaciones Hidroclimatologicas existentes en la zona de estudio de la Cuenca SZH 2907. 62

Tabla 7-1: Criterios de selección de sitio de monitoreo.....88
Tabla 7-2. Listado de los Sitios seleccionados para las instalaciones de estaciones de monitoreo, Para la implementación de los planes operativos de los POMCAS SZH 1501, NSS 2906-01 Y SZH 2907.....91
Tabla 8.2-1. Criterios de selección de sitio de monitoreo..... 100
Tabla 8.2-2. Criterios de selección de sección de aforos. 101
Tabla 8.2-1. Ubicación del punto de referencia BM 118
Tabla 9-8.2-1. Registro Fotográfico De Trabajos De Levantamiento De Perfiles Transversales 120
Tabla 9-8.2-2. Registro Fotográfico De Trabajos De Medición De Aforos Líquidos 121
Tabla 9-8.2-1. Equipos Utilizados 123
Tabla 9-8.2-1. Aforos Líquidos SZH 1501 124
Tabla 9-8.2-2. Aforos Líquidos SZH NNSS 2906..... 125
Tabla 8.2-1. Aforos Líquidos SZH 1501..... 145
Tabla 8.2-2. Aforos Líquidos SZH NNSS 2906 145
Tabla 10.1.2-1. Red de Limnímetro y Pluviómetros Manuales Instalados en la cuenca SZH 1501. 198
Tabla 11.1.1-1. Listados de Observadores Red social del monitoreo del agua..... 206
Tabla 12.1-1. Fuentes de información capas geográficas. 210
Tabla 12.1-2. Áreas priorizadas SZH 1501 211
Tabla 12.1-3. Áreas priorizadas NSS 2906-01..... 211
Tabla 12.1-4. Áreas priorizadas SZH 2907 211
Tabla 12.1-5. Áreas Priorizadas para identificación de predios 211
Tabla 12.1-6. Criterios de selección y priorización de predios..... 212
Tabla 12.1-7. Rangos de clasificación de priorización de predios. 212
Tabla 12.1-8. Identificación y priorización de predios rurales (sumatoria predios en Ha) 219

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Nacimientos de agua cuenca SZH 1501. 22
Figura 2: Rondas Hídricas cuenca SZH 1501..... 23
Figura 3: Humedales cuenca SZH 1501. 24
Figura 4: Índice de Vulnerabilidad Hídrica cuenca SZH 1501. 25
Figura 5: Estructura Ecológica Principal cuenca SZH 1501. 27
Figura 6: Vocación del Suelo cuenca SZH 1501. 28
Figura 7: Ecosistemas cuenca SZH 1501. 29
Figura 8: Priorización de áreas cuenca SZH 1501. 30
Figura 9: Rondas Hídricas cuenca NSS 2906-01. 32
Figura 10: Humedales cuenca NSS 2906-01. 33
Figura 11: Índice de Vulnerabilidad Hídrica cuenca NSS 2906-01 34
Figura 12: Estructura Ecológica Principal cuenca NSS 2906-01. 35
Figura 13: Vocación del Suelo cuenca NSS 2906-01 36
Figura 14: Ecosistemas cuenca NSS 2906-01. 37
Figura 15: Priorización de áreas cuenca NSS 2906-01. 38
Figura 16: Rondas Hídricas cuenca SZH 2907 40
Figura 17: Humedales cuenca SZH 2907. 41
Figura 18: Índice de Vulnerabilidad Hídrica cuenca SZH 2907. 42
Figura 19: Estructura Ecológica Principal cuenca SZH 2907. 43
Figura 20: Vocación del Suelo cuenca SZH 2907. 44
Figura 21: Ecosistemas cuenca NSS 2906-01. 45
Figura 22: Priorización de áreas cuenca SZH 2907. 46
Figura 23 Cobertura hidrográfica zona de estudio, SZH 1501 52
Figura 24: Generalidades e importancia del Balance Hídrico 66
Figura 25: Ubicación de las estaciones de monitoreo de la cuenca SZH 1501. 82
Figura 26: Ubicación de las estaciones de monitoreo de la cuenca NSS 2906-01. 83
Figura 27: Ubicación de las estaciones de monitoreo de la cuenca SZH 2907 84
Figura 28: Posición de puntos de observación en la sección transversal de una corriente..... 106
Figura 29: Molinete hidrométrico. 107
Figura 30: Distribuciones normales de velocidades de flujo en la vertical. 109
Figura 31: Método de dos puntos (0.2 y 0.8) para la medición de la velocidad del flujo en la vertical. 110
Figura 32 y Figura 33 Método de un punto (0.6) y (20%;60% y 80%) para la medición de la velocidad del flujo en la vertical respectivamente. 111
Figura 34: Configuración típica de una medición con un instrumento de efecto Doppler. 113
Figura 35: Salida de un ADCP- Aforo Rotonda Puente Gaira 114
Figura 36:Sondas de medición bidimensional y tridimensional..... 115
Figura 37: Medición en campo con equipo caudalímetro - FlowTracker2. 116

Figura 38: Ubicación de la sonda dentro del agua, transversal al flujo del agua 117
Figura 39: Levantamiento de secciones transversales hidrotopográficas 119
Figura 40: Elaboración de diagramas esquemáticos en campo. 119
Figura 41: Fotografía del pluviómetro manual o “lluviometros” instalado 192
Figura 42. Detalle de la mira o limnímetro manual diseñado en el proyecto. 195
Figura 43. Miras Limnimétricas instaladas en los municipios de Angelópolis y Remedios 196
Figura 44. Especificaciones del pluviómetro manual diseñado en el proyecto. 197
Figura 45. Pluviómetro manual instalado en el proyecto. 198
Figura 46. Capacitación lecturas de Miras y pluviómetros en el sector Nueva Esperanza Rio Toribio Cuenca parte alta. 202
Figura 47: Capacitación lecturas de Miras y pluviómetros en el sector Cordobita, Rio Córdoba cuenca Baja. 203
Figura 48. Capacitación lecturas de Miras y pluviómetros en el sector El Roble, Rio Gaira cuenca Parte Media. 203
Figura 49. Capacitación lecturas de Miras y pluviómetros en el sector Puente Gaira Parqueadero de las Chivas, Rio Gaira cuenca Parte Baja. 204
Figura 50. Capacitación lecturas de Miras y pluviómetros en el sector Finca los Corrales, Rio Córdoba cuenca Parte Alta. 205
Figura 51: Capacitación lecturas de Miras y pluviómetros en el sector Restaurante Palinka, Rio Manzanares cuenca Parte Baja. 205
Figura 52: Capacitación e instalación de Miras y pluviómetros en el sector Balneario donde Jota, Rio Toribio cuenca Parte Baja. 206
Figura 53:Fuentes abastecedoras SZH 1501. 213
Figura 54: Fuentes abastecedoras NSS 2906-01. 214
Figura 55:Fuentes abastecedoras SZH 2907. 214
Figura 56:Corrientes y Ronda Hídricas SZH 1501. 215
Figura 57:Corrientes y Ronda Hídricas NSS 2906-01 215
Figura 58:. Corrientes y Ronda Hídricas SZH 2907. 216
Figura 59. Coberturas Naturales SZH 1501. 217
Figura 60. Coberturas Naturales NSS 2906. 217
Figura 61. Coberturas Naturales SZH 2907. 218
Figura 62. Identificación y priorización de predios rurales NSS 2906-01 220
Figura 63. Identificación y priorización de predios rurales SZH 2907. 220

1. INTRODUCCIÓN

Colombia posee una gran oferta hídrica y una amplia disponibilidad de recursos naturales, por lo que se tiene una percepción errónea actual de que el país en general cuenta con abundancia de agua; sin embargo, en la mayor parte del territorio poblado existen deficiencias en el abastecimiento de agua para consumo humano y para el desarrollo de actividades económicas que requieren de este recurso (Zamudio, 2012). Es por este hecho que surge la necesidad de identificar los aspectos y áreas que influyen directamente en la regulación hídrica de las cuencas y microcuencas, en pro de preservarlas y así lograr el continuo abastecimiento de agua para las comunidades.

Las Áreas de Importancia Estratégica para la Regulación del Recurso Hídrico – AIE son consideradas como aquellas zonas definidas por las autoridades ambientales en sus instrumentos de ordenación, a las cuales se les asigna dicha categoría por la oferta de bienes y servicios ambientales, especialmente del recurso hídrico para satisfacer prioritariamente el consumo humano, e igualmente, otros usos como el agropecuario, la generación de energía, uso industrial y el mantenimiento de procesos ecosistémicos, tal y como lo estipula el Decreto 953 de 2013. Así mismo, corresponde a aquellas áreas definidas por las entidades territoriales en su ordenamiento asociadas a fuentes hídricas que permiten el abastecimiento de agua en términos de cantidad o calidad.

En el departamento del Magdalena, específicamente las cuencas de los Ríos Piedras, Manzanares y otros Directos al Caribe - SZH 1501, Complejo de Humedales Ciénaga Grande de Santa Marta - NSS 2906-01 y Directos al Bajo Magdalena entre El Banco y Plato (Md) - SZH 2907 han sufrido fuertes modificaciones de sus condiciones de coberturas naturales y usos del suelo, lo que viene ocasionando que la regulación hídrica de sus cuerpos de agua sea débil y se presenten comportamientos torrenciales, dejando a las cuencas propensas a eventos de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico. De acuerdo con lo mencionado, resulta imperativo la generación de medidas de mantenimiento y conservación de las condiciones en las áreas estratégicas para la regulación del recurso hídrico que contribuirán en el mediano y largo plazo a mitigar esta problemática.

Es por lo anterior que dentro de los Planes Operativos de los POMCA SZH 1501, NSS 2906-01, se ha establecido la Línea Programática *Manejo y conservación integral del recurso hídrico,* de la cual se deriva el proyecto *Gestión y conservación de las zonas estratégicas para el balance y regulación hídrica*, que tiene como fin generar medidas para la protección y recuperación de las áreas de importancia estratégica para la regulación y disponibilidad del recurso hídrico en las mencionadas cuencas. Asimismo, para la cuenca SZH 2907, se define el proyecto *Implementación del esquema de Pago por Servicios Ambientales para la conservación de áreas y ecosistemas estratégicos en la cuenca*,

programas que se realizan dentro de áreas de importancia estratégicas para la regulación del recurso hídrico, para lo cual es importante llevar a cabo de manera previa su respectiva identificación.

A continuación, se presenta la metodología implementada para llevar a cabo la determinación de las AIE para la regulación del recurso hídrico enfocadas en: (i). Rondas hídricas y nacimientos de cuerpos hídricos; (ii). El área considerada como de rehabilitación dentro de las zonas de protección y recuperación para la conservación en la cuenca, y (iii). Zonas de recarga de acuíferos. Proceso que se ha llevado a cabo a través de un análisis multicriterio de los diferentes componentes físico-ambientales y ecosistémicos que se relacionan con la regulación del recurso hídrico, realizando la superposición de cartografía temática, el análisis espacial y geoprocesamiento de esta, a través de múltiples herramientas de Sistemas de Información Geográfica.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Formular el Plan a las áreas de las cuencas del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Complejo Humedales Ciénaga Grande de Santa Marta (NSS 2906-01), Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Río Piedras, río Manzanares y otros directos al Caribe (SZH 1501) y Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Directos al Bajo Magdalena entre El Banco y Plato (2907). con jurisdicción en el departamento del Magdalena.

2.2. Objetivos Específicos

- Adaptar metodología para la determinación de áreas de importancia estratégica para la regulación del recurso hídrico – AIE, de acuerdo con sus características físico-ambientales y ecosistémicas.
- Priorizar las AIE según lo definido en la zonificación ambiental de los POMCA, con enfoque en: (i) Rondas hídricas y nacimientos de cuerpos hídricos, (ii) El área considerada como de rehabilitación dentro de las zonas de protección y recuperación para la conservación en la cuenca y (iii) Zonas de recarga de acuíferos.
- Identificar las áreas que deben ser priorizadas para la conservación y regulación del recurso hídrico dentro de las cuencas Ríos Piedras, Manzanares y otros Directos al Caribe - SZH 1501, Complejo de Humedales Ciénaga Grande de Santa Marta - NSS 2906-01 y Directos al Bajo Magdalena entre El Banco y Plato (Md) - SZH 2907, en el departamento del Magdalena.
- Determinar la producción hídrica de la Cuenca Hidrográfica Complejo Humedales Ciénaga Grande de Santa Marta (NSS 2906-01), Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Río Piedras, río Manzanares y otros directos al Caribe (SZH 1501) y Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Directos al Bajo Magdalena entre El Banco y Plato (2907).

NORMATIVIDAD Y MARCO TEÓRICO

3.1. Normatividad y lineamientos relacionados

A continuación, se citan las disposiciones legales y de referencia que se relacionan con áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos a nivel nacional en lo que se refiere a su conservación:

LEY 99 DE 1993	DECRETO 2811 DE 1974
Artículo 111º.- *Adquisición de Áreas de Interés para Acueductos Municipales.* Modificado por el art. 106, Ley 1151 de 2007, Modificado por el art. 210, Ley 1450 de 2011. Reglamentado por el Decreto Nacional 953 de 2013, Declárense de interés público las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua los acueductos municipales y distritales. Los departamentos y municipios dedicarán durante quince años un porcentaje no inferior al 1% de sus ingresos, de tal forma que antes de concluido tal período, haya adquirido dichas zonas. La administración de estas zonas corresponderá al respectivo distrito o municipio en forma conjunta con la respectiva Corporación Autónoma Regional y con la opcional participación de la sociedad civil. **Parágrafo. -** Los proyectos de construcción de distritos de riego deberán dedicar un porcentaje no inferior al 3% del valor de la obra a la adquisición de áreas estratégicas para la conservación de los recursos hídricos que los surten de agua.	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. (Título VI, Capítulo II, Artículo 69). **Artículo 69°. -** Se podrán adquirir bienes de propiedad privada y los patrimoniales de las entidades de derecho público que se requieran para los siguientes fines: *(…)* c. Conservación y mejoramiento de cuencas hidrográficas. e. Uso eficiente de recursos hídricos y obras hidráulicas de propiedad privada. f. Preservación y control de la contaminación de aguas.
LEY 1450 DE 2011	**DECRETO 953 DE 2013**
ARTÍCULO 210. Adquisición de áreas de interés para acueductos municipales**.** El artículo 111 de la Ley 99 de 1993 quedará así: ARTÍCULO 111. Adquisición de áreas de interés para acueductos municipales y regionales. Declárense de interés público las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua los acueductos municipales, distritales y regionales. Los departamentos y municipios dedicarán un porcentaje no inferior al 1% de sus ingresos	Por el cual se reglamenta el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011. Artículo 4°. Identificación, delimitación y priorización de las áreas de importancia estratégica. Para efectos de la adquisición de predios o la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales por parte de las entidades territoriales, las autoridades ambientales deberán previamente identificar, delimitar y priorizar las áreas de importancia estratégica, con base en la información

corrientes para la adquisición y mantenimiento de dichas zonas o para financiar esquemas de pago por servicios ambientales. Los recursos de que trata el presente artículo se destinarán prioritariamente a la adquisición y mantenimiento de las zonas. Las autoridades ambientales definirán las áreas prioritarias a ser adquiridas con estos recursos o dónde se deben implementar los esquemas por pagos de servicios ambientales de acuerdo con la reglamentación que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expida para el efecto. Su administración corresponderá al respectivo distrito o municipio. Los municipios, distritos y departamentos garantizarán la inclusión de los recursos dentro de sus planes de desarrollo y presupuestos anuales respectivos, individualizándose la partida destinada para tal fin.	contenida en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, planes de manejo ambiental de microcuencas, planes de manejo ambiental de acuíferos o en otros instrumentos de planificación ambiental relacionados con el recurso hídrico.
DECRETO ÚNICO REGLAMENTARIO 1076 DE 2015	**DECRETO 1007 DE 2018**
Título 3, Capítulo 1 - ARTÍCULO 2.2.3.1.1.3. Definiciones: Ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos: Aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico, y en general con los procesos de regulación y disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.	Por el cual se modifica el Capítulo 8 del Título 9 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la reglamentación de los componentes generales del incentivo de pago por servicios ambientales y la adquisición y mantenimiento de predios en áreas y ecosistemas estratégicos que tratan el Decreto Ley 870 de 2017 y los artículos 108 y 111 de Ley 99 de 1993, modificados por los artículos 174 de la Ley 1753 de 2015 y 210 de la Ley 1450 de 2011, respectivamente.
GUÍA TÉCNICA PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO TIPO DE PSA PARA LA MODALIDAD HÍDRICA	**POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO**
Relaciona las características con las que deben contar los predios en los cuales se implementen o pretendan implementar esquemas de Pagos por Servicios Ambientales – PSA, bajo la modalidad hídrica.	Establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, en un horizonte de 12 años. Además, dicta directrices unificadas para el manejo de aguas en el país, que además de apuntar a resolver la actual problemática del recurso hídrico, permitan hacer uso eficiente del recurso y preservarlo como una riqueza natural para el bienestar de las generaciones futuras de colombianos.

3.2. Marco Teórico

Recurso Hídrico y Cuenca Hidrográfica

En Colombia, el agua se encuentra categorizada como un bien de uso público, de acuerdo con lo que establece el Decreto 2811 de 1974 – Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y Protección al Medio Ambiente, razón por la que se han establecido planes de protección y manejo integral de dichos recursos. Es así, como a través del tiempo se vienen expidiendo lineamientos relacionados con el manejo del recurso hídrico; en este sentido, se distingue la ordenación ambiental del territorio como una herramienta clave para lograr dicho fin, tal y como lo resalta la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico - PNGIRH.

De esta manera, en el país se ha implementado la gestión de los recursos hídricos a través de la incentivación de las cuencas como unidades de planificación, ordenación y manejo a través de los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas – POMCA (Zamudio, 2012). Estas cuencas hidrográficas, corresponden entonces a las áreas de aguas superficiales que vierten a una red hidrográfica natural a través de uno o varios drenajes naturales permanentes o intermitentes quienes confluyen hacia un curso mayor, que posteriormente pueden desembocar en un cuerpo de agua principal, en depósitos naturales de aguas, pantanos o directamente al mar (Dourojeannni, 2001). Lo que indica que una cuenca es un área que ya se encuentra definida de forma natural, determinada por los límites de escorrentía de las aguas superficiales que convergen hacia un solo curso y a su vez está descrita por el relieve que se desarrolla a su alrededor.

Las cuencas, se encuentran divididas en tres partes: Cuenca alta, cuenca media y cuenca baja. En las cuencas altas predomina el relieve montañoso, limitado en su parte superior por divisorias de agua y comparte con la cuenca media la presencia de nacimientos y cauces de carácter primario y secundario manteniéndose un cauce definido en el río principal, mientras que en las cuencas bajas se distinguen los cauces de mayor orden y se desarrollan en mayor magnitud actividades agrícolas y pecuarias, así como también se evidencia la desembocadura (Muñoz, 2015).

La PNGIRH emitida por el Ministerio de Ambiente, considera el agua como un factor que expone bienestar de carácter social y para el desarrollo económico, por lo que se plantea como principal objetivo asegurar la sostenibilidad el recurso hídrico mediante la gestión eficiente en articulación con el ordenamiento y uso del territorio, junto a la conservación de todos aquellos ecosistemas que poseen características que los catalogan como reguladores de la oferta hídrica (Minambiente, 2010).

En consecuencia, esta política presenta directrices específicas para orientar las acciones que deben realizar las autoridades, instituciones, usuarios y demás actores que interviene en la gestión integral del recurso hídrico, en busca de alcanzar un equilibrio y armonización de los aspectos sociales, económicos y ambientales; así como el desarrollo de los

respectivos instrumentos económicos y normativos, buscando establecer la preservación del recurso hídrico como una riqueza natural.

Por otra parte, según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, la problemática hídrica en Colombia se encuentra relacionada con la disminución progresiva de la oferta hídrica, ocasionada por la calidad de agua que limita su uso, la contaminación como consecuencia del desarrollo de actividades socioeconómicas y por los aportes de cantidades significativas de sedimentos que son arrastrados por fenómenos erosivos que generalmente afrontan las cuencas debido a su degradación.

Así, en la investigación realizada en torno a la Gobernabilidad sobre el recurso hídrico en Colombia, por (Zamudio, 2012), la principal causa de la problemática hídrica se asocia a que la distribución del recurso hídrico del país es inequitativa, citándose que más del 80% de las cabeceras municipales se abastecen de fuentes de agua pequeñas, como arroyos, quebradas y riachuelos, que no garantizan la disponibilidad del recurso hídrico; además de que en algunas regiones con oferta hídrica menos favorable, se desarrollan grandes asentamientos humanos y se potencializan las actividades industriales, agrícolas y pecuarias, generándose presiones sobre este recurso y presentándose una disponibilidad reducida durante épocas con condiciones climáticas extremas.

IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAS ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA LA REGULACIÓN HÍDRICA DE LAS CUENCAS SZH 1501, NSS 2906-01 Y SZH 2907.

Áreas de importancia estratégica para la regulación del recurso hídrico

De acuerdo con lo expuesto por el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente – IMA, en su estudio titulado *El servicio de regulación hídrica y la cosecha de agua* (IMA, 2015), la regulación del ciclo hidrológico tiene lugar cuando el ecosistema es capaz de almacenar agua durante las épocas lluviosas y la libera lentamente cuando se presentan épocas de estiaje; a mayor capacidad de regulación, mayores serán los caudales base y mayor será el tiempo en que el cauce se mantiene con agua antes de llegar a secarse. Uno de los mecanismos más significativos para la regulación hídrica consiste en el almacenamiento de agua en la superficie del suelo a poca profundidad, lo que tiene lugar en aquellos ecosistemas que poseen suelos con alto contenido de materia orgánica, la cobertura vegetal se encuentra en estado de conservación y donde la micro topografía es de origen montañoso.

De igual manera, las Áreas de Importancia Estratégica para la Regulación del Recurso Hídrico – AIE corresponden a aquellas áreas definidas por las autoridades ambientales y entidades territoriales en su ordenamiento asociado a fuentes hídricas que permiten el abastecimiento del agua en términos de cantidad o calidad, y son consideradas como zonas a las cuales se les asigna dicha categoría por la oferta de bienes y servicios ambientales, especialmente del recurso hídrico para satisfacer prioritariamente el consumo humano y el mantenimiento de procesos ecosistémicos, tal y como lo estipula el Decreto 953 de 2013. Asimismo, garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico, y en general con los procesos de regulación y disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.

Es por lo anterior, que se hace necesario que, al identificar dichas áreas estratégicas, estas cuenten con algunas de las características mencionadas para que las iniciativas de conservación tengan éxito y garantice la continuidad de los recursos naturales en el tiempo, de modo que su determinación constituya una herramienta para la toma de decisiones. Este hecho plantea el reto de garantizar la sostenibilidad del recurso, entendiendo que su gestión se deriva del ciclo hidrológico que además vincula una cadena de interrelaciones entre diferentes componentes naturales y antrópicos (Muñoz, 2015).

Para el presente proyecto, la Corporación Autónoma Regional del Magdalena, busca realizar esfuerzos que le permitan dar cumplimiento a lo definido en los Planes Operativos de los Planes de Ordenación y Manejo – POMCA de las siguientes cuencas hidrográficas:

- ✓ Ríos Piedras, Manzanares y otros Directos al Caribe - SZH 1501, adoptado mediante Resolución Corpamag 690 del 11 de marzo de 2019.
- ✓ Complejo de Humedales Ciénaga Grande de Santa Marta - NSS 2906-01, adoptado mediante Resolución Corpamag 689 del 11 de marzo de 2019.
- ✓ Directos al Bajo Magdalena entre El Banco y Plato (Md) - SZH 2907, adoptado mediante Resolución Conjunta CSB-CORPAMAG-CORPOCESAR 108 de marzo 18 de 2019.

De esta manera, se pretende identificar las Áreas de Importancia Estratégica para la Regulación del Recurso Hídrico – AIE, enfocado en las siguientes áreas: (i) Rondas hídricas y nacimientos de cuerpos hídricos, (ii) El área considerada como de rehabilitación dentro de las zonas de protección y recuperación para la conservación en la cuenca; (iii) Zonas de recarga de acuíferos. Siendo estas las áreas que delimitan el área de análisis para la ejecución del presente estudio. Dichas áreas se encuentran definidas dentro de la Zonificación Ambiental de cada uno de los POMCA.

Zonificación Ambiental

La zonificación ambiental del POMCA se constituye en el escenario de apuesta para todos los actores presentes en la cuenca; por este motivo el producto final es el resultado de un amplio proceso que involucra aspectos técnicos, sociales, ambientales e institucionales, los cuales, posterior a un consenso son involucrados en la zonificación. La ordenación de la cuenca tiene por objeto la planificación del uso y manejo coordinado de los recursos naturales renovables, para mantener o restablecer el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca en función del recurso hídrico (MADT, 2011). En este sentido, la zonificación ambiental puede ser entendida como la sectorización de una cuenca hidrográfica expresada a través de unidades homogéneas del territorio, basándose en factores físicos, bióticos y socioeconómicos, analizando las potencialidades, limitaciones de uso, conflictos y los riesgos naturales y/o antrópicos que tienen lugar en el área, en busca de establecer y garantizar su adecuado uso y manejo. Dicha zonificación se constituye en determinante ambiental del ordenamiento, de acuerdo con lo que establece el Artículo 10 de la Ley 388 de 1997 y el Decreto 1640 de 2012.

METODOLOGÍA

Para dar alcance al objetivo de este estudio, se propone la realización de cuatro fases que permitirán llevar a cabo un análisis de superposición ponderada multicriterio, este enfoque permitirá identificar y seleccionar los sitios de acuerdo con los criterios de las capas de información geográfica analizadas, a los cuales se le asignará un valor determinado, y para ser ponderadas según su importancia en una escala entre 0 y 100. De igual manera se llevará a cabo el análisis espacial mediante herramientas SIG, por medio de las que se determinarán las áreas de interés. En este sentido, y, partiendo de la zonificación ambiental de los POMCA, se establecieron las siguientes fases:

4.1. Fase I: Área de Estudio.

Como se mencionó en el acápite anterior, este estudio se encuentra delimitado por las zonas o áreas priorizadas por los Planes Operativos de los POMCA, en donde se establece que se deben enfocar en las siguientes áreas:

*Tabla 4.1-1**:** Definición del área de estudio priorizada por los POMCA.*

NOMBRE DEL ÁREA	CARACTERÍSTICAS
Rondas hídricas y nacimientos de cuerpos hídricos	-Categoría de ordenación: Conservación y protección ambiental -Zona de uso y manejo: Áreas de Protección -Subzona de uso y manejo: Áreas de importancia ambiental. -Área específica a considerar: Otras subzonas de importancia ambiental identificadas de interés para la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la cuenca.
Área considerada como de rehabilitación dentro de las zonas de protección y recuperación para la conservación	-Categoría de ordenación: Conservación y protección ambiental. -Zona de uso y manejo: Áreas de Restauración -Subzona de uso y manejo: Áreas de rehabilitación. -Área específica a considerar: Áreas que han sido degradadas y que pueden ser recuperados sus atributos funcionales o estructurales.
Zonas de recarga de acuíferos	-Categoría de ordenación: Conservación y protección ambiental. -Zona de uso y manejo: Áreas de Protección -Subzona de uso y manejo: Áreas de importancia ambiental. -Área específica a considerar: Ecosistemas Estratégicos, Zonas de recarga de acuíferos.

Fuente: (CORPAMAG, 2019).

Es importante aclarar que, dentro del proceso de análisis de ponderación de criterios, éstas áreas mencionadas anteriormente no interactúan en la ponderación, sin embargo, si determinan el área de estudio.

4.2. Fase II: Identificación de áreas prioritarias

La identificación de estas áreas prioritarias se llevó a cabo estableciendo la importancia de diferentes características físicas y ambientales de los ecosistemas que se encuentran relacionadas de una u otra manera con la regulación del ciclo hidrológico y que, por ende, resultan ser primordiales para la regulación del recurso hídrico.

Identificación de capas de información geográfica significativas

Se identificaron las capas de información y sus atributos más relevantes e influyentes dentro de la selección de áreas, cada una de ellas define un factor que captura o describe un

componente de importancia ambiental y contribuye al objetivo principal dentro de este estudio.

Se inició el análisis realizando el acotamiento de las áreas de importancia ambiental para la regulación hídrica al área de estudio, lo anterior, con el fin de llevar a cabo el análisis únicamente dentro del área de estudio definida en la fase anterior. A continuación, se realizó conversión de las capas resultantes a un formato ráster, asignando valores a cada una de las capas seleccionadas, de acuerdo con su nivel e importancia dentro de la selección de áreas; la importancia de las capas y sus categorías se determinaron a partir de la normatividad vigente y la información geográfica disponible a nivel nacional y regional. De esta forma, se asignaron valores en una escala del 1 al 9, siendo 9 la categoría de mucha importancia para la regulación hídrica, y 1 una categoría con muy baja importancia.

Por otro lado, a cada una de las capas se le asignó un peso para su ponderación, cuya sumatoria es igual a 100.

A continuación, se presentan dichas áreas, junto al peso y el valor de importancia asignado para cada una:

Tabla 4.2-1:Valor de importancia y peso en ponderación para cada una de las áreas.

ÁREA	CLASIFICACIÓN	VALOR DE IMPORTANCIA					PESO EN PONDERACIÓN
Nacimientos de agua - POT	N/A	9					20
Cuerpos de Agua Principales y sus tributarios. Fuente: IGAC y POT	N/A	9					
Ronda Hídrica de Cuerpos de Aguas Principales y sus tributarios. Fuente: IGAC y POT	Superficies de Agua Principales de acuerdo con el POT	Cuerpo de agua principal	Drenaje permanente	Drenaje intermitente			
		9					
	Identificación de lo establecido en el POT	9					
	Definición de Ronda Hídrica	9					
Humedales	Humedales - MADS	9					20
	Sin categoría de Humedales	1					
	Planes de Manejo de Humedales	N/A					
Índice de Vulnerabilidad	Categorías de acuerdo al POMCA	Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja	20

ÁREA	CLASIFICACIÓN	VALOR DE IMPORTANCIA	PESO EN PONDERACIÓN
Hídrica - POMCA		9 8 6 1 1	
Estructura Ecológica Principal	Núcleo	9	20
	Corredores de conservación	8	
	Otras categorías	1	
	Sin categoría	1	
Vocación de uso - IGAC	Conservación de suelos	8	5
	Cuerpos de agua	9	
	Forestal	5	
	Otras Categorías	1	
Ecosistemas Marinos y Costeros	Arbustal andino húmedo	8	15
	Arbustal basal húmedo	8	
	Arbustal inundable basal	5	
	Arbustal inundable costero	3	
	Arbustal subandino húmedo	8	
	Bosque andino húmedo	9	
	Bosque basal húmedo	9	
	Bosque de galería basal húmedo	9	
	Bosque de galería inundable basal	9	
	Bosque inundable basal	8	
	Bosque subandino húmedo	9	
	Laguna Aluvial	9	
	Laguna Glacial	9	
	Vegetación Secundaria	8	
	Bosque de Galeria basal seco	5	
	Zona Pantanosa basal	8	
	Otras categorías de ECC	1	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

La información antes mencionada cuenta con representación cartográfica editable, lo cual facilitó el proceso de asignación de peso directo a las capas geográficas para poder realizar la ponderación en *Map Algreba* del software *ArcGis* y obtener un resultado rasterizado que posteriormente fue reclasificado y convertido a polígono con el fin de darle tratamiento al resultado obtenido (áreas priorizadas).

4.2.1. Fase III: Categorización de predios de acuerdo con la distribución de AIE

Como resultado de esta fase, se obtiene la localización de las áreas prioritarias de intervención con una calificación o clasificación que refleja el potencial de hectáreas importantes para la regulación hídrica. La metodología presentada en la ***FASE III: Categorización de predios de acuerdo con la distribución de AIE,*** es consecuente al desarrollo de la ***FASE II: Identificación de áreas prioritarias***.

Análisis de Coberturas:

Se realizará la verificación de aquellas coberturas asociadas a los ecosistemas naturales que poseen características ecológicas que las hacen susceptibles a procesos de conservación, para lo que se llevará a cabo una selección de todas las coberturas naturales existentes en los polígonos analizados (coberturas POMCA e IDEAM 2018), con el fin de interceptar éstas con los territorios artificializados, territorios agrícolas y áreas abiertas, sin o con poca vegetación de los ejercicios de delimitación de coberturas ejecutados a nivel nacional y departamental, identificando las áreas naturales que se transformaron en coberturas no naturales o sufrieron fragmentación o degradación. Algunas de las transformaciones o cambios antes mencionados son:

- ✓ Aumento de minería.
- ✓ Deforestación.
- ✓ Degradación de tierras.
- ✓ Dinámica de cuerpos de agua.
- ✓ Expansión de la agricultura.
- ✓ Fragmentación.
- ✓ Ganancia de pastos.
- ✓ Urbanización.

Este proceso de análisis de coberturas será ejecutado haciendo uso diferentes fuentes de información, tal y como se lista seguidamente:

- ✓ Revisión de fuentes de información secundaría de nivel nacional a través de plataformas SIG, tal es el caso del Sistema de Información Ambiental de Colombia –SIAC, Catastro Multipropósito – IGAC, Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial – SIGOT, entre otros.
- ✓ Revisión de información de nivel departamental que reposa la Autoridad Ambiental Regional competente, que para el presente escenario es la Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG, tal es el caso de las coberturas de tierra identificadas en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA, así como otros estudios asociados.
- ✓ Validación de las coberturas a través de la implementación de Imágenes Satelitales existentes de los sectores de interés.

- ✓ Validación y utilización a través de la implementación de otras herramientas, *QGIS, ArcGis, Google Earth, Global Mapper, SAS Planet,* entre otros.

Fuentes hídricas de abastecimiento para la población:

Es menester incluir como factor clave de priorización las zonas que se encuentran en las corrientes hídricas identificadas como fuente de abastecimiento por parte de la Autoridad Ambiental o aguas arriba de las mismas. Por lo que se ha tenido en cuenta la localización de aquellas bocatomas de acueductos, puntos o conexiones adicionales (concesionadas o no) que brindan suministro de este recurso a las poblaciones que se localizan en las cuencas, lo anterior, dado a que esta característica determina la disponibilidad y la calidad del recurso hídrico. Cabe resaltar que dicha información ha sido suministrada por la Corporación.

Corrientes de agua y rondas hídricas

En lo referente a corrientes de agua y rondas hídricas es importante mencionar que debido a que la Autoridad Ambiental no cuenta con definición formal de ronda hídrica para los cuerpos de agua tal y como lo estipula la Guía Técnica para el acotamiento de las rondas hídrica en Colombia, esta se define de acuerdo con lo establecido tanto en los instrumentos de ordenamiento territorial de los municipios como en la normatividad aplicable en términos generales para ronda hídrica o faja paralela a nivel nacional, por lo que se refiere el decreto 2811 de 1974, que en su artículo 83 reza:

> *Artículo 83.- Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado:*
>
> *(…) d) Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho.*

Así como también se consideran las definiciones del Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.1.1.18.2. (Sección 18: Conservación de los Recursos Naturales en Predios Rurales), el cual establecer que:

> *En relación con la protección y conservación de los bosques, los propietarios de predios están obligados a:*
>
> *1. Mantener en cobertura boscosa dentro del predio las áreas forestales protectoras.*
>
> *Se entiende por áreas forestales protectoras:*
>
> *(…) b) Una faja no inferior a 30 metros de ancha, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no, y alrededor de los lagos o depósitos de agua.*

Las disposiciones referentes a la ronda hídrica establecida en cada uno de los POT fueron tenidas en cuenta en el análisis espacial para los municipios que hacen parte de la cuenca de la siguiente manera:

*Tabla 4.2.1-1**:Disposiciones del POT frente a la ronda hídrica por municipio de la Cuenca SZH 1501.*

MUNICIPIO	PORCENTAJE EN LA CUENCA	ESTABLECE RONDA HÍDRICA EN POT	DEFINICIÓN RONDA	VALOR RONDA
Santa Marta	80,37%	SI	En su Acuerdo 005 de 2000 "POR EL CUAL SE EXPIDE EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE SANTA MARTA "JATE MATUNA 2000-2009", declara el Artículo 240: Rondas Hidrográficas: Metros contados hacia el exterior a partir del borde máximo de la creciente en cada orilla.	**Ríos:** -Ríos Gaira, Manzanares, Piedras: ***100 metros.*** -Ríos de rango inferior: **50 metros** - Ríos que tienen tramos de su recorrido dentro de núcleos urbanos o caseríos en proceso de consolidación: **30 metros** **Quebradas:** Con corriente de agua permanente: **50 metros** Con corriente de agua intermitente: **15 metros**
Ciénaga	19,63%	NO	Al no manifestar una definición específica para Ronda Hídrica, se estable faja de paralela de 30m de acuerdo con disposiciones normativas	

Fuente: Elaboración propia, 2022 (POT Santa Marta, 2020).

Para la cuenca Complejo de Humedales de la Ciénaga Grande de Santa Marta NSS 2906-01, se han tenido en cuenta las siguientes presiones de acuerdo con los POT:

*Tabla 4.2.1-2**:** Disposiciones del POT frente a la ronda hídrica por municipio de la Cuenca NSS 2906-01.*

MUNICIPIO	PORCENTAJE EN LA CUENCA	ESTABLECE RONDA HÍDRICA EN POT	DEFINICIÓN RONDA	VALOR RONDA
Cerro de San Antonio	1,20%	SI	Define en su instrumento de ordenación, subcapítulo 34 Manejo de Rondas de Arrotos y Canales, artículo 127: El Municipio administrará estas áreas, bajo la reglamentación de la Corporación Autónoma Regional.	Al no contarse con definición formal de ronda por Corpamag, se estable faja de paralela de 30m de acuerdo con disposiciones normativas.
El Piñón	10,44%	N/A	No se cuenta con información referentes al POT, por lo que se faja de paralela de 30m de acuerdo con disposiciones normativas.	
Salamina	5,56%	SI	En el artículo 23 de su instrumento de ordenación define la zona de reserva y conservación ambiental de las rondas o zona forestal protectora de aguas para cuerpos de agua en específico contada a partir de las dos riveras u orillas.	**-**Caño Renegado: Ancho mínimo de **50 metros** -Caño Martinica o Caño Salado: Ancho mínimo de **50 metros**
Remolino	20,41%	N/A	No se cuenta con información referentes al POT, por lo que se faja de paralela de 30m de acuerdo con disposiciones normativas.	
Sitionuevo	33,59%	NO	Al no manifestar una definición específica para Ronda Hídrica, se estable faja de paralela de 30m de acuerdo con disposiciones normativas.	
Pivijay	13,06%	SI	En su DECRETO No. 1769 DEL 29 DE DICIEMBRE DE 2000 "Por el cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipal de Pivijay", declara: ***ARTÍCULO 120: Protección para Fuentes Hídricas.*** *Esta*	-Caño Schiller: Se debe dejar una franja de protección total de **100 metros** -Fuentes hídricas de segundo o tercer orden como quebradas, arroyos, riachuelos y manantiales: **80 metros**

MUNICIPIO	PORCENTAJE EN LA CUENCA	ESTABLECE RONDA HÍDRICA EN POT	DEFINICIÓN RONDA	VALOR RONDA
			categoría reglamentada por el código de recursos naturales corresponde a aquellos suelos de protección de las fuentes hídricas de captación del agua de los acueductos del municipio.	-Humedal Ciénaga de Medialuna: Faja de protección de **130 metros**
Puebloviejo	15,73%	NO	Al no manifestar una definición específica para Ronda Hídrica, se estable faja de paralela de 30m de acuerdo con disposiciones normativas.	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

En cuanto a la cuenca Directos al Bajo Magdalena entre El Banco y Plato SSZH 2907, se tienen en cuenta las siguientes disposiciones:

*Tabla 4.2.1-3**: Disposiciones del POT frente a la ronda hídrica por municipio de la Cuenca SZH 2907.*

MUNICIPIO	ESTABLECE RONDA HÍDRICA EN POT	DEFINICIÓN RONDA	VALOR RONDA
El Banco	NO	Define en su instrumento de ordenación, subcapítulo 34 Manejo de Rondas de Arrotos y Canales, artículo 127: El Municipio administrará estas áreas, bajo la reglamentación de la Corporación Autónoma Regional.	Al no contarse con definición formal de ronda por Corpamag, se estable faja de paralela de 30m de acuerdo con disposiciones normativas.
Plato	N/A	No se cuenta con información referente al POT, por lo que se faja de paralela de **30 metros** de acuerdo con disposiciones normativas.	
Guamal	N/A	No se cuenta con información referente al POT, por lo que se faja de paralela de **30 metros** de acuerdo con disposiciones normativas.	
San Sebastián de Buenavista	NO	Al no manifestar una definición específica para Ronda Hídrica, se estable faja de paralela de **30 metros** de acuerdo con disposiciones normativas.	
Santa Bárbara de Pinto	SI	En su Acuerdo 1920 del 30 de diciembre de 3002, define en los artículos 175 y 181 que se asumen conceptos básicos	Para todos los elementos del sistema hídrico: **30 metros**

MUNICIPIO	ESTABLECE RONDA HÍDRICA EN POT	DEFINICIÓN RONDA	VALOR RONDA
		para el manejo del sistema de espacio público ambiental en su componente subsistema hídrico, el E.O.T, estableciendo la Ronda Hidráulica como la zona de reserva ecológica no edificable de uso público constituida por una franja paralela a lado y lado de los elementos del sistema hídrico	
Pijiño del Carmen	N/A	No se cuenta con información referente al POT, por lo que se faja de paralela de **30 metros** de acuerdo con disposiciones normativas.	
San Zenón	NO	Al no manifestar una definición específica para Ronda Hídrica, se estable faja de paralela de 30m de acuerdo con disposiciones normativas.	
Santa Ana	SI	En el Acuerdo No. 1288 del 06 de agosto de 2001 define en su artículo 40 que la Ronda Hidráulica de Protección en Suelo Rural es una franja de tierra a ambos lados de las corrientes superficiales naturales de agua medidos desde la orilla media a ambos lados del cauce y alrededor de los cuerpos de agua medidos desde el punto medio entre la mínima y máxima extensión	-Ríos, caños, Arroyos y Quebradas: **30 metros** -Ciénagas, lagunas, lagos, humedales: **30 metros**
Tenerife	N/A	No se cuenta con información referente al POT, por lo que se faja de paralela de **30 metros** de acuerdo con disposiciones normativas.	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Identificación y categorización de áreas con características ecológicas para la regulación hídrica:

Con la información obtenida, se procederá a realizar el respectivo análisis de los polígonos y categorización según la proporción de AIE identificadas en los diferentes polígonos prediales de acuerdo con los datos geográficos disponibles en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, esto orientará la selección de predios para la implementación de

estrategias para la regulación hídrica como lo son los esquemas de pagos por servicios ambientales en una siguiente fase. Es importante mencionar que los resultados obtenidos en este capítulo serán procesados y analizados a detalle en el capítulo 2.

RESULTADOS

Una vez realizado el análisis espacial y el geoprocesamiento de la información a través del software ArcGis, se obtuvieron los resultados preliminares al proceso de priorización de las Áreas de Importancia Estratégica para la Regulación del Recurso Hídrico – AIE. Este proceso fue llevado a cabo de manera separada para cada una de las áreas prioritarias mencionadas en la *FASE II: Identificación de áreas prioritarias,* y sus resultados se muestran seguidamente.

5.1. Resultados Cuenca Ríos Piedras, Manzanares y otros Directos al Caribe - SZH 1501

5.1.1. Resultados Fase I: Área de Estudio.

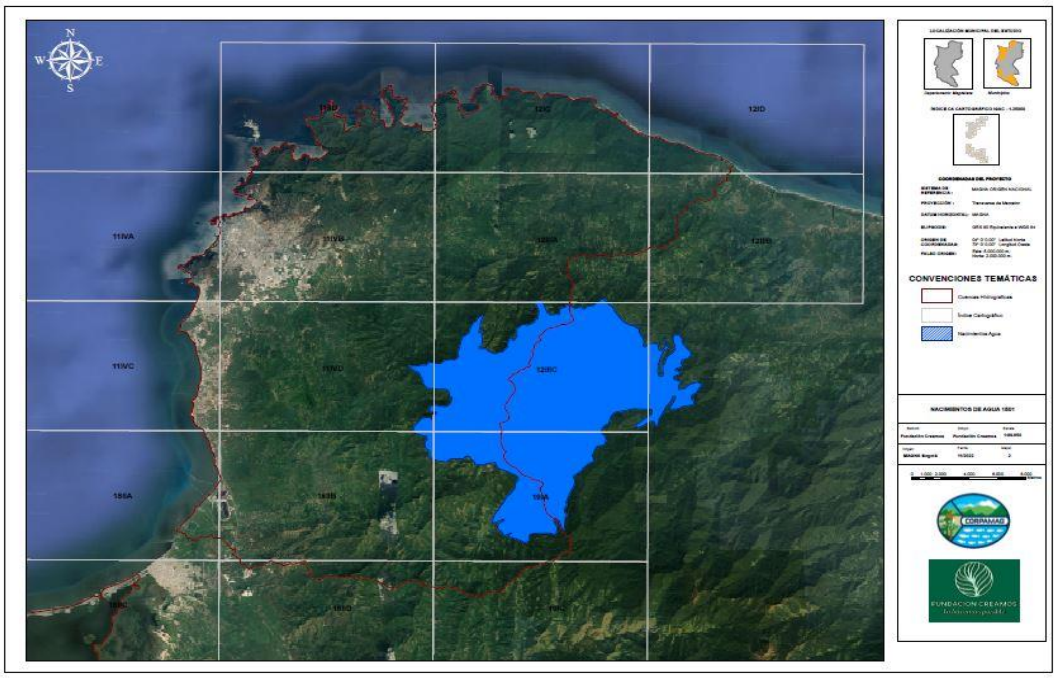
Conforme al acápite 4.1. Fase I, el área de estudio se encuentra delimitada por las zonas o áreas priorizadas por los Planes Operativos de los POMCA.

5.1.2. Resultados Fase II: Identificación de áreas prioritarias.

Nacimientos de Agua

En la salida gráfica se observan los nacimientos de agua que se identifican para la cuenca SZH 1501, los cuales se encuentran localizados principalmente en la zona denominada Estrella Hídrica de San Lorenzo.

Figura 1: *Nacimientos de agua cuenca SZH 1501.*



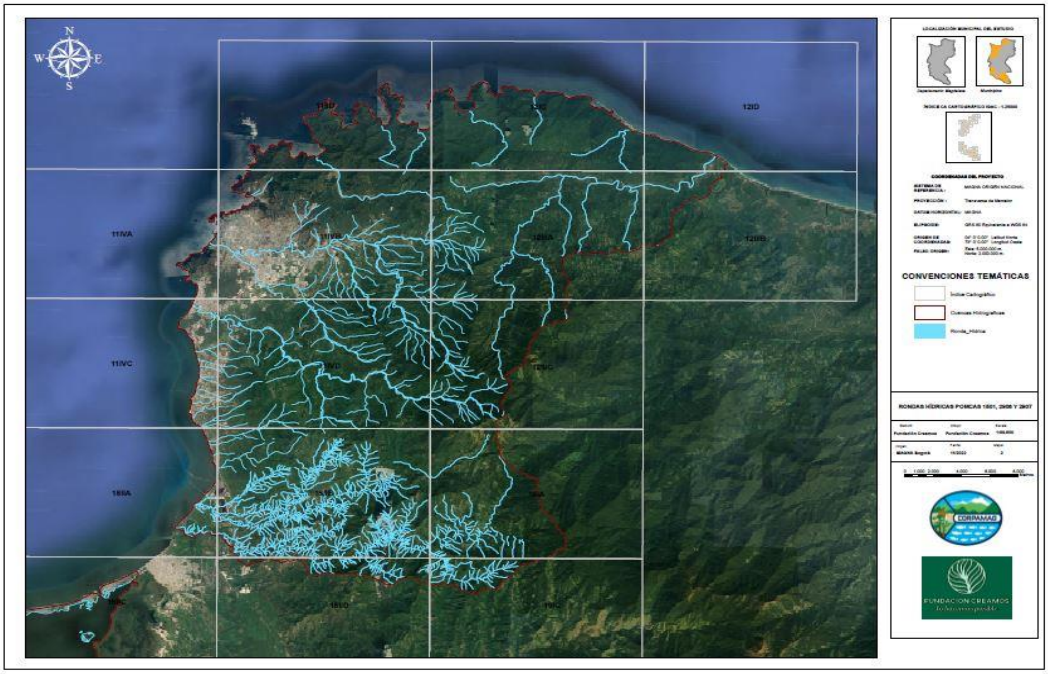
Fuente: (CORPAMAG, 2019).

Se identificaron aproximadamente 7.179,73 Hectáreas de nacimientos de agua que se localizan en el área del POMCA SZH 1501.

Rondas Hídricas:

Las siguientes representan las rondas hídricas referentes al área de influencia de la cuenca SZH 1501, para los principales cuerpos de agua de carácter permanente.

Figura 2: *Rondas Hídricas cuenca SZH 1501.*



Fuente: (CORPAMAG, 2019).

De acuerdo con la información del Plan de Ordenamiento Territorial, las rondas hídricas identificadas en el POMCA SZH 1501 y los cuerpos de agua identificados en la cartografía base del IGAC se realizó el procesamiento de la información que se presenta en la salida gráfica que antecede, determinándose que existen aproximadamente 6.322,66 hectáreas de rondas hídricas en el área de influencia del POMCA SZH 1501.

Humedales

En la realización del geoprocesamiento se tuvo en cuenta la capa de humedales 2012 y 2017 definida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con lo que se pudo identificar la presencia de humedales en las siguientes áreas de la cuenca:

Figura 3: *Humedales cuenca SZH 1501.*



Fuente: (MADS, 2012); (MADS, 2017).

Conforme a la figura anterior, se presenta la distribución de los humedales del área de influencia del POMCA SZH 1501:

Tabla 5.1.2-1:Distribución de humedales cuenca SZH 1501.

Nivel Humedal	Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Total (Ha)
1	Caribe	Caribe - Guajira	Rio Guachaca -Río Piedras - Río Manzanares	585,63
2	Caribe	Caribe - Guajira	Rio Guachaca -Río Piedras - Río Manzanares	2569,12
		Total general		**3154,75**

Fuente: (MADS, 2012); (MADS, 2017).

De conformidad con lo presentado anteriormente, se tiene un aproximado de 3.154,75 hectáreas de humedales en el área de influencia del POMCA SZH 1501.

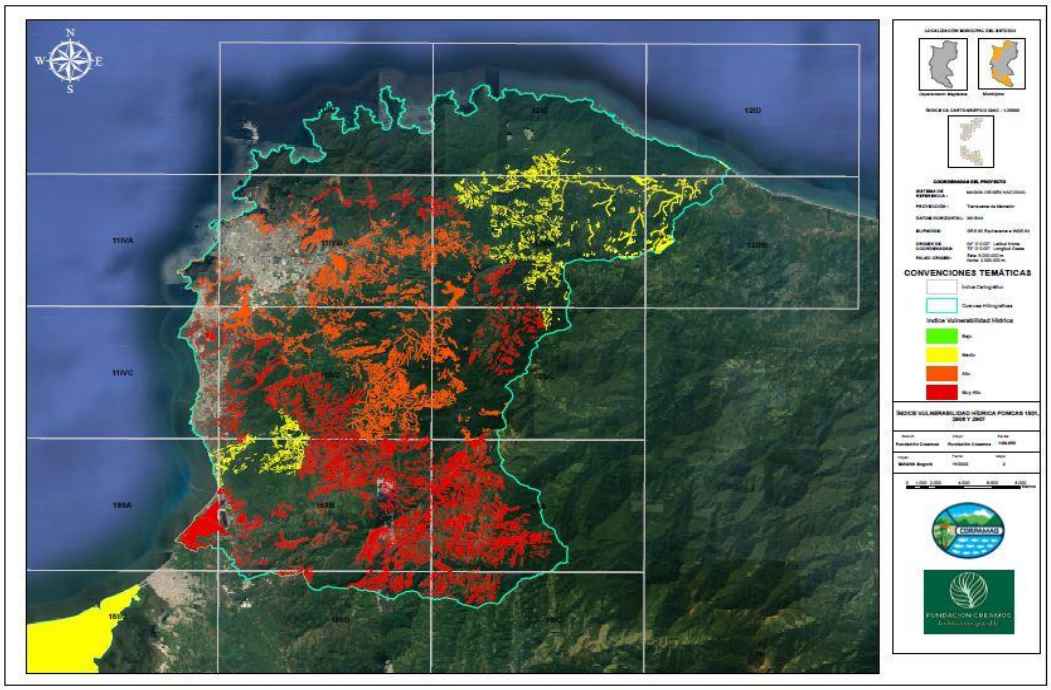
Índice de Vulnerabilidad Hídrica – IVH

Este índice permite identificar el grado de fragilidad en el que se encuentra un sistema hídrico para mantener un nivel de oferta que asegure el abastecimiento de agua ante la

presencia de amenazas como periodos de estiaje muy largos o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico – El niño, lo anterior de acuerdo con lo definido por el IDEAM.

La información geográfica utilizada en el proceso de determinación de áreas corresponde a la obtenida en el POMCA en la fase de Diagnóstico de este plan.

Figura 4: *Índice de Vulnerabilidad Hídrica cuenca SZH 1501.*



Fuente: (CORPAMAG, 2019).

Las proporciones en hectáreas y la categorización del nivel de vulnerabilidad hídrica en que se encuentran los diferentes niveles subsiguientes de la cuenca SZH 1501, se presentan en la siguiente tabla:

*Tabla 5.1.2-2**: Distribución Índice de Vulnerabilidad Hídrica cuenca SZH 1501.*

ID	Código Nivel Subsiguiente	Criterios IUA	Criterios IRH	Criterios IVH	Área Ha	Resultado - IVH
1	1501-0104	1	1	1	1046,54	Muy Alto
2	1501-0303	2	1	1	231,90	Muy Alto
3	1501-0202	1	1	1	1366,39	Muy Alto
4	1501-0401	1	2	1	864,36	Muy Alto
5	1501-0600	1	1	1	192,70	Muy Alto
6	1501-0501	2	2	2	224,76	Alto
7	1501-0801	5	1	3	630,83	Medio
8	1501-0802	5	1	3	358,27	Medio
9	1501-0702	4	4	4	0,06	Bajo

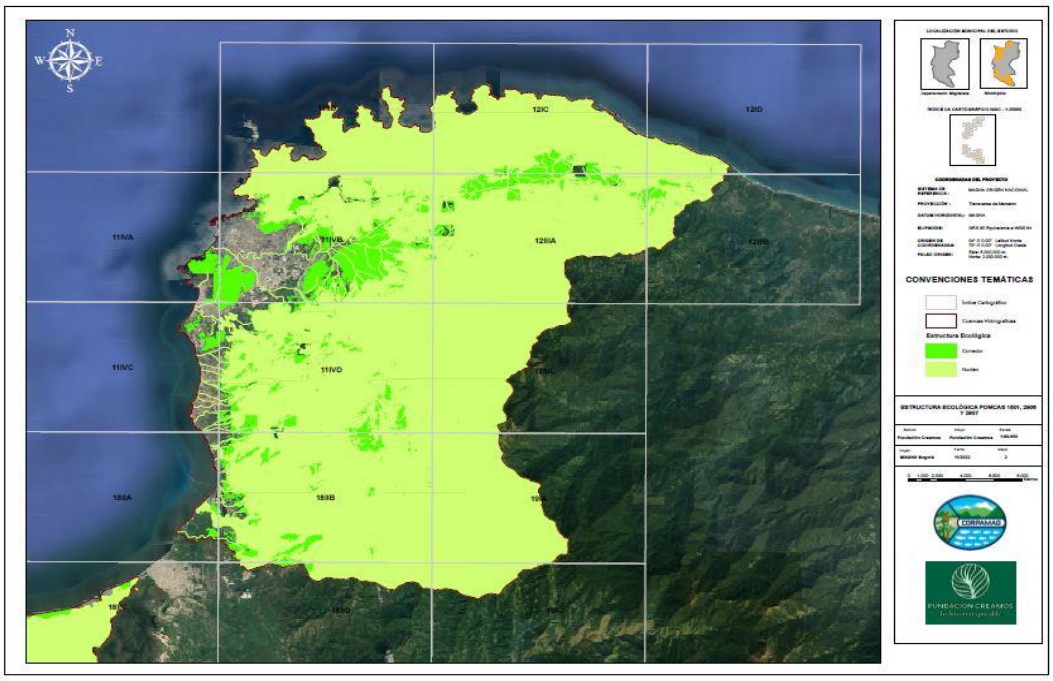
ID	Código Nivel Subsiguiente	Criterios IUA	IRH	IVH	Área Ha	Resultado - IVH
10	1501-0504	2	2	2	366,52	Alto
11	1501-0804	5	1	3	127,58	Medio
12	1501-0803	2	1	1	357,68	Muy Alto
13	1501-0503	1	2	2	1152,96	Alto
14	1501-0402	2	2	2	916,67	Alto
15	1501-0502	2	2	2	463,29	Alto
16	1501-0403	3	2	2	383,25	Alto
17	1501-0302	4	1	3	199,98	Medio
18	1501-0301	4	1	3	139,61	Medio
19	1501-0203	1	1	1	519,20	Muy Alto
20	1501-0204	2	1	1	172,84	Muy Alto
21	1501-0201	1	1	1	221,51	Muy Alto
22	1501-0101	1	1	1	333,58	Muy Alto
23	1501-0105	1	1	1	516,83	Muy Alto
24	1501-0102	1	1	1	315,15	Muy Alto
25	1501-0103	1	1	1	292,16	Muy Alto

Fuente: (CORPAMAG, 2019).

Estructura Ecológica Principal

La Estructura Ecológica Principal - EEP definida para el departamento del Magdalena, identifica todos aquellos elementos naturales que tienen influencia sobre el mantenimiento y sostenimiento de la biodiversidad, para los que fueron tenidos en cuenta las zonas núcleo y los corredores de conservación.

Figura 5: *Estructura Ecológica Principal cuenca SZH 1501.*



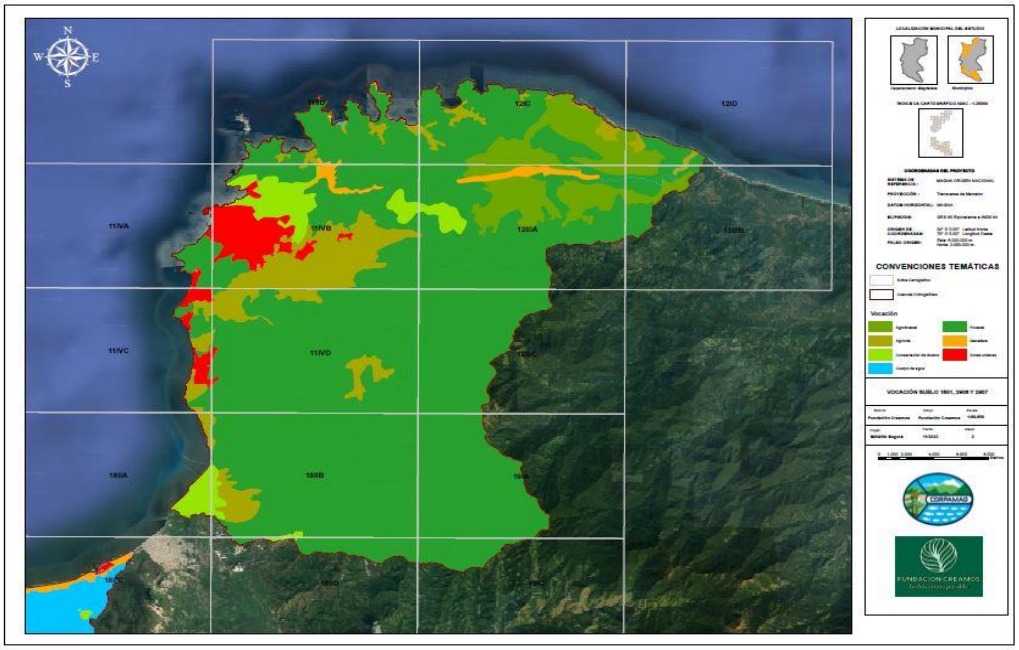
Fuente: (CORPAMAG, 2021).

De acuerdo con la Estructura Ecológica desarrollada por CORPAMAG en el año 2021, se identificaron aproximadamente 8.901,01 hectáreas de Corredor Biológico y 75.595,70 hectáreas de Núcleos de biodiversidad que se localizan en el área de la cuenca SZH 1501.

Vocación de Suelo

La vocación del suelo fue analizada a través de la información geográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, priorizando los usos propuestos de conservación de suelos, cuerpos de agua y forestal.

Figura 6: *Vocación del Suelo cuenca SZH 1501.*



Fuente: (IGAC, 2012).

Conforme a la figura anterior, se presenta la identificación de las vocaciones de suelo del área de influencia del POMCA SZH 1501:

*Tabla 5.1.2-3**:** Vocación del Suelo identificada cuenca SZH 1501.*

Código Vocación	Vocación	Uso Principal	Área Ha
ASPp	Agroforestal	Agrosilvopastoril con cultivos permanentes	7304,27
CA	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	81,62
CPSc	Agrícola	Cultivos permanentes semi intensivos de clima cálido	4569,60
CRE-1	Conservación de Suelos	Conservación y Recuperación Erosión	2730,89
CRE-2	Conservación de Suelos	Conservación y Recuperación Salinidad	915,64
CTIc	Agrícola	Cultivos transitorios intensivos de clima cálido	1208,82
CTSc	Agrícola	Cultivos transitorios semi intensivos de clima cálido	2663,39
FPDc	Forestal	Forestal de producción de clima cálido	4225,32
FPP	Forestal	Protección – producción	15043,07
FPR	Forestal	Forestal de protección	49826,33
PEXc	Ganadera	Pastoreo extensivo de clima cálido	56,85
PSIc	Ganadera	Pastoreo semi intensivo de clima cálido	811,28
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	3004,36

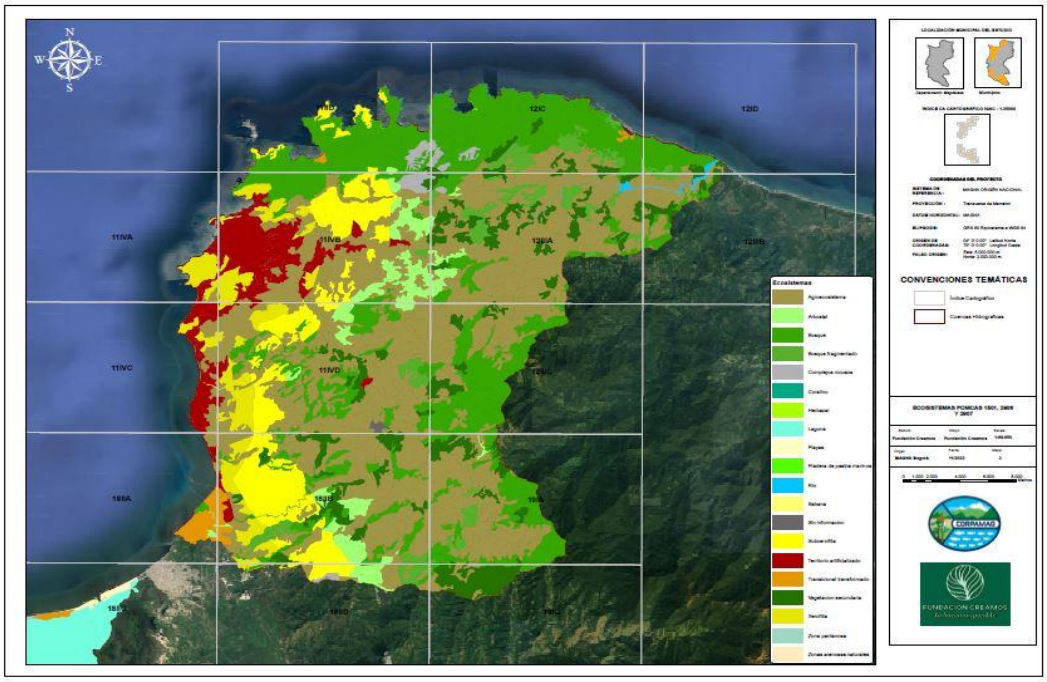
Fuente: (IGAC, 2012).

Para la priorización de áreas solo se consideraron las categorías Conservación de suelos, Cuerpos de agua y Vocación Forestal.

Ecosistemas Marinos y Costeros:

De acuerdo con las categorías ecológicas contempladas en los atributos de la capa de Ecosistemas Marinos y Costeros, el análisis fue realizado teniendo en cuenta la categorización como ecosistemas generales y a partir de ella se priorizaron aquellos ecosistemas presentes en la zona que son importantes o guardan relación directa con la conservación y regulación del recurso hídrico, los cuales se encuentran listados en el numeral correspondiente a la FASE II: Identificación de áreas prioritarias.

Figura 7: *Ecosistemas cuenca SZH 1501.*



Fuente: (MADS, 2012).

