SENSORICA E INGENIERÍA **SAS**

INFORME CONTRATO DE COMPRAVENTA No. SDA-20251448 ENTRE BOGOTÁ D.C. - SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE - SDA Y SENSORICA E INGENIERÍA **S.A.S**

Elaborado por
Ing. Nicolás Roldán

27 de febrero de 2026
Sensorica e ingeniería S.A.S
Carrera 19 No. 58A – 15 Bogotá

1. Introducción

En cumplimiento de las obligaciones establecidas en el contrato suscrito con la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), el presente **Informe de Ejecución** se entrega como soporte para la **aprobación del supervisor** y el trámite de pago correspondiente. En este documento se consolida, de manera verificable, el conjunto de actividades desarrolladas por el contratista para la entrega, instalación, configuración y puesta en operación de los equipos y subsistemas asociados a las estaciones objeto del contrato.

El informe incluye: (i) la **descripción de las especificaciones técnicas** de los equipos suministrados y las **actas de ingreso** al almacén de la SDA; (ii) los **soportes de instalación**, configuración y operación de los equipos en campo, de conformidad con las **actas de recibo** suscritas con el supervisor; (iii) la **constancia de transferencia de conocimientos** al personal designado por la Secretaría, incorporando el programa de capacitación y las actas de reunión que evidencian el componente teórico–práctico; y (iv) la entrega de **manuales en idioma oficial**, en medios digital y físico, asociados a los equipos y procedimientos de operación y mantenimiento.

Finalmente, se anexan los registros fotográficos, listados, formatos y documentos soporte que garantizan la trazabilidad de la ejecución y permiten verificar el cumplimiento integral del alcance contractual.

2. Cumplimiento de las obligaciones contractuales

2.1 Descripción de las especificaciones técnicas de los equipos y actas de ingreso al almacén de la SDA

En cumplimiento de las obligaciones contractuales, el contratista realizó el suministro de los equipos requeridos para la implementación de las estaciones objeto del contrato, garantizando que las características técnicas, funcionales y de desempeño corresponden a lo establecido en las especificaciones técnicas aprobadas por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA).

Los equipos suministrados corresponden a tecnología de medición y transmisión de variables hidrológicas y de calidad de agua, diseñados para operación continua en condiciones ambientales de campo, con capacidades de almacenamiento local de información, comunicación remota y configuración parametrizable para su adecuada integración al sistema de monitoreo de la Entidad.

Cada equipo fue verificado previamente a su entrega, asegurando la correspondencia entre modelo, número de serie y especificaciones técnicas del fabricante. Posteriormente, los elementos fueron ingresados formalmente al almacén de la SDA, dejando la respectiva trazabilidad documental mediante las actas de ingreso suscritas por las partes.

A continuación, se presenta los comprobantes se entrega para los equipos suministrados e ingresados al almacén de la SDA.

SECRETARÍA DE AMBIENTE · BOGOTÁ	GESTIÓN ADMINISTRATIVA	
	Autorización de Salida de Equipos	
	Código: PA07-PR01-F7	Versión: 1

Bogota D.C 17/12/2025

Señores
VIGILANCIA SDA

Ciudad

Respetados Señores

De manera atenta me permito autorizar al señor(a) **David Zamora** identificado (a) con C.C. **80796861** , para retirar de las instalaciones de la **SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE**, los equipos relacionados acontinuacion:

PLACA	FUNCIONARIO A CARGO DEL BIEN	DESCRIPCION	MARCA	CANTIDAD
23259	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	MIRA LIMNIMÉTRICA (F-MLM1A - FNH)	Generico	1
23260	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	MIRA LIMNIMÉTRICA (F-MLM1A - FNH)	Generico	1
23261	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	MIRA LIMNIMÉTRICA (F-MLM1A - FNH)	Generico	1
23262	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	MIRA LIMNIMÉTRICA (F-MLM1A - FNH)	Generico	1
23263	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	MIRA LIMNIMÉTRICA (F-MLM1A - FNH)	Generico	1
23264	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	MIRA LIMNIMÉTRICA (F-MLM1A - FNH)	Generico	1
23265	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	MIRA LIMNIMÉTRICA (F-MLM1A - FNH)	Generico	1
23266	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	MIRA LIMNIMÉTRICA (F-MLM1A - FNH)	Generico	1
23267	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	MIRA LIMNIMÉTRICA (F-MLM1A - FNH)	Generico	1
23268	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	MQ/TC 2020 3G-EF (WTW470026) - TERMINAL	WTW	1
23269	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	SENSOLYT 700 IQ/SET - INCLUYE CABLE DE 7 METROS	WTW	1
23270	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	TETRACON 700 SACIQ-7 - INCLUYE CABLE DE 7 METROS	WTW	1
23271	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	AQUASCAT S - INCLUYE CABLE DE 10 METROS	SIGRIST	1
23272	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	BOMBA PERISTALTICA ROTHO PSF2	RAGAZINI	1
23273	Carlos Arturo Alvarez Monsalve	FDO SACIQ-7 - INCLUYE CABLE DE 7 METROS (WTW480042)	WTW	1

