MEDICIÓN DE AFOROS LIQUIDOS Y PERFILES TRANSVERSALES EN LAS SZH 1501, NNSS 2906-01 Y C-2907.

SANTA MARTA, JUNIO A DICIEMBRE DE 2023

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

CONTENIDO

1. RESUMEN 4
2. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES Y CRITERIOS DE MEDICIÓN. 5
4.1 LOCALIZACIÓN GENERAL ESTACIONES SZH 1501 6
4.2 LOCALIZACIÓN GENERAL ESTACIONES SZH NNSS 2906 8
3. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE AFORO 11
5.1 MEDICIÓN DE CAUDALES 13
5.2 TIPOS DE MEDICIÓN 13
5.3 MÉTODO ÁREA-VELOCIDAD 15
4. LEVANTAMIENTO DEL PERFIL 28
5. REGISTRO FOTOGRÁFICO TRABAJO EN CAMPO 30
6. TRABAJO EN OFICINA 35
7. EQUIPOS UTILIZADOS 36
8. RESULTADOS 37
9. BIBLIOGRAFÍA 132
10. ANEXOS 132

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las estaciones aforos SZH 1501 7
Figura 2. Ubicación de las estaciones para aforos SZH NNSS 2906. 9
Figura 3. Ubicación de las estaciones para aforos SZH 2907. 9
Figura 4. Posición de puntos de observación en la sección transversal de una corriente..... 15
Figura 5. Molinete hidrométrico. 17
Figura 6. Distribuciones normales de velocidades de flujo en la vertical. 18
Figura 7. Método de dos puntos (0.2 y 0.8) para la medición de la velocidad del flujo en la vertical. 19
Figura 8 y Figura 9 Método de un punto (0.6) y (20%;60% y 80%) para la medición de la velocidad del flujo en la vertical respectivamente. 20
Figura 10. Configuración típica de una medición con un instrumento de efecto Doppler. 22
Figura 11. Salida de un ADCP- Aforo Caño Clarín 16/02/2023..... 24
Figura 12. Sondas de medición bidimensional y tridimensional. 25
Figura 13. Medición en campo con equipo caudalímetro - FlowTracker2..... 26
Figura 14. Ubicación de la sonda dentro del agua, transversal al flujo del agua..... 27
Figura 15. Cartera de Nivelación topografía 28
Figura 16. Levantamiento de secciones transversales hidrotopográficas 30

TABLAS

Tabla 1. Criterios de selección de sitio de monitoreo. 5
Tabla 2. Localización general estaciones SZH 1501 6
Tabla 3. Localización general estaciones SZH NNSS 2906..... 8
Tabla 4. Criterios de selección de sección de aforos..... 10
Tabla 5. Recomendaciones de uso de los métodos de aforo propuesto por el IDEAM. 14
Tabla 6. Punto de referencia BM..... 29
Tabla 7. Registro Fotográfico De Trabajos Levantamiento De Perfiles Transversales 30
Tabla 8. Registro Fotográfico Trabajos De Medición Aforos Líquidos- Campaña 8 31
Tabla 9. Equipos Utilizados..... 36
Tabla 10. Aforos Líquidos SZH 1501 75
Tabla 11. Aforos Líquidos SZH NNSS 2906 76
Tabla 12. Aforos Líquidos SZH 2907- Campaña 8..... 76

1. RESUMEN

En el presente documento se realiza la descripción de las actividades realizadas en las campañas de aforo 11, 12, 13, 14, 15, correspondientes al levantamiento de los perfiles transversales y aforos líquidos en las SZH 1501, NNSS 2906 y SZH C-2907.

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 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.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

2. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES Y CRITERIOS DE MEDICIÓN.

Con la creación de la Ley 99 de 1993: 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 con los criterios para la identificación y selección de sitios de monitoreo, y cada una 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 tuvieron en cuenta las siguientes características:

Tabla 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.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

		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: (IDEAM, GUÍA DE DISEÑO DE LA RED HIDROMETEOROLÓGICA NACIONAL , 2022)

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.

4.1 LOCALIZACIÓN GENERAL ESTACIONES SZH 1501

Tabla 2. Localización general estaciones SZH 1501

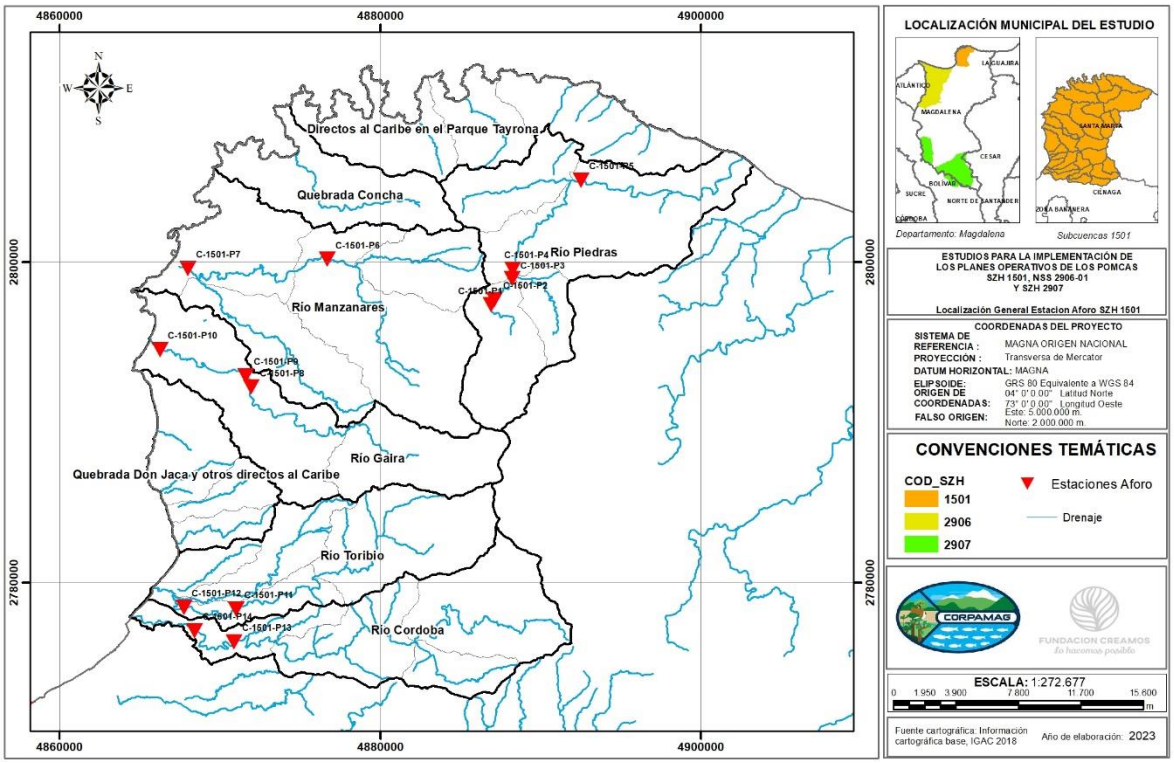
ITEM	PUNTO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	
			LATITUD	LONGITUD
CUENCA SZH 1501.				
1.	C-1501-P1	Bocatoma - Captación Rio Piedras.	11°12'47.97"N	74° 2'10.08"O
2.	C-1501-P2	Aguas Abajo de la Captación a unos 500 metros- Rio Piedras.	11°12'58.41"N	74° 2'2.47"O
3.	C-1501-P3	Puente Vereda La lisa-Rio Piedras.	11°13'41.39"N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

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

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

Fuente: Fundación Creamos

Figura 1. Ubicación de las estaciones aforos SZH 1501



Fuente: Fundación Creamos

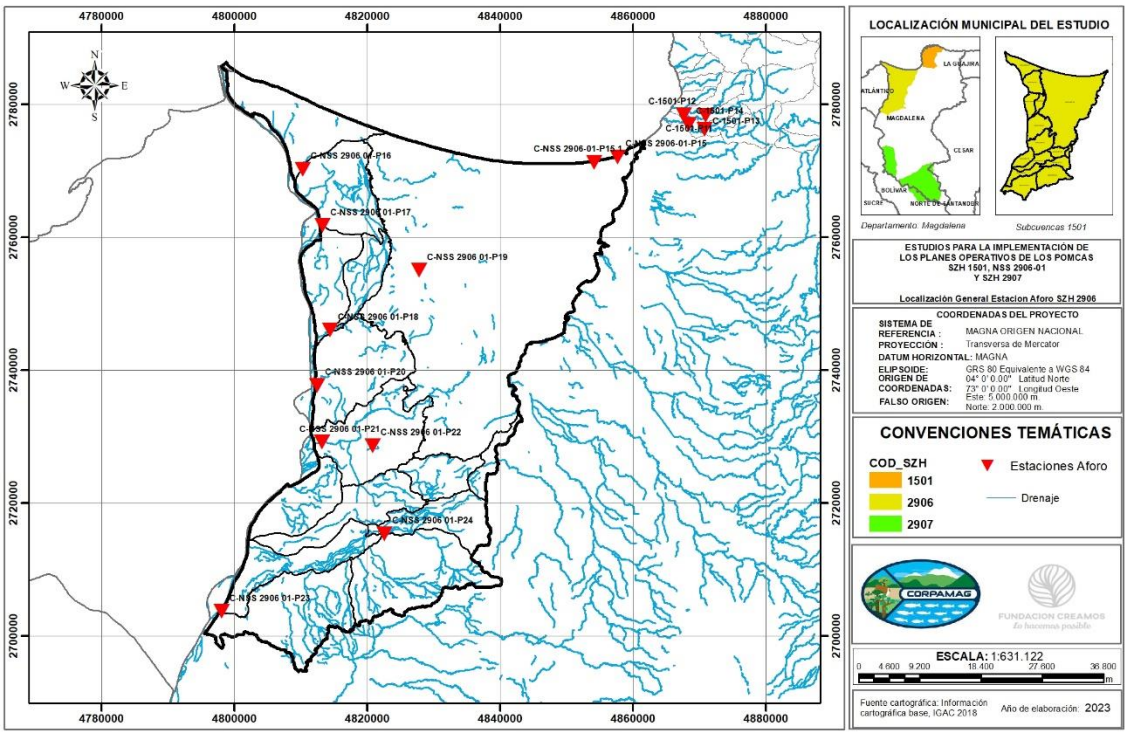
4.2 LOCALIZACIÓN GENERAL ESTACIONES SZH NNSS 2906

Tabla 3. Localización general estaciones SZH NNSS 2906

ITEM	PUNTO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	
			LATITUD	LONGITUD
CUENCA NSS 2906-01.				
15	C-NSS 2906 01-P16	Segundo Puente ruta 2702-Caño Clarín Nuevo	10°57'56.01"N	74°44'10.12"O
16	C-NSS 2906 01-P17	Compuertas ruta 2702-Caño el Burro	10°53'19.99"N	74°42'28.97"O
17	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-P20	Puente Vía La Prosperidad ruta 2702 Caño el Salao	10°40'16.44"N	74°42'52.99"O
20	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
21	C-NSS 2906 01-P23	Puente Vía La Prosperidad ruta 2701 Caño el Schiller	10°21'46.04"N	74°50'38.84"O
22	C-NSS 2906 01-P24	Puente Pivijay-Salamina-Caño Ciego.	10°28'10.17"N	74°37'15.95"O
ITEM	**PUNTO**	**DESCRIPCIÓN**	**COORDENADAS**	
			LATITUD	**LONGITUD**
CUENCA C- 2907				
23	C-2907-P28	Puente vía Banco Guamal-Caño Guamal.	9° 2'33.38"N	74° 1'24.08"O

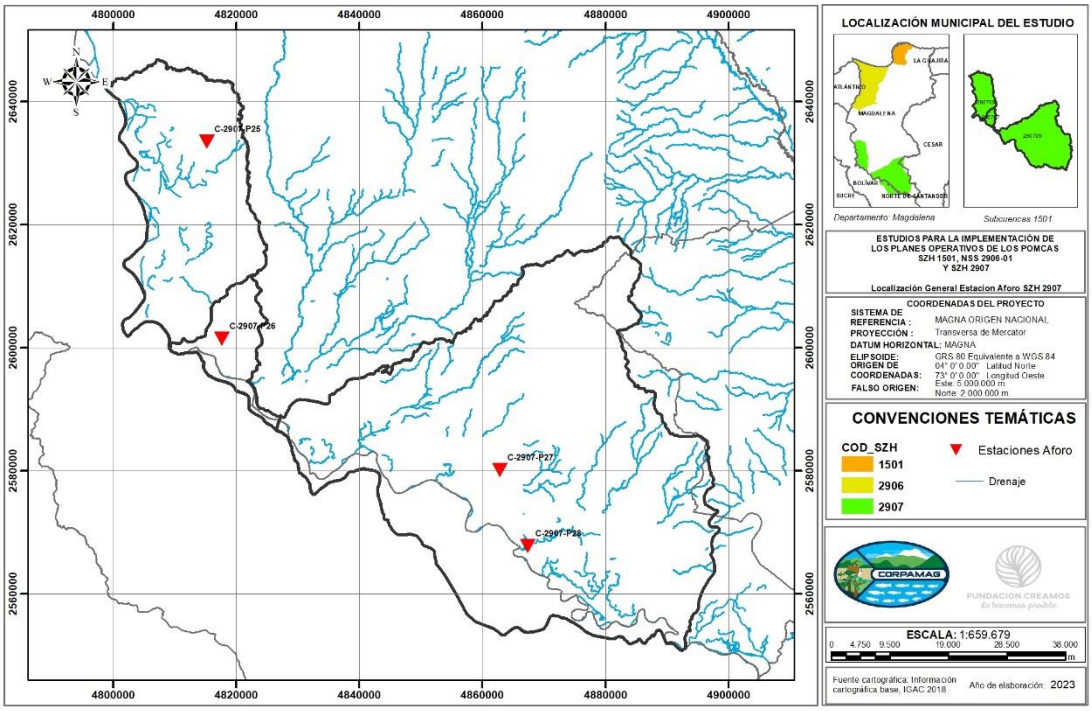
Fuente: Fundación Creamos

Figura 2. Ubicación de las estaciones para aforos SZH NNSS 2906.



Fuente: Fundación Creamos

Figura 3. Ubicación de las estaciones para aforos SZH 2907.



Fuente: Fundación Creamos

Para el monitoreo de caudales, 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.

El protocoló de monitoreo y seguimiento del agua y el documento de metodológico estadísticas de variables hidrológicas del IDEAM, 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 esta, (IDEAM I., 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 erro posible:

Tabla 4. 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 esta.
		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.
		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: (IDEAM, DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS , 2019).

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 anexo 3).

3. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE AFORO.

Los procedimientos utilizados para realizar trabajos de hidrotopografía, como se ha mencionado anteriormente se basaron en el protocolo de monitoreo y seguimiento del agua 2022. 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. Contar con información veraz para que pueda ser utilizada en el momento de responder a los requerimientos para concesión de caudales.
2. Conocer la oferta hídrica de la cuenca, para determinar junto con la demanda el

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

balance hídrico por cuencas.

3. Conocer en detalle la disponibilidad del recurso hídrico en aquellas cuencas donde el recurso es utilizado para el suministro de agua para la ciudad de Santa Marta y Ciénaga (ríos Piedras, Gaira y Manzanares Toribio y Córdoba)
4. Dar alertas tempranas para el control de inundaciones en los sistemas lóticos y manejo de embalses.
5. Proporcionar insumos para formular e implementar Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - (POMCAS) y planes de ordenamiento y desarrollo territorial.
6. 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.
7. Evaluar los impactos en los recursos hídricos frente a fenómenos de sequías, variabilidad y cambio climático.
8. Brindar insumos para el sector académico e institutos de investigación, así como fortalecimiento de programas internacionales de intercambio de datos.
9. 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 I. , 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 I. , 2021)

Producto del avance de las tecnologías en años recientes se ha extendido el uso de perfiladores acústicos ADCP y FlowTracker2, este último útil para corrientes con bajos caudales, para el desarrollo de las mediciones se utilizaron estos instrumentos los cuales más adelante se describirán detalladamente.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

5.1 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 I. , 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:

i. medición de la velocidad y sección de la corriente,
ii. medición del volumen de agua y el tiempo de acumulación,
iii. medición de la dilución de una solución o de un trazador.

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 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).

5.2 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 I. , 2021).

Existen diferentes métodos de medir el caudal, en el presente informe solo se describen los instrumentos que de acuerdo con 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

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

de aforo, el cual fue el punto de referencia para elegir el instrumento adecuado para la medición de caudal, ver Tabla 5.

Tabla 5. 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
	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

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

MÉTODO DE AFORO		SECCIÓN	CAUDAL O VELOCIDAD	
	Canaletas		Pequeñas (preferible <2.5 m ancho).	Q<4 m3/s

Fuente: (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.

5.3 MÉTODO ÁREA-VELOCIDAD

De acuerdo con 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.

5.3.1. 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 I. , 2021)

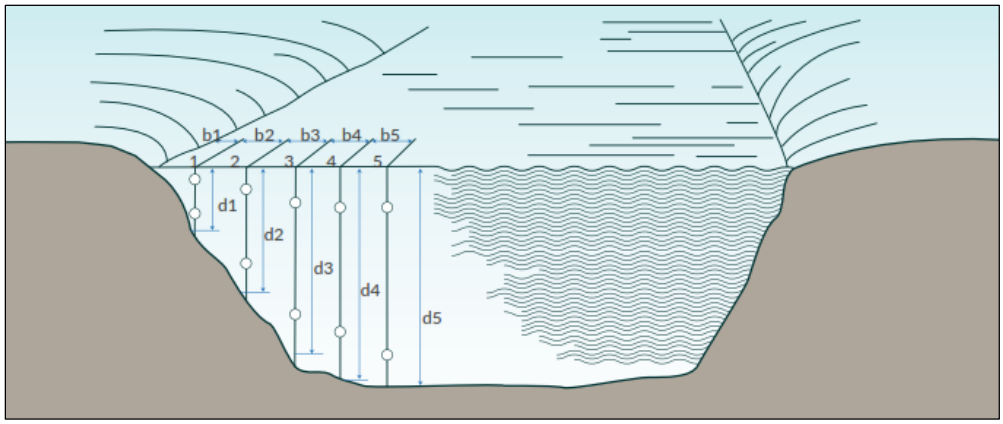
El caudal en una corriente de agua es función del área de la sección de aforos y de la velocidad media del flujo, se obtiene mediante el producto de estas dos variables (ver. Ecuación 1):

$$Q = V * A \qquad Ecuación\ 1$$

La medición de caudales por este método se establece a través de la selección del 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 4.

Figura 4. Posición de puntos de observación en la sección transversal de una corriente

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible



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

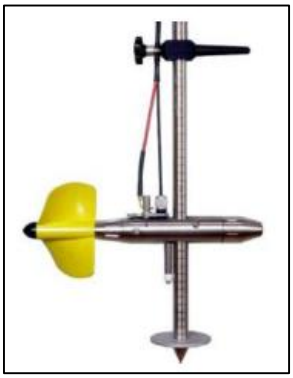
El área de una sección parcial corresponde a la superficie de cada tramo en que se ha dividido el cauce, la cual se encuentra multiplicando la profundidad media por el ancho parcial ver Ecuación 3:

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

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

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 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. ver Figura 5.

Figura 5. 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

Q_T = Caudal total
A_T = área total
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

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

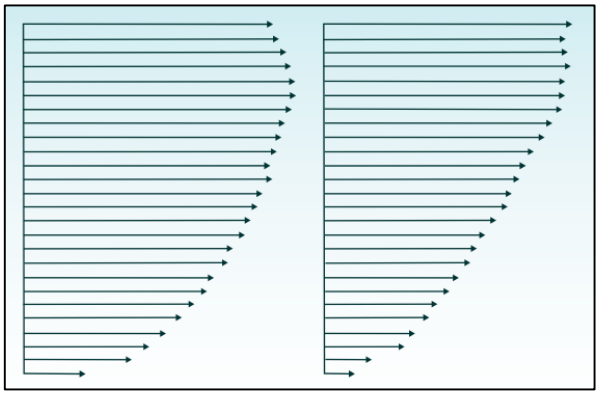
medición de la velocidad y, adicionalmente, entre dos verticales sucesivas no debe pasar más del 10 % del caudal total (SCMH, 1974), con el fin de evitar errores por sobreestimación o subestimación. En caso de sobrepasar este porcentaje, se recomienda volver a ejecutar el aforo con un abscisado más denso.

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 6, (IDEAM I. , 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 6. Distribuciones normales de velocidades de flujo en la vertical.



Fuente: (IDEAM I. , 2021)

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.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

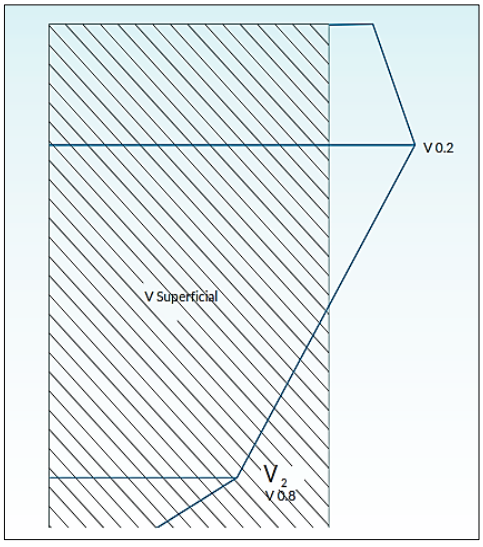
La medición en cinco puntos de la vertical requiere mediciones de velocidad en la superficie a 0.2 – 0.6 y 0.8 de la profundidad total y en un punto cercano al fondo. La velocidad media se obtiene por la siguiente relación ver Ecuación 6:

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

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 7.

Figura 7. Método de dos puntos (0.2 y 0.8) para la medición de la velocidad del flujo en la vertical.



FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

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.

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

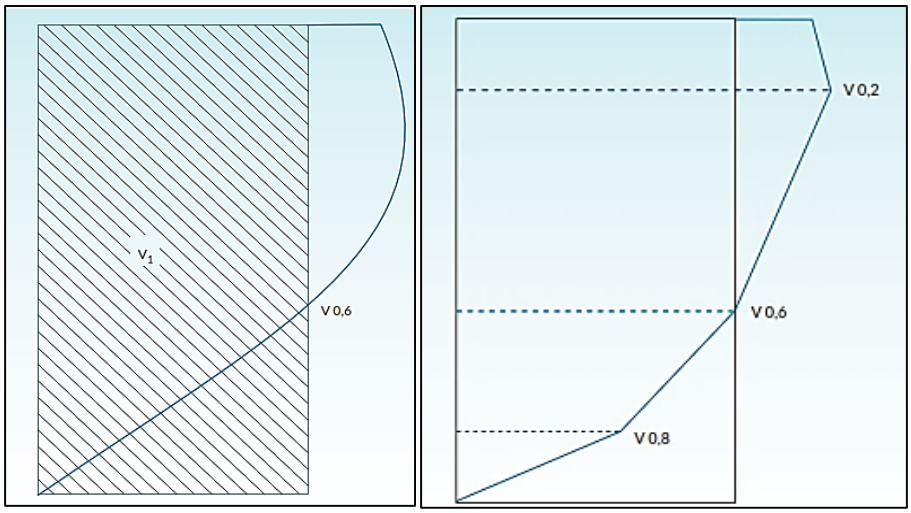
El método 0.6, consiste en medir la velocidad en cada vertical, colocando el molinete al 60 % de la profundidad total por debajo de la superficie, ver Figura 8, El valor obtenido se considera como la velocidad media de la vertical. Este método se emplea en secciones de poca profundidad, pero no menores 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 6. 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 8 y Figura 9 Método de un punto (0.6) y (20%;60% y 80%) para la medición de la velocidad del flujo en la vertical respectivamente.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible



Fuente: (IDEAM I. , 2021)

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 I. , 2021).

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

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

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

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, ver Ecuación 10:

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

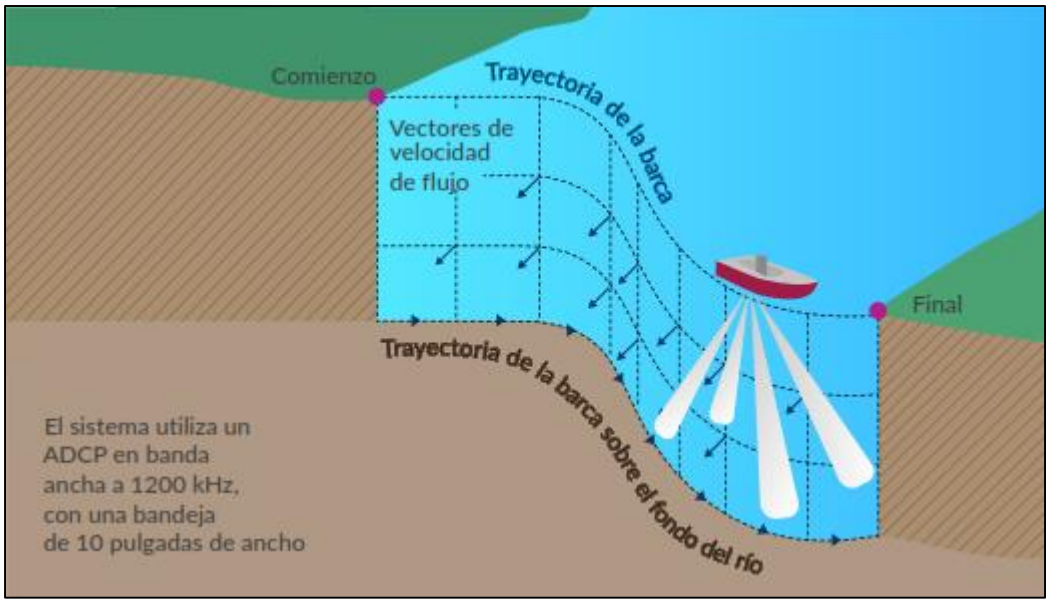
5.3.2. AFORO POR ADCP

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 estimar 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 10. Configuración típica de una medición con un instrumento de efecto Doppler.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible



Fuente: (IDEAM I. , 2021)

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.

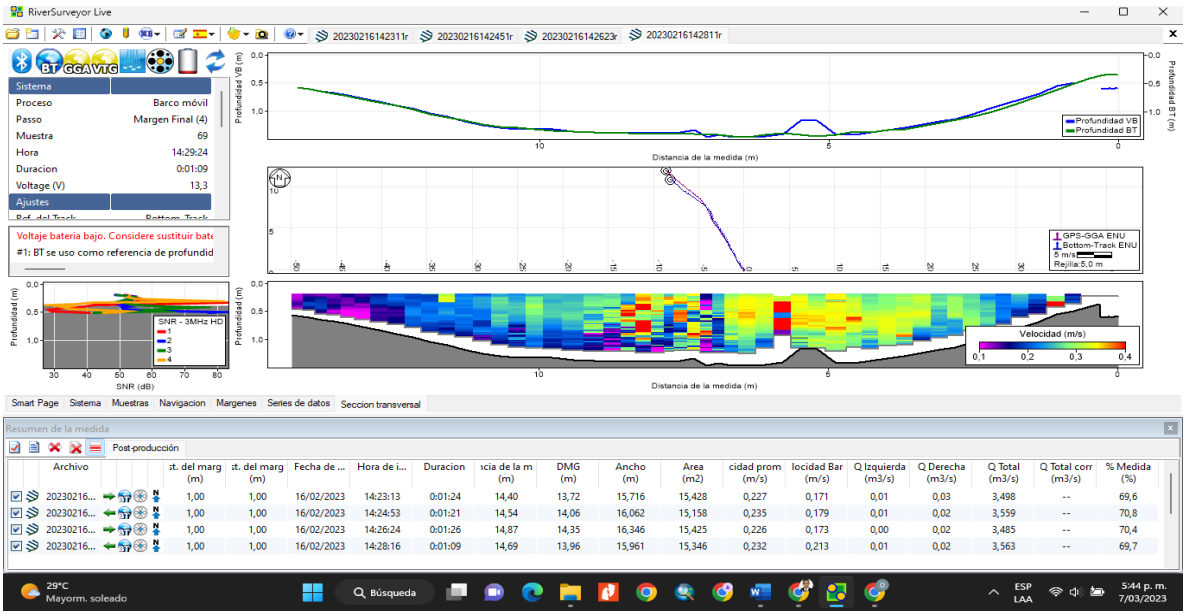
El ADCP utiliza el efecto Doppler para transmitir el sonido a una frecuencia fija y escuchar los ecos retornados por los reflectores presentes en el agua, como pequeñas partículas o plancton, que reflejan el sonido hacia el ADCP, los cuales se mueven a la misma velocidad horizontal del agua.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

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 9; 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 11.

Figura 11. Salida de un ADCP- Aforo Caño Clarín 16/02/2023



Fuente: Fundación Creamos.

5.3.3. AFORO FLOW TRACKER2 (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 12.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

Figura 12. Sondas de medición bidimensional y tridimensional.



Fuente: (IDEAM I. , 2021)

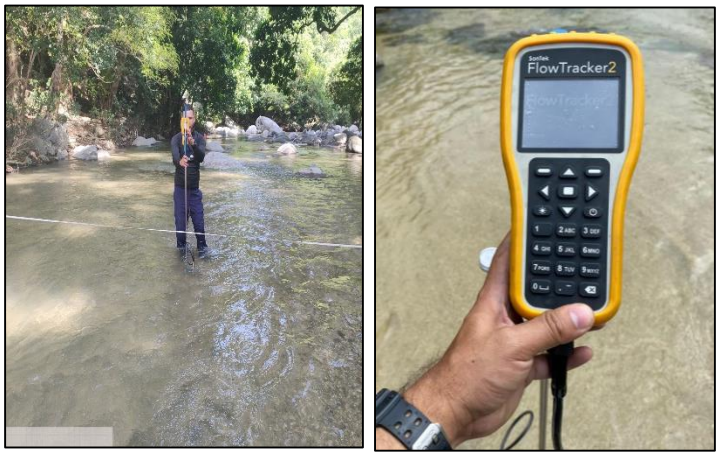
La conexión entre el sensor y el equipo se hace por medio de un cable de 1.5 m con posibilidad de extender hasta los 10 m. La varilla de vadeo es ajustable y práctica para facilitar la medición de profundidades totales del lecho y para ubicar la profundidad de medición del sensor; además la varilla cuenta 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 esta, 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 13.

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 13. Medición en campo con equipo caudalímetro - FlowTracker2.



Fuente: Fundación Creamos

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 14 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.

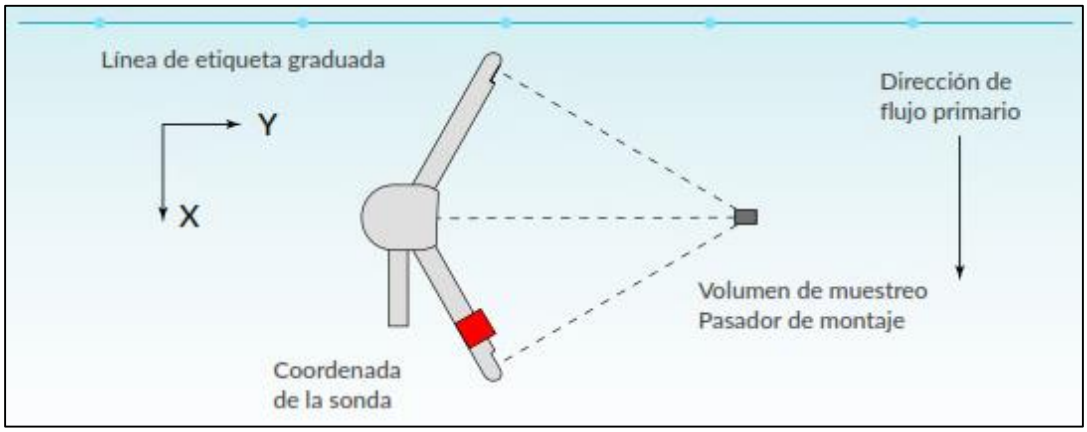
Antes de iniciar la medición y teniendo el equipo dentro del agua, es muy importante que se realice una verificación del haz de sonido, con el fin de descartar cualquier daño o anomalía en el sensor, es el primer control de calidad de los datos que se efectúa en la medición.

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

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

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

Figura 14. 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 más 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.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

4. 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, 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. Ver **Figura 15. Cartera de Nivelación topografía**.

Figura 15. Cartera de Nivelación topografía

FORMATO CARTERA DE NIVELACIÓN

ESTACION =	Rotonda PTE Gaira cercano al toque EDS Terpel.	*CORRIENTE=*	RIO GAIRA
CODIGO=	1501-P10	*COTA CERO =*	93.903
DEPTO=	MAGDALENA	*COTA BM=*	100
MUNICIPIO=	SANTA MARTA	*FECHA=*	**19/09/2023**

CARTERA POR NIVEL

PUNTO	DIST (m)	VISTA ATRÁS (+)	VISTA INTERMEDIA (-)	VISTA ADELANTE (-)	ALT INST.	COTA	ABSCISA (m)	DESCRIPCION
		0.684			100.684	100.000		*S/BM*
	0.00		2.526		100.684	98.158	0.00	*PRI*
	0.00		3.125		100.684	97.559	0.00	*S/TERRENO*
	1.00		4.235		100.684	96.449	1.00	*S/TERRENO*
	0.00	1.650		3.865	98.469	98.469	1.00	*CAMBIO 1*
	4.00		2.380		98.469	96.089	5.00	*S/TERRENO*
	2.00		2.968		98.469	95.501	7.00	*S/TERRENO*
	1.00		3.866		98.469	94.603	8.00	*NAOI*
					SONDEO REALIZADO CON MNT			
	10.50		3.866		98.469	94.603	18.50	*NAOD*
	0.50		3.305		98.469	95.164	19.00	*S/TERRENO*
	3.30		3.258		98.469	95.211	22.30	*S/TERRENO*
	2.30		2.126		98.469	96.343	24.60	*S/TERRENO*
	4.00		1.756		98.469	96.713	28.60	*S/TERRENO*
	8.00		1.265		98.469	97.204	36.60	*PRD*
	9.00		3.566		98.469	94.903		*S /2-3*
	0.00		2.566		98.469	95.903		*S /1-2*

OBSERVACIONES: ***SONDEO REALIZADO CON MOLINETE***

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

Tabla 6. 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: Fundación Creamos

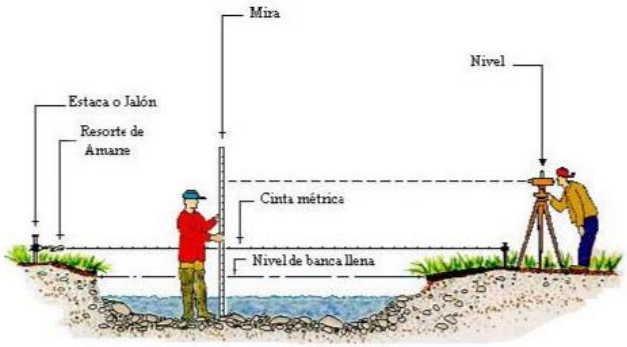
Durante el desarrollo de las actividades de topografía se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

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.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

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 16. Levantamiento de secciones transversales hidrotopográficas



5. REGISTRO FOTOGRÁFICO TRABAJO EN CAMPO

En las siguientes tablas se presenta el registro fotográfico de las actividades realizadas en unas estaciones, (levantamiento de perfiles transversales, aforos).

Tabla 7. Registro Fotográfico De Trabajos Levantamiento De Perfiles Transversales.

PERFIL TRANSVERSAL

	
P1 -Río Piedras -Arriba Captación	**P2- Rio Piedras- Abajo Captación**
	
P12- Rio Toribio-Pte Carretera	**P4- Rio Piedras -Unión R. Piedras y la Q. Lisa**

Fuente: Fundación Creamos

Tabla 8. Registro Fotográfico Trabajos De Medición Aforos Líquidos- Campaña 10

AFOROS LIQUIDOS

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

	
P1- Rio Piedras -Arriba Captación	**P2- Rio Piedras- Abajo Captación**
	
P3- Rio Piedras- Puente la Lisa	**P4 –Rio Piedras. Unión la Lisa R. Piedras**

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

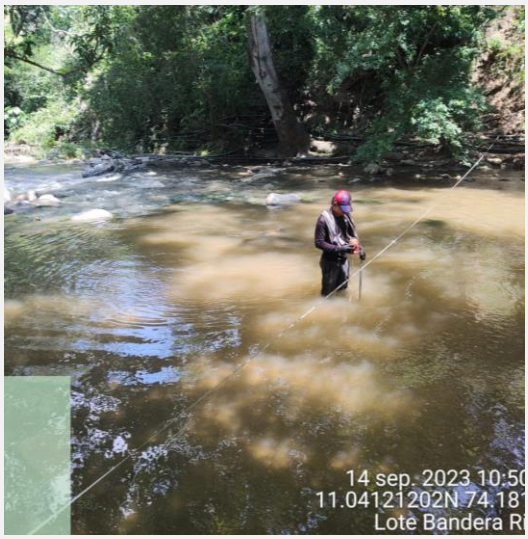
	
P5- Rio Piedras -Pony club	**P6- Rio Piedras- Polinka**
	
P7- Rio Manzanares Cra 5	**P8- Rio Gaira- Arriba Bocatoma**



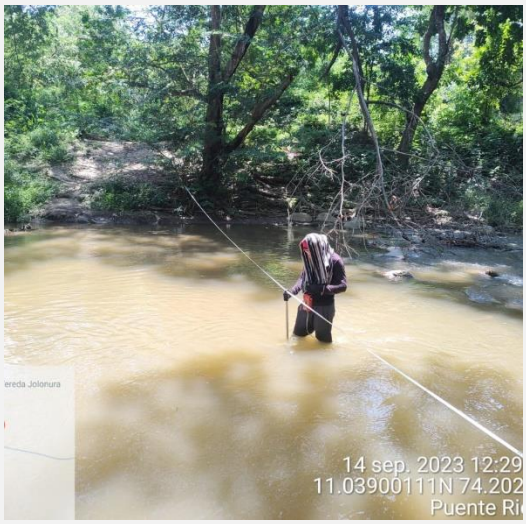
P9- Rio Gaira -Abajo bocatoma



P10- Rio Gaira- Rotonda terpel



P11- Rio Toribio- Lote Bandera



P12- Rio Toribio- Pta Carretera

	
P13- Rio Córdoba -Arriba Bocatoma	**P14- Rio Córdoba - Pte. Carretera**

6. 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 una 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.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

- 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.