Conforme a la gráfica anteriormente presentada se tienen los ecosistemas sintetizados de la capa del IDEAM, identificados en el área de influencia del POMCA SZH 1501:

*Tabla 5.1.2-4**:** Ecosistemas sintetizados presentes en el área de estudio.*

Ecosistema	Área (Ha)
Agroecosistema	37370,77
Arbustal	3700,65
Bosque	23717,15
Bosque fragmentado	3013,69
Complejos rocosos	749,76
Coralino	157,76
Pradera de pastos marinos	21,86

Ecosistema	Área (Ha)
Rio	232,05
Subxerofitia	7430,48
Territorio artificializado	4701,55
Transicional transformado	885,09
Vegetación secundaria	6333,56
Xerofitia	4022,58
Sin información	82,25

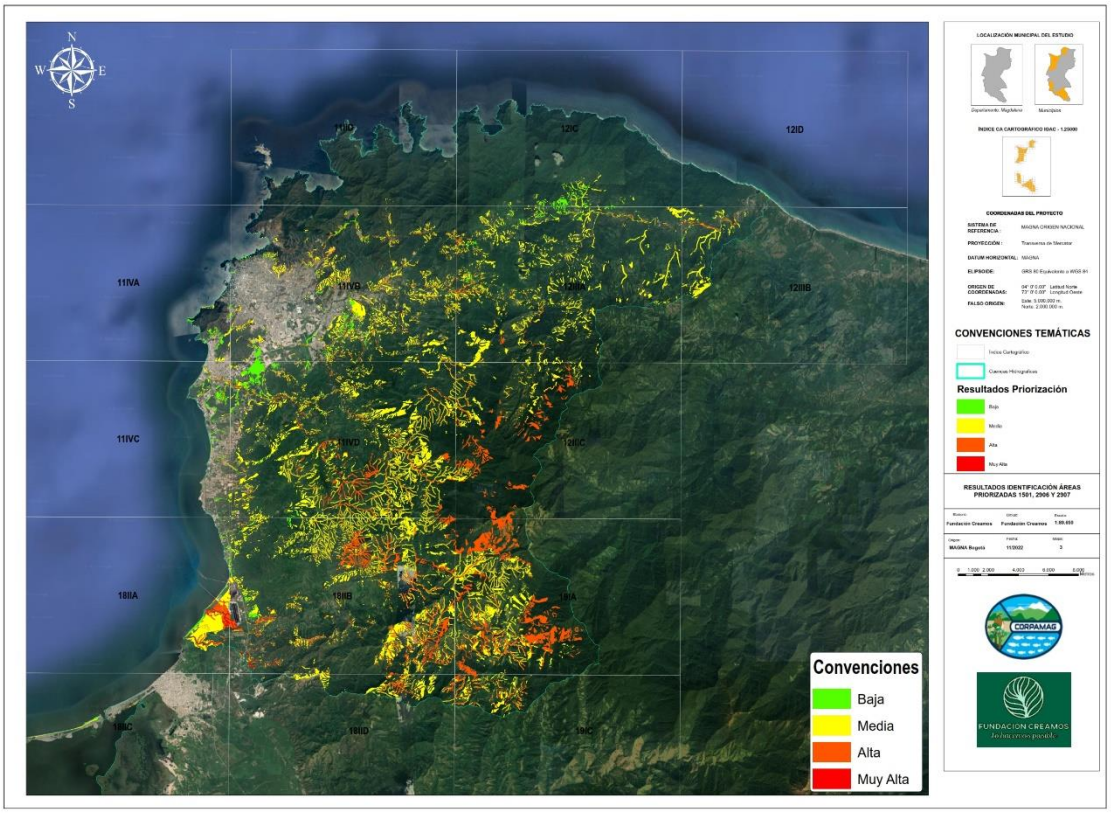
Fuente: (MADS, 2012).

Para la priorización de áreas de conservación se tendrán en cuenta los siguientes ecosistemas: arbustales, bosques, bosques fragmentados, ríos y vegetación secundaria.

Identificación de Áreas Priorizadas:

Conforme a la metodología especificada en el acápite ***4.2. Fase II: Identificación de áreas prioritarias*** se presenta la siguiente figura resultante de los geoprocesos realizados a través de la plataforma *ArcGis.*

Figura 8: *Priorización de áreas cuenca SZH 1501.*



Fuente: Elaboración propia, 2022.

De los geoprocesos realizados se obtuvo como producto el archivo Raster y Polígono de las áreas priorizadas dentro del área de influencia del POMCA SZH 1501. A continuación, se presenta la distribución de dichas áreas identificadas:

*Tabla 5.1.2-5**: Distribución de áreas priorizadas para la conservación de áreas cuenca SZH 1501.*

Rango	Grado Priorización	Área Ha
1 - 3	Áreas con prioridad Baja	718,21
3 - 5	Áreas con prioridad Media	7368,96
5 - 7	Áreas con prioridad Alta	3234,94
7 - 9	Áreas con prioridad Muy Alta	47,98

Fuente: Elaboración propia, 2022.

De lo anterior se identifica que la mayor proporción se les atribuyen a las áreas para la conservación con prioridad media con 64,81%, seguidas de las áreas para la conservación con prioridad alta con 28,45%, consecuentemente las áreas para la conservación con prioridad Baja presentan un 6,32% y las de menor cobertura son representadas por las áreas para la conservación con prioridad Muy Alta con 0,42%.

5.2. Resultados Cuenca hidrográfica del complejo de humedales de la Ciénaga Grande de Santa Marta (NSS 2906-01)

5.2.1. Resultados Fase I: Área de Estudio.

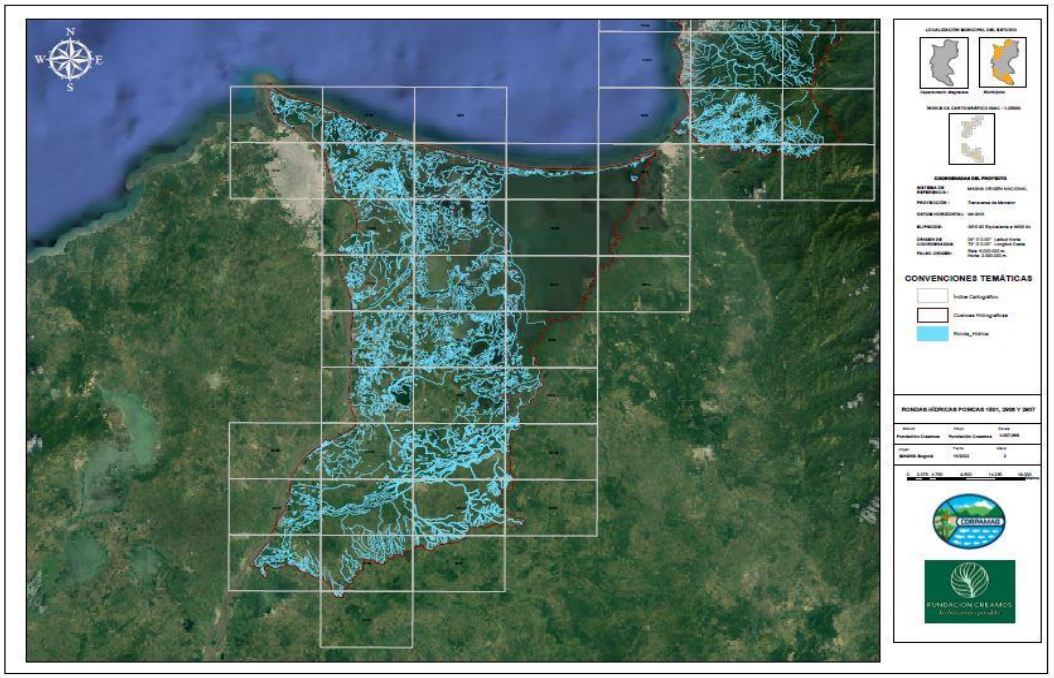
Conforme al acápite 4.1. Fase I, el área de estudio se encuentra delimitada por las zonas o áreas priorizadas por los Planes Operativos de los POMCA.

5.2.2. Resultados Fase II: Identificación de áreas prioritarias.

Rondas Hídricas:

La siguiente imagen se representan las rondas hídricas referentes al área de influencia de la cuenca NSS 2906-01, para los principales cuerpos de agua de carácter permanente.

Figura 9: *Rondas Hídricas cuenca NSS 2906-01.*



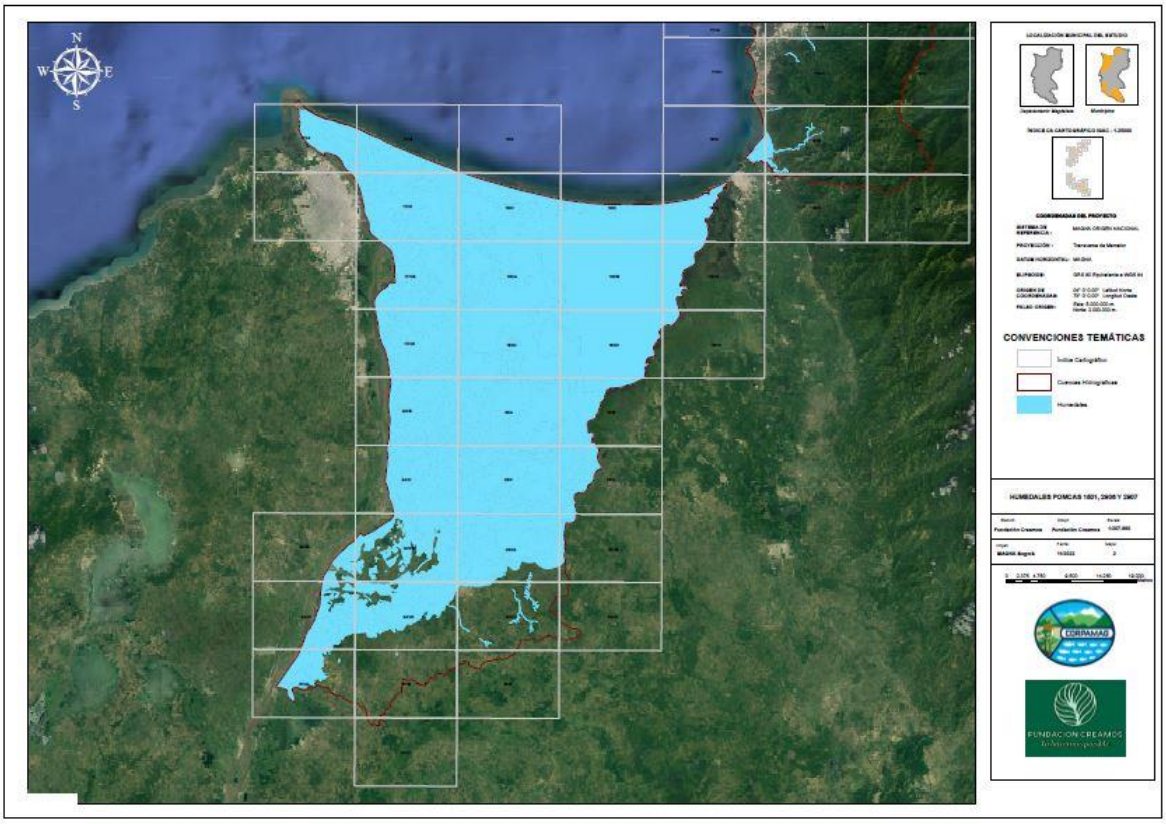
Fuente: (CORPAMAG, 2019).

De acuerdo con la información del Plan de Ordenamiento Territorial de los municipios que hacen parte de la cuenca en mención, las rondas hídricas identificadas en el POMCA NSS 2906-01 y los cuerpos de agua identificados en la cartografía base del IGAC se realizó el geoprocesamiento de la información que se presenta en la salida gráfica que antecede. Del resultado del geoprocesamiento de las rondas hídricas se puede inferir que existen aproximadamente 27.675,42 hectáreas de rondas hídricas en el área de influencia de la cuenca NSS 2906-01.

Humedales

En la realización del geoprocesamiento se tuvo en cuenta la capa de humedales 2012 y 2017 definida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con lo que se pudo identificar la presencia de humedales en las siguientes áreas de la cuenca:

Figura 10: *Humedales cuenca NSS 2906-01.*



Fuente: (MADS, 2012); (MADS, 2017).

Conforme a la figura anterior, se presenta la distribución de los humedales del área de influencia del POMCA NSS 2906-01:

*Tabla 5.2.2-1**: Distribución de humedales cuenca NSS 2906-01.*

Nivel Humedal	Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	**Total** (Ha)
1	Magdalena Cauca	Bajo Magdalena	Cga Grande de Santa Marta	133316,61
			Directos al Bajo Magdalena (mi)	48,73
2	Magdalena Cauca	Bajo Magdalena	Cga Grande de Santa Marta	100515,50
			Directos al Bajo Magdalena (mi)	18,33

Fuente: (MADS, 2012); (MADS, 2017).

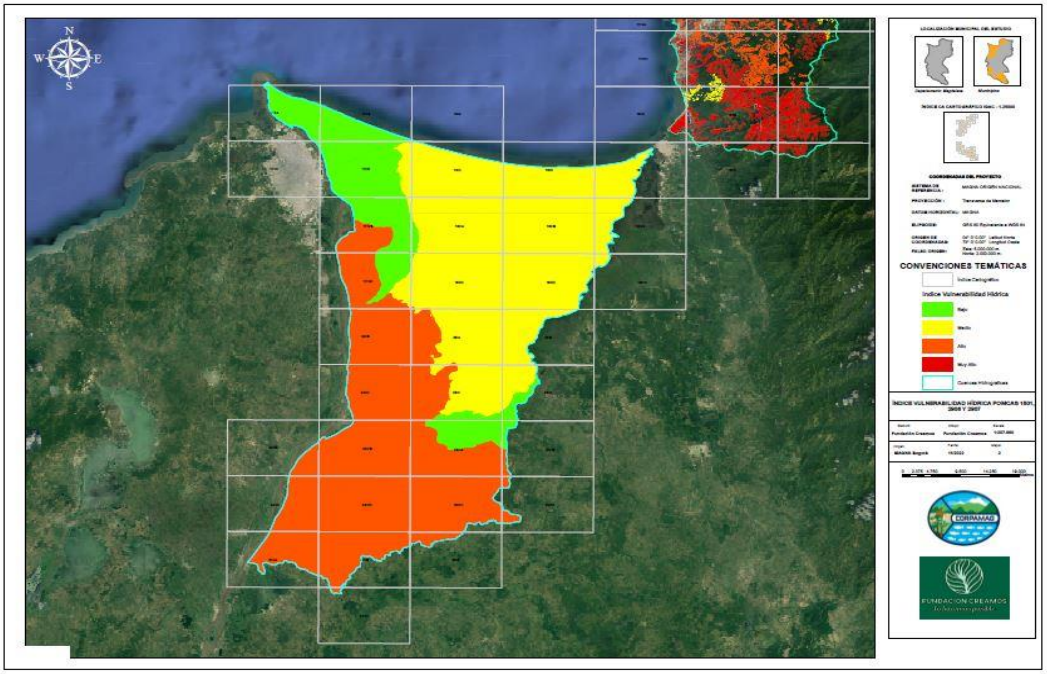
De conformidad con lo presentado anteriormente, se tiene un aproximado de 233899,17 hectáreas de humedales en el área de influencia de la cuenca NSS 2906-01.

Índice de Vulnerabilidad Hídrica – IVH

Este índice permite identificar el grado de fragilidad en el que se encuentra un sistema hídrico para mantener un nivel de oferta que asegure el abastecimiento de agua ante la presencia de amenazas como periodos de estiaje muy largos o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico – El Niño, lo anterior de acuerdo con lo definido por el IDEAM.

La información geográfica utilizada en el proceso de determinación de áreas corresponde a la obtenida en el POMCA en la fase de Diagnóstico de este plan.

Figura 11: *Índice de Vulnerabilidad Hídrica cuenca NSS 2906-01.*



Fuente: (CORPAMAG, 2019).

Las proporciones en hectáreas y la categorización del nivel de vulnerabilidad hídrica en que se encuentran los diferentes niveles subsiguientes de la cuenca NSS 2906-01, se presentan en la siguiente tabla:

*Tabla 5.2.2-2**:** Distribución Índice de Vulnerabilidad Hídrica cuenca NSS 2906-01.*

ID	Código Nivel Subsiguiente	Criterios			Área Ha	Resultado - IVH
		IUA	IRH	IVH		
1	2906010700	5	1	3	118901,31	Medio
2	2906010600	4	3	4	13422,36	Bajo
3	2906010502	2	3	2	9435,18	Alto
4	2906010400	2	3	2	16206,77	Alto
5	2906010106	2	3	2	19558,70	Alto
6	2906010301	2	3	2	16286,59	Alto
7	2906010200	2	3	2	9098,94	Alto

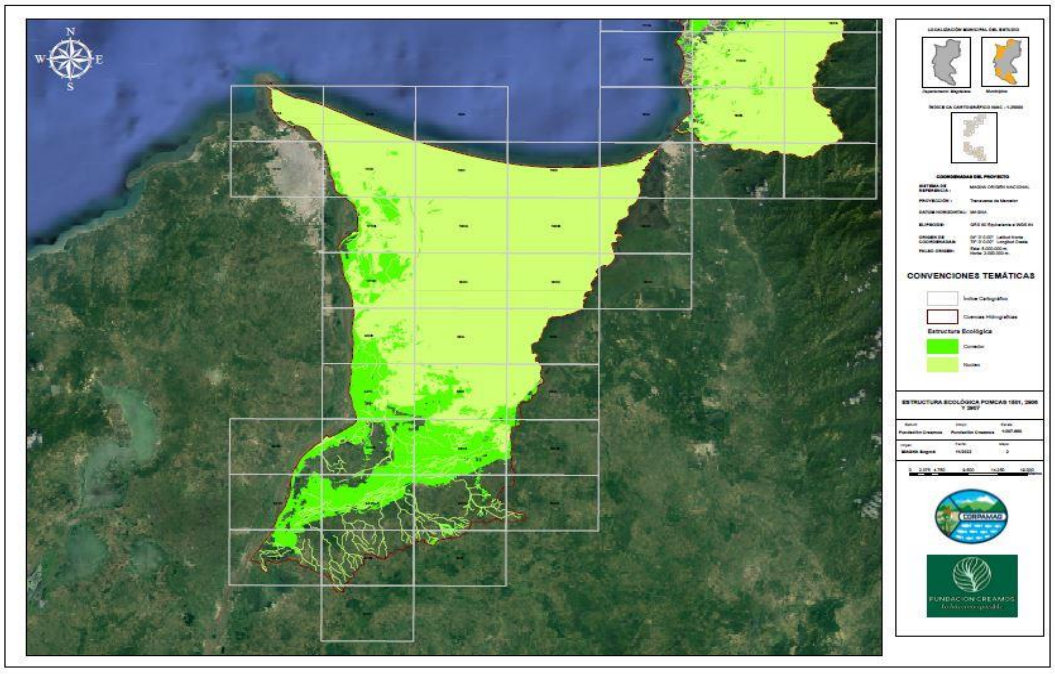
ID	Código Nivel Subsiguiente	Criterios IUA	IRH	IVH	Área Ha	Resultado - IVH
8	2906010302	2	3	2	10838,79	Alto
9	2906010501	4	3	4	13022,16	Bajo
10	2906010503	4	3	4	5551,49	Bajo
11	2906010101	4	3	4	2599,94	Bajo
12	2906010102	4	3	4	5821,97	Bajo
13	2906010103	2	3	2	8504,74	Alto
14	2906010105	2	3	2	18522,99	Alto
15	2906010104	2	3	2	10392,82	Alto

Fuente: (CORPAMAG, 2019).

Estructura Ecológica Principal

La Estructura Ecológica Principal definida para el departamento del Magdalena, identifica todos aquellos elementos naturales que tienen influencia sobre el mantenimiento y sostenimiento de la biodiversidad, para los que fueron tenidos en cuenta las zonas núcleo y los corredores de conservación.

Figura 12: *Estructura Ecológica Principal cuenca NSS 2906-01.*



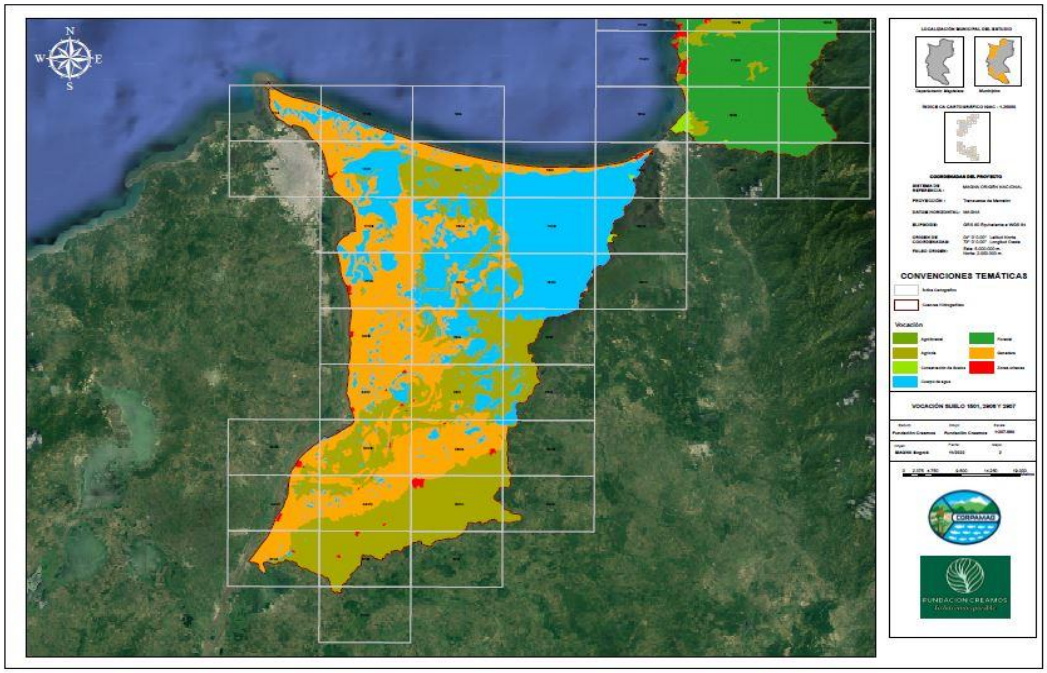
Fuente: (CORPAMAG, 2021).

De acuerdo con la Estructura Ecológica desarrollada por CORPAMAG en el año 2021, se identificaron aproximadamente 56098,7 hectáreas de Corredor Biológico y 172282 hectáreas de Núcleos de biodiversidad que se localizan en el área de la cuenca NSS 2906-01.

Vocación de Suelo

La vocación del suelo fue analizada a través de la información geográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, priorizando los usos propuestos de conservación de suelos, cuerpos de agua y forestal.

Figura 13: *Vocación del Suelo cuenca NSS 2906-01.*



Fuente: (IGAC, 2012).

Conforme a la figura anterior, se presenta la identificación de las vocaciones de suelo del área de influencia del POMCA NSS 2906-01.

*Tabla 5.2.2-3**:** Vocación del Suelo identificada cuenca NSS 2906-01.*

Código Vocación	Vocación	Uso Principal	Área Ha
CA	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	97545,29064
CPIc	Agrícola	Cultivos permanentes intensivos de clima cálido	773,9120808
CPSc	Agrícola	Cultivos permanentes semi intensivos de clima cálido	615,2337755
CRE-2	Conservación de Suelos	Conservación y Recuperación Salinidad	269,9149178
CTIc	Agrícola	Cultivos transitorios intensivos de clima cálido	1631,783233
CTSc	Agrícola	Cultivos transitorios semi intensivos de clima cálido	85275,0559
PEXc	Ganadera	Pastoreo extensivo de clima cálido	90718,3196
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	1075,164996

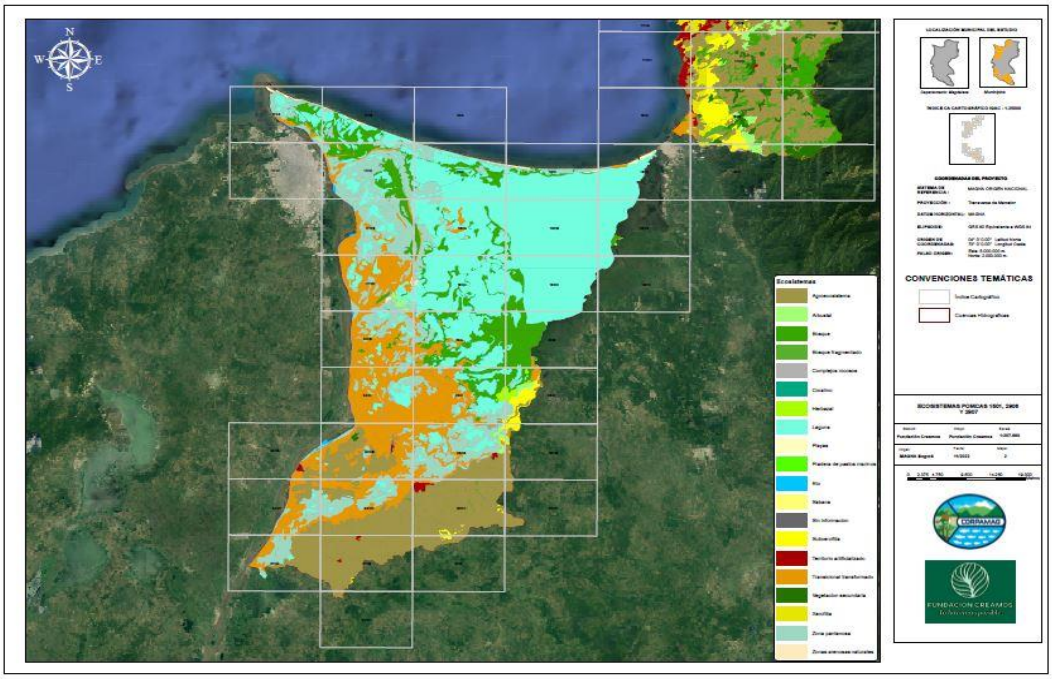
Fuente: (IGAC, 2012).

Para la priorización de áreas solo se consideraron las categorías conservación de suelos y cuerpos de agua.

Ecosistemas Marinos y Costeros:

De acuerdo con las categorías ecológicas contempladas en los atributos de la capa de Ecosistemas Marinos y Costeros, el análisis fue realizado teniendo en cuenta la categorización como ecosistemas generales y a partir de ella se priorizaron aquellos ecosistemas presentes en la zona que son importantes o guardan relación directa con la conservación y regulación del recurso hídrico, los cuales se encuentran listados en el numeral correspondiente a la FASE II: Identificación de áreas prioritarias.

Figura 14: *Ecosistemas cuenca NSS 2906-01.*



Fuente: (MADS, 2012).

Conforme a la gráfica anteriormente presentada se tienen los ecosistemas identificados en el área de influencia del POMCA NSS 2906-01:

*Tabla 5.2.2-4**:** Ecosistemas presentes en la cuenca NSS 2906-01.*

Ecosistema	Área (Ha)
Agroecosistema	44858,21
Arbustal	1303,87
Bosque	31543,43
Herbazal	614,41
Laguna	97806,38
Playas	579,23

Ecosistema	Área (Ha)
Rio	1040,72
Subxerofitia	2180,98
Territorio artificializado	624,85
Transicional transformado	48846,23
Vegetación secundaria	96,32
Zona pantanosa	48336,40
Zonas arenosas naturales	198,23

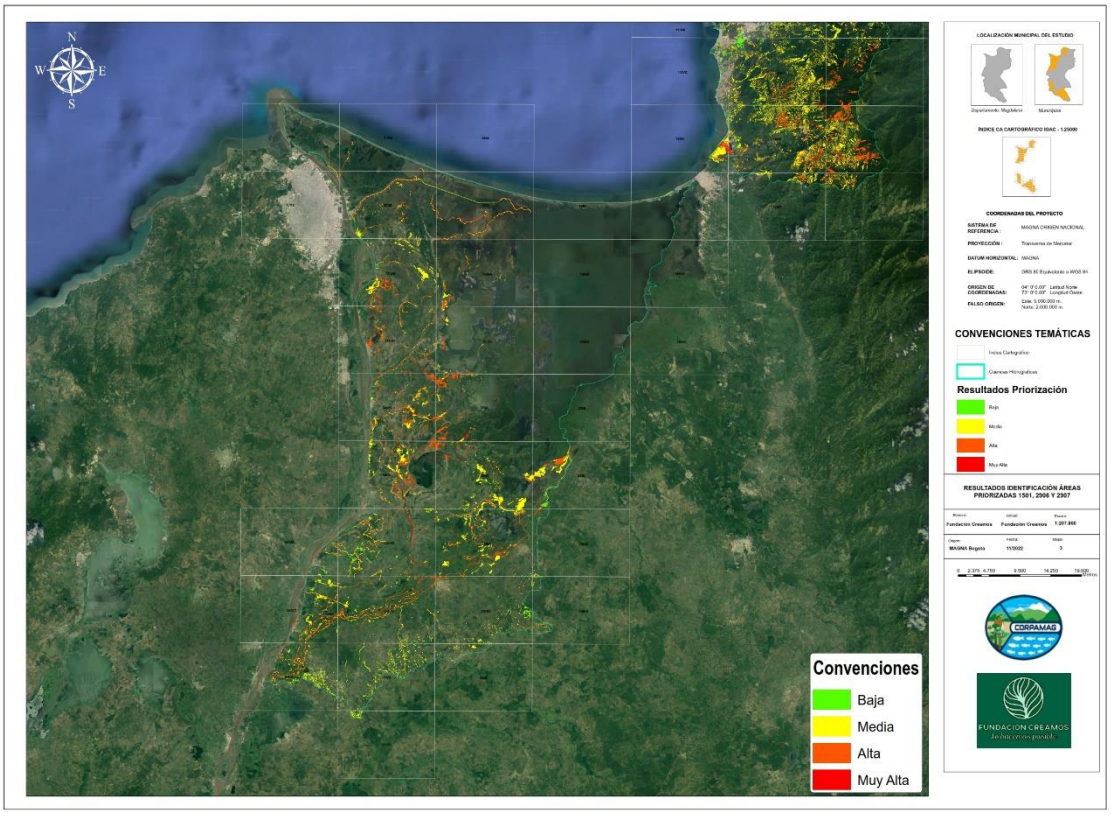
Fuente: (MADS, 2012).

Para la priorización de áreas de conservación se tendrán en cuenta los siguientes ecosistemas: arbustales, bosques, ríos y vegetación secundaria.

Identificación de Áreas Priorizadas:

Conforme a la metodología especificada en el acápite ***4.2. Fase II: Identificación de áreas prioritarias*** se presenta la siguiente figura resultante de los geoprocesos realizados a través de la plataforma *ArcGis.*

Figura 15: *Priorización de áreas cuenca NSS 2906-01.*



Fuente: Elaboración propia, 2022.

De los geoprocesos realizados se obtuvo como producto el archivo Raster y Polígono de las áreas priorizadas dentro del área de influencia del POMCA NSS 2906-01. A continuación, se presenta la distribución de dichas áreas identificadas:

*Tabla 5.2.2-5**: Distribución de áreas priorizadas para la conservación de áreas cuenca NSS 2906-01*

Rango	Grado Priorización	Área Ha
1 - 3	Áreas con prioridad Baja	318,65
3 - 5	Áreas con prioridad Media	4615,30
5 - 7	Áreas con prioridad Alta	5494,96
7 - 9	Áreas con prioridad Muy Alta	239,98

Fuente: Elaboración propia, 2022.

De lo anterior se identifica que la mayor proporción se les atribuyen a las áreas para la conservación con prioridad alta con 51,50%, seguidas de las áreas para la conservación con prioridad media con 43,23%, consecuentemente las áreas para la conservación con prioridad Baja presentan un 2,99% y las de menor cobertura son representadas por las áreas para la conservación con prioridad Muy Alta con 2,25%.

5.3. Resultados Cuenca hidrográfica Bajo Magdalena entre el Banco y Plato (SZH 2907)

5.3.1. Resultados Fase I: Área de Estudio.

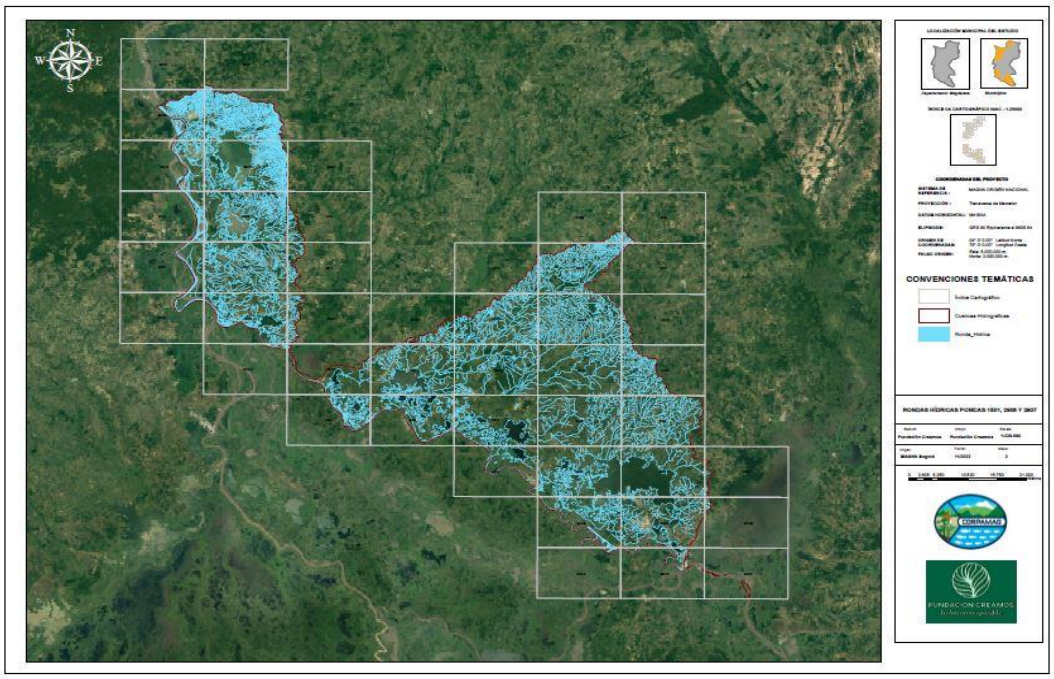
Conforme al acápite 4.1. Fase I, el área de estudio se encuentra delimitada por las zonas o áreas priorizadas por los Planes Operativos de los POMCA.

5.3.2. Resultados Fase II: Identificación de áreas prioritarias.

Rondas Hídricas:

La siguiente imagen se representan las rondas hídricas referentes al área de influencia de la cuenca SZH 2907, para los principales cuerpos de agua de carácter permanente.

Figura 16: *Rondas Hídricas cuenca SZH 2907.*



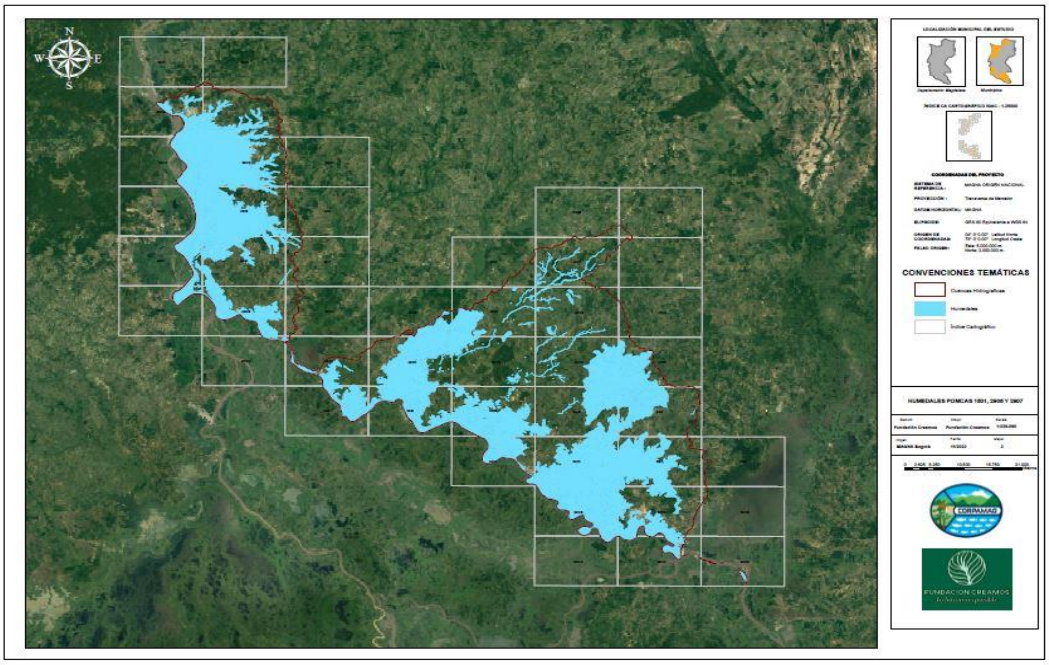
Fuente: (CORPAMAG, 2019).

De acuerdo con la información del Plan de Ordenamiento Territorial de los municipios que hacen parte de la cuenca en mención, las rondas hídricas identificadas en el SZH 2907 y los cuerpos de agua identificados en la cartografía base del IGAC se realizó el geoprocesamiento de la información que se presenta en la salida gráfica que antecede. Del resultado del geoprocesamiento de las rondas hídricas se puede inferir que existen aproximadamente 43331,68 hectáreas de rondas hídricas en el área de influencia de la cuenca SZH 2907.

Humedales

En la realización del geoprocesamiento se tuvo en cuenta la capa de humedales 2012 y 2017 definida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con lo que se pudo identificar la presencia de humedales en las siguientes áreas de la cuenca:

Figura 17: *Humedales cuenca SZH 2907.*



Fuente: (MADS, 2012); (MADS, 2017).

Conforme a la figura anterior, se presenta la distribución de los humedales del área de influencia del POMCA SZH 2907:

*Tabla 5.3.2-1**: Distribución de humedales cuenca SZH 2907.*

Nivel Humedal	Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	**Total** (Ha)
1	Magdalena Cauca	Bajo Magdalena	Arroyo Corozal	0,11
			Directos al Bajo Magdalena (md)	90,03
			Directos al Bajo Magdalena (mi)	195,20
			Directos Bajo Magdalena	56138,16
		Bajo Magdalena-Cauca -San Jorge	Bajo San Jorge - La Mojana	483,53
		Cesar	Bajo Cesar	101,29
2	Magdalena Cauca	Bajo Magdalena	Arroyo Corozal	49,68
			Directos al Bajo Magdalena (md)	122,40
			Directos al Bajo Magdalena (mi)	34,34
			Directos Bajo Magdalena	80483,44
		Cesar	Bajo Cesar	12,91

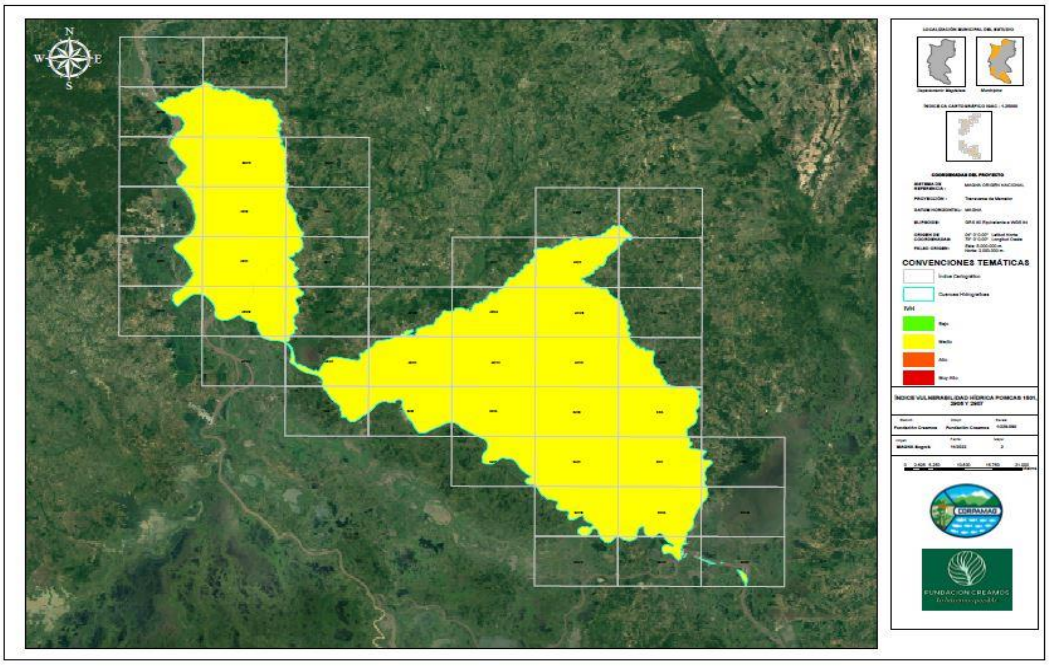
Fuente: (MADS, 2012); (MADS, 2017).

De conformidad con lo presentado anteriormente, se tiene un aproximado de 137711,08 hectáreas de humedales en el área de influencia de la cuenca SZH 2907.

Índice de Vulnerabilidad Hídrica – IVH

Este índice permite identificar el grado de fragilidad en el que se encuentra un sistema hídrico para mantener un nivel de oferta que asegure el abastecimiento de agua ante la presencia de amenazas como periodos de estiaje muy largos o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico – El Niño, lo anterior de acuerdo con lo definido por el IDEAM. La información geográfica utilizada en el proceso de determinación de áreas corresponde a la obtenida en el POMCA en la fase de Diagnóstico de este plan.

Figura 18: *Índice de Vulnerabilidad Hídrica cuenca SZH 2907.*



Fuente: (CORPAMAG, 2019).

Las proporciones en hectáreas y la categorización del nivel de vulnerabilidad hídrica en que se encuentran los diferentes niveles subsiguientes de la cuenca SZH 2907, se presentan en la siguiente tabla:

*Tabla 5.3.2-2**:** Distribución Índice de Vulnerabilidad Hídrica cuenca SZH 2907.*

ID	Código Nivel Subsiguiente	Criterios			Área Ha	Resultado - IVH
		IUA	IRH	IVH		
1	29070006	4	2	3	267844,59	Medio
2	29070015	4	2	3	87733,33	Medio
3	29070014	4	2	3	61280,53	Medio
4	29070018	1	2	3	17397,85	Medio
5	29070008	4	2	3	76861,35	Medio
6	29070016	4	1	3	14669,47	Medio
7	29070013	4	2	3	11385,94	Medio
8	29070003	1	2	3	95476,96	Medio
9	29070002	1	2	3	11667,88	Medio

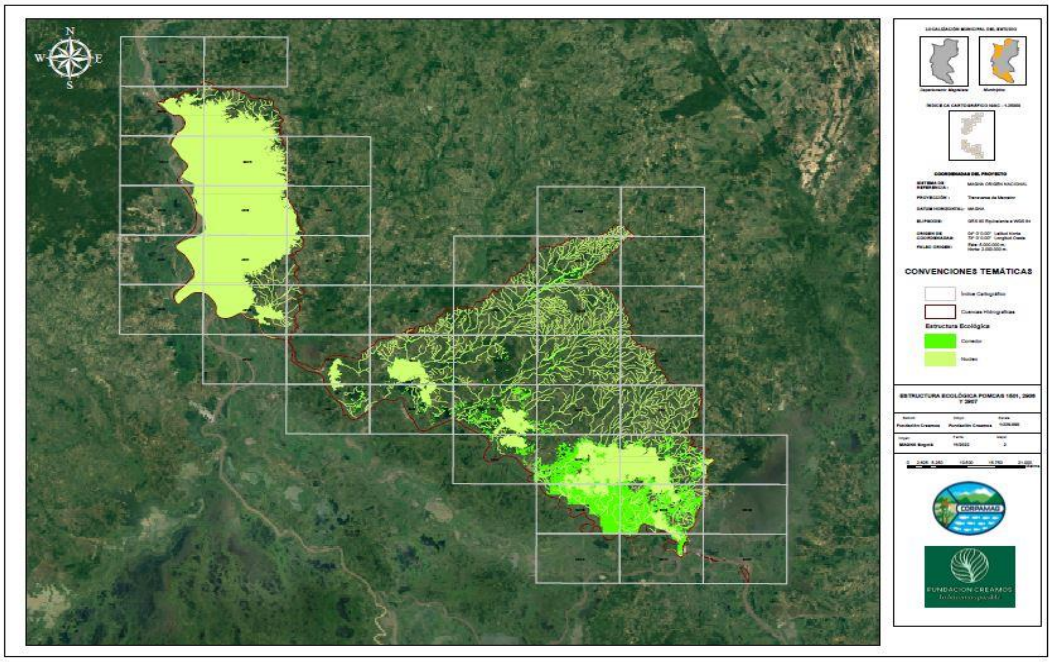
ID	Código Nivel Subsiguiente	Criterios			Área Ha	Resultado - IVH
		IUA	IRH	IVH		
10	29070001	1	2	3	11457,91	Medio
11	29070009	1	2	3	7916,44	Medio
12	29070011	4	2	3	2274,22	Medio
13	29070010	4	1	3	2847,06	Medio
14	29070017	1	2	3	357,67	Medio
15	29070004	4	2	3	6127,04	Medio
16	29070005	4	2	3	1704,58	Medio
17	29070007	4	2	3	15287,74	Medio
18	29070012	4	2	3	985,87	Medio

Fuente: (CORPAMAG, 2019).

Estructura Ecológica Principal

La Estructura Ecológica Principal definida para el departamento del Magdalena, identifica todos aquellos elementos naturales que tienen influencia sobre el mantenimiento y sostenimiento de la biodiversidad, para los que fueron tenidos en cuenta las zonas núcleo y los corredores de conservación.

Figura 19: *Estructura Ecológica Principal cuenca SZH 2907.*



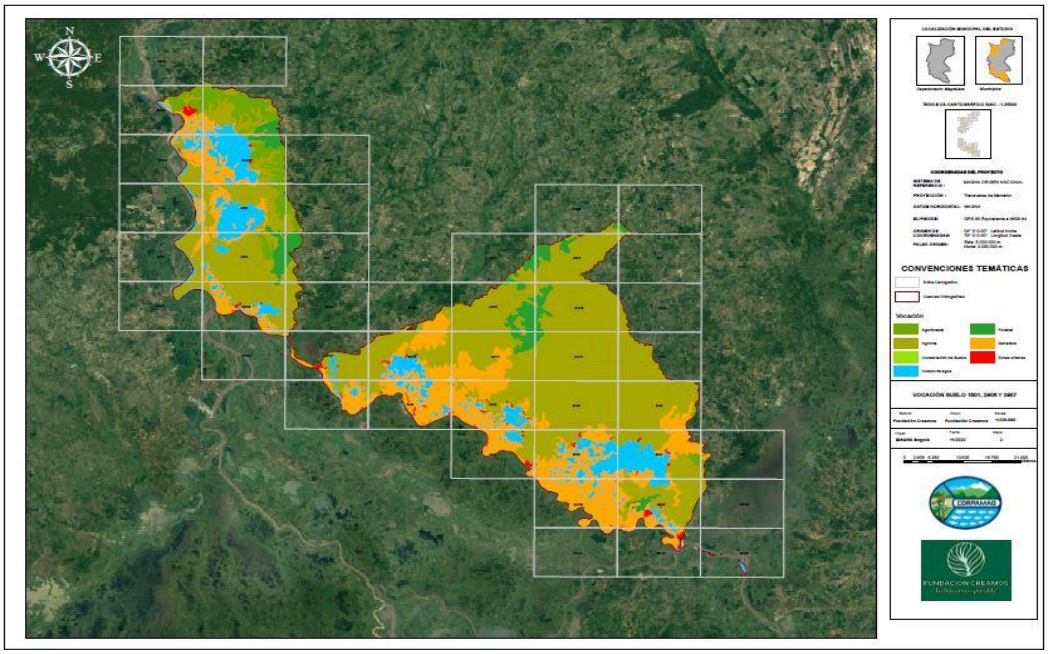
Fuente: (CORPAMAG, 2021).

De acuerdo con la Estructura Ecológica desarrollada por CORPAMAG en el año 2021, se identificaron aproximadamente 18.329,8 hectáreas de Corredor Biológico y 99.655 hectáreas de Núcleos de biodiversidad que se localizan en el área de la cuenca SZH 2907.

Vocación de Suelo

La vocación del suelo fue analizada a través de la información geográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, priorizando los usos propuestos de conservación de suelos, cuerpos de agua y forestal.

Figura 20: *Vocación del Suelo cuenca SZH 2907.*



Fuente: (IGAC, 2012).

Conforme a la figura anterior, se presenta la identificación de las vocaciones de suelo del área de influencia del POMCA SZH 2907:

*Tabla 5.3.2-3**:** Vocación del Suelo identificada cuenca SZH 2907.*

Código Vocación	Vocación	Uso Principal	Área Ha
ASPp	Agroforestal	Agrosilvopastoril con cultivos permanentes	14435,52
CA	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	40147,08
CPIc	Agrícola	Cultivos permanentes intensivos de clima cálido	29561,92
CPSc	Agrícola	Cultivos permanentes semi intensivos de clima cálido	33412,49
CTIc	Agrícola	Cultivos transitorios intensivos de clima cálido	6555,23
CTSc	Agrícola	Cultivos transitorios semi intensivos de clima cálido	100769,63
FPDc	Forestal	Forestal de producción de clima cálido	8297,63
FPP	Forestal	Protección – producción	4931,62
PEXc	Ganadera	Pastoreo extensivo de clima cálido	45165,79
PSIc	Ganadera	Pastoreo semi intensivo de clima cálido	20163,62
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	2069,60

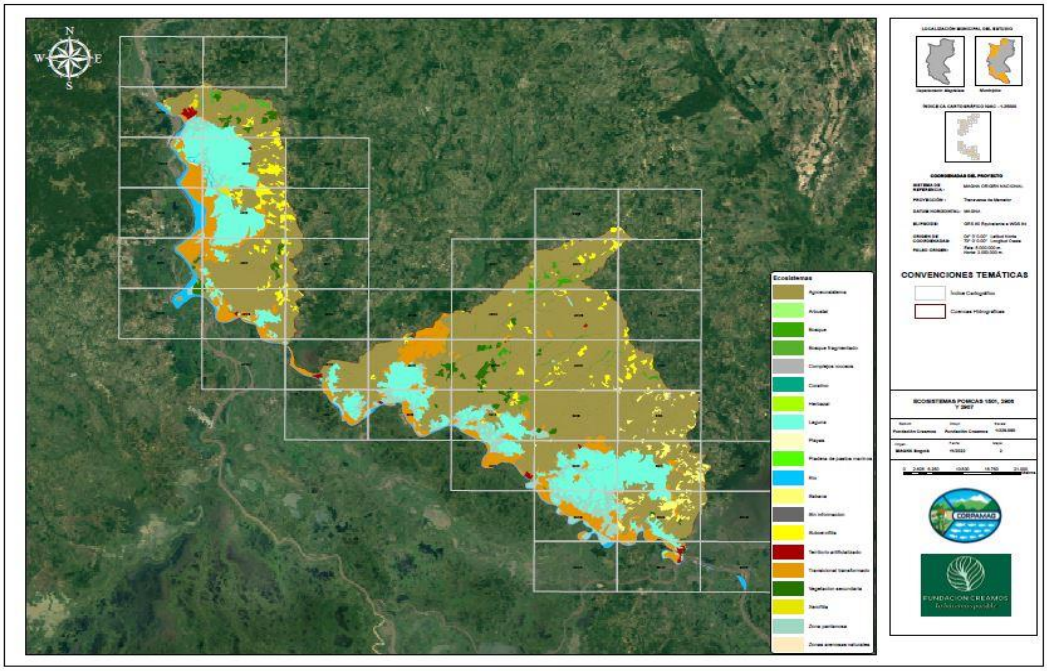
Fuente: (IGAC, 2012).

Para la priorización de áreas solo se consideraron las categorías cuerpos de agua y forestal.

Ecosistemas Marinos y Costeros:

De acuerdo con las categorías ecológicas contempladas en los atributos de la capa de Ecosistemas Marinos y Costeros, el análisis fue realizado teniendo en cuenta la categorización como ecosistemas generales y a partir de ella se priorizaron aquellos ecosistemas presentes en la zona que son importantes o guardan relación directa con la conservación y regulación del recurso hídrico, los cuales se encuentran listados en el numeral correspondiente a la FASE II: Identificación de áreas prioritarias.

Figura 21: *Ecosistemas cuenca NSS 2906-01.*



Fuente: (MADS, 2012).

Conforme a la gráfica anteriormente presentada se tienen los ecosistemas identificados en el área de influencia del POMCA NSS 2906-01:

*Tabla 5.3.2-4**:** Ecosistemas presentes en la cuenca NSS 2906-01.*

Ecosistema	Área (Ha)
Agroecosistema	175202,93
Arbustal	277,08
Bosque	4802,63
Bosque fragmentado	648,89
Complejos rocosos	127,84
Laguna	49096,29

Ecosistema	Área (Ha)
Rio	6099,26
Sabana	5588,32
Subxerofitia	10488,31
Territorio artificializado	970,00
Transicional transformado	29465,35
Vegetación secundaria	4210,04
Xerofitia	646,89
Zona pantanosa	17822,90
Zonas arenosas naturales	63,39

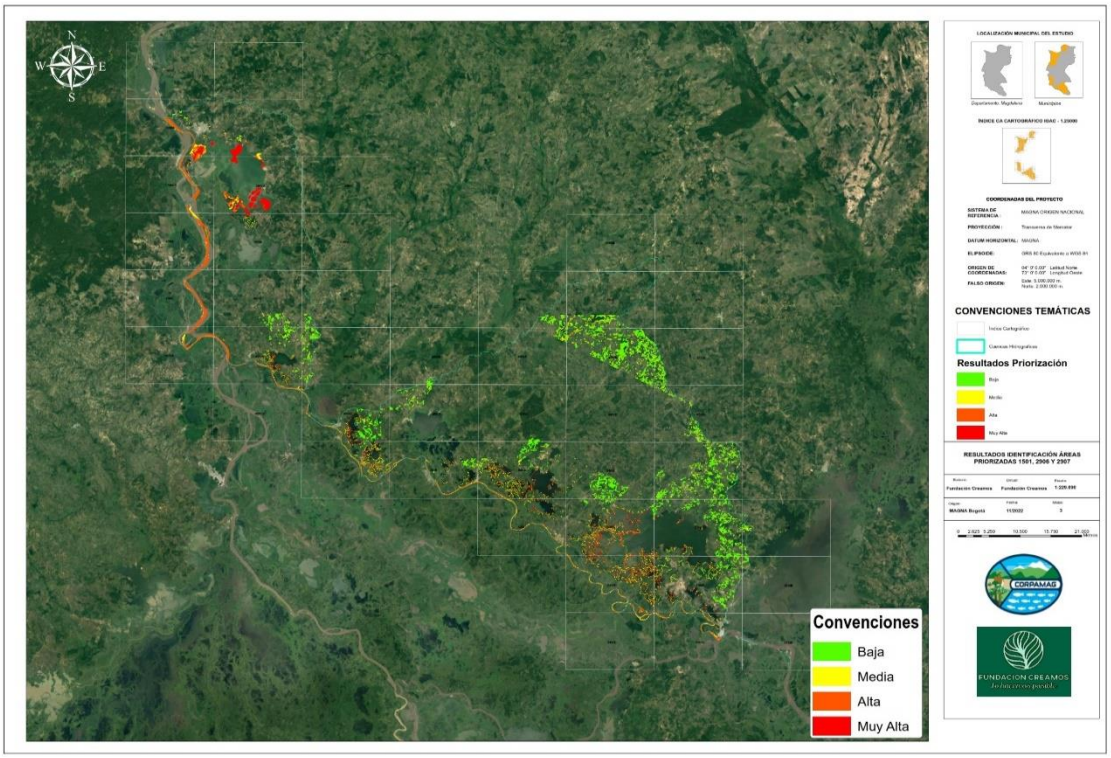
Fuente: (MADS, 2012).

Para la priorización de áreas de conservación se tendrán en cuenta los siguientes ecosistemas: arbustales, Bosques, Bosque Fragmentado, ríos y vegetación secundaria.

Identificación de Áreas Priorizadas:

Conforme a la metodología especificada en el acápite ***4.2. Fase II: Identificación de áreas prioritarias*** se presenta la siguiente figura resultante de los geoprocesos realizados a través de la plataforma *ArcGis.*

Figura 22: *Priorización de áreas cuenca SZH 2907.*



Fuente: Elaboración propia, 2022.

De los geoprocesos realizados se obtuvo como producto el archivo Raster y Polígono de las áreas priorizadas dentro del área de influencia del POMCA SZH 2907. A continuación, se presenta la distribución de dichas áreas identificadas:

*Tabla 5.3.2-5**: Distribución de áreas priorizadas para la conservación de áreas cuenca SZH 2907.*

Rango	Grado Priorización	Área Ha
1 - 3	Áreas con prioridad Baja	10446,84
3 - 5	Áreas con prioridad Media	4488,83
5 - 7	Áreas con prioridad Alta	5122,75
7 - 9	Áreas con prioridad Muy Alta	2149,73

Fuente: Elaboración propia, 2022.

De lo anterior se identifica que la mayor proporción se les atribuyen a las áreas para la conservación con prioridad baja con 47,04%, seguidas de las áreas para la conservación con prioridad alta con 23,07%, consecuentemente las áreas para la conservación con prioridad media presentan un 20,21% y las de menor cobertura son representadas por las áreas para la conservación con prioridad Muy Alta con 9,68%.

5.4. Resultados de la Fase III: Categorización de predios de acuerdo con la distribución de AIE

Cabe resaltar que para la presente fase es desarrollada conforme lo establecido en el Decreto 953 de 2013 y el Decreto 1007 de 2018 en el artículo 2.2.9.8.2.2 (ver las aclaraciones realizadas en el capítulo de *IDENTIFICACIÓN DE PREDIOS LOCALIZADOS EN ÁREAS Y ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS PRIORIZADOS DE LAS CUENCAS SZH 1501, NSS 2906-01 Y SZH 2907.*

CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN HÍDRICA DE LAS ÁREAS IDENTIFICADAS

CÁLCULO PRODUCCIÓN HÍDRICA ACTUAL DE LA CUENCA.

DECLARATORIA DEL ORDENAMIENTO DEL CUERPO DE AGUA

- **DECLARATORIA DEL ORDENAMIENTO DEL CUERPO DE AGUA**: en este capítulo se presenta la conformación del equipo de trabajo, el operativo de actividades de trabajo y la resolución de declaratoria.

DIAGNÓSTICO

- **USOS EXISTENTES DEL RECURSO HÍDRICO**: programación y desarrollo de las actividades de censo e inventario, registro de información de las estaciones disponibles, en formato Excel. Se determinan los usos actuales y potenciales del agua en cada uno de los cuerpos objeto del ordenamiento, teniendo en cuenta rondas hídricas y nacimientos de cuerpos de agua, áreas de protección y recuperación para la conservación de la cuenca y zonas de recarga de acuífero.
- **OFERTA Y DEMANDA HIDRICA**: En este capítulo se presenta la estimación de los caudales máximos, medios y mínimos de cada una de las áreas de drenaje objeto de ordenamiento, así como la oferta hídrica de la zona de estudio y los índices hidrológicos de la misma. De igual manera describe el inventario hidrológico que presenta el área del proyecto y la estimación de la demanda hídrica potencial y concesionada, donde se incluye la demanda censada de los cuerpos de agua acordados con la corporación.
- **ESTADO DE LA RED DE MONITOREO**: programación y desarrollo de las actividades de establecimiento de parámetros a medir, toma de muestras y campaña de campo para determinación de tiempos de viaje.
- **GESTIÓN SOCIAL**: en este capítulo se presenta la estrategia de participación social, medios de divulgación, identificación de actores sociales e implementación y desarrollo de talleres.
- **BITÁCORA DE AFÓROS**: incluye información de las secciones transversales de las campañas de monitoreo realizadas con el acompañamiento, junto con su geometría hidráulica.
- **SÍNTESIS DIAGNÓSTICA**: reúne los resultados y conclusiones obtenidos en el desarrollo de la fase diagnóstica permitiendo integrarla con la fase prospectiva.

6. Hidrología oferta y demanda hídrica

OFERTA HÍDRICA

Para el presente estudio se contempla el cálculo de la oferta hídrica siguiendo un desarrollo metodológico que, inicialmente, plantea un tratamiento estadístico de la información disponible referente a las distintas variables hidroclimatologicas como lo son la precipitación, evaporación, temperatura, etc., para su subsecuente procesamiento y espacialización. Con lo anterior, es posible determinar un balance hídrico de largo plazo que considera los promedios multianuales, así como los análisis estadísticos regionales. Estos valores corresponden con la oferta hídrica natural de las fuentes estudiadas, que a su vez evidencian un comportamiento variable en el tiempo debido a cada temporalidad hidrológica y/o a fenómenos climatológicos como el ENSO. Un siguiente análisis permite distinguir en qué momentos esta oferta se hace máxima y mínima, con lo que es posible analizar los comportamientos de los drenajes ante situaciones como crecidas, así como la obtención de caudales ecológicos y ambientales que deben garantizarse para asegurar el sostenimiento tanto del recurso hídrico como de la biota asociada a los ecosistemas existentes en la zona de estudio.

6.1 Delimitación de cuencas, subcuencas y microcuencas.

A partir de la información cartográfica disponible se procede a realizar la delimitación de las cuencas, subcuencas y microcuencas aferentes a la zona de estudio, las cuales a su vez son codificadas según los lineamientos establecidos por el IDEAM (2012). Para el presente estudio, se parte del estudio POMCA Documento Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bajo Cesar - Ciénaga de Zapatosa (BC-CZ 2805-02), Documento Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Complejo Humedales Ciénaga Grande de Santa Marta (NSS 2906-01), Documento Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Río Piedras, río Manzanares y otros directos al Caribe (SZH 1501),en donde se realizó la delimitación de las Cuenca de los Ríos y Caños principales aprobados por la Corporación, así como de sus derivadas subcuencas y sus subsecuentes microcuencas.

6.2 Metodología para la delimitación de áreas de drenaje

El procedimiento ejecutado con el objetivo de delimitar las áreas de drenaje (en particular las microcuencas de las subcuencas aferentes a este estudio) sigue la metodología tradicional, en la cual, a partir de la información cartográfica base a escala 1:25.000 y del subsecuente Modelo Digital del Terreno (MDT), se definen las líneas divisorias de aguas respetando las siguientes reglas:

1. La línea divisoria de aguas intercepta las curvas de nivel de manera perpendicular a estas atravesando únicamente por el punto que traza el mayor nivel topográfico.

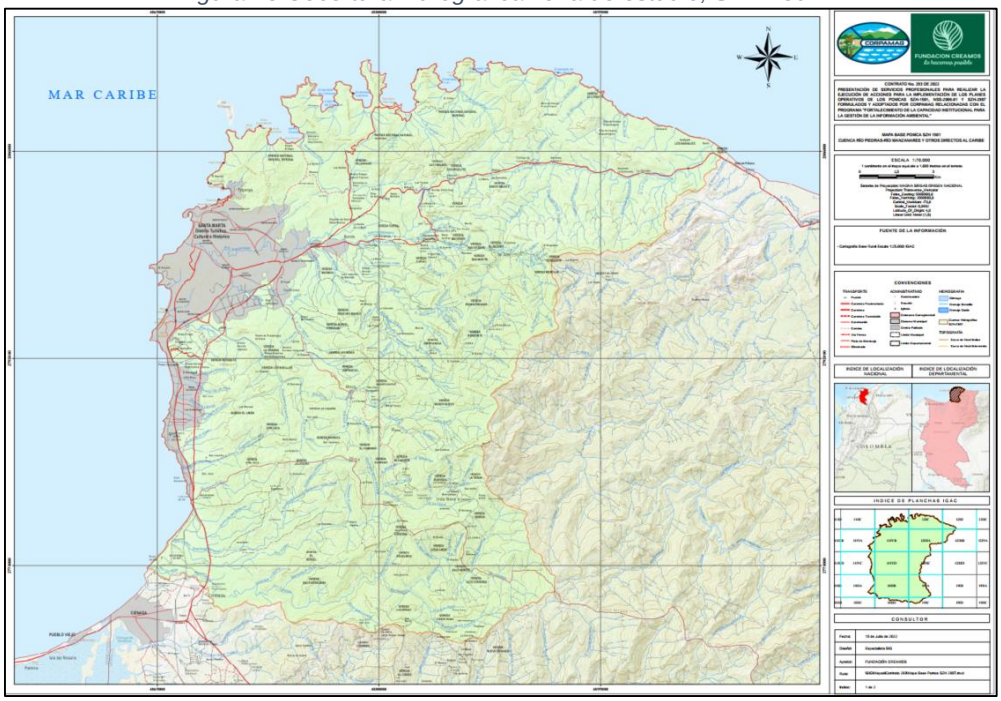
2. En los tramos ascendentes del área de drenaje la divisoria corta las curvas de nivel por la parte convexa. De manera análoga, en los tramos descendentes del área de drenaje la línea divisoria de aguas intercepta las curvas de nivel por la parte cóncava.