Dependencia SUBDIRECCION DE RECURSO HIDRICO
Destino: Campo
Fecha de Devolución: Instalación permanente

Vo. Bo. JEFE INMEDIATO O SUPERVISOR
CARLOS ARTURO ALVAREZ

PERSONA QUE TENGA A CARGO EL BIEN
NOMBRE: Carlos Arturo Alvarez Monsalve
DEPENDENCIA Subdirección del Recurso Hídrico
SUBDIRECCION DE RECURSO HIDRICO

Vo. Bo. Verificacion de Inventario
NOMBRE:
DIRECCION DE GESTION CORPORATIVA
Almacén o Gestión Administrativa

• Cuando el bien es devolutivo con placa de inventario de la entidad, únicamente autoriza la salida los profesionales de almacén.

Control de Cambios

Versión	Descripción de la Modificación	No. Acto administrativo y fecha
1	Se adopta el formato por necesidades del proceso.	Radicado No. 2024IE129304 del 19 de junio del 2024

RESPONSABLES DE ELABORAR O ACTUALIZAR

Elaboró	Revisó	Aprobó
Nombre: Julian Camilo Baron Chaparro	Nombre: Claudia Patricia Galvis Sánchez	Nombre: Jerónimo Juan Diego Rodriguez Rodriguez
Cargo: Profesional Universitario	Cargo: Directora de Gestion Corporativa	Cargo: Subsecretario General
Fecha: 09 de mayo del 2024	Fecha: 07 de junio del 2024	Fecha: 19 de junio del 2024

David Zamora
Entregué a
Nicolas Roldan
de Sensorica e
Ingeniería SAS
1233489643.

SECRETARÍA DE AMBIENTE | BOGOTÁ	GESTIÓN ADMINISTRATIVA
	Autorización de salida de consumibles
	Código: PA07-PR01-F7 | Versión: 1

Bogota D.C 17/12/2025

Señores
VIGILANCIA SDA

Ciudad

Respetados Señores

De manera atenta me permito autorizar al señor(a) David Zamora identificado (a) con C.C. 80796861 , para retirar de las instalaciones de la **SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE**, los elementos consumibles relacionados acontinuacion:

FUNCIONARIO A CARGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
Carlos Arturo Álvarez Monsalve	TURBIDITY STANDARD 1000 NTU (GF 685122)	2
Carlos Arturo Álvarez Monsalve	SC-FDO 701 (WTW201665)	6
Carlos Arturo Álvarez Monsalve	SENSOLYT SEA (WTW109115)	1
Carlos Arturo Álvarez Monsalve	E-SET TRACE (WTW300572)	4
Carlos Arturo Álvarez Monsalve	TEP 4 (WTW106700)	2
Carlos Arturo Álvarez Monsalve	TEP 7 (WTW106702)	2
Carlos Arturo Álvarez Monsalve	TURBIDITY STANDARD 100 NTU (GF 685615)	2
Carlos Arturo Álvarez Monsalve	TEP 10 TRACE (WTW106723)	2

Dependencia SUBDIRECCION DE RECURSO HIDRICO
Destino: Campo
Fecha de Devolución: Uso permanente

PERSONA QUE TENGA A CARGO EL BIEN
NOMBRE: Carlos Arturo Álvarez Monsalve
DEPENDENCIA
SUBDIRECCION DE RECURSO HIDRICO

Vo. Bo. Verificacion Insumos
NOMBRE:
DIRECCION DE GESTION CORPORATIVA
Almacén o Gestión Administrativa

David Zamora
Entrego a
Nicolas Rulda
de Sensoriac
Ingeniaria, SAS

1233489643

CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Descripción de la Modificación	No. Acto administrativo y fecha
1	Se adopta el formato por necesidades del proceso.	Radicado No. 2024IE129304 del 19 de junio del 2024

RESPONSABLES DE ELABORAR O ACTUALIZAR

Elaboró	Revisó	Aprobó
Nombre: Julian Camilo Baron Chaparro	Nombre: Claudia Patricia Galvis Sánchez	Nombre: Jerónimo Juan Diego Rodriguez Rodriguez
Cargo: Profesional Universitario	Cargo: Directora de Gestion Corporativa	Cargo: Subsecretario General
Fecha: 09 de mayo del 2024	Fecha: 07 de junio del 2024	Fecha: 19 de junio del 2024

SECRETARÍA DE AMBIENTE | BOGOTÁ	GESTIÓN ADMINISTRATIVA	
	Autorización de Salida de Equipos	
	Código: PA07-PR01-F7	Versión: 1

Bogota D.C 17/2/2026

Señores
VIGILANCIA SDA

Ciudad

Respetados Señores

De manera atenta me permito autorizar al señor(a) **Nicolás Roldán**
identificado (a) con C.C. **1233489643** , para retirar de las instalaciones de la **SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE**, los equipos relacionados acontinuacion:

PLACA	FUNCIONARIO A CARGO DEL BIEN	DESCRIPCION	MARCA	CANTIDAD
23377	CARLOS ARTURO ÁLVAREZ MONSALVE	REFLECT-W S - Incluye Cable de 30 m.	Pulsar	1
23379	CARLOS ARTURO ÁLVAREZ MONSALVE	FarSight Velocity Sensor - Incluye Cable de 30 m.	Pulsar	1
23381	CARLOS ARTURO ÁLVAREZ MONSALVE	FLOWCERT - Modbus RS-485	Pulsar	1
23376	CARLOS ARTURO ÁLVAREZ MONSALVE	REFLECT-W S - Incluye Cable de 30 m.	Pulsar	1
23380	CARLOS ARTURO ÁLVAREZ MONSALVE	FarSight Velocity Sensor - Incluye Cable de 30 m.	Pulsar	1
23382	CARLOS ARTURO ÁLVAREZ MONSALVE	FLOWCERT - Modbus RS-485	Pulsar	1

Dependencia SUBDIRECCION DE RECURSO HIDRICO
Destino: Campo Sensorica e Ingenieria SAS
Fecha de Devolución: ~~3/02/2026~~ NO APLICA

Vo. Bo. JEFE INMEDIATO O SUPERVISOR
CARLOS ARTURO ALVAREZ

PERSONA QUE TENGA A CARGO EL BIEN
NOMBRE: CARLOS ARTURO ALVAREZ MONSALVE
DEPENDENCIA
SUBDIRECCION DE RECURSO HIDRICO

Vo. Bo. Verificacion de Inventario
NOMBRE:
DIRECCION DE GESTION CORPORATIVA
Almacén o Gestión Administrativa

*** Cuando el bien es devolutivo con placa de inventario de la entidad, ùnicamente autoriza la salida los profesionales de almacén.**

Control de Cambios

Versión	Descripción de la Modificación	No. Acto administrativo y fecha
1	Se adopta el formato por necesidades del proceso	Radicado No. 2024IE129304 del 19 de junio del 2024

RESPONSABLES DE ELABORAR O ACTUALIZAR

Elaboró	Revisó	Aprobó
Nombre: Julian Camilo Baron Chaparro	Nombre: Claudia Patricia Galvis Sánchez	Nombre: Jerónimo Juan Diego Rodriguez Rodriguez
Cargo: Profesional Universitario	Cargo: Directora de Gestion Corporativa	Cargo: Subsecretario General
Fecha: 09 de mayo del 2024	Fecha: 07 de junio del 2024	Fecha: 19 de junio del 2024

3. Especificaciones de las estaciones instaladas en el marco del contrato

3.1 Componentes de las Estaciones limnimétricas

Las escalas limnimétricas suministradas e instaladas cumplen con las especificaciones mínimas establecidas por la SDA y el Protocolo de Monitoreo del IDEAM, destacándose las siguientes características:

Características constructivas

- Fabricación en aluminio.
- Resolución mínima de 1 cm.
- Numeración en alto y bajo relieve para facilitar la lectura.
- Tramos modulares de 1 metro de longitud y 0,07 m de ancho.
- Posibilidad de arreglo en múltiplos de un metro según la pendiente del talud.

Sistema de soporte

La estructura de soporte de los limnímetros se implementó mediante:

- Fijación mediante:
    - Tornillos de 3/8” x 4”.
    - Tuerca y arandela.
    - Platina de soporte de 0,12 m x 0,05 m x ¼”.

Acabados y visibilidad

Las miras limnimétricas cuentan con:

- Fondo en pintura sintética negra.
- Alto relieve en pintura sintética blanca.

Lo anterior garantiza alta visibilidad, durabilidad y resistencia a condiciones de intemperie.

3.1.1 Ubicación de las estaciones limnimétricas instaladas

Las estaciones convencionales fueron implementadas en los siguientes puntos de la RCHB:

Cuenca	Estación	Tipo	Tecnología	Componente
Torca	TO-Sansim	Limnimétricas	Convencional	Escala limnimétricas
Salitre	SA-Alameda	Limnimétricas	Convencional	Escala limnimétricas
Fucha	FU-Alameda	Limnimétricas	Convencional	Escala limnimétricas
Tunjuelo	TU-Isla	Limnimétricas	Convencional	Escala limnimétricas



Ilustración 1 Estacion Limnigráfica Torca



Ilustración 2.Estacion Limnigráfica Salitre



Ilustración 3 Estación Limnigráfica Fucha



Ilustración 4 Estación Limnigráfica Tunjuelo

3.2 Componentes de la Estación automática de monitoreo - Humedal Cordoba

Siguiendo el lineamiento de lo estipulado en el contrato No. SDA-20251448, la empresa SENSORICA E INGENIERÍA SAS en cumplimiento del alcance contractual, se realizó la instalación, configuración y puesta en funcionamiento de una (1) estación hidrológica y de calidad de agua automática, diseñada para el monitoreo continuo de variables de cantidad y calidad del recurso hídrico con transmisión de datos en tiempo cuasi real hacia la plataforma de la Secretaría Distrital de Ambiente.