7. 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, proporcionando una mayor confiabilidad de los datos.

Tabla 9. Equipos Utilizados

EQUIPOS UTILIZADOS	
	
Nivel de precisión Leica NA332	Computador portátil y software RiverSurveyor
	
Molinete Hidrométrico	ADCP Sontek RS/M9

Fuente: Fundación Creamos

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

8. RESULTADOS

RESUMEN DE AFOROS LÍQUIDO - CAMPAÑA 11

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 10. 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	0.43	7.5	2.051	0.275	0.565	0.273	FT2
1501-2	0.19	7.7	2.202	0.044	0.096	0.286	FT2
1501-3	0.65	9.5	2.44	0.053	0.130	0.257	FT2
1501-4	0.53	13.2	3.361	0.150	0.505	0.255	FT2
1501-5	0.70	8.00	1.404	0.434	0.610	0.176	FT2
1501-6	0.56	10.0	1.455	0.477	0.694	0.146	FT2
1501-7	0.72	8.0	2.225	0.061	0.135	0.278	FT2
1501-8	0.63	11.8	2.511	0.452	1.135	0.213	FT2
1501-9	0.79	6.70	2.086	0.340	0.709	0.311	FT2
1501-10	0.54	8.0	1.798	0.405	0.728	0.225	FT2
1501-11	0.68	20.2	8.305	0.384	3.190	0.411	FT2
1501-12	0.60	14.0	5.472	0.441	2.413	0.391	FT2
1501-13	0.78	15.4	8.380	0.459	3.850	0.544	FT2
1501-14	0.61	20.0	7.0	0.553	3.872	0.350	FT2

Fuente: Fundación Creamos.

*FT2 = Flow Tracker 2

*MNT = Molinete

NOTA:

- La Estación **C-NSS-2906-01-P17** compuertas ruta 2702 – Caño el Burro, por estar sedimentado, 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 seco, sin flujo de agua en la sección transversal, imposibilitando realizar la medición.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

- La Estación **C-NSS 2906 01-P21** Segundo Puente Vía La Prosperidad ruta 2702 Caño Renegado (Guáimaro)., al momento de la visita se encontró seco, imposibilitando realizar las mediciones.
- La Estación **C-NSS 2906 01-P23** Puente Vía La Prosperidad ruta 2701 Caño el Schiller, al momento de la visita se encontró seco, imposibilitando realizar las mediciones.

- La Estación **C-NSS-2906-01-P24** Puente Pivijay – Salamina Caño Ciego, al momento de la visita se encontró seco, imposibilitando realizar las mediciones.

A continuación, se presentan el resumen de aforos medidos SZH NNSS 2906 Campaña 11

Tabla 11. 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	1.8	14.0	16.68	0.371	6.181	1.33	MNT
NNSS-18	2.13	30	115.610	0.55	64.657	4.61	MNT

Fuente: Fundación Creamos

Tabla 12. Aforos Líquidos SZH 2907- Campaña 11

ESTACIÓN	NIVEL AGUA (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m3/s)	PROF_MEDIA (m)	EQUIPO DE MEDICIÓN
NNSS-28	3.3	23.436	59.506	0.478	28.430	3.702	ADCP

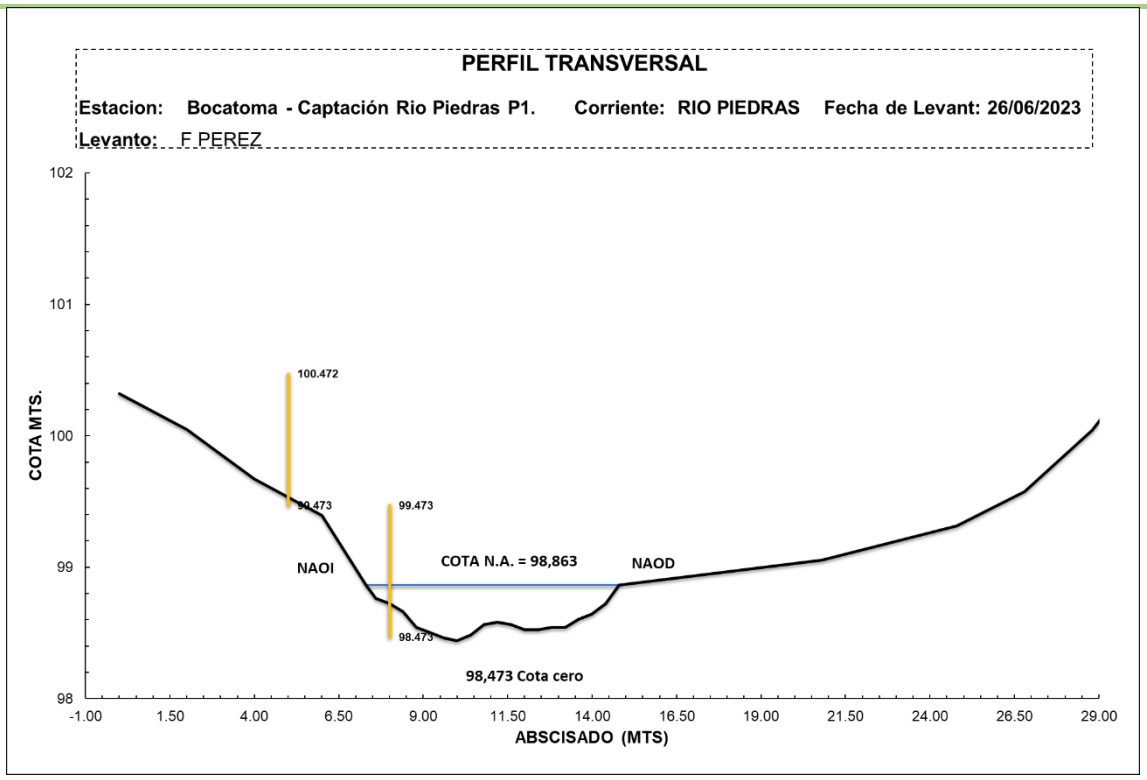
FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