3. La línea divisoria de aguas jamás corta algún drenaje (a excepción del punto de concentración de las aguas), por lo que es necesario que estén trazados todos estos en la cartografía base.

6.3 Metodología para la zonificación y codificación de áreas de drenaje.

Para realizar la zonificación y codificación de las diferentes cuencas hidrográficas se emplea la metodología desarrollada por el IDEAM (2012), en donde se estableció un sistema de codificación de unidades hidrográficas como se muestra en la Ilustración, en el cual, a partir del punto de concentración de aguas comienza la numeración:

Figura 23 Cobertura hidrográfica zona de estudio, SZH 1501



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo establecido en el documento de Zonificación de unidades hidrológicas del IDEAM (2013), Colombia se encuentra dividida en 5 grandes cuencas que abastecen el territorio y por demás constituyen las cinco regiones naturales de Colombia, a estas se les ha denominado Área hidrográfica, como se presenta en la Tabla 6.1-1.

Tabla 6.1-1: Codificación de áreas hidrográficas

ID	Área hidrográfica (AH)
1	Caribe
2	Magdalena-Cauca
3	Orinoco
4	Amazonas
5	Pacífico

Fuente: IDEAM, 2013.

Estas áreas a su vez se dividen en nueve zonas hidrográficas, identificadas con el ID heredado del área hidrográfica a donde pertenecen, seguido de un dígito único consecutivo.

Es decir, a modo de ejemplo, la zona hidrográfica del Bajo Magdalena tendrá como codificación (29) como se presenta en la Tabla 6.1-2.

Tabla 6.1-2: *Codificación zonas hidrográficas*

ZH	CARIBE (1)	MAGDALENA-CAUCA (2)	ORINOCO (3)	AMAZONAS (4)	PACÍFICO (5)
1	Atrato-Darién	Alto Magdalena	Inírida	Guainía	Mira
2	Caribe-Litoral	Saldaña	Guaviare	Vaupés	Patía
3	Sinú	Medio Magdalena	Vichada	Apaporis	Tapaje Amarales -Dagua - directos
4	Caribe-Urabá	Sogamoso	Tomo	Caquetá	San Juan
5	Caribe-La Guajira	Bajo Magdalena-Cauca-San Jorge	Meta	Yarí	Baudó - directos Pacífico
6	Catatumbo	Cauca	Casanare	Caguán	Pacífico - directos
7	Caribe islas (San Andrés, Providencia, Santa Catalina)	Nechí	Arauca	Putumayo	Pacífico islas
8		Cesar	Orinoco directos	Amazonas - directos	
9		Bajo Magdalena	Apure	Napo	

Fuente: IDEAM, 2013.

6.4 Caracterización morfométrica

Con el ánimo de realizar una estimación cuantitativa de la morfología de las cuencas presentes en la zona de estudio y de esta forma tener un entendimiento aproximado de la variación espacial de los elementos del régimen hidrológico (Monsalve Sáenz, 1995), se determinan algunos parámetros característicos de cada cuenca hidrográfica a partir de la cartografía.

A partir de los parámetros morfométricos se calculan las siguientes características geométricas y de drenaje de las cuencas:

- Índice de Compacidad (Kc): Se define como la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo cuya área es igual a la de la cuenca.

$$Kc=P/2*\sqrt{(\pi*A)}$$

Donde,

P= Perímetro de la cuenca, en km.

A= Área de la cuenca, en km2.

KC= Índice de compacidad, adimensional.

Se presentan las tres categorías en que se pueden clasificar las hoyas hidrográficas según el índice de compacidad.

Tabla 6.4-1: Rangos de clasificación, Índice de compacidad

Clase	Rango	Descripción
Kc1	1 a 1,25	Forma redonda a oval – redonda
Kc2	1,25 a 1,5	Forma oval – redonda a oval – oblonga
Kc3	> 1,5	Forma oval – oblonga a rectangular – oblonga

- Factor de Forma (KF): Relación entre el área de la cuenca y la longitud de su cauce principal.

$$KF= A/L^2$$

Donde,

A= Área de la cuenca, en km2.

L= Longitud del cauce principal, en km.

KF= Factor de forma, adimensional.

A continuación, se presenta la clasificación correspondiente al factor de forma:

***Tabla 6.4-2.** Clasificación del Factor de Forma*

K_F	Característica
<1	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas
1	Cuadrada
>1	Tiende a ser achatada, tendencia a ocurrencia de avenidas

- Coeficiente de Circularidad de Miller (Cc): Relación entre el área de la cuenca y su perímetro.

$$CC=4*\pi*A/P^2$$

Donde,

A= Área de la cuenca, en km2.

P= Perímetro de la cuenca, en km.

- Largo Rectángulo Equivalente (L): Definido como el largo de un rectángulo resultado de una transformación geométrica de la cuenca, de tal forma que el perímetro del rectángulo tenga el mismo valor del perímetro de la cuenca.

$$L=P/\ 4+\sqrt{[(\ P/4\ )^2-A]}$$

Donde,

P= Perímetro de la cuenca, en km.

A= Área de la cuenca, en km2.

L= Largo rectángulo equivalente, en km.

- Ancho Rectángulo Equivalente (I): Ancho de un rectángulo resultado de una transformación geométrica de la cuenca, de tal forma que el perímetro del rectángulo tenga el mismo valor del perímetro de la cuenca.

$$I=P/4-\sqrt{[(P/4)^2-A]}$$

Donde,

P= Perímetro de la cuenca, en km.

A= Área de la cuenca, en km2.

I= Ancho rectángulo equivalente, km.

- Densidad de Drenaje (Dd): Es la relación entre la longitud total de los drenajes de la cuenca y su área.

$$D_d = L_t / A$$

Donde,

Lt= Longitud total de drenajes, en km.

A= Área de la cuenca, en km2.

Dd= Densidad de drenaje, en km/km2.

- Índice de Torrencialidad (CT): Es la relación entre el número de corrientes de primer orden (según método de Horton) y el área de la cuenca.

$$C_T = n_i / A$$

Donde,

CT= Índice de torrencialidad, adimensional.

ni= Número total de corrientes de primer orden.

A= Área de la cuenca, en km2.

El índice de Torrencialidad es empleado para definir el carácter torrencial de una cuenca, de forma tal que cuanto mayor sea el índice, mayor será el grado de torrencialidad de la hoya hidrográfica.

- Tiempo de concentración (Tc): Es entendido como el tiempo que tarda una gota de lluvia en escurrir superficialmente desde el punto más alejado de la cuenca hasta su salida. Para su cálculo existen diversas metodologías, a continuación, se presentan tres de las más ampliamente empleadas.

Ecuación de Kirpich

$$T_C = 0.06628(L/S^{0.5})^{0.77}$$

Donde,

TC= Tiempo de concentración, en horas.

L= Longitud del cauce principal, en km.

S= Pendiente calculada como la diferencia de cotas dividida entre la longitud del cauce principal, en m/m.

Ecuación de Témez

$$T_C=0.30(L/S^{0.25})^{0.76}$$

Donde,

TC= Tiempo de concentración, en horas.

L= Longitud del cauce principal, en km.

S= Pendiente calculada como la diferencia de cotas dividida entre la longitud del cauce principal, en m/m.

Ecuación de V. T. Chow

$$T_C= 0.273(L/S^{0.5})^{0.64}$$

Donde,

TC= Tiempo de concentración, en horas.

L= Longitud del cauce principal, en km.

S= Pendiente calculada como la diferencia de cotas dividida entre la longitud del cauce principal, en m/m.

En las tablas a continuación se presentan los resultados de las características morfométricas de las cuencas de estudio.

Tabla 6.4-3: Parámetros morfométricos por cuencas río Piedras, Manzanares y otros directos al Caribe SZH 1501

Cuenca	Área (km2)	Perímetro (km)	Longitud de la cuenca (km)	Longitud del cauce principal (km)	Ancho (Área/Long. Cauce Principal)	Ancho (Área/Long. Cuenca) (km)	Coeficiente de compacidad (Kc)	Altura Máx (msnm)	Altura Min (msnm)	Desnivel Altitudinal (msnm)	X - Centroide	Y - Centroide	Z - Centroide	Coeficiente de Compacidad (Kc)	Factor de forma (Kf)
Río Piedras	159.69	77.73	22.46	37.84	4.22	7.11	1.72	2424	0	2424	1008978.40	1735170.94	688	1.72	0.11
Río Manzanares	185.21	76.02	21.71	33.48	5.53	8.53	1.56	2407	0	2407	995627.25	1731308.97	139	1.56	0.17
Río Gaira	111.09	73.31	23.04	33.55	3.31	4.82	1.95	2842	0	2842	993365.71	1724376.17	480	1.95	0.10
Río Toribio	108.32	60.56	21.56	33.01	3.28	5.02	1.63	2849	0	2849	994908.24	1716274.75	667	1.63	0.10
Río Córdoba	124.59	74.25	24.23	44.55	2.80	5.14	1.86	2484	0	2484	999201.20	1711580.10	929	1.86	0.06

6.5 Análisis estadísticos de la información existente

Los análisis estadísticos de la información hidroclimatológica permiten desarrollar modelos matemáticos que asisten en la planeación y el manejo del recurso hídrico, ya que a través de estos es posible determinar de una forma precisa la calidad de la información obtenida, así como la pertinencia del uso de determinadas herramientas hidrológicas asociadas a los mencionados análisis.

Inicialmente se seleccionan las fuentes de información a partir de las cuales se desarrollarán los modelos pertinentes. Una vez obtenidos tales insumos, se procede a realizar los análisis correspondientes.

Selección y Recopilación de Información Hidroclimatológica

A partir de la delimitación de las cuencas de estudio SZH 1501, NSS 2906-01 Y SZH 2907, se identifica el mayor número de estaciones hidroclimatológicas aferentes a estas áreas. Estas se muestran en la Ilustración y se resumen en las siguientes tablas. Las estaciones

seleccionadas para el presente estudio están bajo la jurisdicción del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.

Tabla 6.5-1. Características de las estaciones Hidroclimatologicas existentes en la zona de estudio de la Cuenca SZH 1501

CÓDIGO	NOMBRE	CATEGORIA	DPTO	MUNICIPIO	CORRIENTE	ALTITUD (MSNM)	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
29060160	ENANO EL	PM	MAGDALENA	ZONA BANANERA	FRIO	25	9,878,745,741	1,696,166,533
29060180	ESPERANZA LA	PM	MAGDALENA	PUEBLOVIEJO	ARACATACA	25	9,749,767,672	1,679,762,913
29060040	FUNDACION	PM	MAGDALENA	FUNDACION	FUNDACION	40	9,885,380,926	1,655,623,606
29060170	GAVILAN EL	PM	MAGDALENA	EL RETEN	ARACATACA	20	9,764,326,607	1,667,391,539
15010300	GUACHACA	PG	MAGDALENA	SANTA MARTA	LA SOMBRA	45	1,026,025,795	1,735,621,478
29060380	LOMA LA	PM	MAGDALENA	PUEBLOVIEJO	ARACATACA	23	9,701,950,878	1,680,593,321
29060200	MARIA LA	PM	MAGDALENA	ARACATACA	FUANDACION	30	9,880,187,669	1,657,427,379
15010010	MINCA	PM	MAGDALENA	SANTA MARTA	QDA BACHICHA	640	995,358,362	1,723,812,161
29065020	PADELMA	CO	MAGDALENA	ZONA BANANERA	TUCURINCA	20	9,866,311,135	1677387,26
29060210	PALMA LA	PM	MAGDALENA	CIENAGA	QDA LA AGUJA	23	9,862,351,242	1,704,371,115
29060270	PALO ALTO	PM	MAGDALENA	PUEBLOVIEJO	ARACATACA	25	9,787,338,425	1,677,544,961
29065030	PRADO SEVILLA	CO	MAGDALENA	ZONA BANANERA	SEVILLA	18	9,915,548,222	1,682,148,218
29060250	PROYECTOS LOS	PM	MAGDALENA	ZONA BANANERA	SEVILLA	20	984,513,629	1,678,260,793
29060280	SAN ISIDRO	PM	MAGDALENA	ZONA BANANERA	FRIO	25	985,235,155	1,695,368,747

CÓDIGO	NOMBRE	CATEGORIA	DPTO	MUNICIPIO	CORRIENTE	ALTITUD (MSNM)	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
15015060	SAN LORENZO	CP	MAGDALENA	SANTA MARTA	PIEDRA	2200	1,004,796,089	1,717,083,108
29060230	SARA LA	PM	MAGDALENA	ZONA BANANERA	QDA ORIHUECA	25	9,905,756,897	1,690,011,211
29060070	SAN PABLO	PM	MAGDALENA	CIENAGA	SEVILLA	800	1,005,544,641	1,687,017,581
29060310	SEVILLANO	PM	MAGDALENA	CIENAGA	CGA. GRANDE	5	995,716,833	1680580,37
29060120	TASAJERA	PM	MAGDALENA	PUEBLOVIEJO	CGA. GRANDE	2	968,933,271	1,705,618,032
29060240	UNION LA	PM	MAGDALENA	ZONA BANANERA	TUCURINCA	20	9,839,256,961	1,675,090,125
15010040	VISTA NIEVES	PM	MAGDALENA	SANTA MARTA	GUACHACA	2000	1,003,855,279	1716990,84
15015020	YE LA	CO	MAGDALENA	CIENAGA	CORDOBA	20	9,853,954,119	1,707,397,974
15015050	APTO SIMON BOLIVAR	SP	MAGDALENA	SANTA MARTA	MAR CARIBE	4	983,463,111	1,722,433,349
15010020	BURITACA	PM	MAGDALENA	SANTA MARTA	BURITACA	30	1,034,397,337	1,735,844,454
29060140	CARMEN EL	PM	MAGDALENA	ZONA BANANERA	TUCURINCA	25	9,874,248,526	1,670,949,957

***Tabla 6.5-2**. Características de las estaciones Hidroclimatologicas existentes en la zona de estudio de la CUENCA NSS 2906 – 01*

CODIGO	NOMBRE	CATEG.	DPTO	MUNICIPIO	C/TE	ALTITUD (msnm)	COORD. ESTE	COORD. NORTE
29045020	A.E CORTISSOZ	SP	ATLANTICO	SOLEDAD	MAGDALENA	14	923218,8	1695420,5
15015050	APTO SIMON BOLIVAR	SP	MAGDALENA	SANTA MARTA	MAR CARIBE	4	983463,1	1722433,3
25021600	APURE	PM	MAGDALENA	PLATO	MAGDALENA	85	944842,4	1583561,4
29060030	BONGO EL	PM	MAGDALENA	EL RETEN	FUNDACION	20	967395,1	1669399,3

CODIGO	NOMBRE	CATEG.	DPTO	MUNICIPIO	C/TE	ALTITUD (msnm)	COORD. ESTE	COORD. NORTE
28040320	BRILLANTE EL	PM	MAGDALENA	SANTA ANA	AY EL BRILLANTE	135	1012989,5	1564746,8
28040360	CABANA LA HDA	PM	MAGDALENA	ARIGUANI	AY ARGELIA	100	1000086,2	1582248,0
29030450	CALMA LA	PM	BOLIVAR	MARIA LA BAJA	PRESA AY MATUYA	60	870055,1	1590440,4
29040290	CAMPANOS LOS	PM	ATLANTICO	SABANALAR GA	MAGDALENA	100	902120,9	1659458,0
29040250	CAMPO DE LA CRUZ	PM	ATLANTICO	CAMPO DE LA CRUZ	MAGDALENA	4	911203,1	1639392,1
28030190	CARACOLI	PM	CESAR	VALLEDUPAR	GARUPAL	220	1037901,6	1607452,7
29060140	CARMEN EL	PM	MAGDALENA	ZONA BANANERA	TUCURINCA	25	987424,9	1670950,0
29030410	CASA DE BOMBAS	PM	ATLANTICO	REPELON	CGA. GUAJARO	10	884666,4	1653679,7
29060060	CENIZO EL	PM	MAGDALENA	ARACATACA	TUCURINCA	450	1000468,9	1669697,0
29060150	DESTINO EL	PM	MAGDALENA	EL RETEN	ARACATACA	20	983955,5	1661079,3
15030010	DIBULLA	PM	LA GUAJIRA	DIBULLA	DIBULLA	5	1084198,1	1738333,4
29060560	DOÑA MARIA	PM	MAGDALENA	FUNDACION	FUNDACION	50	989001,4	1640147,1
29060160	ENANO EL	PM	MAGDALENA	ZONA BANANERA	FRIO	25	987874,6	1696166,5
29060180	ESPERANZA LA	PM	MAGDALENA	PUEBLOVIEJO	ARACATACA	25	974976,8	1679762,9
28020150	ESPERANZA LA HDA	PM	CESAR	VALLEDUPA R	PERNAMBUCO	60	1044803,1	1600965,3
29060040	FUNDACION	PM	MAGDALENA	FUNDACION	FUNDACION	40	988538,1	1655623,6
29030170	GAMERO	PM	BOLIVAR	MAHATES	CANAL DEL DIQUE	10	876786,3	1619988,9
29020020	GARRAPATA	PM	MAGDALENA	PIVIJAY	QDA EL MUNDO	60	962051,6	1633209,9
29060170	GAVILAN	PM	MAGDALENA	EL RETEN	ARACATACA	20	976432,7	1667391,5
15010300	GUACHACA	PG	MAGDALENA	SANTA MARTA	LA SOMBRA	45	1026025,8	1735621,5
29060380	LOMA LA	PM	MAGDALENA	PUEBLOVIEJO	ARACATACA	23	970195,1	1680593,3
29030270	LOMA GRANDE	PM	ATLANTICO	REPELON	CGA. DE GUAJARO	15	884582,3	1645800,6
28040270	MANATURE HDA	PM	CESAR	BOSCONIA	AY AGUAS LINDAS	150	1031680,3	1601519,8
15010010	MINCA	PM	MAGDALENA	SANTA MARTA	QDA BACHICHA	640	995358,4	1723812,2
29030520	MONTECRISTO	PM	BOLIVAR	SAN JUAN NEPOMU-CENO	CNO DEL TIGRE	70	875018,4	1592230,0
28040100	MONTERRUBIO	PM	MAGDALENA	PIVIJAY	AY CACAGUERO	100	978554,4	1623477,4
29065020	PADELMA	CO	MAGDALENA	ZONA BANANERA	TUCURINCA	20	986631,1	1677387,3
29060210	PALMA LA	PM	MAGDALENA	CIENAGA	QDA LA AGUJA	23	986235,1	1704371,1
29060270	PALO ALTO	PM	MAGDALENA	PUEBLOVIEJO	ARACATACA	25	978733,8	1677545,0
28010370	PARIS DE FRANCIA	PM	CESAR	VALLEDUPA R	GUATAPURI	180	1081990,2	1652179,7

CODIGO	NOMBRE	CATEG.	DPTO	MUNICIPIO	C/TE	ALTITUD (msnm)	COORD. ESTE	COORD. NORTE
28040350	PASO EL	PM	CESAR	EL PASO	ARIGUANI	36	1036027,3	1559710,8
29060250	PROYECTOS LOS	PM	MAGDALENA	ZONA BANANERA	SEVILLA	20	984513,6	1678260,8
29040300	PTO GIRALDO	PM	ATLANTICO	PONEDERA	MAGDALENA	5	918471,7	1653896,3
29035070	REPELON	CP	ATLANTICO	REPELON	CGA. GUAJARO	10	885966,3	1653146,8
28030220	SAN ANGEL	PM	CESAR	VALLEDUPAR	LOS CLAVOS	244	1069684,1	1636503,3
28020410	SAN BENITO	PM	CESAR	SAN DIEGO	CHIRIAIMO	150	1082985,9	1618360,1
29030200	SAN CAYETANO	PM	BOLIVAR	SAN JUAN NEPOMUCENO	AY EL TORO	70	884056,1	1608840,1
28020420	SAN GABRIEL	PM	CESAR	SAN DIEGO	CNO OLAYA	70	1046742,8	1589276,9
29060280	SAN ISIDRO	PM	MAGDALENA	ZONA BANANERA	FRIO	25	985235,2	1695368,7
15015060	SAN LORENZO	CP	MAGDALENA	SANTA MARTA	PIEDRA	2200	1004796,1	1717083,1
29060070	SAN PABLO	PM	MAGDALENA	CIENAGA	SEVILLA	800	1005544,6	1687017,6
29040310	SAN PEDRITO ALERTA	PM	ATLANTICO	SUAN	MAGDALENA	8	907681,8	1628480,4
29060540	SAN RAFAEL	PM	MAGDALENA	REMOLINO	MAGDALENA	10	935852,3	1663010,0
29060090	SAN SEBASTIAN DE	PM	CESAR	PUEBLO BELLO	FUNDACION	2000	1052261,0	1660341,2
29060310	SEVILLANO	PM	MAGDALENA	CIENAGA	CGA. GRANDE	5	980871,2	1700871,0
29030370	STA ANA	PM	BOLIVAR	CARTAGENA	MAR CARIBE	1	838535,3	1623892,2
29060100	STA ROSA DE LIMA	PM	MAGDALENA	FUNDACION	FUNDACION	75	996661,1	1642170,4
29060120	TASAJERA	PM	MAGDALENA	PUEBLOVIEJO	CGA. GRANDE	2	968933,3	1705618,0
29050010	TIOGOLLO	PM	MAGDALENA	EL PION	MAGDALENA	41	928305,1	1635791,5
29060240	UNION LA	PM	MAGDALENA	ZONA BANANERA	TUCURINCA	20	983925,7	1675090,1
28040300	VILLA CONCEPCION	PM	MAGDALENA	ARIGUANI	ARIGUANI	120	1024962,7	1569979,0
28010070	VILLA MARLENE	PM	CESAR	VALLEDUPA R	GUATAPURI	120	1066886,4	1618203,2
15010040	VISTA NIEVES	PM	MAGDALENA	SANTA MARTA	GUACHACA	2000	1003855,3	1716990,8

***Tabla 6.5-3**. Características de las estaciones Hidroclimatologicas existentes en la zona de estudio de la Cuenca SZH 2907.*

Código	Nombre	Tipo Estación	Fuente	Departamento	Municipio	Coordenadas Geográficas	
						Latitud	Longitud
13075010	Chima	CO	IDEAM	Córdoba	Chima	9.151	-75.622
13075020	Salado El	CO	IDEAM	Córdoba	Ciénaga De Oro	8.914	-75.582
13095020	Primates	CP	IDEAM	Sucre	Colosó	9.53	-75.351
23210020	Gloria La	PM	IDEAM	Cesar	La Gloria	8.631	-73.804
23210120	Vega La	PM	IDEAM	Cesar	La Gloria	8.532	-73.642
23215050	Mata La	CO	IDEAM	Cesar	La Gloria	8.614	-73.636

Código	Nombre	Tipo Estación	Fuente	Departamento	Municipio	Coordenadas Geográficas	
						Latitud	Longitud
25020090	Tamalameque	PM	IDEAM	Cesar	Tamalameque	8.86	-73.815
25020270	Saloa	PM	IDEAM	Cesar	Chimichagua	9.193	-73.731
25020500	Villa Cecilia Hda	PM	IDEAM	Sucre	Sucre	8.816	-74.729
25020660	Zapatoza	PM	IDEAM	Cesar	Curumaní	9.01	-73.754
25020870	Playitas	PM	IDEAM	Bolívar	San Martin De Loba	8.823	-73.966
25020880	Barranco De Loba	PM	IDEAM	Bolívar	Barranco De Loba	8.947	-74.111
25020950	San Antonio Alerta	PM	IDEAM	Bolívar	Magangué	9.042	-74.771
25020970	Arenal	PM	IDEAM	Bolívar	Arenal	8.459	-73.941
25021020	Tierra Grata	PM	IDEAM	Magdalena	Santa Bárbara De Pinto	9.437	-74.739
25021030	San Zenón	PM	IDEAM	Magdalena	San Zenón	9.248	-74.502
25021040	Menchiquejo	PM	IDEAM	Magdalena	El Banco	9.188	-74.044
25021090	Sta. Rosa	PM	IDEAM	Bolívar	San Fernando	9.093	-74.314
25021180	Sta. Cruz	PM	IDEAM	Bolívar	Mompox	9.078	-74.689
25021200	Negritos Los	PM	IDEAM	Magdalena	El Banco	9.027	-74.079
25021240	Chimichagua	PM	IDEAM	Cesar	Chimichagua	9.26	-73.81
25021260	Barranco De Yuca	PM	IDEAM	Bolívar	Magangué	9.174	-74.851
25021290	Jolon El	PM	IDEAM	Bolívar	San Fernando	9.101	-74.409
25021300	Limón El	PM	IDEAM	Bolívar	Cicuco	9.274	-74.646
28035040	Guaymaral	CO	IDEAM	Cesar	Valledupar	9.905	-73.648
28040320	Brillante El	PM	IDEAM	Magdalena	Santa Ana	9.703	-73.959
29010050	Zambrano	PM	IDEAM	Bolívar	Zambrano	9.699	-74.816
29010120	Canonegro Hda	PM	IDEAM	Bolívar	Zambrano	9.741	-74.952
29010130	Indugan Hda	PM	IDEAM	Bolívar	Zambrano	9.814	-74.852
29015030	Guamo El	CO	IDEAM	Bolívar	El Guamo	10.064	-74.852
29035110	San Pablo	CO	IDEAM	Bolívar	María La Baja	10.043	-75.259

DETERMINACIÓN DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE LOS DESEQUILIBRIOS EN LAS ZONAS IDENTIFICADAS COMO ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA LA REGULACIÓN HÍDRICA.

Contexto

El Magdalena es un departamento privilegiado al tener una gran diversidad de ecosistemas a lo largo y ancho de su territorio, entre ellos, se destacan las hídricas (ríos, ciénagas y lagos) y por ser sistemas que brindan una gran ofertas hídricas, se deben de desarrollar e implementar proyecto que velen por el buen uso de los mismos, conociendo la importancia del agua en general, es importante resaltar los impactos que traen las actividades desarrolladas a su alrededor.

El agua ha estado siempre presente en todas las actividades del hombre, como protagonista principal de su desarrollo y del recorrido hacia la civilización, condicionando su propia supervivencia; esto ha llevado a idear y desarrollar diferentes formas de aprovechamiento. Sin embargo, la escasez del recurso o aumento de la misma, la dificultad de acceder al mismo y la mala calidad van de la mano con la pobreza y las enfermedades.

El agua no puede considerarse únicamente como un bien económico, también es un bien social y cultural indispensable para la garantía de otros derechos como la salud, la alimentación y el medio ambiente sano.

En las últimas décadas los problemas ambientales se han convertido en complejos escenarios a partir de los cuales se despliegan un sinnúmero de reflexiones en torno a las circunstancias que enfrenta las zonas, las principales actividades humanas que tienen impacto sobre estas zonas incluyen la agricultura, la ganadería, la desforestación, la minería, contrición y el turismo, además se suma el impacto del cambio climático global.

En la aproximación con las comunidad aledaña a las zonas afectadas a los fenómenos naturales, como son las inundaciones, es importante a modo de información e identificación los diferentes conceptos asociados al tema, en estas zonas se lograron desarrollar los talleres que tenian programados.

Para llevar a cabo lo anterior, se elaboraron e implemetaron talleres en los cuales el tema princial fue BALANCE HIDRÍCO; el recurso hídrico es de vital importancia para los seres vivos en sus procesos metabólicos, desarrollo físico y supervivencia. Además, los seres humanos gracias al agua han podido llevar a cabo diversidad de actividades productivas que aportan desarrollo a las comunidades; aunque a su vez conlleva efectos antrópicos como los residuos y vertimientos compuestos de varios contaminantes. Por este motivo, se da la necesidad de evaluar la forma en la que se desarrollan estos procesos y las implicaciones en la calidad y cantidad del agua potable disponible.



Figura 24: Generalidades e importancia del Balance Hídrico

Proceso que promueve gestión y aprovechamiento coordinado del recurso hídrico, la tierra y los recursos naturales relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

Balance Hídrico

Definición: Balance de agua basado en el principio de que durante un cierto intervalo de tiempo el aporte total a una cuenca o masa de agua debe ser igual a la salida total de agua más la variación neta en el almacenamiento de la cuenca o masa de agua (Organización Meteorológica Mundial).

Importancia: Herramienta útil para el planeamiento y manejo del recurso hídrico y sobre todo si se considera de manera integral, tanto el agua superficial como el agua subterránea (PHI – UNESCO, 2006).

¿De qué manera pueden las actividades humanas afectar a los recursos hídricos?

Nuestros recursos hídricos se enfrentan a una serie de graves amenazas, todas ellas originadas principalmente por la actividad humana. Algunas de estas amenazas son la sedimentación, la contaminación, el cambio climático, la deforestación, los cambios en el paisaje y el crecimiento urbano. Una de las más graves amenazas sobre los recursos hídricos es la degradación de los ecosistemas.

Causas antrópicas

- Aporte de sedimentos a los sistemas hídricos
- Consumo de agua
- Consumo de suelo y agregados

- Derrame de sustancias o derrame de hidrocarburos.
- Emisión de gases y/o material particulado
- Emisión de ruido ambiental.
- Intervención a la estructura, composición y forma del suelo.
- Intervención de cuencas y cuerpos de agua
- Intervención del uso del suelo.
- Intervención de Fauna.
- Intervención de Flora
- Intervención del paisaje.
- Vertimiento de aguas residuales

Causas Antrópicas	Descripción
Aporte de sedimentos a los sistemas hídricos	Generado a partir de la escorrentía superficial de las áreas descubiertas, en donde se haya realizado la remoción de la vegetación y el descapote del terreno; así como cambios morfológicos y degradación del lecho de corrientes hídricas. Los materiales sueltos producto del descapote, constituyen también otra fuente importante de sedimentos de arrastre. Los sedimentos también pueden originarse debido a la erosión de los suelos donde se practica la tala y quema de la cobertura vegetal para preparar el terreno para cultivos.
Consumo de agua	Comprende la captación y utilización del recurso agua a partir de cualquier fuente (superficial, subterránea, atmosférica, para su empleo en cualquier tipo de actividad.
Consumo de suelo y agregados	Consumo de agregados y materiales pétreos (arcillas, limos, arenas, gravas y fragmentos de roca) para la construcción.
Derrame de sustancias o derrame de hidrocarburos.	Incluye la salida, fuga, escape, pérdida o vertido de sustancias líquidas, sólidas o gaseosas, materiales e insumos por utilizar, o residuos por un orificio o una abertura producidos accidentalmente o generados a partir de una práctica inadecuada que puede contaminar el medio ambiente.
Emisión de gases y/o material particulado	Implica la descarga de sustancias o partículas de tamaño muy fino en el aire a partir de las actividades que puedan generarla (potabilizar agua, tratar agua residual, generar energía, transmitir energía, demoler infraestructura, construir acometidas, operar maquinaria, efectuar limpiezas Ejemplos de sustancias emitidas: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO2), óxidos de nitrógeno (NOX), óxidos de azufre (SOx), material particulado (polvo), humo, vapor, cenizas, arena, entre otros. Las emisiones al aire pueden ser generadas desde fuentes móviles, fijas o de

	área. El consumo de combustible siempre implica emisiones atmosféricas.
Emisión de ruido ambiental	Implica la producción de niveles de presión sonora que pueden alterar las condiciones del entorno y puede provenir de la utilización de fuentes emisoras de ruido como vehículos, bulldozers, retroexcavadoras, taladros, plantas eléctricas, entre otros, así como por las posibles voladuras que se
Intervención a la estructura, composición y forma del suelo	Implica la modificación de las características del suelo (permeabilidad, textura, estructura, composición química, compactación, fertilidad, drenaje interno, flujos superficiales, subsuperficiales y nivel freático), la exposición del suelo a la intemperie por la remoción del horizonte superficial, la configuración de zonas inestables, la inversión o mezcla de horizontes, la desestabilización o estabilización de vertientes, laderas y taludes, la activación o desaceleración de procesos erosivos, la remoción, pérdida o degradación del suelo, el incremento de la susceptibilidad a la erosión, la degradación de las condiciones del sustrato, la pérdida de materiales por arrastre, los desprendimientos de material a corto, mediano o largo plazo, los cambios en las condiciones de sismicidad, hundimientos o subsidencia del terreno y la socavación de orillas en embalses.
Intervención de cuencas y cuerpos de agua	Implica cualquier acción humana que puede alterar las condiciones de cualquier cuenca y cuerpo de agua. Puede generarse a partir de la intervención a nacimientos, zonas de recarga, rondas de protección, acuíferos y cauces, la ocupación del cauce de una corriente, la afectación del caudal, la desviación, derivación o captación de caudales, la introducción de cambios en el drenaje natural, el aumento del transporte de sedimentos, la alteración de la calidad físico-química y bacteriológica del agua en el embalse, el aumento de la suspensión y sedimentación del material, las alteraciones sobre la dinámica fluvial por las modificaciones del equilibrio hidráulico y estabilidad geomorfológica, el cambio de régimen lótico a léntico y las modificaciones aguas abajo de la presa.
Intervención del uso del suelo	Puede implicar restricciones o modificaciones en el uso del suelo, afectación a predios y a patrones culturales de

	distribución de la tierra. El uso del suelo es la destinación del mismo a actividades específicas.
Intervención de fauna	Implica la modificación de las condiciones existentes para los peces y la fauna macro vertebrada (mamíferos, aves, anfibios, reptiles) que habita medios terrestres, acuáticos o aéreos y la posible fragmentación de hábitats.
Intervención de flora	Comprende la modificación (siembra, poda, tala, trasplante, remoción) del componente herbáceo (pastos, maleza, rastrojo), arbustivo y arbóreo, así como la restauración o recuperación de terrenos degradados, la conservación de las coberturas naturales existentes para el enriquecimiento y la promoción de la sucesión vegetal, la alteración intencional para recuperar las condiciones ambientales de un ecosistema perturbado o la modificación en cultivos o coberturas existentes. También incluye la posible fragmentación de hábitats y la proliferación de micrófitos por retención de nutrientes y procesos eutróficos.
Intervención del paisaje	Hace alusión a la introducción de elementos artificiales, vallas publicitarias, obstáculos, formas no convencionales y otros elementos ajenos que perturban las condiciones existentes en la zona y modifican el paisaje natural o artificial.
Vertimiento de aguas residuales	Incluye la generación o producción de aguas que ya fueron utilizadas con un fin particular y la evacuación de las mismas a una fuente receptora (cuerpo de agua, suelo, recipiente). Comprende aguas residuales domésticas, aguas residuales industriales o de proceso, y aguas de enfriamiento, así como la posible descarga de sedimentos, descarga de fondo y de aguas de purgas de tanques contra incendios, plantas de potabilización y retro lavado de filtros y tanques. Estos vertimientos pueden generar cambios en las condiciones físico-químicas, biológicas y bacteriológicas de los cuerpos de agua.

Fuente: Corponor 2013

También en este acercamiento se logró recolectar datos sociodemográficos por medio de un CUESTIONARIO SOBRE EL CONTEXTO SOCIAL Y FAMILIAR el cual fue aplicado a 50 familias en las zonas (Gaira, rio piedra, calabazo, toribio, cordobita, banco, santa ana y plato) que son vulnerables o sensibles a nivel de agua de las quebrada o ríos, la identificación de las diferentes actividades antrópicas que se desarrollan alrededor de la quebrada o ríos y como estos generan alteraciones positivas o negativa; conjuntamente con esto se elabora un diagnóstico con información primaria y secundaria para identificar características de las

familias; para evaluar finalmente que tan presionada se encuentra la quebrada respecto a procesos antrópicos presentes en el área de influencia a la misma. (Ver anexos encuestas)

7.1 RESULTADOS



En la encuesta participaron

164 **68**

Mujeres (70,7%) Hombres (29,3%)

en estas el 84% es de zonal Rural y el 16% de zonal rural dispersa. La edad predominante estuvo entre los 35 y 60 años con un 87,7%, seguida por un 13,3% con edad entre 18 a 34 años

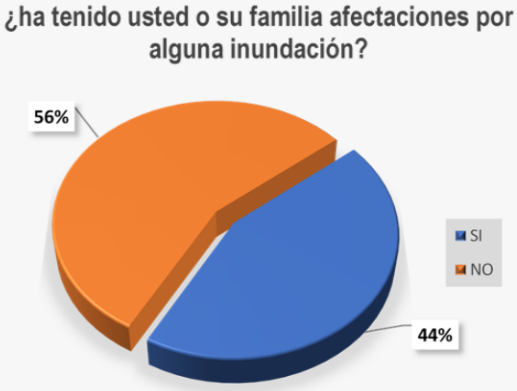
Cuanto tiempo utiliza para el desplazamiento a:

	**Servicios médicos un promedio de una hora**
	Escuela más cercana un promedio de una hora
	Iglesia más cercana un promedio de una hora
	Parque más cercano un promedio de una hora

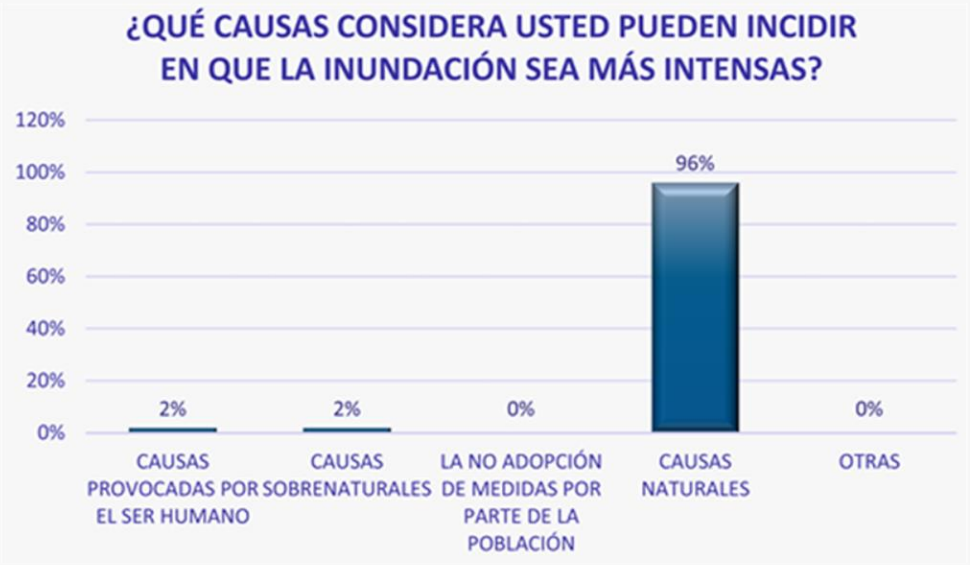


CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

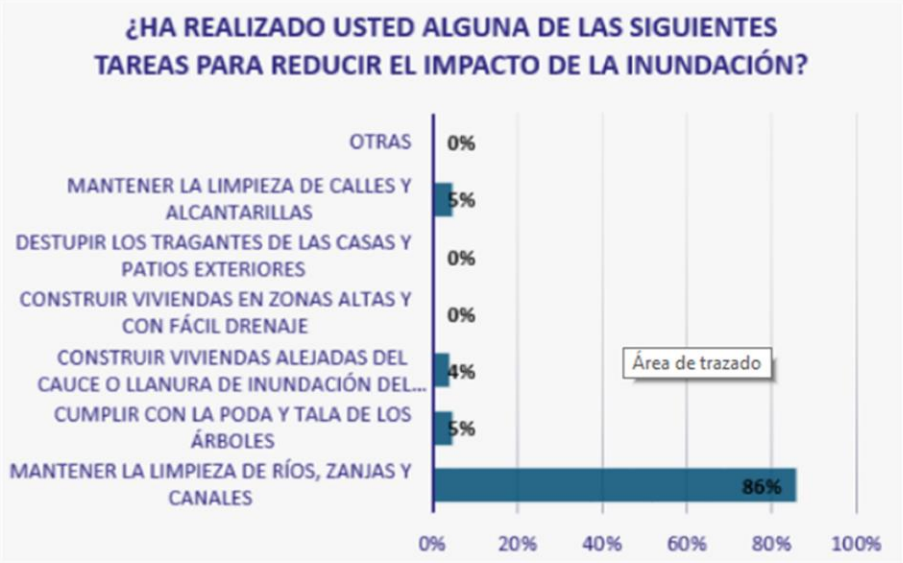
En relación con el tipo de vivienda el 52,5% es casa y el 47,5% en finca, en tipo de tenencia se cuenta el 41,4% es propia, totalmente pagada, el 13,5 En arriendo y el 45,1% Otra (cuidan), en cuanto a qué estrato pertenece esta vivienda el 100% manifiesta estar sin estratificación, en tiene acceso a los servicios como la energía el 100% de las viviendas cuentan con ella, pero 100% no cuenta con Acueducto, ni alcantarillado (el 100% está conectado a pozo séptico) y tampoco cuentan con gas natural, el 82,7% familias elimina principalmente la basura en el hogar la queman y el 17,3% La recogen los servicios del aseo.



A la pregunta ¿ha tenido usted o su familia afectaciones por alguna inundación? 102 persona contesto SI (43,97%) y 100 personas su respuesta fue NO (56,03%).



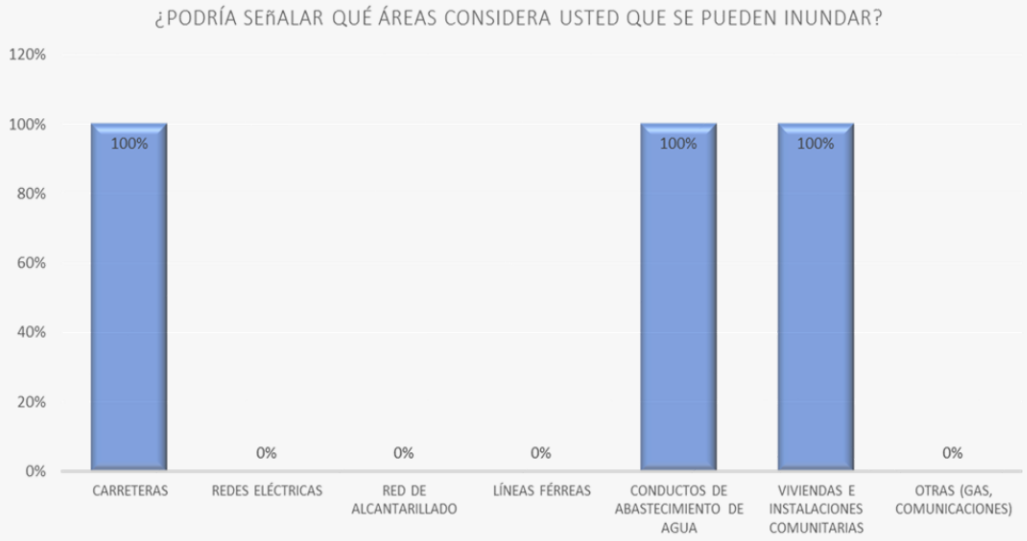
A la pregunta ¿qué causas considera usted pueden incidir en que la inundación sea más intensa? El 96% de las personas su respuesta fue “causas naturales”, el 2% por causas provocadas por el ser humano y el 2% por causas sobrenaturales.



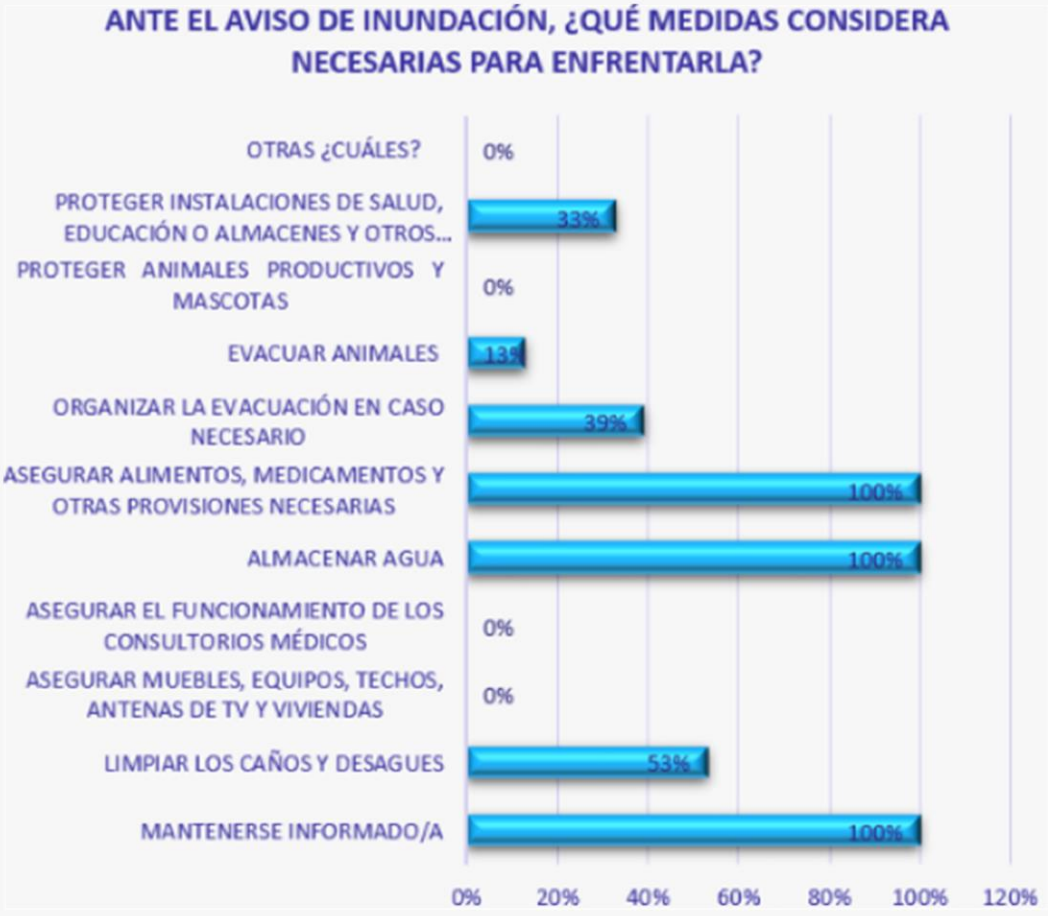
A la pregunta ¿ha realizado usted alguna de las siguientes tareas para reducir el impacto de la inundación? la comunidad respondió: 86% mantener la limpieza de ríos, zanjas y canales, el 5% cumplir con la poda y tala de los árboles, el 4% construir viviendas alejadas del cauce o llanura de inundación del río y el 5 %mantener la limpieza de calles y alcantarillas.



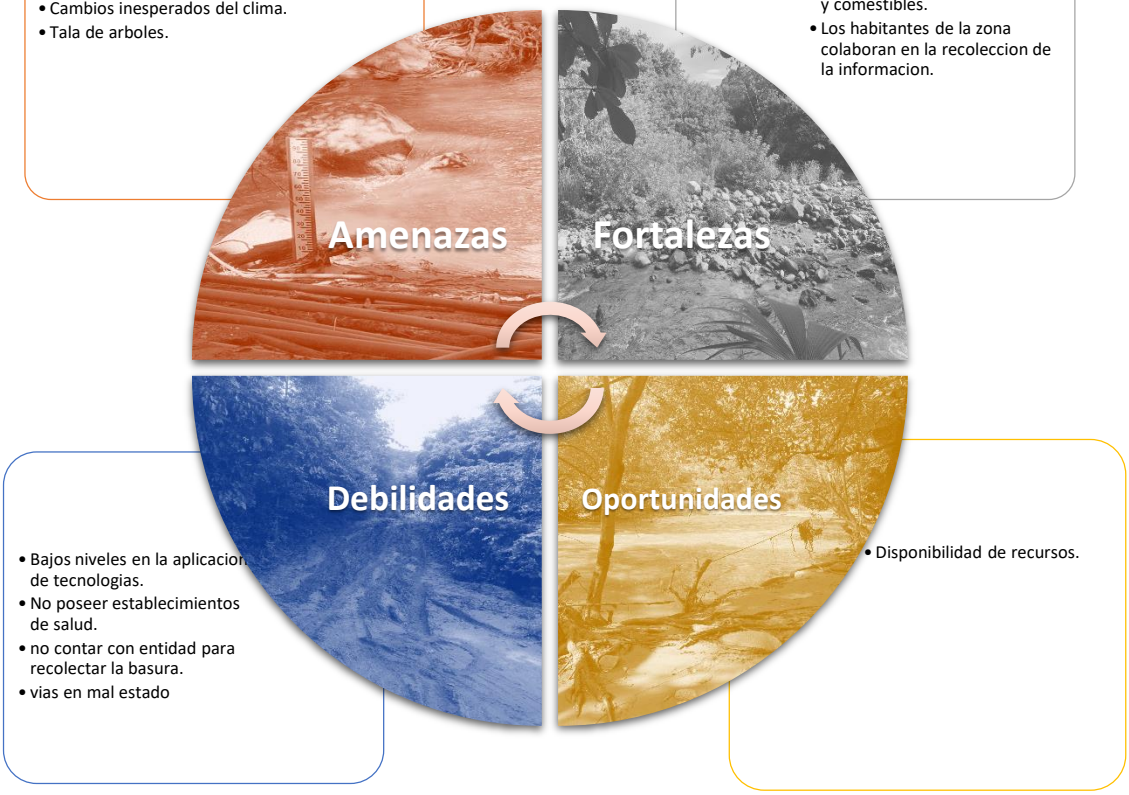
A la pregunta ¿tiene usted conocimiento de las áreas que se inundan en su comunidad? El 100% de las personas encuestadas su respuesta es SI.



A la pregunta ¿podría señalar qué áreas considera usted que se pueden inundar? El 100% de las personas su respuesta es CARRETERAS, CONDUCTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA y VIVIENDAS E INSTALACIONES COMUNITARIAS.



A la pregunta ¿ante el aviso de inundación, ¿qué medidas considera necesarias para enfrentarla? el 100% de las personas encuestadas su respuesta es mantenerse informado/a, almacenar agua y asegurar alimentos, medicamentos y otras provisiones necesarias, el 53% limpiar los caños y desagües, el 39% organizar la evacuación en caso necesario, el 13% evacuar animales y el 33% proteger instalaciones de salud, educación o almacenes y otros recursos importantes.


• Baja presencia y apoyo por parte del gobierno.
• Cambios inesperados del clima.
• Tala de arboles.
• Amplias posibilidades de acceso de producro industriales y comestibles.
• Los habitantes de la zona colaboran en la recoleccion de la informacion.
Amenazas
Fortalezas
Debilidades
Oportunidades
• Bajos niveles en la aplicacion de tecnologias.
• No poseer establecimientos de salud.
• no contar con entidad para recolectar la basura.
• vias en mal estado
• Disponibilidad de recursos.

7.2 Evidencia fotográfica

Cuenca SHZ1501









CUENCA 2907



CUENCA 2906



Reconocimiento en campo e identificación de 27 sitios para medición de caudales.

En el presente capitulo se describen las actividades asociadas al monitoreo de las cuencas objeto de estudio, donde se realizarán aforos y la instalación estación de estaciones Limnimétricas que permitan estimar caudales a partir de los niveles de flujo que se midan.

De acuerdo con las necesidades de la corporación se definieron los sitios en las cuencas objeto de estudio, que corresponden en las zonas SZH 1501, NSS 2906-01 Y SZH 2907. En la Tabla 2.2 se presenta la descripción de la ubicación de los sitios y en las figuras 25, 26 Y 27 se muestra la localización espacial de estos.

8.1 DISEÑO DE MONITOREO

La información hidrológica y meteorológica, es obtenida de puntos de observación y medición, lo que requiere el establecimiento de un conjunto de sitios de medición de datos hidrológicos, que cumpla los estándares de cobertura (espacial y temporal) y de calidad, que permita realizar análisis y evaluación de cada uno de los indicadores establecidos como objeto de estudio. Este conjunto de puntos de medición conforma una red local de seguimiento.

Dado que la entidad rectora en el mundo acerca de este tema es la OMM, este documento está basado en las directrices establecidas por esta institución, de igual manera se ajusta a las condiciones de este país según las disposiciones del IDEAM.

- **La red mínima**

La red local de seguimiento debe estar compuesta por el mínimo número de estaciones que la experiencia colectiva de servicios hidrológicos de diversos países ha indicado como necesaria para iniciar la planificación del desarrollo económico de los recursos hídricos.

- **Densidad de estaciones para una red mínima**

Se pretende que el concepto de densidad de red sirva como una orientación general si se carece de una guía específica. Estas densidades de diseño deben tener en cuenta las

condiciones socioeconómicas y fisioclimáticas reales. Las técnicas análisis matemáticos deberían también aplicarse, cuando la información esté disponible, para optimizar la densidad de red requerida para satisfacer las necesidades específicas.

En otras palabras, dicha red proveerá la estructura de expansión para atender las necesidades de información para los usos específicos del agua.

8.2 Selección de sitios de monitoreo

La instauración de una red local de monitoreo hidrológico precisa de localizar cada uno de los puntos de evaluación y medida en el lugar adecuado, de tal forma que el registro o dato levantado en este refleje lo más cercanamente la realidad de la corriente o área; para ello es fundamental definir los criterios a tener en cuenta al momento de la selección del sitio de instalación de los equipos de medida de cada una de las variables que conforman los indicadores propuestos en este monitoreo.

Consideraciones relevantes:

1. Georreferenciación y demarcación de cada sitio seleccionado.
2. Identificación del sitio de monitoreo mediante un código, con el fin de permitir el acceso ágil de la información una vez almacenada.

Localización de las estaciones de monitoreo

La ubicación de las estaciones de monitoreo es probablemente el factor más crítico en el proceso de diseño de una red de muestreo (Sanders et al. 1983), etapa que implica el estudio de diferentes dominios espaciales.

- Macrolocalización o tramo de la corriente en donde debe ubicarse la estación. En esta suelen diferenciarse las metodologías de estudio por la manera como se asumen el dominio de diseño, pues unas desarrollan el proyecto del monitoreo sobre la red de drenaje a nivel de cuenca (o sistema de río), mientras que otras trabajan únicamente sobre el cauce principal o un tramo del mismo
- Microlocalización o definición en el tramo del sitio específico donde debe localizarse la estación, procurando la ubicación de esta en la zona de mezcla completa dentro del tramo.

- Localización representativa del muestreo, esto es, dónde y cómo debe tomarse una muestra en la sección transversal de la corriente en la estación seleccionada (Moreno et al., 2008).

En la siguiente Tabla se presentan criterios para la identificación y selección de sitios de monitoreo de cada uno de los componentes planteados en este protocolo de monitoreo.

Tabla 2-1: *Criterios de selección de sitio de monitoreo.*

Descripción	Variable	Criterios
Cantidad de Agua	Nivel	Accesibilidad
		Finalidad de las Observaciones
		Condiciones hidráulicas
	Caudal	Tramo recto aguas arriba y aguas abajo
		La corriente confinada en un solo cauce
		La corriente no puede tener ni socavaciones ni rellenos, libre de plantas acuáticas
		Orillas libres de arbustos
		Fácil acceso, tanto para la instalación como para el mantenimiento
		Profundidad superior a 0.3 m
		Lecho del río uniforme y estable
		Evitar el nivel irregular del agua
		Evitar pendiente transversal
		Transporte de piedras
		Evitar remolinos y contra pendientes
		Pendiente longitudinal del cauce estable
		Corriente con regímenes naturales.
Meteorología		El emplazamiento de los instrumentos debe evitar la interferencia de la vegetación
		Facilidad de acceso
		No debe haber laderas en las proximidades
		Evitar localizar los instrumentos de una hondonada

Fuente: Elaboración Propia

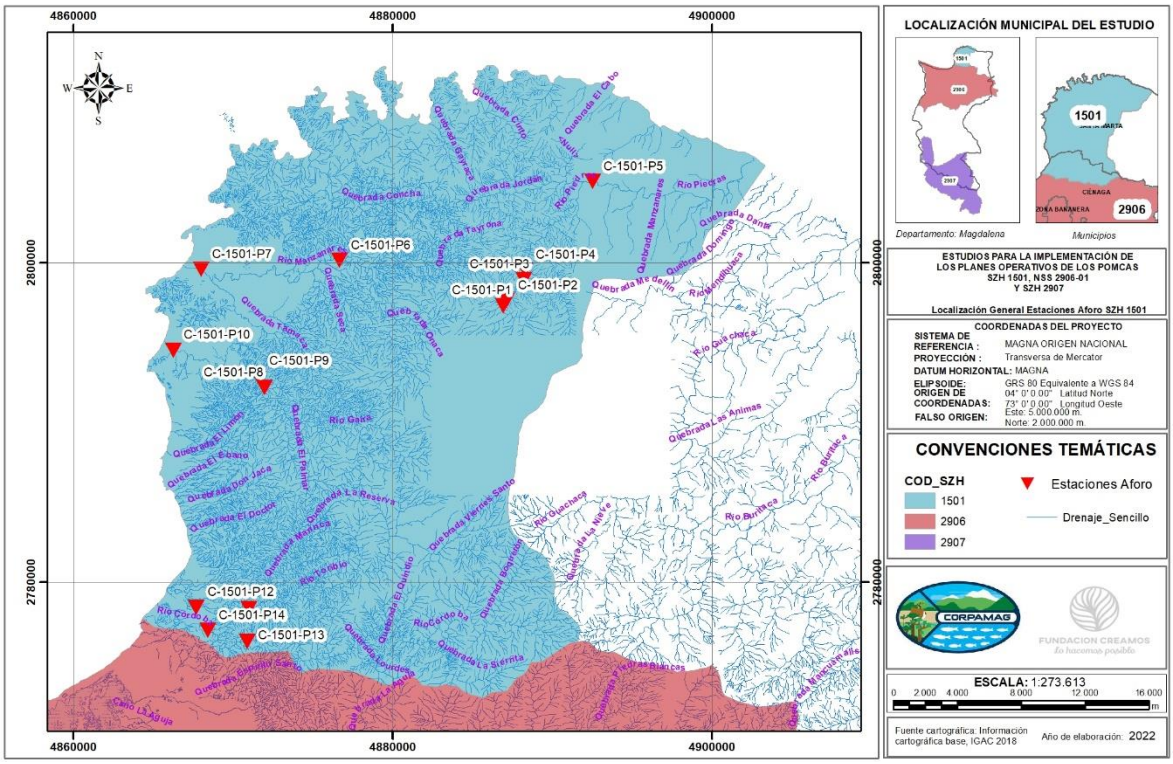


Figura 25: Ubicación de las estaciones de monitoreo de la cuenca SZH 1501.

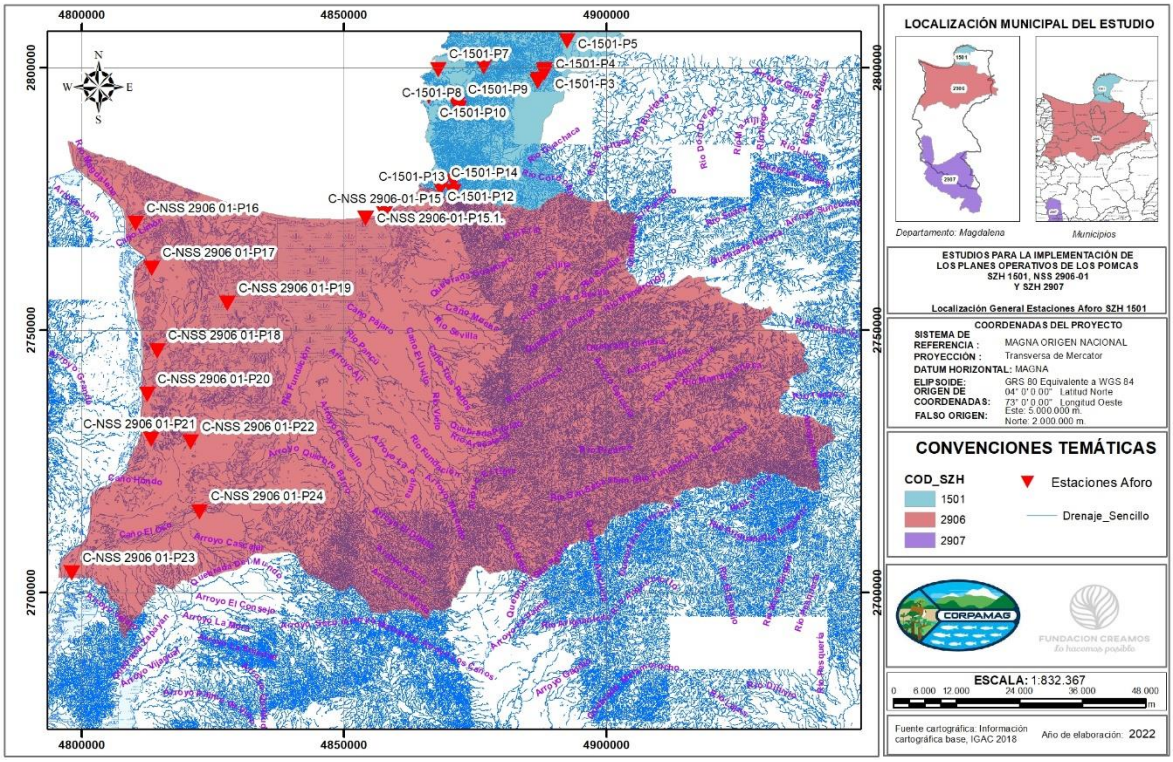


Figura 26: Ubicación de las estaciones de monitoreo de la cuenca NSS 2906-01.

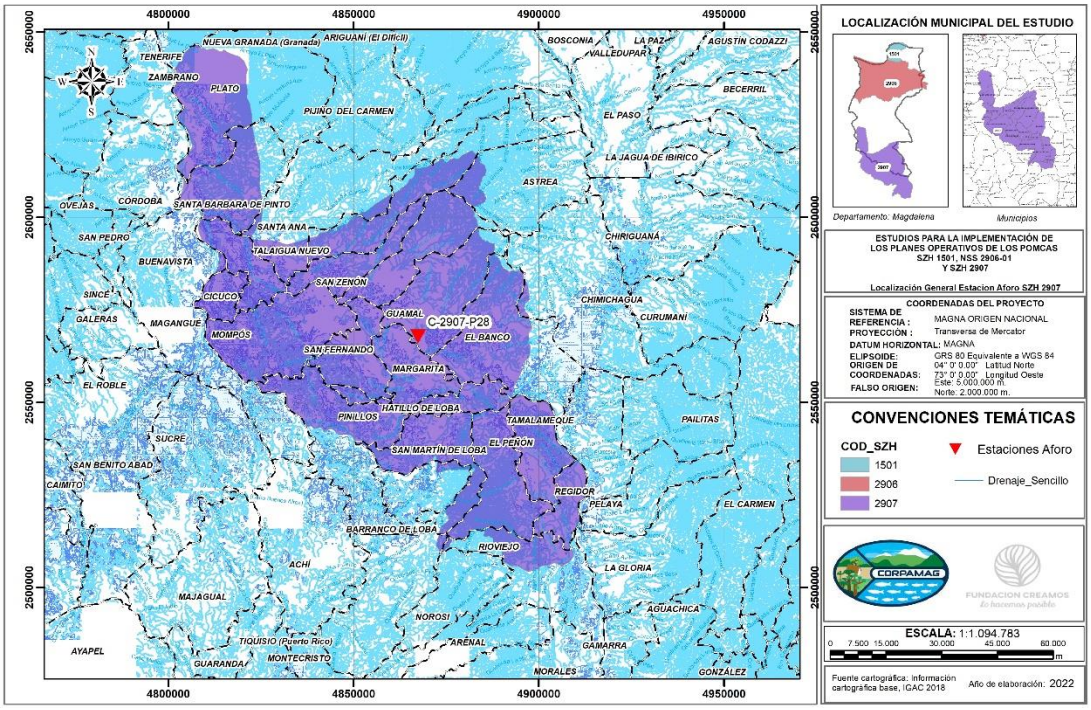


Figura 27: Ubicación de las estaciones de monitoreo de la cuenca SZH 2907

En la siguiente tabla se registra el listado de los sitios seleccionados y aprobados por la Corporación para el monitoreo de los cuerpos de agua de interés.

Tabla 2-2. Listado de los Sitios seleccionados para las instalaciones de estaciones de monitoreo, Para la implementación de los planes operativos de los POMCAS SZH 1501, NSS 2906-01 Y SZH 2907.