El sistema permite la adquisición automática de datos, su almacenamiento local y la transmisión remota mediante tecnología celular, garantizando la disponibilidad de la información para consulta, análisis y gestión por parte de la Entidad.

3.2.1 La estación fue instalada sobre infraestructura metálica diseñada para garantizar estabilidad estructural y protección de los equipos frente a condiciones ambientales y eventos vandálicos.

a) Contenedor metálico 10 pies
b) Zapatas de concreto para posicionar el contenedor
c) Base para paneles solares

3.2.2 Sistema modular multiparamétrico IQ-NET marca WTW con disponibilidad de conexión expandible hasta de 20 sensores, para medición de parámetros de calidad en el cuerpo de agua. El sistema actual de la estación Humedal Cordoba tiene los siguientes módulos:

a. Módulo de alimentación, para energizar los módulos complementarios y las sondas de medición integradas al sistema
b. Módulo controlador del sistema referencia, para el control y gestión del sistema. Permite el almacenamiento de variables de calidad, la ejecución de actividades de calibración, mantenimiento y diagnóstico de las sondas integradas al sistema
c. Pantalla a color que permite realizar la visualización local de los parámetros de calidad monitoreados. Adicionalmente es la interfaz máquina - persona que permite acceder a las configuraciones del sistema, a la gráfica de tendencia de cada variable integrada, hacer consultas de alarmas y notificaciones, ejecutar actividades de diagnóstico de operación y realizar procedimientos de calibración.

3.2.3 La estación incorpora un conjunto de sensores integrados al sistema modular multiparamétrico IQ-NET, configurado para la medición continua de las variables fisicoquímicas requeridas en las especificaciones del contrato. El sistema está conformado por la sonda electroquímica de pH/temperatura Sensolyt 700 IQ (WTW), la sonda de conductividad/temperatura TetraCon 700 IQ (WTW) y la sonda óptica de oxígeno disuelto FDO 700 IQ (WTW), todas interconectadas mediante el bus digital del sistema IQ-NET que proporciona alimentación, comunicación bidireccional y diagnóstico en tiempo real. Para la medición de turbidez se incorpora la sonda óptica AquaScat S marca Sigrist,

cuyo principio nefelométrico cumple con la norma ISO 7027, garantizando alta estabilidad frente a interferencias por color y sólidos suspendidos. La integración de este conjunto de sensores permite la adquisición sincronizada de datos, compensación automática por temperatura, ejecución de rutinas de calibración y transmisión confiable de la información hacia el sistema de control y la plataforma de supervisión, asegurando mediciones precisas y trazables para el monitoreo continuo de la calidad del agua.

3.2.4 La estación incorpora un sistema modular de medición y transmisión hidrológica basado en el equipo FlowCERT de Pulsar Measurement, el cual actúa como unidad central para la adquisición, procesamiento y gestión de las variables de nivel, velocidad y caudal. Este módulo recibe las señales provenientes de los sensores de campo, ejecuta los algoritmos de cálculo hidráulico y consolida la información para su posterior integración con el sistema de control de la estación. Su arquitectura permite operación continua en entornos de monitoreo ambiental, con capacidades de configuración remota, almacenamiento local de datos y salida mediante protocolos industriales estándar.

3.2.5 La medición de las variables de cantidad se realiza mediante el sensor de nivel Reflect y el sensor de velocidad superficial Farsight, ambos de tecnología sin contacto, lo que reduce el riesgo de ensuciamiento y mantenimiento en campo. El sensor Reflect emplea tecnología de medición de nivel por ultrasonido/radar (según configuración) para determinar la lámina de agua con alta estabilidad, mientras que el sensor Farsight utiliza medición de velocidad superficial por microondas para estimar la velocidad del flujo en el canal. La combinación de ambos dispositivos permite al FlowCERT realizar el cálculo continuo de caudal bajo el principio área-velocidad, asegurando mediciones confiables y adecuadas para el seguimiento hidrológico del punto monitoreado.

3.2.6 La estación dispone de un módulo muestreador fabricado en ABS y diseñado por SENSORICA E INGENIERÍA S.A.S., concebido para mantener condiciones hidráulicas estables de la muestra mediante un tiempo de residencia controlado dentro del sistema. Este diseño minimiza la alteración fisicoquímica del agua durante el proceso de medición y garantiza la representatividad de la muestra analizada. El módulo incorpora además el posicionamiento adecuado de las sondas multiparamétricas, asegurando la correcta interacción sensor–fluido y, en consecuencia, la obtención de mediciones confiables y reproducibles para el monitoreo continuo de la calidad del agua.