SECCIONES TRANSVERSALES CAMPAÑA 11

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

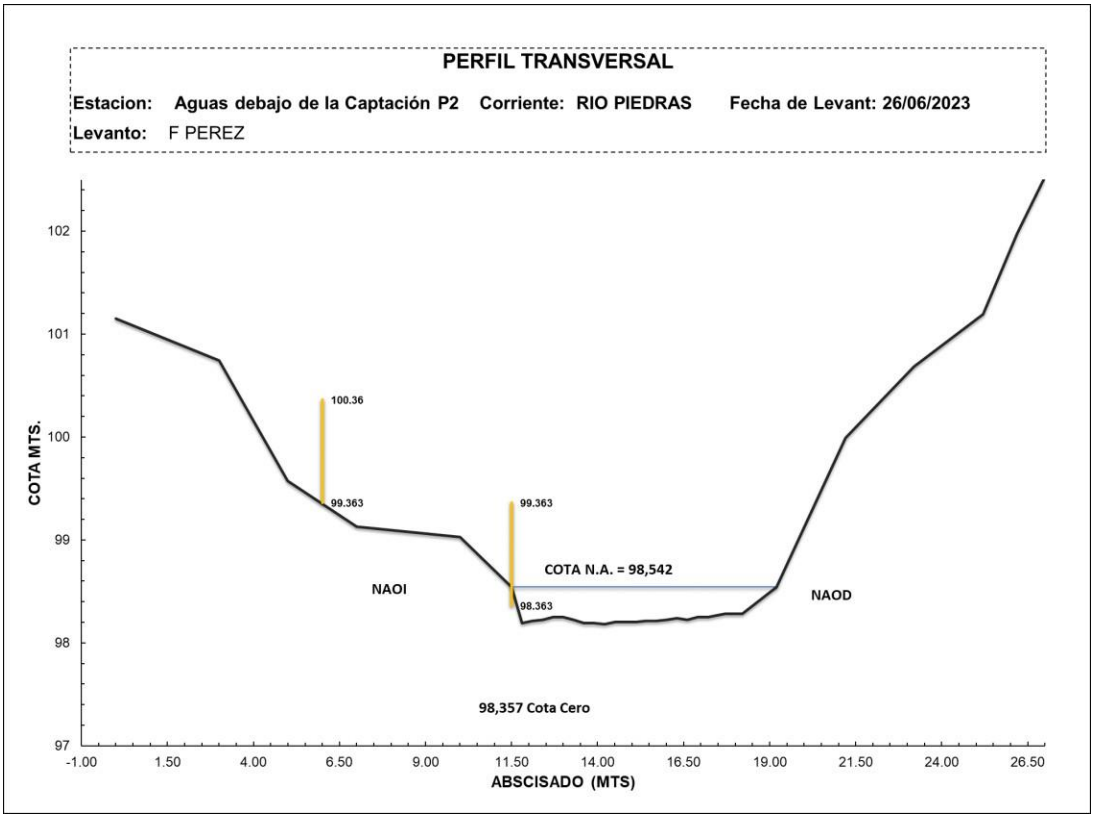


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.565	0.273	2.051	7.5

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

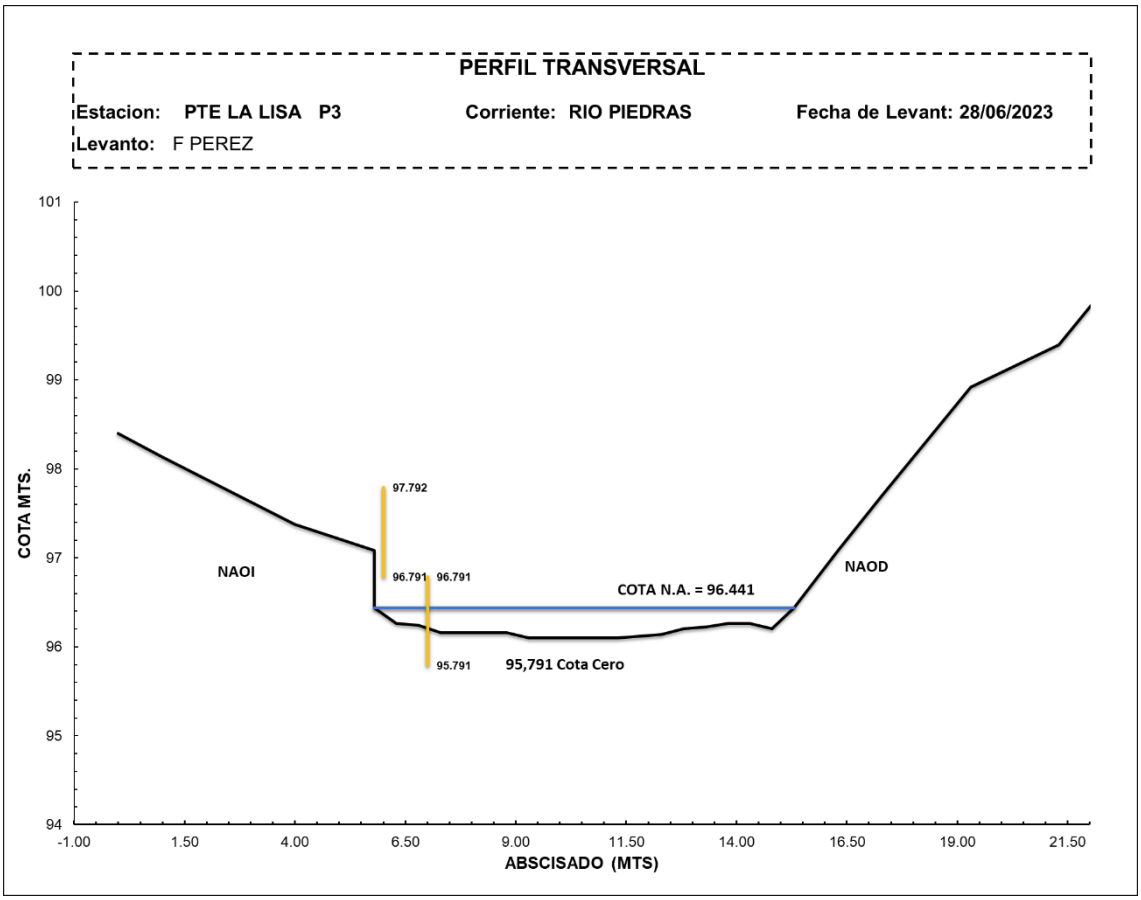
ESTACIÓN C-1501-P2



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.096	0.286	2.202	7.7

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

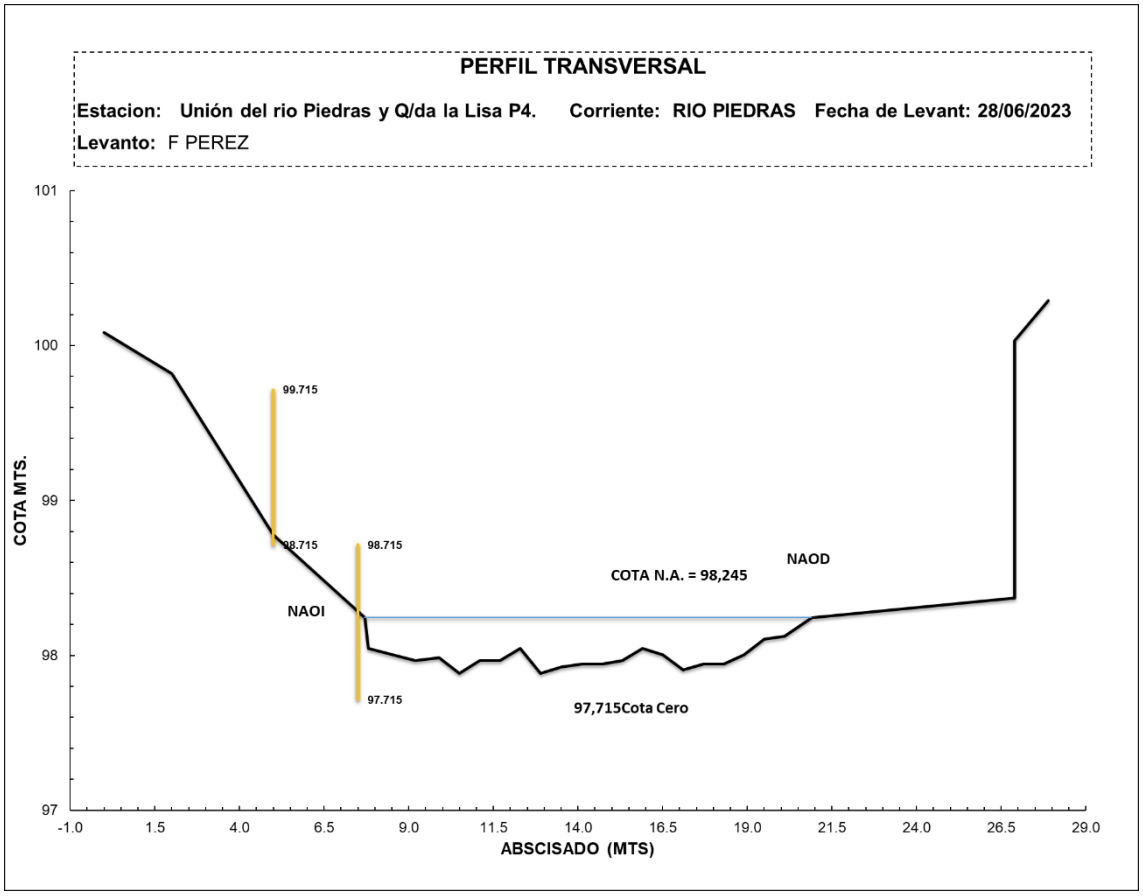
ESTACIÓN C-1501-P3



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.13	0.257	2.44	9.5

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

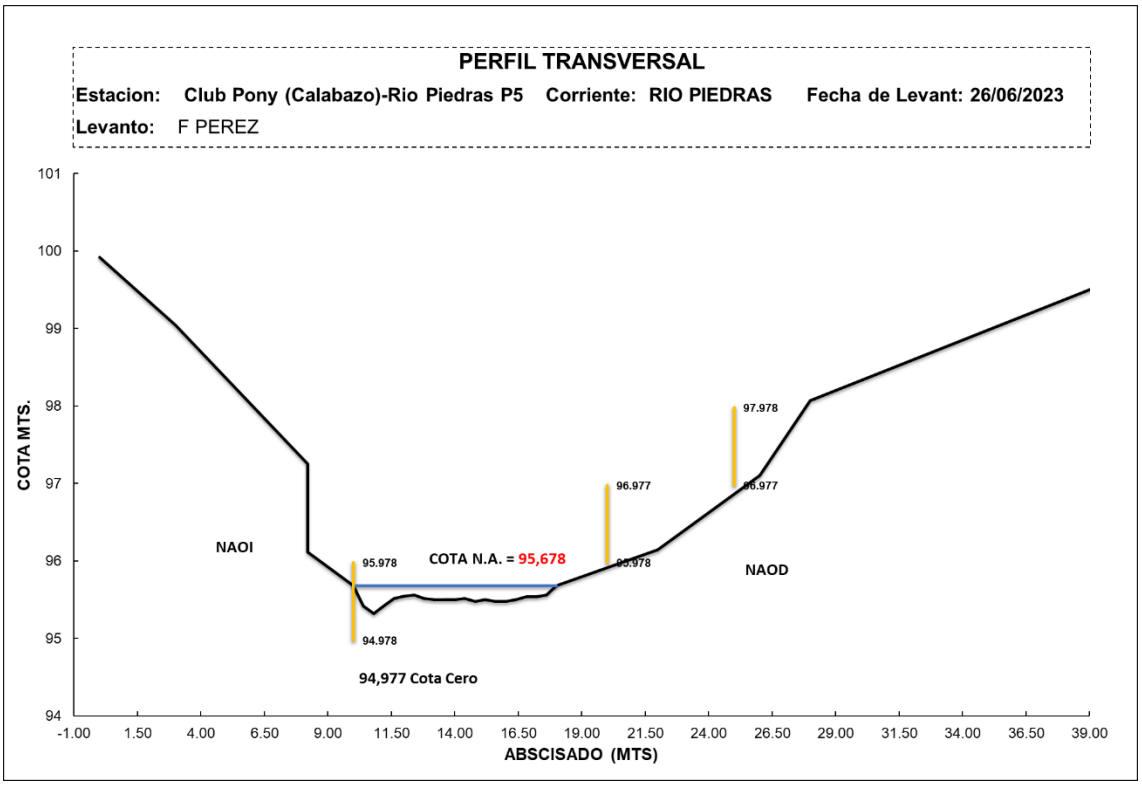
ESTACIÓN C-1501-P4



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.505	0.255	3.361	13.2

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

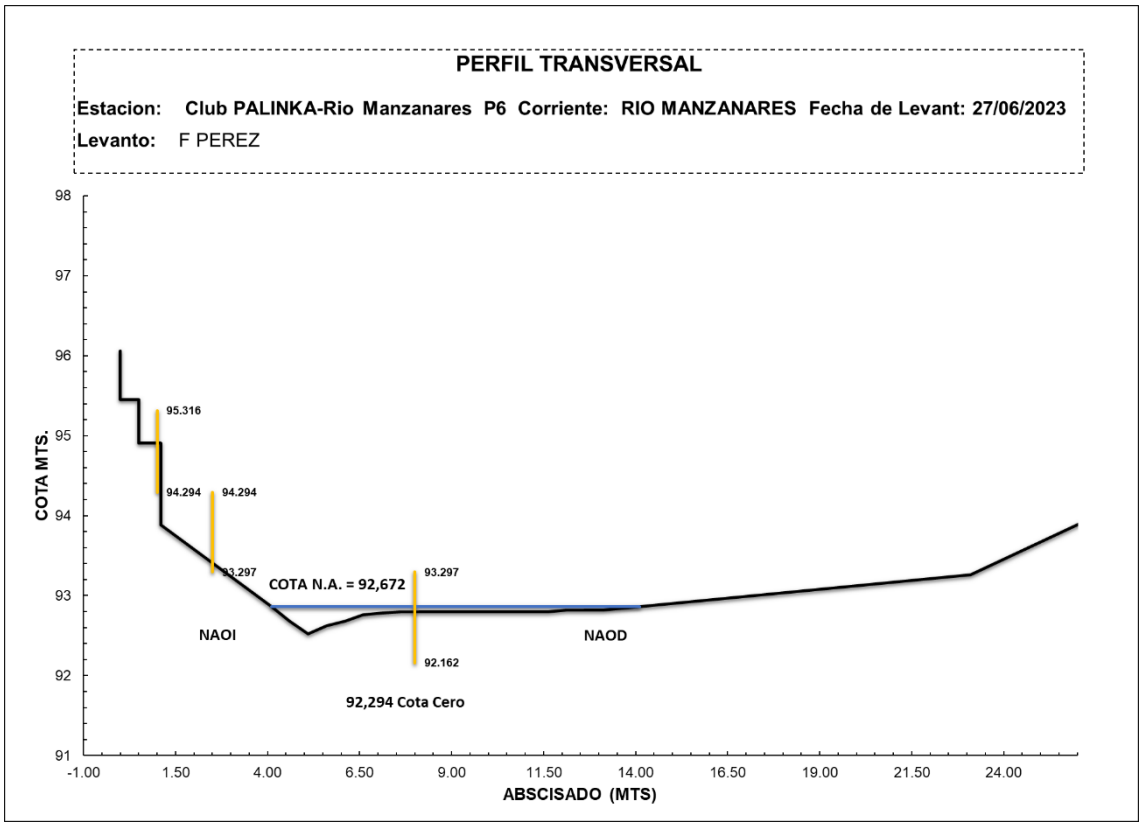
ESTACIÓN C-1501-P5



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.61	0.176	1.404	8

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

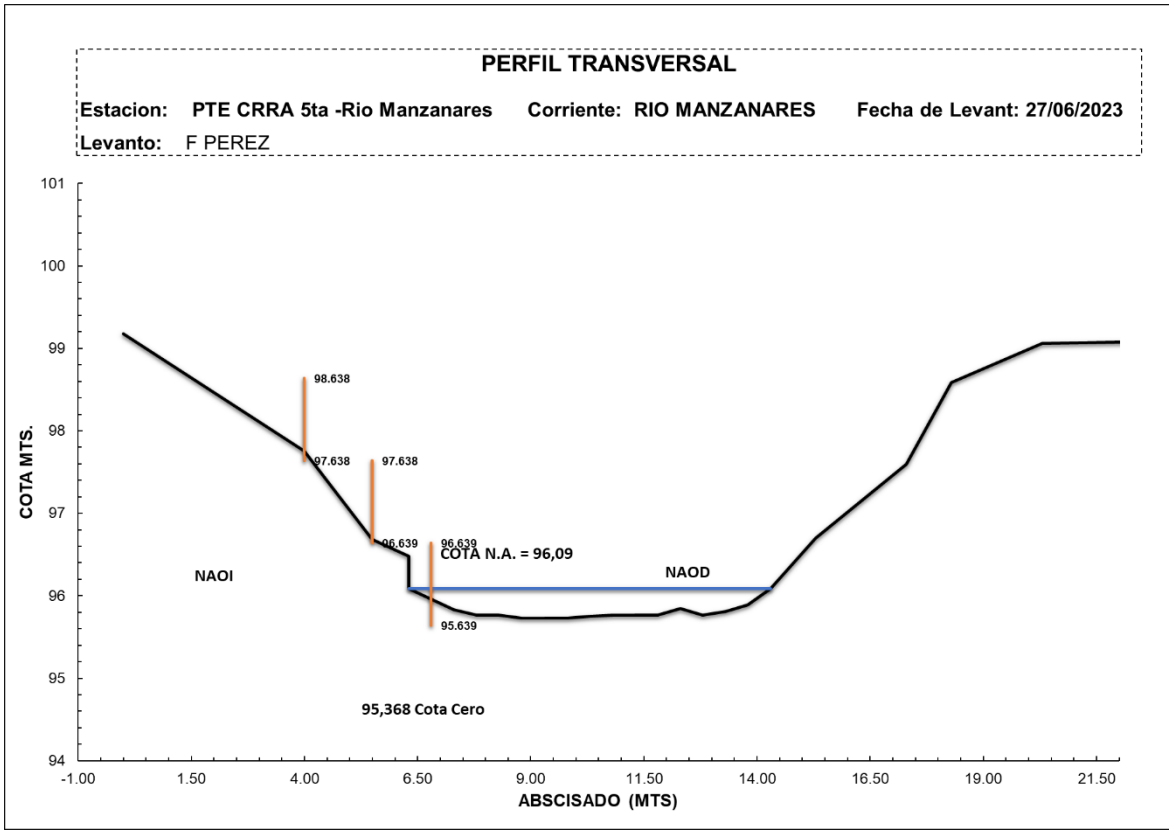
ESTACIÓN C-1501-P6



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.694	0.146	1.455	10

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

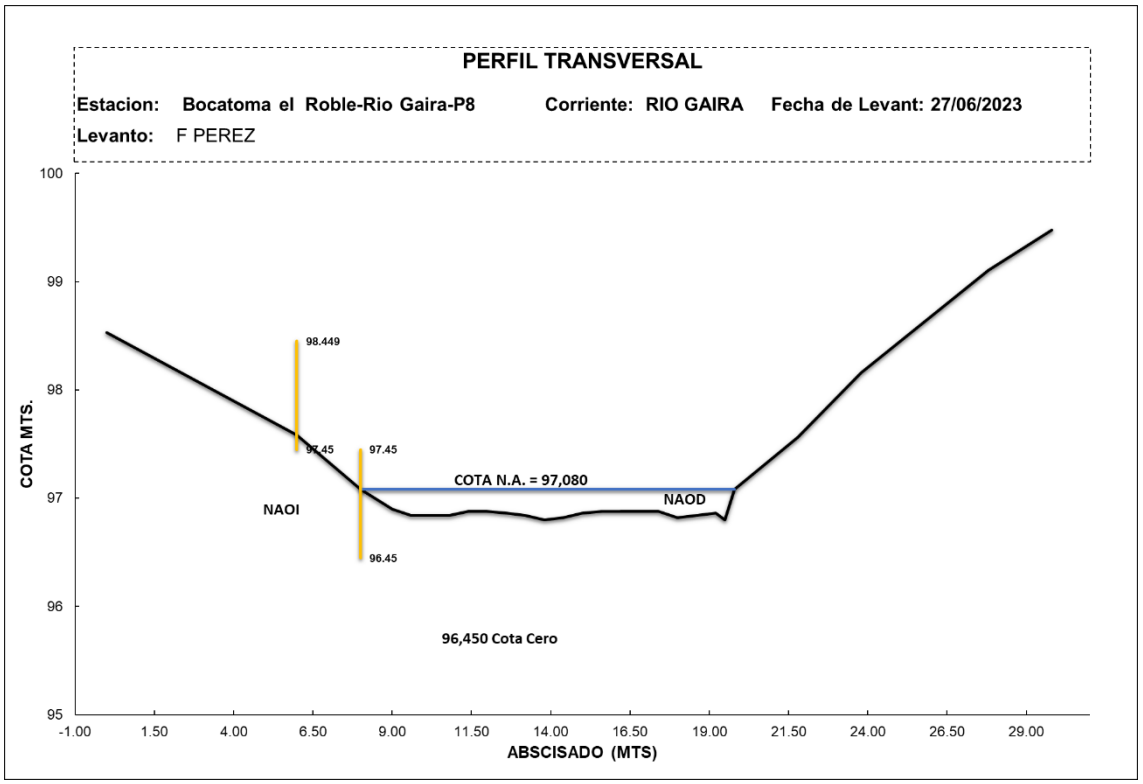
ESTACIÓN C-1501-P7



CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.135	0.278	2.225	8

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

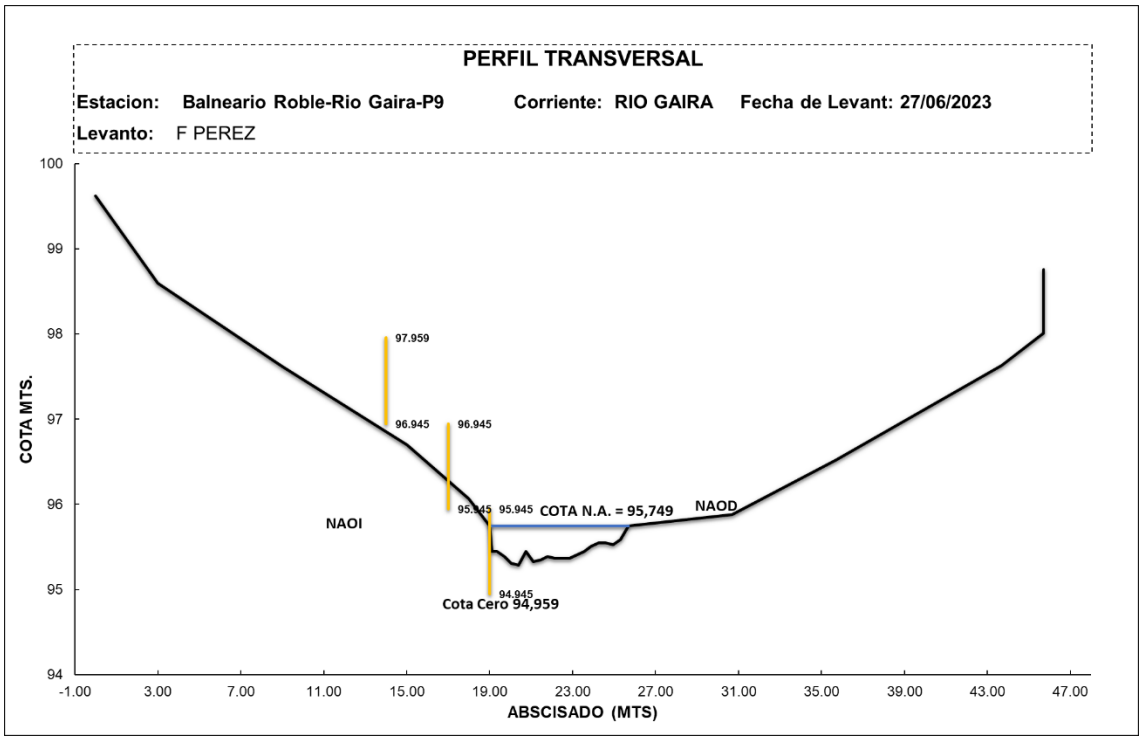
ESTACIÓN C-1501-P8



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1.135	0.213	2.511	11.8

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

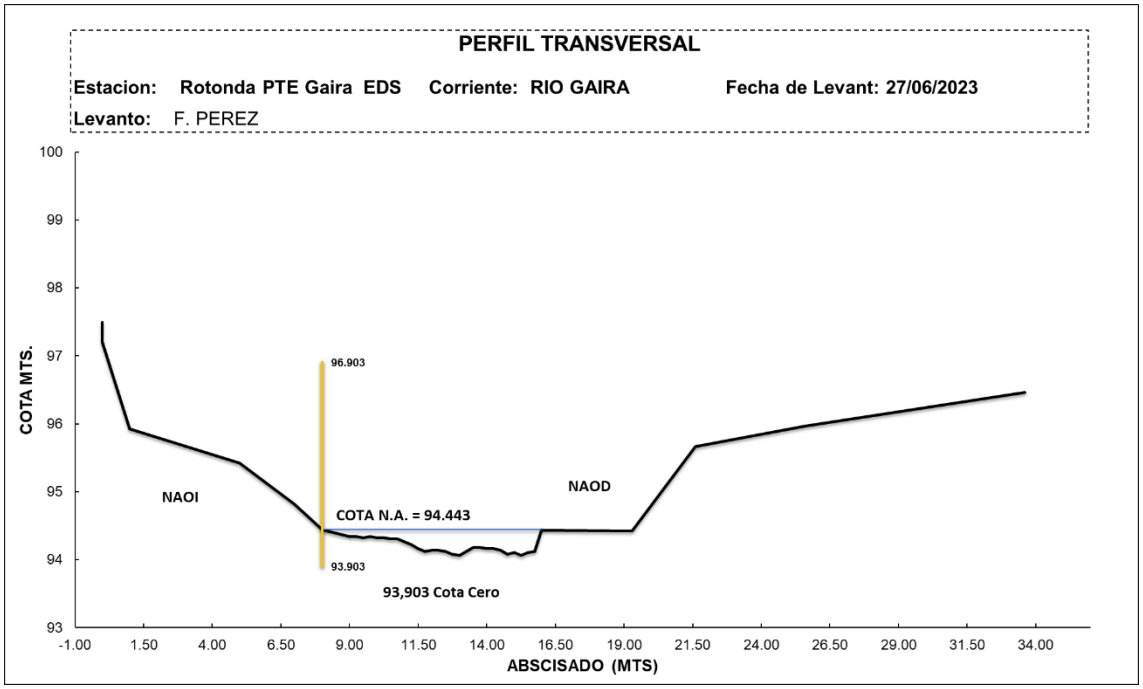
ESTACIÓN C-1501-P9



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.709	0.311	2.086	6.7

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

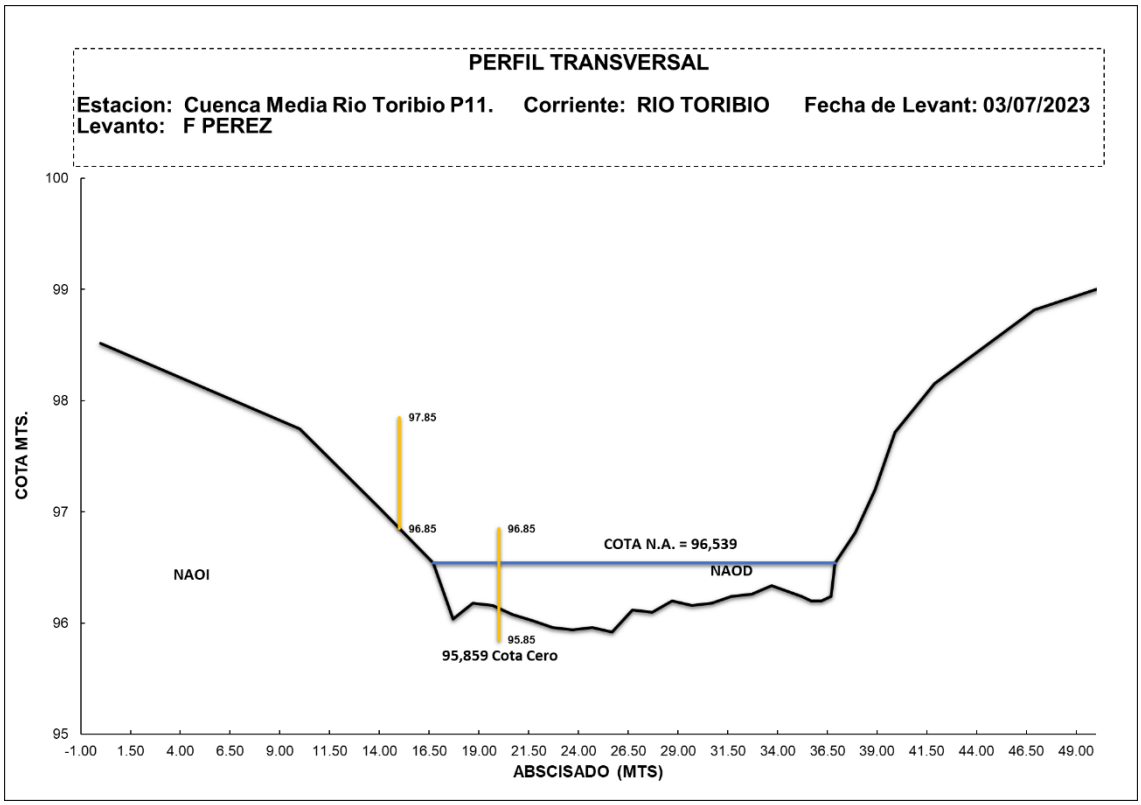
ESTACIÓN C-1501-P10



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.728	0.225	1.798	8

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

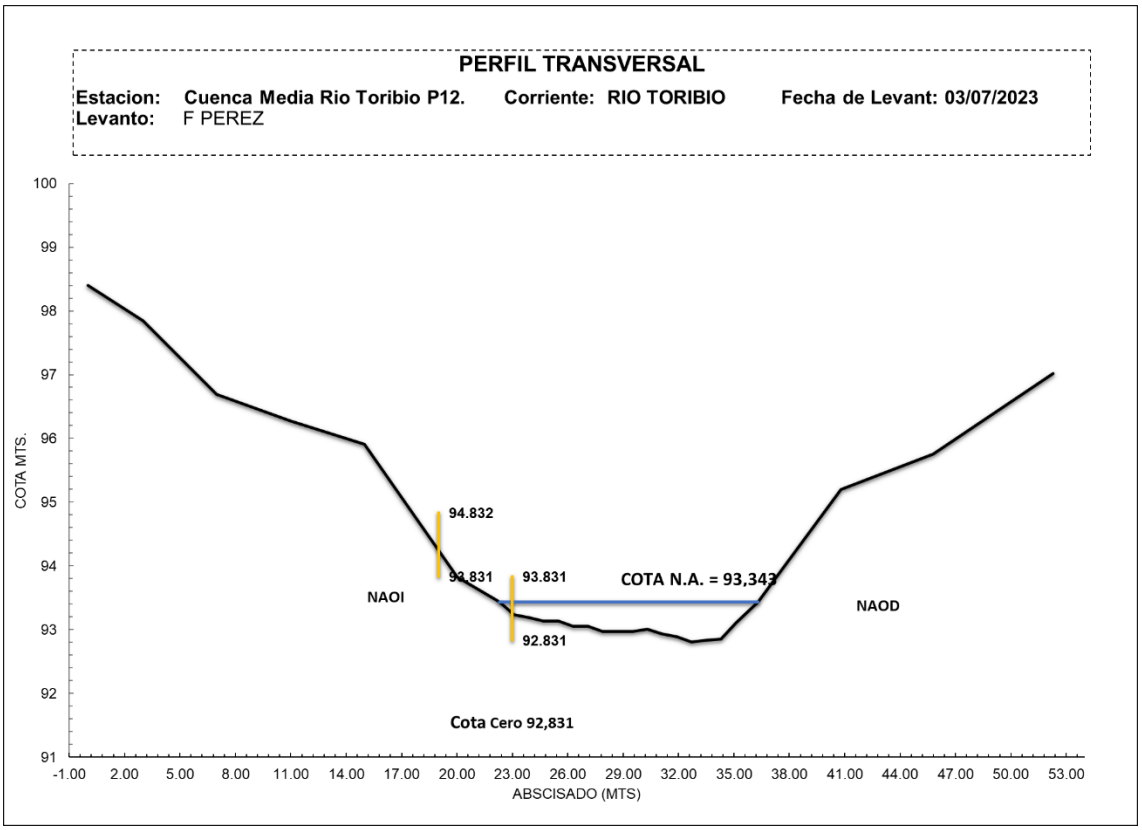
ESTACIÓN C-1501-P11



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3.19	0.411	8.305	20.2

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

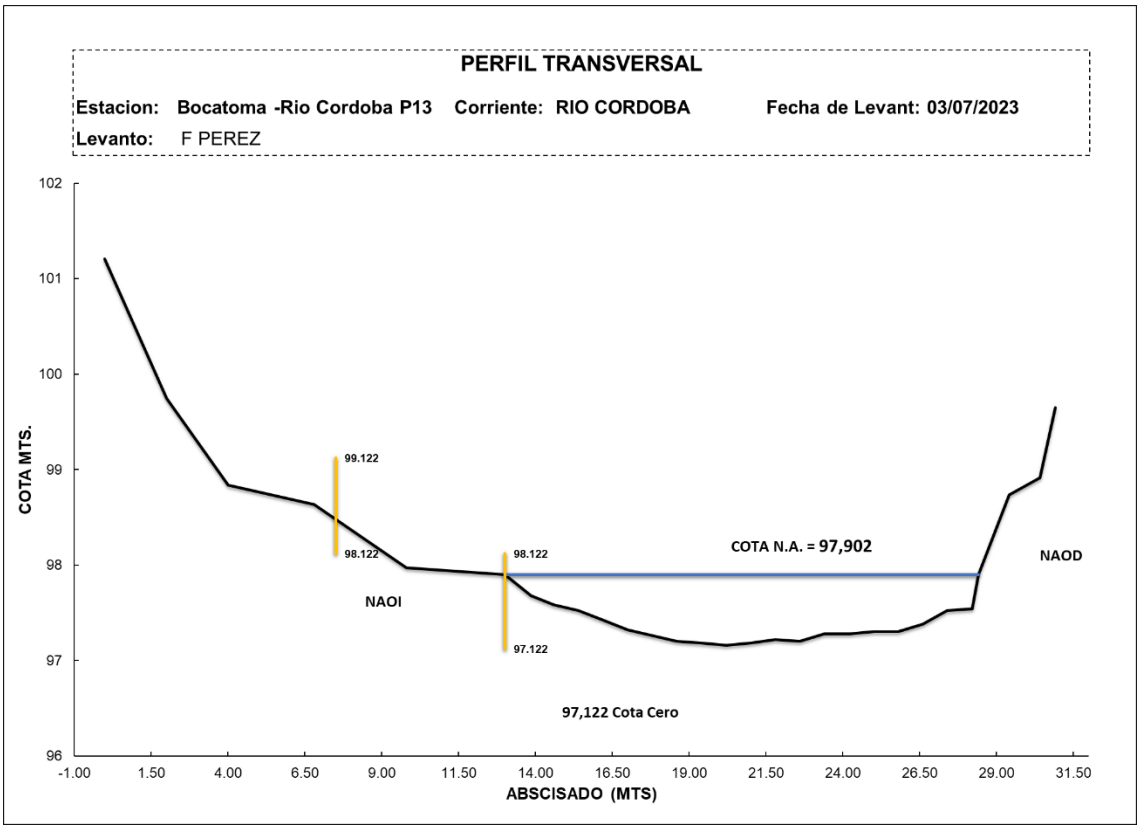
ESTACIÓN C-1501-P12



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2.413	0.391	5.472	14

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

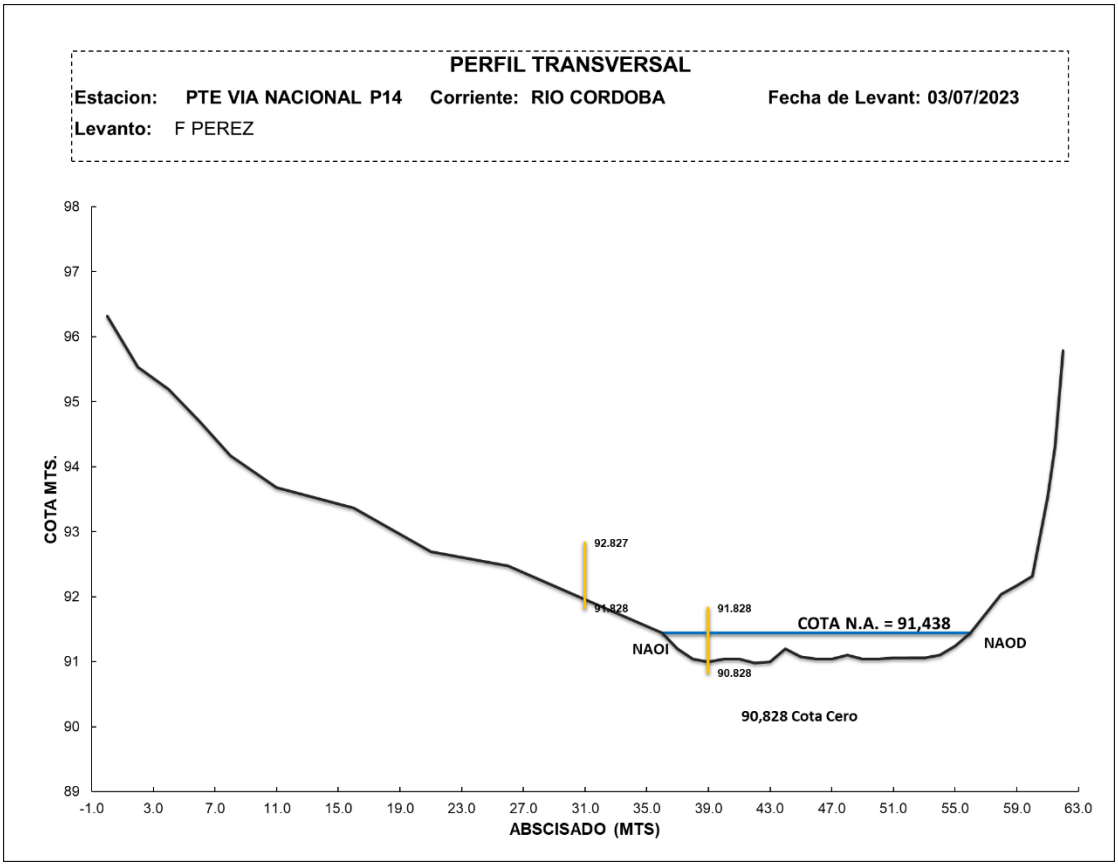
ESTACIÓN C-1501-P13



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3.85	0.544	8.38	15.4

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P14

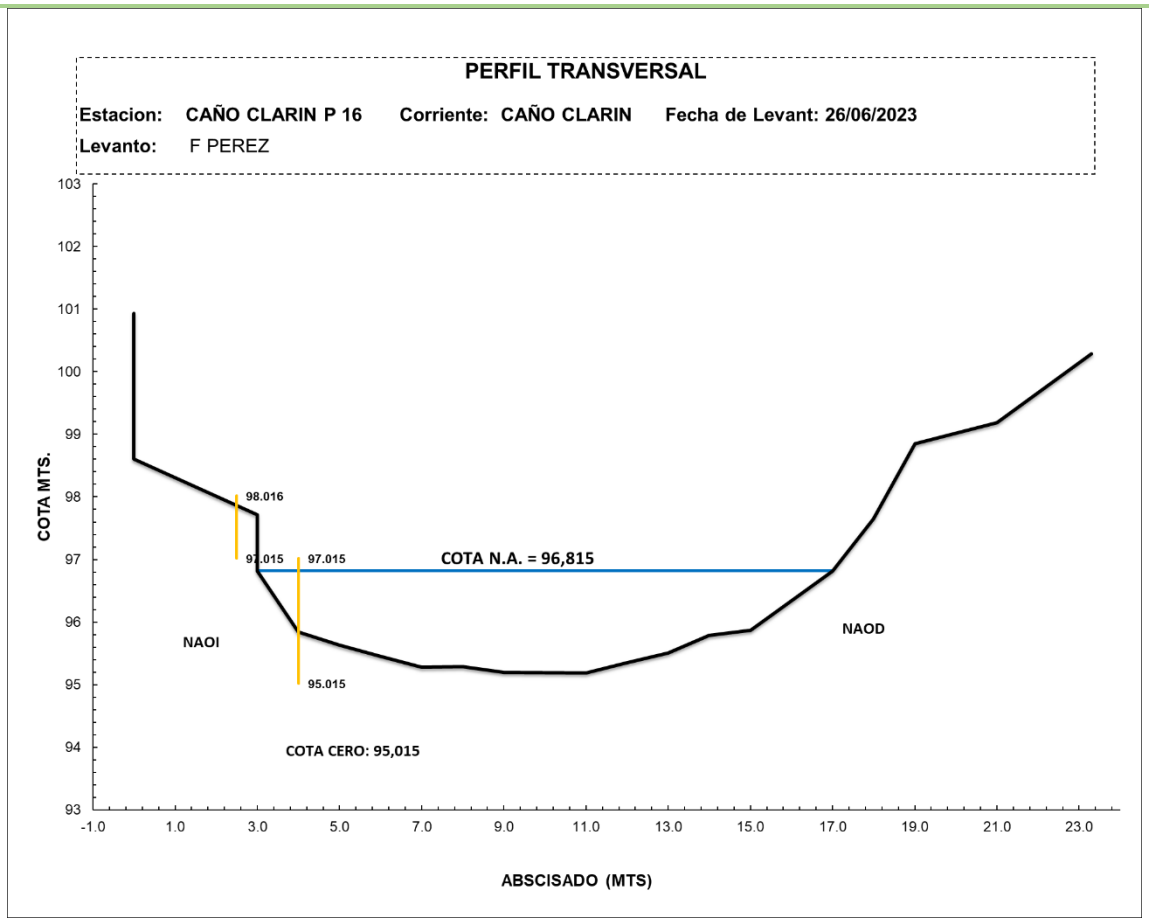


Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3.872	0.35	7	20

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

SECCIONES TRANSVERSALES SZH NNSS 2906

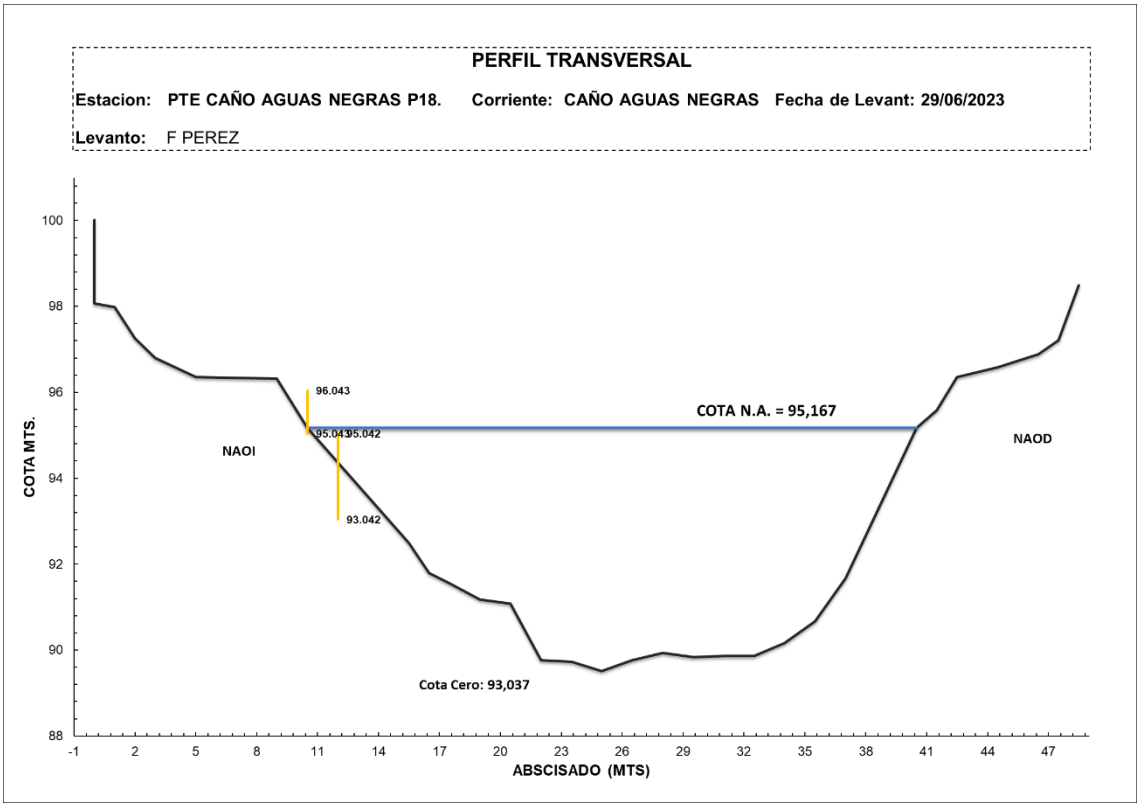
C-NNSS 2906-P16



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
6.181	1.33	16.68	14

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

C-NNSS 2906-P18

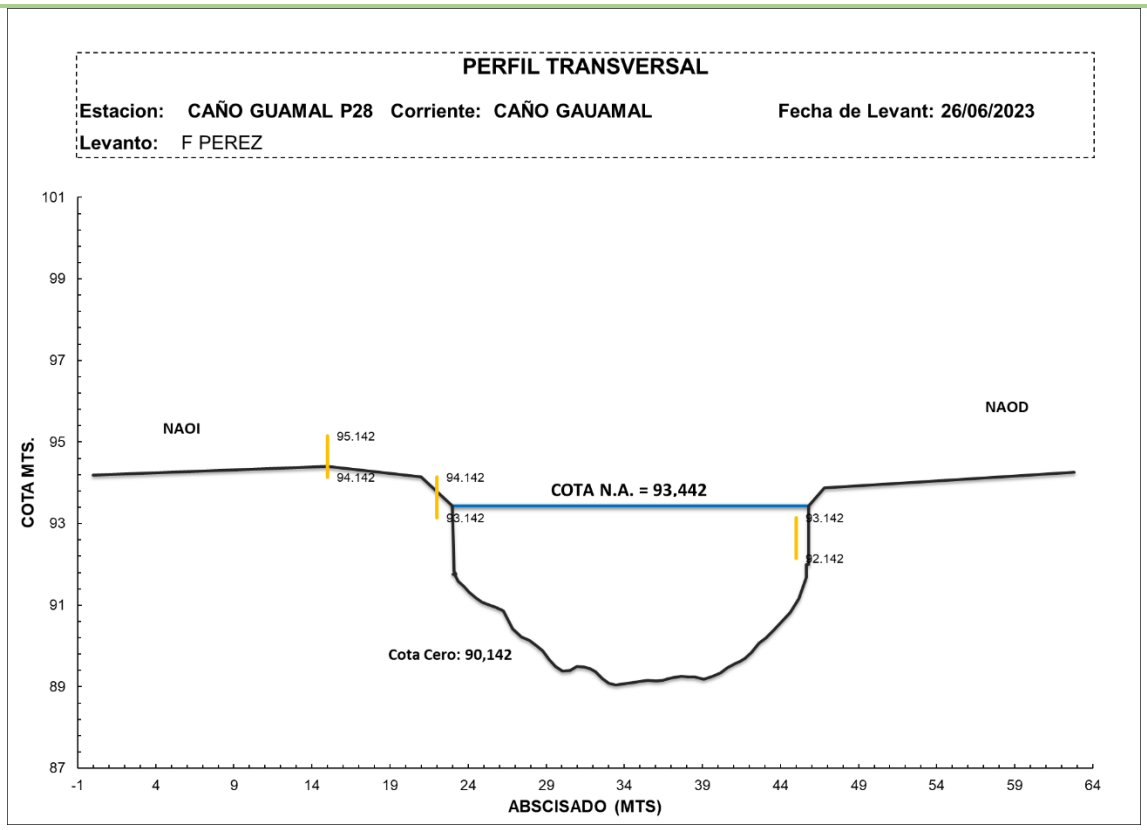


Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
64.657	4.61	115.61	30

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

SECCIONES TRANSVERSALES SZH NNSS 2907

C-NNSS 2907-P28



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
28.43	3.702	59.506	23.436

RESUMEN DE AFOROS LÍQUIDO - CAMPAÑA 12

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 10. 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	0.67	14.00	3.810	0.237	0.903	0.272	FT2
1501-2	0.30	7.500	2.957	0.105	0.312	0.394	FT2
1501-3	0.72	11.400	3.55	0.104	0.369	0.311	FT2
1501-4	0.58	14.00	5.035	0.120	0.605	0.360	FT2
1501-5	0.75	13.00	2.235	0.436	0.975	0.172	FT2
1501-6	0.47	8.500	1.350	0.453	0.612	0.159	FT2
1501-7	0.50	10.00	4.025	0.171	0.690	0.403	FT2
1501-8	0.67	14.00	3.741	0.503	1.881	0.267	FT2
1501-9	0.96	17.00	2.941	0.531	1.561	0.173	FT2
1501-10	0.72	14.20	3.393	0.531	1.803	0.239	FT2
1501-11	0.70	20.00	7.470	0.411	3.074	0.374	FT2
1501-12	0.58	15.00	5.860	0.412	2.416	0.391	FT2
1501-13	0.50	18.00	7.80	0.547	4.263	0.433	FT2
1501-14	0.51	21.00	7.540	0.477	3.597	0.359	FT2

Fuente: Fundación Creamos.

*FT2 = Flow Tracker 2
*MNT = Molinete

NOTA:

- La Estación **C-NSS-2906-01-P17** compuertas ruta 2702 – Caño el Burro, por estar sedimentado, 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 seco, sin flujo de agua en la sección transversal, imposibilitando realizar la medición
- La Estación **C-NSS 2906 01-P21** Segundo Puente Vía La Prosperidad ruta 2702 Caño Renegado (Guáimaro)., al momento de la visita se encontró con agua estancada, imposibilitando realizar las mediciones.

- La Estación **C-NSS 2906 01-P23** Puente Vía La Prosperidad ruta 2701 Caño el Schiller, al momento de la visita se encontró seco, imposibilitando realizar las mediciones.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

- La Estación **C-NSS-2906-01-P24** Puente Pivijay – Salamina Caño Ciego, al momento de la visita se encontró seco, imposibilitando realizar las mediciones

A continuación, se presentan el resumen de aforos medidos SZH NNSS 2906 Campaña 12

Tabla 11. 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	1.45	16.813	17.585	0.276	4.862	1.60	ADCP
NNSS-18	1.60	28.955	93.137	0.311	28.950	5.27	ADCP

Fuente: Fundación Creamos

Tabla 12. Aforos Líquidos SZH 2907- Campaña 12

ESTACIÓN	NIVEL AGUA (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m3/s)	PROF_MEDIA (m)	EQUIPO DE MEDICIÓN
NNSS-28	1.1	17.80	34.659	0.079	2.737	2.05	MNT

NOTA: Agua Saliendo De La Ciénaga Hacia El Rio Magdalena.

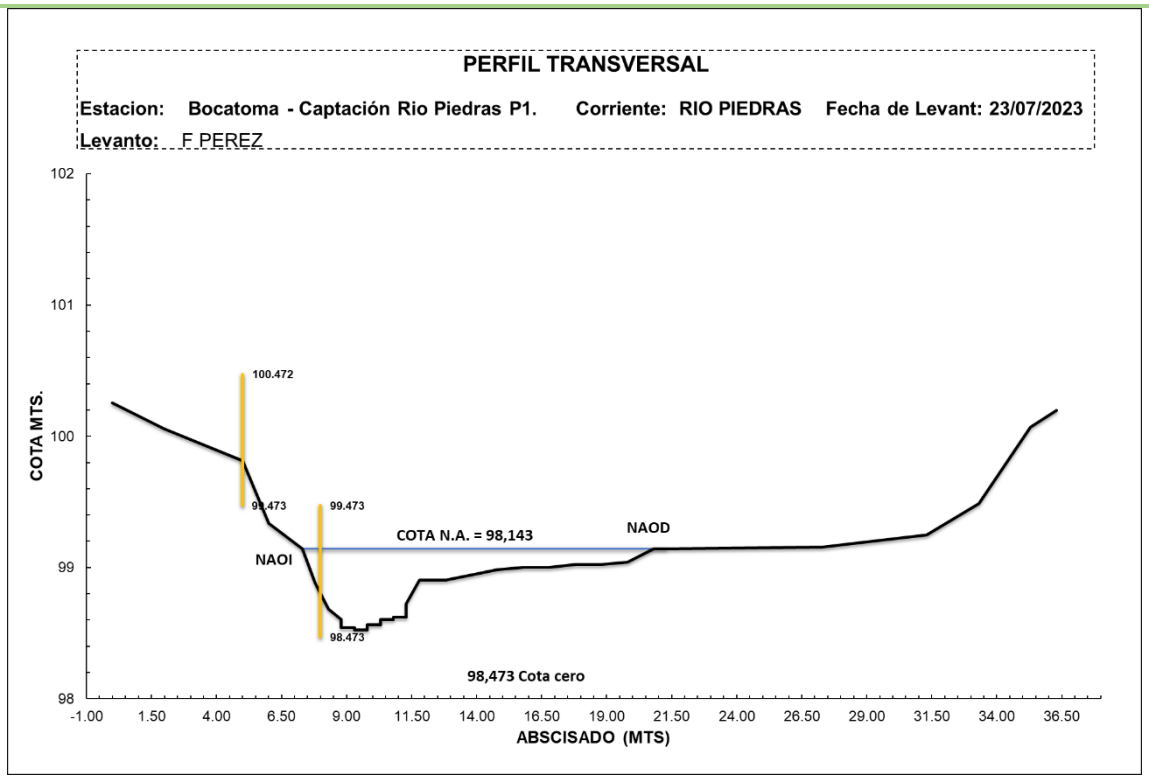
SECCIONES TRANSVERSALES CAMPAÑA 12

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

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

SECCIONES TRANSVERSALES SZH 1501

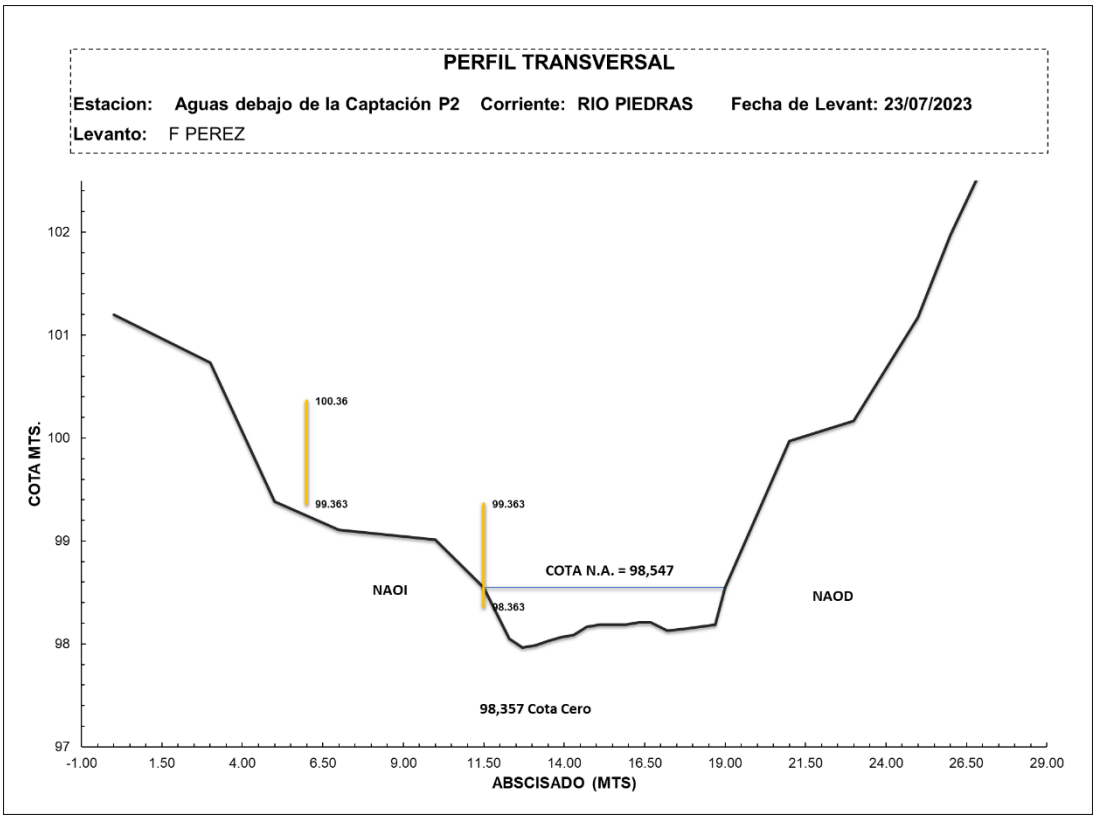
ESTACIÓN C-1501-P1



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.903	**0.272**	**3.81**	**14.0**

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

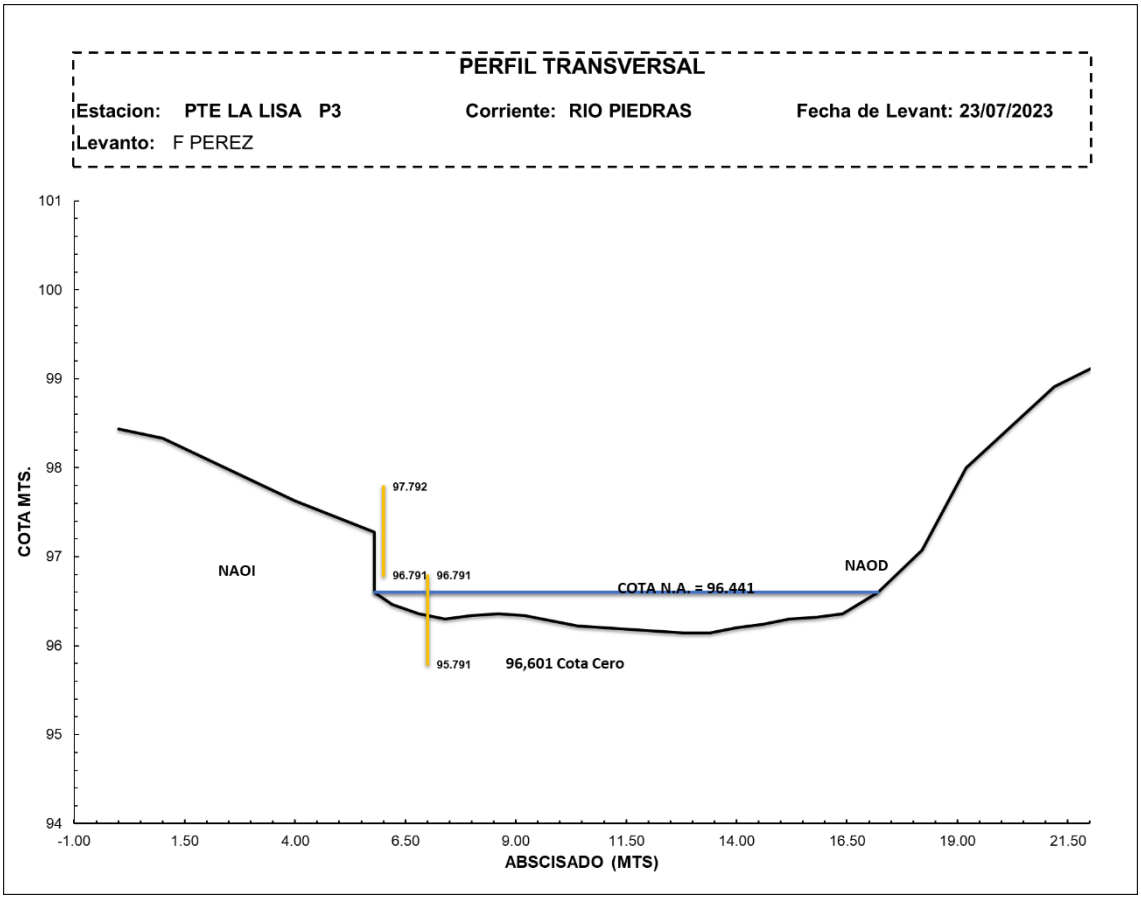
ESTACIÓN C-1501-P2



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.312	0.394	2.95	7.5

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

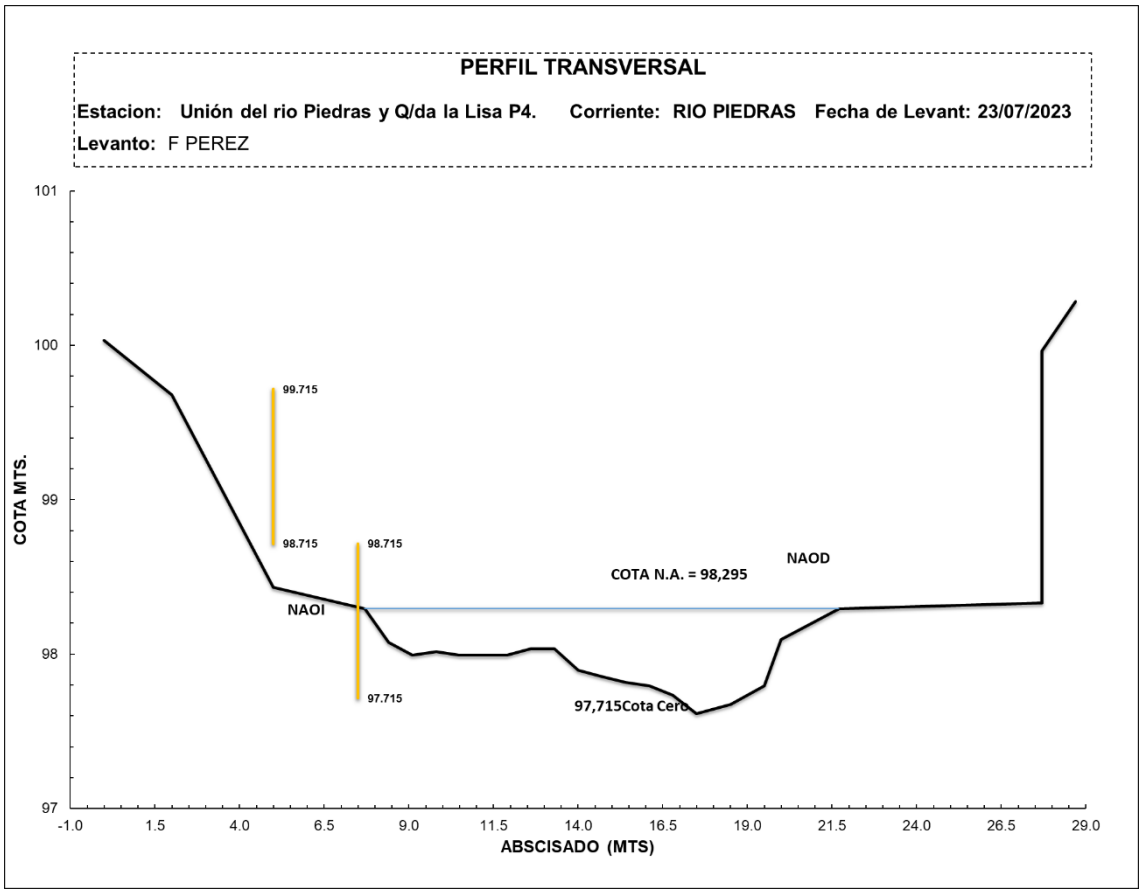
ESTACIÓN C-1501-P3



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.369	**0.311**	**3.55**	**11.4**

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

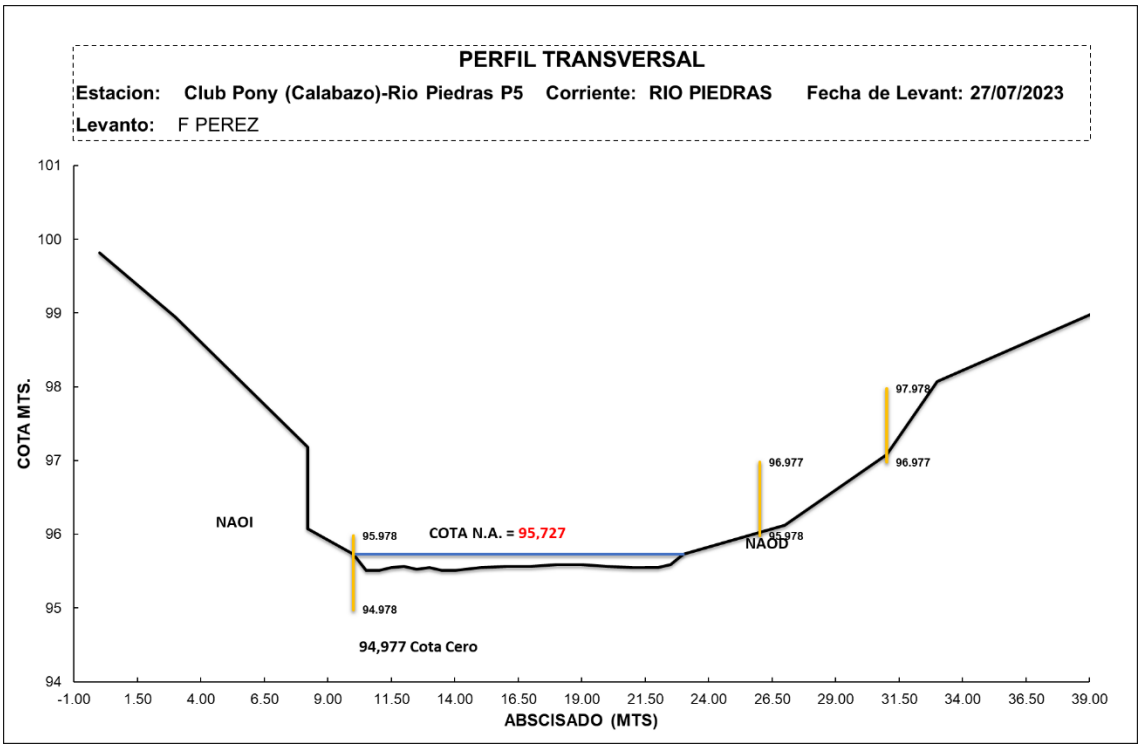
ESTACIÓN C-1501-P4



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.605	**0.36**	**5.03**	**14.0**

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

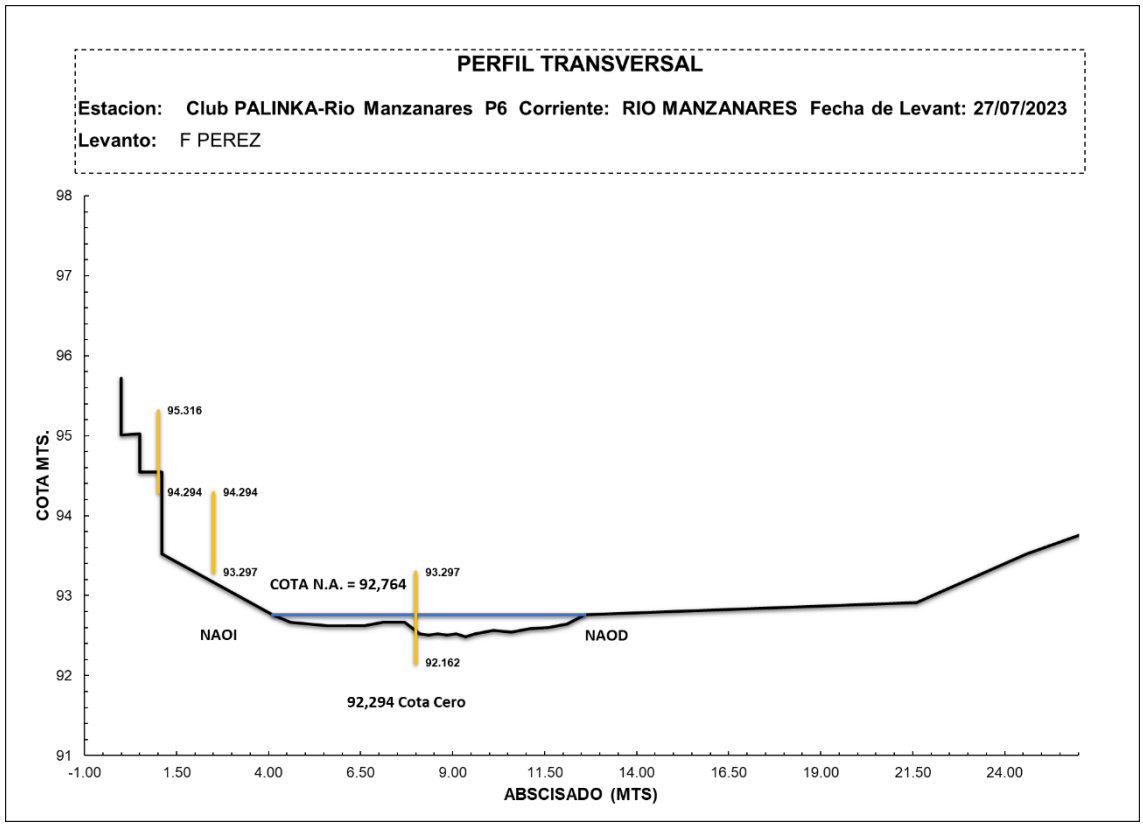
ESTACIÓN C-1501-P5



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.975	**0.172**	**2.23**	**13.0**