ITEM	PUNTO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	
			LATITUD	LONGITUD
CUENCA SZH 1501.				
1.	C-1501-P1	Bocatoma - Captación Rio Piedras.	11°12'47.97"N	74° 2'10.08"O
2.	C-1501-P2	Aguas debajo de la Captación a unos 500 metros- Rio Piedras.	11°12'58.41"N	74° 2'2.47"O
3.	C-1501-P3	Puente Vereda La lisa-Rio Piedras.	11°13'41.39"N	74° 1'27.03"O

ITEM	PUNTO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	
			LATITUD	LONGITUD
4.	C-1501-P4	Unión del rio Piedras y Quebrada la Lisa.	11°14'0.79"N	74° 1'25.58"O
5.	C-1501-P5	Club Pony (Calabazo)-Rio Piedras	11°17'1.62"N	73°59'5.75"O
6.	C-1501-P6	Puente Nacional Club PALINKA-Rio Manzanares	11°14'18.94"N	74° 7'47.91"O
7.	C-1501-P7	Puente Carrera 5ta-detrás de INGEOESTUDIOS-Rio Manzanares	11°13'59.59"N	74°12'34.19"O
8.	C-1501-P8	Bocatoma – Captación el Roble-Rio Gaira	11° 9'59.05"N	74°10'22.36"O
9.	C-1501-P9	Balneario – Aguas debajo de la Captación el Roble-Rio Gaira	11°10'22.30"N	74°10'34.90"O
10.	C-1501-P10	Rotonda Puente Gaira cercano al toque EDS Terpel.	11°11'14.52"N	74°13'31.90"O
11.	C-1501-P11	Cuenca Media – Lote Bandera de Colombia- Rio Toribio.	11° 2'28.21"N	74°10'52.46"O
12.	C-1501-P12	Captación Bananera PAPARE-Rio Toribio.	11° 2'30.82"N	74°12'40.68"O
13.	C-1501-P13	200 mts aguas arriba Captación Ciénaga-Rio Córdoba.	11° 1'21.18"N	74°10'55.86"O
14.	C-1501-P14	Puente Vía Nacional-Rio Córdoba	11° 1'43.92"N	74°12'17.35"O
CUENCA NSS 2906-01.				
15.	C-NSS 2906-01-P15	Mirador Isla del Rosario-C.G.S.M. (Tentativo).	10°59'2.99"N	74°18'7.74"O
15.1.	C-NSS 2906-01-P15.1.	Peaje Tasajera-Restaurante-C.G.S.M. (Tentativo)	10°58'36.45"N	74°20'5.18"O

ITEM	PUNTO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	
			LATITUD	LONGITUD
16.	C-NSS 2906 01-P16	Segundo Puente ruta 2702-Caño Clarín Nuevo	10°57'56.01"N	74°44'10.12"O
17.	C-NSS 2906 01-P17	Compuertas ruta 2702-Caño el Burro	10°53'19.99"N	74°42'28.97"O
18.	C-NSS 2906 01-P18	950 metros de las compuertas de la ruta 2702 Caño Aguas Negras	10°44'46.98"N	74°41'49.79"O
19.	C-NSS 2906 01-P19	Centro Nueva Venecia-Ciénaga de Buena Vista (Tentativo)	10°49'43.20"N	74°34'28.84"O
20.	C-NSS 2906 01-P20	Puente Vía La Prosperidad ruta 2702 Caño el Salao	10°40'16.44"N	74°42'52.99"O
21.	C-NSS 2906 01-P21	Segundo Puente Vía La Prosperidad ruta 2702 Caño Renegado (Guáimaro).	10°35'37.27"N	74°42'26.02"O
22.	C-NSS 2906 01-P22	San Rafael Ciénaga de Buena Vista	10°35'22.68"N	74°38'14.60"O
23.	C-NSS 2906 01-P23	Puente Vía La Prosperidad ruta 2701 Caño el Schiller	10°21'46.04"N	74°50'38.84"O
24.	C-NSS 2906 01-P24	Puente Pivijay-Salamina-Caño Ciego.	10°28'10.17"N	74°37'15.95"O
CUENCA SZH 2907.				
25.	C-2907-P25	Corregimiento Zarate-Ciénaga Zarate	9°43'42.00"N	74°41'3.79"O
26.	C-2907-P26	Corregimiento de San Pedro-Ciénaga Sapo	9°26'20.37"N	74°39'39.86"O
27.	C-2907-P27	Corregimiento Venero-Ciénaga Rinconada	9°14'51.07"N	74°14'55.59"O
28.	C-2907-P28	Puente vía Banco Guamal-Caño Guamal	9° 8'10.12"N	74°12'24.51"O

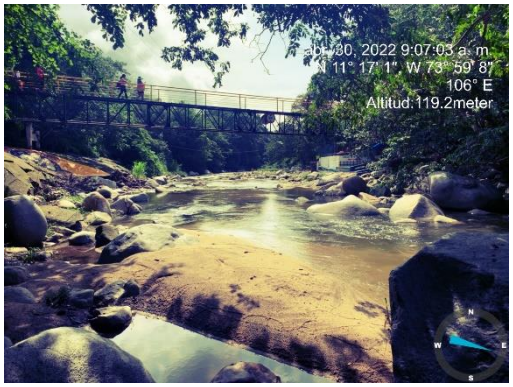
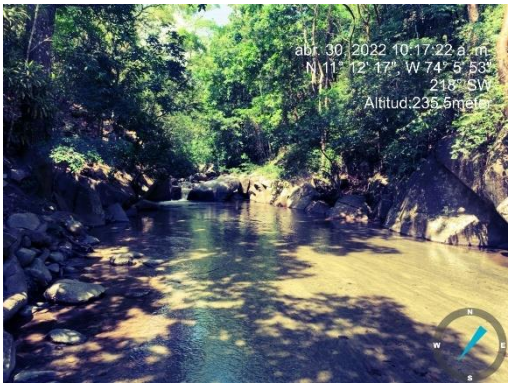
ITEM	PUNTO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	
			LATITUD	LONGITUD
29.	C-2907-P28	Municipio Banco, Magdalena-Ciénaga Chilloa	9° 0'43.24"N	73°58'46.52"O

8.3 Registro fotográfico de actividades preliminares e instalaciones de miras y georreferenciaciones de las secciones transversales, de los planes operativos de los POMCAS SZH 1501, NSS 2906-01 Y SZH 2907

8.3.1 REGISTRO FOTOGRAFICO DE ACTIVIDADES PRELIMINARES SZH 1501

	
Descripción: Río Córdoba, punto 1	*Descripción: Río Córdoba, punto 1*
	
Descripción: Río Córdoba, punto 1	*Descripción: Río Córdoba, punto 1*

	
Descripción: Río Toribio, punto 1	*Descripción: Río Toribio, punto 1*
	
Descripción: Río Toribio, punto 1	*Descripción: Río Toribio, punto 1*
	

Descripción: Río Toribio, punto 1	
	
Descripción: Río Piedras, punto 2	*Descripción: Río Piedras, punto 2*
	
Descripción: Río Piedras, punto 2	*Descripción: Río Piedras, punto 2*
	

Descripción: Río Piedras, punto 2	*Descripción: Río Piedras, punto 2*
	
Descripción: Levantamiento Sección Rio Piedras, punto 2	*Descripción: Levantamiento Sección Rio Toribio, punto 2*
	
Descripción: Georreferenciación Rio Gaira, punto 1	*Descripción: Georreferenciación Rio Piedras, punto 2*
	
Descripción: Levantamiento Sección Rio Córdoba, punto 1	*Descripción: Georreferenciación Rio Córdoba, punto 1*

	
Descripción: Georreferenciación Rio Toribio, punto 2	*Descripción: Levantamiento Sección Rio Piedras, punto 2*
	
Descripción: Instalación de mira Rio Toribio, punto 2	*Descripción: Levantamiento Sección Rio Toribio, punto 2*
	
Descripción: Instalación de mira Rio Piedras, punto 2	*Descripción: Georreferenciación Rio Gaira, punto 1*

8.3.2 REGISTRO FOTOGRAFICO DE ACTIVIDADES PRELIMINARES NSS 2906-01.



Descripción: Geo-referenciación Caño el Salao



Descripción: Visita Caño el Salao



Descripción: Instalación mira en Caño el Salao



Descripción: Geo-referenciación Caño Guáimaro

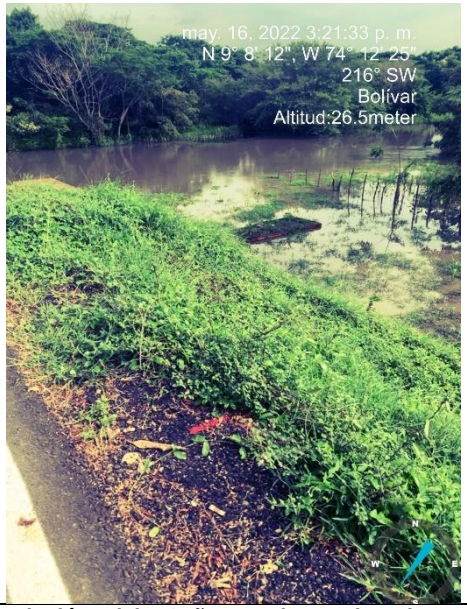


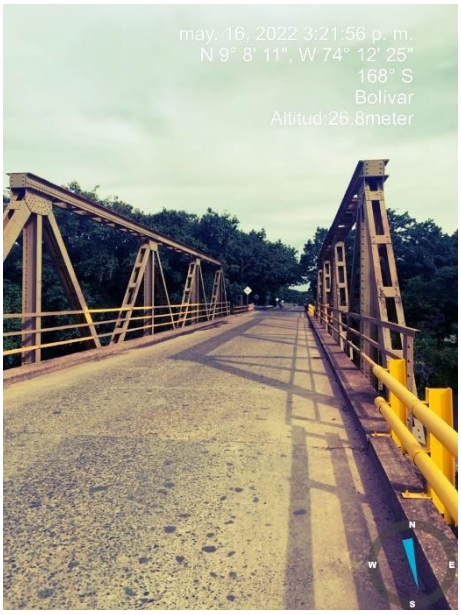
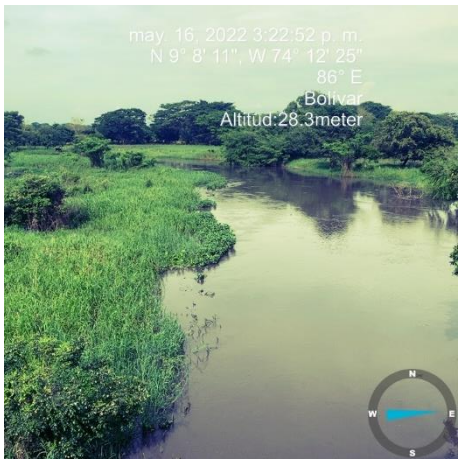
Descripción: Instalación mira en Caño Guáimaro



Descripción: Geo-referenciación Caño el Burro

8.3.4 REGISTRO FOTOGRAFICO DE ACTIVIDADES PRELIMINARES SZH 2907.

<table>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Descripción: Visita Caño Tamalamequit, El Banco - Magdalena</td><td>Descripción: Visita Caño Tamalamequito, El Banco - Magdalena</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Descripción: Visita Caño Tamalamequito, El Banco - Magdalena</td><td>Descripción: Visita Caño Tamalamequito, El Banco - Magdalena</td></tr>
</table>

	
Descripción: Visita Caño Guamal, El Banco - Magdalena	**Descripción: Visita Caño Guamal, El Banco - Magdalena**
	
Descripción: Visita Caño Guamal, El Banco - Magdalena	**Descripción: Visita Caño Guamal, El Banco - Magdalena**

MEDICIÓN DE AFOROS LIQUIDOS Y PERFILES TRANSVERSALES EN LAS SZH 1501 Y NNSS 2906-01

CAMPAÑA 1

SANTA MARTA, OCTUBRE DEL 2022

9.1 RESUMEN

En el presente documento se realiza la descripción de las actividades realizadas en la campaña 1, correspondientes al levantamiento de los perfiles transversales y aforos líquidos en las SZH 1501 y NNSS 2906, el cual se constituye como herramienta, he insumo necesario para el cálculo del balance hidrológico de la cuenca que se requieran estimar más adelante.

Como primera medida se presenta la localización y generalidades de cada punto de monitoreo y seguidamente se describe la metodología y las actividades realizadas en campo y, finalmente se presentan los resultados obtenidos en cada una de las estaciones, resaltando las variables más importantes, tales como caudal, velocidad, profundidad media y ancho del rio.

Como una de la finalidad es contar con secciones transversales completas del río, se procede en forma general de la siguiente manera: se realiza primero la medición de la parte “húmeda”, denominado lecho del río, el cual nos permite determinar las variables de caudal, velocidad y profundidad, posteriormente por topografía se levanta la parte “seca”, de los taludes para luego finalmente dibujar la sección trasversal completa, integrando la parte húmeda y la seca en cada sección. Es de anotar que en cada una de estas estaciones donde no se logró establecer dicho amarre al sistema de referencia del IGAC, se procedió a tomar una cota arbitraria de referencia.

9.2 PRESENTACION

En muchas regiones de Colombia no existen estudios acerca del recurso hídrico y por lo tanto se hace necesario desarrollar estrategias de conocimiento y difusión del estado del

agua en cada región del país, es por esto que primero debemos conocer el territorio en estudio y las características físicas, geométricas y morfométricas de la unidad de análisis hidrológico, es decir de la cuenca hidrográfica que junto con el conocimiento hidroclimático en dicha unidad, constituyen la base de la planeación del recurso hídrico (Corpamag). Dado lo anterior la medición del caudal de los ríos se constituye como una de las herramientas insumo necesario para la caracterización de ellos y esta pueda ser utilizadas con diferentes fines en la modelación, ya sea de calidad del agua, tránsito de crecientes, determinación de áreas de inundación, construcción de obras civiles para protección de taludes, Box Culverts, etc.

El monitoreo de agua superficial permite realizar el seguimiento del comportamiento de los cuerpos de agua con diferentes propósitos: determinar la oferta disponible, comprender y predecir tendencias y eventos extremos, realizar una adecuada gestión del riesgo y soportar la toma de decisiones en el marco de la gestión integrada del recurso hídrico.

La estimación del caudal líquido en fuentes superficiales lóticas debe acompañarse con aforos convencionales que permiten establecer relaciones entre los niveles y los caudales en diferentes épocas del año, para abarcar el comportamiento de las corrientes superficiales en el transcurso del año hidrológico y durante largos periodos de tiempo para contar con curvas de gasto robustas y confiables, IDEAM, INVEMAR (2021).

En ese orden de ideas el presente documento corresponde a la entrega primera de la actividad 3 en marco del contrato N°_002-2022 Estudio para la Implementación de los Planes Operativos de los POMCAS de las cuencas SZH 1501, NSS 2906-01 y SZH 2907 entre la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL MAGDALENA – CORPAMAG y la Fundación Creamos.

9.3 LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Con la creación de la Ley 99 de 1993: Por el cual se crea el Ministerio de Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental - SINA- y se dictan otras disposiciones, es así como se ordena mediante el ARTÍCULO 17, “Créase el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM”, el cual es el ente encargado de obtener, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información básica sobre hidrología, hidrogeología, geografía básica sobre aspectos biofísicos, geomorfología, suelos y cobertura vegetal para el manejo y aprovechamiento de los recursos biofísicos de la Nación y tendrá a su cargo el establecimiento y funcionamiento de infraestructuras

meteorológicas e hidrológicas nacionales para proveer informaciones, predicciones, avisos y servicios de asesoramiento a la comunidad.

Teniendo en cuenta lo anterior las estaciones donde se desarrollaron las mediciones de aforos y levantamiento de perfiles transversales, se ubicaron de acuerdo a los criterios para la identificación y selección de sitios de monitoreo, teniendo en cuenta cada uno de las directrices planteados en el Protocolo De Monitoreo Y Seguimiento Del Agua y la Guía De Diseño De La Red Hidrológica Nacional propuesta por el IDEAM.

En general al momento de elegir el sitio donde se hizo la instalación de las estaciones se deben tuvieron en cuenta las siguientes características:

Tabla 8.2-1. Criterios de selección de sitio de monitoreo.

DESCRIPCIÓN	VARIABLE	CRITERIOS
CANTIDAD DE AGUA	NIVEL	Debe estar retirado del mar o ríos de mayor caudal, a fin de que la sección no se vea afectada por represamientos.
		El sitio seleccionado debe encontrarse cerca y ser de fácil acceso para el observador seleccionado.
		Debe contar con facilidades de acceso para los medios de transporte disponible.
		Posibilidad de acceder al sitio en niveles altos de la corriente.
		Los niveles no deben ser afectados por el funcionamiento de centrales hidroeléctricas.
		Se localizará inmediatamente antes o aguas arriba de un obstáculo o cascadas naturales, o de una estructura superficial de control.
		El lecho de la corriente debe ser muy estable y sin posibles desbordamientos para que las mediciones que se realicen sean las mejores con el fin de establecer una relación precisa de nivel – caudal. Cualquier cambio en la sección afecta sensiblemente esta relación.
		Debe coincidir en lo posible con la sección de aforos. Si esta condición no se cumple, se situará aguas arriba, pero lo más cerca posible a esta, previendo siempre que entre las dos no debe existir ningún aporte o pérdida de caudal.
		La geología en el sitio debe ser adecuada, que asegure que la totalidad de los caudales de la cuenca, aguas arriba, pasa por la sección y garantice la construcción de las obras para control y medición.

Fuente: Guía de diseño de la red hidrológica nacional

Dado lo anterior en la siguiente tabla se registra el listado de los sitios seleccionados y aprobados por la Corporación para el monitoreo de los cuerpos de agua de interés.

Una vez instaladas las estaciones, se procedió hacer la medición de caudales, sin embrago se tuvieron en cuenta que para el monitoreo de caudales, que no es necesario que las mediciones se efectúen exactamente en el mismo lugar donde está la estación de nivel, ya que el caudal suele ser el mismo a lo largo de un tramo de la corriente en las proximidades del instrumento de medida-limnimetro (OMM, 2011), siempre y cuando en ese tramo no existan aportes o extracciones significativos que alteren la medición del caudal, por esta razón durante las visitas a ciertas estaciones, no se realizó la medición en el punto donde está la estación.

Adicionalmente, se tuvieron en cuenta lo dispuesto en el Protocoló De Monitoreo Y Seguimiento Del Agua y el Documento De Metodológico Estadísticas De Variables Hidrológicas del IDEAM, donde establece que es importante que la corriente muestre líneas de flujo uniformes y paralelas a las márgenes de la corriente y deben ser normales a la sección transversal de aforos, de tal manera que la medición de la velocidad sea precisa para la obtención del caudal. Cualquier desviación en las líneas de flujo produce alteración en la magnitud, por cuanto vectorialmente no corresponde al 100% de la velocidad, sino a una componente de la misma. IDEAM, INVEMAR (2021).

En la siguiente tabla se registra el listado de los requerimientos técnicos, auxiliares, operarios y logístico, que se siguieron para determinar la mejor sección de aforo y poder hacer el levantamiento de la información con el menor error posible:

Tabla 8.2-2. Criterios de selección de sección de aforos.

DESCRIPCIÓN	VARIABLE	CRITERIOS
CANTIDAD DE AGUA	CAUDAL	La sección debe estar situada a un tramo recto de la corriente. En lo posible, la longitud del tramo tendrá un mínimo equivalente a cinco (5) veces el ancho de la sección.
		La corriente debe mostrar líneas de flujo uniformes y paralelas a las márgenes de la corriente e igualmente que sean normales a la sección transversal de aforos, de tal manera que la medición de la velocidad sea precisa para la obtención del caudal. Cualquier desviación en las líneas de flujo produce alteración en la magnitud, por cuanto vectorialmente no corresponde al 100 % de la velocidad, sino a una componente de la misma.
		La sección debe ser profunda y tener márgenes naturales altas, para evitar desbordamientos en aguas máximas, con lo cual se garantiza la calibración de caudales máximos.
		La pendiente longitudinal del cauce debe ser uniforme, evitándose tramos con quiebres fuertes de pendiente que desequilibran la velocidad del flujo (Manning), así mismo áreas de aguas muertas y contracorrientes o remolinos.

DESCRIPCIÓN	VARIABLE	CRITERIOS
		El lecho del río debe tener geometría regular, cauce estable y no tener obstáculos (troncos de árboles, grandes rocas, vegetación, etc.)
		Se debe evitar los lechos fangosos.
		La geología del terreno deberá facilitar la construcción de las obras para medición como tarabitas, puentes, pasarelas, etc.

Fuente: Documento de metodológico estadísticas de variables hidrológicas del IDEAM

Con las anteriores consideraciones se garantiza una buena definición y permanencia de la curva de calibración (relación nivel - caudal) de la sección de aforos.

Una vez definida la sección de aforos, se procedió a levantar el perfil o topografía del sitio de medición del caudal en la cartera de Nivelación (ver anexos).

9.4 METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE AFORO.

El procedimiento utilizado para realizar trabajos de hidrotopografía, como se ha mencionado anteriormente se basaron en el Protocolo De Monitoreo Y Seguimiento Del Agua 2021, propuesta por el IDEAM, el cual es el ente rector del recurso hídrico en el país. Al monitorear los caudales en ríos, lo que se busca con el monitoreo de cantidad, es poder obtener información veraz, apropiada, confiable y oportuna que permita, entre otros:

1. Dar alertas tempranas para el control de inundaciones en los sistemas lóticos y manejo de embalses.
2. Proporcionar insumos para formular e implementar Planes de Ordenación de Cuencas (POMCAS) y planes de ordenamiento y desarrollo territorial.
3. Brindar insumos para el diseño de obras civiles (alcantarillados, presas, carreteras, etc.), sistemas de riego y drenaje, infraestructura de agua potable y obras para generación hidroeléctrica.
4. Evaluar los impactos en los recursos hídricos frente a fenómenos de sequías, variabilidad y cambio climático.
5. Brindar insumos para el sector académico e institutos de investigación, así como fortalecimiento de programas internacionales de intercambio de datos.
6. Aportar insumos para las herramientas de modelación que permitan predecir tendencias y eventos extremos para la gestión del riesgo.

La mayor parte de la información se obtiene de puntos de observación y medición ubicados en los ríos y cuerpos de agua denominadas estaciones hidrológicas, convencionales que requieren lectura directa (mira hidrométrica o limnímetro, limnicontacto y maxímetro) IDEAM, INVEMAR (2021).

Para las mediciones de velocidades de las corrientes superficiales, se utilizan correntómetros o molinetes hidrométricos, equipos y/o accesorios como malacates, varillas de vadeo, contadores de revoluciones, escandallos o tocadores de fondo, además de los instrumentos específicos de topografía y batimetría, IDEAM, INVEMAR (2021).

Debido al avance de las tecnologías en años recientes se ha extendido el uso de perfiladores acústicos ADCP y FlowTracker2, este últimos útiles para corrientes con bajos caudales, para el desarrollo de los de trabajo de medición de caudal se utilizaron estos instrumentos los cuales más adelante se describirán detalladamente cada uno.

9.4.1 MEDICIÓN DE CAUDALES

Como es conocido el caudal es el volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un río o canal en una unidad de tiempo y se expresa en metros cúbicos por segundo (m3/s) o en litros por segundo (l/s) cuando se manejan pequeñas magnitudes. Las mediciones de caudales (aforo líquido) no conducen al conocimiento de la variación continua de estos, sino solamente a la determinación de una magnitud en ciertos instantes, IDEAM, INVEMAR (2021).

El aforo líquido es un procedimiento que consiste en realizar en campo, una serie de mediciones, las cuales se pueden agrupar en tres categorías:

1) medición de la velocidad y sección de la corriente,
2) medición del volumen de agua y el tiempo de acumulación,
3) medición de la dilución de una solución o de un trazador (SCMH, 1974).

De estas categorías se utilizó para el desarrollo de las actividades en campo la medición de la velocidad y sección de la corriente.

En el ejercicio de los trabajos en campo se tuvieron en cuenta que, la exactitud de la medición del caudal, depende del período de tiempo necesario para efectuarla y de la variación de la altura del agua y del caudal durante la observación. Las variaciones significativas en las condiciones durante la medición aguas arriba o aguas abajo pueden influir en el resultado, por lo que conviene evitarlas (OMM, 2011).

9.4.2 TIPOS DE MEDICIÓN

Para la medición del caudal en una corriente en un instante dado, se han desarrollado diversos métodos de aforo cuya elección depende de las condiciones halladas en un emplazamiento en particular, como el tamaño del cauce, la magnitud del caudal, las características hidráulicas del flujo, la necesidad de contar con datos

inmediatos o a corto plazo y, en general, de la logística disponible para realizar el aforo, entre otros. IDEAM, INVEMAR (2021).

Existen diferentes métodos de medir el caudal, entre los cuales se encuentran: método área-velocidad, método volumétrico, método con trazadores (dilución) y estructuras aforadas. En el presente informe solo se describen los instrumentos que de acuerdo a las condiciones del trabajo de campo se utilizaron.

El IDEAM a través Del Protocolo De Monitoreo Y Seguimiento Del Agua, muestra un resumen de las recomendaciones de uso de cada método de aforo, de acuerdo con el caudal y sección de aforo, el cual fue el punto de referencia para elegir el instrumento adecuado para la medición de caudal, ver Tabla 5.

Tabla 9-3. Recomendaciones de uso de los métodos de aforo propuesto por el IDEAM.

MÉTODO DE AFORO		SECCIÓN	CAUDAL O VELOCIDAD	
Método área – velocidad	*Molinete hidrométrico*	Por vadeo	Profundidad < 1m	V<1 – 3 m/s
		Por suspensión	Profundidad > 1m	V>1 – 3 m/s
		Angular	Grandes ríos donde se requiere apoyo topográfico para medir posición del bote en su recorrido.	Velocidad en general entre 1 y 3 m/s
		Bote cautivo	Ríos o canales medianos que permiten extender y alinearse con manila.	Velocidad en general entre 1 y 3 m/s
		Lancha en movimiento	Ríos muy anchos y caudalosos.	Velocidad en general entre 1 y 3 m/s
	Flotadores		Muy baja profundidad, presencia de grandes cantidades de material en suspensión, o en situaciones que comprometan la integridad de los aforadores.	No especificado. Baja precisión.
	ADCP		ADCP: hasta 220 m de profundidad. Pequeños a grandes ríos.	Velocidades hasta 9 m/s

MÉTODO DE AFORO	SECCIÓN	CAUDAL O VELOCIDAD	
	Flow Tracker 2	Flujo laminar. Cuerpos de agua de flujo bajo y no tan profundos, con un mínimo de 0.02 m.	V<4 m/s
Volumétrico		Pequeña (< 1 m2).	Q<100 l/s
Dilución con trazadores		Presencia de cantos rodados de gran tamaño, poca profundidad, lechos inestables y flujo turbulento.	Turbulencia, velocidades muy altas. Baja precisión.
Estructuras aforadoras	*Vertederos*	Pequeñas (< 1 m2).	V<0.15 m/s
	Canaletas	Pequeñas (preferible <2.5 m ancho).	Q<4 m3/s

Fuente: (MAVDT & IDEAM, 2011).

Una vez revisados los tipos de instrumentos, las características y el método de aforo se seleccionó el método de área -velocidad para realizar las mediciones de caudal.

9.4.3 MÉTODO ÁREA-VELOCIDAD

El método de área-velocidad se realiza con diferentes técnicas de aforo, entre las cuales se encuentran: molinete hidrométrico (vadeo, suspensión, angular, bote cautivo, lancha en movimiento), aforo con flota- dores, aforo ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) y aforo FlowTracker2 (FT2).

De acuerdo a lo descrito en el apartado de tipos de mediciones, el método utilizado para hacer las mediciones de aforos líquidos es el método de área- velocidad, mediante la utilización de los instrumentos de Molinete hidrométrico por vadeo, ADCP y Flow Tracker 2.

9.4.3.1 AFORO CON MOLINETE HIDROMÉTRICO

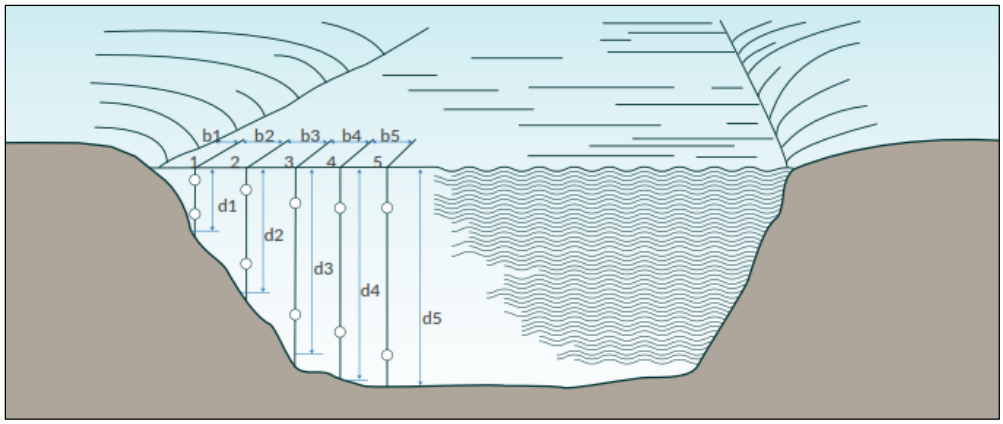
Dado que el caudal es función del área de la sección ocupada por el agua y la velocidad media del flujo, el procedimiento se basa en la determinación de dichas variables. Este sistema de aforo es el de mayor uso y requiere que las líneas de flujo sean normales a la sección transversal de aforo. IDEAM, INVEMAR (2021).

El caudal en una corriente de agua es función del área de la sección de aforos y de la velocidad media del flujo, se obtiene mediante el producto de estas dos variables (ver. Ecuación 1):

$$Q = V * A \; Ecuación\ 1$$

La medición de caudales por este método, se establece a través de la selección de número de vértices, determinación del ancho, profundidad, cálculo del área, caudal y medición de la velocidad en ciertos puntos representativos de la sección, así como se puede observar en la Figura 28.

Figura 28: Posición de puntos de observación en la sección transversal de una corriente



Fuente: (OMM, 2011).

El primer paso para el aforo es la medición del ancho de la corriente, a partir de un punto de referencia fijo-PR (por lo general, un punto inicial en la orilla izquierda), que debe estar situado en el mismo plano que la sección transversal. Luego se establece el número total de verticales de aforo (según la establecido por el Protocolo De Monitoreo Y Seguimiento Del Agua, este número se recomienda de 10 como mínimo), y la distancia entre estas dependen del ancho del rio.

Algunas de las recomendaciones que se deben tener en cuenta, es que el abscisado sea cada metro o menos en corrientes pequeñas, esto con el fin de que el caudal medido entre cada vertical no supere el 10% de caudal total medido, mientras que, en ríos grandes, se pueden llegar a mediciones distanciadas cada 5 m. El área de la sección es determinada mediante sondeos de profundidad y ancho de la corriente.

La profundidad media de la sección es el promedio de las dos profundidades sucesivas, para cada una de las secciones parciales ver Ecuación 2:

$$P_{media} = \frac{P_1 * P_2}{2} \quad Ecuación\ 2$$

Donde:

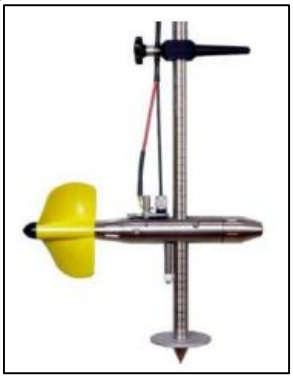
P $_{Media}$ = Profundidad media entre verticales
P_1 y P_2 = Profundidades en verticales sucesivas

El área de una sección parcial corresponde a la superficie de cada tramo en que se ha dividido el cauce, la cual se encuentra multiplicando la profundidad media por el ancho parcial ver Ecuación 3:

$$A_p = P_{media} * a_p \quad Ecuación\ 3$$

El área total de la sección de aforos se obtiene sumando las áreas de las secciones parciales. Al tiempo que se mide la profundidad, se efectúan observaciones de la velocidad mediante un molinete hidrométrico ver Figura 29, en uno o más puntos de la vertical. Las anchuras, profundidades y velocidades medidas permiten calcular el caudal para cada segmento de la sección transversal.

Figura 29: Molinete hidrométrico.



El producto del área parcial multiplicada por la velocidad media de la sección parcial define el caudal parcial, que corresponde al caudal que pasa por cada tramo del cauce ver Ecuación 4:

$$Q_p = A_p * V_{P.media} \quad Ecuación\ 4$$

Donde:

Q_p = Caudal Parcial
A_p = Área Parcial
Vp = Velocidad Media De La Sección Parcial

La suma de estos caudales parciales corresponde al caudal total Ecuación 5:

$$Q_T = A_T * V_m \quad Ecuación\ 5$$

Donde

$\mathbf{Q_T}$ = Caudal total
$\mathbf{A_T}$ = área total
$\mathbf{V_m}$ =Velocidad media del aforo

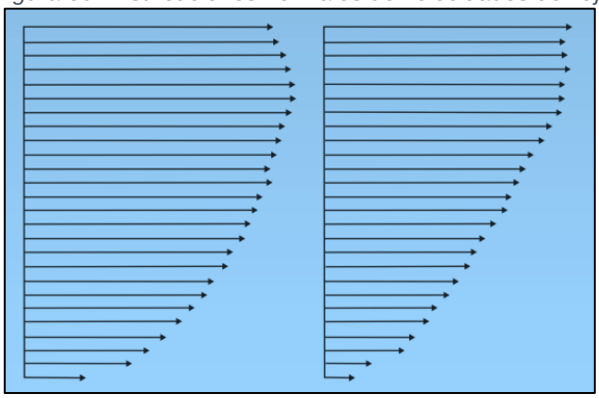
El número de verticales de aforo se establece de acuerdo con la regla que indica que es necesario disponer mínimo de 10 verticales (recomendable que sean entre 15 a 25) de medición de la velocidad y, adicionalmente, entre dos verticales sucesivas no debe pasar más del 10 % del caudal total (SCMH, 1974), con el fin de evitar errores por sobreestimación o subestimación. En caso de sobrepasar este porcentaje, se recomienda volver a ejecutar el aforo con un abscisado más denso.

La medición de la velocidad en la vertical de aforo se realiza con el objetivo de obtener la velocidad media, para lo cual es necesario seleccionar puntos representativos teniendo en cuenta la distribución normal de las velocidades de flujo desde la superficie del agua hasta el lecho de la corriente, ver Figura 30, IDEAM, INVEMAR (2021).

Existen varios métodos que se establecen según los porcentajes de profundidad, en los cuales se posiciona la hélice del molinete para la toma de velocidades puntuales en función del número de revoluciones y el tiempo de muestreo. Entre estos se destacan (SCMH, 1974):

1) Medición Completa
2) Medición En Cinco Puntos
3) Método 0.2 – 0.8
4) Método 0.6
5) Método 0.2 – 0.6 – 0.8
6) medición subsuperficial,
7) medición superficial,
8) integración en profundidad.

Figura 30: Distribuciones normales de velocidades de flujo en la vertical.



Fuente: Adaptado de SCMH, 1974.

La medición completa, denominada también procedimiento de la curva de distribución de velocidades, consiste en medir las velocidades en por lo menos 10 puntos de la vertical, distribuidos a distancias generalmente iguales entre la superficie y el fondo.

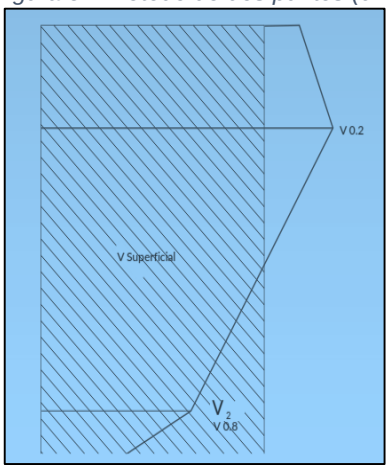
La medición en cinco puntos de la vertical, requiere mediciones de velocidad en la superficie a 0.2 – 0.6 y 0.8 de la profundidad total y en un punto cercano al fondo. La velocidad media se obtiene por la siguiente relación ver Ecuación 6:

$$V_m = \frac{V_S + 3V_{0.2} + 2V_{0.6} + 3V_{0.8} + 3V_f}{10} \quad Ecuación\ 6$$

Ambos procedimientos permiten obtener, generalmente, resultados bastante exactos, sin embargo, debido a que exigen cantidad de trabajo, no se emplean frecuentemente, salvo en secciones con características de flujo irregular que no permiten aplicar otros métodos más simplificados (SCMH, 1974).

En el método de dos puntos (0.2–0.8) Las observaciones de velocidad se hacen en cada vertical colocando el molinete al 20 % y 80 % de la profundidad total por debajo de la superficie ver Figura 31.

Figura 31: Método de dos puntos (0.2 y 0.8) para la medición de la velocidad del flujo en la vertical.



Fuente: Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua, IDEAM

El promedio aritmético de los dos valores puede considerarse como velocidad media en la vertical ver Ecuación 7. Este método es el más empleado y se usa cuando ya se conoce el comportamiento de la velocidad en la sección, obtenido mediante mediciones detalladas en los primeros aforos.

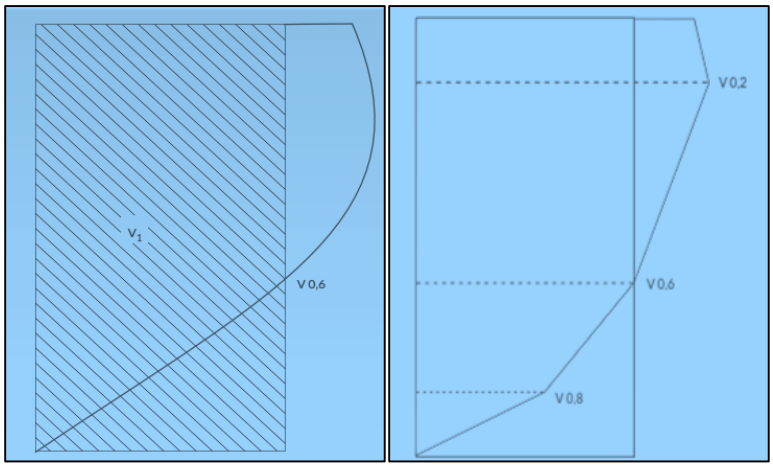
$$V_m = \frac{V_{0.2} + V_{0.8}}{2} \quad Ecuación\ 7$$

El método 0.6, consiste en medir la velocidad en cada vertical, colocando el molinete al 60 % de la profundidad total por debajo de la superficie, ver Figura 32, El valor obtenido se considera como la velocidad media de la vertical. Este método se emplea en secciones de poca profundidad, pero no menores a 40 cm, para evitar que la hélice del molinete roce con el fondo del cauce o con cualquier elemento que se encuentre en él. Para profundidades menores, la velocidad obtenida al 50 % es representativa para utilizarla en el cálculo del aforo.

El método de 0.2 – 0.6 – 0.8, combina los dos métodos anteriormente indicados ver Figura 33. Se aplica cuando hay ciertos criterios de duda sobre las velocidades medidas a 2/10 u 8/10 de la vertical, en el caso que, por ejemplo, la velocidad puntual a 0.8 resulte insegura a raíz de la turbulencia producida por las irregularidades del lecho de la corriente. La velocidad media se calcula por promedio ponderado, que da un coeficiente doble a la velocidad medida a 0.6 por la mayor representatividad que tiene en la distribución vertical ver ecuación 8.

$$V_{media} = 0.25(V_{0.2} + 2V_{0.6} + V_{0.8} \quad Ecuación\ 8$$

Figura 32 y Figura 33 Método de un punto (0.6) y (20%;60% y 80%) para la medición de la velocidad del flujo en la vertical respectivamente.



Fuente: Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua, IDEAM

La medición subsuperficial, supone medir la velocidad en un solo punto, por debajo de la superficie del agua, situado generalmente a 0.2 de la profundidad total desde la superficie, con el fin de deducir el valor de la velocidad media en la vertical, a través de la correlación entre las velocidades 0.2 y promedio, determinadas por aforos anteriores más completos. Este procedimiento puede conducir a resultados satisfactorios y se aplica con el fin de simplificar los aforos en secciones ya estudiadas hidrométricamente, o cuando, durante avenidas, no se pueden efectuar aforos más detallados (SCMH, 1974).

En el método superficial, similar al subsuperficial, se realizan mediciones de velocidad 20 cm por debajo de la superficie del agua. Este método se utiliza para medir la velocidad en crecientes, las cuales no permiten, por efecto de las palizadas, efectuar aforos convencionales, el objetivo es proteger el equipo hidrométrico por su alto costo.

Cuando se utiliza este tipo de aforo, se emplea el factor K para convertir la velocidad superficial a velocidad media en la vertical ver Ecuación 9**.** Cuando no se tienen aforos anteriores y por consiguiente no se ha calculado el factor de conversión para cada uno de los aforos, se emplea 0.85, cifra promedio obtenida en experimentación en canales (IDEAM, 2006).

$$V_{media} = k * V_{Superficial} \quad Ecuación\ 9$$

La integración en profundidad, es la medición continua de las velocidades del flujo en la vertical de aforo, obtenida por desplazamiento uniforme del molinete entre la superficie y el fondo de la corriente. La velocidad de descenso o ascenso del molinete no debe ser superior al 5 % de la velocidad media del flujo y en todo caso debe estar comprendida entre 0.04 y

0.10 m/s. En cada vertical se realizan dos ciclos completos y si los resultados difieren de más de 10 %, se repite la medición.

Para determinar la velocidad media de la sección de aforos, se toman secciones parciales a las cuales se les van calculando sus velocidades de la siguiente manera: se toma una sección entre verticales con velocidades conocidas, se promedian estas velocidades y el resultado es la velocidad media de la subsección, así ver Ecuación 10:

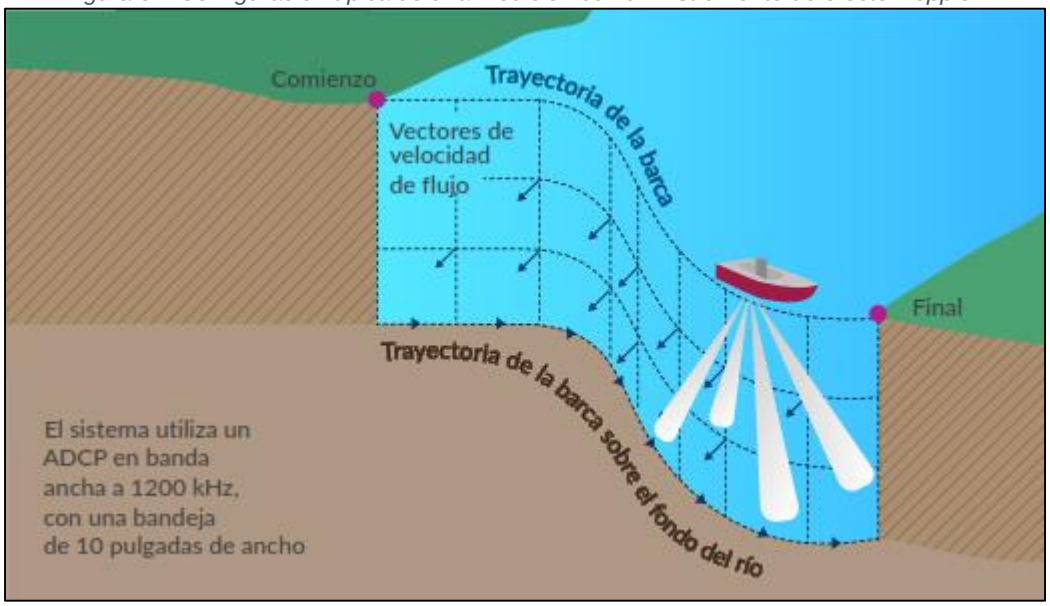
$$V_{media} = \left(\frac{V_1 + V_2}{2}\right) \; Ecuación\ 10$$

9.5 AFORO ADCP

Se utiliza para medir el caudal en ríos grandes o pequeños, sin presencia de rocas de gran tamaño, lo cual permite el desplazamiento horizontal del equipo para la medición.

Los instrumentos ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), basados en el efecto Doppler, mide en forma simultánea la velocidad, profundidad del agua y la trayectoria de la embarcación (Hidroboard) para calcular el caudal. Este método permite calcular el caudal parcial a medida que la embarcación atraviesa el río. El resultado de una medición no es suficiente para proporcionar un valor exacto del flujo-caudal; únicamente proporciona una imagen instantánea del flujo. Para conseguir un valor más exacto del caudal del río es importante calcular el promedio de varios transectos. Para calcular el caudal en un emplazamiento se recomienda efectuar como mínimo cuatro recorridos a lo largo de la sección de aforos (OMM, 2011).

Figura 34: Configuración típica de una medición con un instrumento de efecto Doppler.



Fuente: Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua, IDEAM

Cuando un instrumento ADCP procesa la señal reflejada por las partículas del agua, divide la columna de agua en varios segmentos discretos apilados a lo largo de la vertical; estos segmentos se denominan celdas de profundidad. Un instrumento ADCP determina la velocidad y dirección de cada celda de profundidad. Al mismo tiempo, la señal proveniente del fondo, denominada pista de fondo, mide la velocidad y dirección de la barca. Esto significa que la barca no tiene que atravesar perpendicular el flujo.

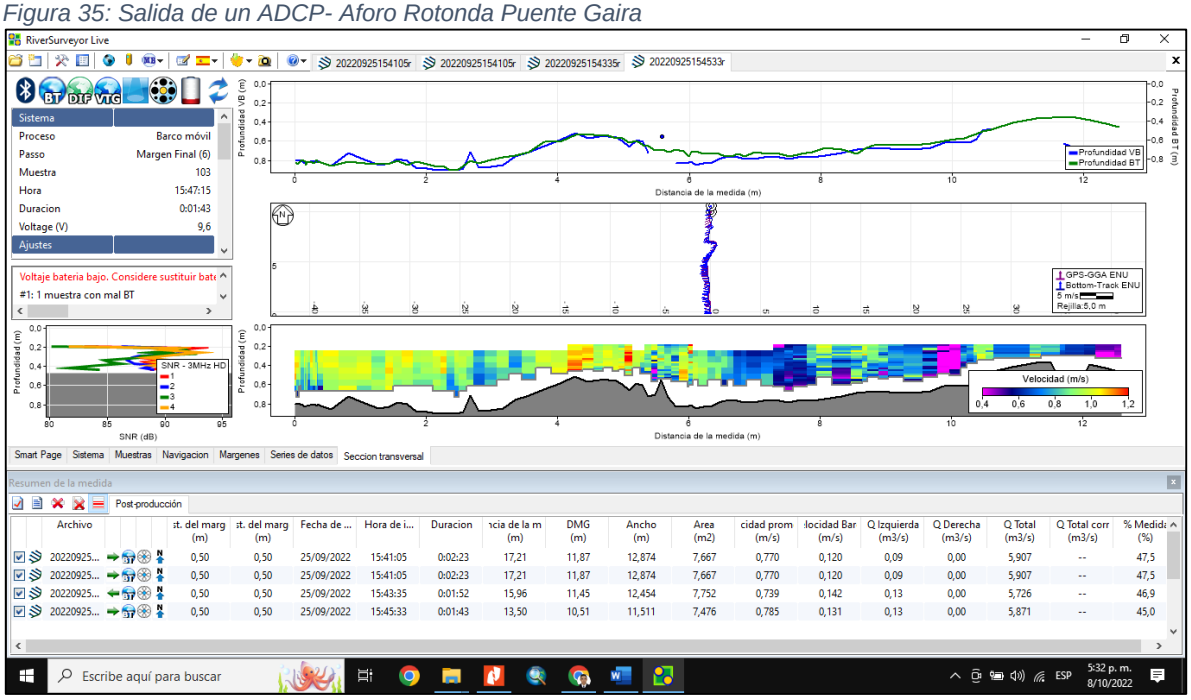
Los procedimientos utilizados para obtener datos de calidad son cada vez más estándares en todo el mundo. El número de transectos depende de la diferencia entre las mediciones del caudal. Si el caudal correspondiente a cualquiera de los cuatro transectos difiere en más de un 5 %, se debe efectuar, como mínimo, otro adicional para obtener la medición del caudal a partir del promedio de los cinco recorridos. En ocasiones se efectúa un número mayor de transectos para reducir los posibles errores sistemáticos de la dirección. El usuario debe configurar los instrumentos antes de comenzar las operaciones y el modo de configuración seleccionado depende de las condiciones en el emplazamiento (profundidad y velocidad del agua, etc.) en el momento de la medición.

El ADCP utiliza el efecto Doppler para transmitir el sonido a una frecuencia fija y escuchar los ecos retornados por los reflectores presentes en el agua, como pequeñas partículas o plancton, que reflejan el sonido hacia el ADCP, los cuales se mueven a la misma velocidad horizontal del agua.

Cuando el sonido enviado por el ADCP llega a los reflectores, este se mueve a una mayor frecuencia debido al efecto Doppler como se observó en la Figura 34; este desplazamiento es proporcional a la velocidad relativa entre el ADCP y los reflectores. Parte de este sonido desplazado es reflejado hacia el ADCP donde se recibe desplazado una segunda vez. Los archivos generados por el equipo, como gráficas y tablas de trayectos, pueden llevarse a un software como Excel para plotear los resultados del aforo.

En el momento de la medición del caudal, el instrumento ADCP debe estar debidamente calibrado, según los manuales correspondientes con su referencia. Del mismo modo, este instrumento debe estar conectado y transmitiendo señal a un computador para el cálculo del caudal Figura 35.

Figura 35: Salida de un ADCP- Aforo Rotonda Puente Gaira



Fuente: Autor

9.5.1 AFORO FLOWTRACKER2 (FT2)

Este instrumento de medición de caudal, opera por medio de tecnología acústica, es decir, que funciona bajo el principio de efecto Doppler[1]. su mayor precisión se da particularmente en cuerpos de agua de flujo bajo y en aguas no tan profundas. La recolección de datos en el plano horizontal se hace de manera bidimensional o tridimensional y depende del sensor que se adquiera ver Figura 36.

Figura 36:Sondas de medición bidimensional y tridimensional.



Fuente: Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua, IDEAM

La conexión entre el sensor y el equipo se hace por medio de un cable de 1.5 m con posibilidad de extender hasta los 10 m. La varilla de vadeo es ajustable y práctica para facilitar la medición de profundidades totales del lecho y para ubicar la profundidad de medición del sensor; además la varilla cuenta con un adaptador para anclar el equipo y permite que una sola persona lo opere y realice la medición.

Su operación es muy sencilla e intuitiva, la interfaz que utiliza para el desplazamiento entre comandos lo hace muy fácil de manejar, el color de la pantalla y el ajuste del brillo de la misma, permiten al operador del equipo una visualización clara de la medición que está realizando. Las dimensiones y el peso del equipo, además de su capacidad para resistir las condiciones adversas del trabajo en campo (golpes, agua y polvo), facilitan su transporte y operación.

El equipo posee una memoria interna de 2 GB que le permite almacenar tanto las mediciones realizadas como las plantillas con la información base de cada lugar de monitoreo, para no tener que diligenciar esta información cada vez que se realice una visita al mismo lugar ver Figura 37.

1. El efecto Doppler es el fenómeno por el cual la frecuencia de las ondas percibida por un observador varía cuando el foco emisor o el propio observador se desplazan uno respecto al otro.

Figura 37: Medición en campo con equipo caudalímetro - FlowTracker2.



Fuente: Autor

La operación del equipo, en cuanto a la recolección de información ya sea para el cálculo de caudal o para medición de velocidad y dirección del flujo, se lleva a cabo de la siguiente manera:

Al igual que la medición con molinete convencional, el muestreo con FT2 se debe realizar en una sección del río donde el flujo sea lo más laminar posible, es necesario retirar los escombros y la vegetación existente en la sección elegida, el lugar escogido debe ser de fácil acceso y seguro para el operador.

Se debe extender una cinta métrica de orilla a orilla en la sección de muestreo elegida, posterior a esto se divide la sección en el número de verticales necesarias dependiendo del ancho del río, en cada vertical se mide la profundidad y dependiendo de esta, se elige el número de mediciones por realizar; el tiempo de recolección de datos en cada punto de medición es de 45 segundos.

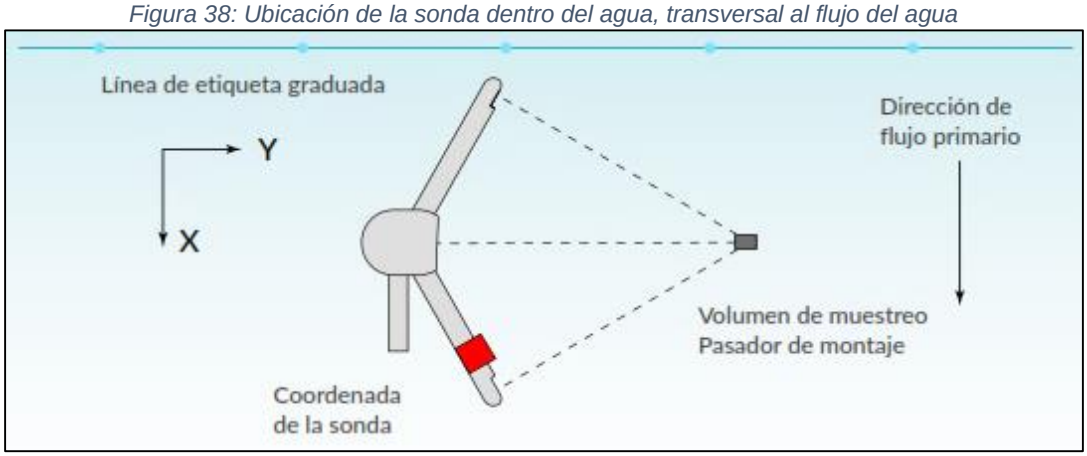
En la Figura 38 se indica la ubicación correcta del equipo dentro del agua. Se debe siempre asegurar que la banda de color rojo ubicada en uno de los brazos del sensor esté apuntando aguas abajo.

Antes de iniciar la medición y teniendo el equipo dentro del agua, es muy importante que se realice una verificación del haz de sonido, con el fin de descartar cualquier daño o anomalía en el sensor, es el primer control de calidad de los datos que se efectúa en la medición.

Para iniciar con el cálculo de caudal, se le debe indicar al equipo en cuál de las orillas del río se va a empezar la medición, cuál es la profundidad en ese punto y a qué distancia

desde el punto de referencia de la orilla se encuentra; en este caso esa información se convierte en la primera estación de muestreo.

Figura 38: Ubicación de la sonda dentro del agua, transversal al flujo del agua



Fuente: Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua, IDEAM

Para la segunda estación se ingresa de nuevo la profundidad y la distancia que se desplazó, se tiene como referencia el mismo punto de partida y el número de verticales que se haya definido previamente, de esta manera se vadea toda la sección transversal hasta llegar a la orilla contraria; en la última estación de muestreo se debe ingresar la orilla en la cual se está terminando la medición además de la profundidad.

Antes de finalizar y guardar la medición, el FT2 tiene la ventaja de permitir repetir la medición en una o varias verticales en las cuales se requiera de mayor información, o también se pueden adicionar verticales intermedios entre las ya establecidas, si así lo desea el operador del equipo.

Posterior al trabajo realizado en campo se procede a descargar, procesar y evaluar la información recolectada, el software del equipo permite visualizar gráficamente todas las mediciones realizadas, hacer ajustes en cuanto a la configuración de la medición y del equipo, visualizar en paralelo diferentes mediciones de un mismo lugar de muestreo para hacer comparaciones, corregir errores de la medición, eliminar mediciones fuera de los rangos, visualizar las advertencias generadas y visualizar el resumen del caudal calculado y exportarlo en un informe.

LEVANTAMIENTO DEL PERFIL

En la sección de aforos, se procede a levantar el perfil o topografía del sitio de medición del caudal en la cartera de Nivelación (ver anexos), la cual tiene por objeto documentar la topografía del cauce y georreferenciar la estación, con el fin de determinar la cota cero de

la mira, tomando como base el sistema de referencia del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC o en su defecto de una cota arbitraria tomada. Para efectos del trabajo en campo se desarrollan las siguientes actividades en el levantamiento de los perfiles transversales.

Se inicia por la ubicación del punto de referencia (BM, del inglés Bench Mark) o punto de nivelación (NP) ubicado con anterioridad, este punto esta materializado mediante un mojón en concreto, con una placa metálica que indique el nombre de la estación y número, en la siguiente tabla se observan algunos de los BM instalados.

Tabla 8.2-1. Ubicación del punto de referencia BM

BM Rio Gaira, punto 1	BM Rio Toribio, punto 2
	
BM Rio Piedras, punto 2	**BM Rio Córdoba, punto 1**
	

Fuente: Autor

Durante el desarrollo de las actividades de topografía se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

a. La nivelación de precisión debe tener un error máximo acumulativo de ±3(n)1/2 milímetros, donde n es el número de estaciones de la nivelación. Si el error es mayor, no se debe aceptar la nivelación y se la debe repetir.
b. Del BM de la estación y conocidas su cota por la nivelación de precisión, se deben determinar los elementos principales de la estación, a saber:
   - ❖ Nivel del agua el día de la nivelación; se debe registrar la hora de la lectura y marcar este nivel.
   - ❖ Nivel de la superficie de soporte del limnímetro
   - ❖ Nivel del cerro de mira y de los empalmes de los distintos tramos de la mira Nivel del punto de referencia de las orillas izquierda y derecha de la sección de aforo,
   - ❖ Elaboración de diagramas esquemáticos de localización de la mira durante la nivelación.

Figura 39: Levantamiento de secciones transversales hidrotopográficas

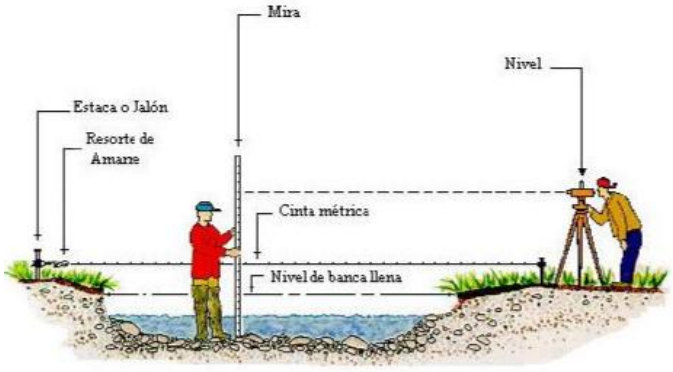


Figura 40: Elaboración de diagramas esquemáticos en campo.



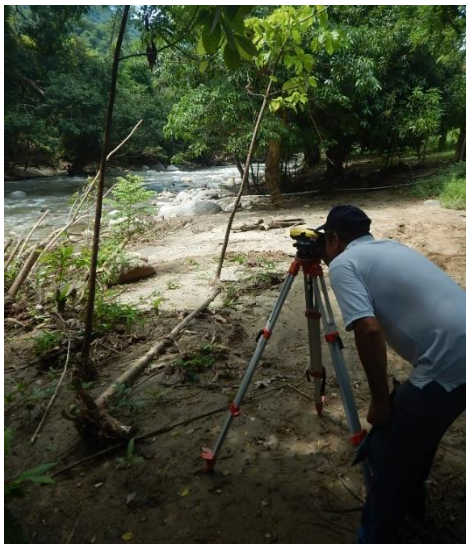
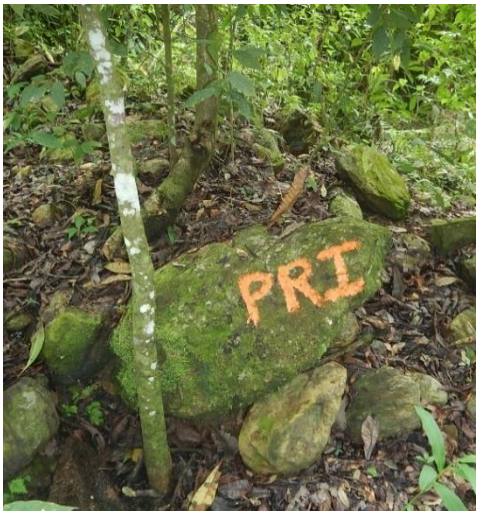
Fuente: Autor

Toda la información del levantamiento del perfil es consignada en el formato cartera de nivelación ver anexos.

9.6 REGISTRO FOTOGRAFICO TRABAJO EN CAMPO

En las siguientes tablas se presenta el registro fotográfico realizado de algunas estaciones.

Tabla 9-8.2-1. Registro Fotográfico De Trabajos De Levantamiento De Perfiles Transversales

PERFIL TRANSVERSAL	
	
Levantamiento Perfil Transversal RIO CORDOBA C-1501-P13	Levantamiento Perfil Transversal RIO PIEDRAS C-1501-P1
	

Señalización Puntos de Referencia PR	BM con Cota Arbitraria

Tabla 9-8.2-2. Registro Fotográfico De Trabajos De Medición De Aforos Líquidos

AFOROS LIQUIDOS	
	
Aforo estación PTE VIA NACIONAL RIO CORDOBA C-1501—P14	Aforo estación RIO TORIBIO C-1501-P11
	
Aforo con FlowTracker2 estación RIO GAIRA C-1501-P	Aforo estación CAÑO EL SCHILLER C-NSS-2906-01-P23

	
Aforo estación PTE CARRERA 5 RIO MANZANARES C-1501-P7	Aforo estación BOCATOMA CAPTACION RIO PIEDRAS C1501-P1

9.7 TRABAJO EN OFICINA

Una vez realizados los trabajos de campo y levantado toda la información, se procedió a realizar los trabajos de oficina, los cueles consistió en:

- Descargar los datos de las tarjetas de los ACDP y del FlowTracker2 a un PC.
- Con el software RiverSurveyor se obtiene el resumen de los aforos realizados de cada estación.
- Luego con el RiverSurveyor, se obtienen las profundidades de la parte denominada húmeda de cada uno de las estaciones.
- Seguidamente, teniendo con el dato de las verticales se hacen los ajustes, se termina de calcular la cartera nivelación topográfica de campo, obteniendo de esta manera unificada la parte húmeda del rio y la seca.

- Una vez terminados estos procesos se inicia la etapa de dibujo de los perfiles transversales para su visualización.

- Una vez calculados estos datos de los perfiles transversales, con los archivos suministrado por el software RiverSurveyor, el resumen de aforos, se procede a consolidar esta información en un documento técnico para su presentación.

9.8 EQUIPOS UTILIZADOS

En la siguiente tabla se muestras los diferentes equipos utilizados para la realización de las actividades de campo, es de anotar que estos instrumentos son de los más avanzados en la medición de caudales, lo cual da una mayor confiabilidad de los datos.

Tabla 9-8.2-1. Equipos Utilizados

EQUIPOS UTILIZADOS	
	
Nivel de precisión Leica NA332	Computador portátil y software RiverSurveyor

	
FlowTracker2	Perfilador Acústico de corriente – ADCP SONTEK RS/M9

Fuente: Autor

9.5 RESULTADOS

9.5.1 RESUMEN DE AFOROS LIQUIDO MEDIDOS

Producto de los trabajos anteriormente descrito, a continuación, se presentan los aforos líquidos medidos en cada una de las estaciones y la cota nivel de Agua medida en el instante.