3.2.7 La estación incorpora un sistema de lavado automático diseñado por SENSORICA E INGENIERÍA S.A.S., el cual opera mediante un mecanismo de inyección de agua a presión utilizando una bomba peristáltica que impulsa chorros de agua lluvia previamente recolectada. Este sistema tiene como propósito realizar la limpieza periódica de las sondas de medición, removiendo la acumulación de sedimentos, biofilm y material particulado que pueda afectar la calidad de las mediciones, contribuyendo así a mantener la estabilidad operativa de los sensores, optimizar la confiabilidad de los datos registrados y reducir la frecuencia de intervenciones de mantenimiento en campo.

3.2.8 Sistema de bombeo para succión con principio de funcionamiento de desplazamiento positivo, es decir la muestra se transporta a través de una

manguera especificada con baja tasa de degradación garantizando que a la muestra de agua no se alteren sus características fisicoquímicas y el deterioro de los componentes mecánicos sufran desgaste mínimo, ya que no están en contacto directo con la muestra. Dicha bomba cuenta con un variador de frecuencia con el fin de llevar la corriente eléctrica a 220V y usar un motor trifásico el cual tiene mayor eficiencia energética y menor generación de ruido acústico.

3.2.9 La estación cuenta con un sistema pasivo de recolección de aguas lluvias conformado por una canal instalada en la parte superior del contenedor, diseñada para captar la escorrentía pluvial y conducirla de manera controlada hacia un recipiente de almacenamiento con capacidad de 50 galones. Este sistema tiene como finalidad disponer de una fuente de agua para el lavado periódico de las sondas de medición, contribuyendo a mantener las condiciones óptimas de operación y la confiabilidad de las lecturas, al tiempo que reduce la necesidad de suministro externo de agua para las actividades de mantenimiento preventivo.

3.2.10 La estación cuenta con un sistema de generación fotovoltaica conformado por cuatro (4) paneles solares conectados a un controlador MPPT, encargados de transformar la radiación solar en energía eléctrica en corriente continua. El arreglo fue dimensionado para operar a un voltaje nominal de 48 VDC, con una potencia instalada aproximada de 1885,87 W, considerando paneles de 450 W y un promedio de 5 horas sol pico diarias, lo que permite cubrir la demanda energética de la estación con un margen adecuado de seguridad operativa.

La energía generada por el campo fotovoltaico es gestionada mediante un controlador MPPT de 60 A que optimiza el proceso de carga y protege el sistema ante condiciones de sobrecarga y descarga profunda. El almacenamiento se realiza en un banco compuesto por dos (2) baterías de 200 Ah cada una, con una capacidad calculada aproximada de 245,56 Ah, diseñado para garantizar una autonomía mínima de 24 horas de operación continua de la estación en ausencia de radiación solar.

Desde el banco de baterías se implementa la red de distribución en corriente continua, la cual se encuentra protegida mediante interruptores de seccionamiento (Q1–Q5) y un dispositivo de protección contra sobretensiones (DPS1), permitiendo una alimentación segura y selectiva hacia los equipos que operan en DC. Esta arquitectura suministra energía principalmente a los sistemas de control, sensores de campo, módulo SNC C, equipos de comunicación y actuadores de baja potencia, garantizando estabilidad eléctrica y facilidad de mantenimiento.

Para la alimentación de los equipos que requieren corriente alterna, la estación incorpora un inversor de 500 W encargado de convertir la energía del banco de baterías de 48 VDC a 110 VAC. El inversor entrega salidas de línea y neutro debidamente protegidas mediante fusibles y elementos de maniobra, manteniendo la potencia total de carga estimada en aproximadamente 353,6 W, valor que se encuentra dentro de la capacidad nominal del equipo y asegura una operación confiable.

La energía en corriente alterna es distribuida a través del tablero de control y

lecturas, desde donde se alimentan los principales equipos de la estación, incluyendo la bomba peristáltica, la bomba de lavado, el sistema IQ-NET, el hub de comunicaciones y la instrumentación auxiliar. El sistema integra además buses de comunicación RS-485 y enlaces Ethernet que permiten la interacción entre sensores, controlador SNC C y plataforma de supervisión, garantizando la adquisición, procesamiento y transmisión continua de la información.

De acuerdo con la memoria de cálculo del diseño eléctrico, la estación presenta un consumo diario estimado de 8,49 kWh/día frente a una disponibilidad energética aproximada de 9,43 kWh/día, con una potencia total del sistema cercana a 2250 W y una corriente de operación de alrededor de 48,32 A. Estos valores evidencian que el dimensionamiento del sistema fotovoltaico es adecuado para garantizar la operación continua durante las 24 horas del día bajo las condiciones de diseño establecidas.