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

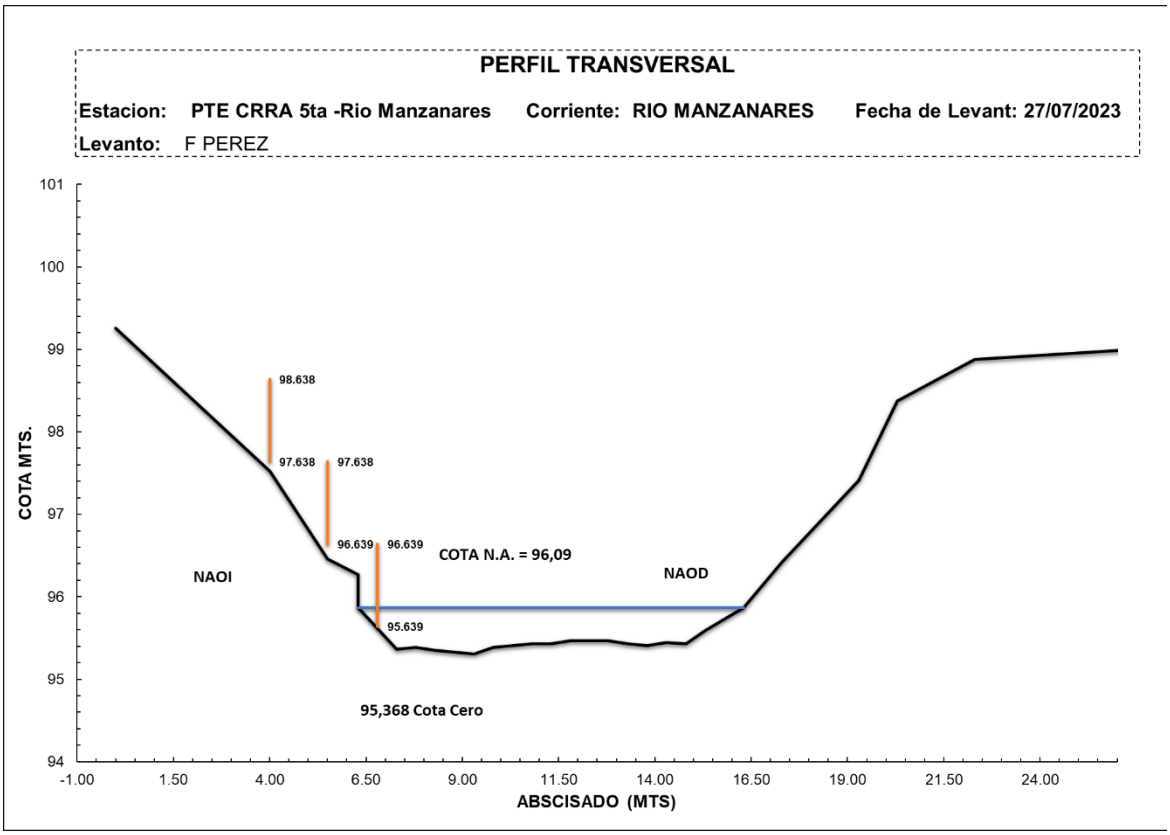
ESTACIÓN C-1501-P6



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.612	**0.159**	**0.35**	**8.5**

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

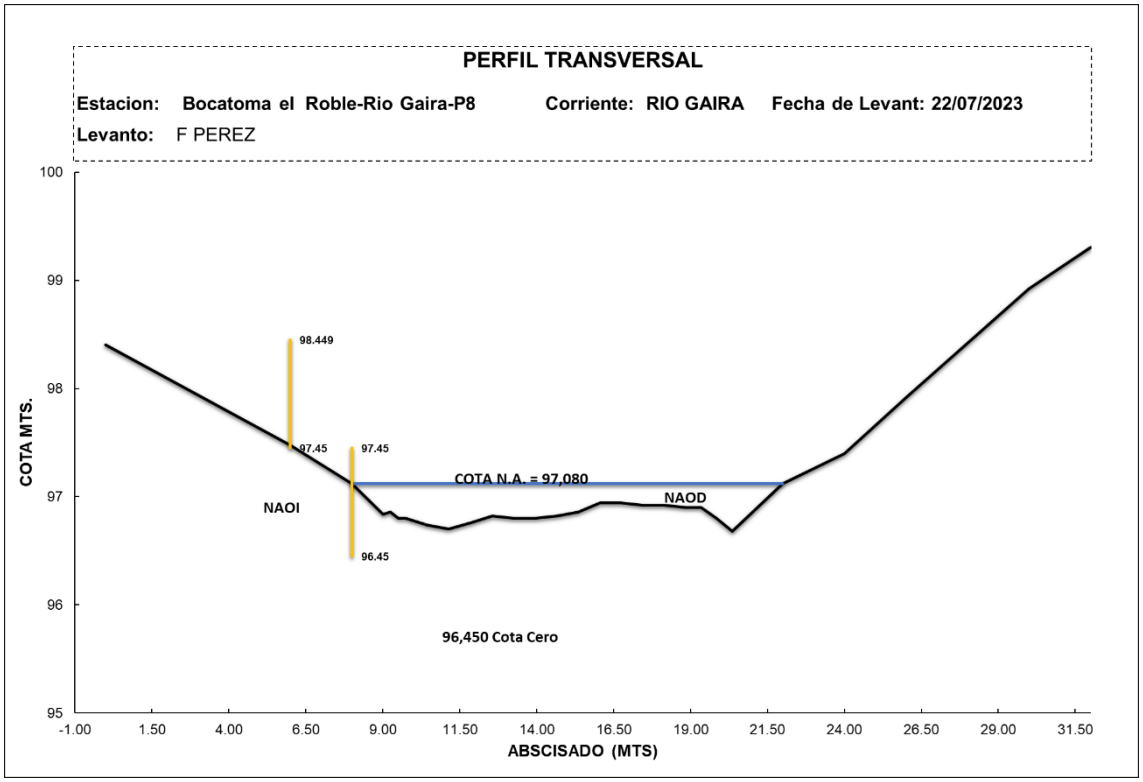
ESTACIÓN C-1501-P7



CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.69	**0.403**	**4.025**	**10.0**

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

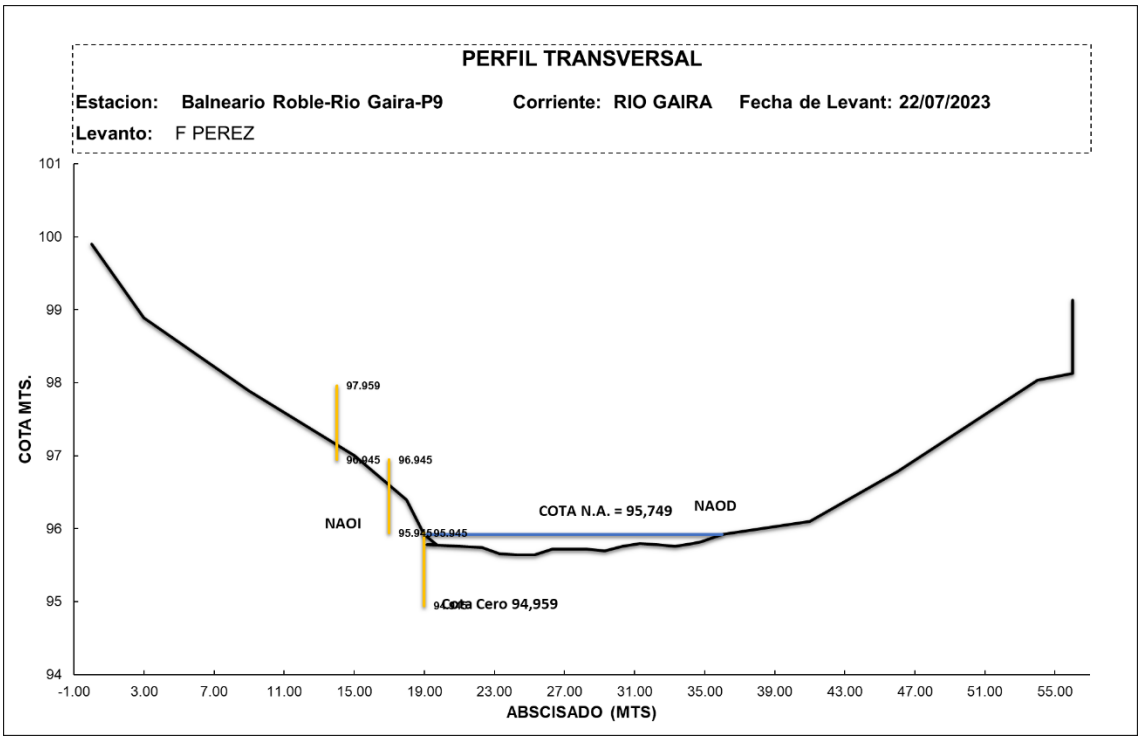
ESTACIÓN C-1501-P8



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1.881	0.267	3.741	14.0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

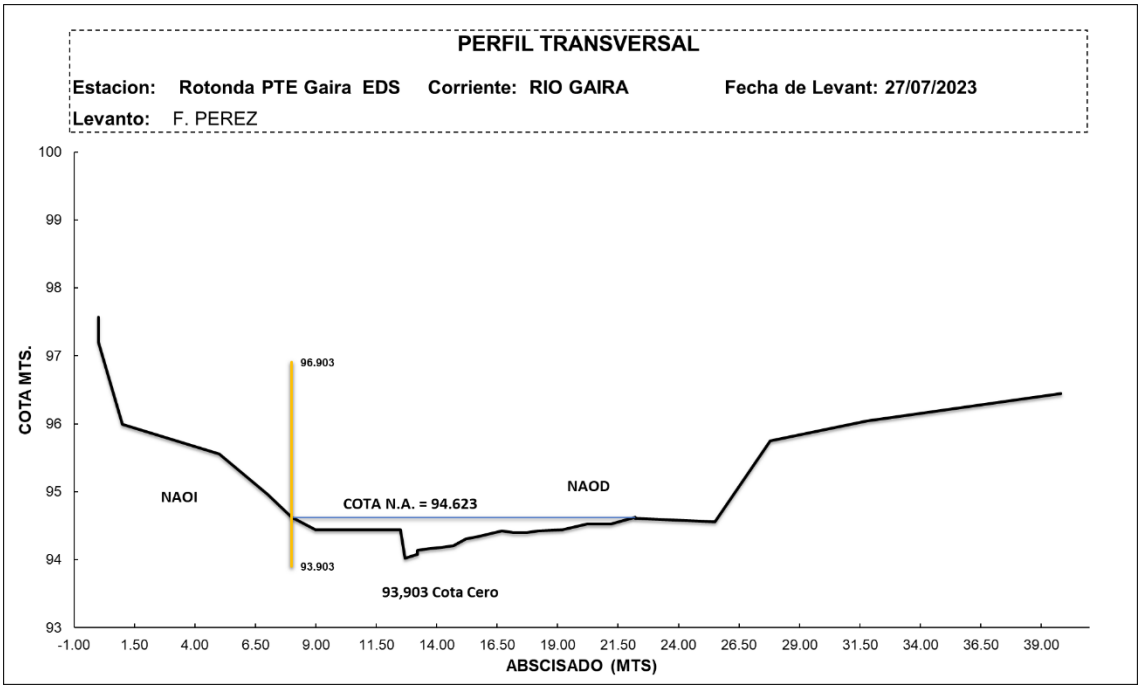
ESTACIÓN C-1501-P9



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1.56	0.173	2.94	17.0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

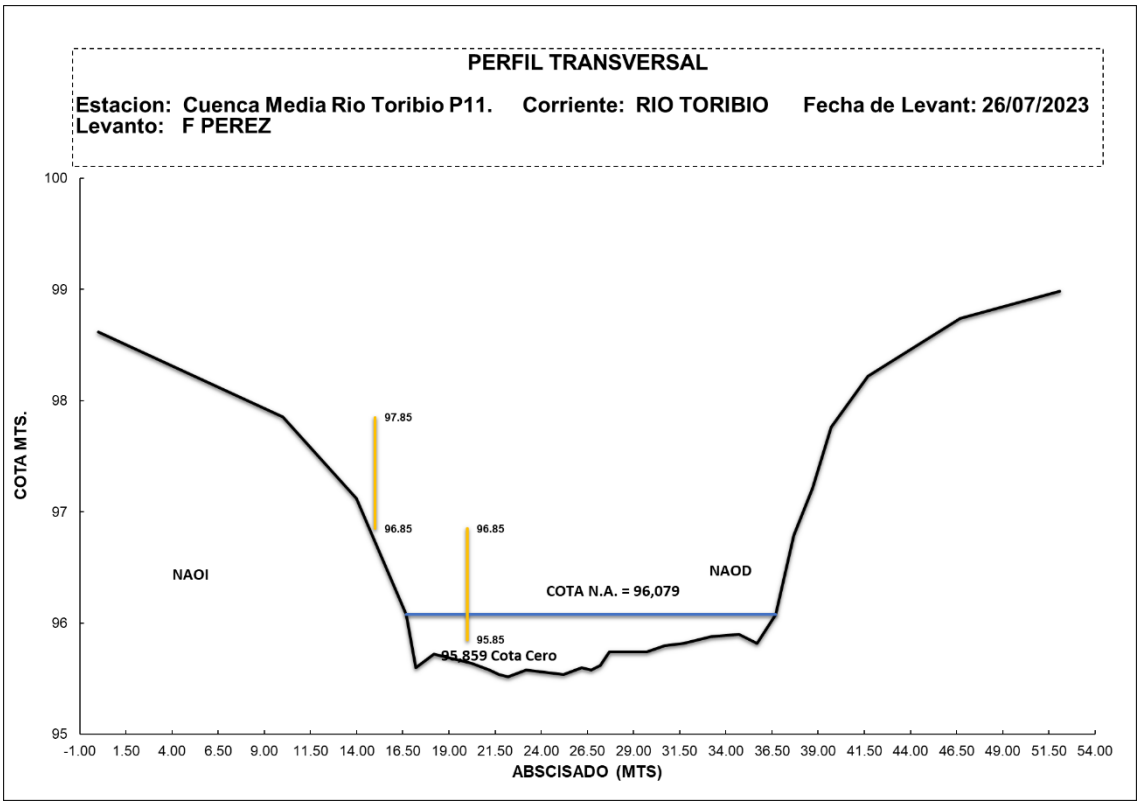
ESTACIÓN C-1501-P10



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1.803	0.239	3.393	14.2

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

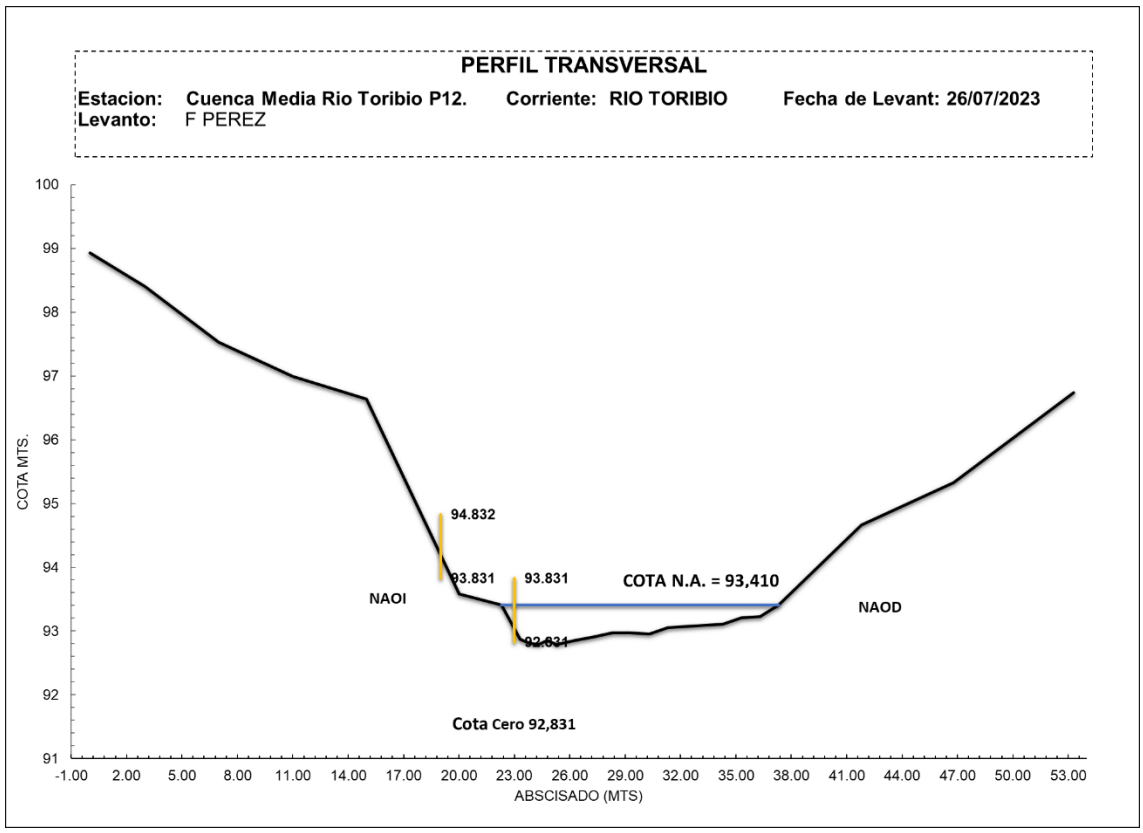
ESTACIÓN C-1501-P11



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3.074	0.374	7.470	20.0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

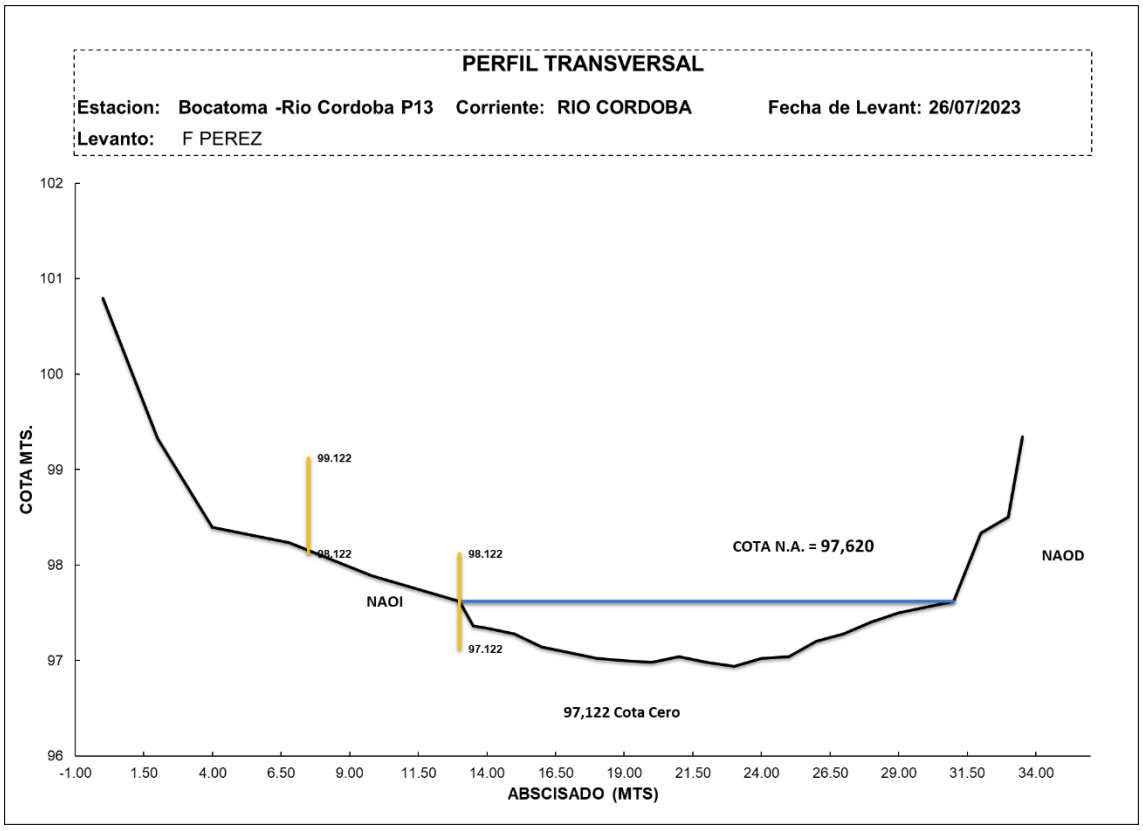
ESTACIÓN C-1501-P12



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2.416	0.391	5.86	15.0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

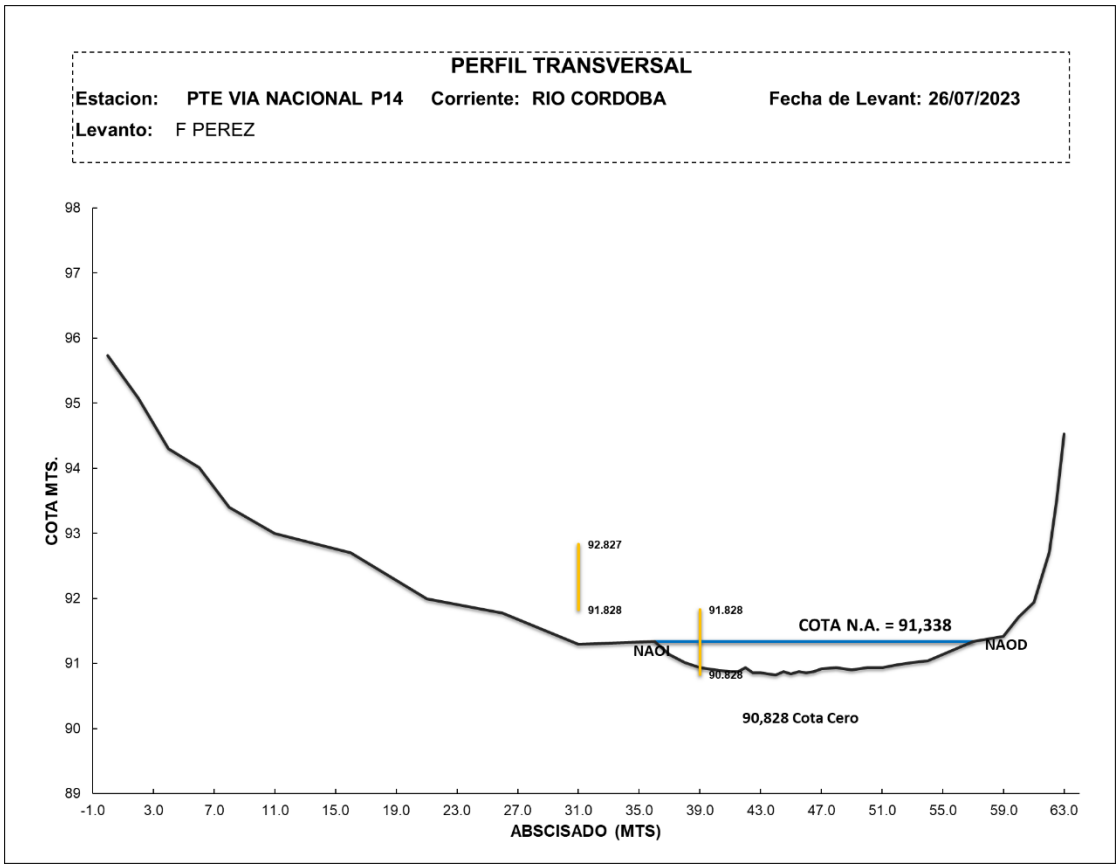
ESTACIÓN C-1501-P13



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
4.26	0.433	7.80	18.0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P14

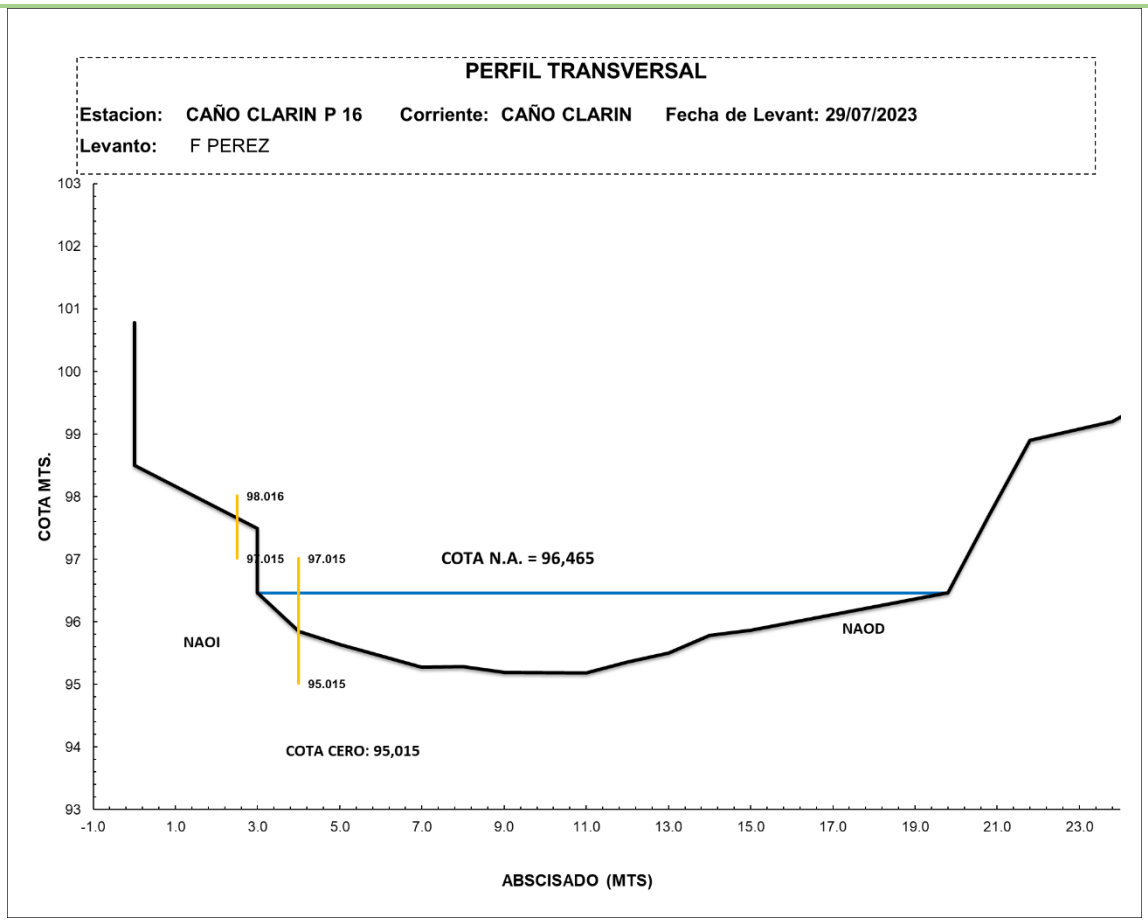


Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3.597	0.359	7.54	21.0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

SECCIONES TRANSVERSALES SZH NNSS 2906

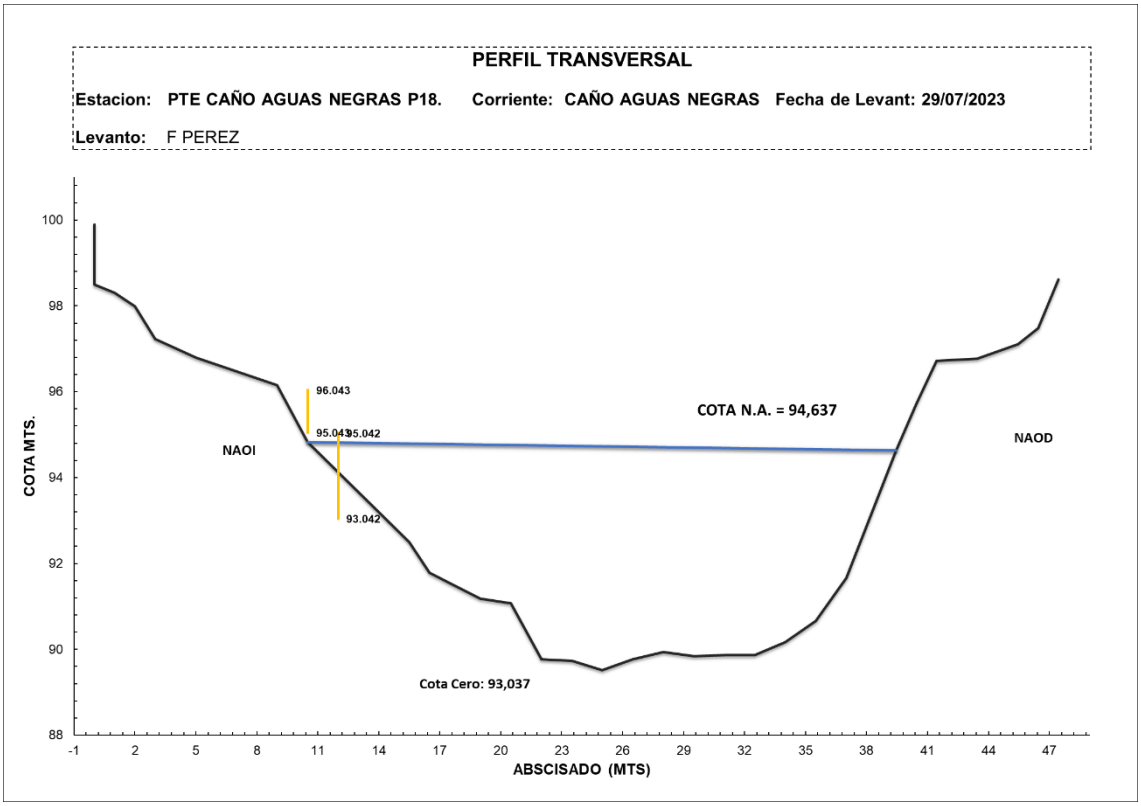
C-NNSS 2906-P16



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
4.86	1.6	17.585	16.8

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

C-NNSS 2906-P18

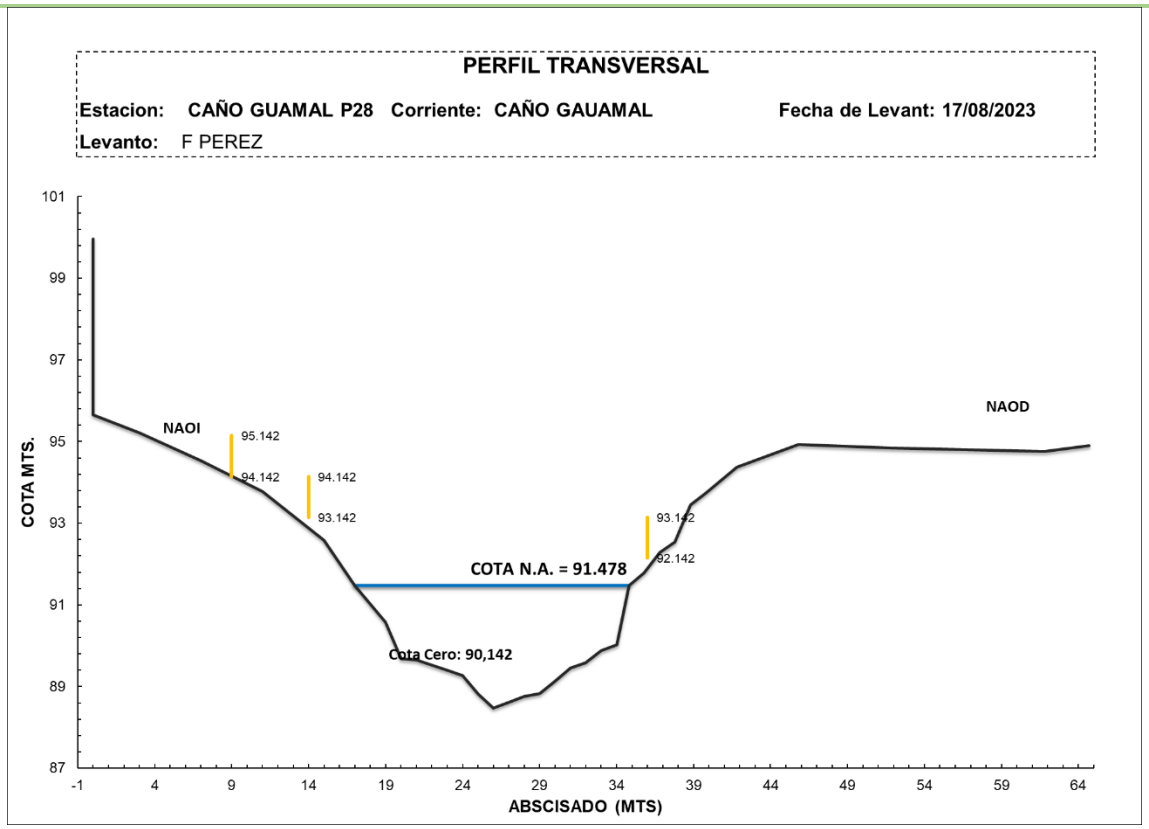


Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
28.950	5.27	93.137	28.95

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

SECCIONES TRANSVERSALES SZH NNSS 2907

C-NNSS 2907-P28



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2.737	2.05	34.65	17.8

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

RESUMEN DE AFOROS LÍQUIDO - CAMPAÑA 13

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 10. 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	0.43	6.0	1.637	0.342	0.56	0.31	MNT
1501-2	0.28	6.3	2.405	0.043	0.103	0.42	MNT
1501-3	0.74	13.5	3.619	0.125	0.454	0.28	MNT
1501-4	0.56	11.0	3.605	0.139	0.502	0.35	MNT
1501-5	0.67	12.0	1.515	0.261	0.395	0.15	MNT
1501-6	0.30	0.70	1.336	0.322	0.430	0.20	MNT
1501-7	0.56	10.10	4.164	0.191	0.795	0.45	MNT
1501-8	0.68	13.0	3.091	0.501	1.549	0.25	MNT
1501-9	0.82	15.30	2.439	0.429	1.046	0.17	MNT
1501-10	0.70	10.50	3.068	0.463	1.420	0.31	MNT
1501-11	0.63	20.0	5.950	0.284	1.690	0.33	MNT
1501-12	0.60	14.30	4.953	0.357	1.768	0.37	MNT
1501-13	0.41	18.0	8.703	0.431	3.747	0.49	MNT
1501-14	0.52	20.0	6.455	0.564	3.638	0.35	MNT

Fuente: Fundación Creamos.

*FT2 = Flow Tracker 2
*MNT = Molinete

NOTA:

- La Estación **C-NSS-2906-01-P17** compuertas ruta 2702 – Caño el Burro, por estar sedimentado, 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 seco, sin flujo de agua en la sección transversal, imposibilitando realizar la medición.

- La Estación **C-NSS 2906 01-P21** Segundo Puente Vía La Prosperidad ruta 2702 Caño Renegado (Guáimaro)., al momento de la visita se encontró con agua estancada, imposibilitando realizar las mediciones.

- La Estación **C-NSS 2906 01-P23** Puente Vía La Prosperidad ruta 2701 Caño el Schiller, al

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

momento de la visita se encontró seco, imposibilitando realizar las mediciones.

- La Estación **C-NSS-2906-01-P24** Puente Pivijay – Salamina Caño Ciego, al momento de la visita se encontró seco, imposibilitando realizar las mediciones.

A continuación, se presentan el resumen de aforos medidos SZH NNSS 2906 Campaña 10.

Tabla 11. 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	1.47	16.5	17.62	0.274	4.821	1.60	ADCP
NNSS-18	1.56	27.7	91.606	0.291	26.70	496	ADCP

Fuente: Fundación Creamos

Tabla 12. 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	1.06	17.6	33.181	0.079	2.606	2.05	ADCP

NOTA: Agua Saliendo De La Ciénaga Hacia El Rio Magdalena.