A continuación, se presentan el resumen de aforos medidos para la SZH 1501

Tabla 9-8.2-1. Aforos Líquidos SZH 1501

ESTACIÓN	NIVEL AGUA (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	VELOCIDDA (m/s)	CAUDAL (m3/s)	PROF_MEDIA (m)	EQUIPO DE MEDICIÓN
1501-1	1.00	11.110	6.127	0.507	3.108	0.787	ADCP
1501-2	0.56	10.354	6.849	0.369	2.528	0.930	ADCP
1501-3	1.39	14.206	7.622	0.448	3.412	0.944	ADCP
1501-4	0.60	17.781	11.472	0.426	4.873	1.215	ADCP
1501-5	0.87	17.954	10.783	0.648	6.988	1.078	ADCP
1501-6	0.71	15.783	6.055	0.755	4.561	0.782	ADCP
1501-7	1.02	13.090	7.007	0.769	5.337	0.902	ADCP
1501-8							
1501-9	0.56	20.500	8.108	0.868	7.036	0.395	FT2
1501-10	0.94	12.279	7.632	0.765	5.835	0.979	ADCP

1501-11	0.81	19.607	10.758	0.530	5.695	0.921	ADCP
1501-12	0.55	14.206	7.622	0.448	3.412	0.944	ADCP
1501-13	0.51	18.686	10.638	0.790	8.393	0.897	ADCP
1501-14	0.38	20.574	10.965	0.857	9.350	0.954	ADCP

Fuente: Autor

A continuación, se presentan el resumen de aforos medidos SZH NNSS 2906

Tabla 9-8.2-2. Aforos Líquidos SZH NNSS 2906

ESTACIÓN	NIVEL AGUA (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	VELOCIDDA (m/s)	CAUDAL (m3/s)	PROF_MEDIA (m)	EQUIPO DE MEDICIÓN
NNSS-16	1.17	21.357	37.365	0.476	17.776	2.715	ADCP
NNSS-18	3.59	30.101	134.906	0.881	118.918	6.64	ADCP
NNSS-22	1.29	20.445	19.801	0.119	2.360	1.481	ADCP
NNSS-23	1.49	16.183	15.812	0.157	2.4870	1.575	ADCP

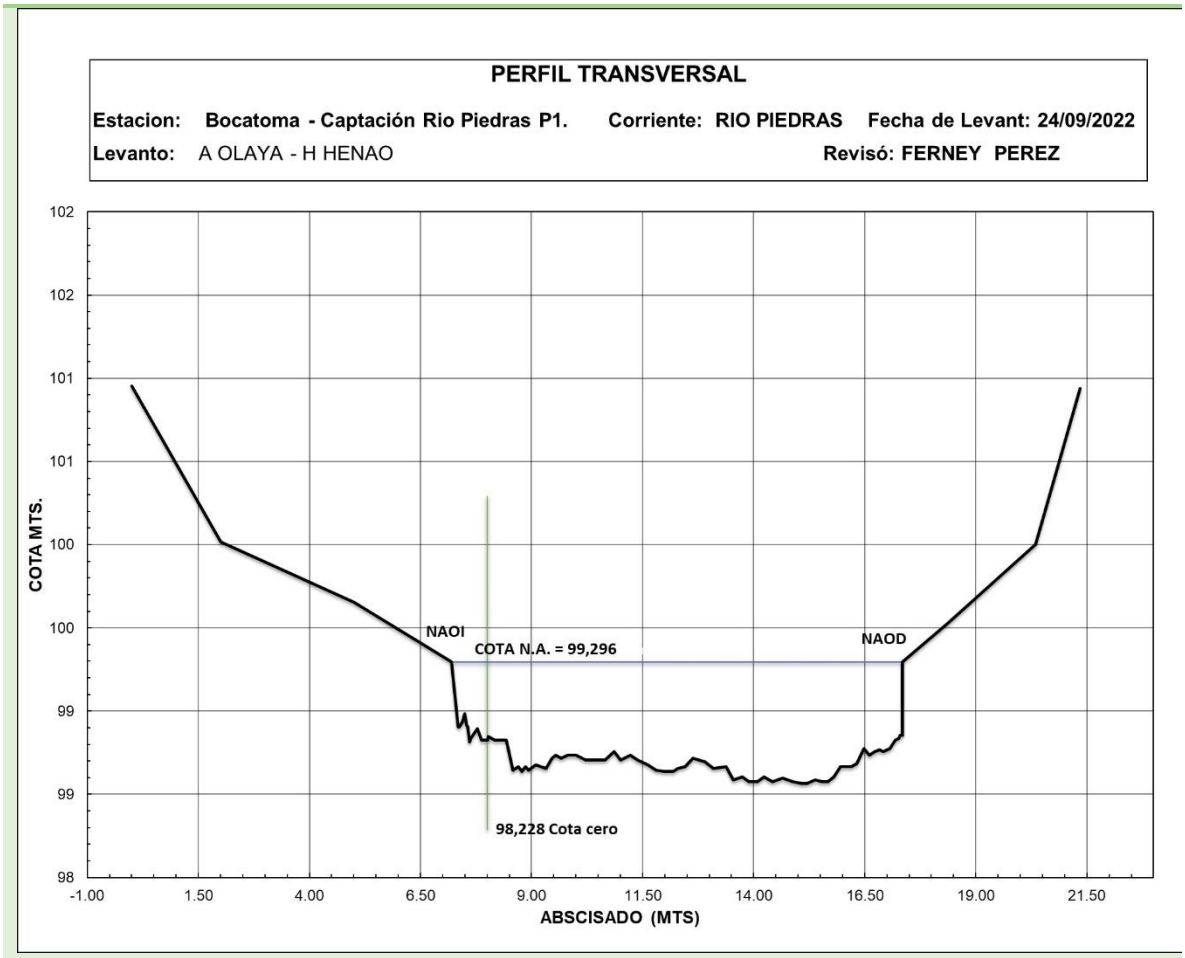
Fuente: Autor

9.11 SECCIONES TRANSVERSALES

A continuación, se presentan los resultados presentados del post-procesamiento una vez verificado y validando.

9.11.1 SECCIONES TRANSVERSALES SZH 1501

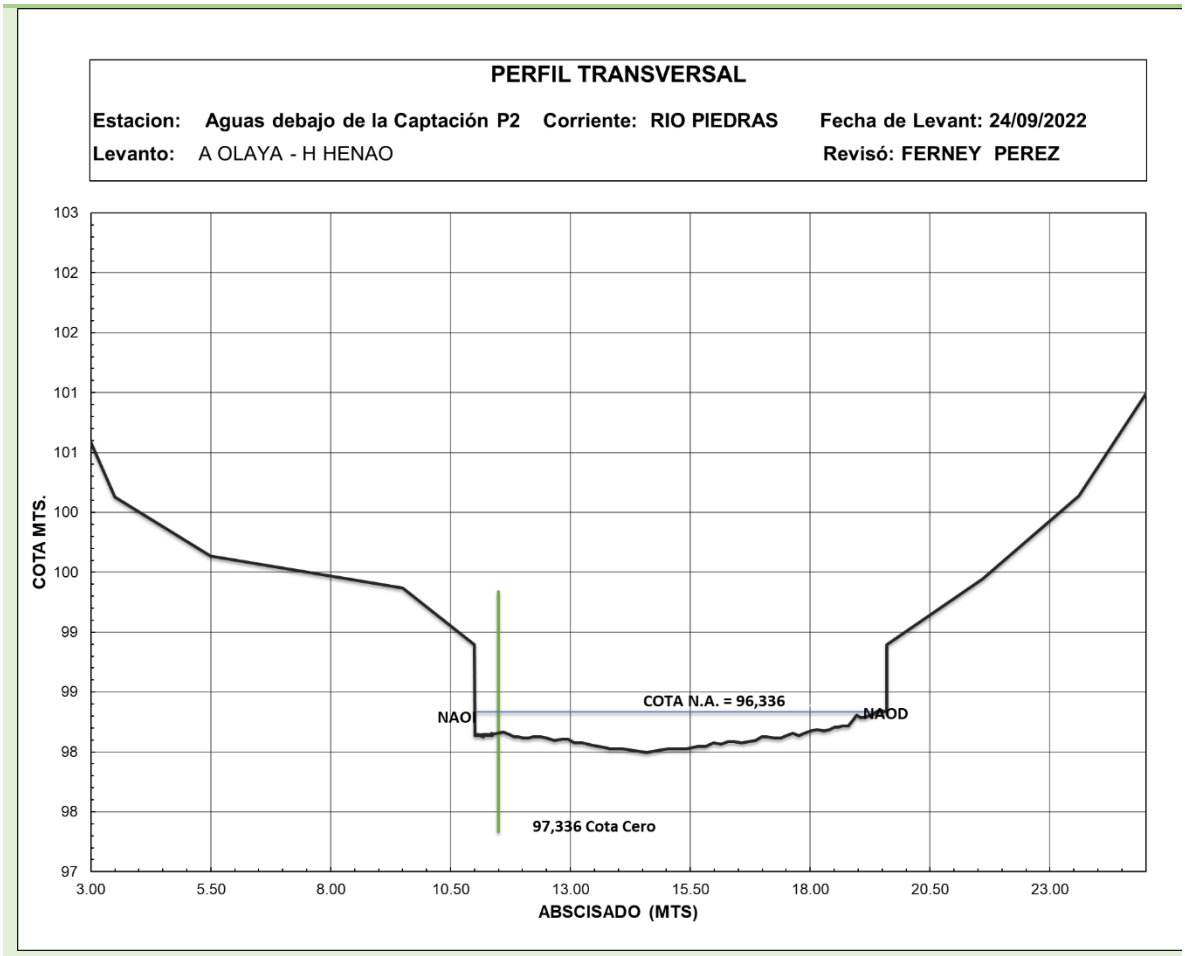
ESTACIÓN C-1501-P1



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3.108	0.787	6.127	11.11

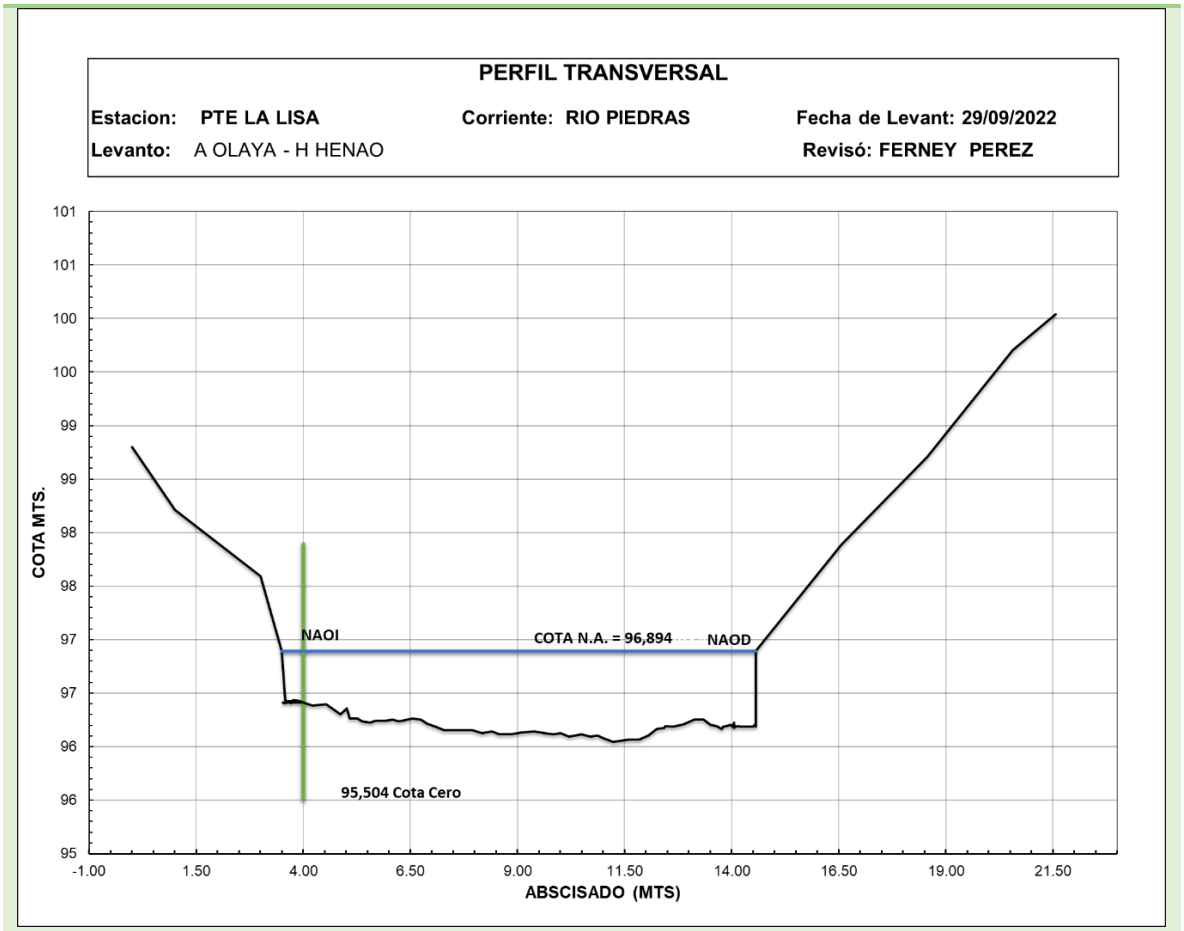
ESTACIÓN C-1501-P2



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2.528	0.93	6.849	10.354

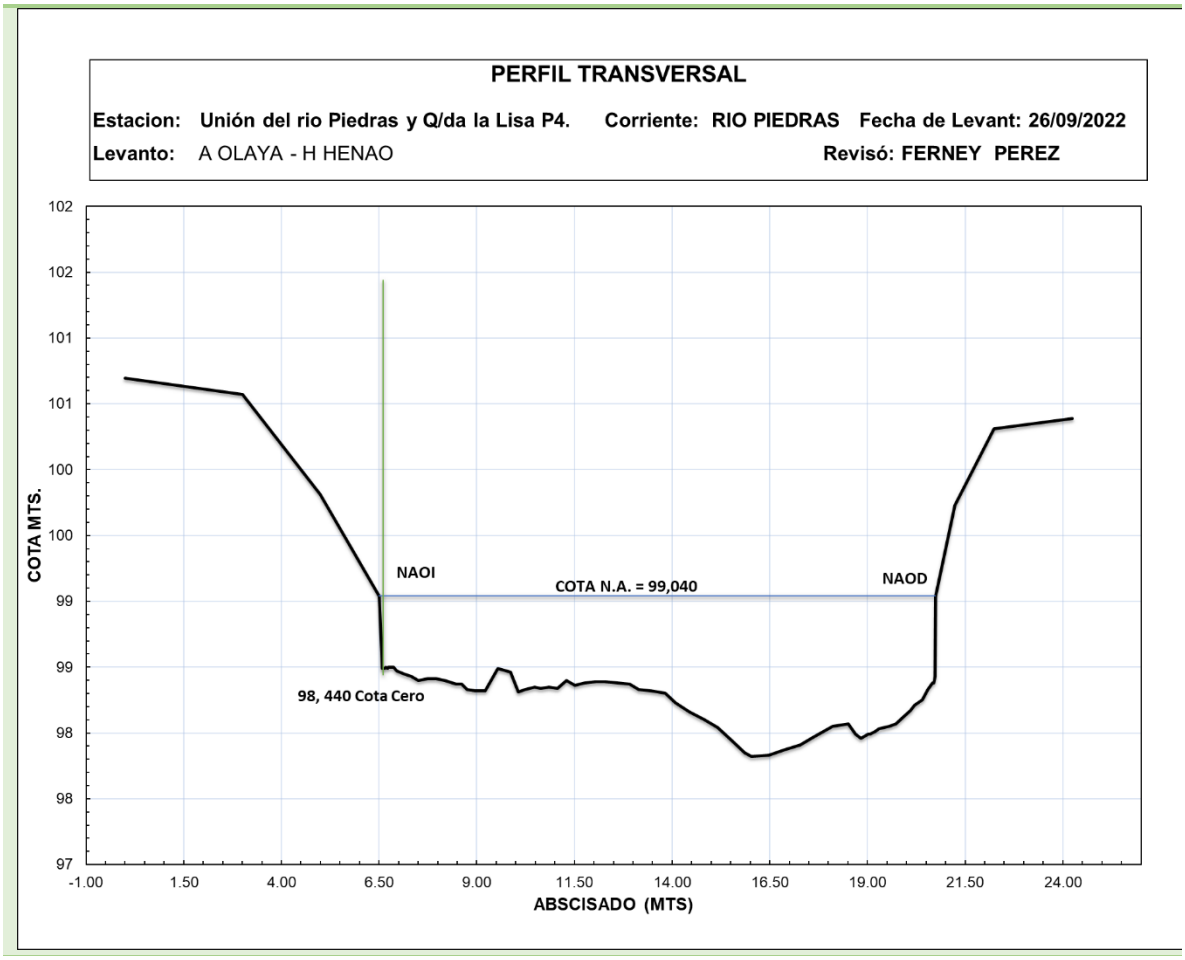
ESTACIÓN C-1501-P3



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3.412	0.944	7.622	14.206

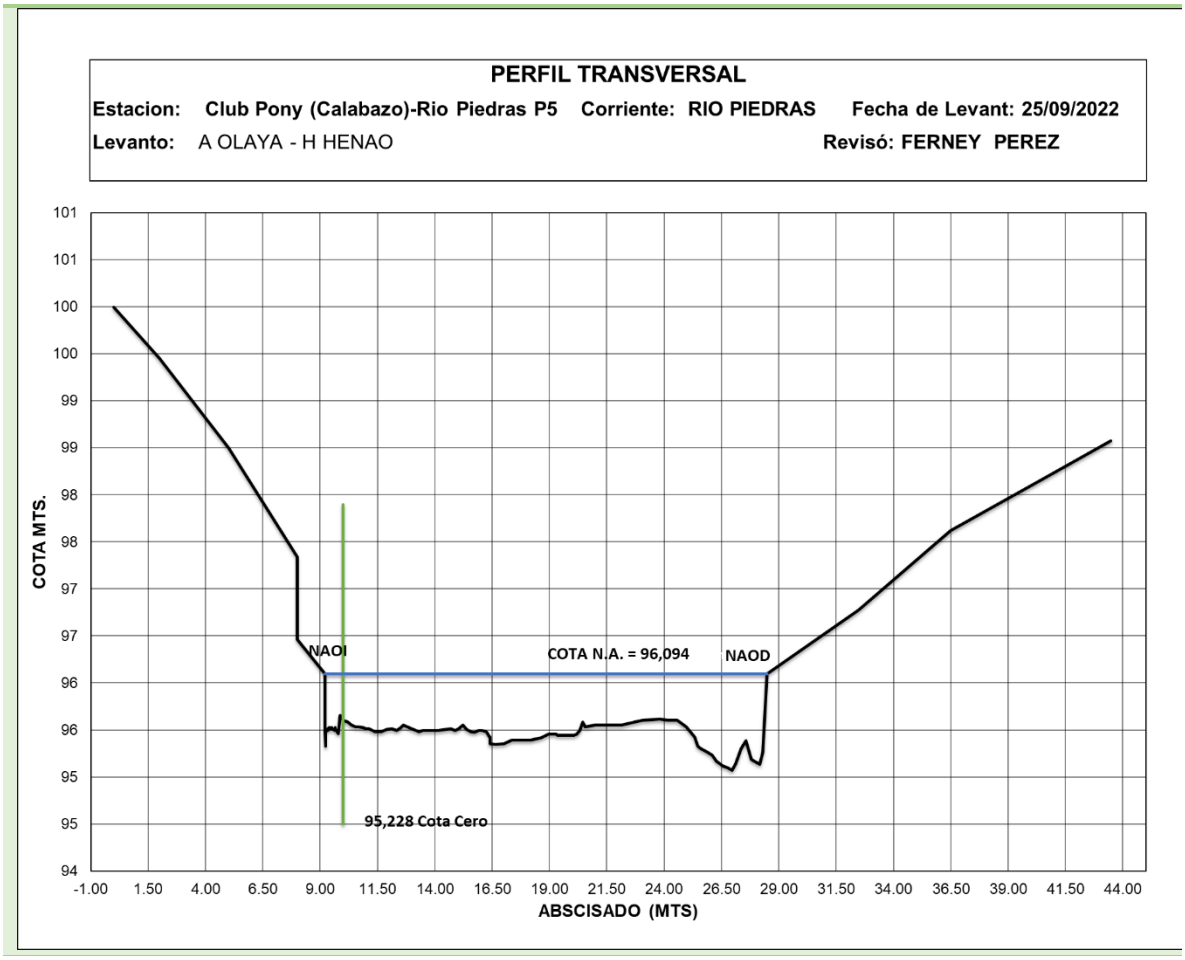
ESTACIÓN C-1501-P4



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
4.873	1.215	11.472	17.781

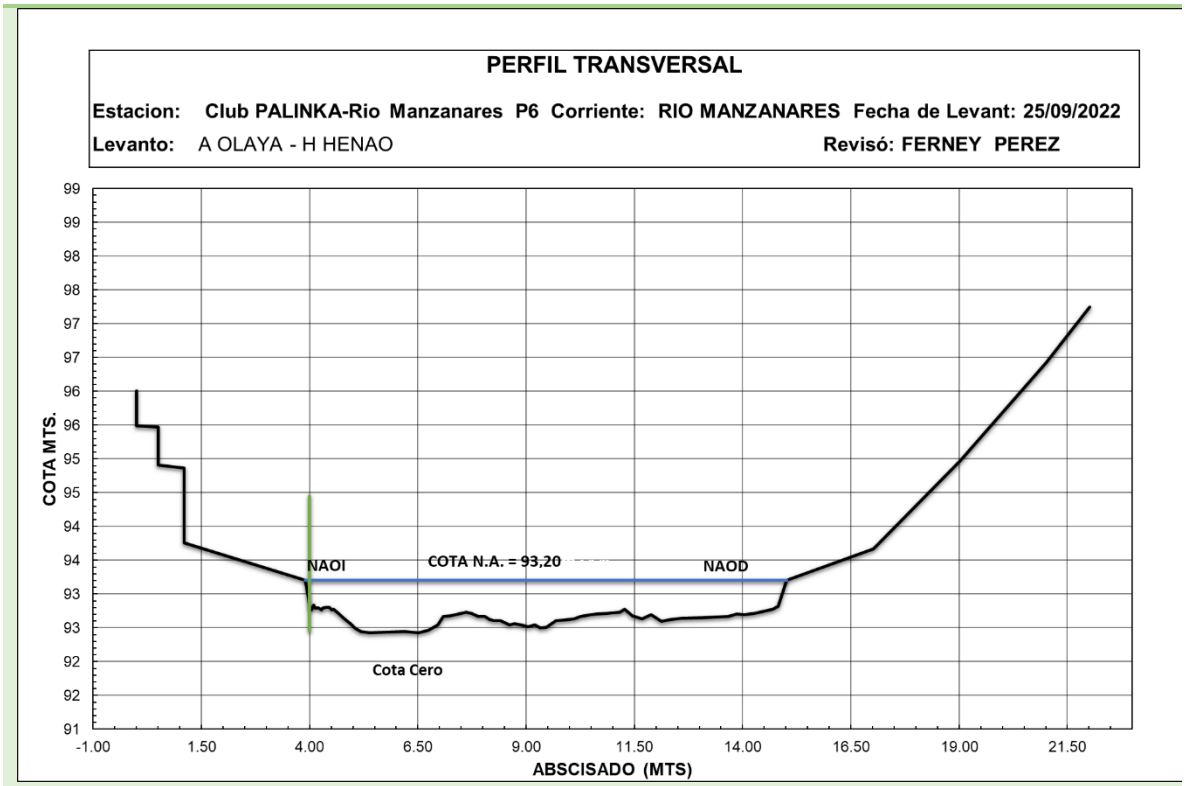
ESTACIÓN C-1501-P5



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
6.988	1.078	10.783	17.954

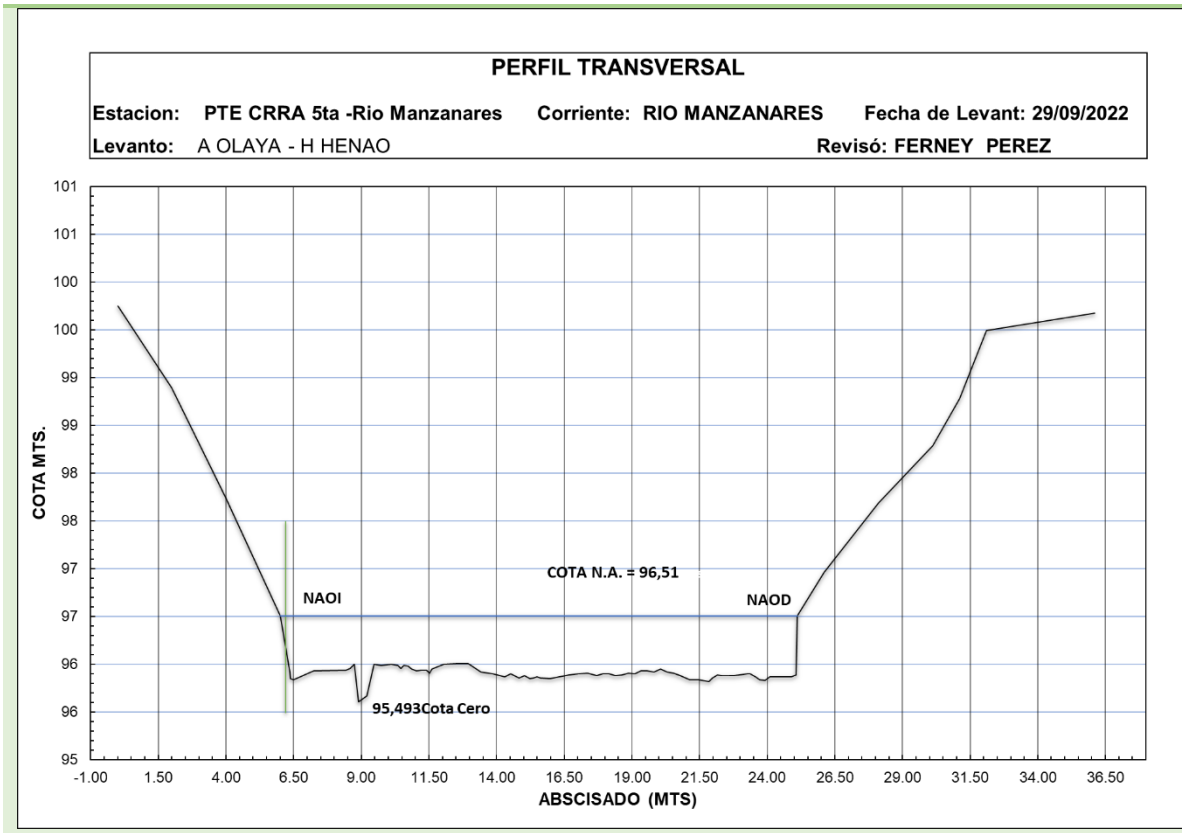
ESTACIÓN C-1501-P6



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
4.561	0.782	6.055	15.783

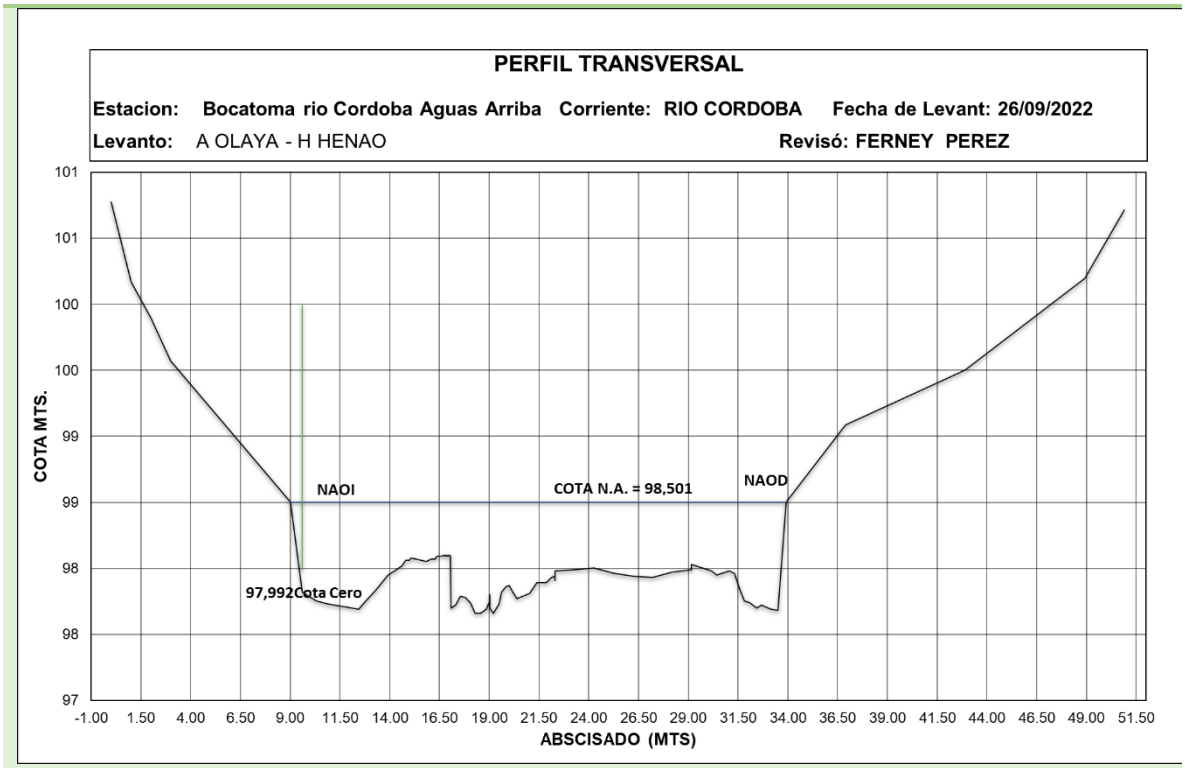
ESTACIÓN C-1501-P7



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
5.337	0.902	7.007	13.09

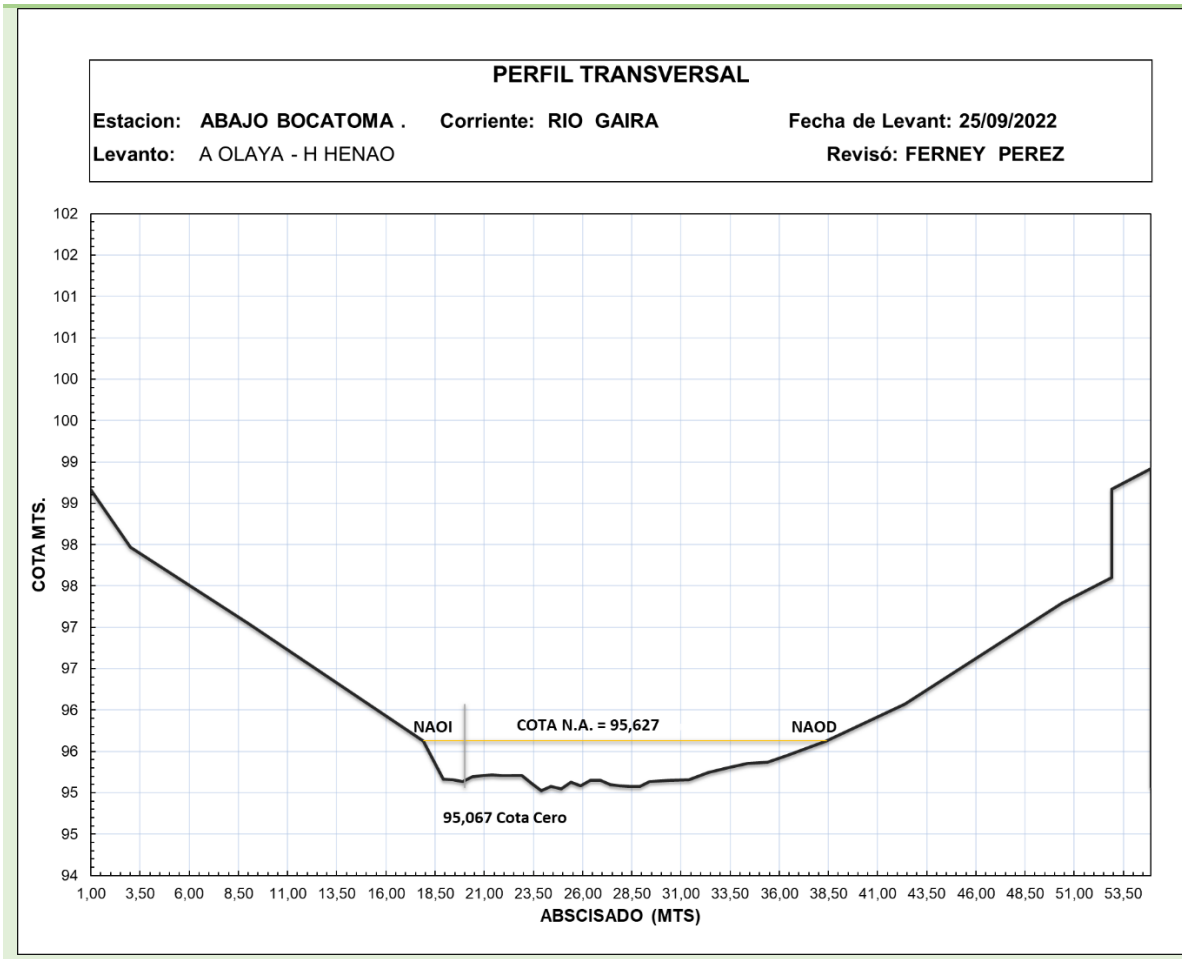
ESTACIÓN C-1501-P8



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
8.393	0.897	10.638	18.686

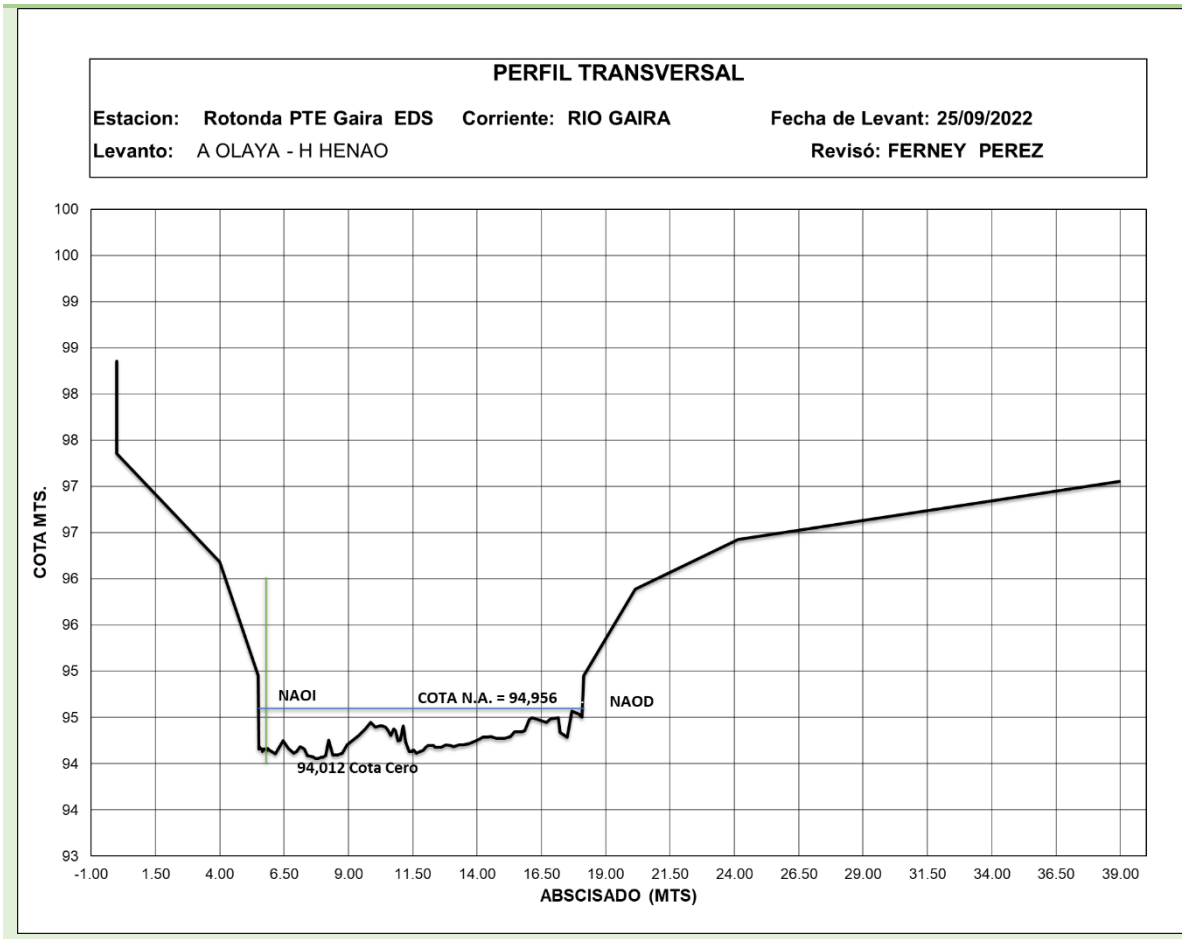
ESTACIÓN C-1501-P9



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)

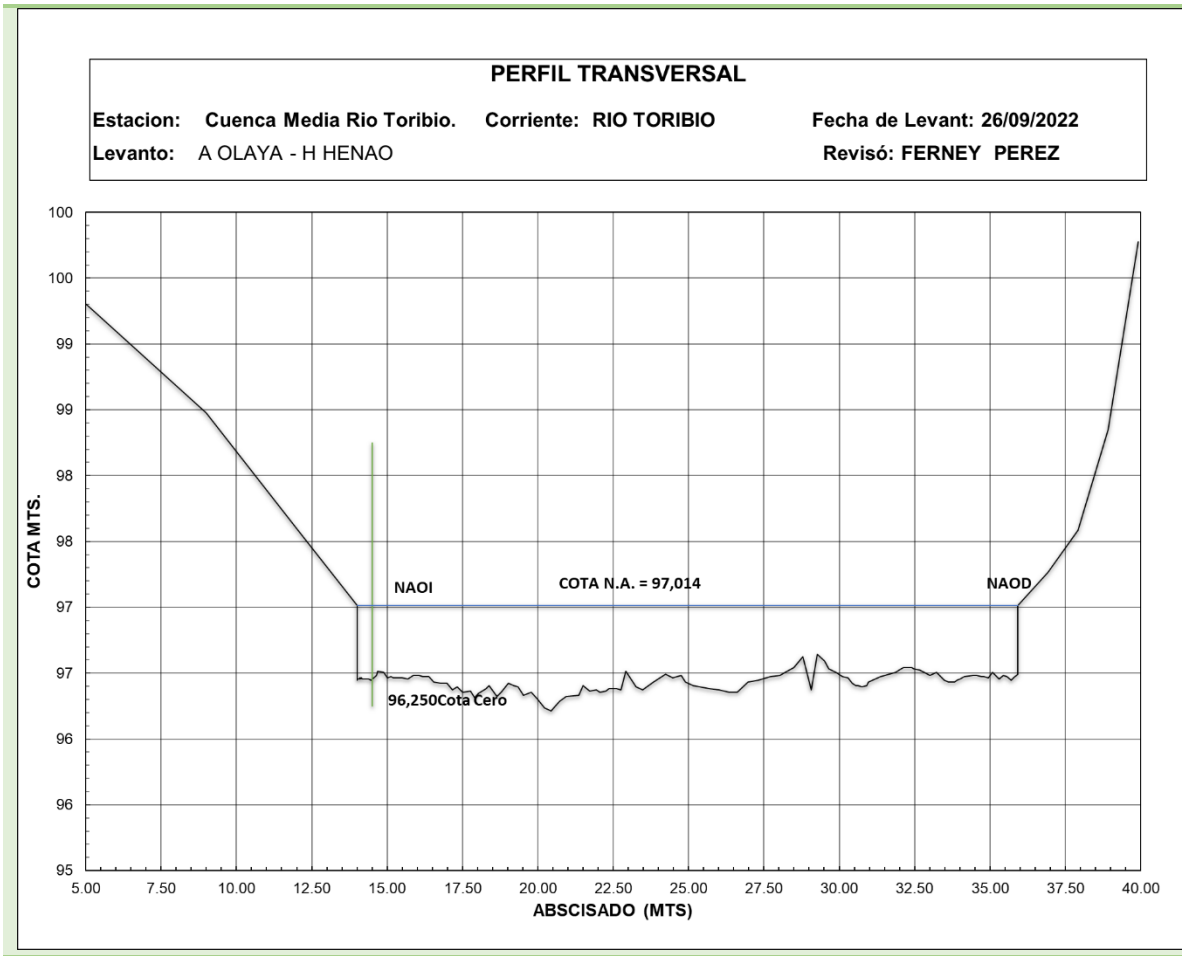
ESTACIÓN C-1501-P10



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
5.835	0.979	7.632	12.279

ESTACIÓN C-1501-P11



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
5.695	0.921	10.758	19.607

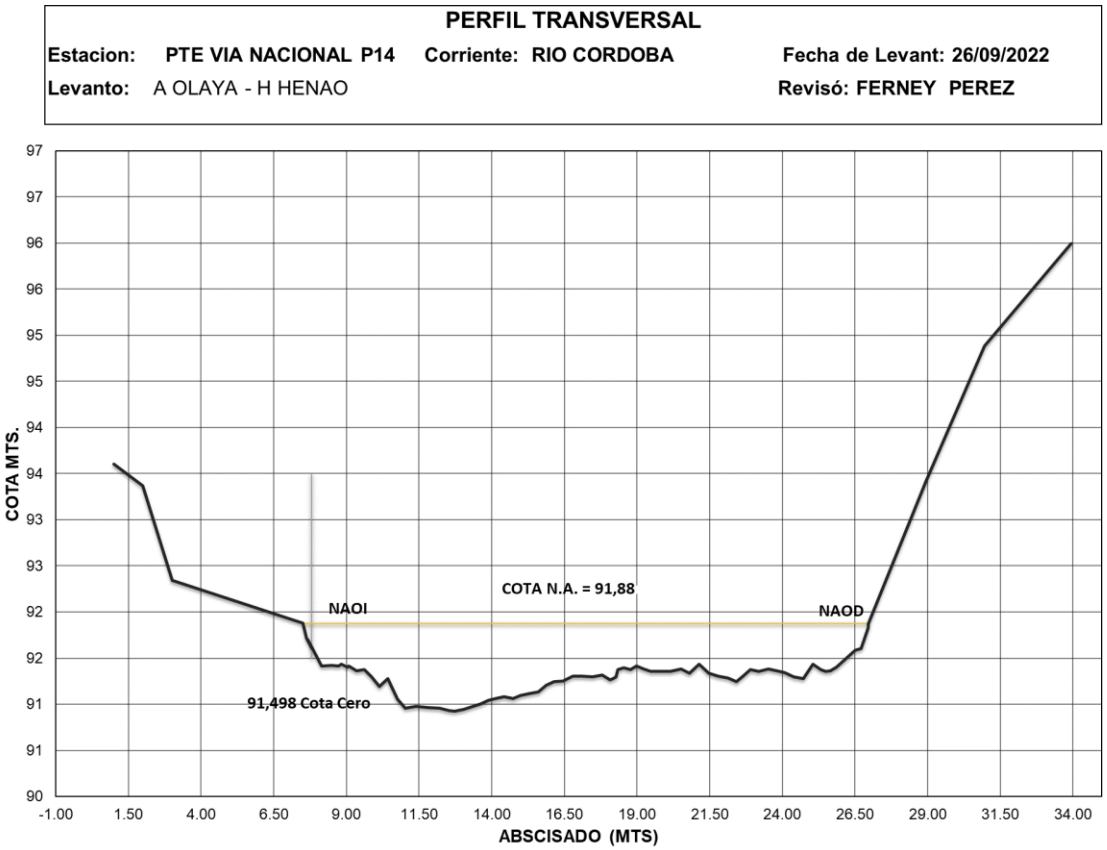
ESTACIÓN C-1501-P12

No se realiza perfil por las condiciones meteorológicas del día de la visita no permitió terminar la parte seca (taludes) y solo se hizo la parte húmeda (aforo).

Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3.412	0.944	7.622	14.206

ESTACIÓN C-1501-P14

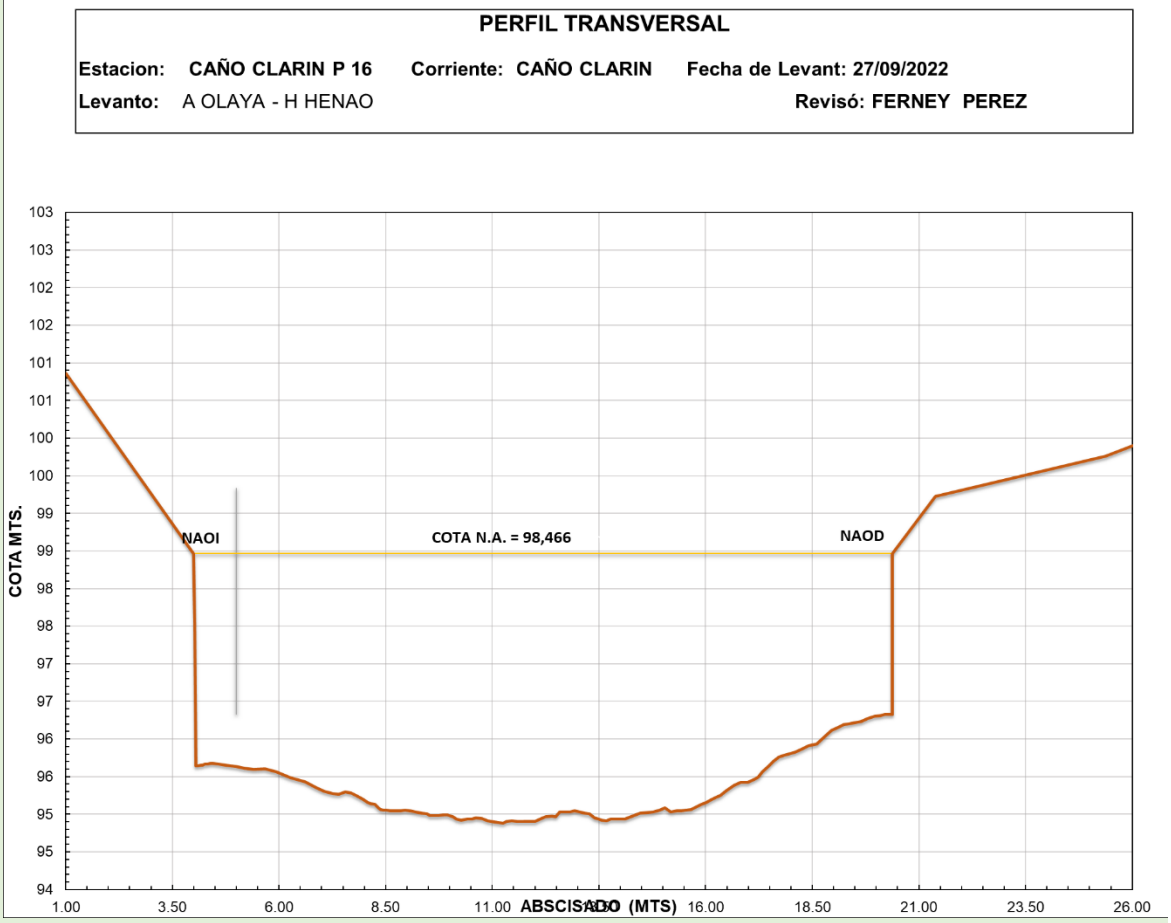


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
9.35	0.954	10.965	20.574

SECCIONES TRANSVERSALES SZH NNSS 2906

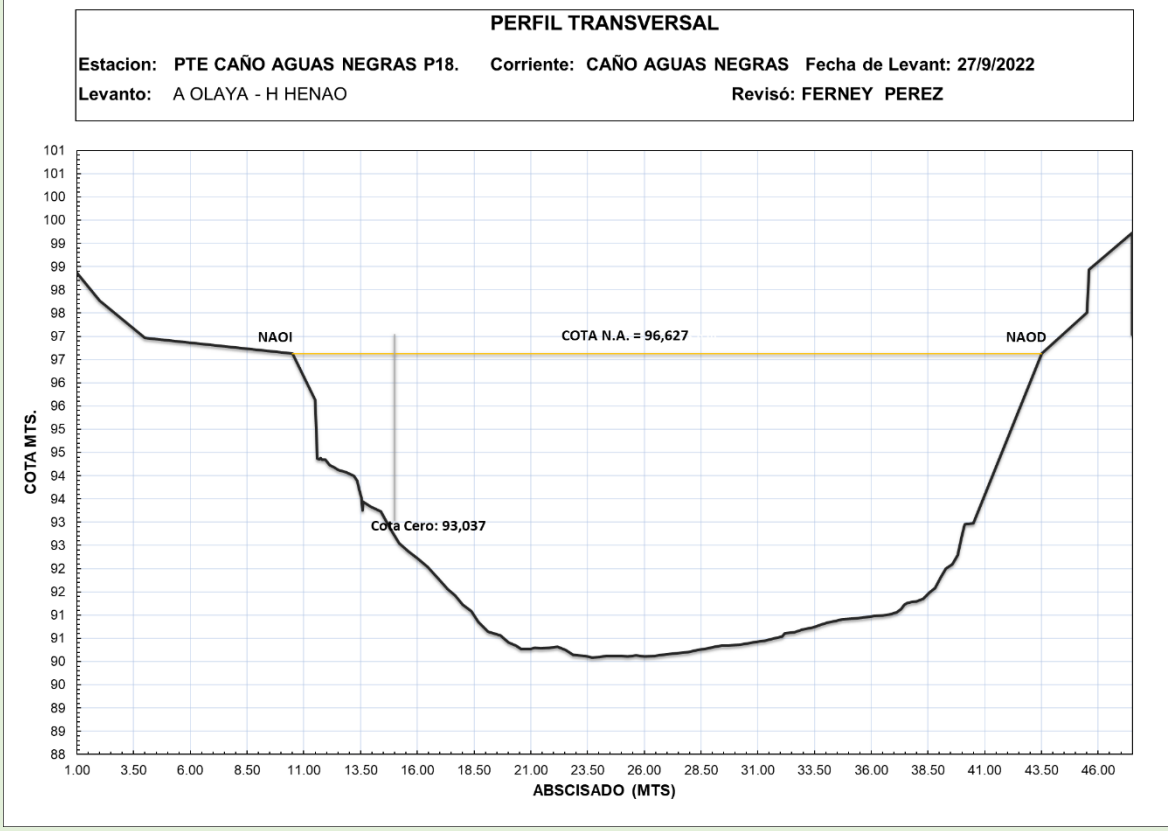
C-NNSS 2906-P16



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
17.776	2.715	37.365	21.357

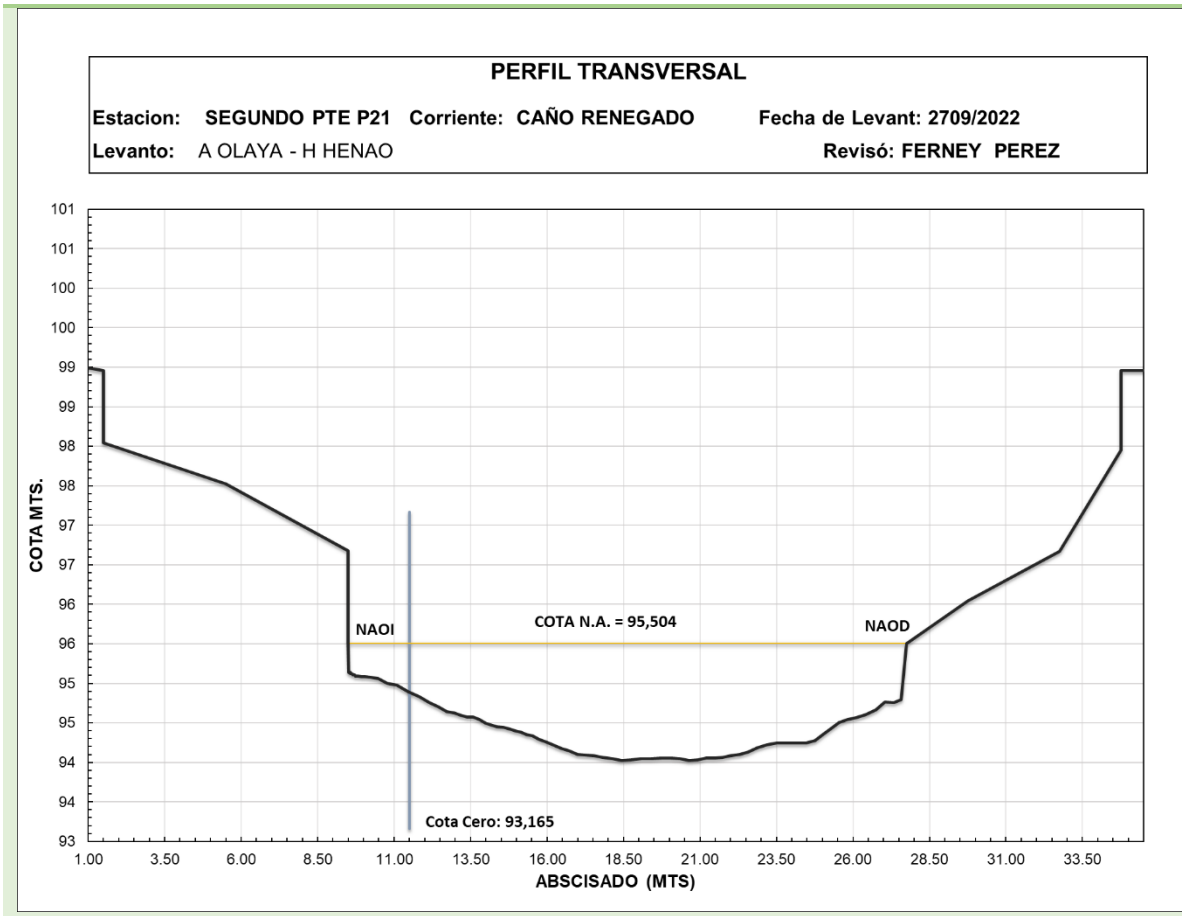
ESTACIÓN NNSS 2906-P18



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
118.918	6.64	134.906	30.101

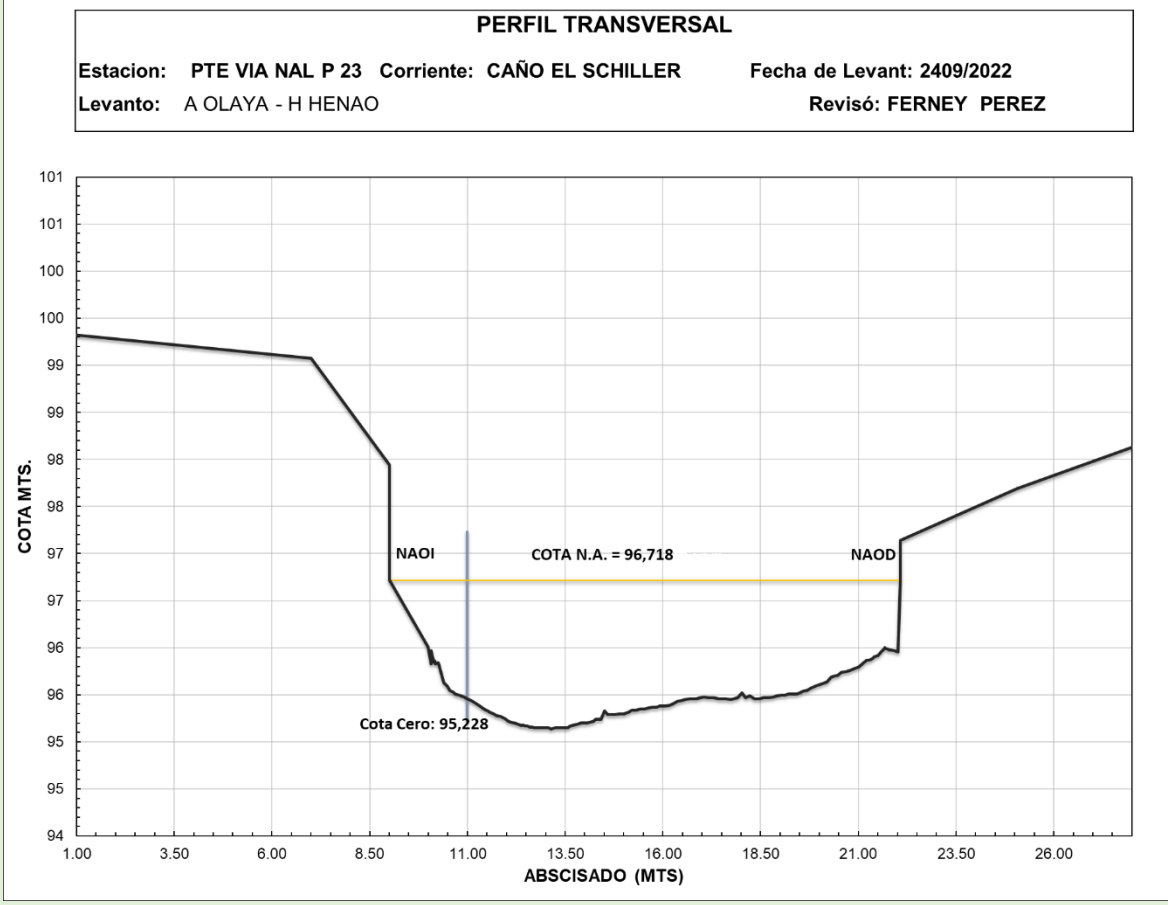
ESTACIÓN NNSS 2906-P21



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2.36	1.481	19.801	20.445

ESTACIÓN NNSS 2906-P23



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2.487	1.575	15.812	16.183

OBSERVACIONES.

Estación **C-1501-08** Bocatoma captación el roble rio Gaira, no fue posible realizar las actividades de aforo y perfil transversal, debido al nivel alto del rio, imposibilitando realizar las mediciones de manera segura, teniendo en cuenta lo anterior solo se podrá garantizar la realización de las mediciones cuando el rio tenga niveles bajos.

Estación **C-NSS-2906-01-P17** compuertas ruta 2702 – Caño el Burro, por trabajos de limpieza y dragado del caño, se encontró sin ingreso de agua y la sección bloqueada en varios puntos, imposibilitando realizar cualquier medición.

Estación **C-NSS-2906-01-P20** Puente vía la prosperidad ruta 2702 caño el Salado, al momento de la visita se encontró el agua estancada y completamente cubierto de vegetación flotante, sin flujo de agua en la sección transversal, imposibilitando realizar la medición.

Estación **C-NSS-2906-01-P24** Puente Pivijay – Salamina Caño Ciego, al momento de la visita se encontró el agua estancada y con cobertura de vegetación flotante, sin flujo o velocidad en la sección transversal, imposibilitando realizar las mediciones.

C-1501-P12 Captación Bananera Parare – Rio Toribio, el punto de muestreo está ubicado dentro de la finca bananera Parare, donde fue negado el acceso al personal responsable de realizar el muestreo, indicando que se debe tramitar un permiso especial en las oficinas que la bananera tiene en la ciudad de Santa Marta, ante esta eventualidad la medición de caudal se realizó en el Puente sobre la vía nacional aproximadamente a 1 kilómetro aguas arriba, el perfil

transversal no se realizó debido a lluvias presentes en la zona y condiciones climáticas adversas.

El trabajo de campo siempre conlleva múltiples problemas que se tienen que resolver in situ y en el momento, y este trabajo no fue la excepción, las condiciones meteorológicas presentes en el momento del levantamiento en campo fueron muy fluctuantes y no ayudaron mucho en el avance del trabajo. Debido a que las lluvias hicieron presencia durante el trabajo de campo, esto retraso las actividades inicialmente programadas, en algunos días el río amanecía con niveles un poco altos lo que dificultaba la libre movilidad sobre él, así mismo la lluvia demoraba el levantamiento de las secciones topográficas, puesto que los equipos de topografía no se pueden mojar, debido que sus lentes muchas veces se empañaban e impedían las lecturas de las miras etc.

CAMPAÑA 2

RESULTADOS

RESUMEN DE AFOROS LÍQUIDO -CAMPAÑA 2

Producto de los trabajos anteriormente descrito, a continuación, se presentan los aforos líquidos medidos en cada una de las estaciones y la cota nivel de Agua medida en el instante.

A continuación, se presentan el resumen de aforos medidos para la SZH 1501

Tabla 8.2-1. Aforos Líquidos SZH 1501

ESTACIÓN	NIVEL AGUA (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m3/s)	PROF_MEDIA (m)	EQUIPO DE MEDICIÓN
1501-1	0,98	11,600	6,174	0,430	2,648	0,869	ADCP
1501-2	0,61	9,644	6,320	0,323	2,042	0,869	ADCP
1501-3	1,15	12,113	9,847	0,209	1,322	1,384	ADCP
1501-4	0,44	14,751	9,993	0,324	3,235	1,077	ADCP
1501-5	0,77	17,077	10,051	0,228	2,287	0,916	ADCP
1501-6	0,98	14,445	6,082	0,746	4,476	0,782	ADCP
1501-7	1,02	10,822	*	*	3,430	1,374	ADCP
1501-9	0,51	20,413	6,377	0,466	2,888	0,870	ADCP
1501-10	0,98	13,257	7,232	0,676	4,877	0,916	ADCP
1501-11	0,83	20,334	11,759	0,564	6,580	0,884	ADCP
1501-12	0,90	14,130	8,041	0,758	6,073	0,901	ADCP
1501-13	0,34	17,963	12,203	0,661	7,977	0,987	ADCP
1501-14	0,64	18,014	10,284	0,828	8,510	1,251	ADCP

"*" Valor no mostrado por el sistema ADCP.

Fuente: Fundación Creamos

A continuación, se presentan el resumen de aforos medidos SZH NNSS 2906

Tabla 8.2-2. Aforos Líquidos SZH NNSS 2906

ESTACIÓN	NIVEL AGUA (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m3/s)	PROF_MEDIA (m)	EQUIPO DE MEDICIÓN
NNSS-16	1,23	20,099	37,365	0,476	17,921	2,699	ADCP
NNSS-18	3,61	29,754	139,185	0,849	118,164	6,671	ADCP
NNSS-21	2,35	20,589	20,874	0,121	2,518	1,606	ADCP
NNSS-23	1,70	12,144	*	*	1,567	1,784	ADCP

"*" Valor no mostrado por el sistema ADCP.

Fuente: Fundación Creamos

Estación **C-1501-08** Bocatoma captación el roble rio Gaira, no fue posible realizar las actividades de aforo y perfil transversal, debido al nivel alto del rio, imposibilitando realizar las mediciones de manera segura, teniendo en cuenta lo anterior solo se podrá garantizar la realización de las mediciones cuando el rio tenga niveles bajos.

Estación **C-NSS-2906-01-P17** compuertas ruta 2702 – Caño el Burro, por trabajos de limpieza y dragado del caño, se encontró sin ingreso de agua y la sección bloqueada en varios puntos, imposibilitando realizar cualquier medición.

Estación **C-NSS-2906-01-P20** Puente vía la prosperidad ruta 2702 caño el Salado, al momento de la visita se encontró el agua estancada y completamente cubierta de vegetación flotante, sin flujo de agua en la sección transversal, imposibilitando realizar la medición.

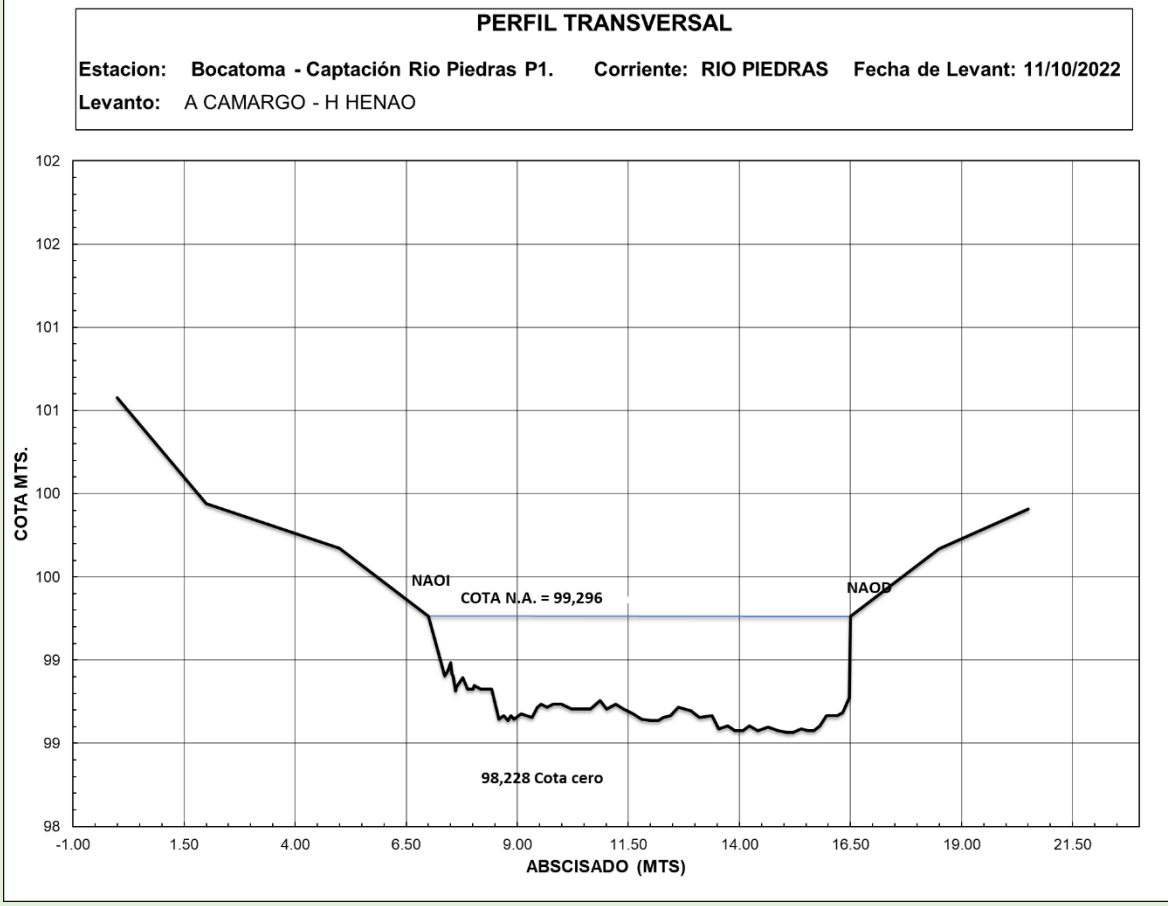
Estación **C-NSS-2906-01-P24** Puente Pivijay – Salamina Caño Ciego, al momento de la visita se encontró el agua estancada y con cobertura de vegetación flotante, sin flujo o velocidad en la sección transversal, imposibilitando realizar las mediciones.

SECCIONES TRANSVERSALES CAMPAÑA 2.

A continuación, se presentan los resultados del post-procesamiento una vez verificado y validando los datos tomados en campo.