3.2.11 La estación cuenta con un sistema de transmisión de datos SNC (Smart Network Control) interconectado al sistema modular multiparamétrico IQ-NET y al módulo hidrológico FlowCERT de Pulsar Measurement, encargado de la adquisición, gestión y envío de los parámetros fisicoquímicos y de cantidad de agua hacia el sistema SCADA institucional. El SNC recibe la información proveniente de los sensores digitales de calidad a través del bus IQ-NET y, de manera complementaria, integra las señales de nivel y velocidad procesadas por el FlowCERT, permitiendo la consolidación de las variables hidrológicas y fisicoquímicas en una única arquitectura de comunicación. Posteriormente, la información es transmitida mediante comunicación remota hacia una plataforma web de acceso controlado, posibilitando la visualización, consulta histórica y análisis en tiempo cuasi real de las condiciones del cuerpo hídrico. Esta integración permite el seguimiento permanente del comportamiento del humedal Córdoba y la detección oportuna de eventos asociados a vertimientos de terceros o variaciones por condiciones ambientales, garantizando la disponibilidad, trazabilidad e integridad de la información para la gestión por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente.

3.2.12 La estación dispone de un sistema de tubería de drenaje con caja de paso, diseñado para la evacuación controlada de los lodos y sedimentos generados por procesos de decantación dentro del módulo de muestreo. Este sistema permite realizar purgas periódicas que evitan la acumulación de sólidos y el eventual taponamiento de la línea de descarga hacia la quebrada, manteniendo condiciones hidráulicas adecuadas para la operación continua de la estación. La incorporación de la caja de paso facilita las labores de inspección, limpieza y mantenimiento preventivo del sistema de desagüe, contribuyendo a preservar la estabilidad del flujo, la integridad del módulo muestreador y la confiabilidad de las mediciones efectuadas por los sensores instalados.

3.3 Registro fotográfico del estado de la instalación de la estación Humedal Cordoba

La estación de monitoreo de calidad hídrica fue ensamblada en las instalaciones de SENSORICA E INGENIERÍA S.A.S. y sometida a pruebas funcionales integrales con el fin de garantizar una instalación eficiente y una operación confiable en sitio. Durante la etapa de verificación en taller se realizaron el encendido y validación de todos los

componentes eléctricos, la comprobación del correcto funcionamiento del sistema multiparamétrico de calidad de agua, la verificación de la medición de los seis (4) parámetros fisicoquímicos y dos (2) parámetros físicos establecidos en el contrato, así como la validación de la lectura, almacenamiento y transmisión de datos a través del sistema SNC (Smart Network Control). Adicionalmente, se ejecutó la prueba de estanqueidad del módulo de muestreo para confirmar la ausencia de fugas en el sistema hidráulico.

Estas pruebas se realizaron con el propósito de asegurar altos estándares de calidad, confiabilidad operativa y una vida útil prolongada de la estación instalada en el humedal Córdoba. A continuación, se presenta un resumen fotográfico de las actividades de instalación y puesta en marcha, cuyo registro completo se incluye en el anexo del presente documento.





Ilustración 5 Registro fotográfico de instalación

Con el fin de evaluar la vulnerabilidad de los equipos ubicados fuera del perímetro de seguridad del humedal, se llevó a cabo una prueba de seguridad en campo consistente en la instalación temporal del brazo soporte de los sensores Pulsar sobre el puente del punto de monitoreo, así como la disposición de la caja de protección de la bomba peristáltica en su ubicación operativa. Esta actividad se ejecutó con el propósito de verificar el comportamiento de los elementos frente a posibles actos de vandalismo o intervención de terceros.

La prueba tuvo una duración de una (1) semana, durante la cual se realizaron inspecciones periódicas evidenciando que los equipos y estructuras instaladas no presentaron afectaciones, manipulaciones indebidas ni daños visibles. Con base en lo anterior, se concluye que la configuración de instalación adoptada ofrece condiciones adecuadas de seguridad pasiva para la operación de los componentes expuestos de la estación de monitoreo.



Ilustración 6 Registro fotográfico prueba de seguridad

Durante la fase de instalación de la estación del humedal Córdoba se identificó como reto principal la necesidad de captar y conducir la muestra de agua desde una distancia aproximada de 140 metros entre el punto de captación y el contenedor de la estación. Esta condición de campo no se encontraba explícitamente contemplada en el alcance base de la contratación, por lo que fue necesario realizar ajustes de ingeniería para garantizar la correcta operación hidráulica y funcional del sistema.

Como consecuencia de esta condición, se requirió la ampliación de longitudes en los sistemas de alimentación eléctrica, comunicaciones, mangueras de impulsión y tuberías de protección mecánica, así como la selección de una bomba peristáltica con mayor capacidad de torque para asegurar el transporte adecuado de la muestra a lo largo de la distancia requerida. Estas adecuaciones implicaron mayores tiempos de instalación y sobrecostos asociados a materiales y actividades adicionales en campo; no obstante, permitieron garantizar la confiabilidad del sistema de muestreo y el cumplimiento de los objetivos de monitoreo establecidos para la estación.