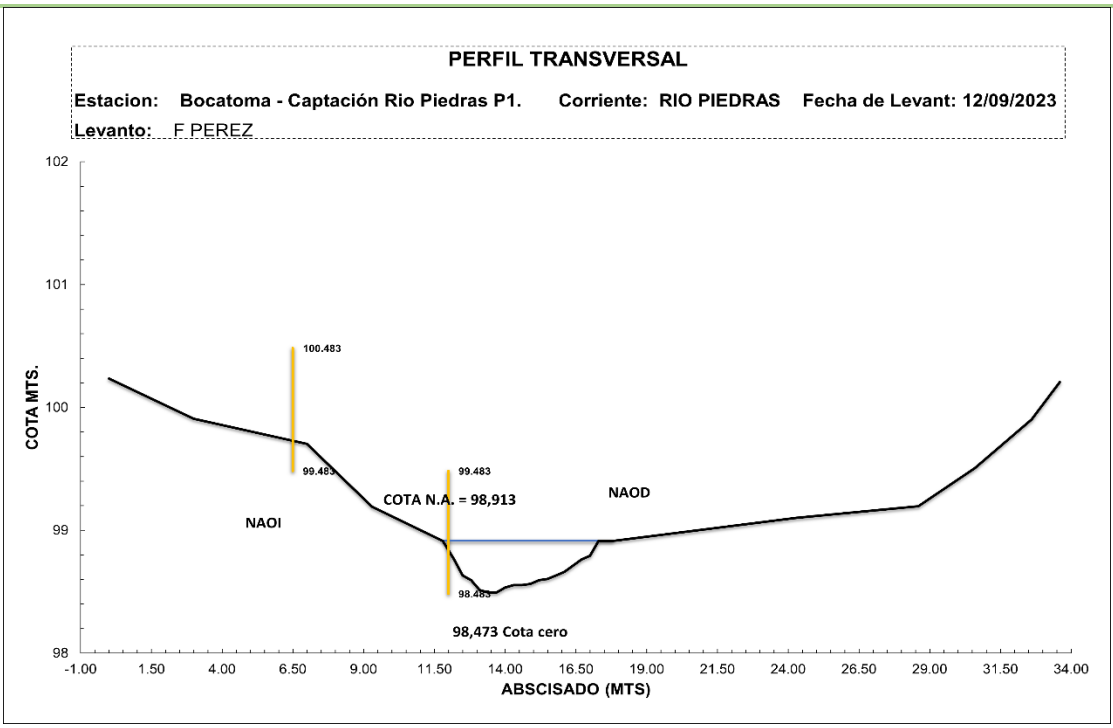
SECCIONES TRANSVERSALES CAMPAÑA

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

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

SECCIONES TRANSVERSALES SZH 1501

ESTACIÓN C-1501-P1

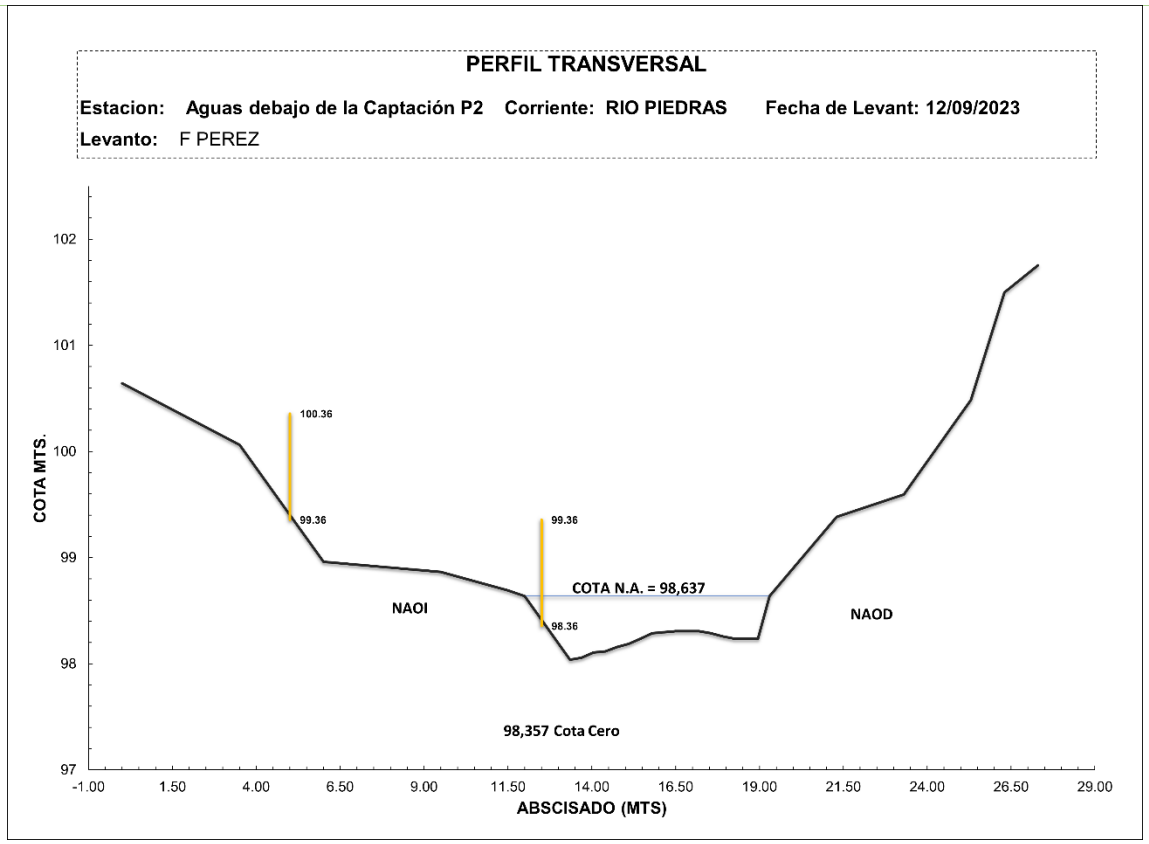


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.56	0.31	1.637	6

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P2

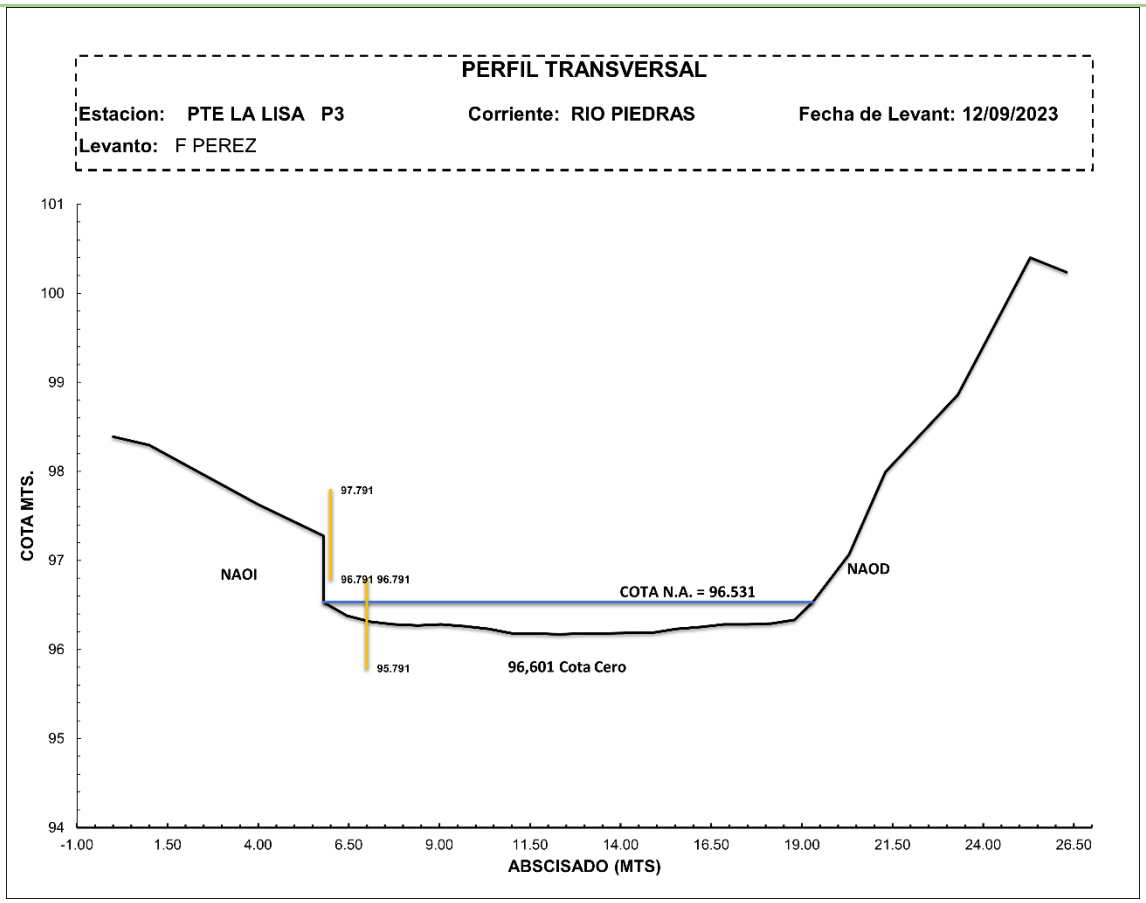


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.103	0.42	2.405	6.3

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P3

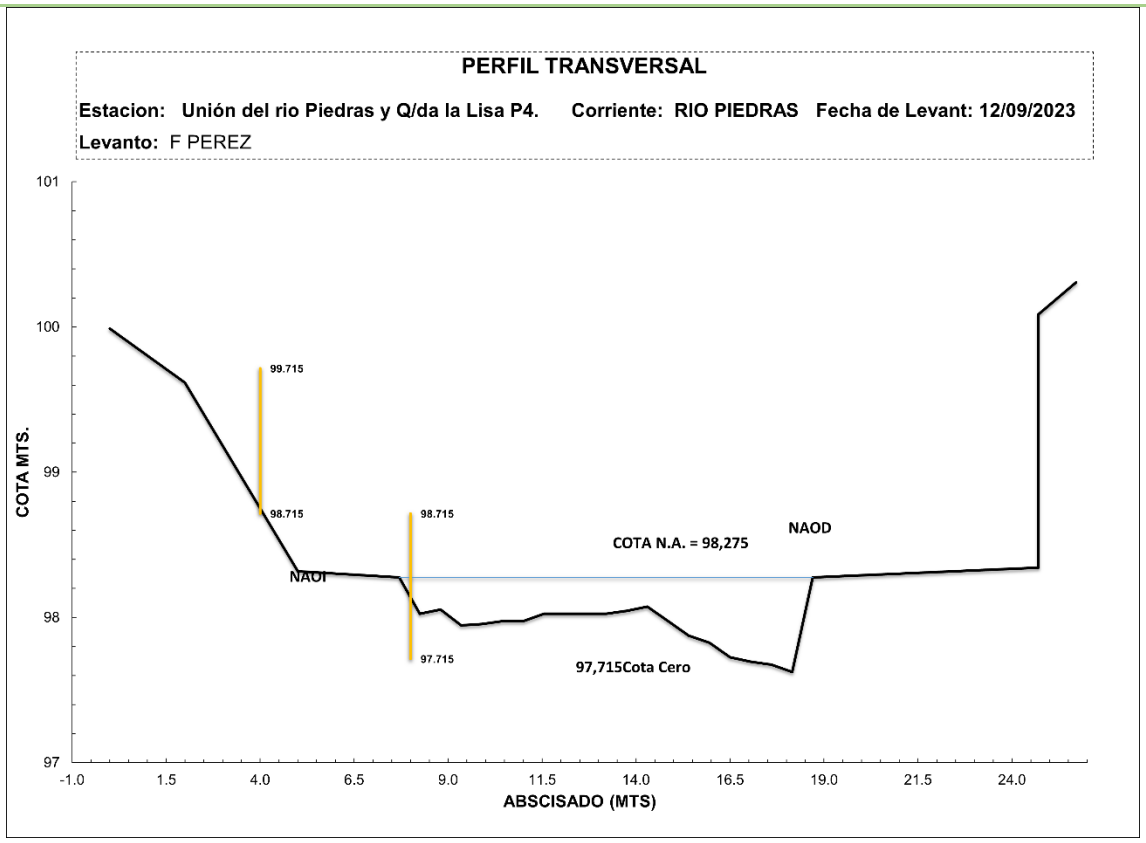


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.454	0.28	3.619	13.5

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

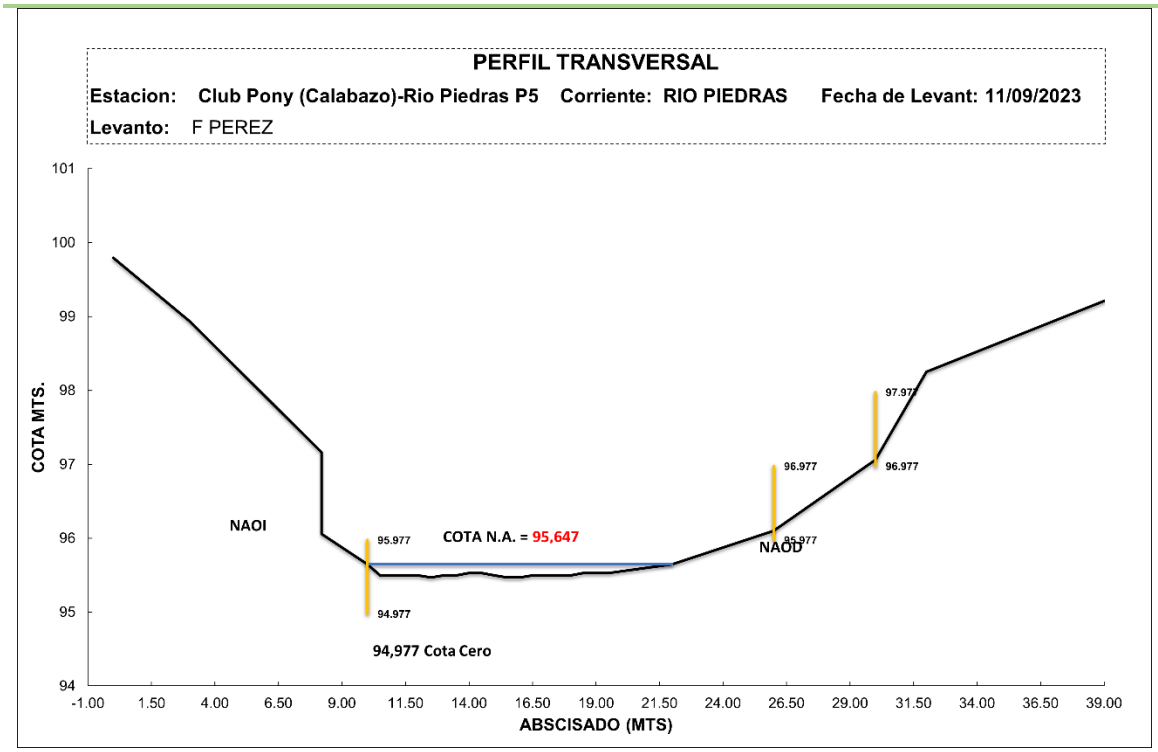
ESTACIÓN C-1501-P4



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.502	0.35	3.605	11

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P5

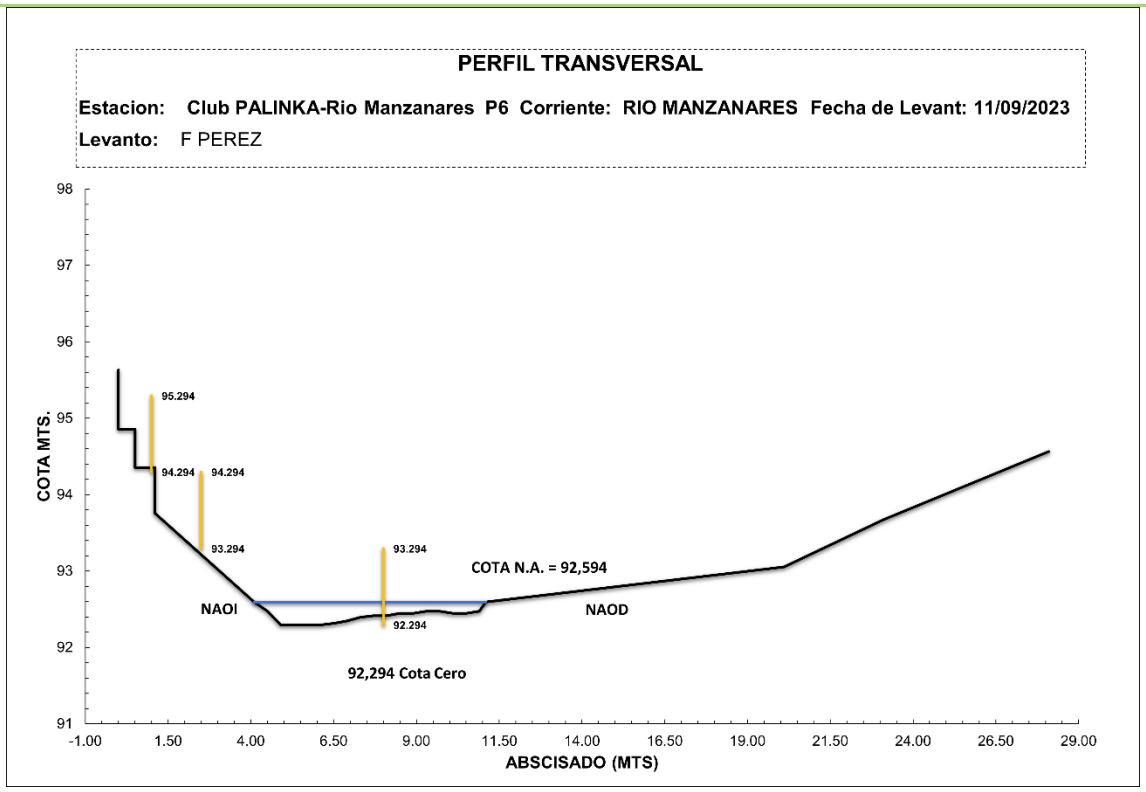


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.395	0.15	1.515	12

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P6

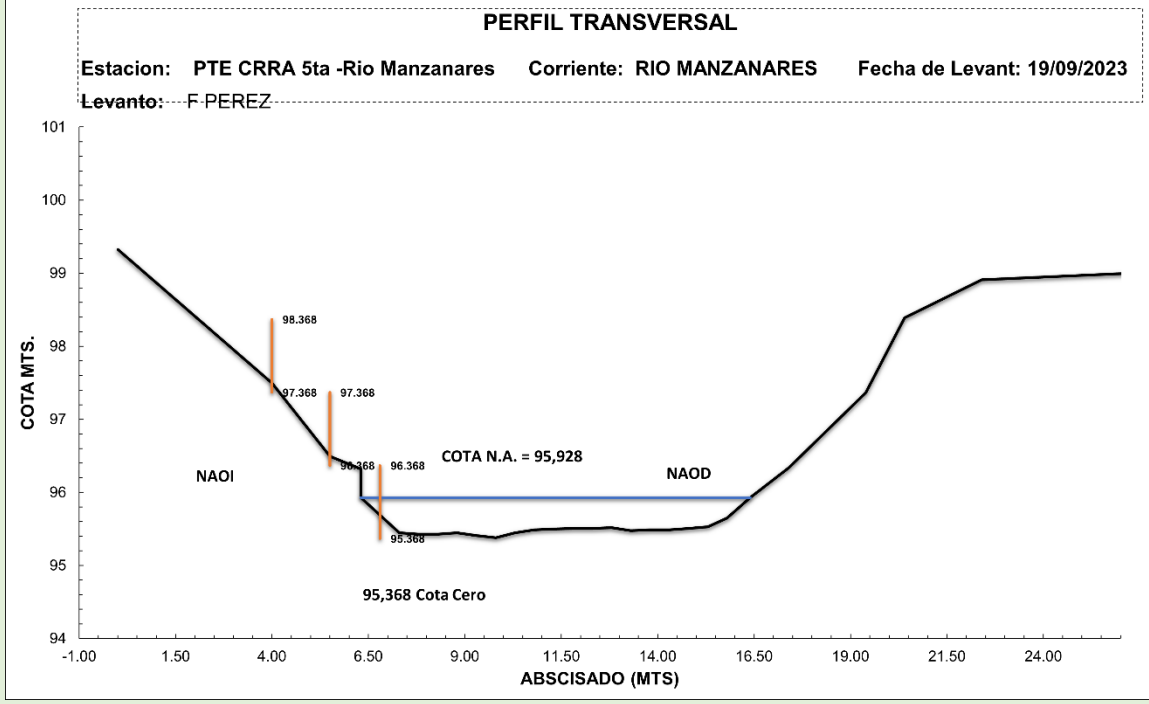


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.43	0.2	1.336	0.7

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P7

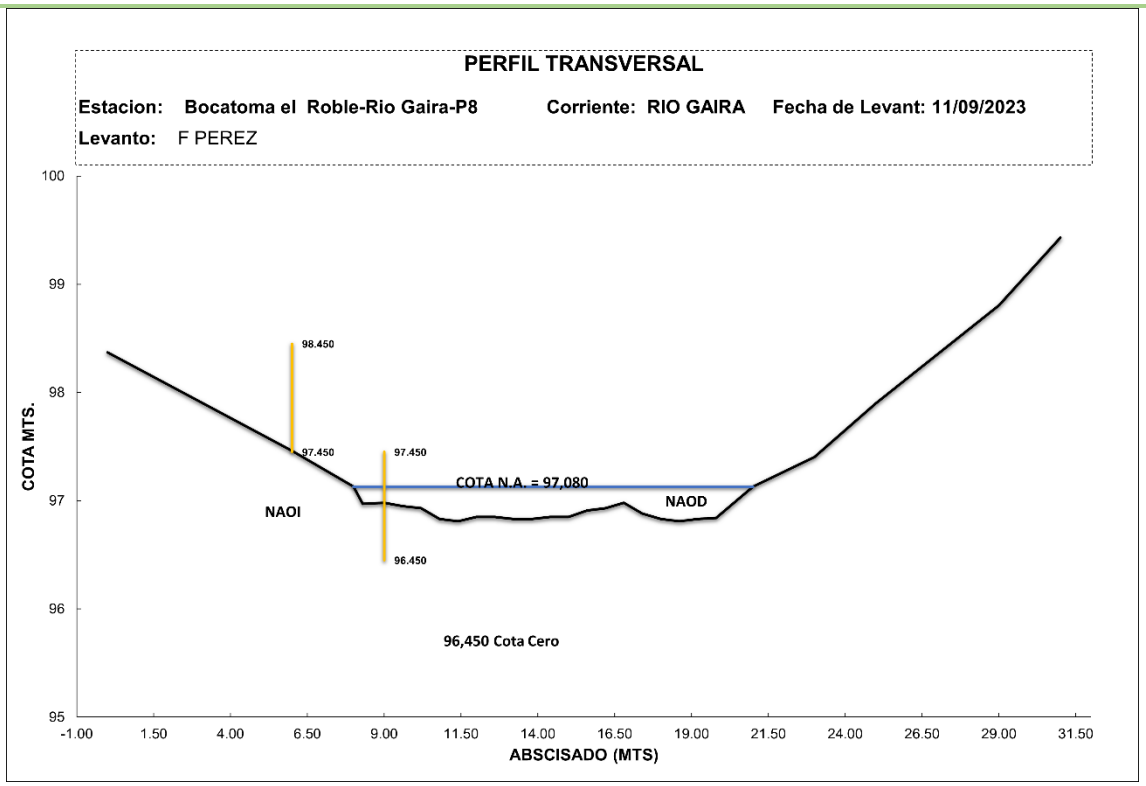


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.795	0.45	4.164	10.1

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P8

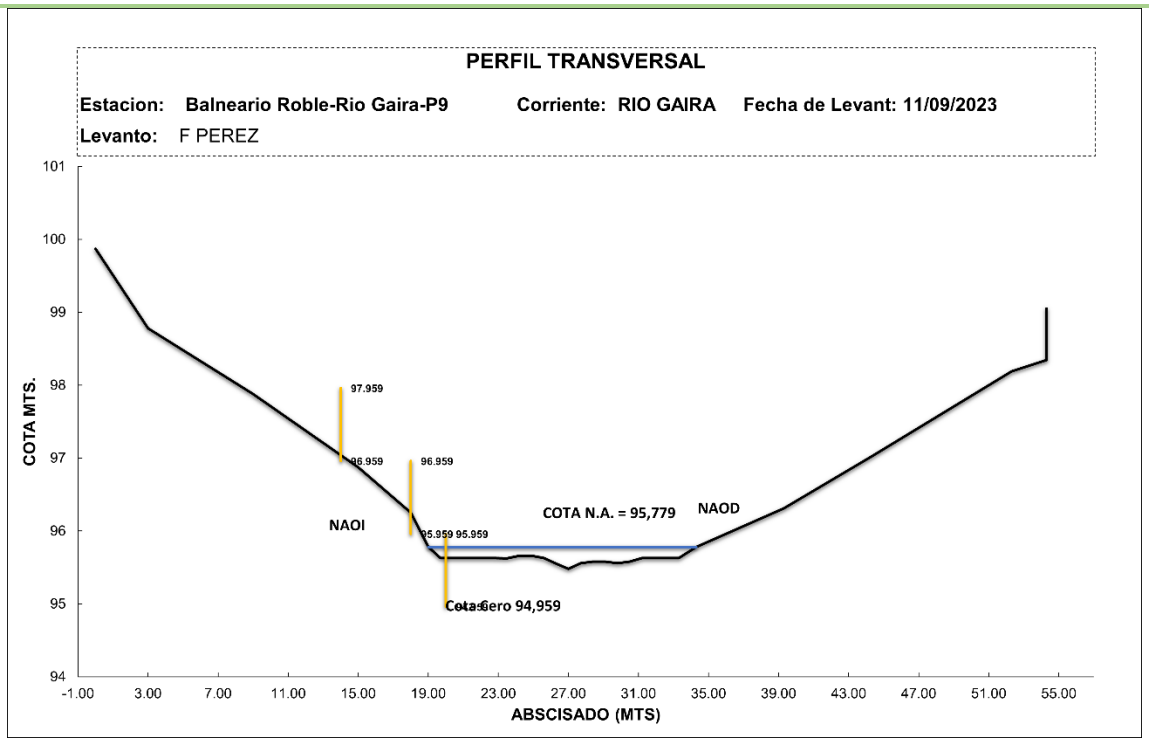


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1.549	0.25	3.091	13

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P9

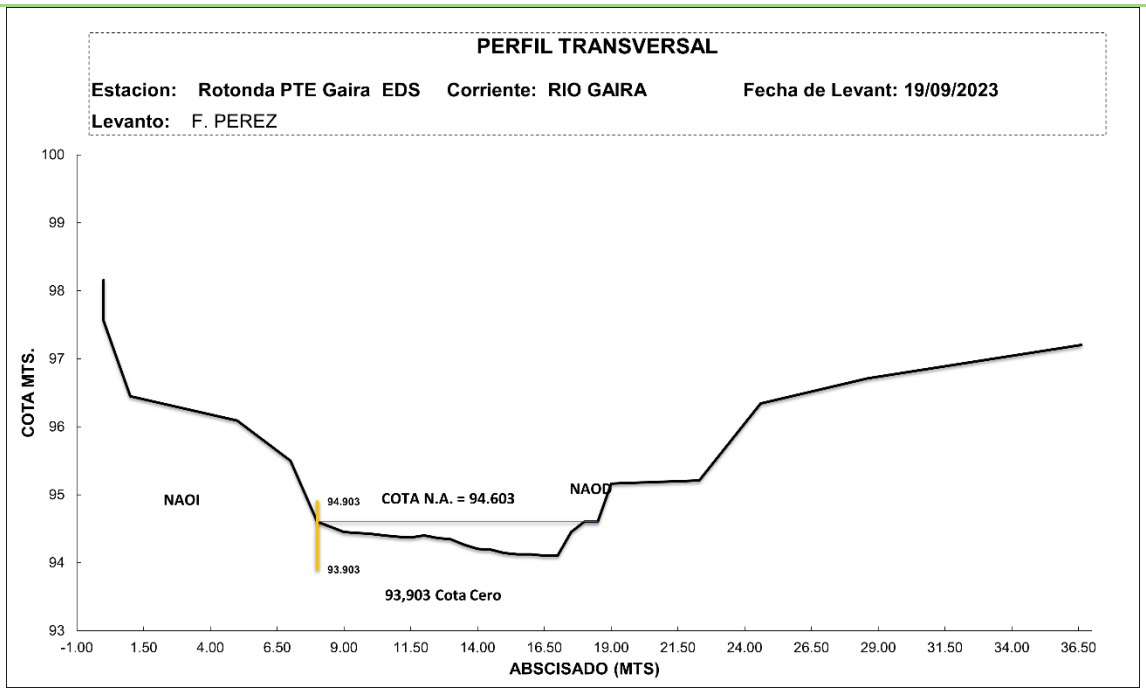


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1.046	0.17	2.439	15.3

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P10

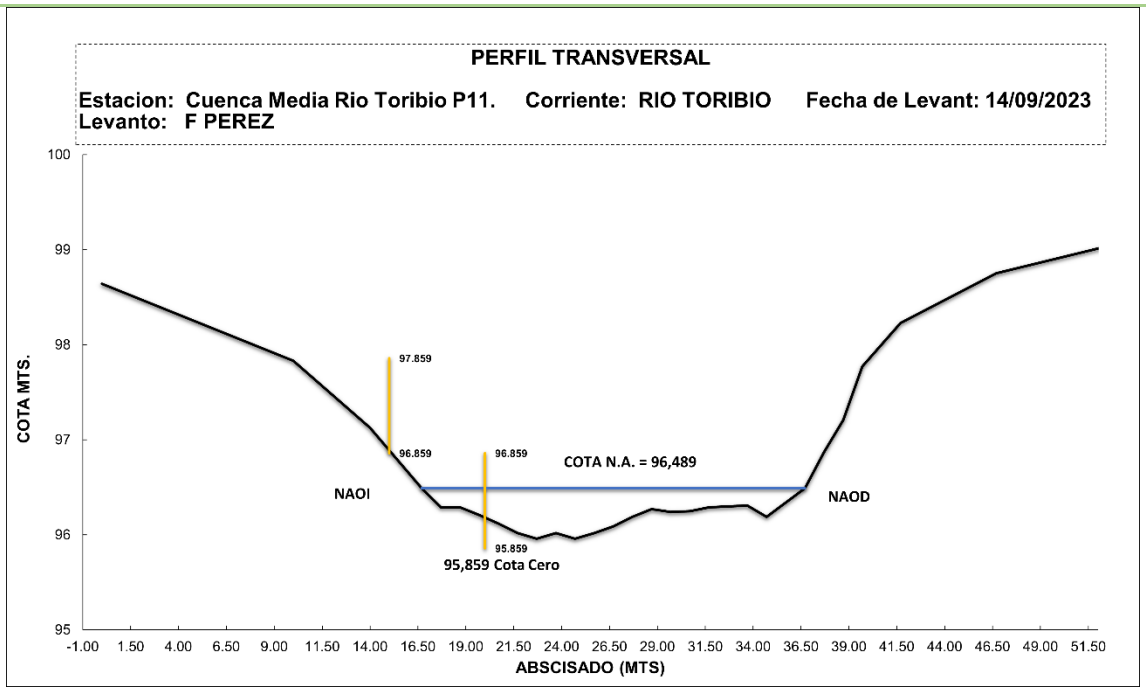


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1.42	0.31	3.068	10.5

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P11

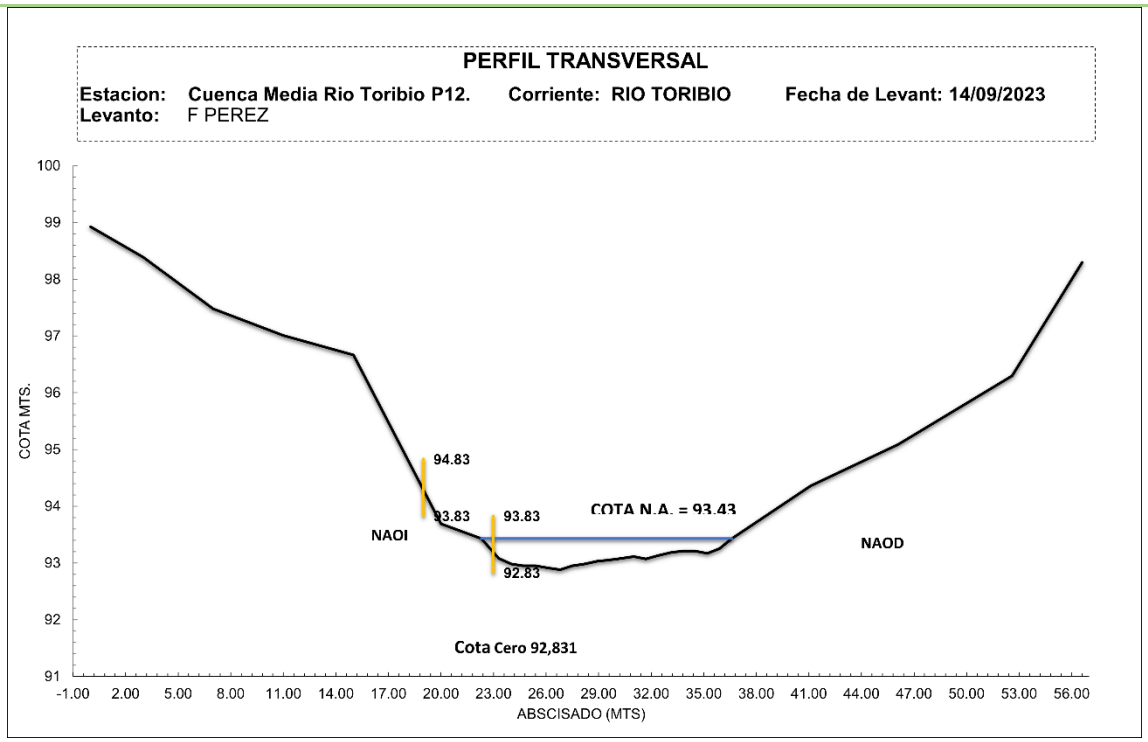


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1.69	0.33	5.95	20

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P12

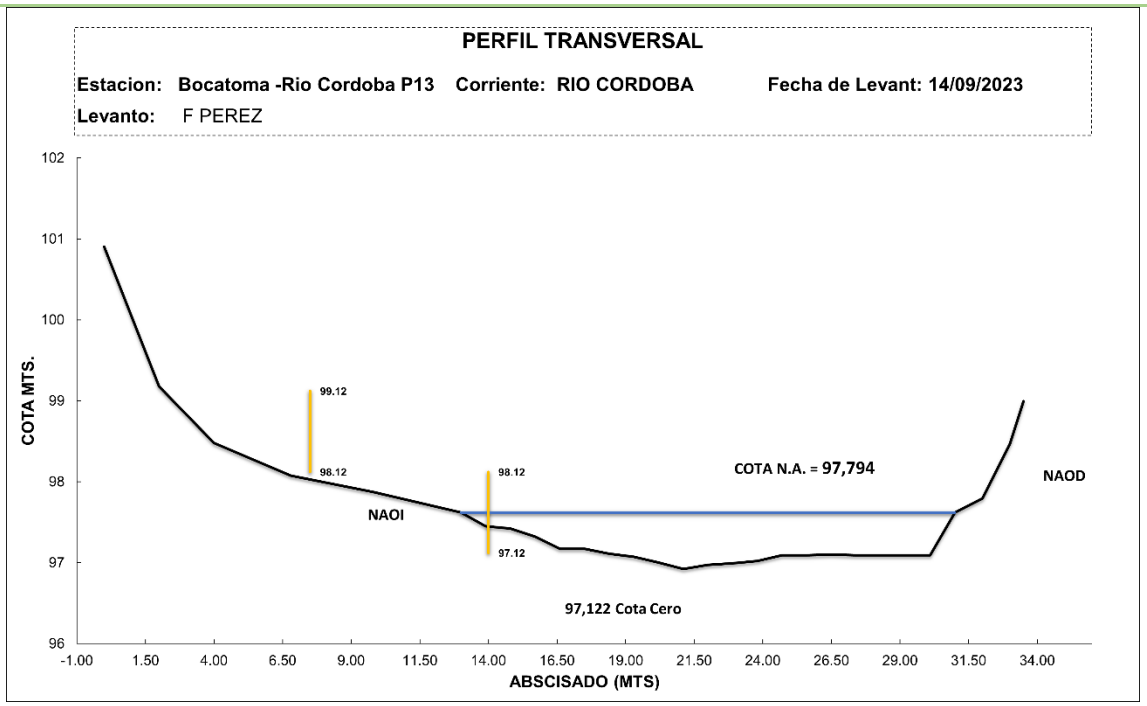


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1.768	0.37	4.953	14.3

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P13

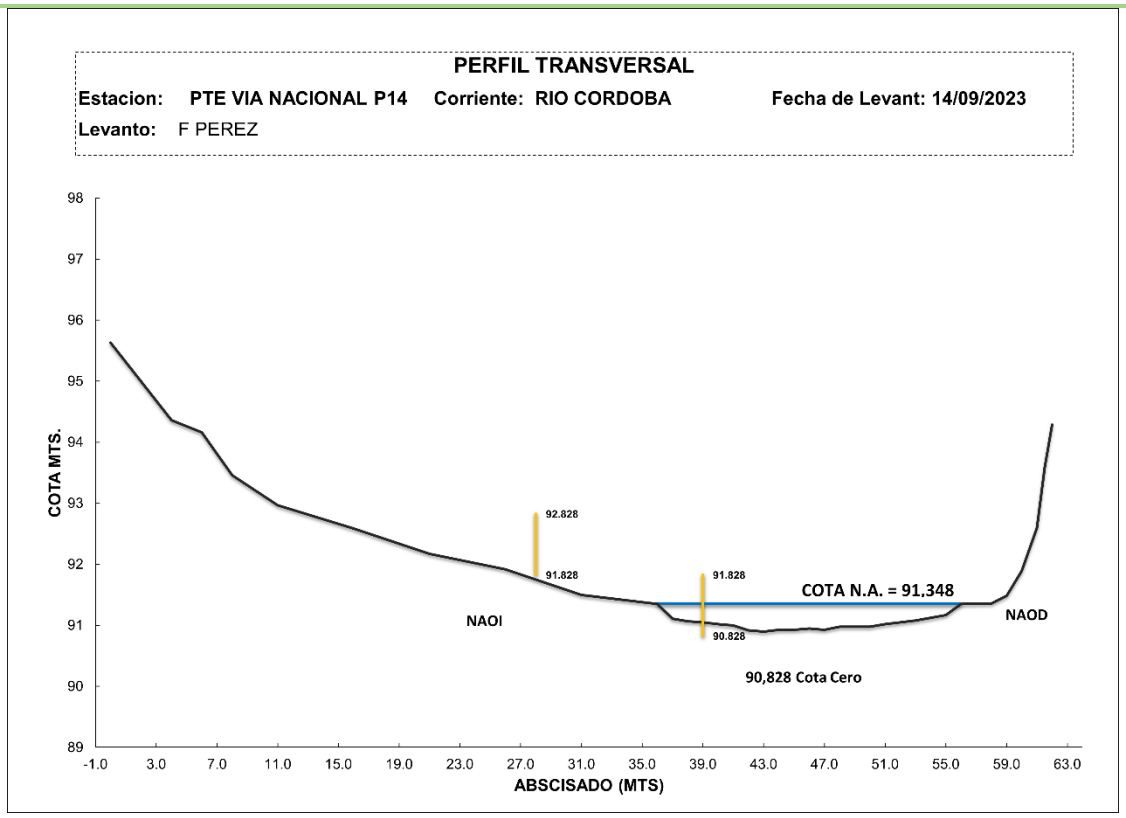


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3.747	0.49	8.703	18

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P14

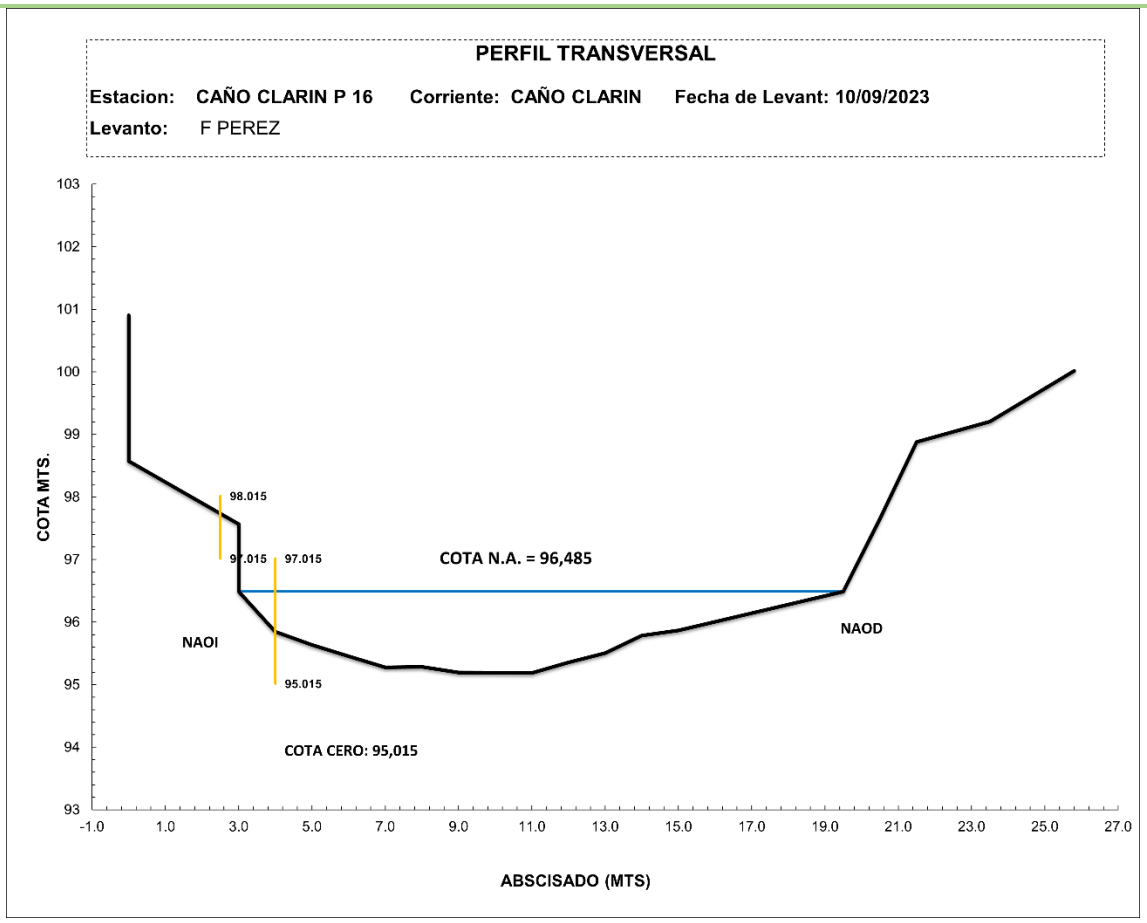


Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3.638	0.35	6.455	20

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

SECCIONES TRANSVERSALES SZH NNSS 2906

C-NNSS 2906-P16

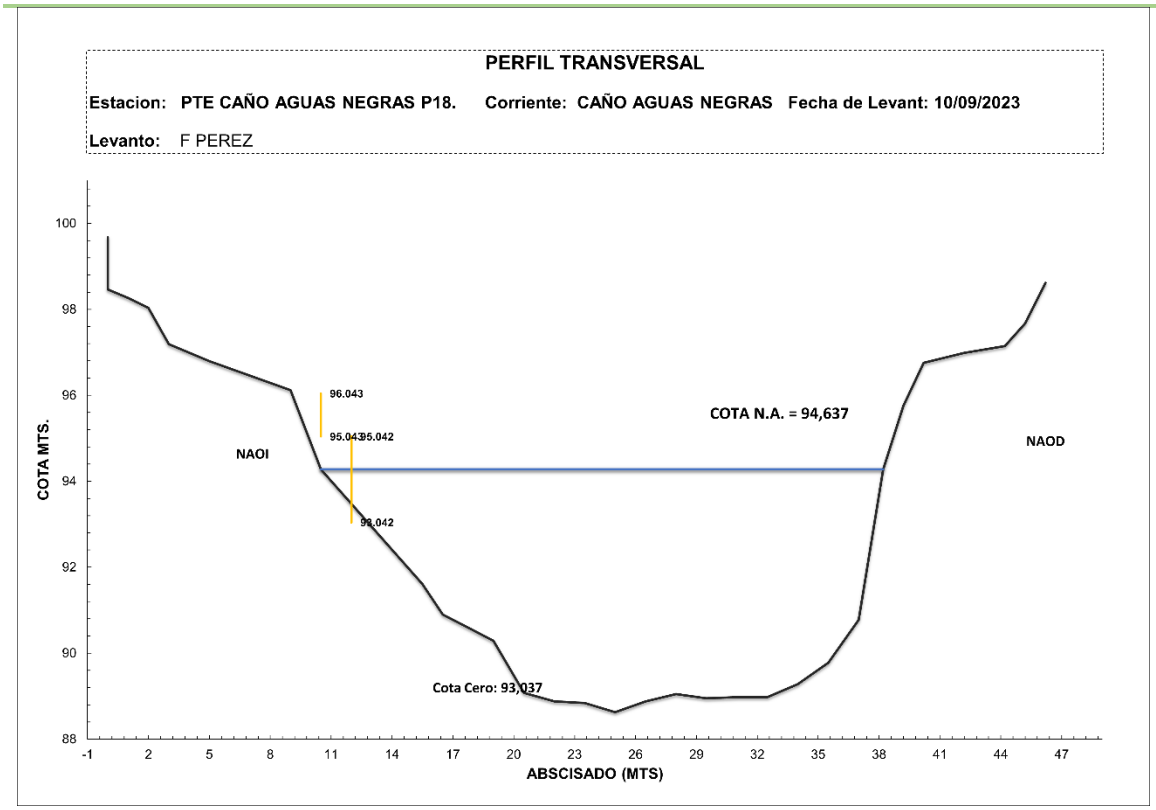


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
4.821	1.6	17.62	16.5

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN NNSS 2906-P18

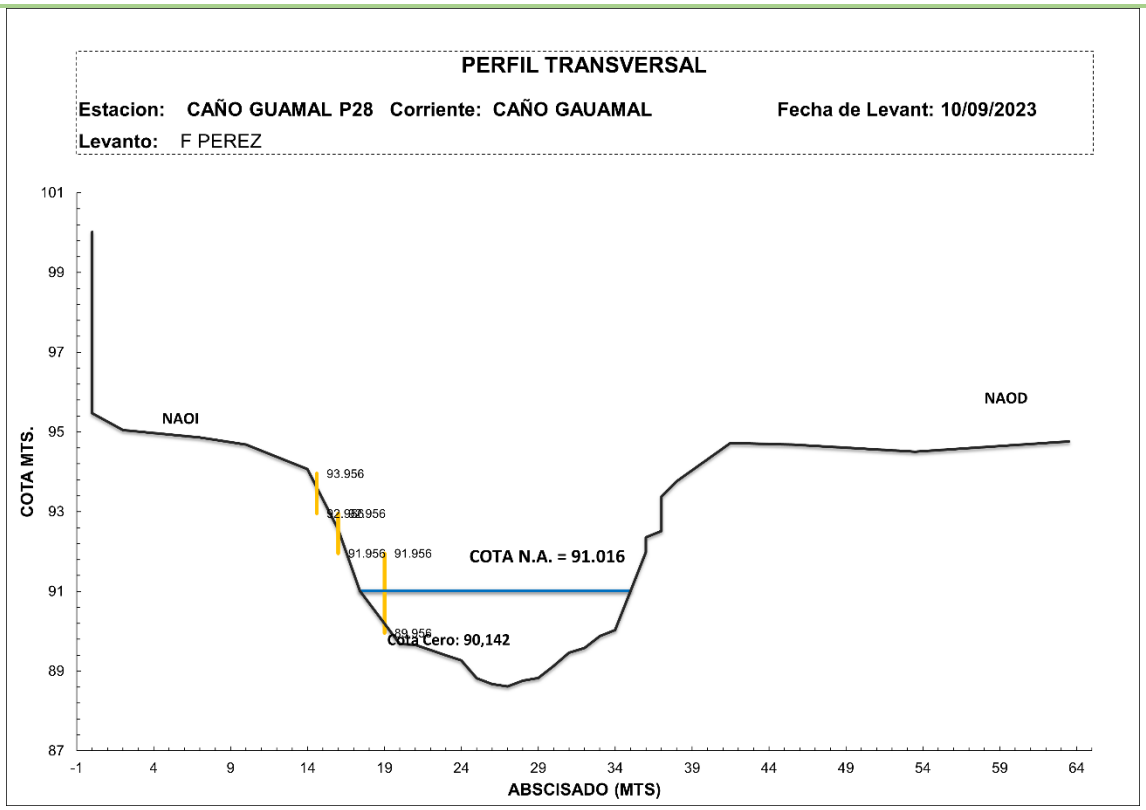


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
26.7	496	91.606	27.7

- **SECCIONES TRANSVERSALES SZH NNSS 2907**

C-NNSS 2907-P28



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2.606	2.05	33.181	17.6

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

Resumen De Aforos Líquido Campaña 14

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 10. 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	0,49	8,00	1,904	0,322	0,624	0,30	MNT
1501-2	0,20	5,40	1,706	0,033	0,056	0,35	MNT
1501-3	0,65	11,30	2,885	0,040	0,115	0,30	MNT