SECCIONES TRANSVERSALES SZH 1501

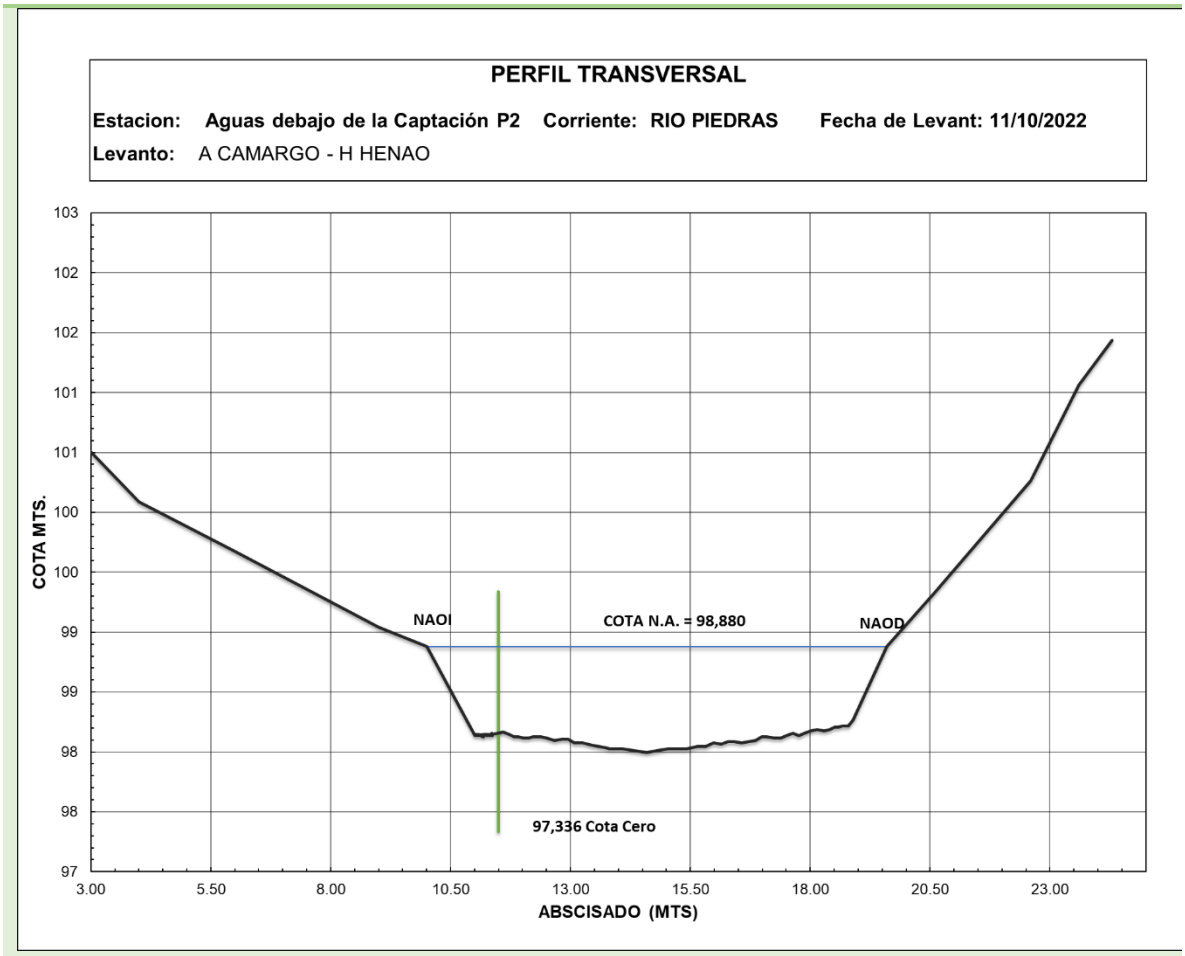
ESTACIÓN C-1501-P1



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2,648	0,869	6,174	11,6

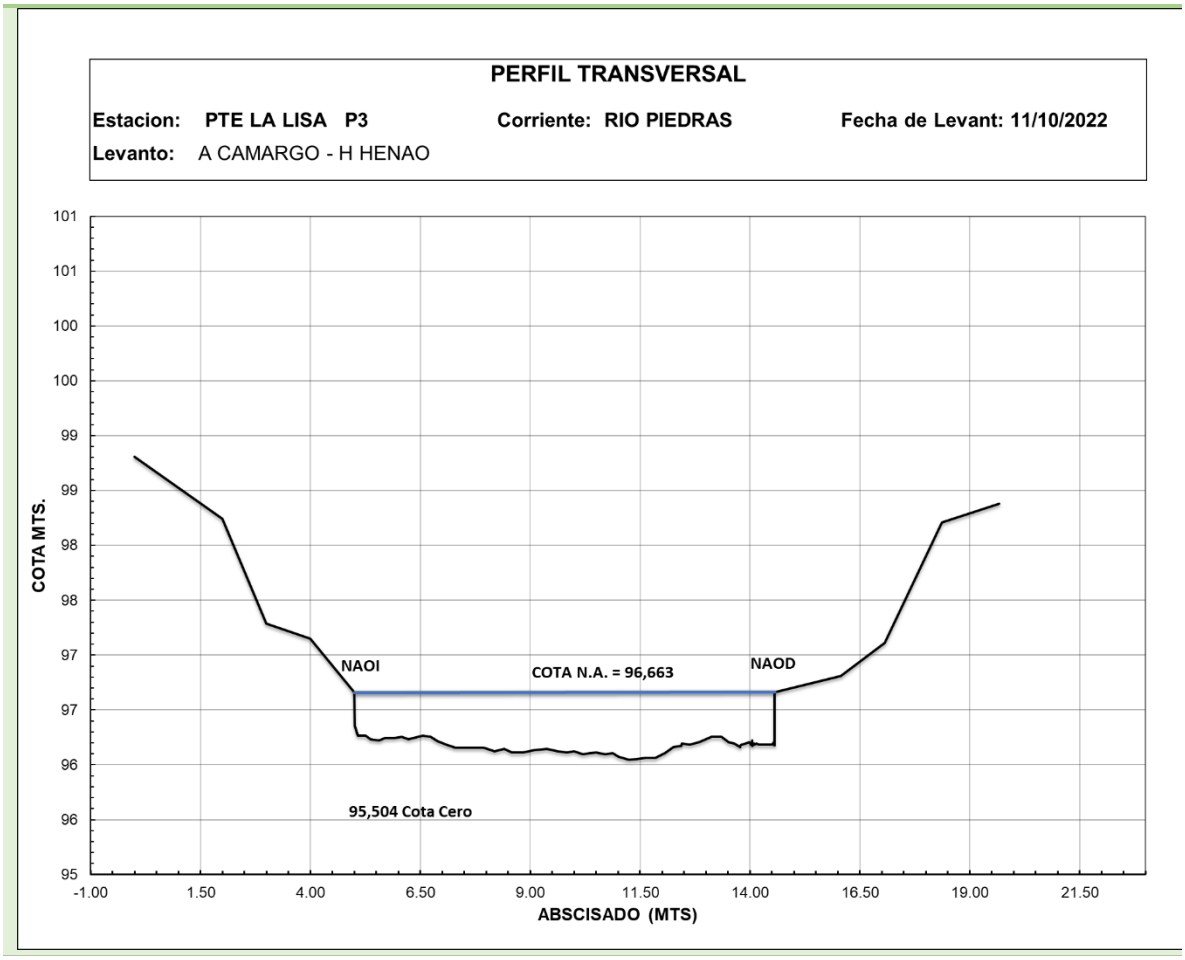
ESTACIÓN C-1501-P2



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2,042	0,869	6,320	9,644

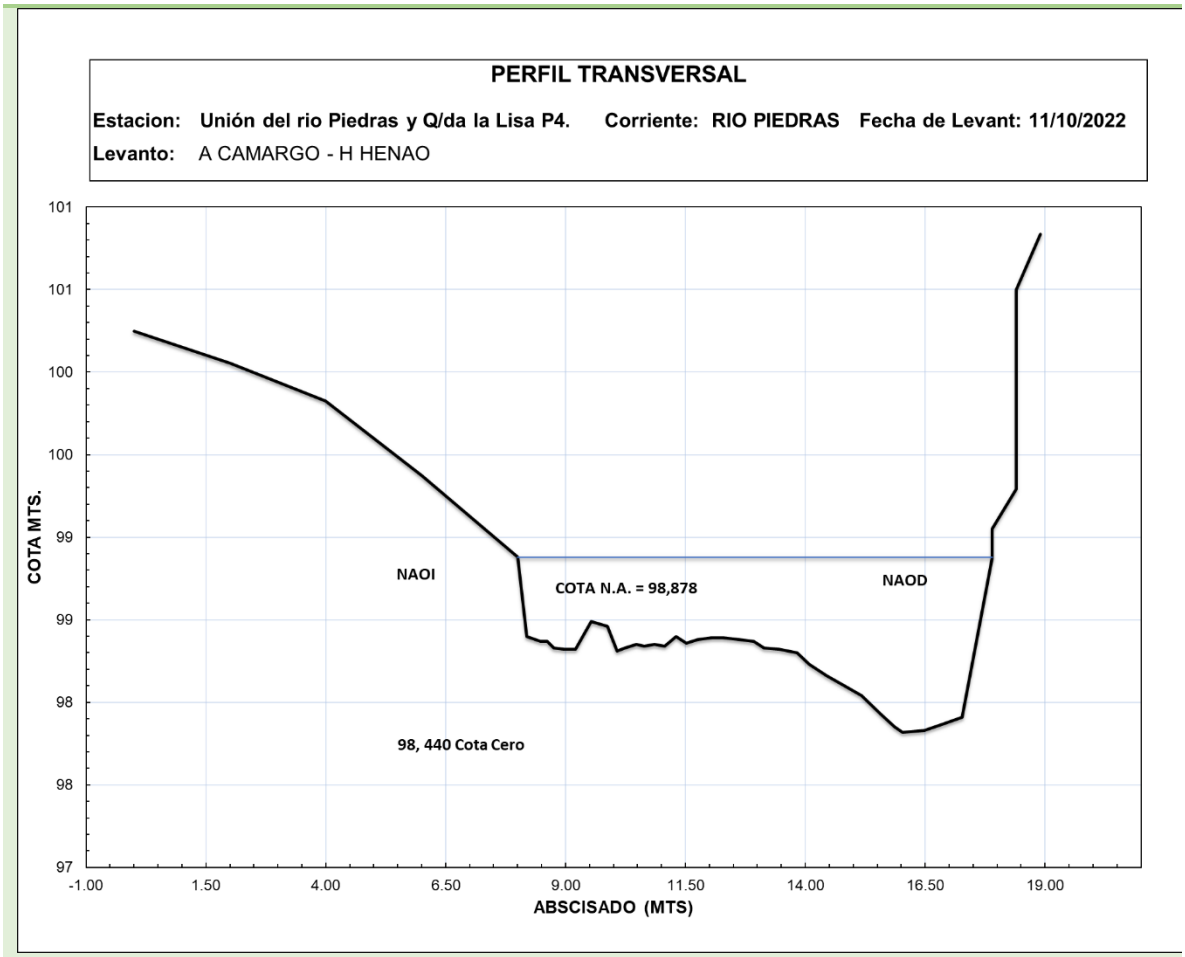
ESTACIÓN C-1501-P3



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1,322	1,384	9,847	12,113

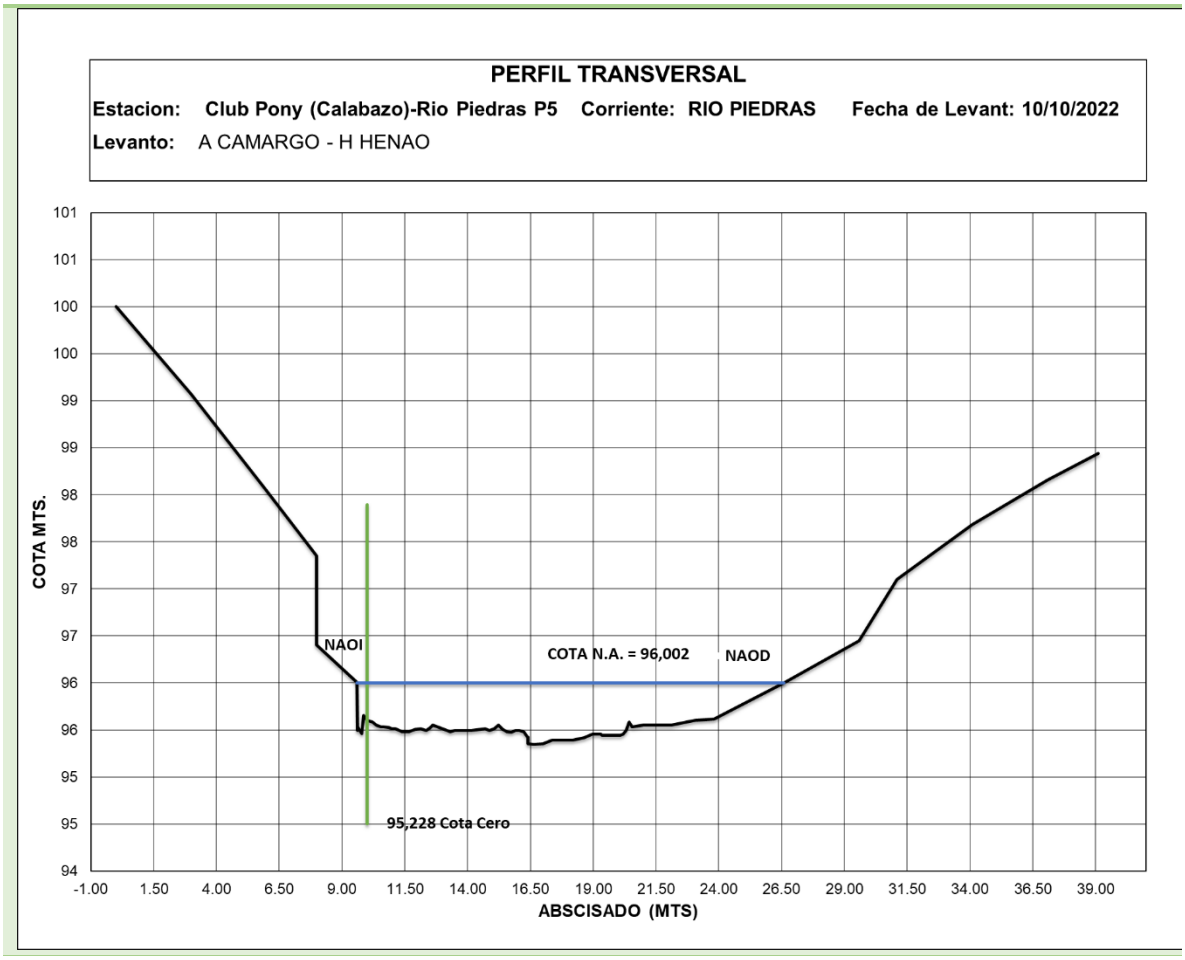
ESTACIÓN C-1501-P4



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3,235	1,077	9,993	14,751

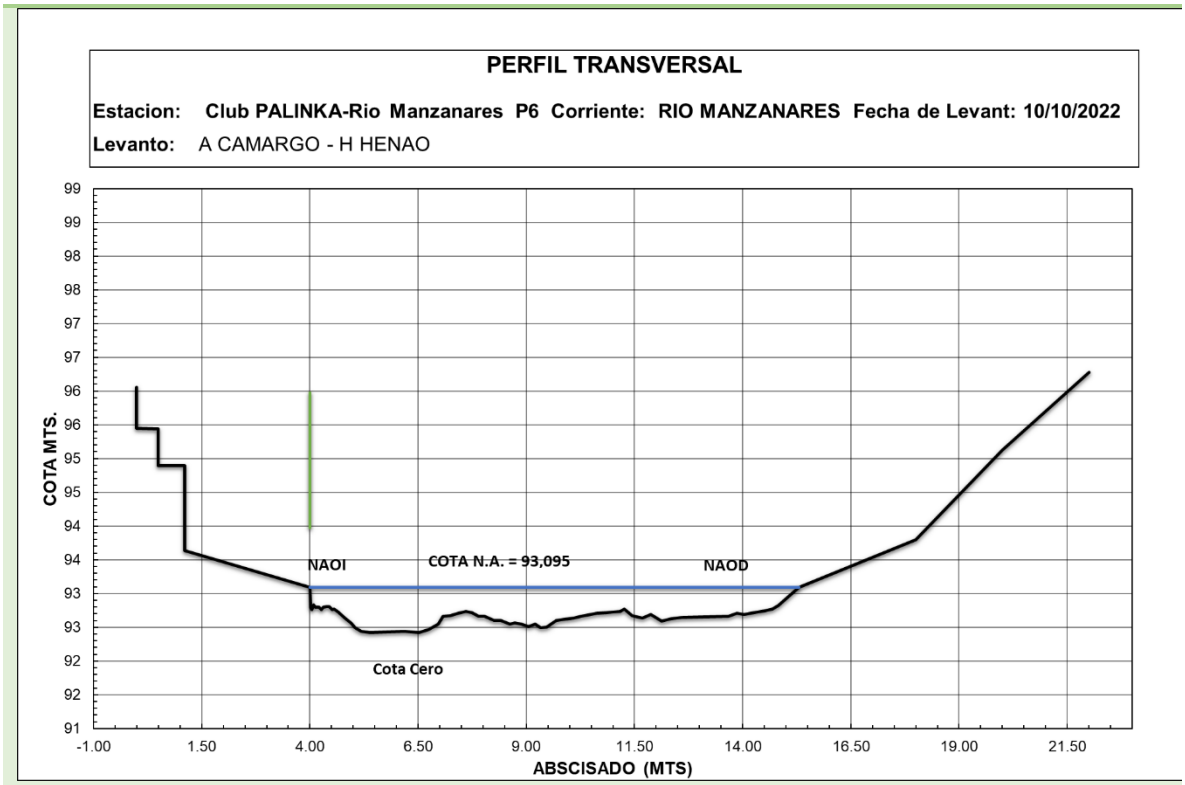
ESTACIÓN C-1501-P5



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2,287	0,916	10,051	17,077

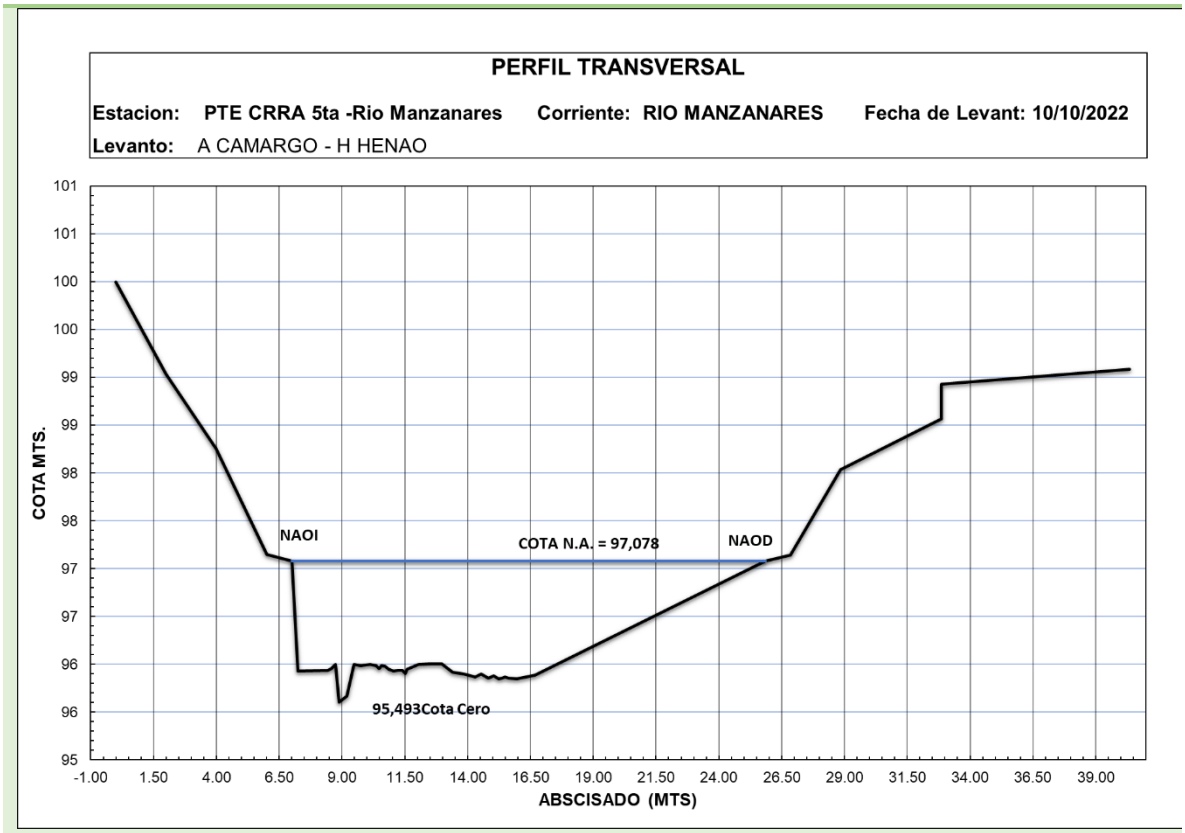
ESTACIÓN C-1501-P6



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
4,476	0,782	6,082	14,445

ESTACIÓN C-1501-P7



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3,430	1,374	*	10,822

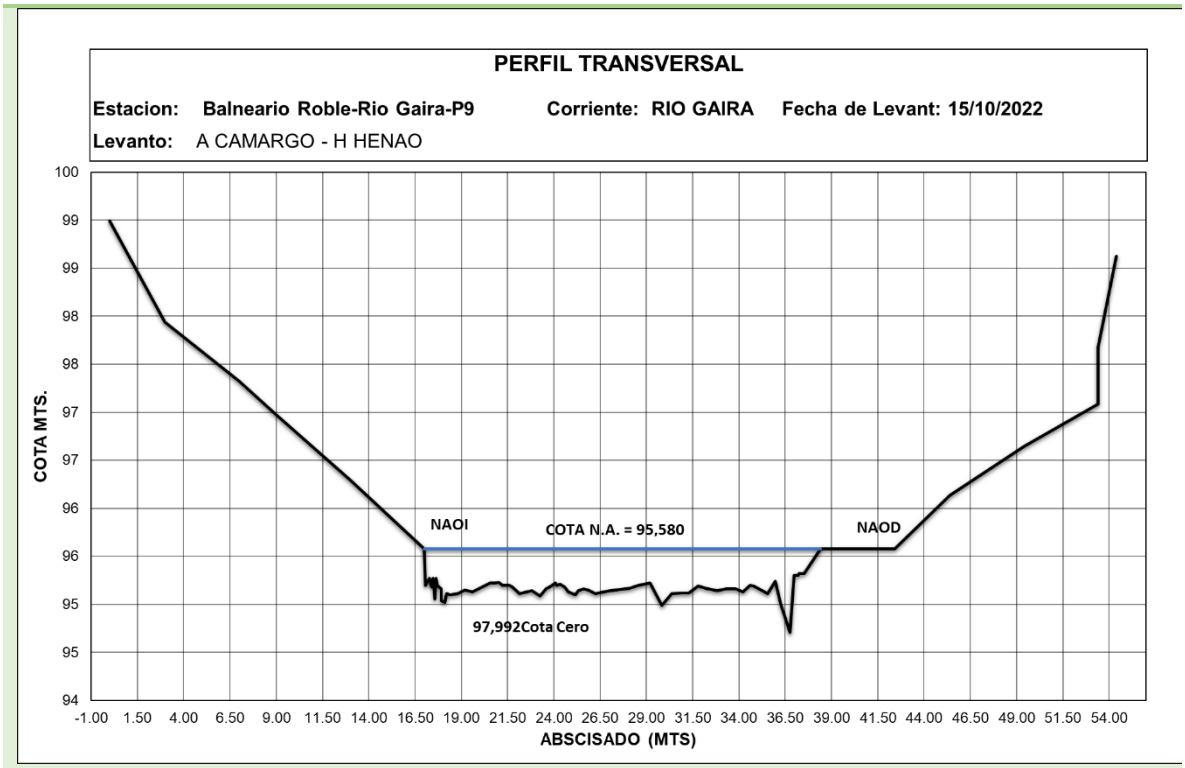
ESTACIÓN C-1501-P8

No se realiza perfil por las condiciones meteorológicas del día de la visita.

Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)

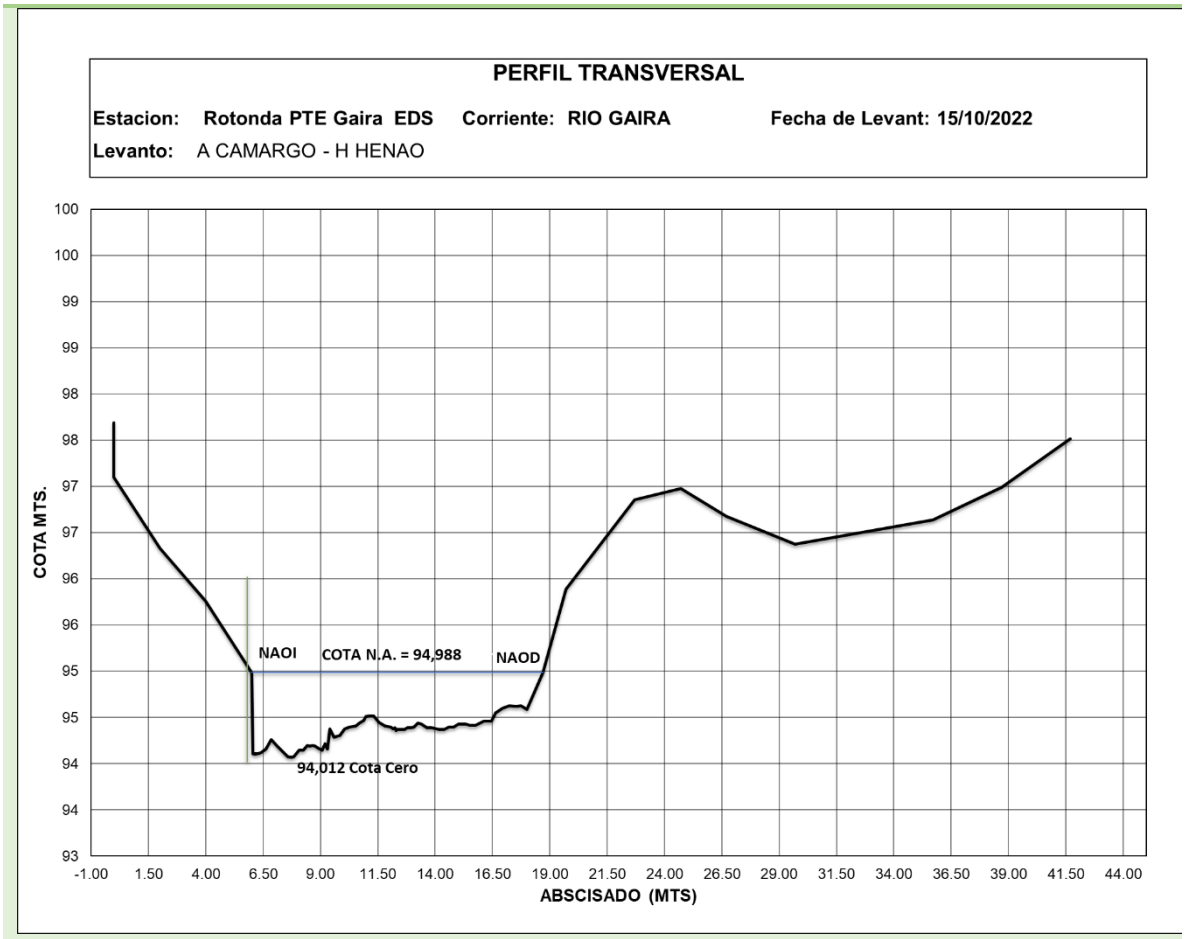
ESTACIÓN C-1501-P9



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2,888	0,870	6,377	20,413

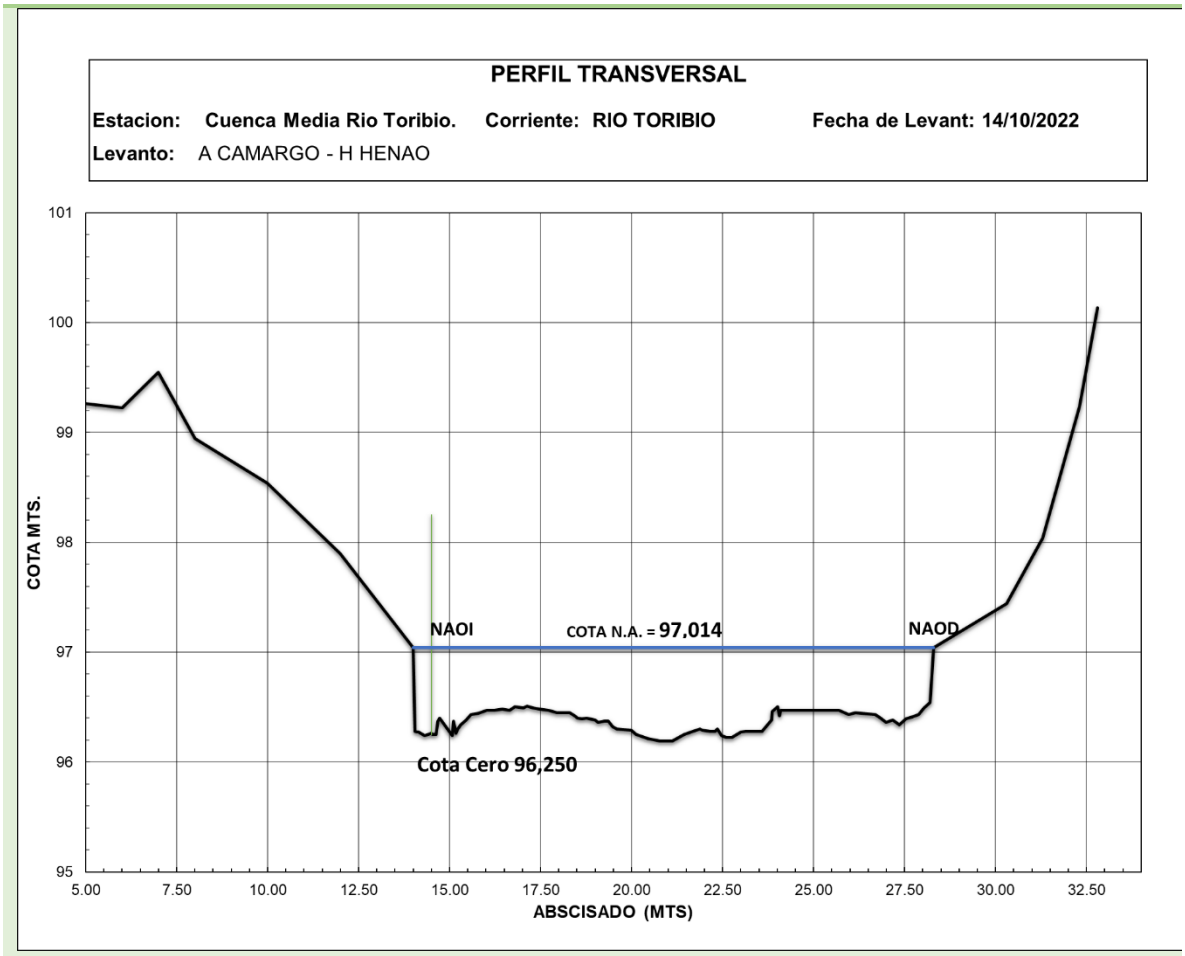
ESTACIÓN C-1501-P10



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
4,877	0,870	6,377	13,257

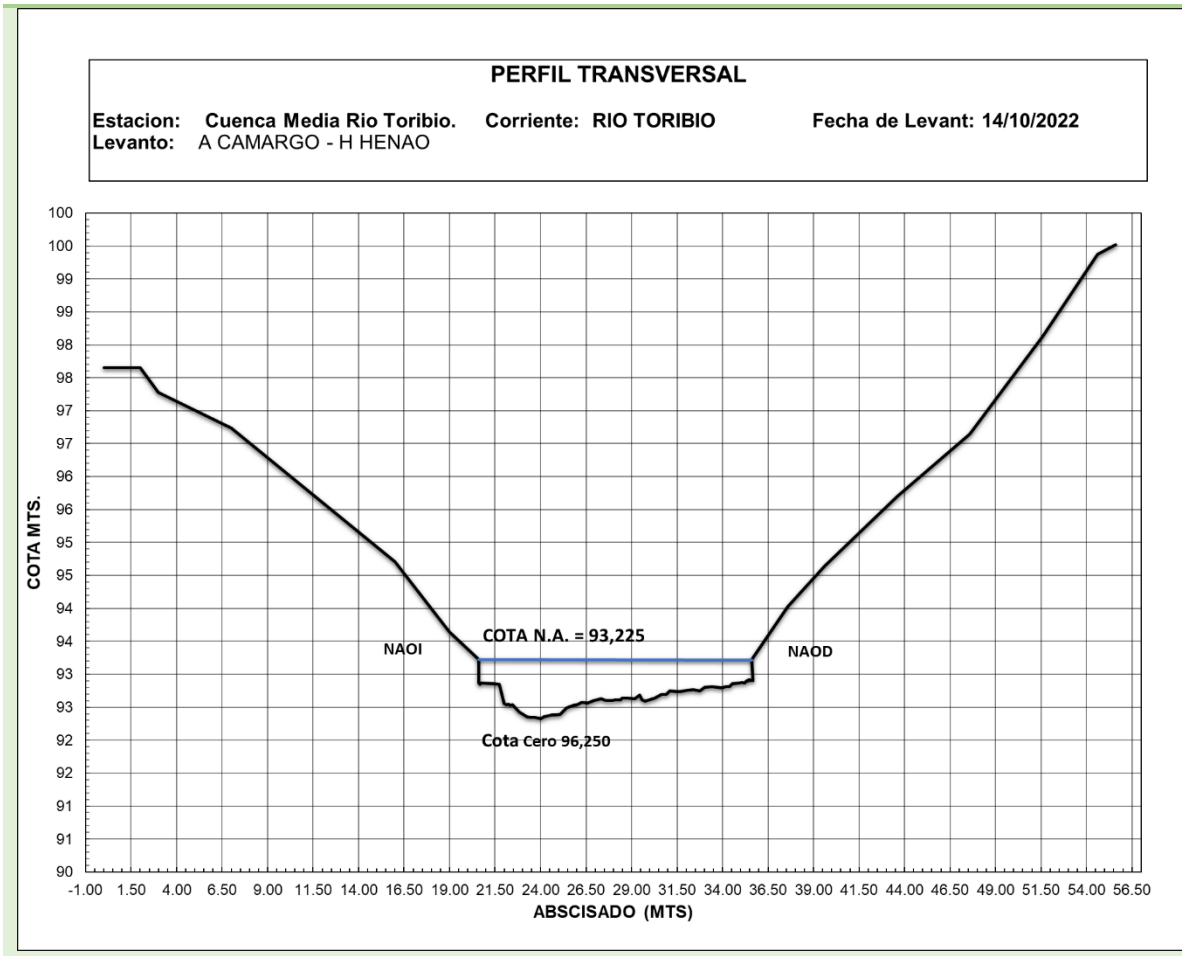
ESTACIÓN C-1501-P11



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
6,580	0,884	11,759	20,334

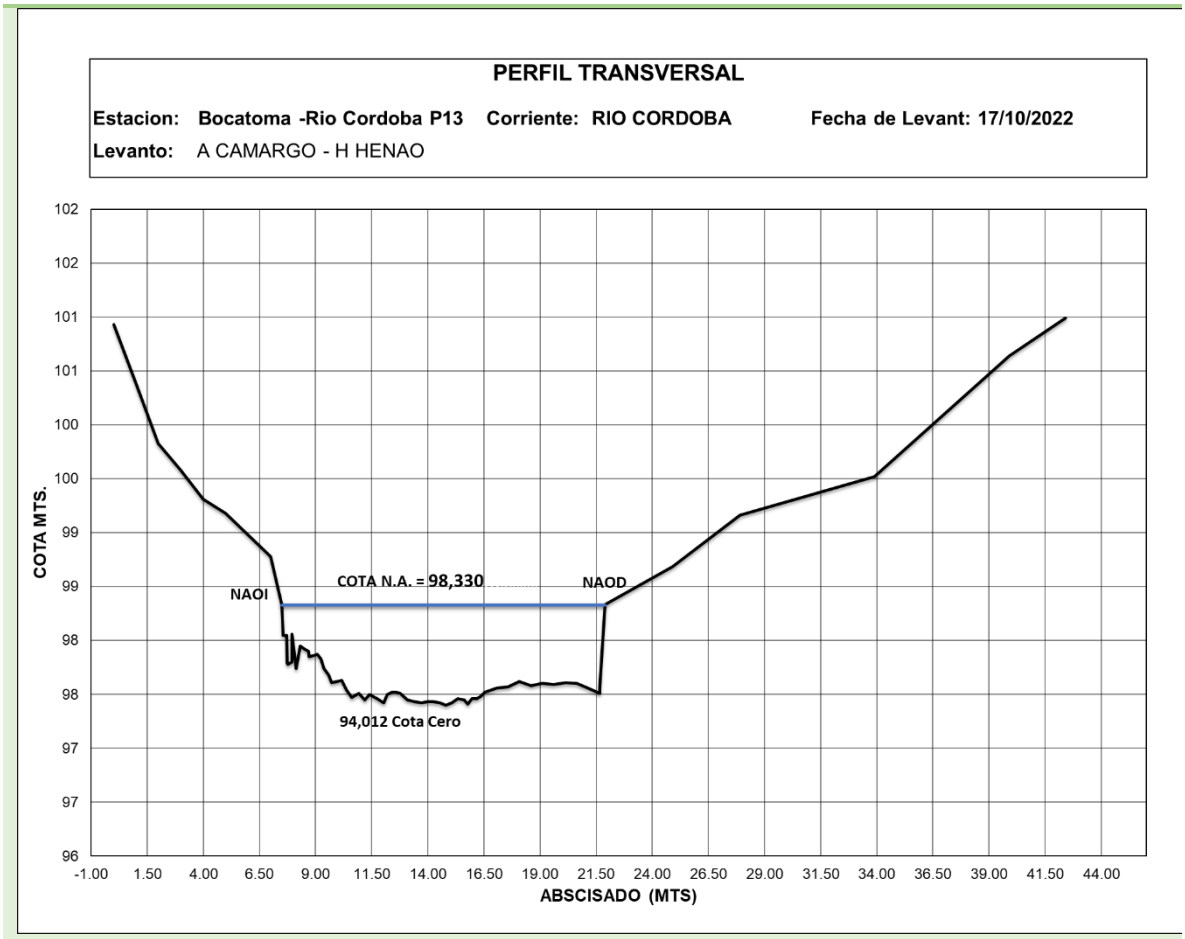
ESTACIÓN C-1501-P12



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
6,073	0,901	8,041	14,130

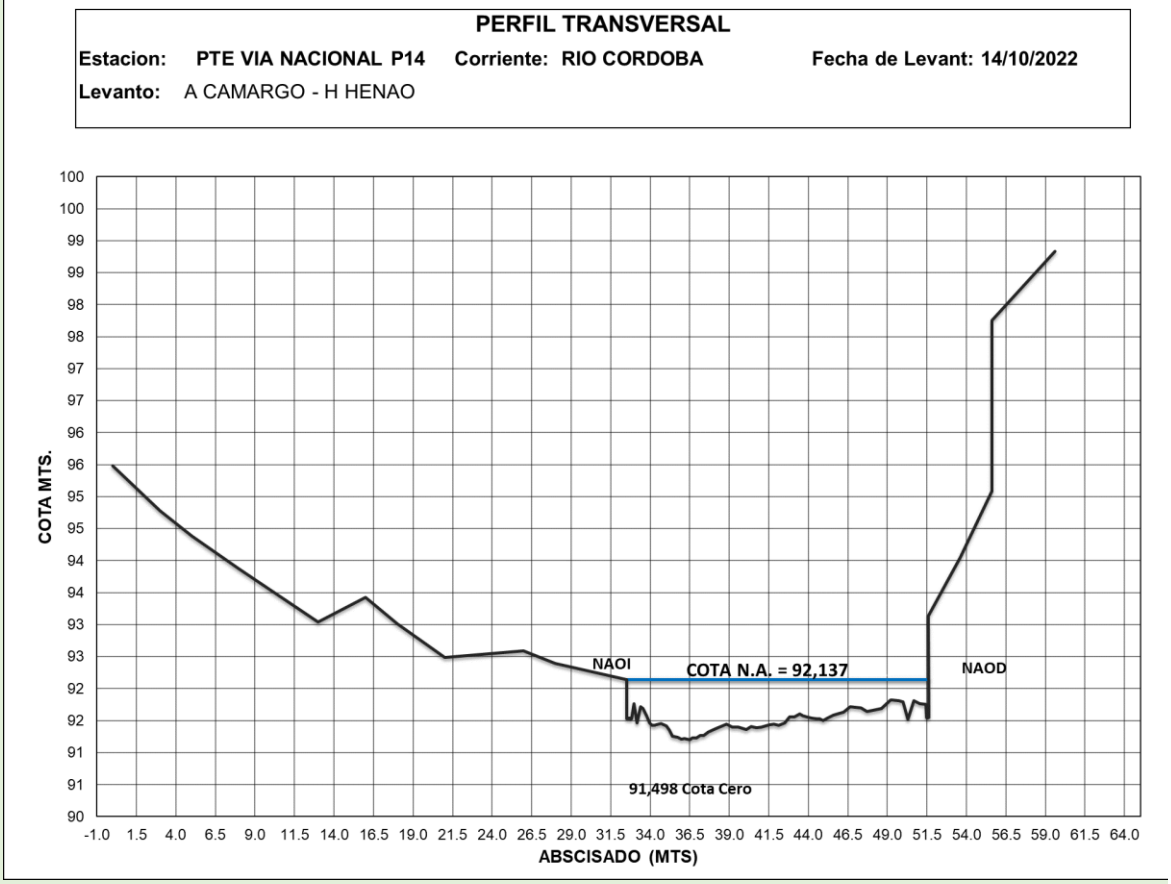
ESTACIÓN C-1501-P13



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
7,977	0,987	12,203	17,963

ESTACIÓN C-1501-P14

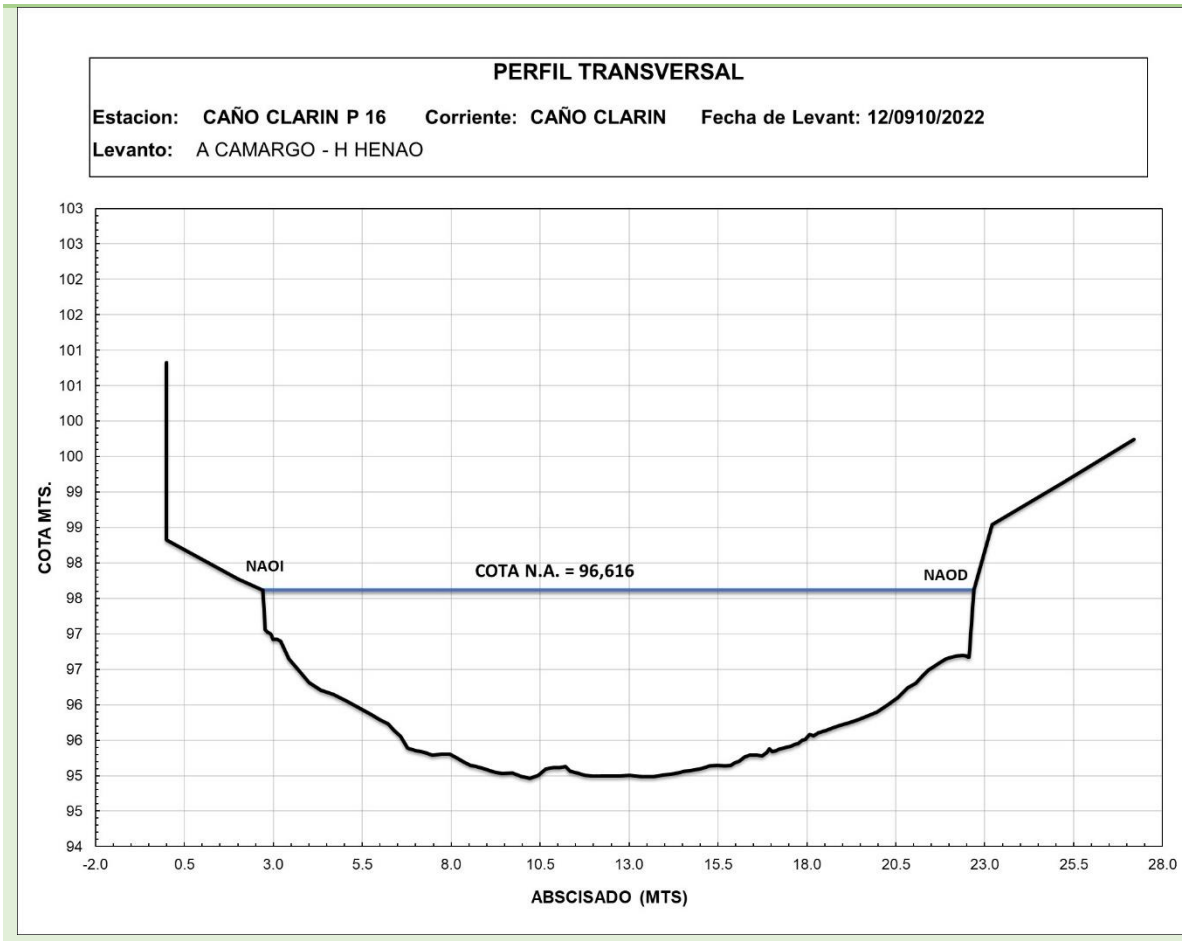


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
8,510	1,251	10,284	18,014

SECCIONES TRANSVERSALES SZH NNSS 2906

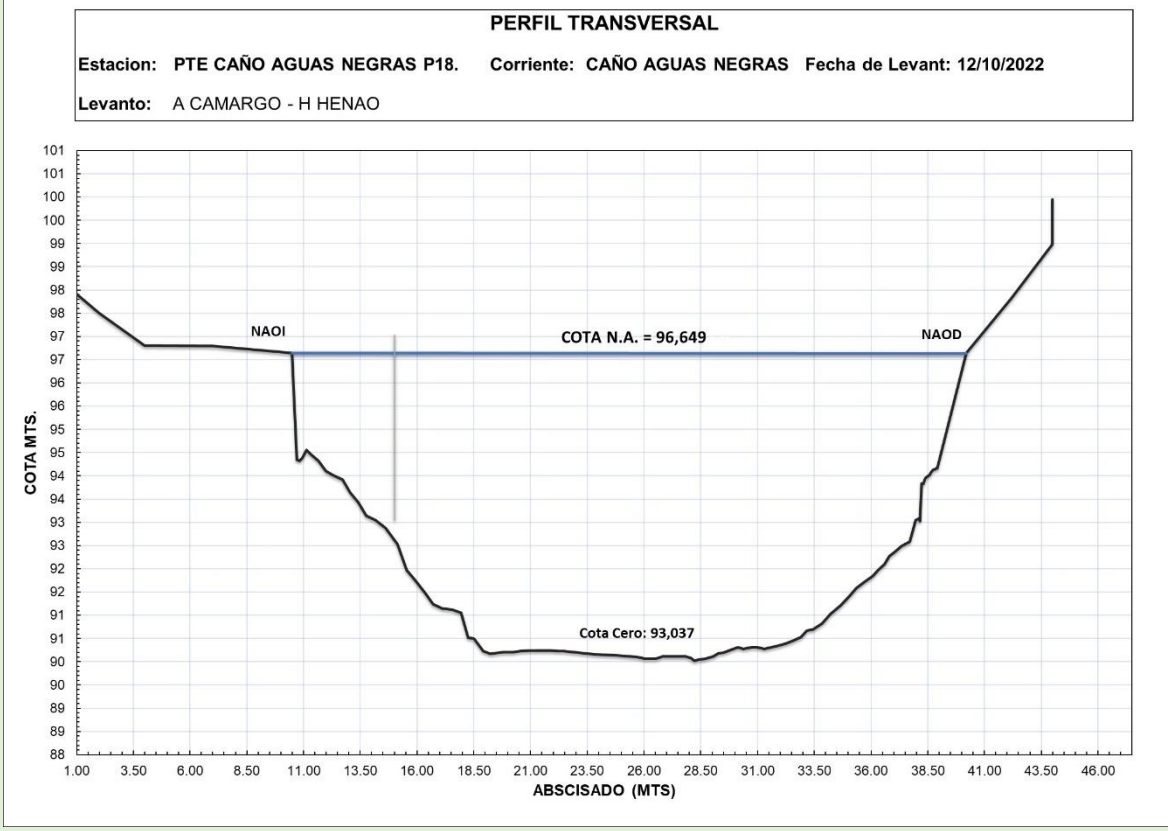
C-NNSS 2906-P16



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
17,921	2,699	37,365	20,099

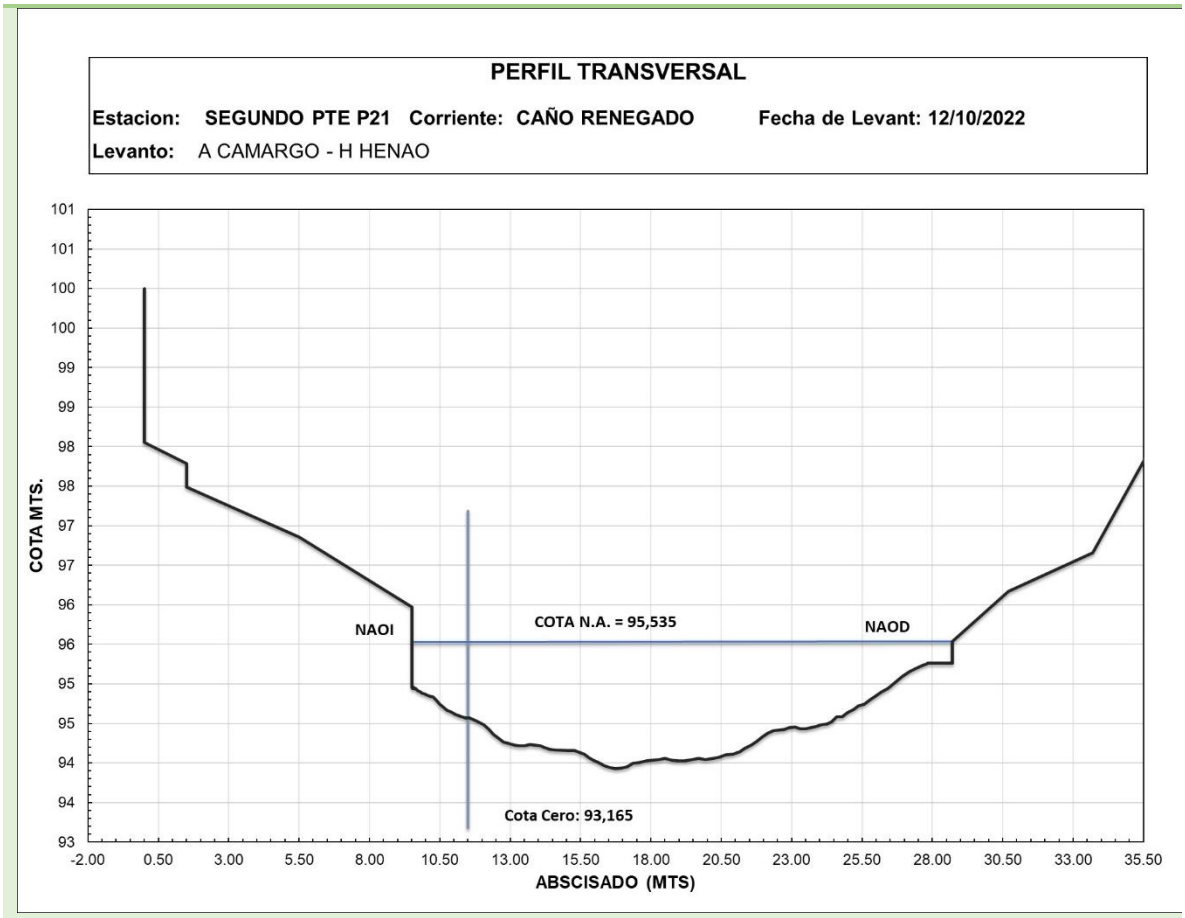
ESTACIÓN NNSS 2906-P18



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
118,164	6,671	139,185	29,754

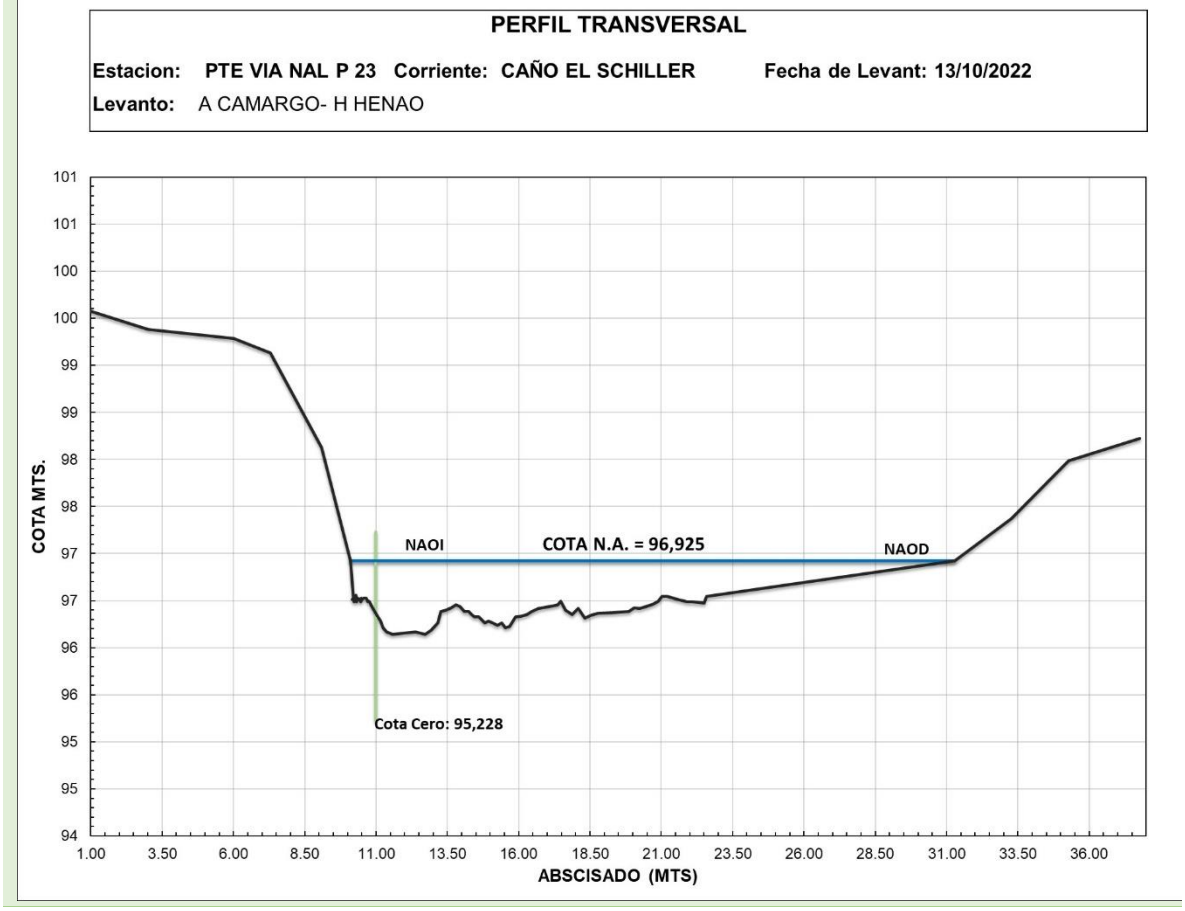
ESTACIÓN NNSS 2906-P21



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2,518	1,606	20,874	20,589

ESTACIÓN NNSS 2906-P23



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1,567	1,784	*	12,144

OBSERVACIONES.

El trabajo de campo siempre conlleva múltiples problemas que se tienen que resolver in situ y en el momento, y este trabajo no fue la excepción, las condiciones meteorológicas presentes en el momento del levantamiento en campo fueron muy fluctuantes y no ayudaron mucho en el avance del trabajo. Debido a que las lluvias hicieron presencia durante el trabajo de campo, esto retraso las actividades inicialmente programadas, en algunos días el río amanecía con niveles un poco altos lo que dificultaba la libre movilidad sobre él, así mismo la lluvia demoraba el levantamiento de las secciones topográficas, puesto que los equipos de topografía no se pueden mojar, debido que sus lentes muchas veces se empañaban e impedían las lecturas de las miras etc.

CAMPAÑA 3

RESULTADOS

RESUMEN DE AFOROS LÍQUIDO - CAMPAÑA 3

Producto de los trabajos anteriormente descrito, a continuación, se presentan los resultados de los aforos líquidos medidos en cada una de las estaciones y la cota nivel de Agua medida en el instante.

A continuación, se presentan el resumen de aforos medidos para la SZH 1501

Tabla 3. Aforos Líquidos SZH 1501

ESTACIÓN	NIVEL AGUA (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m3/s)	PROF_MEDIA (m)	EQUIPO DE MEDICIÓN
1501-1	1,00	10,72	6,98	0,433	3,021	1,029	ADCP
1501-2	0,59	9,138	5,64	0,426	2,401	0,848	ADCP
1501-3	1,25	12,22	7,75	0,350	2,702	1,131	ADCP
1501-4	0,65	14,97	10,96	0,492	5,384	1,164	ADCP
1501-5	1,05	25,24	13,72	0,647	8,773	1,108	ADCP
1501-6	0,95	14,5	6,35	0,759	4,817	0,438	FT2
1501-7	1,14	13,23	12,35	0,669	8,246	1,422	ADCP
1501-8 (26/11/22)	0,66	17,95	8,07	0,546	4,330	0,825	ADCP
1501-8 (13/12/22)	0,56	14,700	5,162	0,596	3,077	0,351	FT2
1501-9	1,02	18,30	5,82	0,669	3,895	0,318	FT2
1501-10	1,12	13,63	7,539	0,630	4,717	0,926	ADCP
1501-11	0,68	19,00	10,00	0,533	5,334	0,526	FT2
1501-12	1,26	17,23	8,207	0,589	4,831	0,817	ADCP
1501-13	0,77	18,00	11,64	0,753	8,768	0,647	FT2
1501-14	0,86	19,50	9,06	0,955	8,656	0,465	FT2

Fuente: Fundación Creamos

A continuación, se presentan el resumen de aforos medidos SZH NNSS 2906

Tabla 4. Aforos Líquidos SZH NNSS 2906

ESTACIÓN	NIVEL AGUA (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m3/s)	PROF_MEDIA (m)	EQUIPO DE MEDICIÓN
NNSS-16	1,41	20,528	41,009	0,539	21,948	2,846	ADCP
NNSS-18	4,06	30,334	157,370	0,797	125,318	7,20	ADCP
NNSS-21	2,44	20,282	22,570	0,102	2,305	1,654	ADCP
NNSS-23	1,62	15,285	13,937	0,111	1,547	1,471	ADCP

Fuente: Fundación Creamos

Tabla 5. Aforos Líquidos SZH 2907

ESTACIÓN	NIVEL AGUA (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m3/s)	PROF_MEDIA (m)	EQUIPO DE MEDICIÓN
NNSS-28 (18/11/22)	4,09	65,613	175,712	0,629	110,428	6,824	ADCP
NNSS-28 (13/12/22)	4,50	49,81	177,07	0,609	107,97	7,189	ADCP

NOTA:

La Estación **C-NSS-2906-01-P17** compuertas ruta 2702 – Caño el Burro, por trabajos de limpieza y dragado del caño, se encontró sin ingreso de agua y la sección bloqueada en varios puntos, imposibilitando realizar cualquier medición.

La Estación **C-NSS-2906-01-P20** Puente vía la prosperidad ruta 2702 caño el Salado, al momento de la visita se encontró el agua estancada y completamente cubierta de vegetación flotante, sin flujo de agua en la sección transversal, imposibilitando realizar la medición.

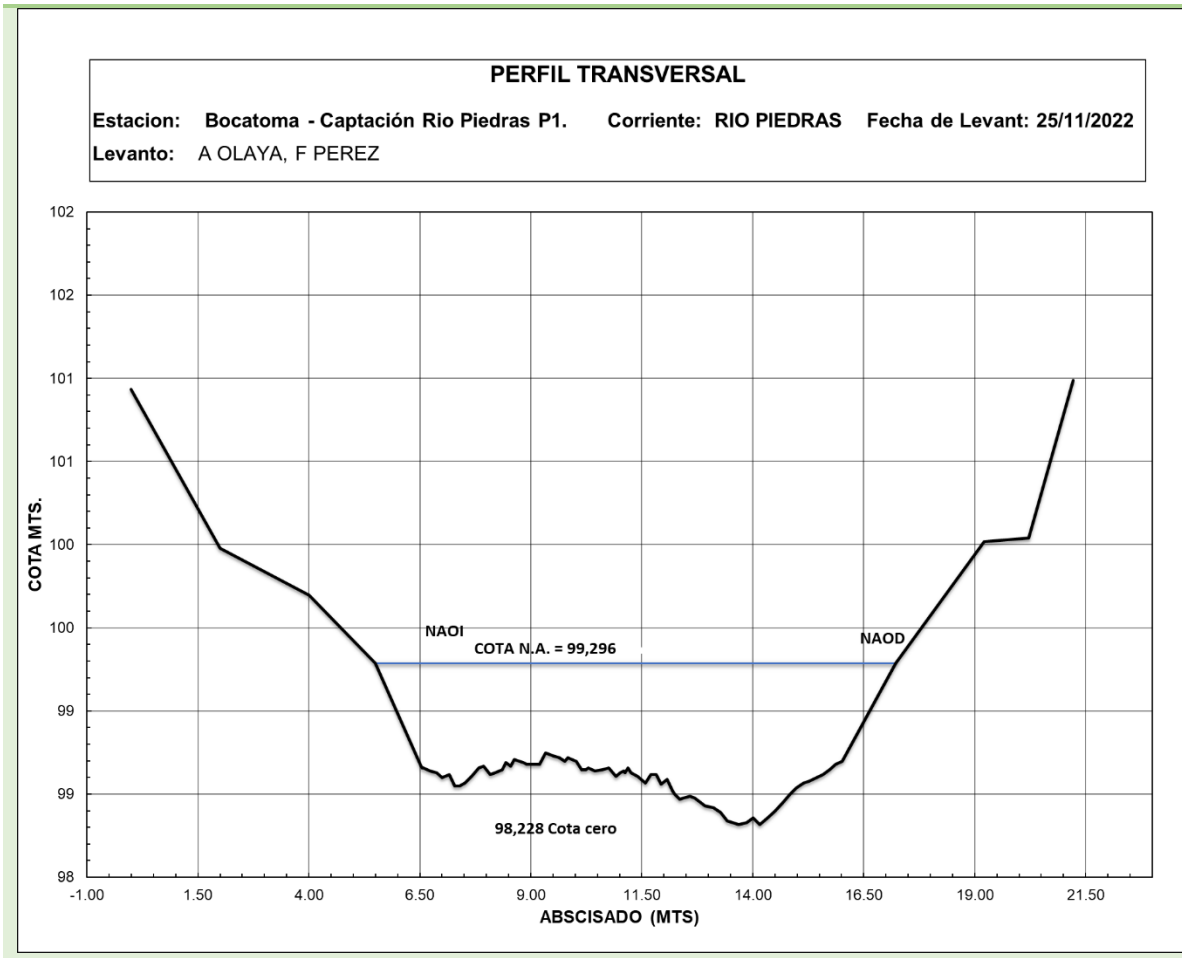
La Estación **C-NSS-2906-01-P24** Puente Pivijay – Salamina Caño Ciego, al momento de la visita se encontró el agua estancada y con cobertura de vegetación flotante, sin flujo o velocidad en la sección transversal, imposibilitando realizar las mediciones.

SECCIONES TRANSVERSALES CAMPAÑA 3.

A continuación, se presentan los resultados del post-procesamiento del levantamiento de los perfiles, una vez verificado y validando los datos tomados en campo.