Ilustración 7. Montaje final estación Humedal Cordoba

3.4 Componentes de la Estación automática de monitoreo – Club los Lagartos

En cumplimiento del alcance contractual, se realizó la instalación, configuración y puesta en funcionamiento de una (1) estación hidrológica automática en el Club Los Lagartos, destinada al monitoreo continuo de variables de cantidad del recurso hídrico, específicamente nivel y velocidad del flujo. La estación fue diseñada bajo una arquitectura modular basada en tecnología Pulsar Measurement, permitiendo la adquisición automática de datos hidrológicos y su posterior integración al sistema de supervisión institucional.
A diferencia de la estación del Humedal Córdoba, esta estación no contempla medición de parámetros fisicoquímicos, concentrando su operación exclusivamente en el monitoreo de cantidad de agua, conforme a lo establecido en las especificaciones técnicas del proceso contractual.

La medición de las variables hidráulicas se realiza mediante el sistema Pulsar compuesto por el módulo central FlowCERT, el sensor de nivel Reflect y el sensor de velocidad superficial Farsight, los cuales operan bajo el principio de medición sin contacto. El sensor Reflect determina la lámina de agua mediante tecnología ultrasónica/radar (según configuración), mientras que el sensor Farsight mide la velocidad superficial del flujo mediante tecnología de microondas. La combinación de ambas variables permite al FlowCERT calcular el caudal mediante el método área–velocidad, asegurando una medición continua y confiable del comportamiento hidráulico del canal monitoreado.

El módulo FlowCERT realiza la adquisición, procesamiento y almacenamiento local de los datos de nivel y velocidad, permitiendo su posterior integración al sistema de transmisión institucional. El sistema fue configurado para operación continua, asegurando la disponibilidad de información hidrológica para análisis, seguimiento y generación de alertas ante variaciones significativas del régimen hidráulico en el punto monitoreado.

El sistema de medición hidrológica fue instalado mediante un brazo metálico estructural independiente, diseñado e implementado conforme a lo estipulado en las especificaciones técnicas del contrato, el cual permite la correcta ubicación y alineación de los sensores de nivel y velocidad sobre la sección hidráulica monitoreada. A diferencia de otras configuraciones, el sistema no fue anclado a infraestructura existente como puentes, sino que se dispuso una solución estructural propia que garantiza estabilidad mecánica, condiciones adecuadas de medición y facilidad de mantenimiento.
Complementariamente, la estación cuenta con un sistema autónomo de alimentación basado en energía solar y almacenamiento en banco de baterías, así como con la instalación de la valla informativa correspondiente, en cumplimiento de los lineamientos de soporte, seguridad y operación establecidos para las estaciones automáticas. Estas condiciones permiten asegurar la operación continua del sistema de monitoreo y la protección de los equipos instalados en el punto del Club Los Lagartos.



Ilustración 8 Montaje final estacion Los Lagartos

Durante la fase de instalación de la estación hidrológica en el Club Los Lagartos se identificaron condiciones particulares del terreno que representaron retos constructivos frente al diseño base. Específicamente, la proximidad del punto de montaje al cauce del río generó un suelo con baja capacidad portante, lo cual hacía insuficiente la solución de cimentación inicialmente prevista para soportar de manera segura la estructura del brazo metálico.

En atención a esta condición de campo, fue necesario reforzar el sistema de anclaje mediante la construcción de una cimentación en concreto tipo ciclópeo con un volumen superior a 1,5 m³, con el fin de garantizar la estabilidad estructural, la verticalidad del conjunto y la seguridad operativa de los sensores. Adicionalmente, la longitud del brazo metálico, inicialmente contemplada en 2 metros según el alcance contractual, debió incrementarse hasta aproximadamente 8 metros para lograr el posicionamiento adecuado sobre el eje hidráulico del río y asegurar la calidad de la medición de nivel y velocidad.

Estas adecuaciones implicaron mayores cantidades de obra, materiales y tiempos de instalación no previstos inicialmente; sin embargo, fueron técnicamente necesarias para asegurar la correcta operación del sistema de medición, la representatividad de los datos hidrológicos y el cumplimiento funcional de la estación en el punto monitoreado.

A continuación, se presenta el resumen fotográfico de las actividades de instalación y puesta en funcionamiento de la estación en el Club Los Lagartos, en el cual se evidencian las principales etapas constructivas, el montaje del sistema de medición hidrológica y la configuración de los componentes asociados. El registro fotográfico completo se encuentra incluido en el anexo del presente documento para su respectiva verificación.