1501-4	0.30	13,20	3,980	0,098	0,389	0,32	MNT
1501-5	0,65	11,50	1,350	0,252	0,340	0,13	MNT
1501-6	0,28	6,90	1,278	0,312	0,399	0,19	MNT
1501-7	0,54	9,70	3,865	0,178	0,689	0,42	MNT
1501-8	0,62	13,0	2,855	0,455	1,298	0,23	MNT
1501-9	0,79	15,30	2,275	0,305	0,694	0,16	MNT
1501-10	0,67	10,20	2,806	0,448	1,257	0,30	MNT
1501-11	0,62	20,00	5,560	0,297	1,654	0,30	MNT
1501-12	0,57	14,00	4,620	0,331	1,530	0,35	MNT
1501-13	0,36	17,00	7,510	0,429	3,221	0,47	MNT
1501-14	0,48	18,00	5,740	0,546	3,135	0,34	MNT

Fuente: Fundación Creamos.
*MNT = Molinete

NOTA:

- La Estación **C-NSS-2906-01-P17** compuertas ruta 2702 – Caño el Burro, por estar sedimentado, 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 seco, sin flujo de agua en la sección transversal, imposibilitando realizar la medición.

- La Estación **C-NSS 2906 01-P21** Segundo Puente Vía La Prosperidad ruta 2702 Caño Renegado (Guáimaro)., al momento de la visita se encontró con agua estancada, imposibilitando realizar las mediciones.

- La Estación **C-NSS 2906 01-P23** Puente Vía La Prosperidad ruta 2701 Caño el Schiller, al momento de la visita se encontró seco, imposibilitando realizar las mediciones.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

- La Estación **C-NSS-2906-01-P24** Puente Pivijay – Salamina Caño Ciego, al momento de la visita se encontró seco, imposibilitando realizar las mediciones.

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

Tabla 11. 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	1,78	17,00	16,310	0,440	7,174	1,30	MNT
NNSS-18	1,72	35,00	96,620	0,360	34,811	3,88	MNT

Fuente: Fundación Creamos

Tabla 12. 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	2,26	22,97	56,300	0,170	9,552	2,13	ADCP

NOTA: Agua Saliendo De La Ciénaga Hacia El Rio Magdalena.

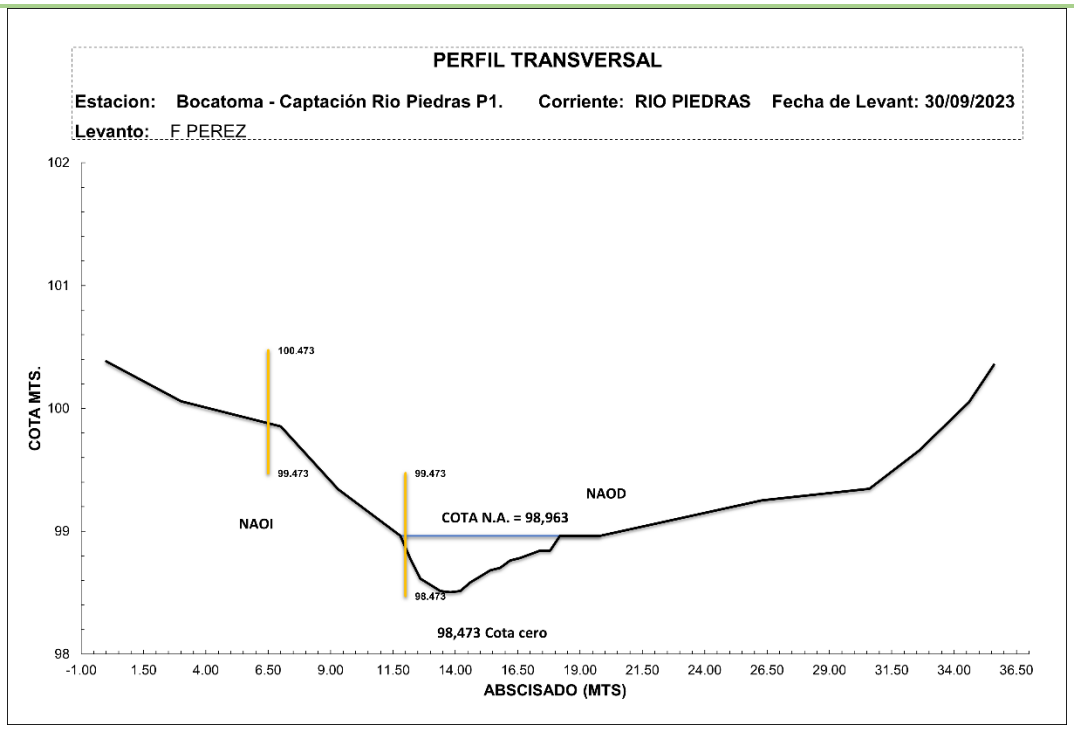
Secciones Transversales

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

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

Secciones Transversales SZH 1501

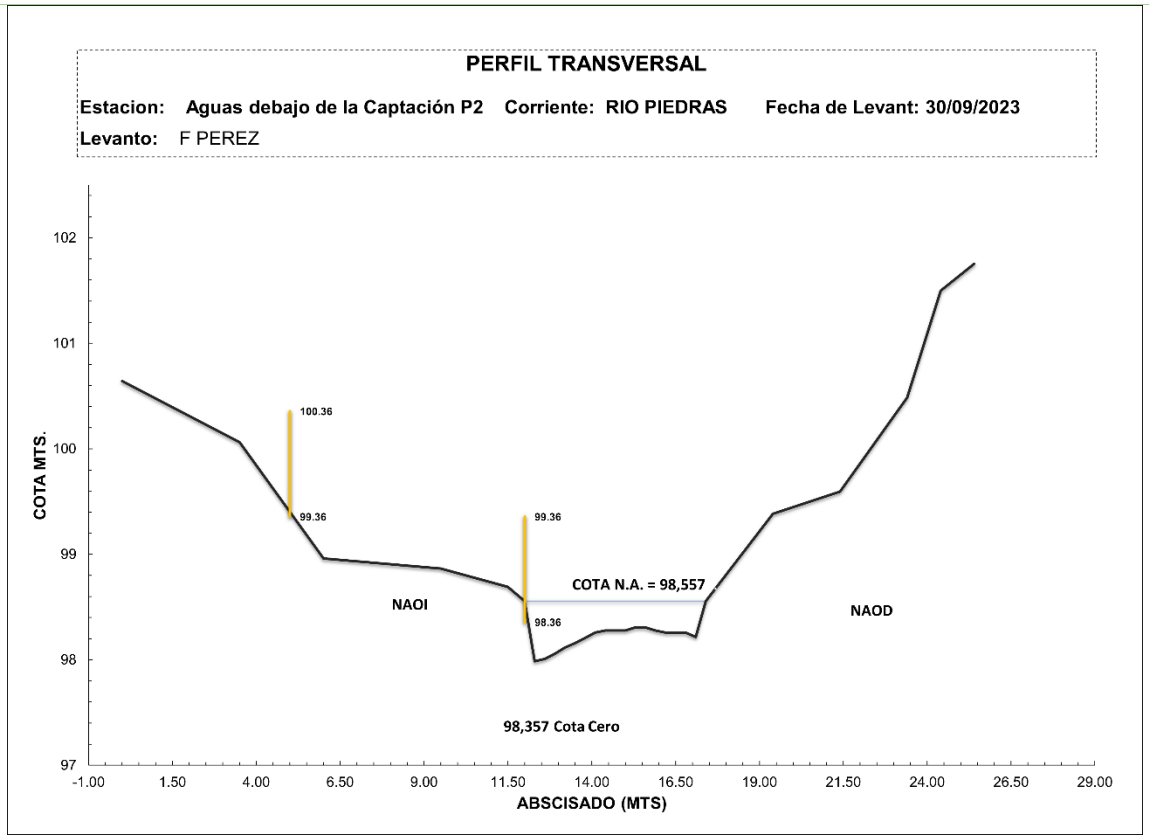
ESTACIÓN C-1501-P1



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0,624	0,30	1,940	8,0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

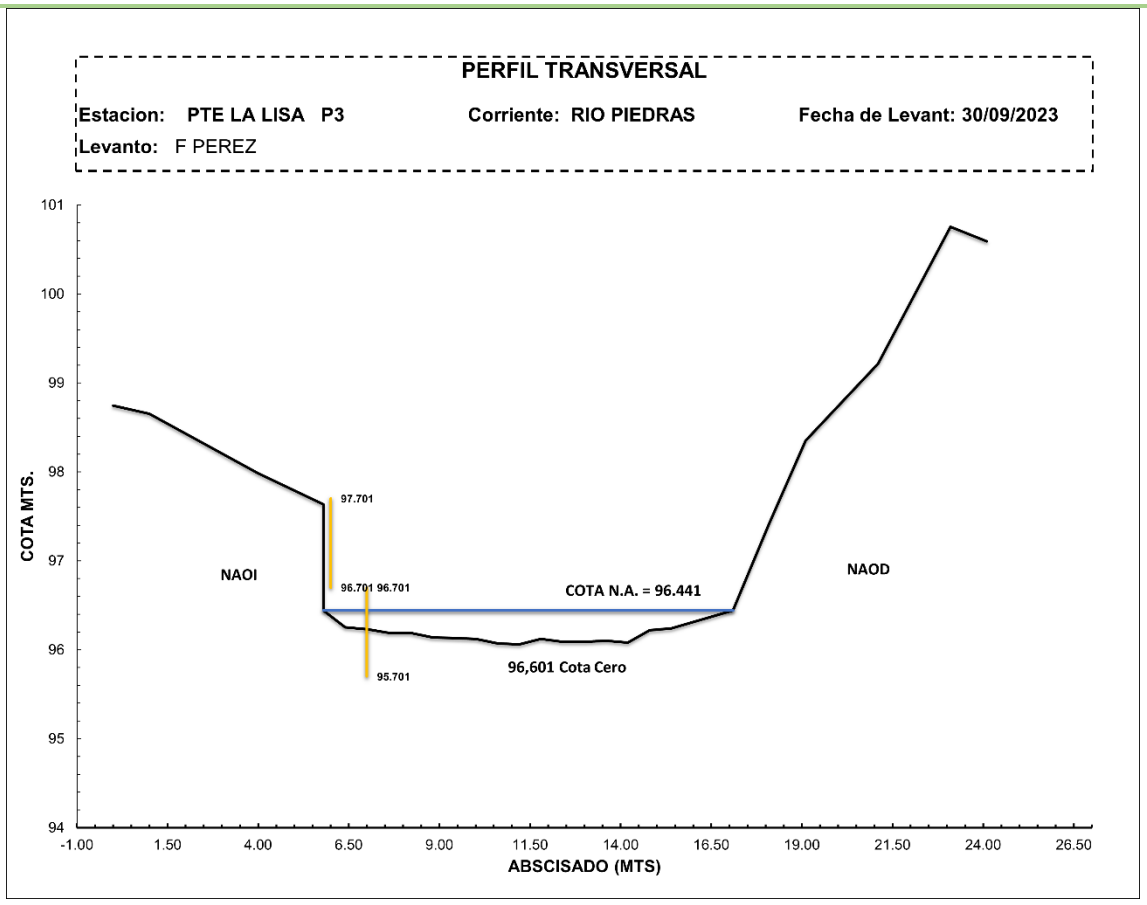
ESTACIÓN C-1501-P2



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0,056	0,35	1,706	5,40

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

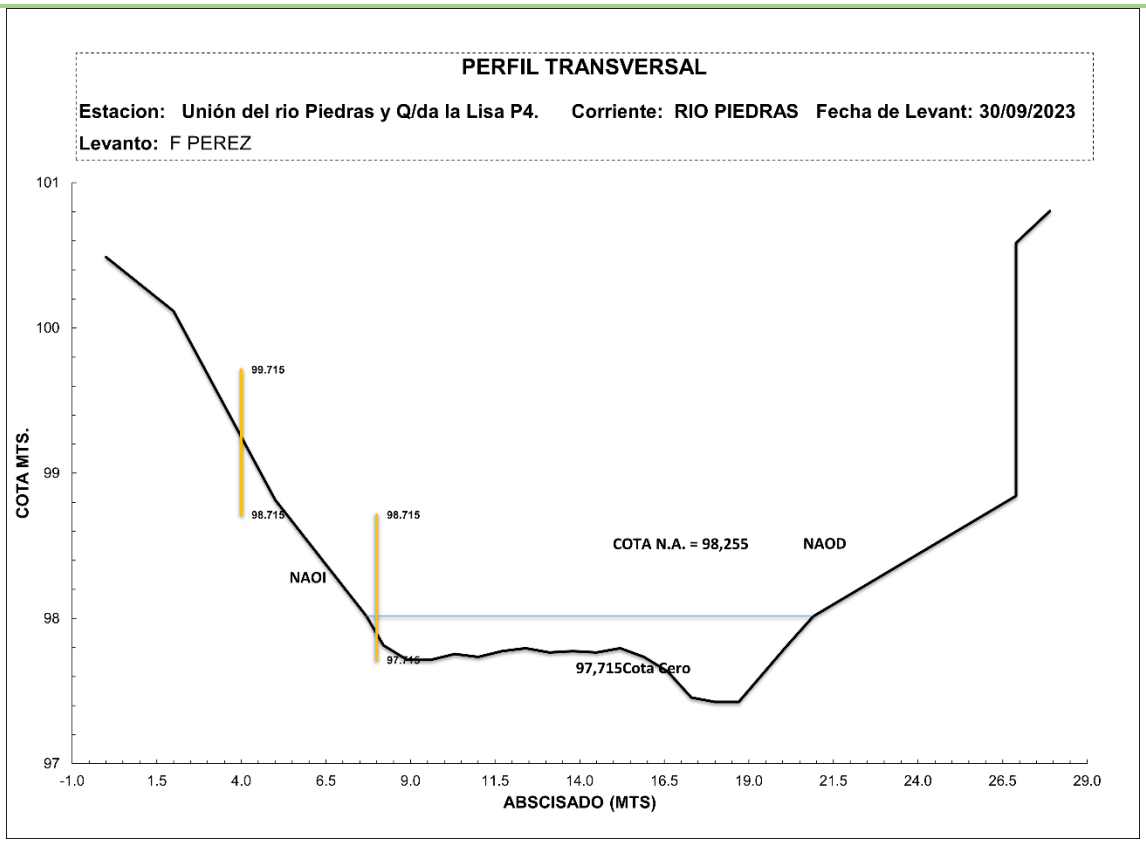
ESTACIÓN C-1501-P3



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0,115	0,30	2,885	11,30

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P4

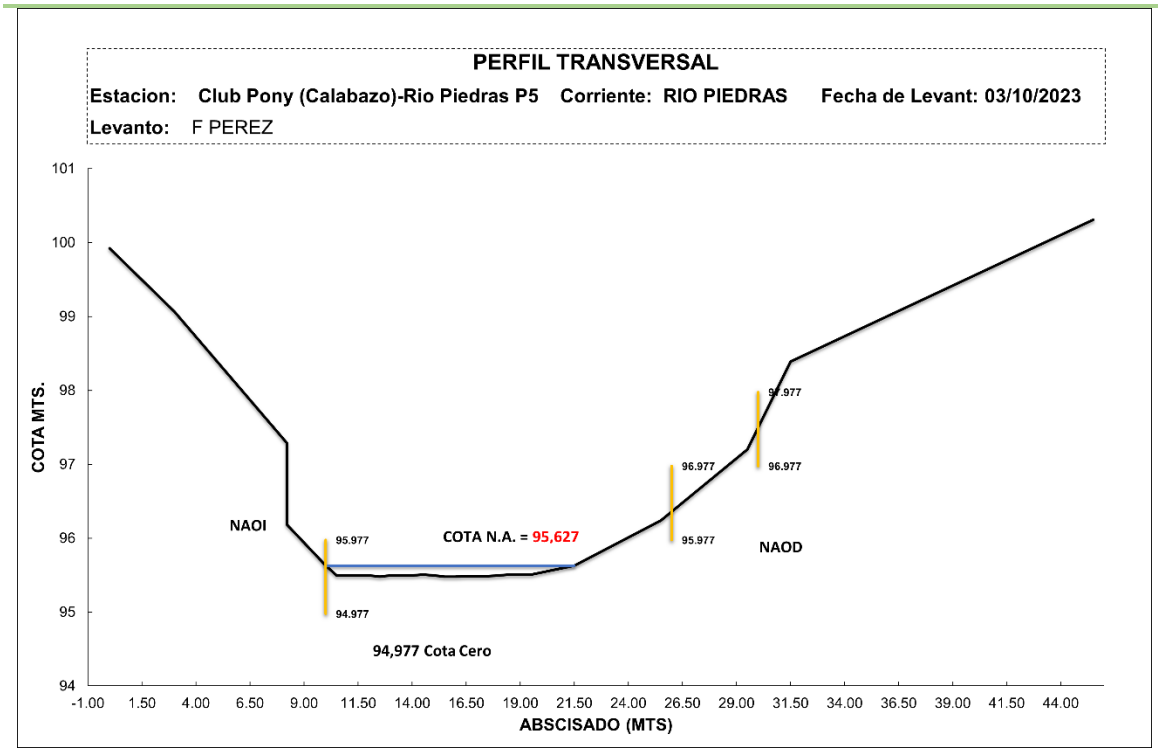


Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0,388	0,32	3,980	13,2

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

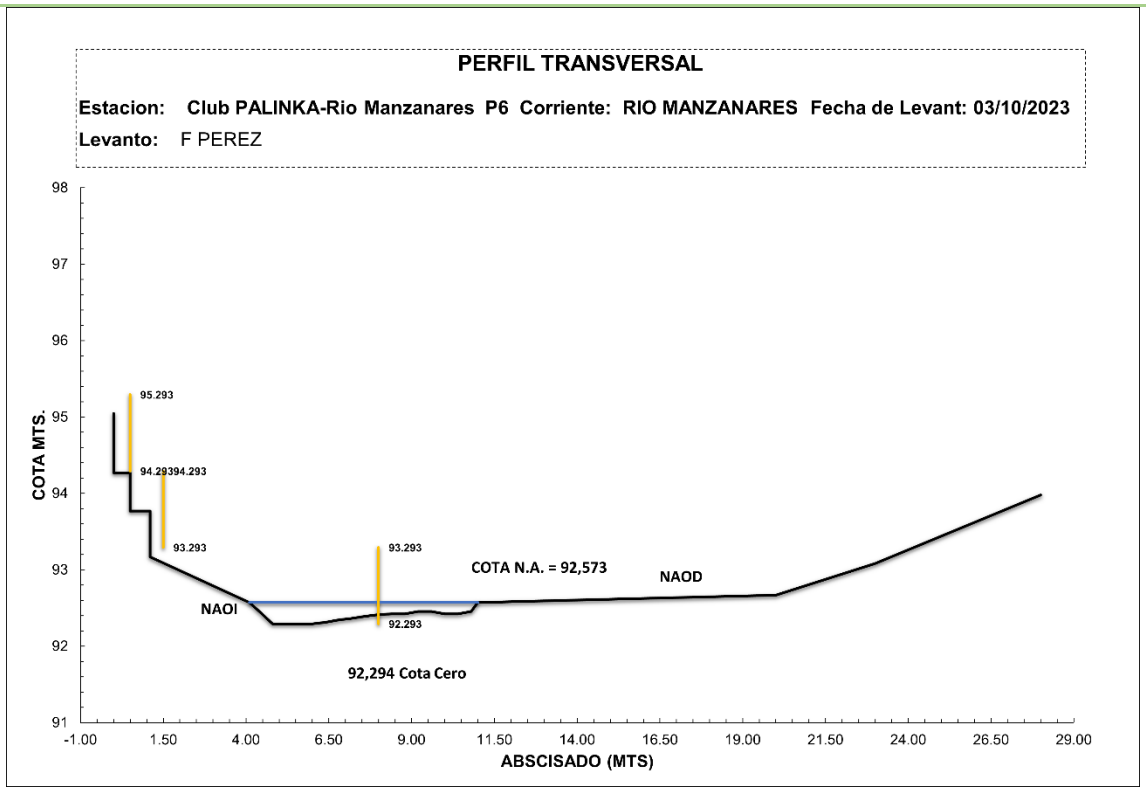
ESTACIÓN C-1501-P5



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0,340	0,13	1,350	11,50

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

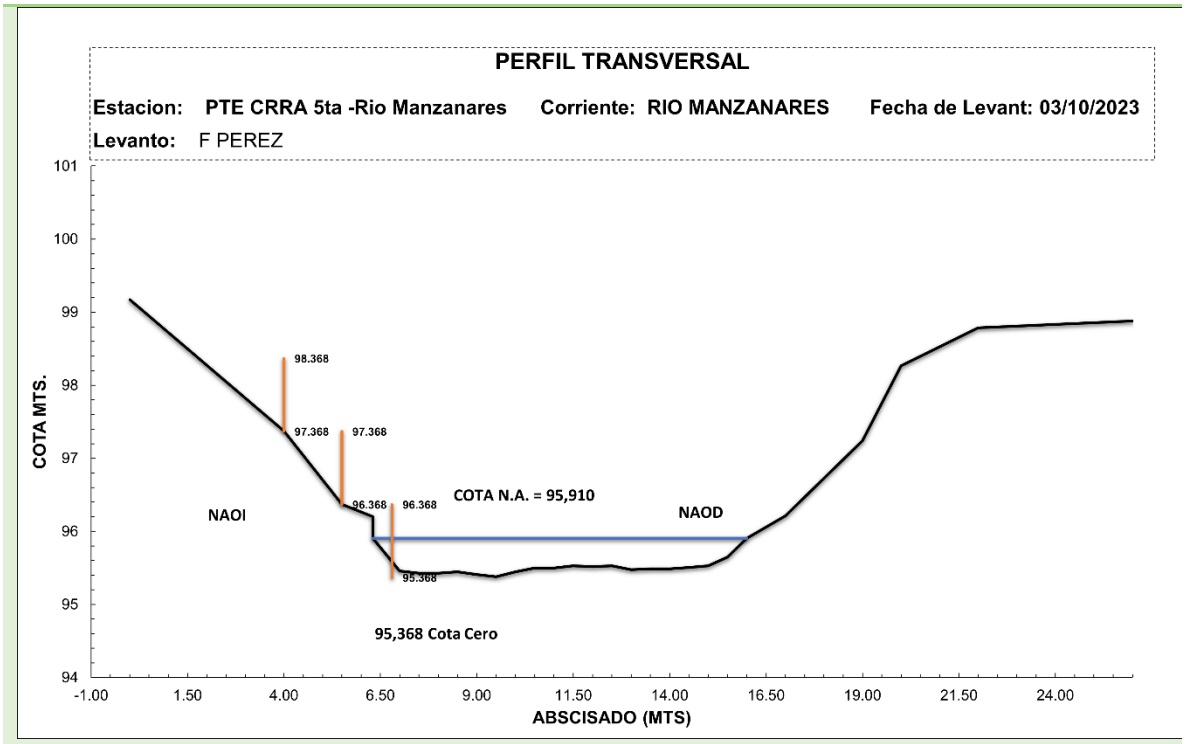
ESTACIÓN C-1501-P6



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0,399	0,19	1,278	6,9

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

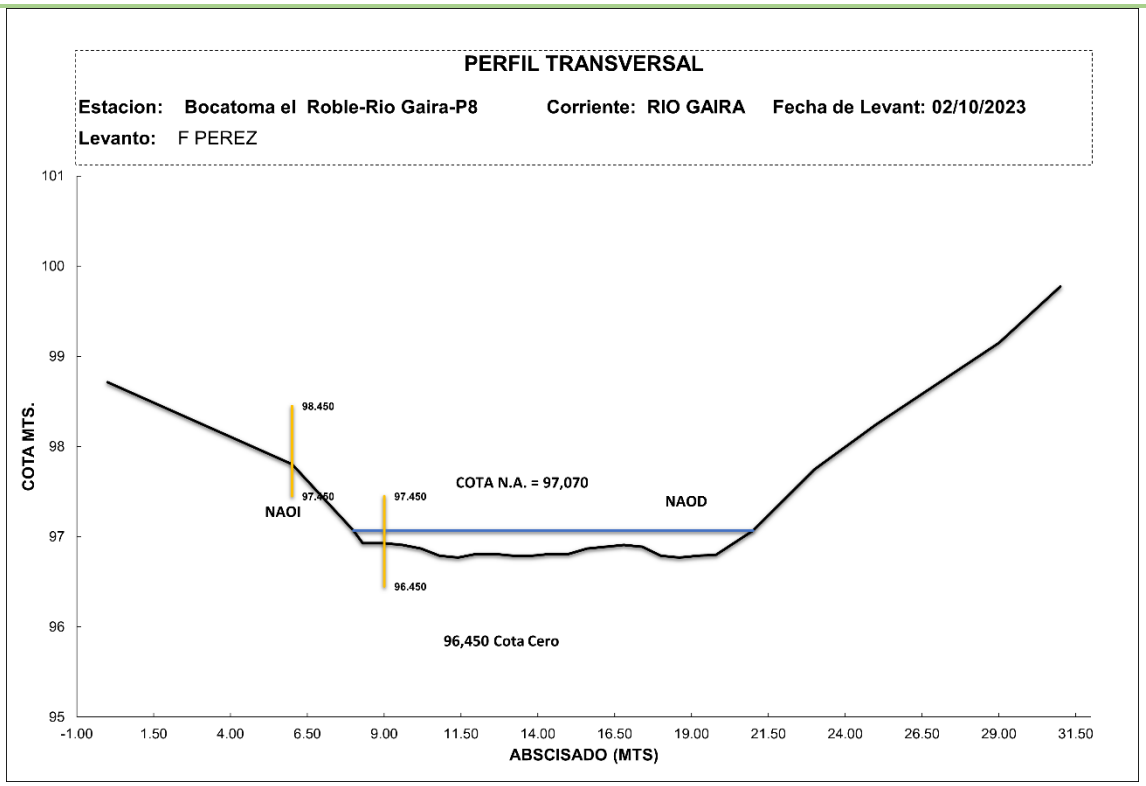
ESTACIÓN C-1501-P7



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0,689	0,42	3,865	9,7

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

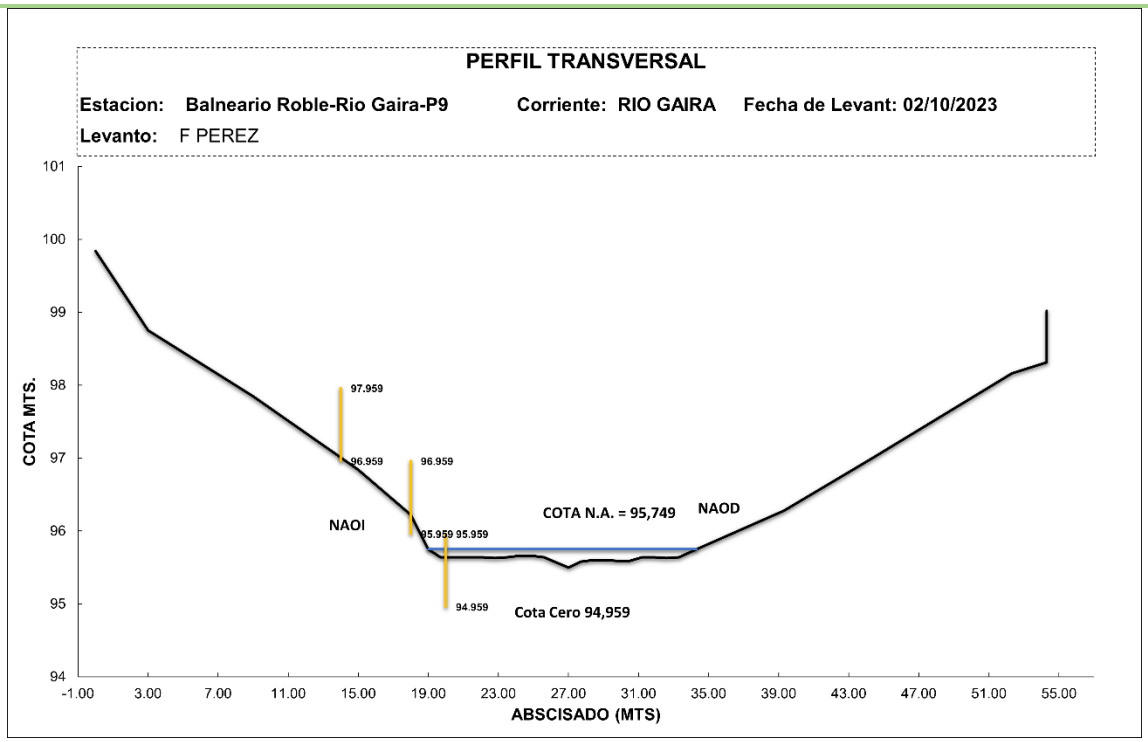
ESTACIÓN C-1501-P8



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1,298	0,23	2,855	13,0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