SECCIONES TRANSVERSALES SZH 1501

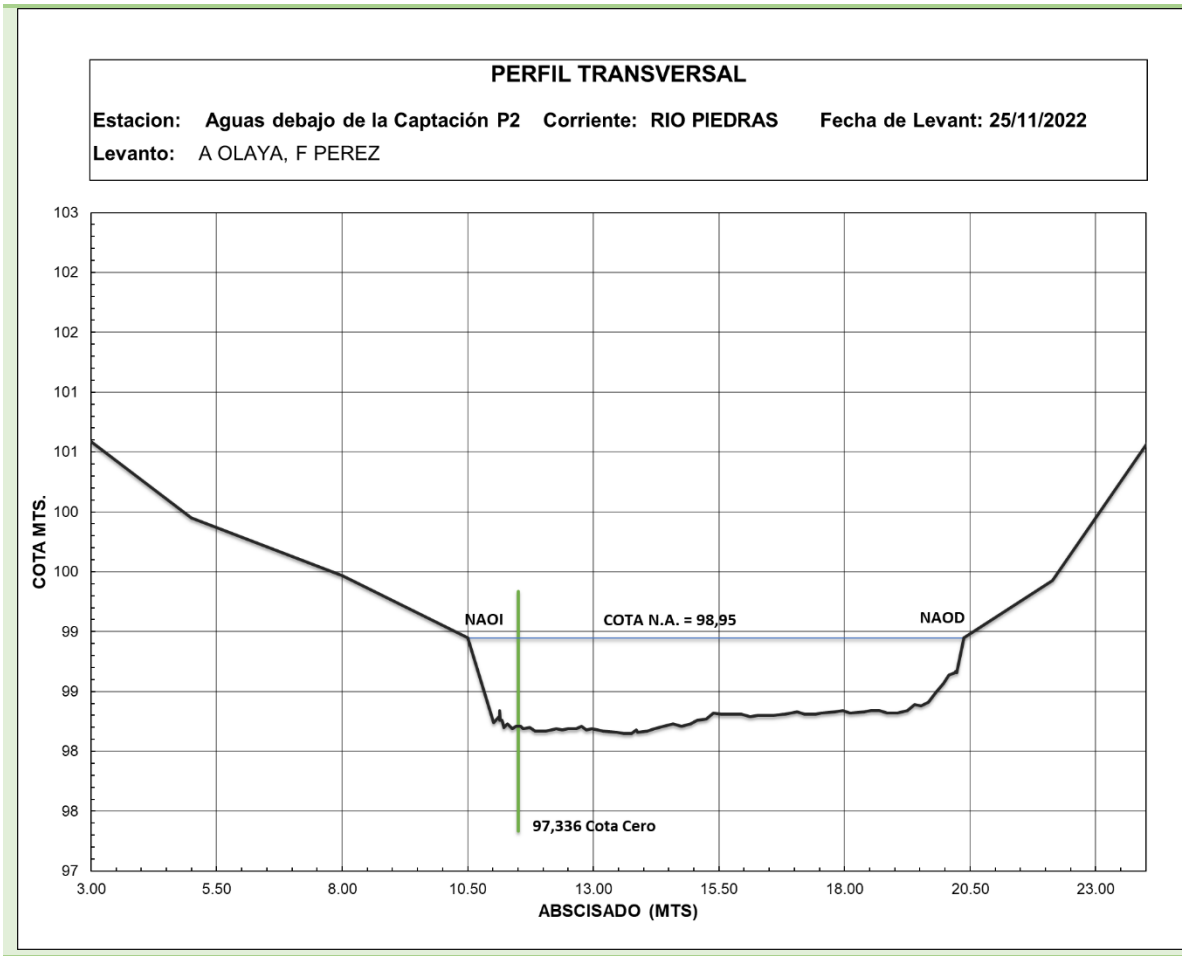
ESTACIÓN C-1501-P1



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3,021	1,029	6,982	10,718

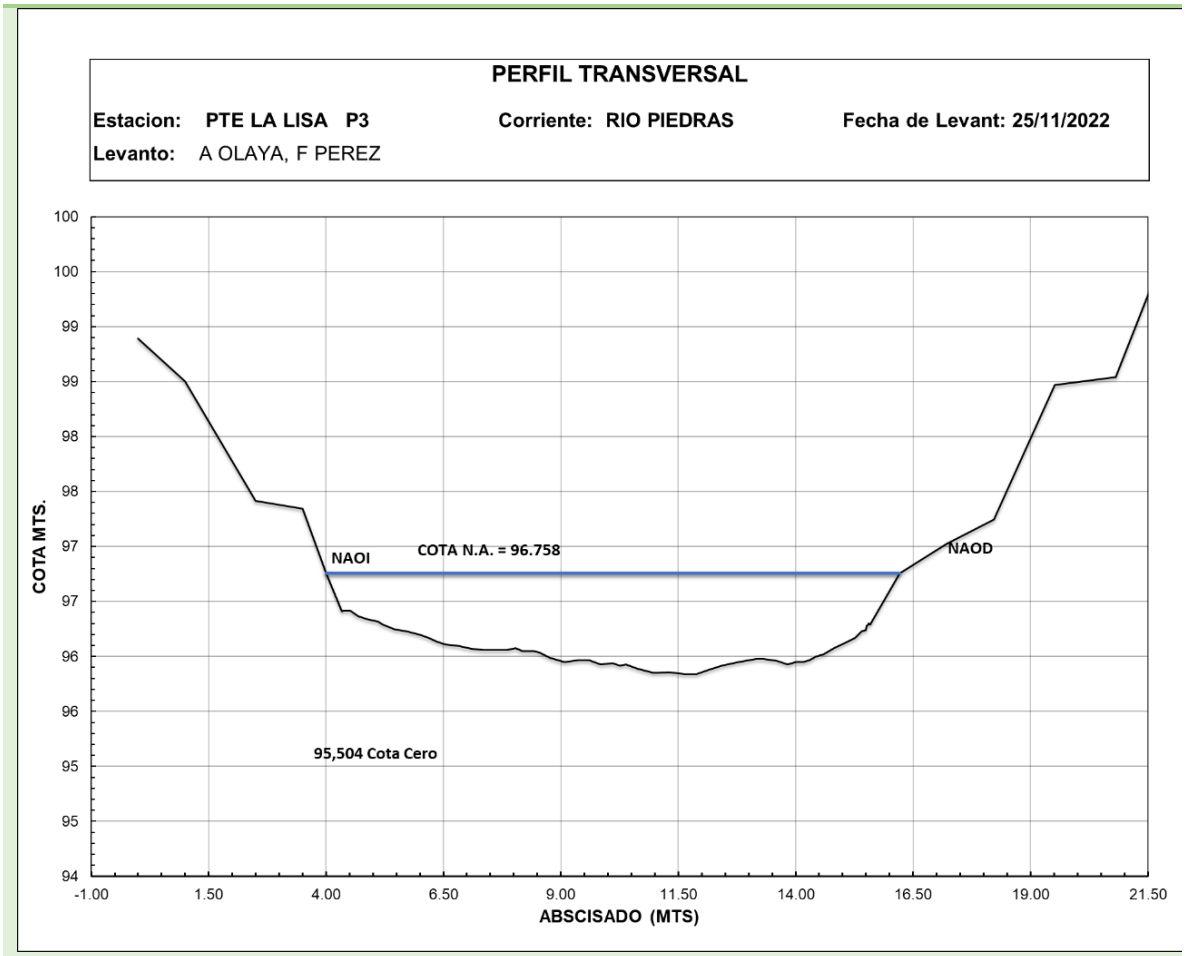
ESTACIÓN C-1501-P2



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2,401	0,848	5,636	9,138

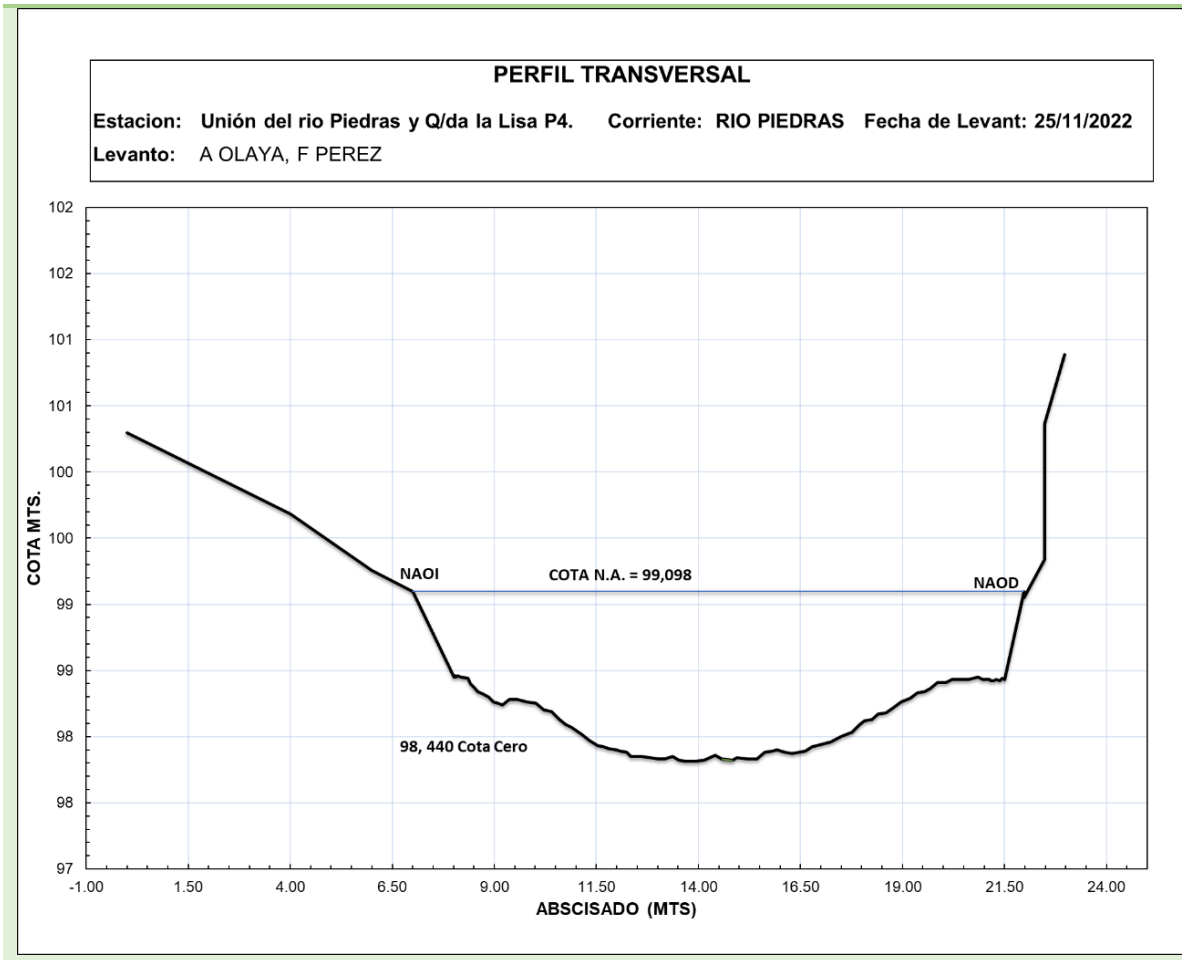
ESTACIÓN C-1501-P3



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2,702	1,131	7,751	12,218

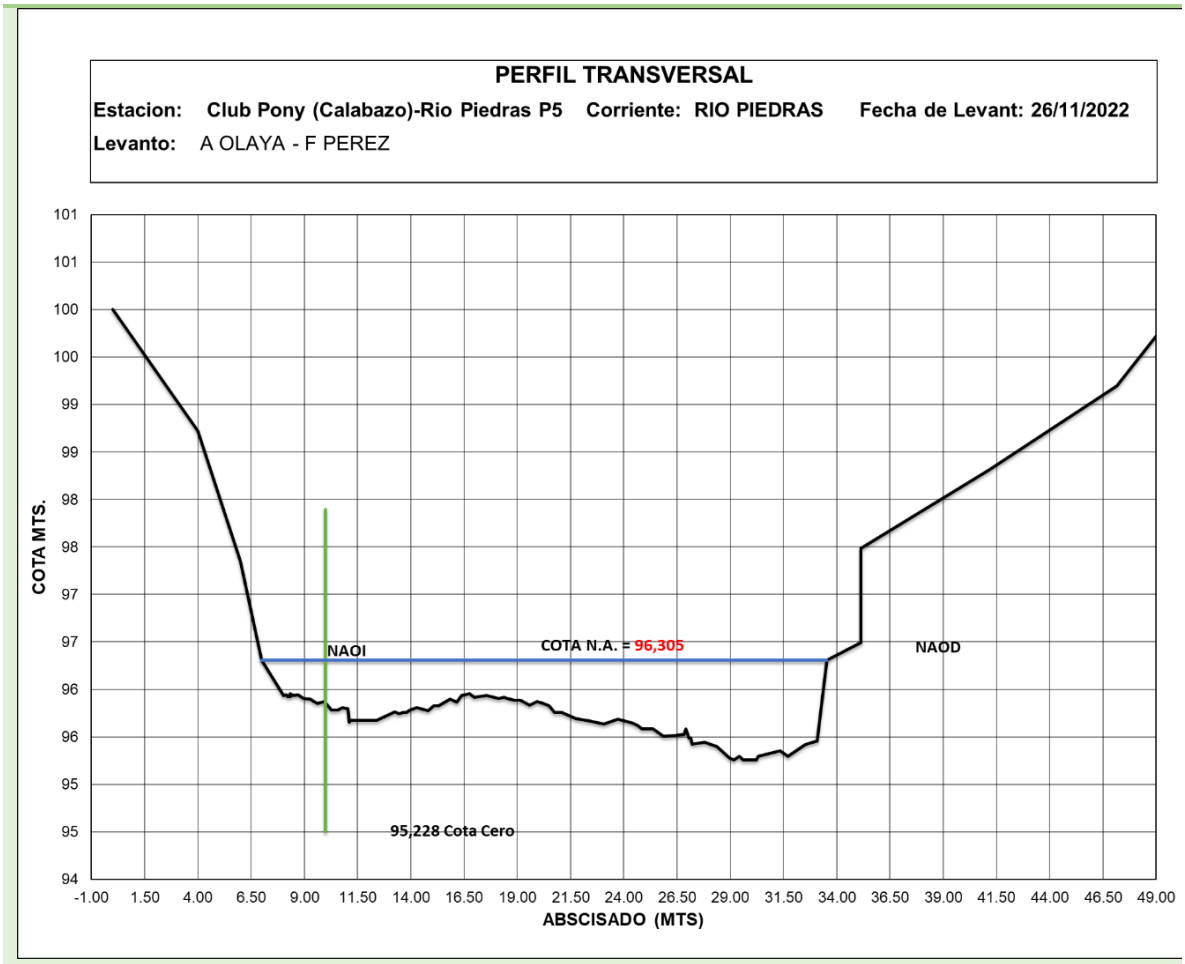
ESTACIÓN C-1501-P4



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
5,384	1,164	10,961	14,976

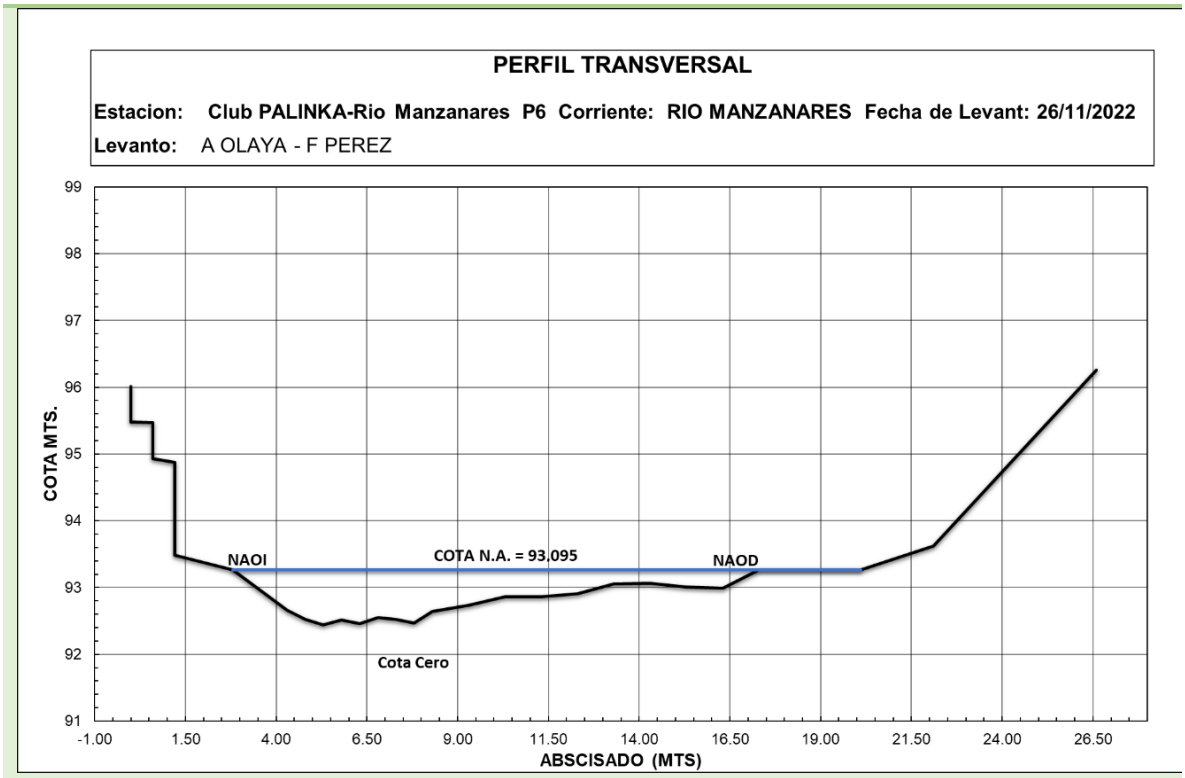
ESTACIÓN C-1501-P5



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
8,773	1,108	13,716	25,244

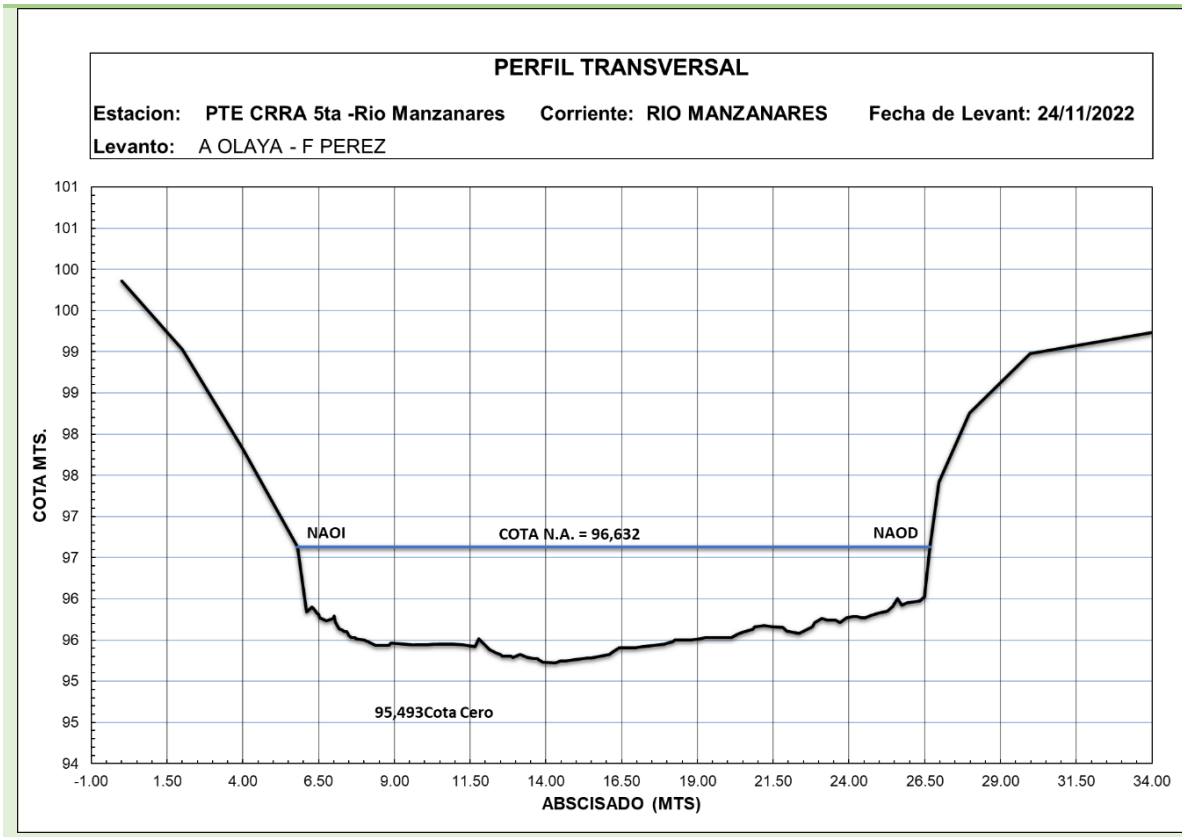
ESTACIÓN C-1501-P6



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
4,817	0,438	6,350	14,5

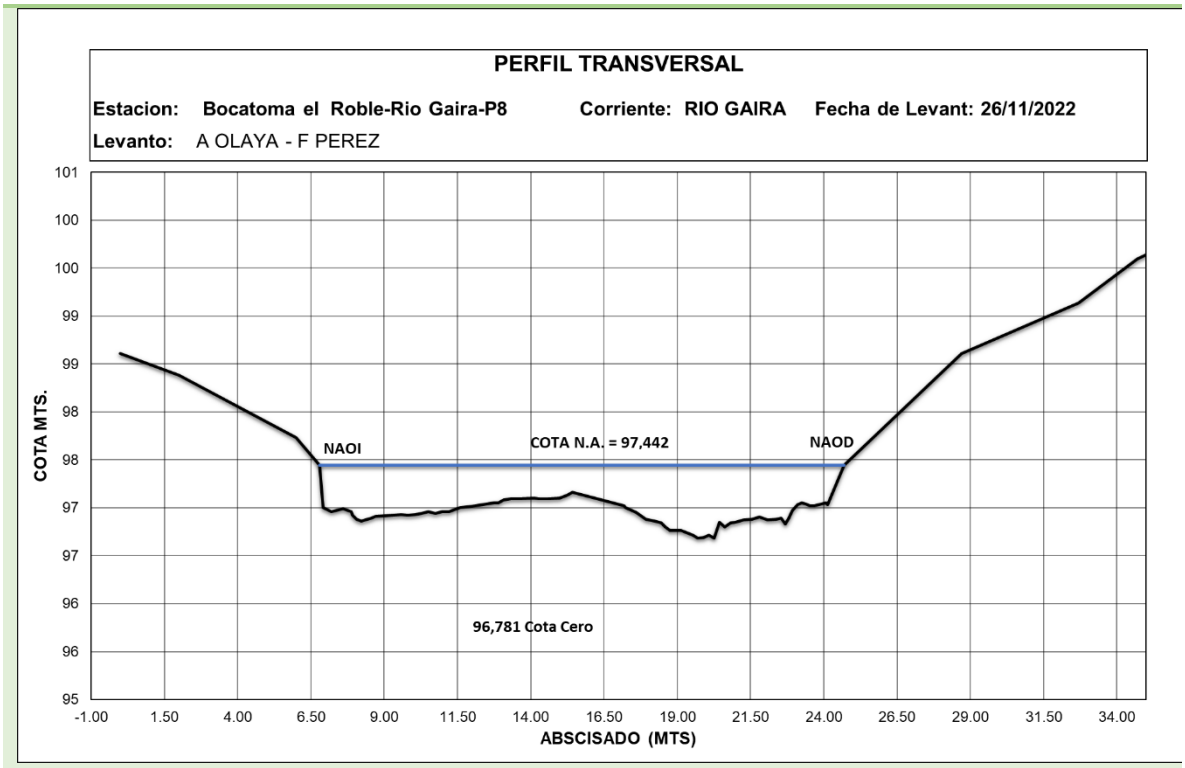
ESTACIÓN C-1501-P7



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
8,246	1,422	12,354	13,233

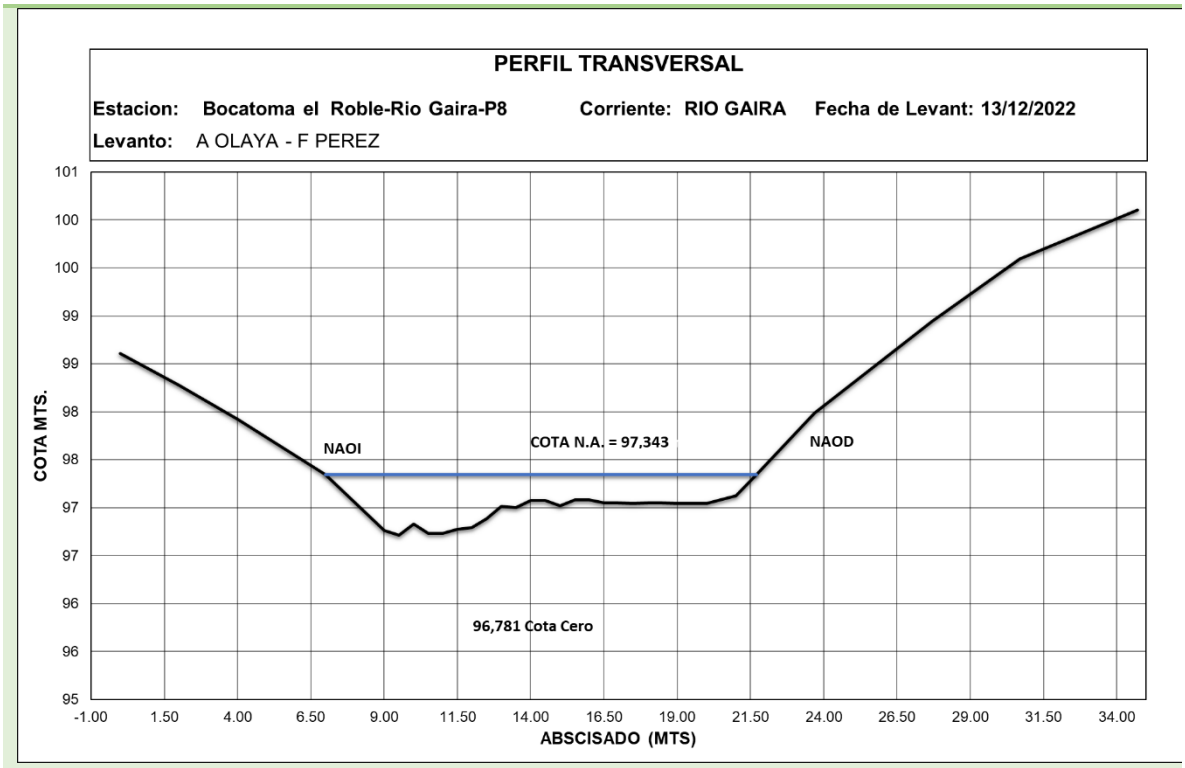
ESTACIÓN C-1501-P8_NOV



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
4,330	0,825	8,070	17,955

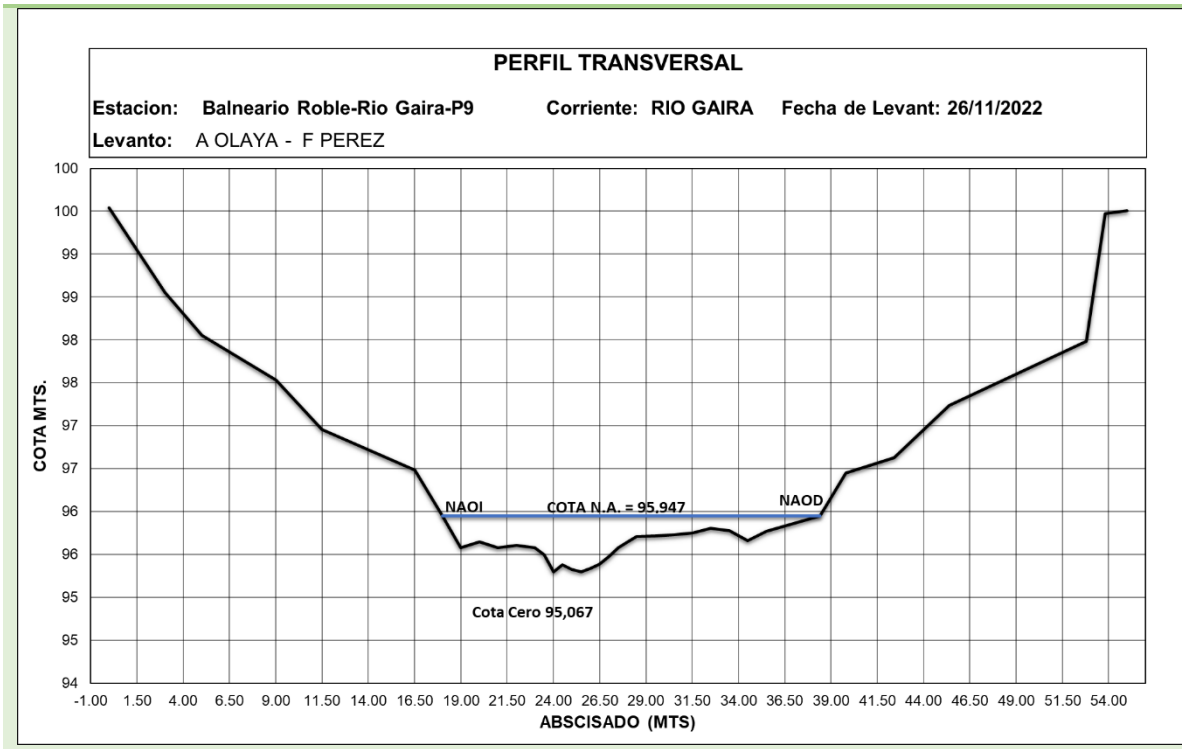
ESTACIÓN C-1501-P8_DIC



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3,077	0,351	5,162	14,700

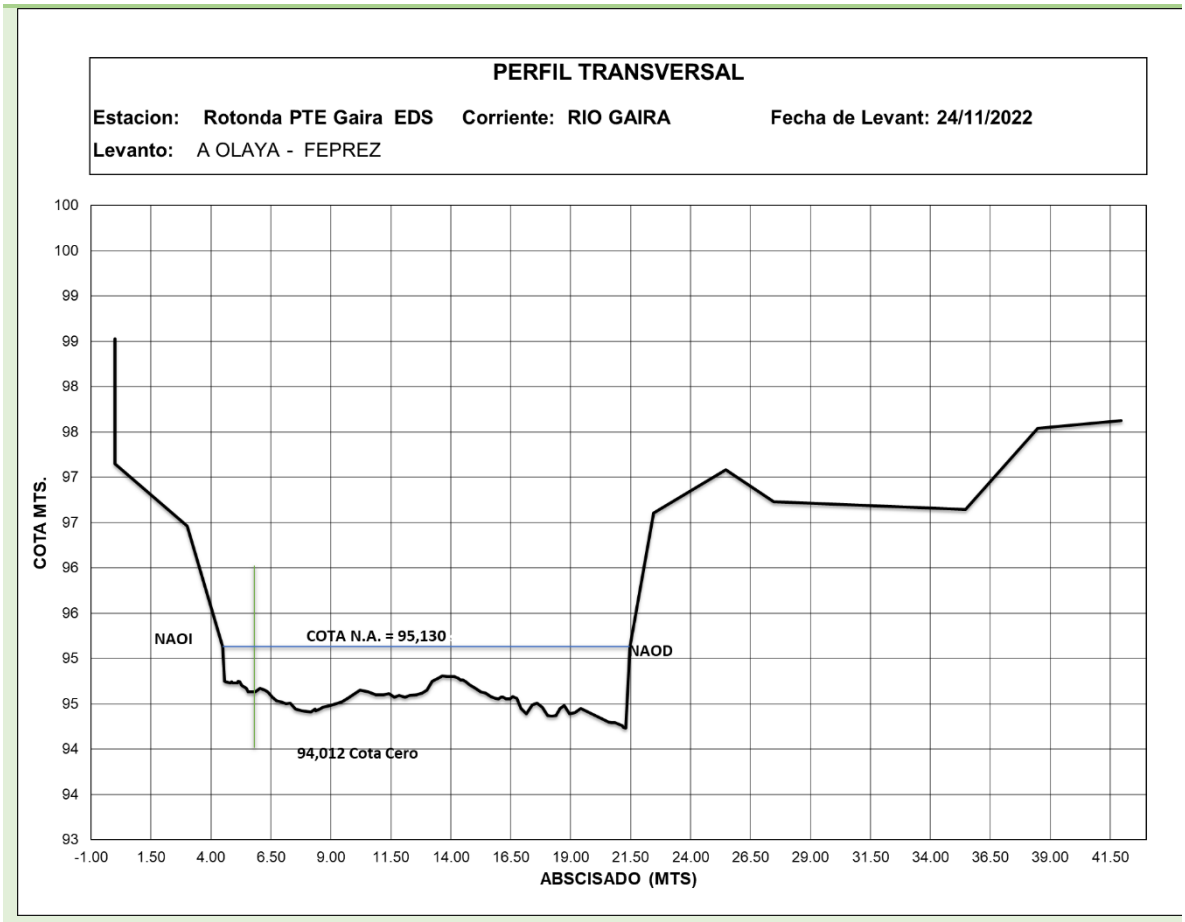
ESTACIÓN C-1501-P9



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3,895	0,318	5,82	18,3

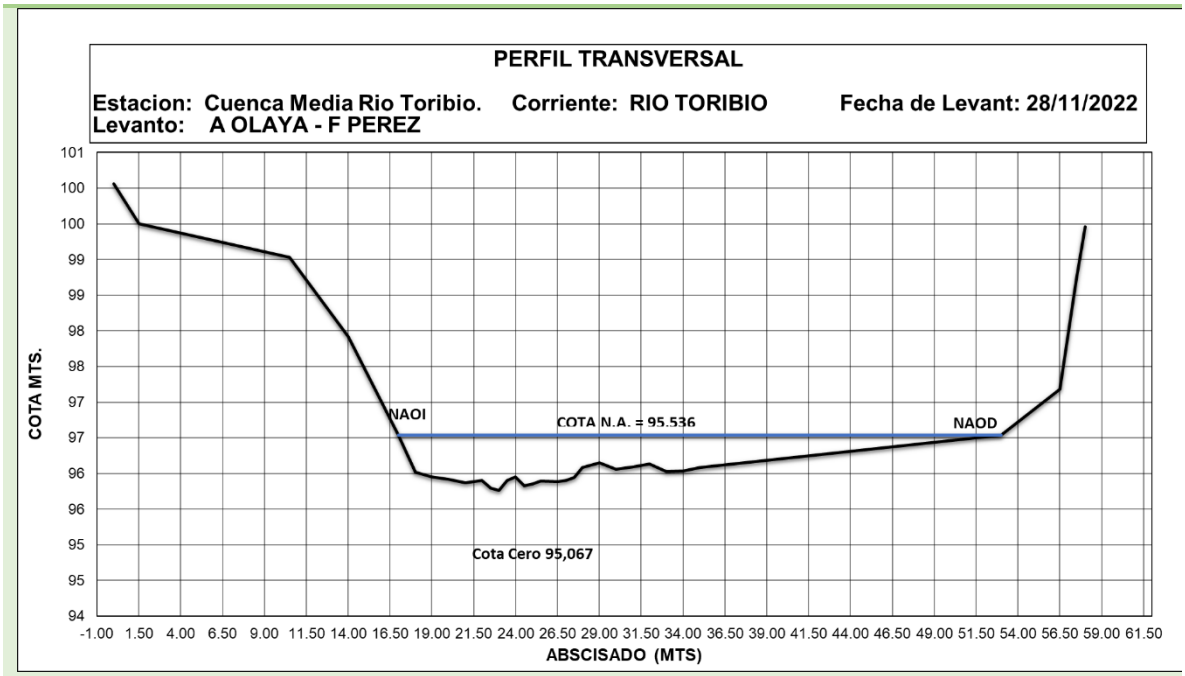
ESTACIÓN C-1501-P10



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
4,717	0,926	7,539	13,632

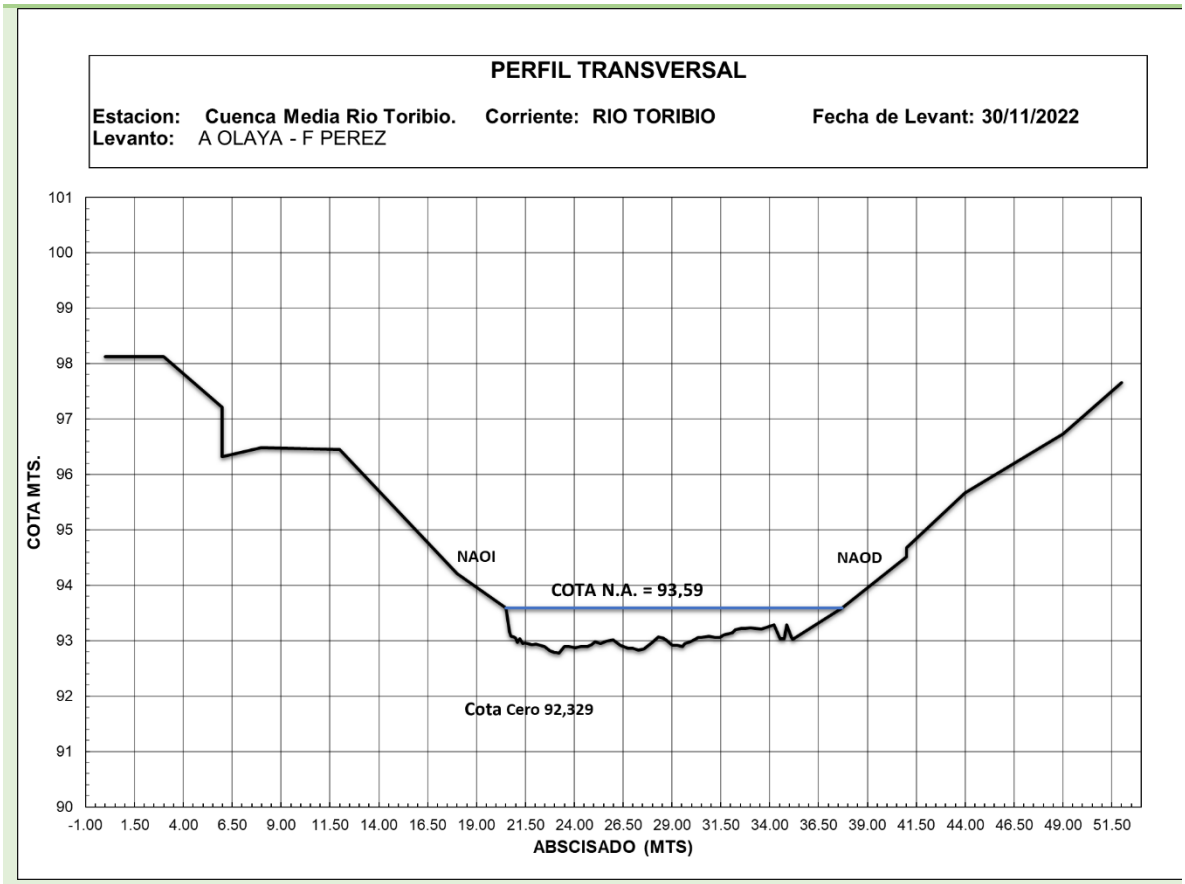
ESTACIÓN C-1501-P11



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
5,334	0,526	10,003	19,00

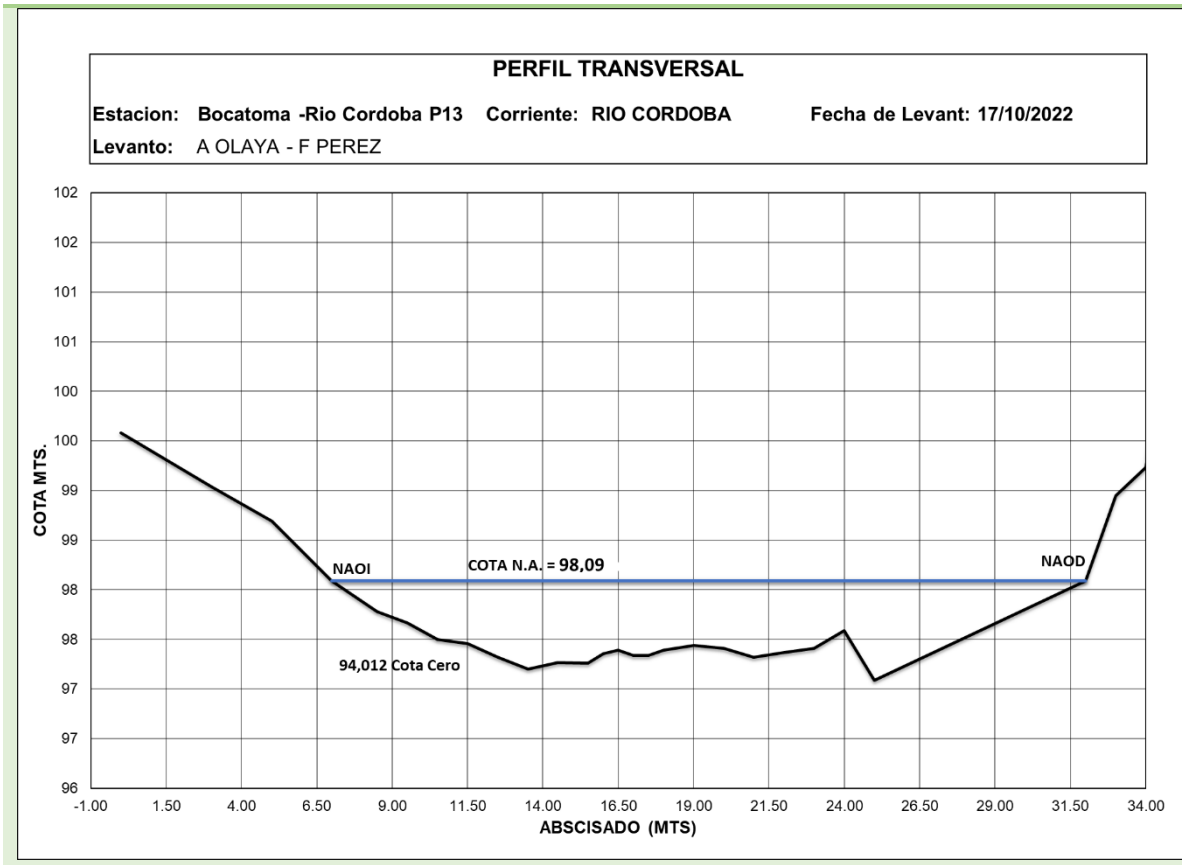
ESTACIÓN C-1501-P12



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
4,831	0,817	8,207	17,227

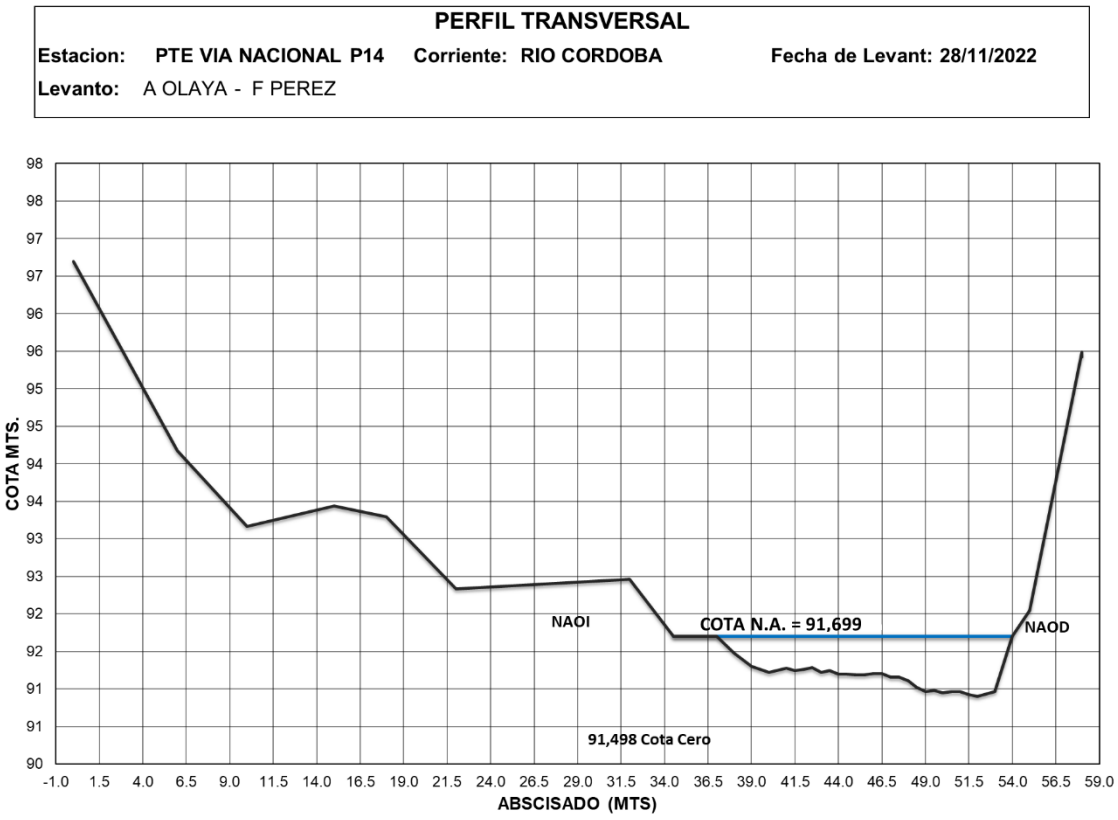
ESTACIÓN C-1501-P13



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
8,768	0,647	11,643	18,00

ESTACIÓN C-1501-P14

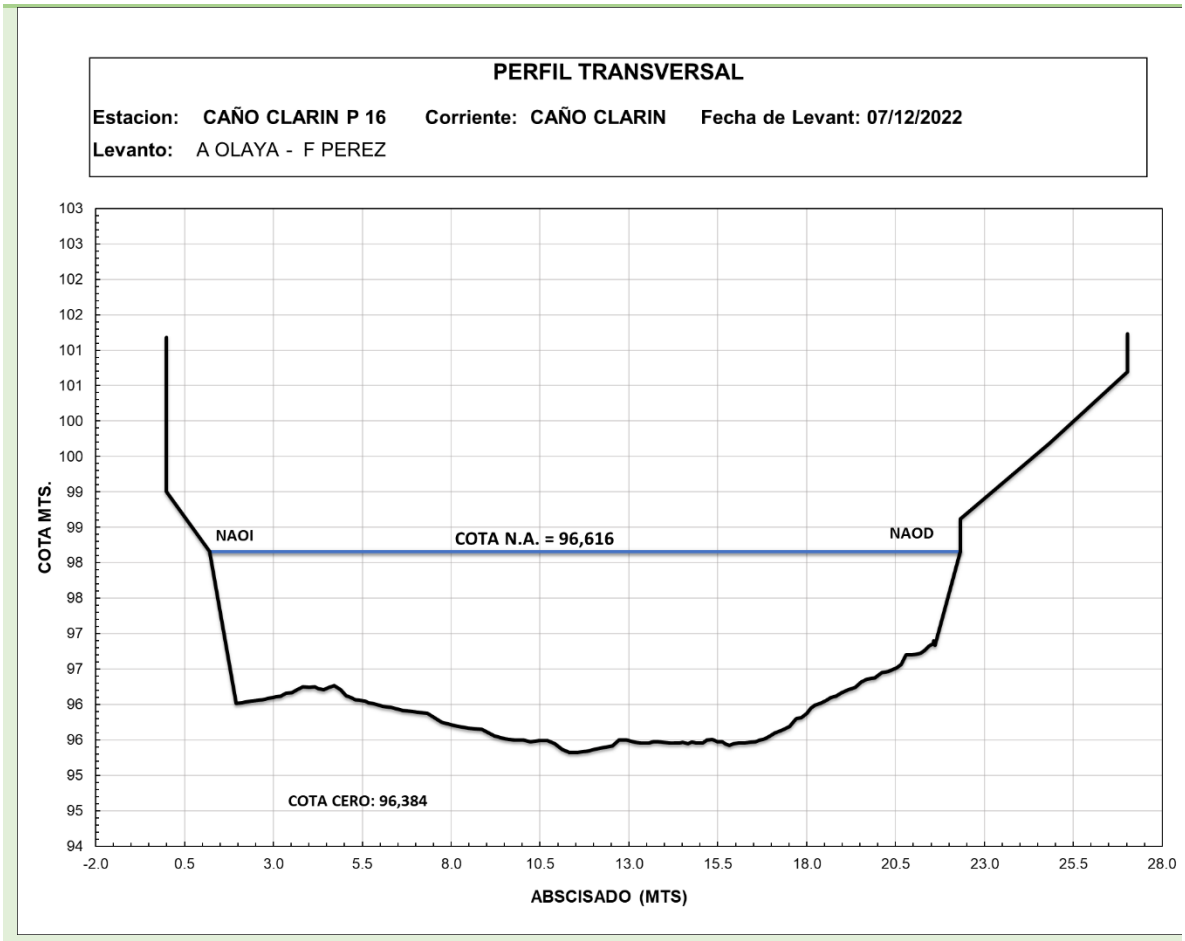


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
8,656	0,465	9,063	19,500

SECCIONES TRANSVERSALES SZH NNSS 2906

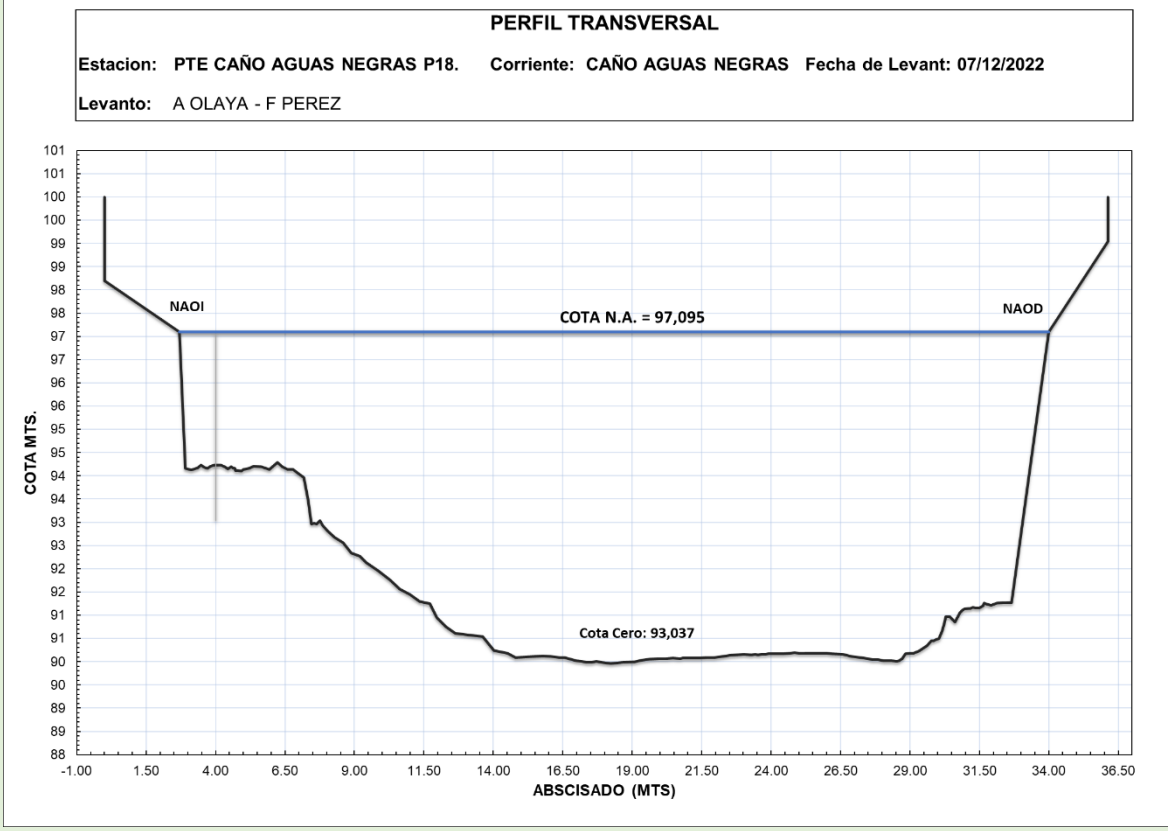
C-NNSS 2906-P16



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
21,948	2,846	41,009	20,528

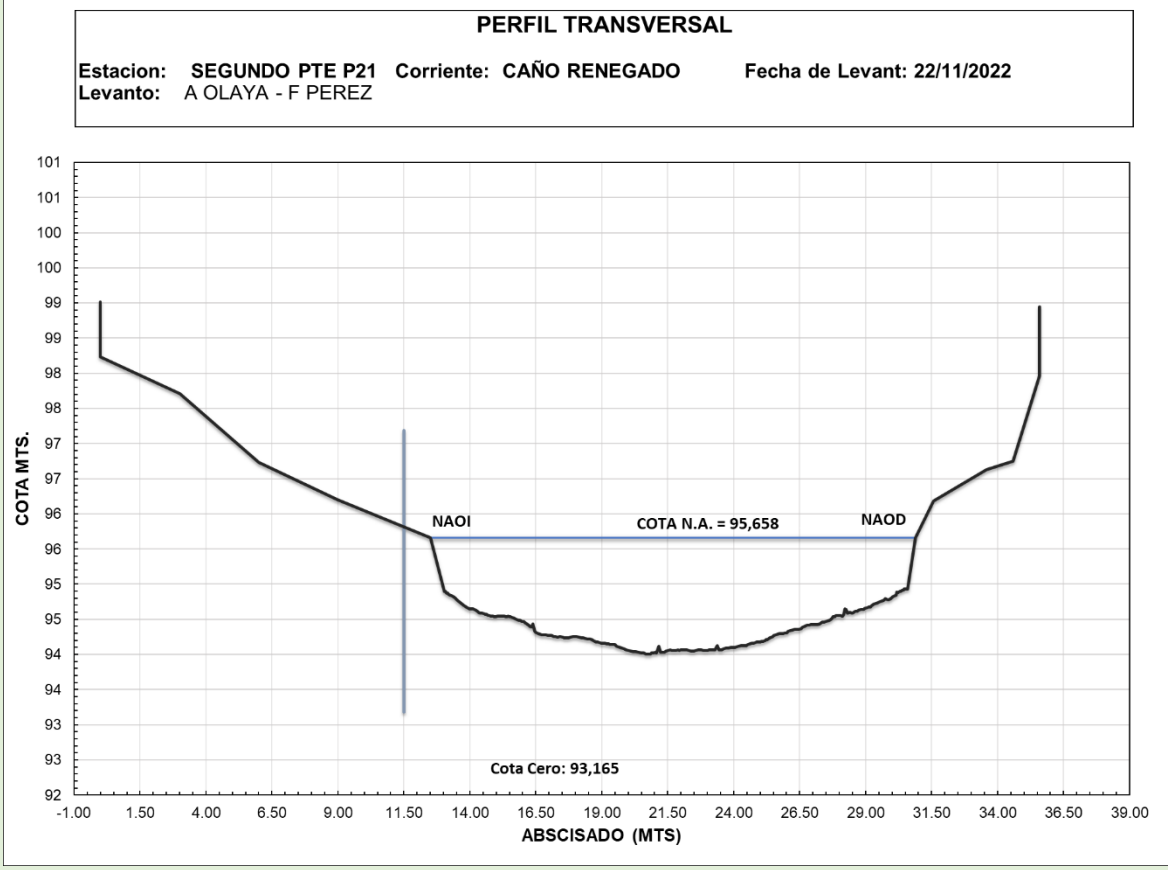
ESTACIÓN NNSS 2906-P18



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
125,318	7,20	157,370	30,334

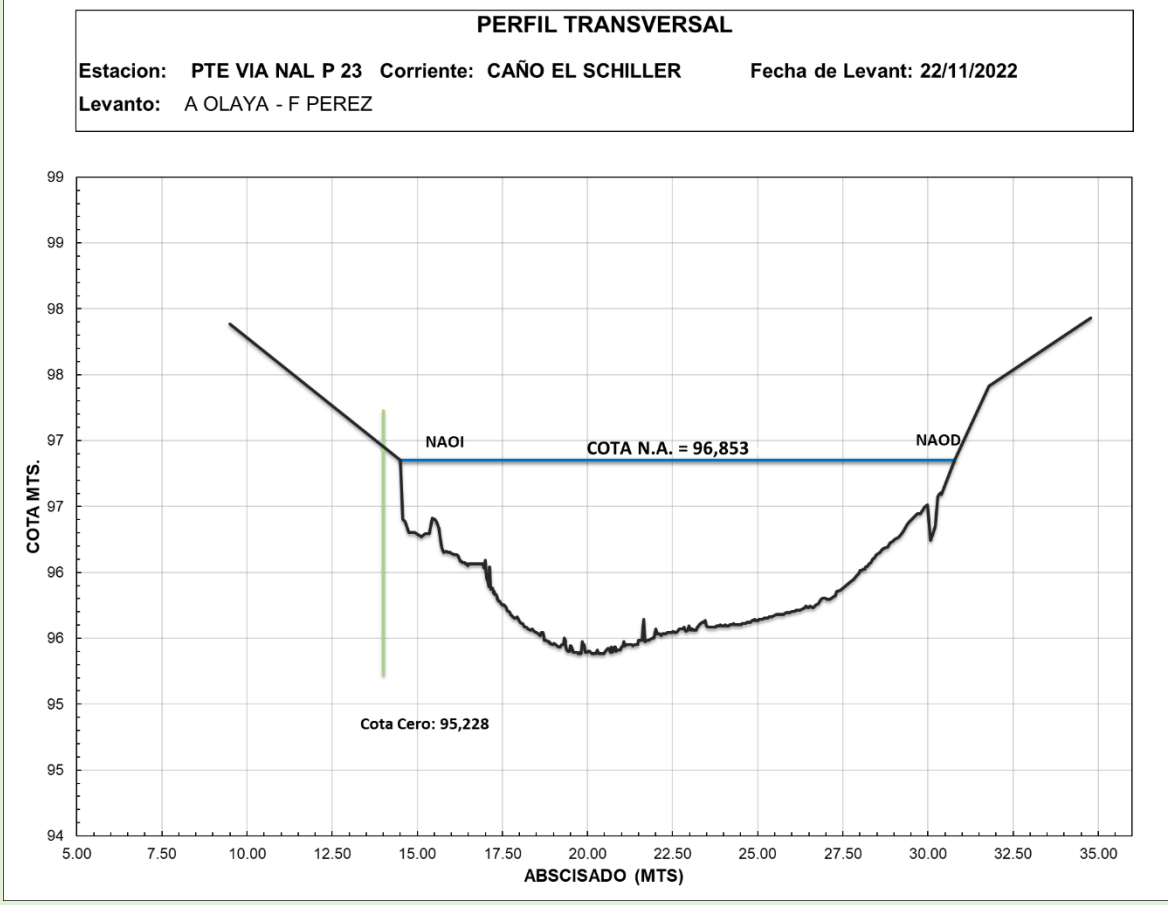
ESTACIÓN NNSS 2906-P21



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2,305	1,654	22,570	20,282

ESTACIÓN NNSS 2906-P23

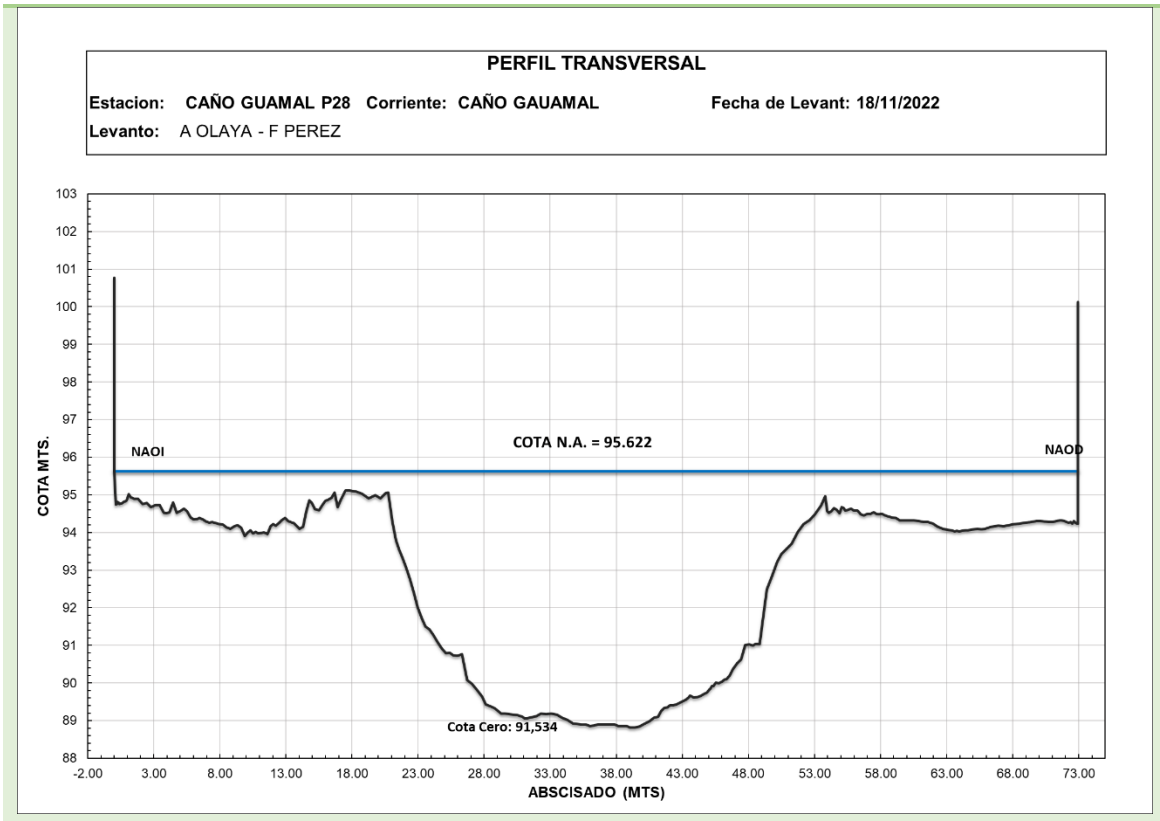


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1,547	1,471	13,937	15,285

SECCIONES TRANSVERSALES SZH 2907

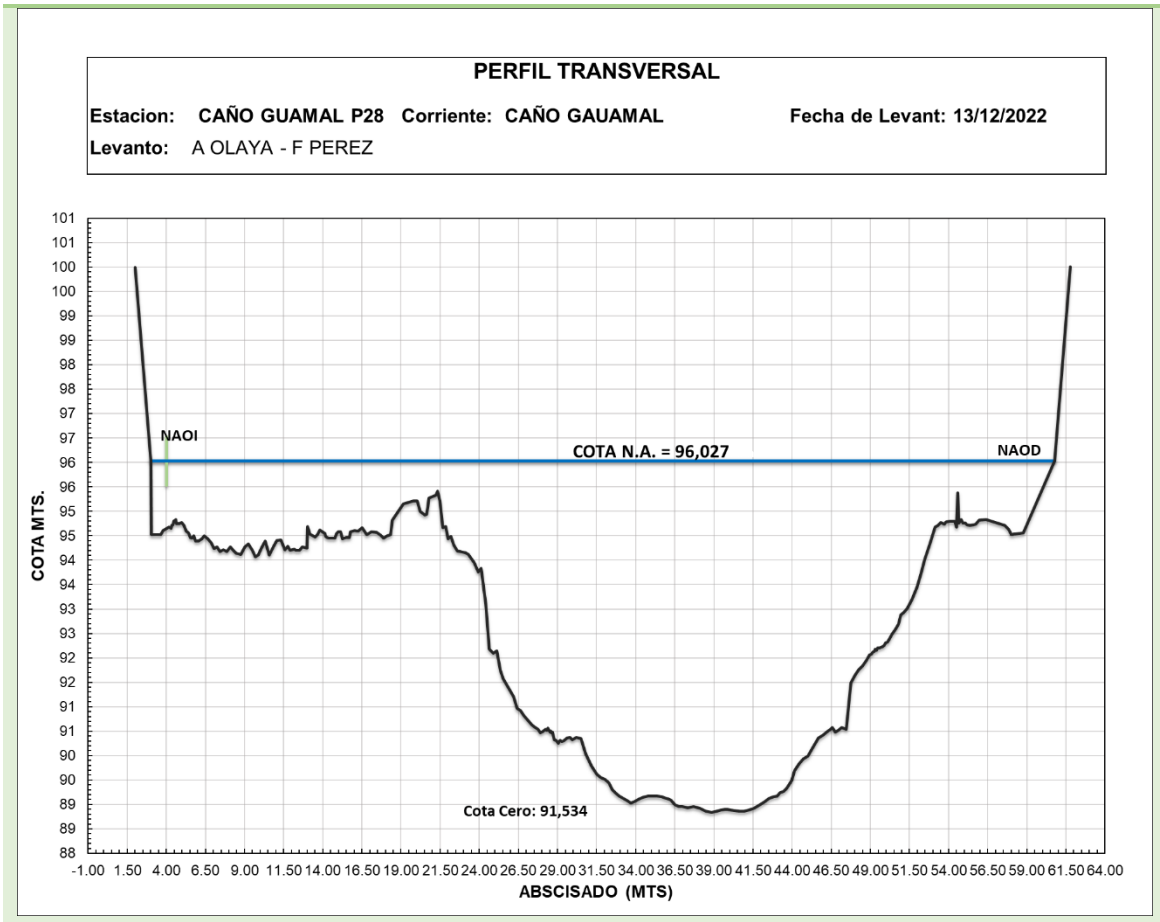
ESTACIÓN C- 2907-P28_NOV



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
110,428	6,824	175,712	65,613

ESTACIÓN C- 2907-P28_DIC



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
107,671	7,189	177,70	49,812

Medición de niveles (LM) y precipitación (PM), en 27 estaciones en los sitios seleccionados en forma conjunta con CORPAMAG (Ríos y Ciénagas). Amarradas topográficamente a cota real con el sistema de Magna-Sirgas del IGAC. Nota: Incluye los materiales de la instalación de 27 LM y 27 PM.