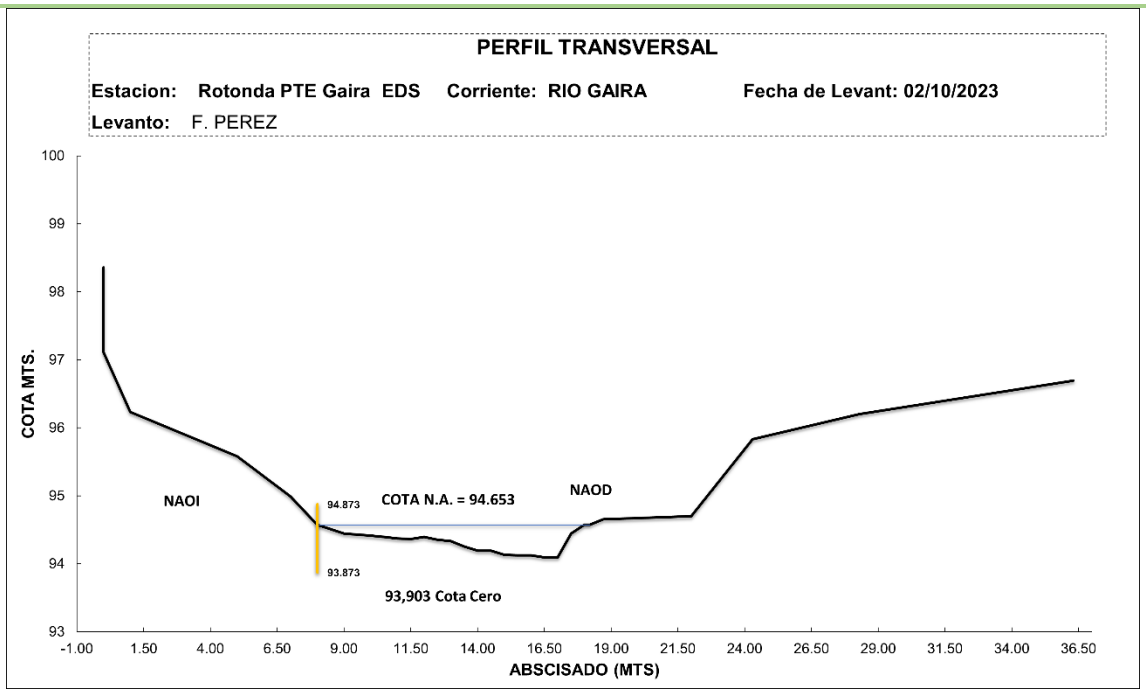
ESTACIÓN C-1501-P9



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0,694	0,16	2,275	15,30

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

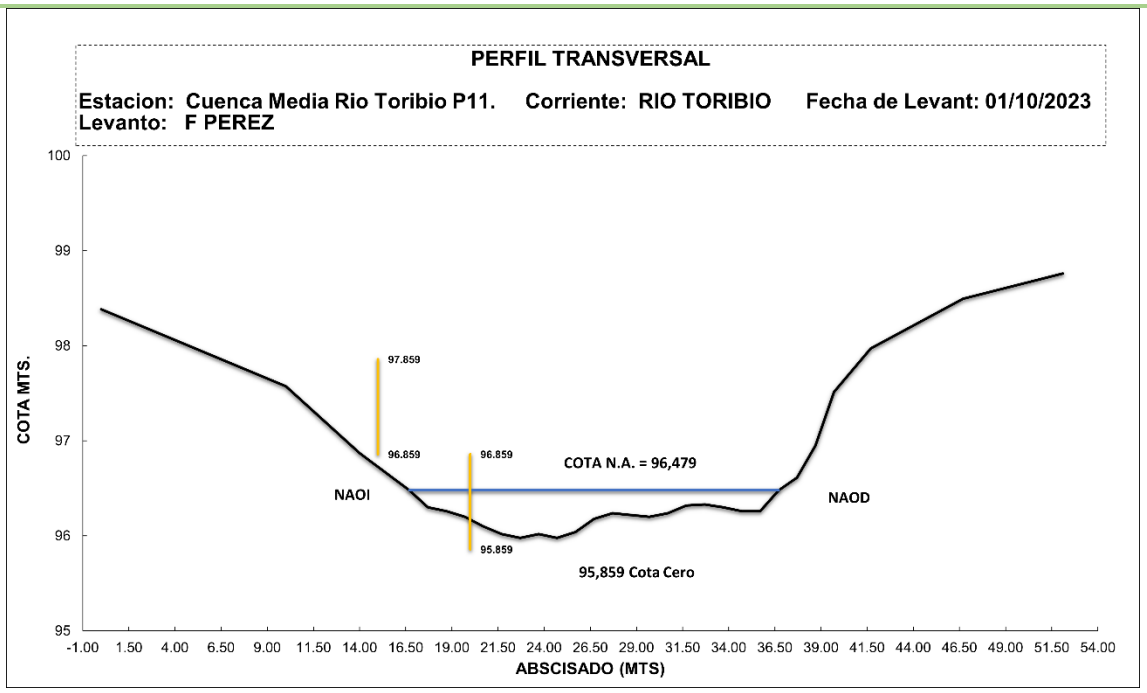
ESTACIÓN C-1501-P10



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1,257	0,30	2,806	10,20

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

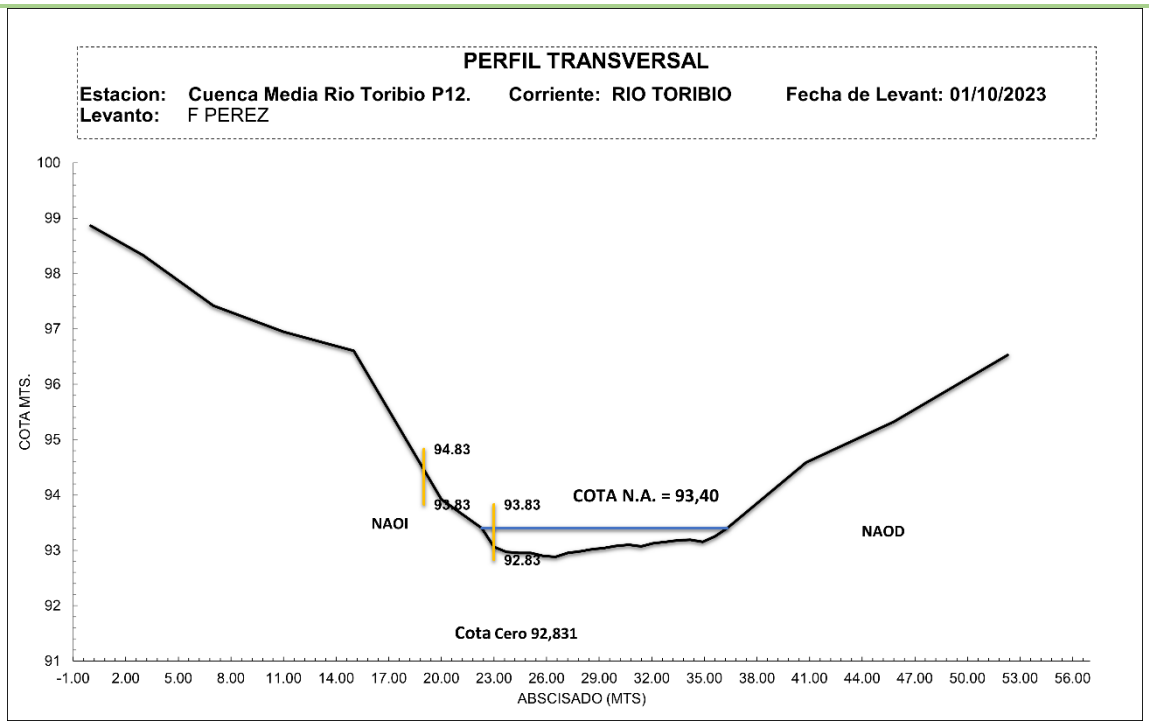
ESTACIÓN C-1501-P11



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1,654	0,30	5,560	20,0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

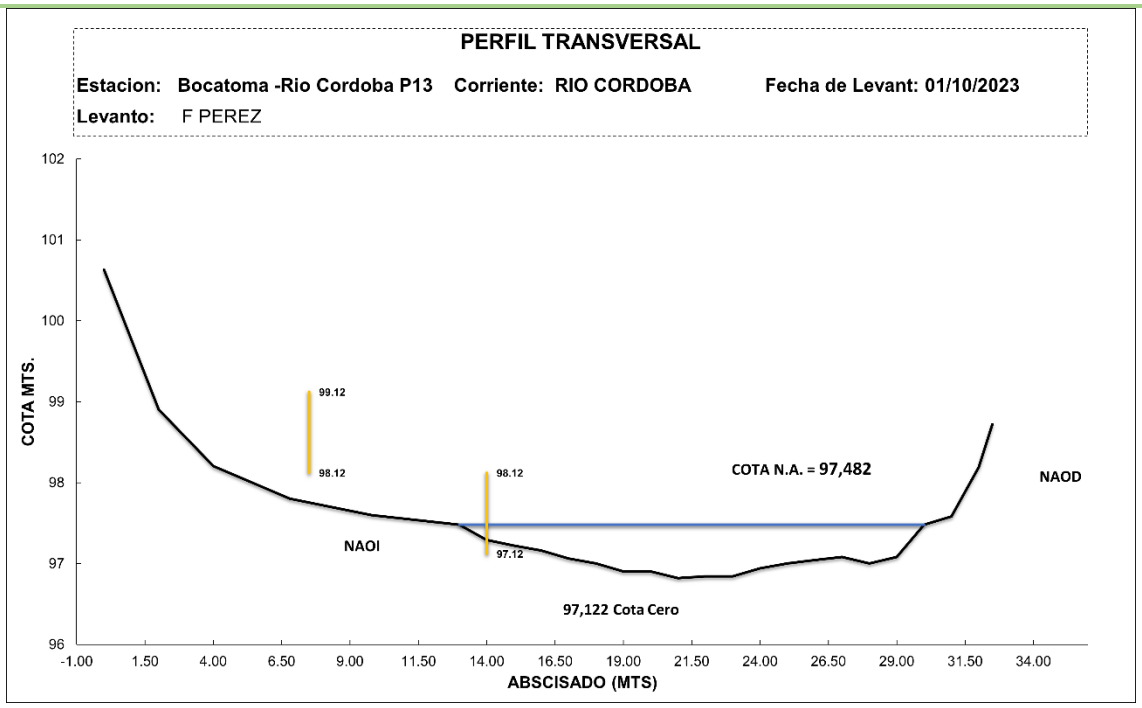
ESTACIÓN C-1501-P12



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1,530	0,35	4,620	14,0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

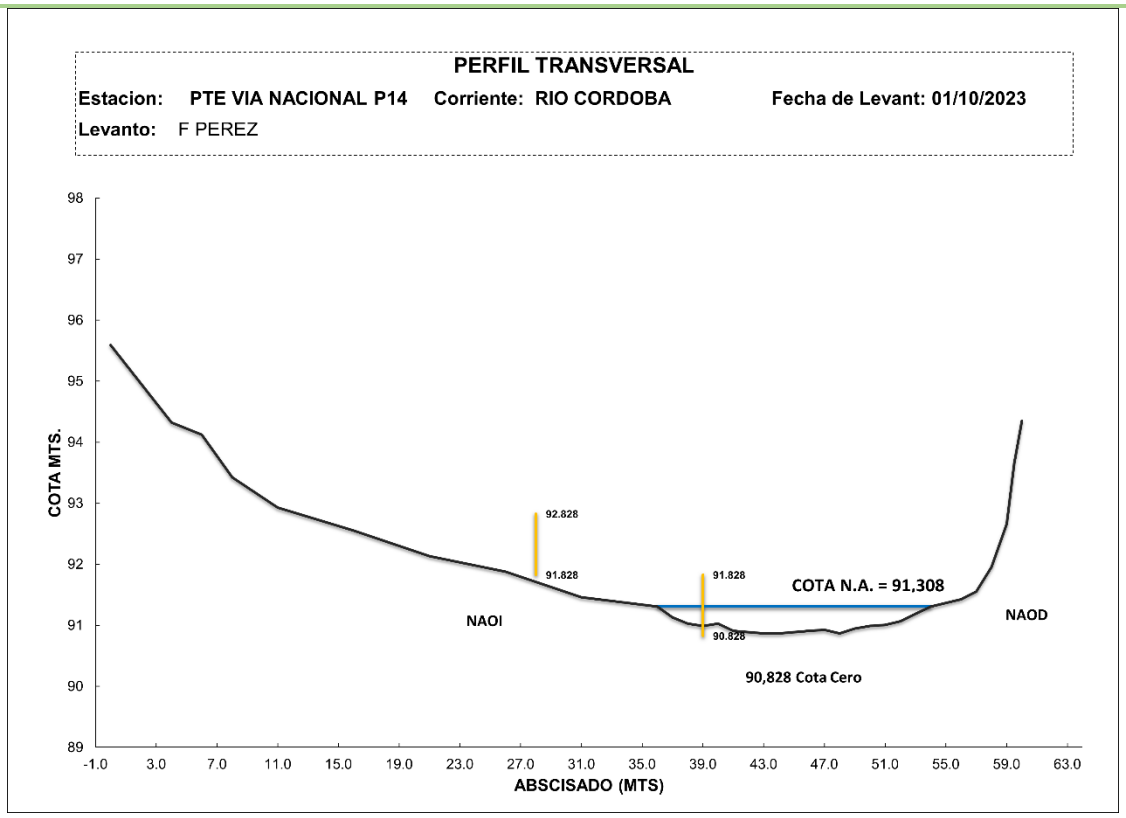
ESTACIÓN C-1501-P13



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3,221	0,47	7,510	17,0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P14

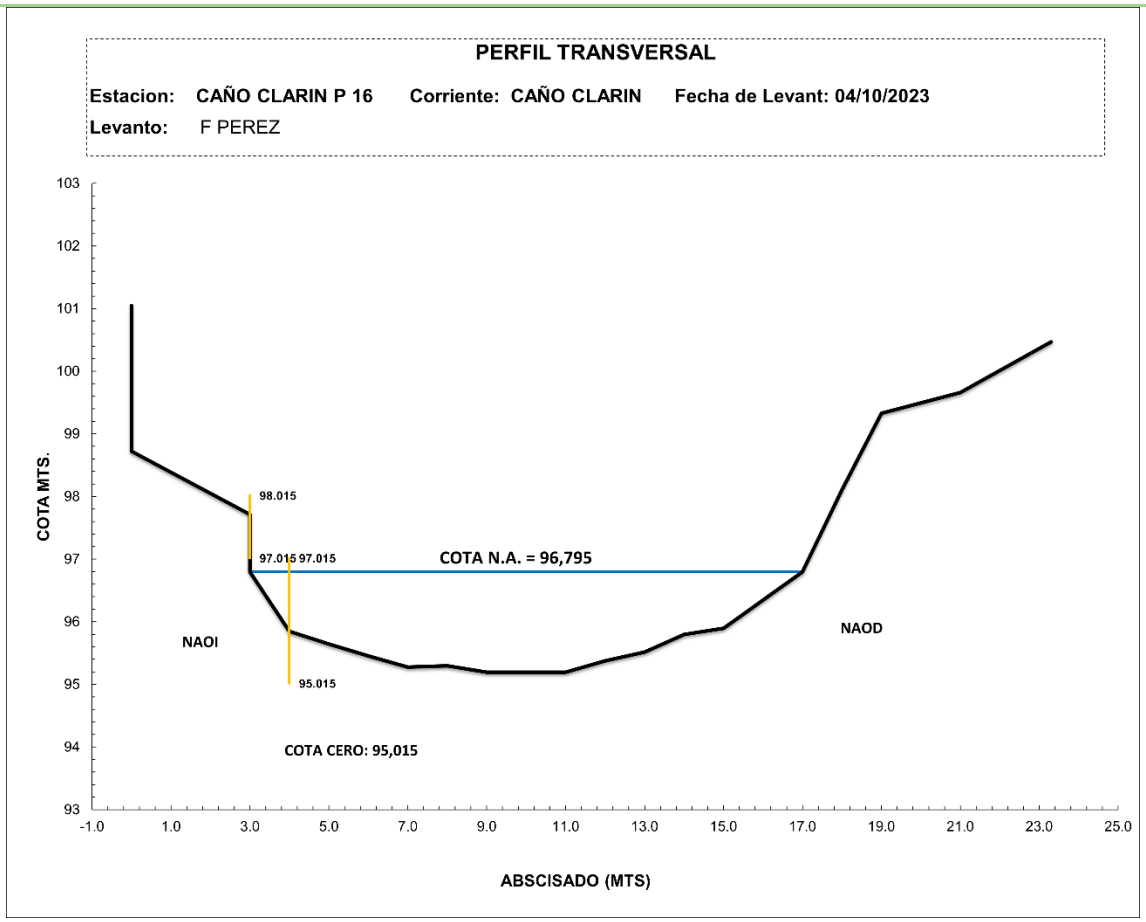


Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3,315	0,34	5,740	18,0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

Secciones Transversales SZH NNSS 2906

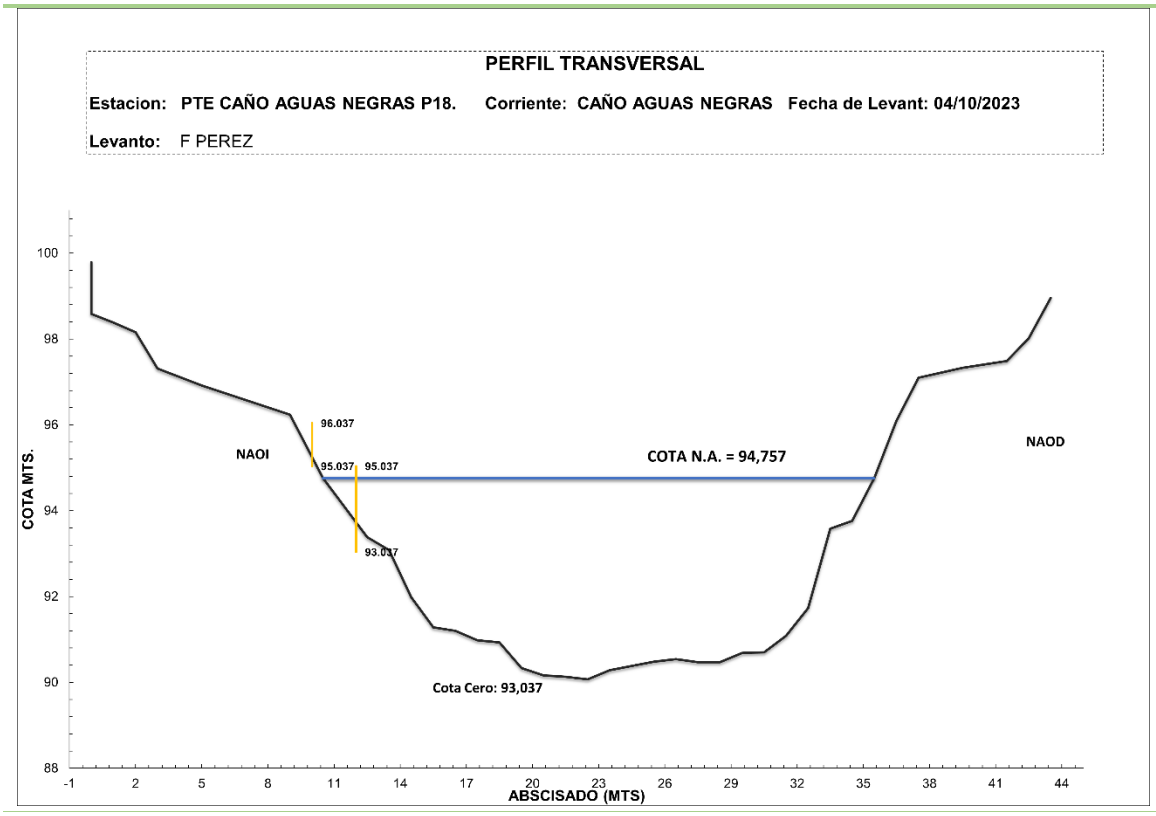
C-NNSS 2906-P16



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
7,174	1,30	16,310	14,0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN NNSS 2906-P18

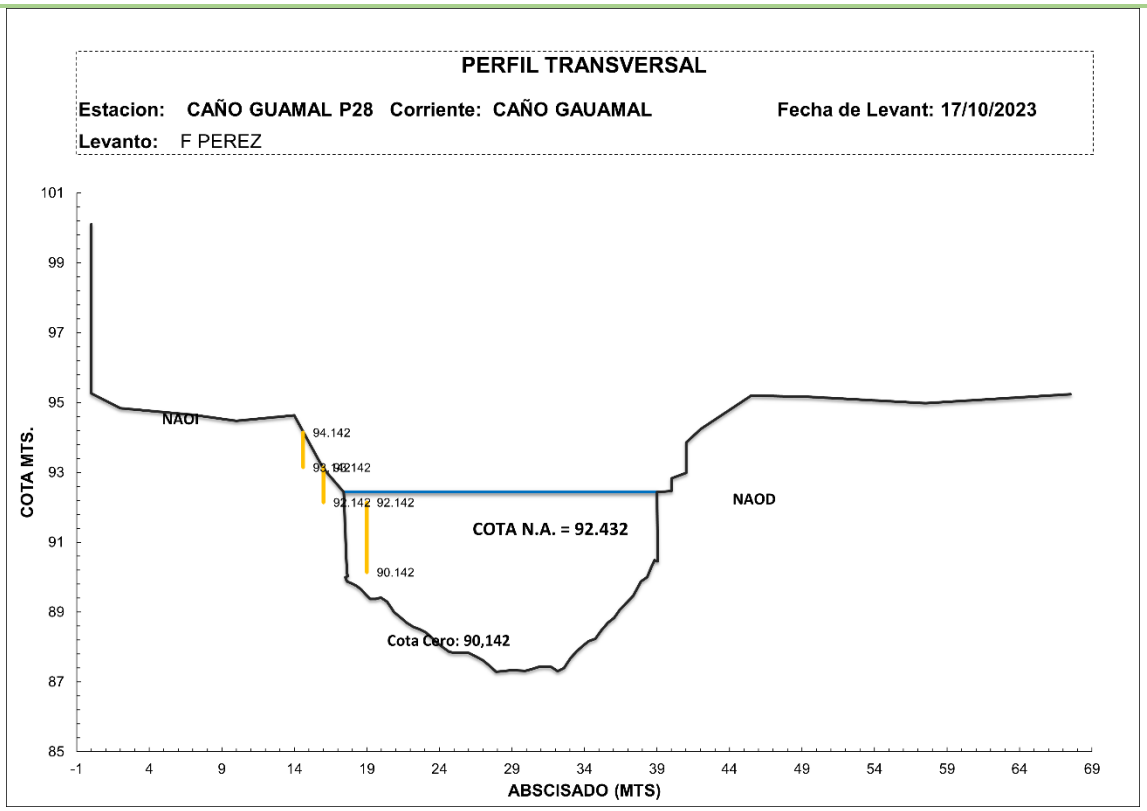


Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
34,562	3,88	90,20	25,0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

SECCIONES TRANSVERSALES SZH NNSS 2907

C-NNSS 2907-P28



Resultados

CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
9,552	2,23	56,300	22,97

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

RESUMEN DE AFOROS LÍQUIDO - CAMPAÑA 15

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 10. 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	0.67	14.00	3.810	0.237	0.903	0.272	FT2
1501-2	0.30	7.500	2.957	0.105	0.312	0.394	FT2
1501-3	0.72	11.400	3.55	0.104	0.369	0.311	FT2
1501-4	0.58	14.00	5.035	0.120	0.605	0.360	FT2
1501-5	0.75	13.00	2.235	0.436	0.975	0.172	FT2
1501-6	0.47	8.500	1.350	0.453	0.612	0.159	FT2
1501-7	0.50	10.00	4.025	0.171	0.690	0.403	FT2
1501-8	0.67	14.00	3.741	0.503	1.881	0.267	FT2
1501-9	0.96	17.00	2.941	0.531	1.561	0.173	FT2
1501-10	0.72	14.20	3.393	0.531	1.803	0.239	FT2
1501-11	0.70	20.00	7.470	0.411	3.074	0.374	FT2
1501-12	0.58	15.00	5.860	0.412	2.416	0.391	FT2
1501-13	0.50	18.00	7.80	0.547	4.263	0.433	FT2
1501-14	0.51	21.00	7.540	0.477	3.597	0.359	FT2

Fuente: Fundación Creamos.

*FT2 = Flow Tracker 2
*MNT = Molinete

NOTA:

- La Estación **C-NSS-2906-01-P17** compuertas ruta 2702 – Caño el Burro, por estar sedimentado, 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 seco, sin flujo de agua en la sección transversal, imposibilitando realizar la medición
- La Estación **C-NSS 2906 01-P21** Segundo Puente Vía La Prosperidad ruta 2702 Caño Renegado (Guáimaro)., al momento de la visita se encontró con agua estancada, imposibilitando realizar las mediciones.

- La Estación **C-NSS 2906 01-P23** Puente Vía La Prosperidad ruta 2701 Caño el Schiller, al momento de la visita se encontró seco, imposibilitando realizar las mediciones.

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

- La Estación **C-NSS-2906-01-P24** Puente Pivijay – Salamina Caño Ciego, al momento de la visita se encontró seco, imposibilitando realizar las mediciones

A continuación, se presentan el resumen de aforos medidos SZH NNSS 2906 Campaña 15

Tabla 11. 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	1.45	16.813	17.585	0.276	4.862	1.60	ADCP
NNSS-18	1.60	28.955	93.137	0.311	28.950	5.27	ADCP

Fuente: Fundación Creamos

Tabla 12. Aforos Líquidos SZH 2907- Campaña 15

ESTACIÓN	NIVEL AGUA (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m3/s)	PROF_MEDIA (m)	EQUIPO DE MEDICIÓN
NNSS-28	1.1	17.80	34.659	0.079	2.737	2.05	MNT

NOTA: Agua Saliendo De La Ciénaga Hacia El Rio Magdalena.

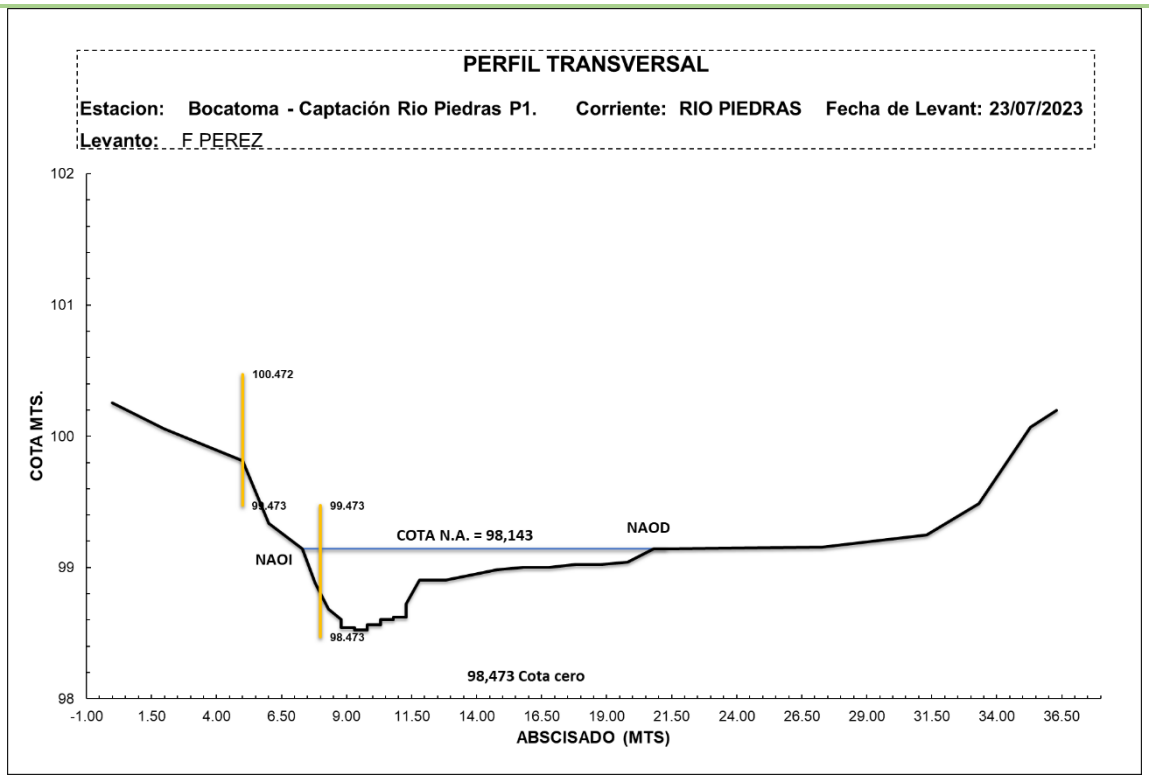
SECCIONES TRANSVERSALES CAMPAÑA 15

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

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

SECCIONES TRANSVERSALES SZH 1501

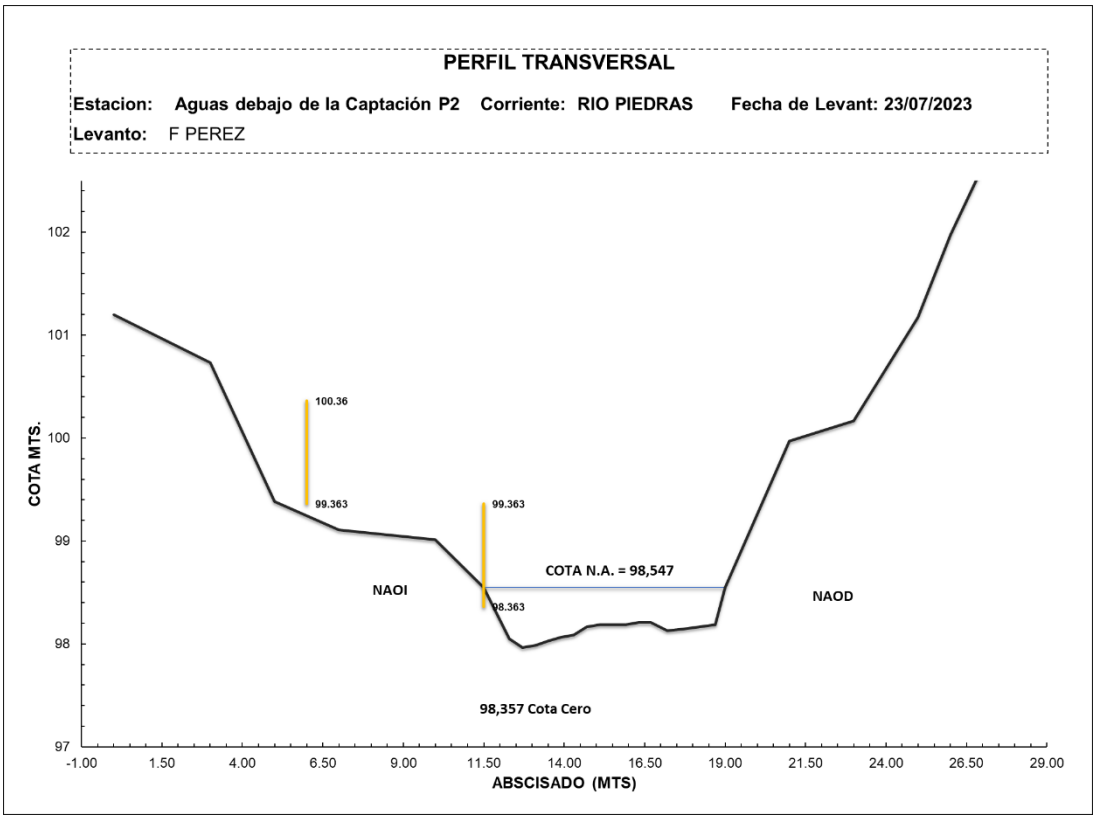
ESTACIÓN C-1501-P1



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.903	**0.272**	**3.81**	**14.0**

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

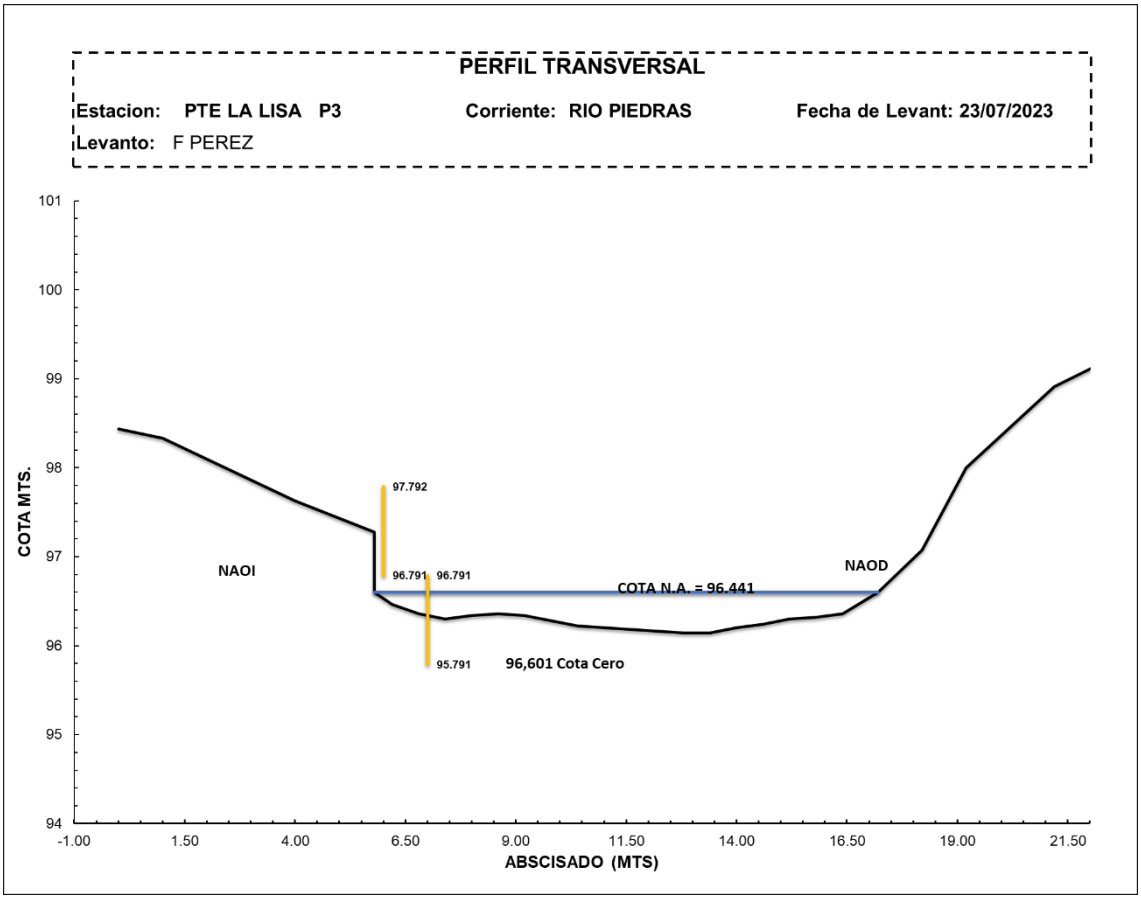
ESTACIÓN C-1501-P2



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.312	0.394	2.95	7.5

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

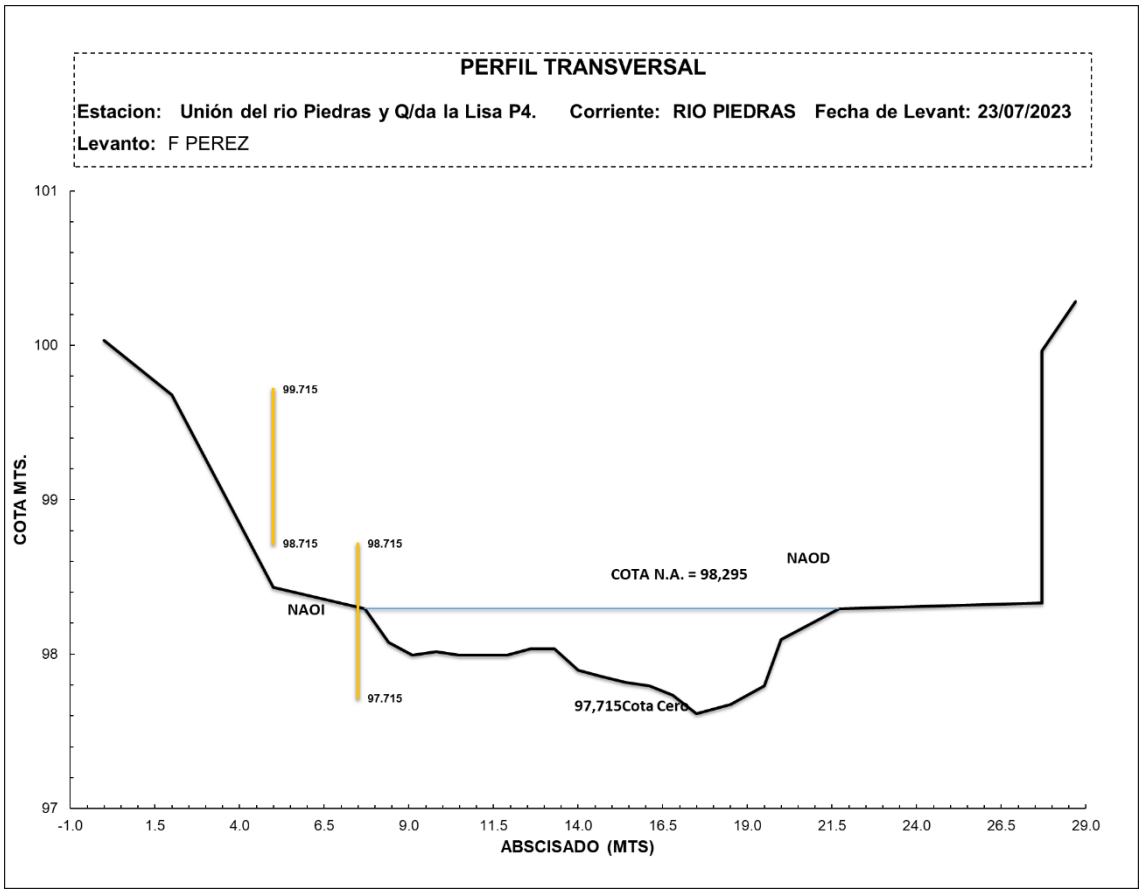
ESTACIÓN C-1501-P3



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.369	**0.311**	**3.55**	**11.4**

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

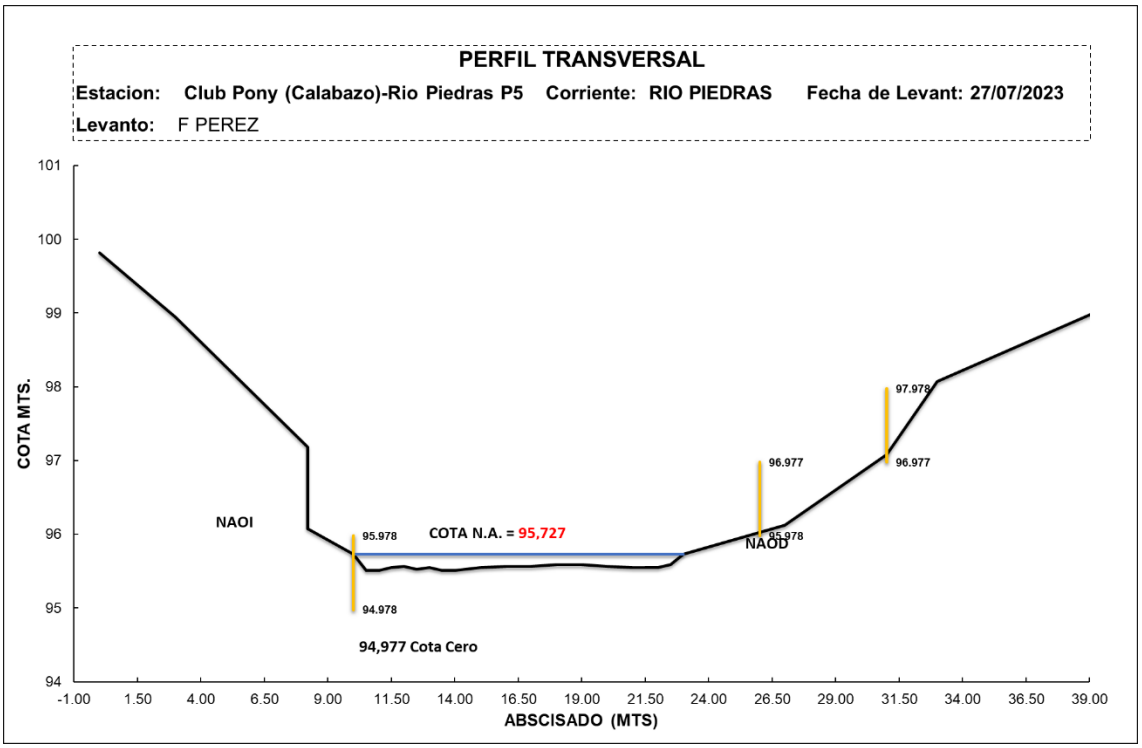
ESTACIÓN C-1501-P4



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.605	**0.36**	**5.03**	**14.0**