10.1.1 Instalación de equipos de monitoreo de variables ambientales, automáticos y manuales, en las zonas prioritarias establecidas en el marco del proyecto

Una vez aprobados los sitios de monitoreos por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena, teniendo tanto los equipos de monitoreo (equipos convencionales en total, correspondientes a 27 pluviómetros, 27 miras métricas), así como las herramientas e insumos para su correcta instalación, se dispuso un primer grupo de instrumentación conformado por profesionales capacitados para la instalación de equipos de monitoreo, con el fin de que viajaran a cada uno de los 27 sitios de medición en jurisdicción de CORPAMAG, y procedieran con la instalación del pluviómetro convencionales y de las miras Limnimétricas. Lo propio hicieron el gestor sociocultural, considerados como un segundo grupo de instrumentación, quienes visitaron a los actores del proceso social para realizar con ellos la instalación de los pluviómetros o pluviómetros manuales.

La primera fase de instalación, se desarrolló entre el 26 y el 28 de mayo de 2022, para cuenca SZH 1501 y la segunda llevada a cabo entre el 5 y 6 de agosto de 2022. Una vez concertada la ubicación de los puntos entre el equipo de la Fundación Creamos y el supervisor delegado por parte de CORPAMAG.

El proceso correspondiente a la región de las cuencas 2906-01 y la cuenca SZH 2907, que agrupa a once (11) municipios, que, debió efectuarse por fuera de las fechas previstas debido a la fuerte ola invernal que afectó a gran parte de las fuentes hídricas en las cueles se está llevando a cabo este estudio.

Para cada zona la corporación, dispuso: 27 pluviómetros manuales, fabricados en un material plástico liviano (Ilustración 10 y 11), y veintisiete (27) miras Limnimétricas de un (1) metro de longitud instaladas hasta la referencia evidenciadas en campo y por la comunidad de los alzas de niveles, hechas en maderas curadas e impermeabilizadas con una reglade acrílico, con fondo blanco en pintura anticorrosiva y numeración en color negro, ajustadas al estándar de marcación dispuesta por el Instituto de Estudios Ambientales y Meteorología – IDEAM).



Figura 41: Fotografía del pluviómetro manual instalado

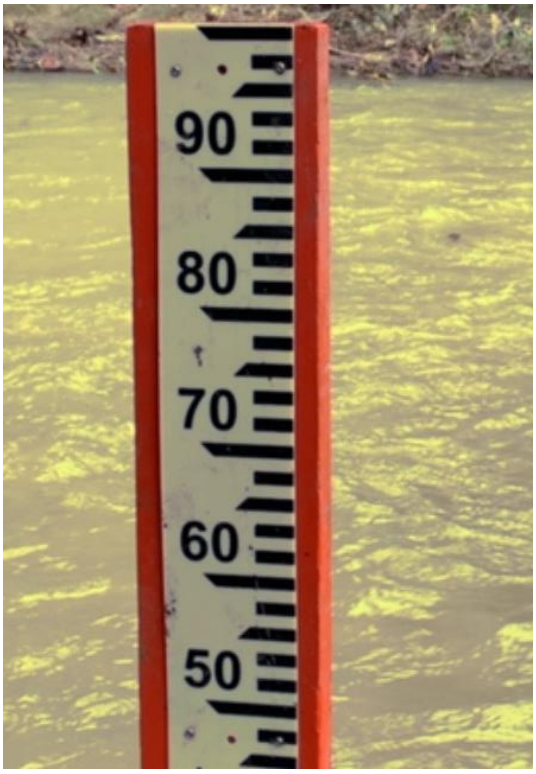


Ilustración 10-2. Fotografía de la mira o limnímetro manual diseñado en el proyecto.

Hecho el contacto, se efectuó la entrega oficial de los instrumentos de monitoreo, diligenciando para ello las actas de Entrega de los Equipos de Monitoreo a los observadores voluntarios encargados de registrar los eventos presentados en cada punto de seguimiento, con lo cual se espera elaborar una completa base de datos de encargados de la instrumentación. Para la designación de estas personas se hizo una gestión previa, donde personalmente el equipo de trabajo los identifico y se les solicitó su colaboración en la designación de un espacio del almacenamiento y funcionamiento de los equipos de monitoreo. durante el tiempo que durase la instalación de estos e incluso después, ya que, como estrategia del proyecto, los instrumentos (miras Limnimétricas y pluviómetros) que no fueran adoptados durante el proceso pedagógico llevado a cabo con los integrantes de la Red Social de Monitoreo, se dejarían bajo la custodia de la corporación (CORPAMAG), en cabeza del funcionario de supervisión.

10.1.2 Instalación de miras Limnimétricas.

La instalación de las miras Limnimétricas, cuyos lugares de ubicación y responsables tentativos habían sido ya identificados mediante el recorrido de la cuenca, que hizo parte del proceso de diseño de la Red. El trabajo de instalación de miras también estuvo acompañado por el funcionario responsable por parte de CORPAMAG, quien colaboró activamente en la ubicación de los responsables identificados y en la coordinación con los mismos para efectos del emplazamiento y georreferenciación de las miras en el sitio de su instalación. Una vez instalado el equipo de monitoreo manual, se instruyó nuevamente a la persona responsable del cuidado y operación del instrumento, en las labores propias de la medición de nivel del agua, para lo cual se le entregó el Formato de Registro de Datos de Mira Limnimétrica, del cual se le suministraron un cuaderno con varias copias para los meses subsiguientes. Adicionalmente, con el responsable de la limnimétrica se diligenció el Formato de entrega de la instalación de Miras Limnimétricas, que recopila toda la información de contacto de dicho responsable y de ubicación del instrumento de medición.

Posteriormente con la información compilada en los formatos, los ingenieros encargados de la instrumentación elaboraron la base de datos de personas responsables de miras Limnimétricas, así como de sus respectivas ubicaciones, que se presenta, y la elaboración de un mapa de ubicación de miras Limnimétricas pertenecientes a la Red Social de Monitoreo.



Figura 42. Detalle de la mira o limnímetro manual diseñado en el proyecto.

Estas miras fueron instaladas de dos maneras:

- Sujetadas mediante tornillos de ensamble a un estacón de madera inmunizada e impermeabilizada de 1 metro de largo, 10 centímetros de ancho y 4 centímetros de espesor, el cual fue clavado al lado del cauce objeto de medición.

- Fijadas directamente en una superficie vertical, como por ejemplo la columna de un puente o la pared de una sección canalizada, mediante pernos de anclaje de 3/8” por 3”.



Figura 43. Miras Limnimétricas instaladas en los municipios de Angelópolis y Remedios

11 Instalación de pluviómetros manuales

La instalación de pluviómetros manuales estuvo a cargo del equipo de ingeniero, quienes constituyeron la red de instalación de miras Limnimétricas, visitaron cada una de las personas escogidas para la red de monitoreo, para que validaran el proceso de entrega e instalación de pluviómetros a los integrantes de la Red Social de Monitoreo que estuviesen interesados en convertirse en observadores voluntarios, y para que quedasen en custodia de los equipos que no fueron instalados.

La entrega e instalación de cada uno de los 27 pluviómetros de la cuales se han instalados 9 de los 10 puntos de monitores de la cuenca SZH 1501, ya que las cuencas NSS 2906-01 y la SZH 2907, no se han instalados a causa del desbordamiento del Rio Magdalena, la cual ha impedido el desplazamiento hacia los puntos de monitores de estos sectores, y que los caños están con niveles altos, por lo cual, no se puede instalar las miras dentro de estos, como fue sugerido por la supervisión de la entidad.

La Red Social de Monitoreo de CORPAMAG se está realizando de acuerdo los lineamientos presentados “Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua”, del IDEAM e el INVEMAR, así mismo se diligenció un acta de entrega y responsabilidad, el mismo elaborado para la instalación de miras Limnimétricas, da cuenta de la información de contacto del responsable del equipo y de la ubicación del instrumento de medición. Estas actas permitieron, además, consolidar la base de datos de personas responsables de pluviómetro y de ubicación de estos, la que se presenta como Anexo del presente informe.

El Pluviómetro Utilizado por la fundación Creamos y la Corporación Autónoma Regional del Magdalena - CORPAMAG, corresponde a un cilindro truncado con capacidad de aforo de 250 m.m.; La escala de medición está calibrada en mm y tiene su coraza de protección y está instalado en un paral de acero inoxidable. Este instrumento permite mediciones de

hasta 250 mm de lámina de agua. Las generalidades geométricas y la escala de calibración del pluviómetro.

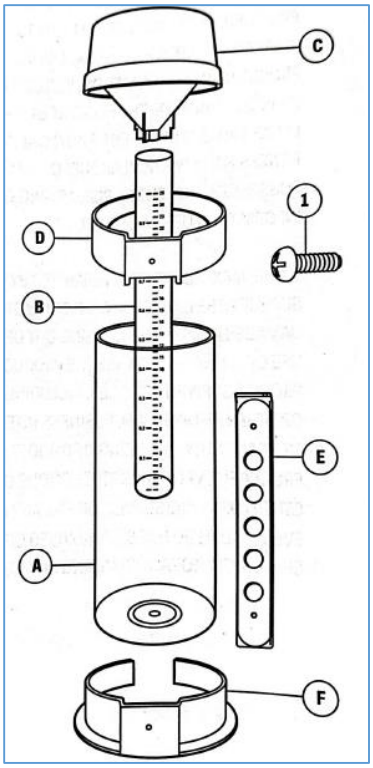


Figura 44. Especificaciones del pluviómetro manual diseñado en el proyecto.

A. Tubo Exterior de protección.
B. Tubo Interno con escala de medición en pulgadas y milímetros.
C. Tapa del Embudo.
D. Soporte superior.
E. Soporte Vertical.
F. Soporte Inferior.



Figura 45. Pluviómetro manual instalado en el proyecto.

El pluviómetro instalado en el proyecto presenta grandes ventajas ya que está fabricado en un material de mayor resistencia y de color transparente (el cual facilita la lectura de la lámina de agua recolectada), presenta una capacidad de medición 250 mm mayor (cantidad necesaria para la medición en los municipios del magdalena, por ejemplo), y tiene un soporte que facilita la instalación y el vaciado del pluviómetro después de la medición.

El manual para una instalación adecuada y una correcta lectura de las mediciones con este pluviómetro manual se presentan en el manual de "**Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua 2021del IDEAN e INVEMAR**".

Tabla 10.1.2-1. Red de Limnímetro y Pluviómetros Manuales Instalados en la cuenca SZH 1501.

ESTUDIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES OPERATIVOS DE LOS POMCAS, RED SOCIAL DE MONITOREO Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPAMAG). Red de Limnímetro y Pluviómetros Manuales Instalados				
Municipio	**Código Cuenca**	**Código Equipo**	**Cuenca Rio**	**Lugar de Ubicación**
LIMNIMETROS				
Santa Marta	SHZ 1501	LM_01_SZH1501	Manzanares-parte baja	Puente Nacional-Restaurante Palinka
Santa Marta	SHZ 1501	LM_02_SZH1501	Manzanares-Parte baja	Puente carrera 5ta con calle 30, laboratorio de suelo Ingeo-estudios

Santa Marta	SHZ 1501	LM_03_SZH1501	Gaira-parte media	Sector el Roble-Restaurante la Abuela
Santa Marta	SHZ 1501	LM_04_SZH1501	Gaira-parte abajo	Puente Gaira carrera 4ta, Round point, Parqueadero de las Chivas
Santa Marta	SHZ 1501	LM_05_SZH1501	Rio Piedra-parte alta	Captación de la ESSMAR-Río Piedras (por instalar pluviómetro)
Santa Marta-(Calabazo)	SHZ 1501	LM_06_SZH1501	Rio Piedra-parte baja	Club Recreacional-PONY CLUB
Ciénaga-Magdalena	SHZ 1501	LM_07_SZH1501	Rio Toribio-parte media	Pozo del amor a 500 metros de este punto. Orilla izquierda aguas abajo.
Ciénaga-Magdalena	SHZ 1501	LM_08_SZH1501	Rio Toribio-parte baja	Balneario donde Jota antes de la represa.
Ciénaga-Magdalena	SHZ 1501	LM_09_SZH1501	Rio Córdoba-parte media	Finca los Corrales-antes de la captación acueducto del Municipio de Ciéanaga.
Ciénaga-Magdalena	SHZ 1501	LM_10_SZH1501	Rio Córdoba-parte baja	Puente vía Nacional.
PLUVIOMETROS				
Santa Marta	SHZ 1501	PM_01_SZH1501	Manzanares-parte baja	Puente Nacional-Restaurante Palinka
Santa Marta	SHZ 1501	PM_02_SZH1501	Manzanares-Parte baja	Puente carrera 5ta con calle 30, laboratorio de suelo Ingeo-estudios
Santa Marta	SHZ 1501	PM_03_SZH1501	Gaira-parte media	Sector el Roble-Restaurante la Abuela
Santa Marta	SHZ 1501	PM_04_SZH1501	Gaira-parte abajo	Puente Gaira carrera 4ta, Round point, Parqueadero de las Chivas
Santa Marta	SHZ 1501	PM_05_SZH1501	Rio Piedra-parte alta	Captación de la ESSMAR-Río Piedras (por instalar pluviómetro)
Santa Marta-(Calabazo)	SHZ 1501	PM_06_SZH1501	Rio Piedra-parte baja	Club Recreacional-PONY CLUB

Ciénaga-Magdalena	SHZ 1501	PM_07_SZH1501	Rio Toribio-parte media	Pozo del amor a 500 metros de este punto. Orilla izquierda aguas abajo.
Ciénaga-Magdalena	SHZ 1501	PM_08_SZH1501	Rio Toribio-parte baja	Balneario donde Jota antes de la represa.
Ciénaga-Magdalena	SHZ 1501	PM_09_SZH1501	Rio Córdoba-parte media	Finca los Corrales-antes de la captación acueducto del Municipio de Ciénaga.
Ciénaga-Magdalena	SHZ 1501	PM_10_SZH1501	Rio Córdoba-parte baja	Puente vía Nacional, dentro del caserío casa señora Tulia Cárdenas.

En total, se han instalados 20 limnímetro o miras convencionales y 9 Pluviómetros en 2 municipios de la jurisdicción de CORPAMAG, tal como consta en las actas de instalación presentadas en la documentación entregada. Los lugares escogidos fueron estructuras de puentes vehiculares ubicados en vías principales o en cabeceras municipales, sobre corrientes principales.

La ubicación exacta de estas estaciones de monitoreo se presenta de forma parcial (municipio y sitio de ubicación, sin coordenadas geográficas). Estos anexos corresponden a la base de datos completa que contiene la Corporación, la Dirección Territorial a la que pertenece, el sitio, las coordenadas geográficas, las coordenadas planas, la altitud, y los datos de los funcionarios encargados por parte de este proyecto a cargo de la Fundación Creamos, en los municipios, y al mapa de ubicación de las mismas, respectivamente.

11.1.1 CAPACITACIONES de fortalecimiento DE LOS OBSERVADORES VOLUNTARIOS, con respecto a la red social de monitoreo conformada en la jurisdicción de la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL MAGDALENA (CORPAMAG).

Para complementar las capacitaciones ofrecidas por el equipo del proyecto a las diferentes al personal que participa como observadores voluntarios, durante los meses de instalación en el presente año, desarrollamos una nueva gira de visitas a los diferentes puntos de monitoreos en el mes de noviembre. Durante esta nueva visita a cada sector, realizamos un taller en el que buscábamos la participación de los siguientes actores:

- Funcionarios de la supervisión del contrato por parte de CORPAMAG.
- Un actor clave de la red social de monitoreo por cada uno de los puntos de monitoreo. Este actor clave corresponde a una persona comprometida con el

proceso y con capacidad de gestión y diálogo con las comunidades asentadas cerca de los puntos de monitoreos.
- La coordinación del proyecto.

Este taller en cada punto de monitoreo tuvo como objetivos lo siguiente:

- Dar a conocer a todos los actores convocados la conformación actual de la Red de Monitoreo para Alertas Tempranas y comportamiento de los cuerpos de aguas y las cuencas principales en la jurisdicción.
- Fortalecer el vínculo de las entre CORPAMAG y la Red Social de Monitoreo. Este objetivo fue de vital importancia ya que es necesario que los observadores y las personas se vinculen de manera más activa al proceso.
- Generar acuerdos y compromisos entre la Corporación y las comunidades para fortalecer y dar continuidad al proceso.
- Comprometer a los enlaces culturales, observadores y CORPAMAG, con la continuidad de la Red Social de Monitoreo.

La estructura general de estos talleres fue la siguiente:

1. Presentación de los participantes.
2. Objetivos de la reunión.
3. Presentación general del proyecto.
4. Exposición del avance del proceso en el que se describió particularmente el estado del proceso de instrumentación y del proceso pedagógico – investigativo por Parte de CORPAMAG.
5. Discusión del evento regional, buscando sensibilizar y comprometer a los observadores voluntarios.

los observadores voluntarios, como su nombre lo informa son personas que voluntariamente realizaran las actividades de los registros de los equipos de monitoreos (miras y pluviómetros), no fue fácil concretar la participación de todas las personas de la Red. Las presentaciones realizadas y asistentes a cada capacitación se presentan en los Anexos.



Figura 46. Capacitación lecturas de Miras y pluviómetros en el sector Nueva Esperanza Rio Toribio Cuenca parte alta.



Figura 47: Capacitación lecturas de Miras y pluviómetros en el sector Cordobita, Rio Córdoba cuenca Baja.



Figura 48. Capacitación lecturas de Miras y pluviómetros en el sector El Roble, Rio Gaira cuenca Parte Media.



Figura 49. Capacitación lecturas de Miras y pluviómetros en el sector Puente Gaira Parqueadero de las Chivas, Rio Gaira cuenca Parte Baja.

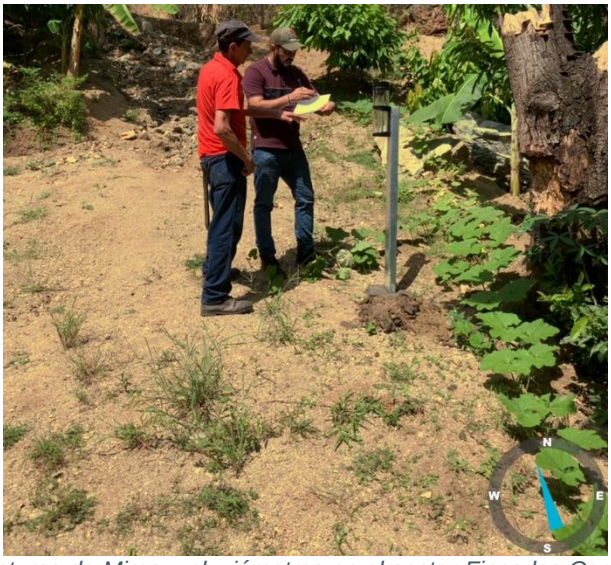


Figura 50. Capacitación lecturas de Miras y pluviómetros en el sector Finca los Corrales, Rio Córdoba cuenca Parte Alta.



Figura 51: Capacitación lecturas de Miras y pluviómetros en el sector Restaurante Palinka, Rio Manzanares cuenca Parte Baja.



Figura 52: Capacitación e instalación de Miras y pluviómetros en el sector Balneario donde Jota, Rio Toribio cuenca Parte Baja.

Uno de los grandes retos de la Red de Monitoreo para Alertas Tempranas y comportamientos de los cuerpos de aguas en estudio, es la de crear, ganar y mantener espacios que hagan posible la participación real y efectiva de la sociedad civil, adicional a esto también se quiere la comprensión sobre las complejas relaciones que se tejen entre vulnerabilidad y desastre por parte de todas las personas que habitamos las regiones.

Tabla 11.1.1-1. Listados de Observadores Red social del monitoreo del agua.

ESTUDIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PLANES OPERATIVOS DE LOS POMCAS, RED SOCIAL DE MONITOREO Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPAMAG). Red de Limnímetro y Pluviómetros Manuales Instalados, Observadores seleccionados.				
Municipio	**Código Cuenca**	**Código Equipo**	**Cuenca Rio**	**Nombre de Observador**
LIMNIMETROS-PLUVIOMETROS				
Santa Marta	SHZ 1501	LM_01_SZH1501	Manzanares-parte baja	RENE TONCEL COTES
Santa Marta	SHZ 1501	LM_02_SZH1501	Manzanares-Parte baja	JULIO CESAR EBRAT TOMAS
Santa Marta	SHZ 1501	LM_03_SZH1501	Gaira-parte media	DUBER ROSADO GARCÍA
Santa Marta	SHZ 1501	LM_04_SZH1501	Gaira-parte abajo	EUCLIDES HERNANDEZ

Santa Marta	SHZ 1501	LM_05_SZH1501	Rio Piedra-parte alta	En consecución. Por confirmar
Santa Marta-(Calabazo)	SHZ 1501	LM_06_SZH1501	Rio Piedra-parte baja	En consecución. Por confirmar.
Ciénaga-Magdalena	SHZ 1501	LM_07_SZH1501	Rio Toribio-parte media	LEIDYS ORIZ DE ARCO.
Ciénaga-Magdalena	SHZ 1501	LM_08_SZH1501	Rio Toribio-parte baja	ROQUE BOLAÑO
Ciénaga-Magdalena	SHZ 1501	LM_09_SZH1501	Rio Córdoba-parte media	GERARDO SOLANO RINCÓN
Ciénaga-Magdalena	SHZ 1501	LM_10_SZH1501	Rio Córdoba-parte baja	TULIA CARDONAS AYOLA

IDENTIFICACIÓN DE PREDIOS LOCALIZADOS EN ÁREAS Y ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS PRIORIZADOS DE LAS CUENCAS SZH 1501, NSS 2906-01 Y SZH 2907.

IDENTIFICACIÓN DE PREDIOS LOCALIZADOS EN ÁREAS Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS PRIORIZADOS

Conforme al decreto 953 del 17 de mayo de 2013 "*Por el cual se reglamenta el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011*" el cual tiene como objeto promover la conservación y recuperación de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua a los acueductos municipales, distritales y regionales, mediante la adquisición y mantenimiento de dichas áreas y la financiación de los esquemas de pago por servicios ambientales, se realiza la identificación de predios teniendo en cuenta que el decreto en mención expresa:

"*Para efectos de la adquisición de predios o la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales por parte de las entidades territoriales, las autoridades ambientales deberán previamente identificar, delimitar y priorizar las áreas de importancia estratégica, con base en la información contenida en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, planes de manejo ambiental de microcuencas, planes de manejo ambiental de acuíferos o en otros instrumentos de planificación ambiental relacionados con el recurso hídrico*".

12.1 Selección de predios.

Acorde al decreto 953 de 2013 se dispone en su artículo 5 que, las entidades territoriales con el apoyo técnico de la autoridad ambiental de su jurisdicción deberán seleccionar al interior de las áreas de importancia estratégica identificadas, delimitadas y priorizadas por la autoridad ambiental competente, los predios a adquirir, a mantener o a favorecer con el pago por servicios ambientales.

Para la selección de los predios se deberán evaluar uno o más criterios dependiendo del área de estudio, que son presentados a continuación:

- ✓ Población abastecida por los acueductos beneficiados con la conservación del área estratégica dentro de la cual está ubicado el predio.
- ✓ Presencia en el predio de corrientes hídricas, manantiales, afloramientos y humedales.
- ✓ Importancia del predio en la recarga de acuíferos o suministro hídrico.
- ✓ Proporción de coberturas y ecosistemas naturales poco o nada intervenidos presentes en el predio.
- ✓ Grado de amenaza de los ecosistemas naturales por presión antrópica.
- ✓ Fragilidad de los ecosistemas naturales existentes.
- ✓ Conectividad ecosistémica.

- ✓ Incidencia del predio en la calidad del agua que reciben los acueductos beneficiados.

De lo anterior, se resalta que algunos de los criterios antes mencionados, fueron evaluados en el capítulo anterior **IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAS ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA LA REGULACIÓN HÍDRICA DE LAS CUENCAS SZH 1501, NSS 2906-01 Y SZH 2907,** por tanto, solo fueron evaluados los criterios población abastecida por los acueductos beneficiados con la conservación del área estratégica dentro de la cual está ubicado el predio; Presencia en el predio de corrientes hídricas, manantiales, afloramientos y humedales, Importancia del predio en la recarga de acuíferos o suministro hídrico; Proporción de coberturas y ecosistemas naturales poco o nada intervenidos presentes en el predio; y se agregó un nuevo criterio asociado a la proporción de áreas estratégicas para la regulación hídrica identificadas en el capítulo anterior.

Para la delimitación predial del área de estudio del presente capítulo se tuvo en cuenta la Base de Datos Catastral Nacional específicamente los features class R_TERRENO y U_TERRENO, en el primero se presenta la distribución y los códigos prediales rurales y en el segundo los asociados a los centros urbanos.

12.2 Capas geográficas utilizadas

A continuación, se relacionan las fuentes de información geográfica utilizadas para el procedimiento de evaluación de predios:

Tabla 12.1-1. *Fuentes de información capas geográficas.*

Ecosistema	Tipo y fuente de información
Población y fuentes de abastecimiento, por los acueductos beneficiados con la conservación del área estratégica dentro de la cual está ubicado el predio	Corporación Autónoma Regional del Magdalena - CORPAMAG
Corrientes hídricas, rondas hídricas y nacimientos de agua	POMCA, Instrumentos de Ordenación Territorial.
Proporción de coberturas naturales y seminaturales	POMCA, IDEAM (2012), IDEAM (2018)
R_TERRENO	Datos abiertos del INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC
U_TERRENO	Datos abiertos del INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC

5.1. Área de estudio

El área de estudio se encuentra delimitada por el ejercicio de **PRIORIZACIÓN DE LAS ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA LA REGULACIÓN HÍDRICA DE LAS CUENCAS SZH**

1501, NSS 2906-01 Y SZH 2907 del capítulo anterior, para minimizar el universo de estudio, solo se consideran aquellas áreas asociadas a la prioridad de intervención media, alta y muy alta, tal y como se presentan a continuación:

Tabla 12.1-2. *Áreas priorizadas SZH 1501*

Rango	Grado Priorización	Área Ha
3 - 5	Áreas con prioridad Media	7368,96
5 - 7	Áreas con prioridad Alta	3234,94
7 - 9	Áreas con prioridad Muy Alta	47,98

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 12.1-3. *Áreas priorizadas NSS 2906-01*

Rango	Grado Priorización	Área Ha
3 - 5	Áreas con prioridad Media	4615,30
5 - 7	Áreas con prioridad Alta	5494,96
7 - 9	Áreas con prioridad Muy Alta	239,98

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 12.1-4. *Áreas priorizadas SZH 2907*

Rango	Grado Priorización	Área Ha
3 - 5	Áreas con prioridad Media	4488,83
5 - 7	Áreas con prioridad Alta	5122,75
7 - 9	Áreas con prioridad Muy Alta	2149,73

Fuente: Elaboración propia, 2022.

A continuación, se presenta la sumatoria de las áreas priorizadas para cada cuenca:

Tabla 12.1-5. *Áreas Priorizadas para identificación de predios*

Ecosistema	Área (Ha)
Áreas priorizadas SZH 1501	10651,88
Áreas priorizadas NSS 2906-01	10350,24
Áreas priorizadas SZH 2907	11761,32

Fuente: Elaboración propia, 2022.

De la tabla anterior, se infiere que existen 32.763,44 Hectáreas potenciales de las tres cuencas objeto de estudio, para la identificación y evaluación de predios conforme a los criterios establecidos en el Decreto 953 de 2013.

5.2. Criterios de selección y priorización de predios

A continuación, se presentan los criterios considerados para la selección y priorización de predios conforme al Decreto 953 de 2013.

Tabla 12.1-6. *Criterios de selección y priorización de predios.*

Categoría de evaluación	Criterio de evaluación	Puntajes Criterios	Peso categoría (%)
Fuentes de abastecimiento	Presencia de fuente de abastecimiento	9	**30**
	Ausencia de fuentes de abastecimiento	1	
Corrientes hídricas y rondas hídricas y nacimientos de agua	Existe traslape de cuerpos de agua o ronda hídrica	9	**30**
	No existe traslape de cuerpos de agua o ronda hídrica	1	
Proporción de coberturas naturales y seminaturales	Proporción de coberturas naturales mayores o iguales al 60%	9	**10**
	Proporción de coberturas naturales mayores o iguales al 30º% pero menores al 60%	8	
	Proporción de coberturas naturales mayores o iguales al 10º% pero menores al 30%	5	
	Proporción de coberturas naturales inferior al 10%	1	
Proporción de áreas estratégicas para la regulación hídrica (provenientes del capítulo anterior)	Proporción de AIE mayores o iguales al 60%	9	**30**
	Proporción de AIE mayores o iguales al 30º% pero menores al 60%	8	
	Proporción de AIE mayores o iguales al 10º% pero menores al 30%	5	
	Proporción de AIE inferior al 10%	1	

Fuente: Decreto 953 de 2013.

Cabe resaltar que, los criterios evaluadores restantes que se expresan en el decreto 953 fueron considerados en el capítulo 1 del presente documento, por tanto, fueron exceptuados en los criterios de evaluación para la selección y priorización de predios.

Conforme a la obtención de los puntajes por criterios, se procede a realizar la ponderación de los resultados por predio que van en una escala de 1 a 9 siendo, 1 aquellos predios con menos posibilidad de priorización y 9 los de mayor probabilidad de priorización. A continuación, se presenta lo antes mencionado:

Tabla 12.1-7. *Rangos de clasificación de priorización de predios.*

Rangos según puntaje ponderado	Reclasificación cualitativa o categoría
1 - 2	Predio con priorización Baja
3 - 5	Predio con priorización Media
6 - 9	Predio con priorización Alta

Fuente: Elaboración propia, 2022.

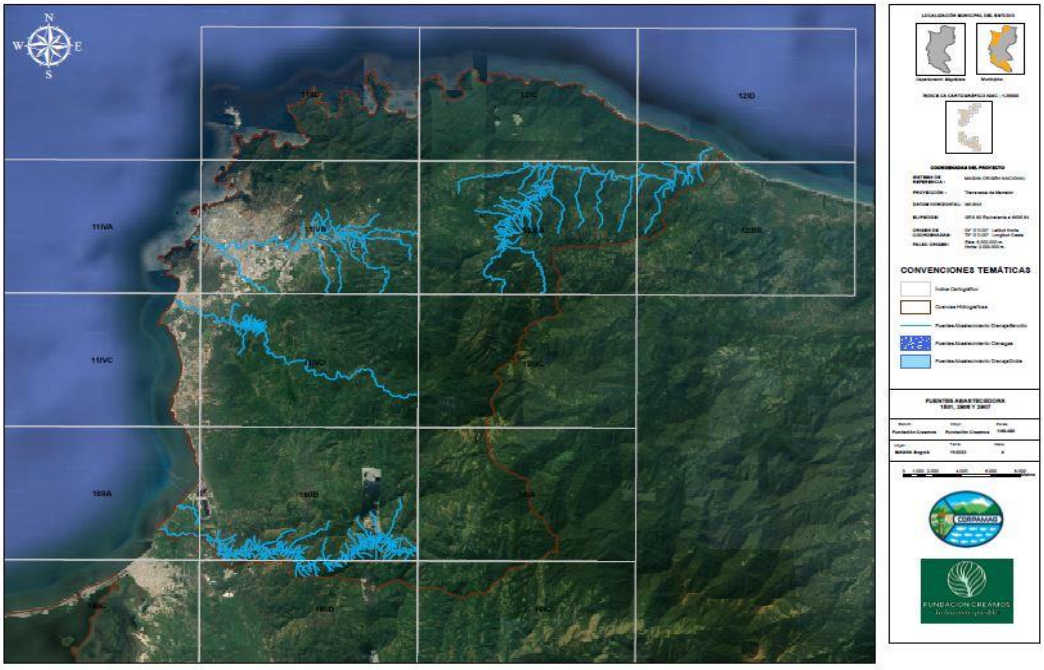
A pesar de que algunos predios son considerados en categoría con priorización baja, deben ser tenidos en cuenta para la formulación de proyectos y toma de decisiones.

5.3. Identificación de criterios en el área de estudio.

A continuación, se presenta gráficamente la proporción espacial de cada criterio en el área de cada cuenca hidrográfica objeto de estudio:

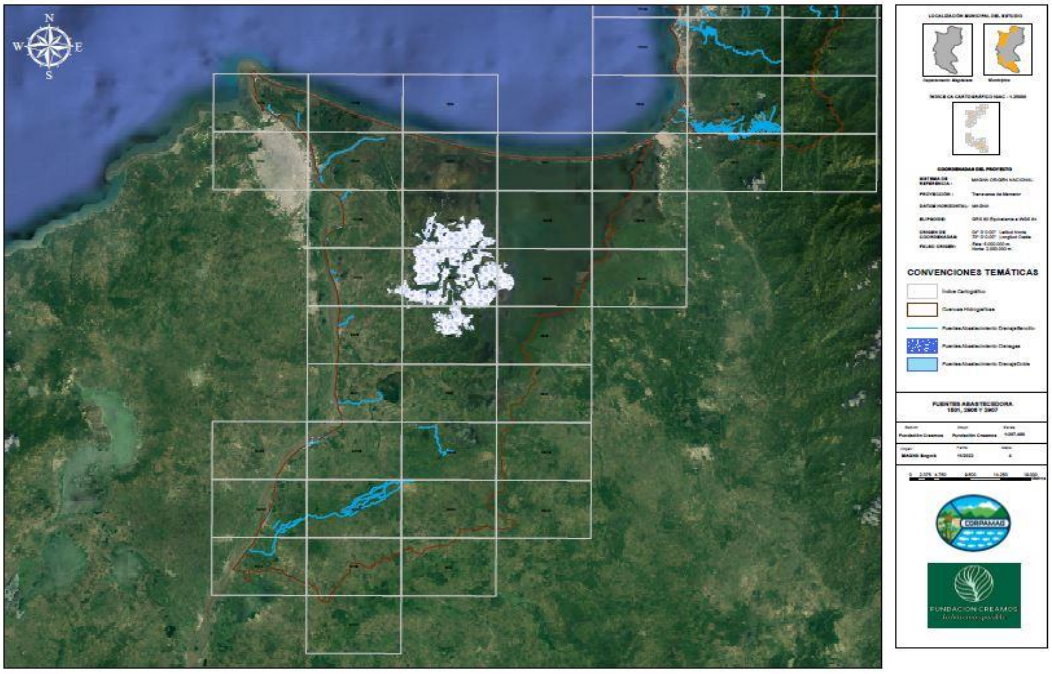
12.2.1 Fuentes de abastecimiento

Figura 53:Fuentes abastecedoras SZH 1501.



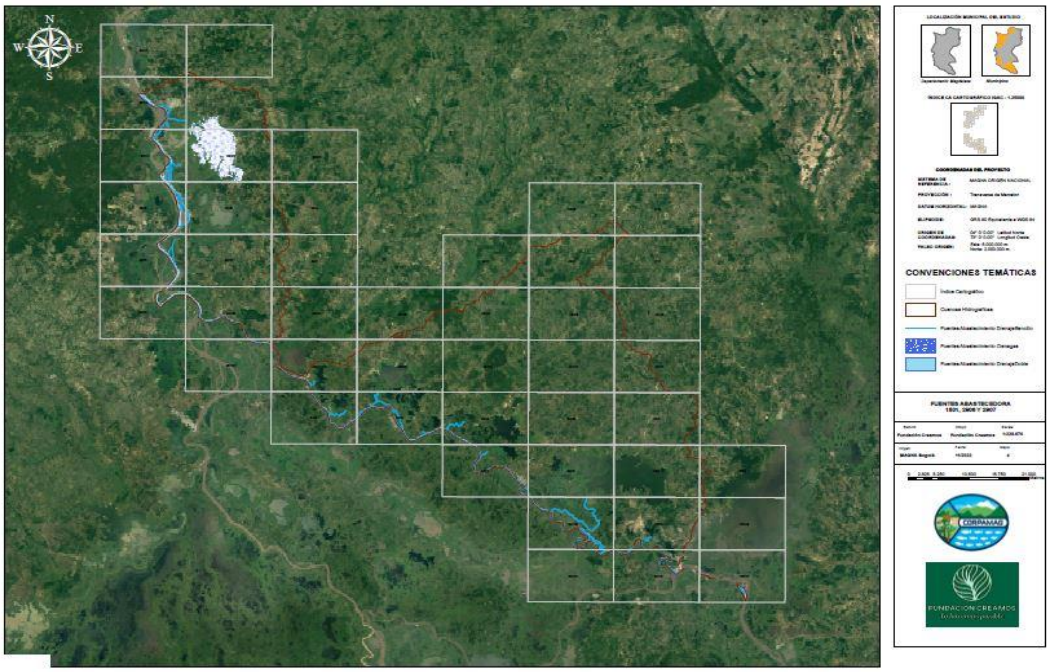
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 54: Fuentes abastecedoras NSS 2906-01.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

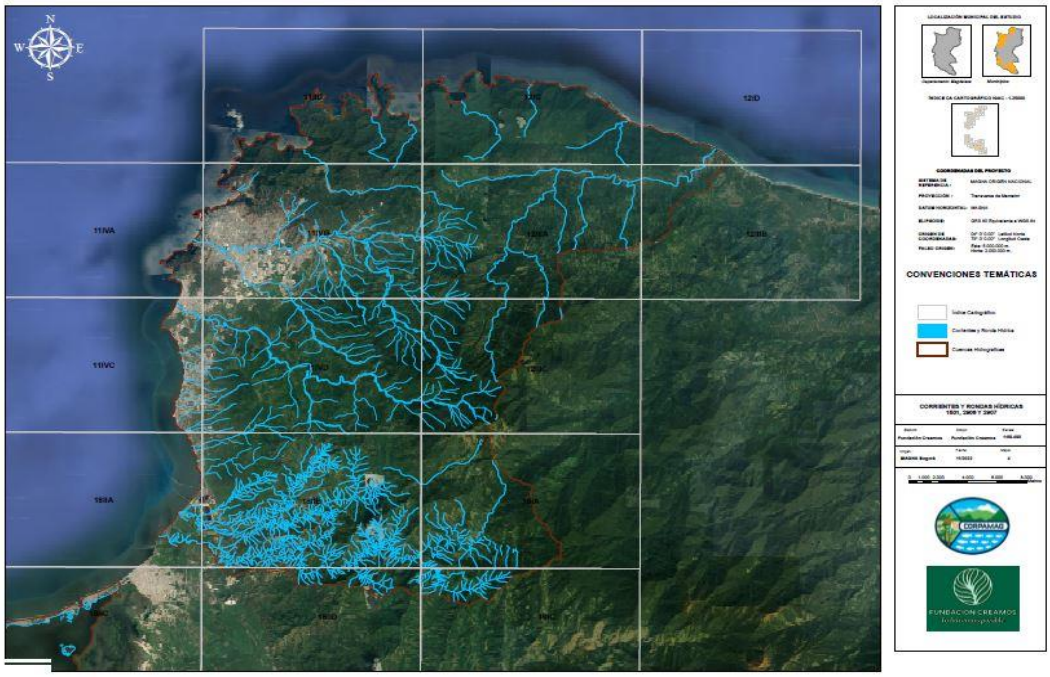
Figura 55:Fuentes abastecedoras SZH 2907.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

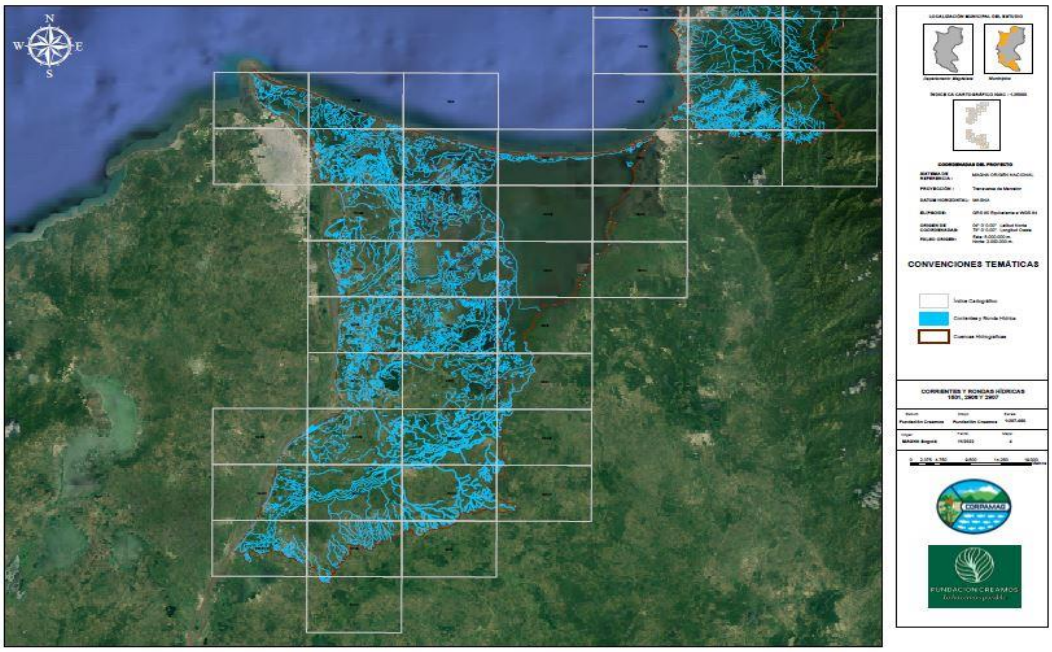
12.2.2 Corrientes Hídricas, rondas hídricas.

Figura 56:Corrientes y Ronda Hídricas SZH 1501.



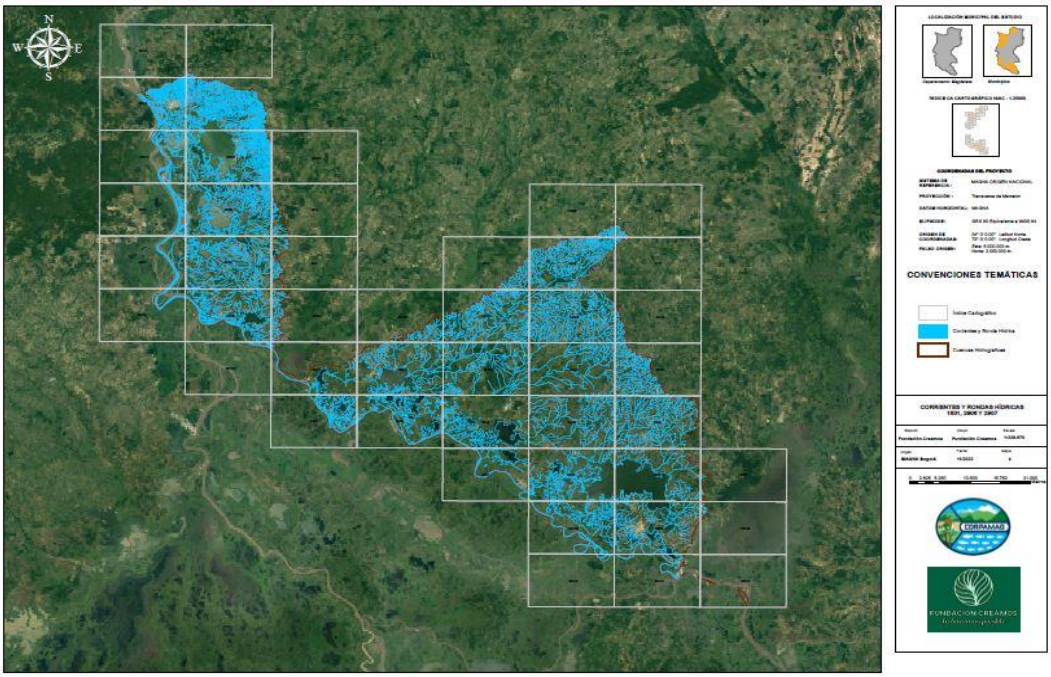
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 57:Corrientes y Ronda Hídricas NSS 2906-01.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

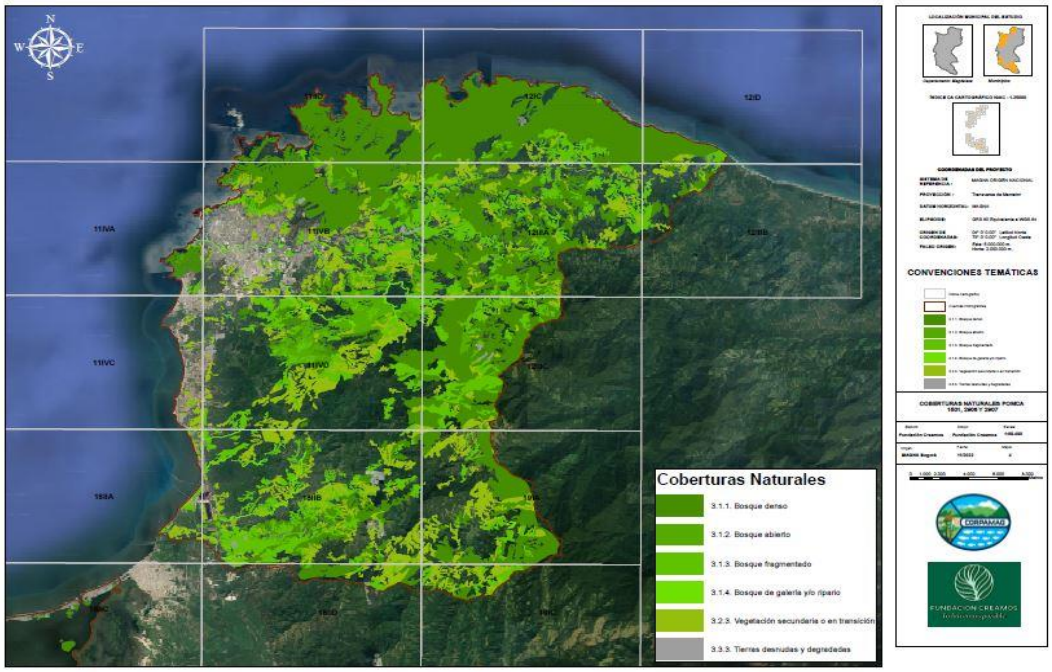
*Figura 58:**.** Corrientes y Ronda Hídricas SZH 2907.*



Fuente: Elaboración propia, 2022.

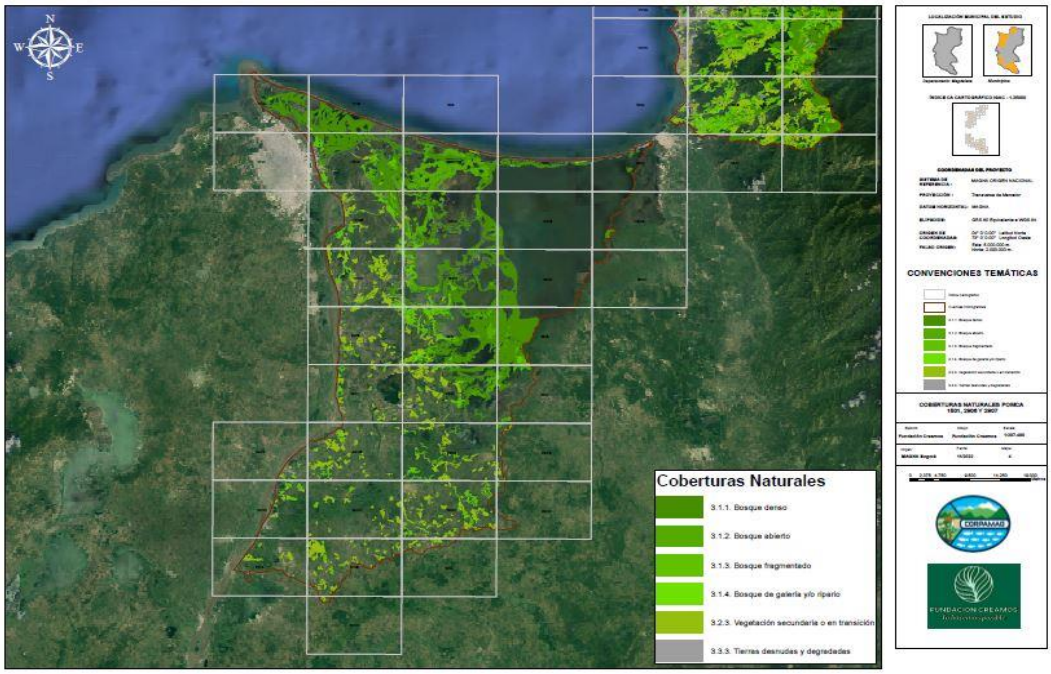
12.2.3 Coberturas Naturales

Figura 59. *Coberturas Naturales SZH 1501.*



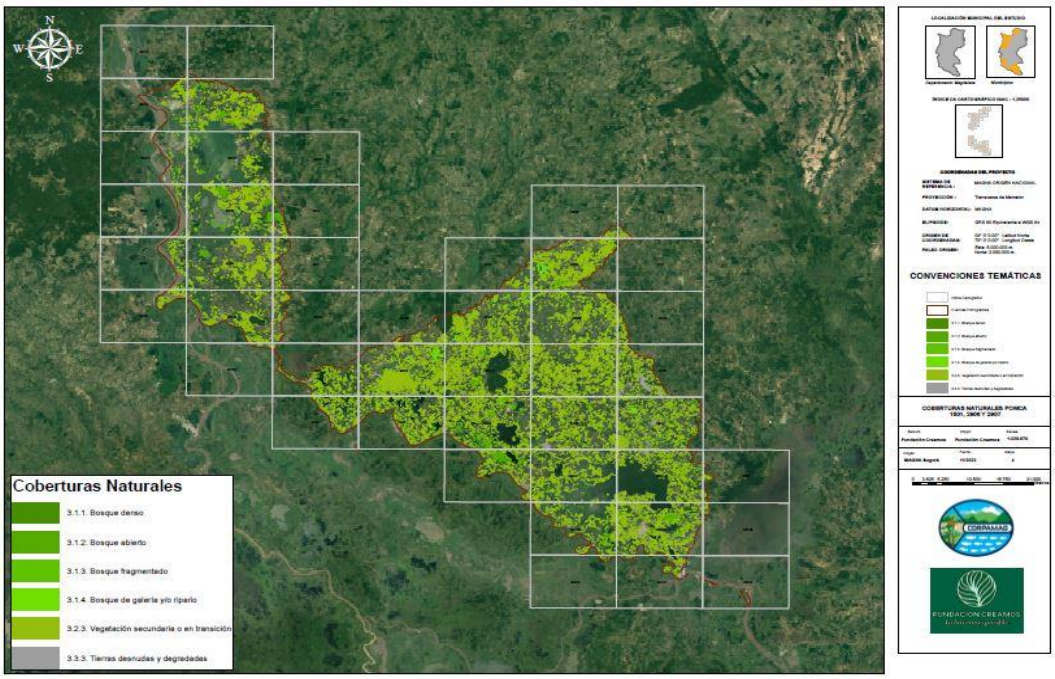
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 60. *Coberturas Naturales NSS 2906.*



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 61. *Coberturas Naturales SZH 2907.*



Fuente: Elaboración propia, 2022.

12.3 Resultados

Con base al análisis de cada criterio de evaluación de los predios identificados en cada cuenca hidrográfica con base a la priorización de importancia estratégica y posteriormente se realiza la calificación por peso, como se menciona con antelación. Seguidamente se tiene la categoría de priorización de cada predio.

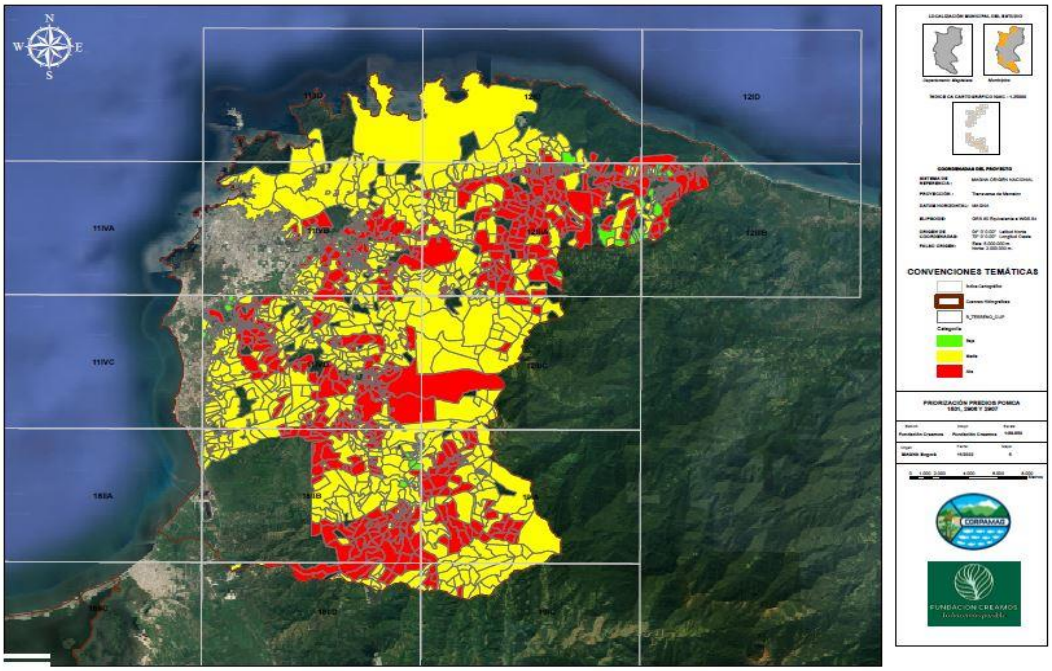
Tabla 12-1-8. *Identificación y priorización de predios rurales (sumatoria predios en Ha)*

POMCA	Categoría	Total Área (Ha)
SZH 1501	Baja	886,11
	Media	42143,32
	Alta	22991,01
NSS 2906	Baja	4880,05
	Media	90712,50
	Alta	37767,74
SZH 2907	Baja	2844,99
	Media	77565,03
	Alta	22218,87

Fuente: Elaboración propia, 2022.

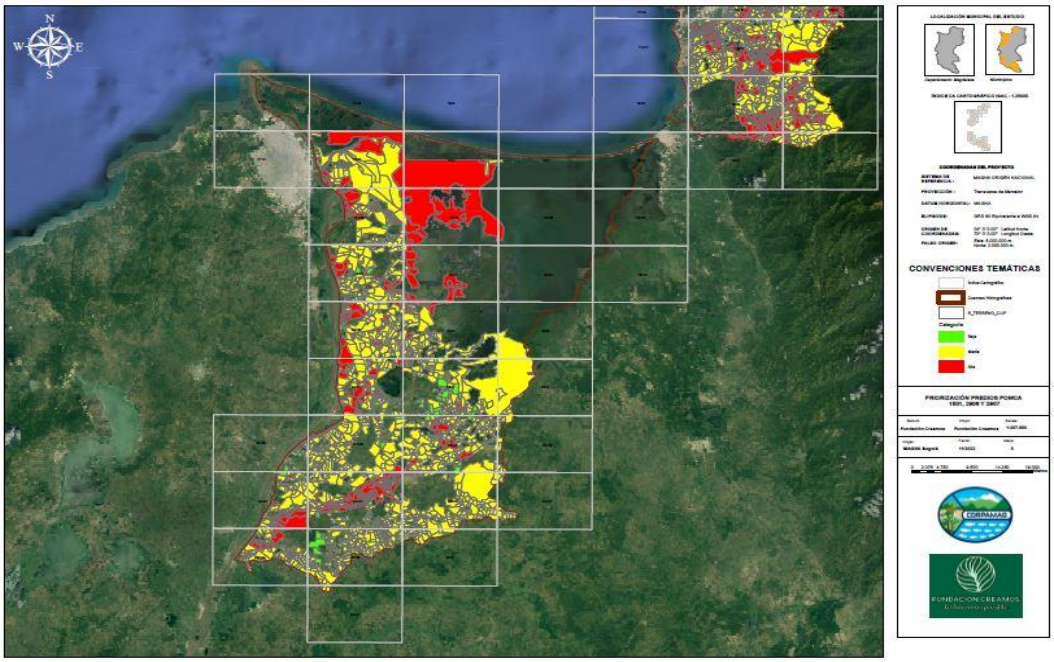
A continuación, se presenta gráficamente la distribución predial para zonas urbanas y rurales de cada cuenca hidrográfica y su grado de priorización:

Figura 12.11. *Identificación y priorización de predios rurales SZH 1501.*



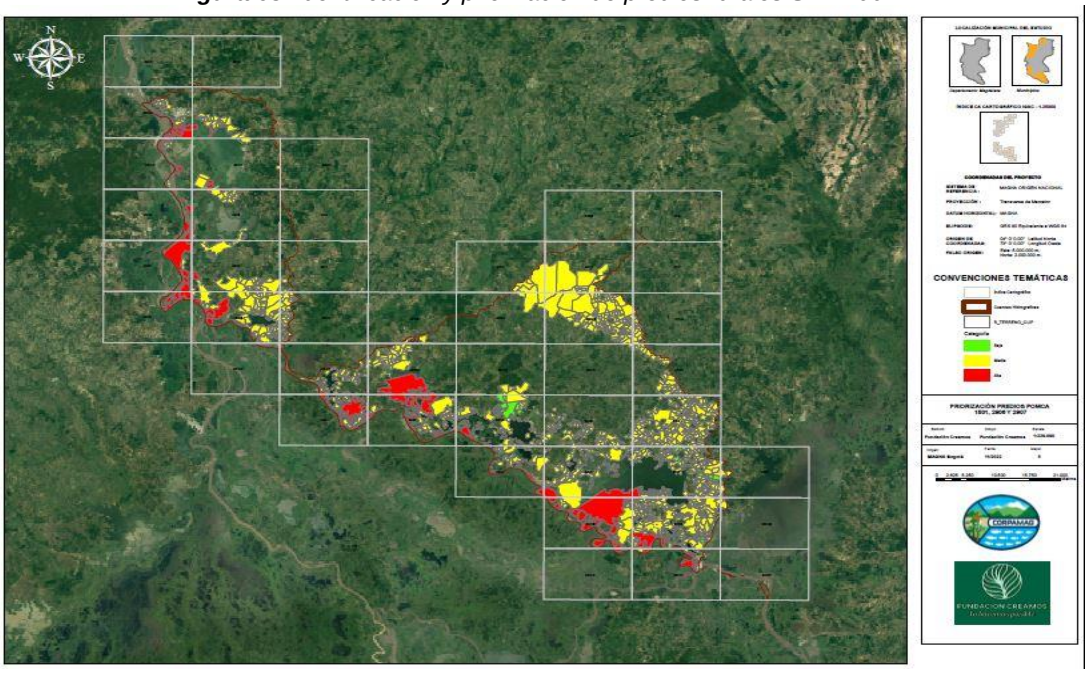
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 62. *Identificación y priorización de predios rurales NSS 2906-01.*



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 63. *Identificación y priorización de predios rurales SZH 2907.*



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Anexo se presenta la distribución de los predios en formato Excel y la categoría de priorización de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

Ambiental, C. P. (2015). *Formulación POMCA Río Piedras - Río Manzanares y Otros Directos Al Caribe.*

CAR. (S.F.). *Anexo 6: Fases Proyectos de Restauración.*

CEPAL. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe: Oportunidad para una recuperación transformadora.* Naciones Unidas.

Chow, V. T. (1994). *Hidrología Aplicada.* McGRAW W- HILL.

Consorcio Río Garagoa. (2017). *Actualización POMCA Río Garagoa.* Bogotá, D.C.

Consorcio, H. (2017). *Actualización POMCA Río Alto Suárez.* Bogotá, D.C.

CORPAMAG. (2019). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Río Piedras, Manzanares y otros Directos al Caribe.* Santa Marta, Magdalena: Corporación Autónoma Regional del Magdalena.

CORPAMAG. (2019). POMCA Complejo de Humedales de la Ciénaga Grande de Santa Marta - Fase de Diagnóstico. En C. A. Magdalena.

CORPAMAG. (2020). *Plan de Acción Institucional 2020 - 2023: ¡Magdalena Ambiental, una gestión sostenible!* Corporación Autónoma Regional del Magdalena.

CORPONOR (2013) https://corponor.gov.co/calidad_agua/2019/RIO_ZULIA/6_IDENTIFICACION_CAUSAS_ANTROPICAS.pdf

Dosskey, M., Vidon, P., Gurwick, N., Allan, C., Duval, T., & & Lowrance, R. (2010). The role of riparian vegetation in protecting and improving chemical water quality in streams. Journal of the American Water Resources Association. 261 - 277.

Dourojeannni, A. (2001). *Water management at the river basin level: challenges in Latin America Natural Resources and Infrastructure Division.*

ESPOL. (s.f). *espol.edu.ec.* Obtenido de Calidad de Agua - Escuela Superior Politécnica del Litoral: https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6145/2/Calidad%20de%20Agua%20Unidad%201%2C2%2C3.pdf

Fowler, S. J. (2000). *Protecting Stream and River Corridors - Creating Effecctive Local Ripparian Buffer Ordinances.* Carl Vinson: Institute of Government, University of Georgia.

GEOTECNIA-GEO5. (2020). *Diccionario Geomorgología y Accidentes Geográficos.*

GEOTECNIA-GEO5. (2020). *Diccionario Geotécnico.* GEO5.

Hernández, M. (2003). *Geología de las Planchas 11 Santa Marta y 18 Ciénaga, escala 1:100.000.* INGEOMINAS.

IDEAM. (2013). *Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas de Colombia.* Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales .

IDEAM. (2014). *Estudio Nacional del Agua - ENA.* Bogotá D.C .

IDEAM. (2017). *Presentación del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia.*

IGAC. (2004). *Estudio general de suelos y Zonificación de Tierras.* INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC).

IGAC. (2017). *Geomorfología Nacional.*

IGAC. (2018). *Cartografía Base 1:25.000.* Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

IMA. (2015). *El servicio de regulación hídrica y la cosecha de agua.* Cusco, Perú.

INGEOMINAS. (2007). *Evolución Geohistorica de la Sierra Nevada de Santa Marta.* Bogotá.

Kuntur Wasi. (2015). *Estudio de Impacto Ambiental Detallado Nuevo Aeropuerto Internacional de Chinchero Cusco.* Chinchero, Cusco.

MADS & Humboldt. (2017). *Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos en la Planificación y Gestión Ambiental Urbana.* Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

MADS. (2015). *Decreto Único Reglamentario Sector Ambiente 1076 de 2015.* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

MADS. (2015). *Plan Nacional de Restauración: Restaruación Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas.* Bogotá D.C. .

MADS. (2015). *Resolución 0112 de 2015.* Bogotá D.C: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible .

MADT. (2011). *Metodología para la zonificación de los planes de ordenación manejo de cuencas hidrográficas.* Bogotá D.C: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial.

Minambiente. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.* Bogotá D.C.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas.* Bogotá D.C.

Ministerio de Medio Ambiente. (2002). *Política Nacional de Humedales.* Bogotá D.C.

Ministerio del Ambiente - MINAM. (2016). *Decreto Legislativo No. 1278.* Lima, Perú.

Muñoz, C. P. (2015). *Identificación de áreas estratégicas para la conservación del recurso hídrico a partir de SIG en la cuenca del río Combeima.* Universidad Católica de Colombia.

RAMSAR. (1971). *Convenio Ramsar - Protección de humedales.*

Rangel, C. (1995). Colombia Diversidad Biótica I. Clima, Centros de concentración de especies, fauna. En I. d.-U. Colombia. Bogotá D.C.

SGC. (2018). *Unidades Geológicas Servicio Geológico Colombiano.*

SiB. (2020). *Sistema de Información sobre Biodiversidad en Colombia*. Obtenido de https://cifras.biodiversidad.co/

UNEP. (2007). Global Environment Outlook 4 . *Final version to be available at Sixth Ministerial Conference.*

Victorino, A. (2012). Bosques para las personas: Memorias del Año Internacional de los Bosques. En I. d. de.

WBG. (2017). *Environmental, Health, and Safety Guidelines - Liquefied Natural Gas Facilities.* World Bank Group - IFC.

Zamudio, C. (2012). Gobernabilidad sobre el recurso hídrico en Colombia : entre avances y retos. *https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/36284/42930*, 1-14.

ANEXOS

Anexo 1. 1 Identificación de las áreas estratégicas para la regulación hídrica

Anexo 2.a Cálculo producción hídrica actual de la cuenca

Anexo 2.b Determinación de las principales causas de los desequilibrios en las zonas identificadas como áreas estratégicas para la regulación hídrica

Anexo 2def Levantamiento en campo de aforos y secciones transversales

Anexo 2g Asignación, de observadores voluntarios y capacitación en la lectura de las miras a cada una de las estaciones instaladas. Dotación de la papelería donde se

Anexo 3 Determinar los predios que se encuentran dentro de las áreas y ecosistemas estratégicos priorizados

Anexo 4 Diseñar y generar un formulario web para recopilación de información de interés relacionada con la implementación de los POMCAs