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

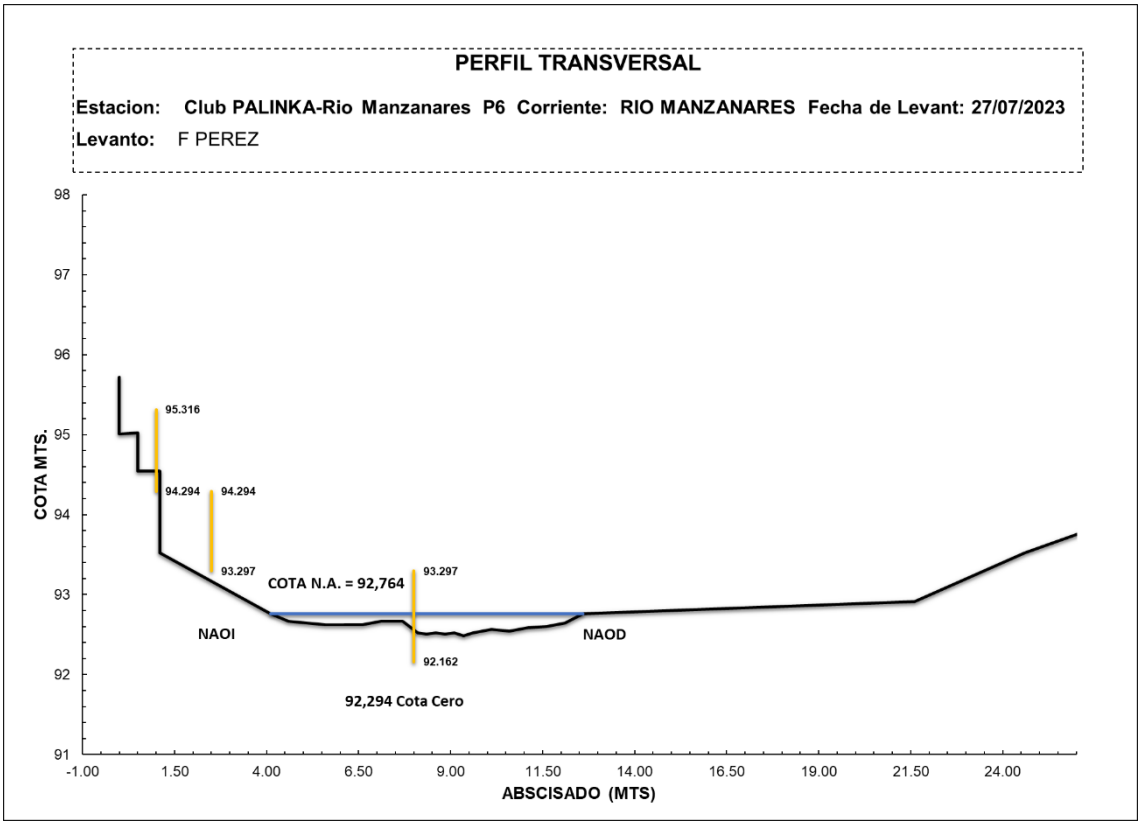
ESTACIÓN C-1501-P5



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.975	**0.172**	**2.23**	**13.0**

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

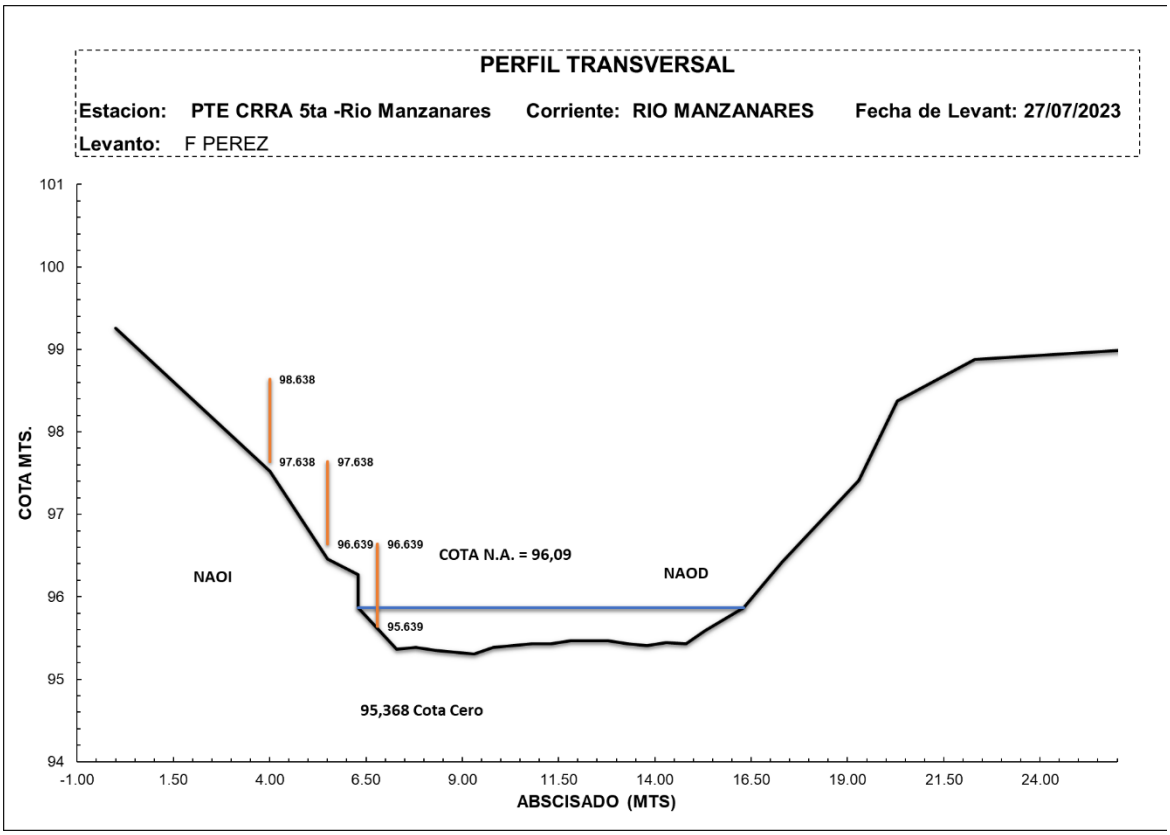
ESTACIÓN C-1501-P6



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.612	**0.159**	**0.35**	**8.5**

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

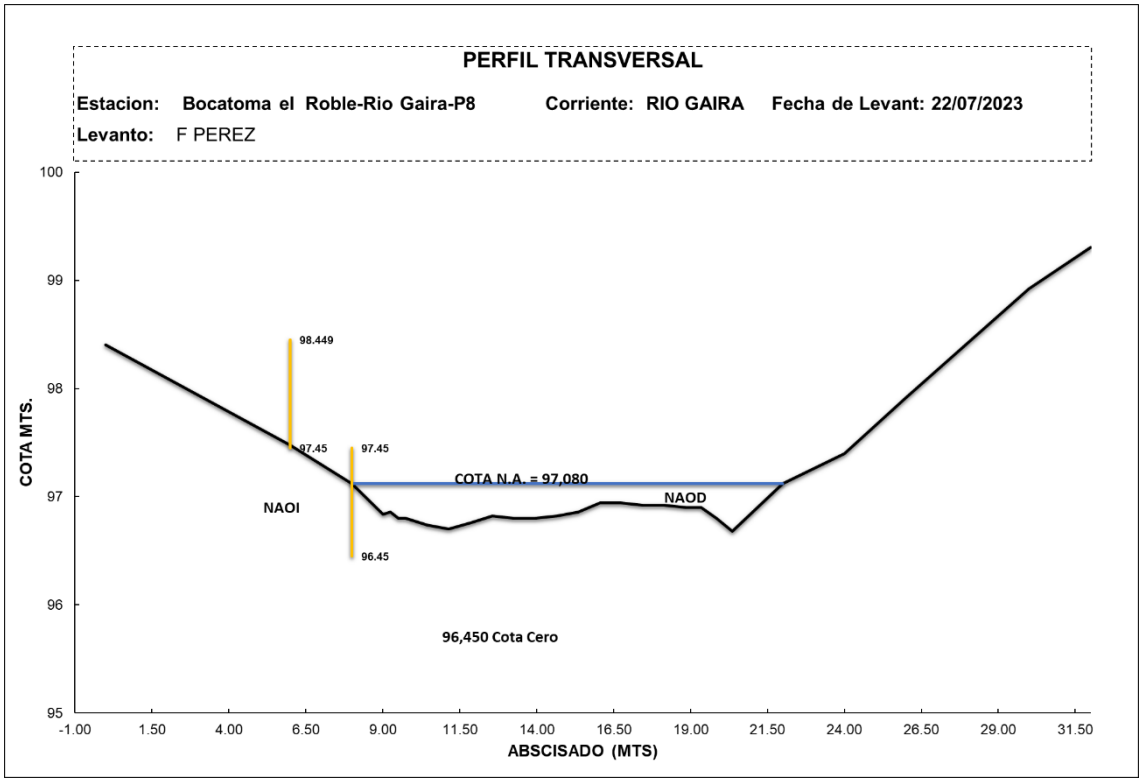
ESTACIÓN C-1501-P7



CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
0.69	**0.403**	**4.025**	**10.0**

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

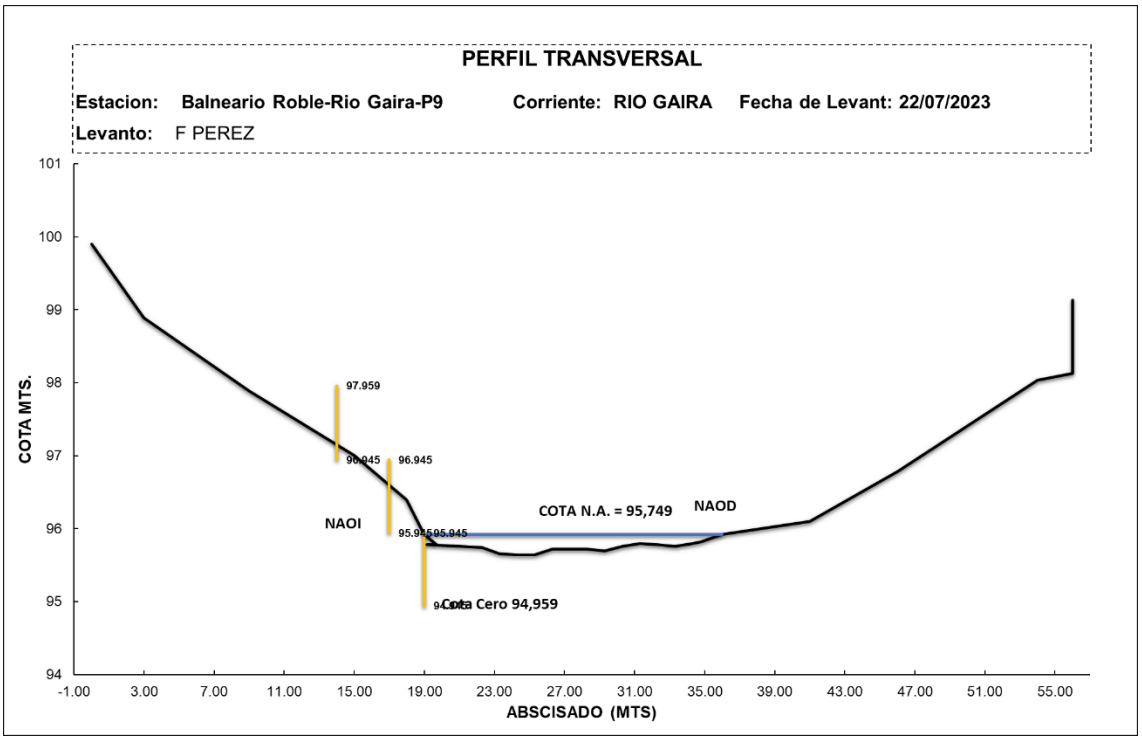
ESTACIÓN C-1501-P8



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1.881	0.267	3.741	14.0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

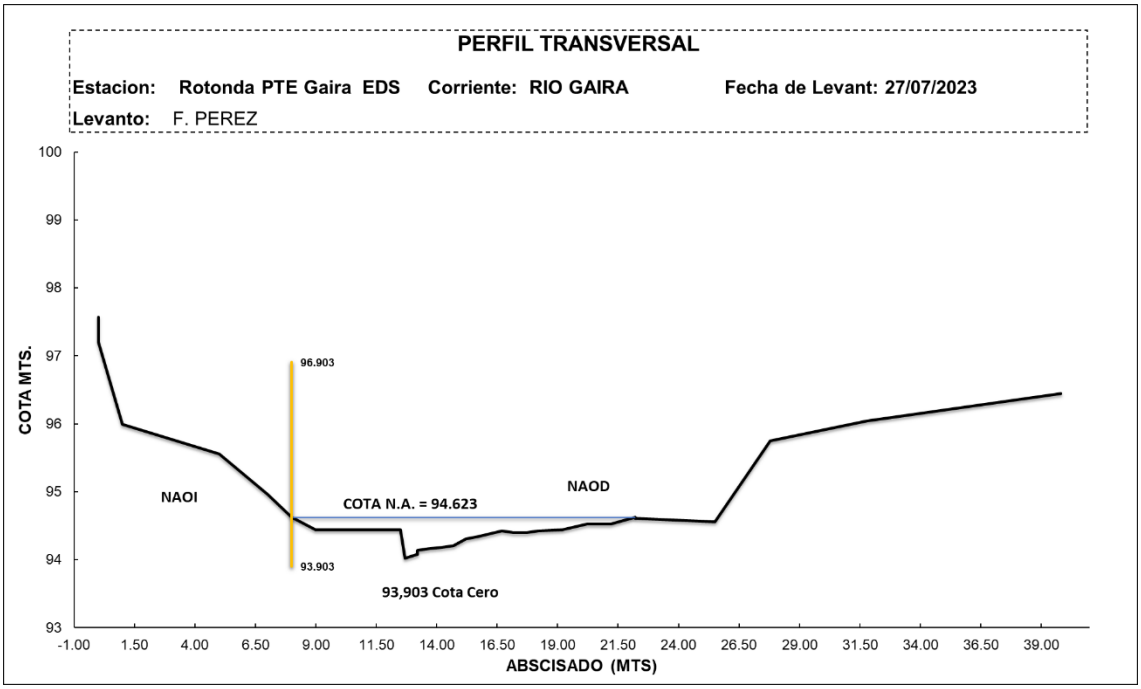
ESTACIÓN C-1501-P9



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1.56	0.173	2.94	17.0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

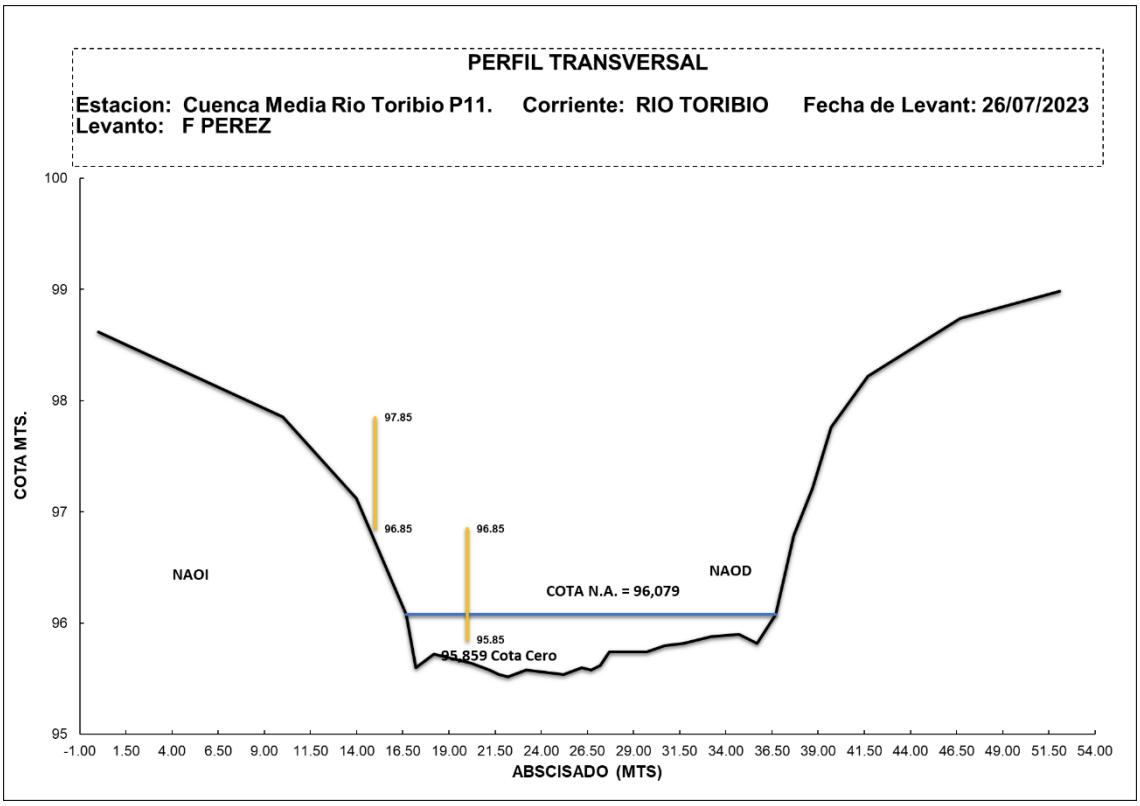
ESTACIÓN C-1501-P10



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
1.803	0.239	3.393	14.2

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

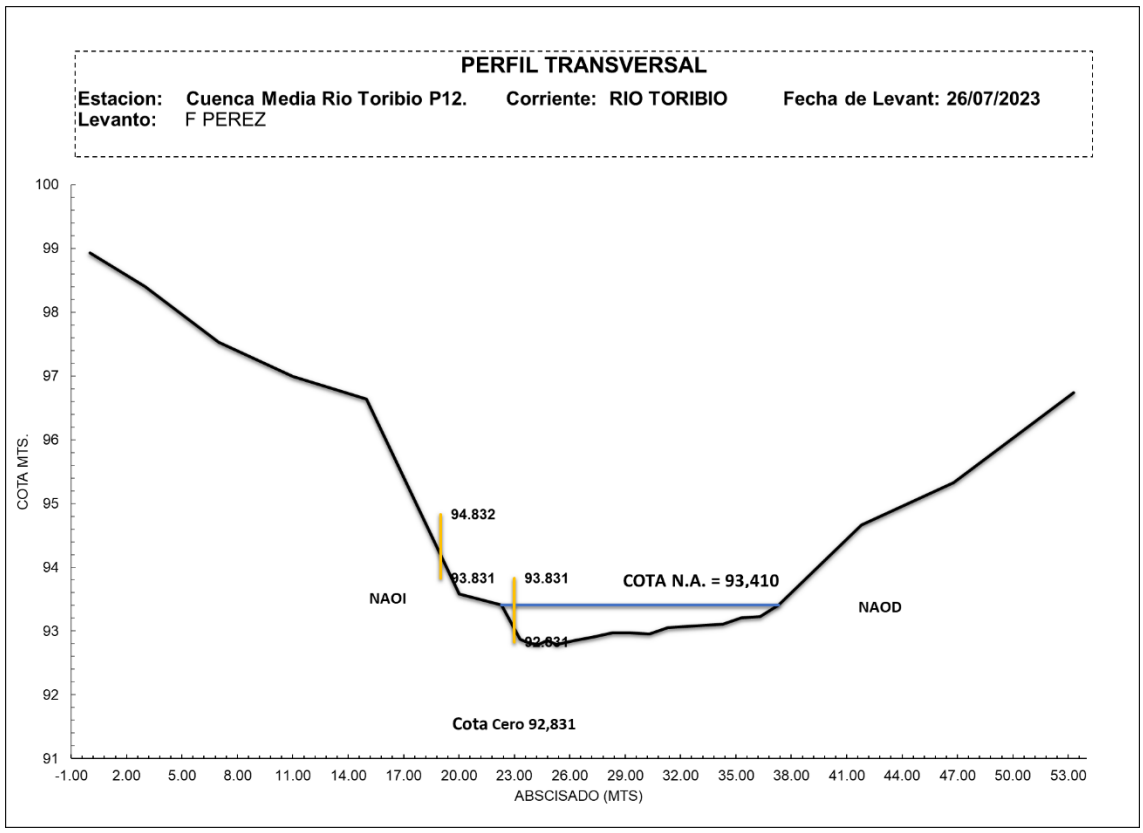
ESTACIÓN C-1501-P11



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3.074	0.374	7.470	20.0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

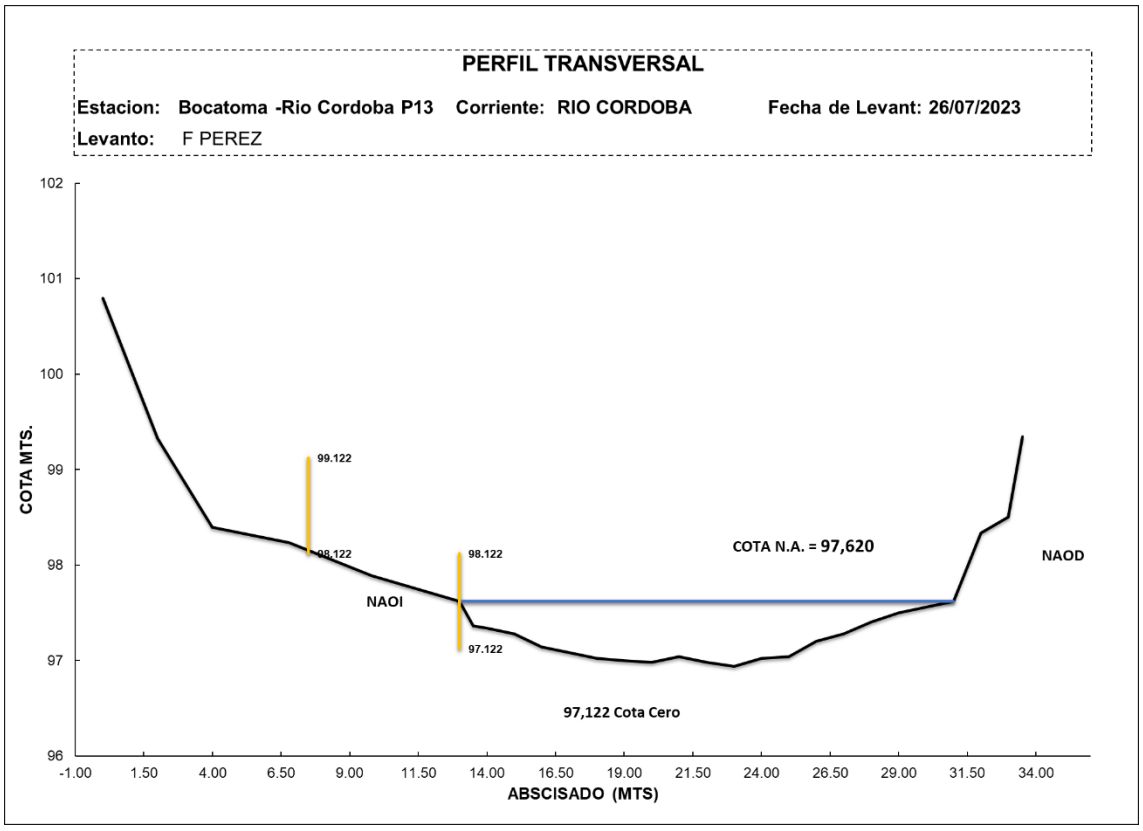
ESTACIÓN C-1501-P12



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2.416	0.391	5.86	15.0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

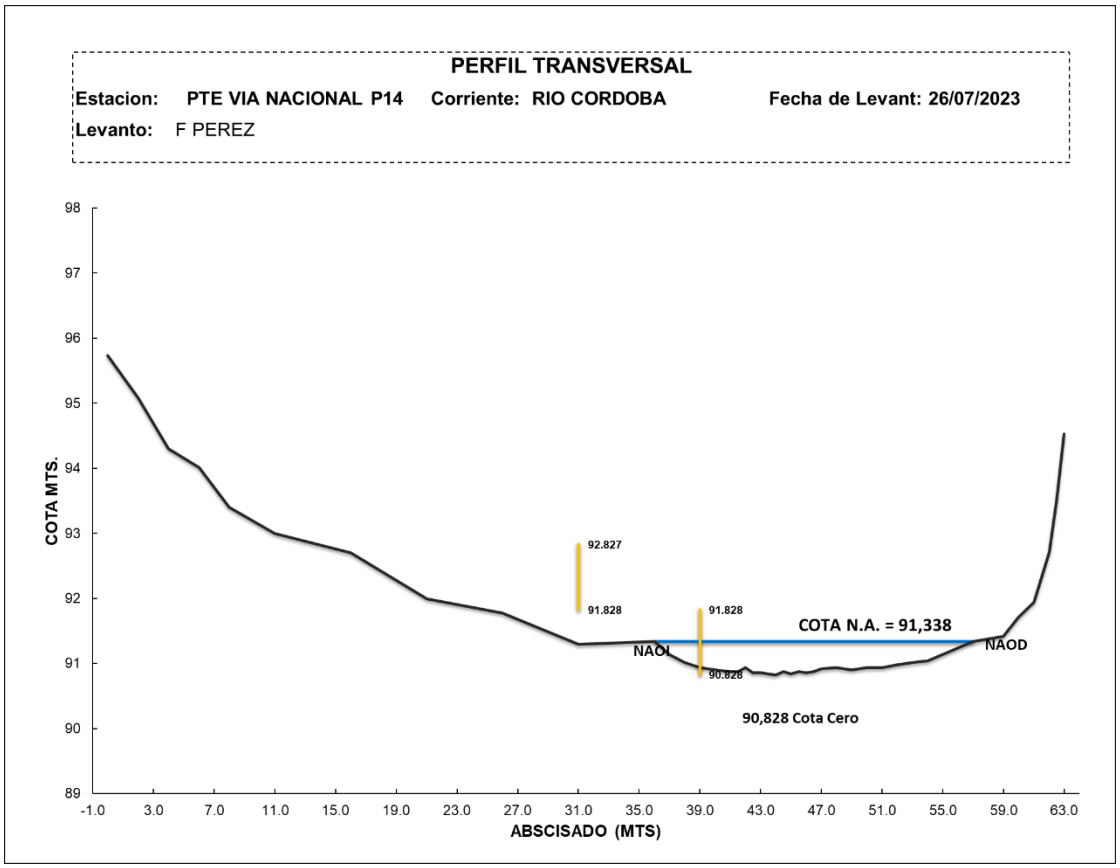
ESTACIÓN C-1501-P13



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
4.26	0.433	7.80	18.0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

ESTACIÓN C-1501-P14

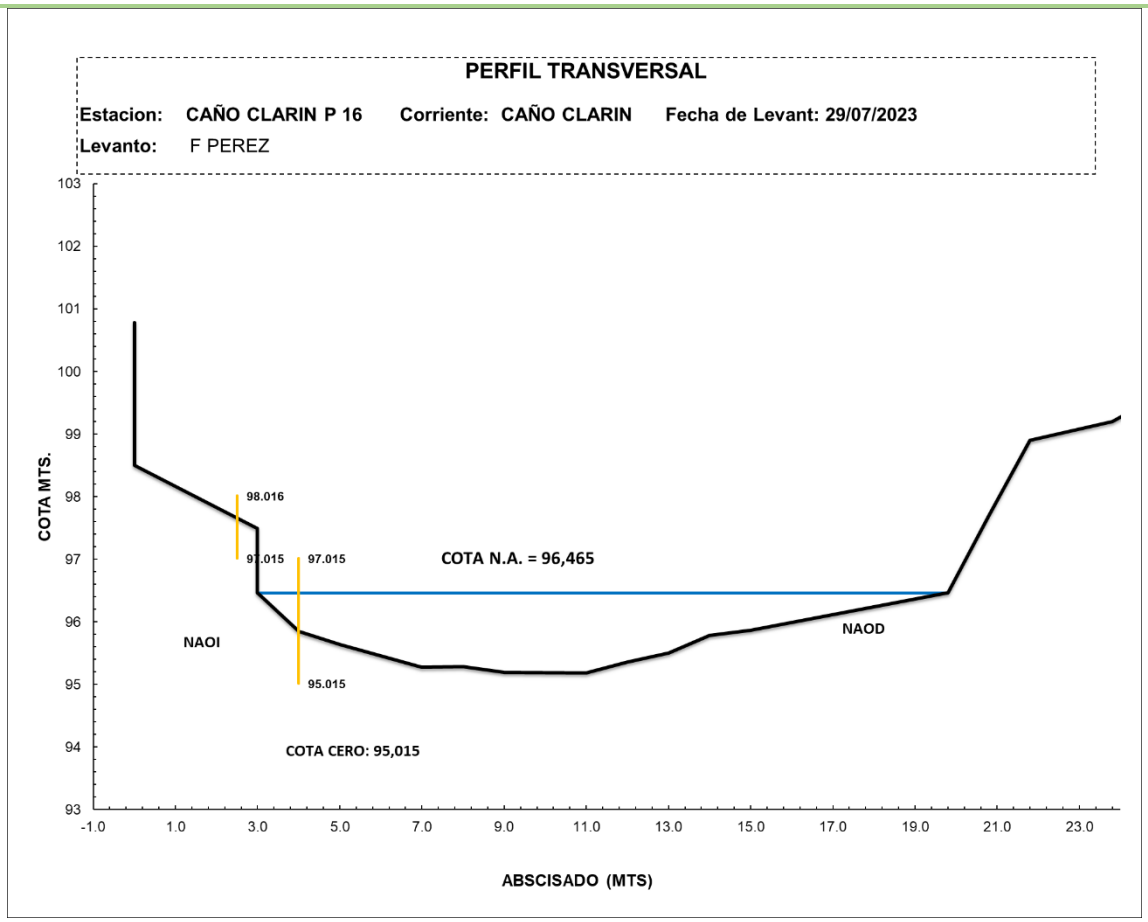


Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
3.597	0.359	7.54	21.0

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

SECCIONES TRANSVERSALES SZH NNSS 2906

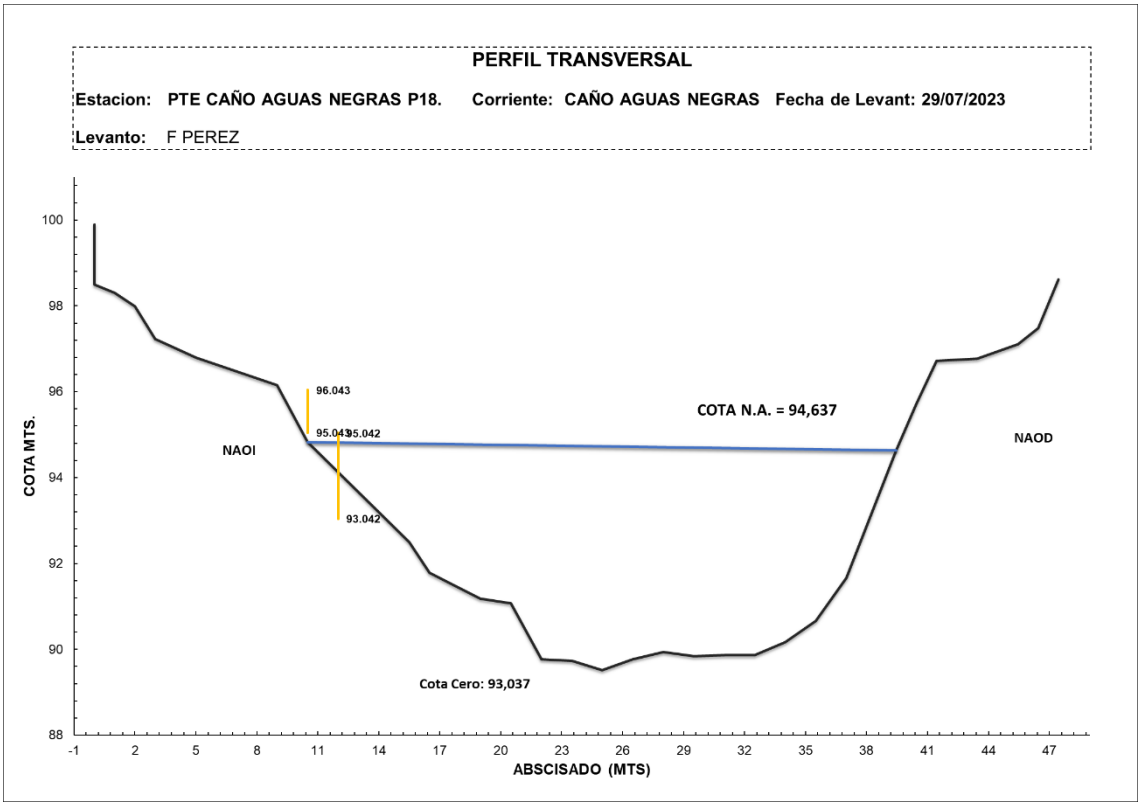
C-NNSS 2906-P16



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
4.86	1.6	17.585	16.8

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

C-NNSS 2906-P18

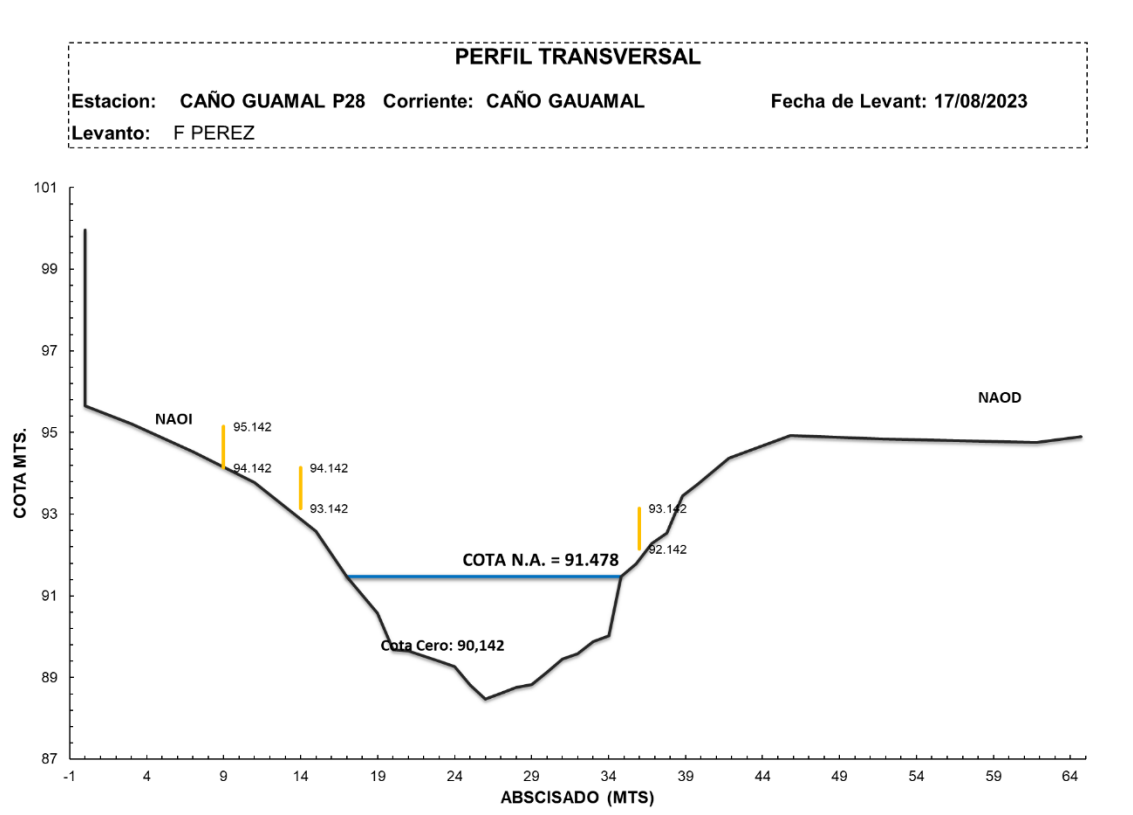


Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
28.950	5.27	93.137	28.95

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

SECCIONES TRANSVERSALES SZH NNSS 2907

C-NNSS 2907-P28



Resultados			
CAUDAL (m^3/s)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	AREA (m^2)	ANCHO (m)
2.737	2.05	34.65	17.8

FUNDACION CREAMOS
Lo hacemos posible

9. BIBLIOGRAFÍA

IDEAM. (2019). DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES HIDROLÓGICAS . 1-162.

IDEAM. (2022). GUÍA DE DISEÑO DE LA RED HIDROMETEOROLÓGICA NACIONAL . 1-16.

IDEAM, I. (2021). Protocolo de Monitoreo y Seguimiento del Agua. Bogotá, D. C. 631.

OMM. (2011). Guías de prácticas hidrológicas OMM-N° 168 (6° ed., Vol. I Hidrología - De la medición a la información hidrológica). *Organización Meteorológica Mundial*.

10. ANEXOS

2. Resumen De Aforos ADCP
3. Carteras Topografía
4. Graficas Perfiles
5. Registro Fotográfico
6. Perfiles JPG