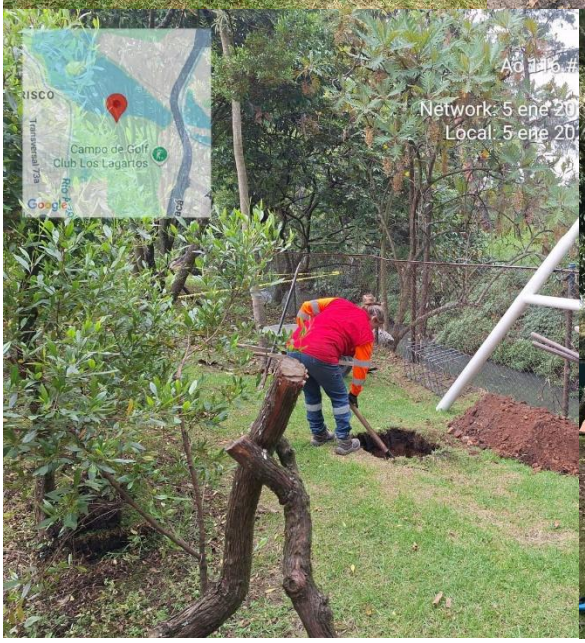






Ilustración 9 Evidencia fotográfica, instalación estación Los Lagartos

4. Plan de actividades de mantenimiento

Con el fin de garantizar la adecuada ejecución de las actividades de mantenimiento y facilitar la auditoría técnica de los trabajos realizados, SENSORICA E INGENIERÍA S.A.S. diseñó e implementó un procedimiento estandarizado de mantenimiento para la estación del Humedal Córdoba, el cual cubre integralmente los subsistemas descritos en el diseño de la estación. Este procedimiento se encuentra soportado mediante el formato de mantenimiento incluido en los anexos, el cual permite realizar el diagnóstico del estado físico de la estación, la verificación de conexiones eléctricas, sistema de transmisión, alimentación de energía, módulo de muestreo, sistema de bombeo y demás componentes críticos, reduciendo al mínimo la probabilidad de error operativo.

El procedimiento establece que el operador debe ejecutar las actividades de forma secuencial y documentada, incluyendo registro fotográfico antes, durante y después de la intervención, así como el diligenciamiento completo del formato de mantenimiento. Esta metodología genera trazabilidad técnica de las intervenciones y permite que la supervisión identifique oportunamente cualquier desviación o inconsistencia en la ejecución de las actividades.
Adicionalmente, el documento anexo “Manual de Operación y Mantenimiento” describe de manera detallada los procedimientos específicos para cada sensor, incluyendo la calibración de la sonda de pH Sensolyt 700 IQ mediante métodos automáticos o convencionales con soluciones buffer certificadas, así como los lineamientos de mantenimiento para la sonda de conductividad TetraCon 700 IQ y la verificación de la transmisión de datos hacia el sistema SCADA mediante protocolo Modbus TCP.

En el mismo manual se incluye el listado de consumibles y patrones de calibración requeridos para la operación anual de la estación, asegurando la continuidad y confiabilidad del sistema de monitoreo.

Equipos	Consumible o Repuesto	Cantidad
Sistema multiparamétrico de monitoreo de calidad de agua IQ-NET	Solución Buffer de pH 4.01 marca WTW. Volumen por botella 1 litro, para 25 calibraciones por botella.	4 Botellas
	Solución Buffer de pH 7.00 marca WTW. Volumen por botella 1 litro, para 25 calibraciones por botella.	4 Botellas
	Electrodo de medición de pH, Sensolyt SEA marca WTW	1 electrodo
	Membrana para medición de oxígeno disuelto para sonda FDO700IQ marca WTW	1 membrana
Sistema de bombeo para la toma de muestra	Manguera elastómera marca Ragazzini para bomba PFS3, para agua residual	4 manguera
	Tubo de lubricante Rotho, especificado por el fabricante de la bomba Ragazzini	3 tubos
	Rodillo de repuesto para la bomba marca Ragazzini	1 rodillo
	Manguera anti colapsible con alma reforzada de ½" de diámetro con accesorios.	15 metros

Dentro del alcance del contrato no se contempló el suministro de elementos consumibles para el mantenimiento del sistema de bombeo de la estación; sin embargo, considerando que la bomba peristáltica opera en régimen continuo (24/7) como parte crítica del sistema de toma de muestra, se recomienda a la Entidad gestionar la adquisición de los insumos de mantenimiento correspondientes a la mayor brevedad. La disponibilidad de estos elementos resulta fundamental para preservar la vida útil del equipo, evitar fallas prematuras y garantizar la continuidad operativa de la estación de monitoreo.

Como medida de apoyo inicial, SENSORICA E INGENIERÍA S.A.S. realizará el suministro del lubricante requerido para la manguera elastomérica de la bomba peristáltica, con el fin de que la Entidad pueda ejecutar las actividades de mantenimiento durante el primer mes de operación. Posteriormente, se recomienda mantener el abastecimiento periódico de los consumibles conforme a las frecuencias establecidas en el Manual de Operación y Mantenimiento.

5. Integración al sistema SCADA

En cumplimiento de lo establecido en el contrato, la estación fue configurada para el envío de la información mediante interfaz tipo API hacia los sistemas de la Secretaría Distrital de Ambiente, garantizando la interoperabilidad, disponibilidad y trazabilidad de los datos generados por la estación de monitoreo. La transmisión se realiza de forma automática y periódica desde el sistema de control, permitiendo a la Entidad la integración de las variables medidas dentro de sus plataformas institucionales de gestión y supervisión.

De manera complementaria y como valor agregado, SENSORICA E INGENIERÍA S.A.S. dispuso una plataforma web de fácil acceso y visualización, la cual permite la consulta en tiempo cuasi real de las variables monitoreadas, la revisión de tendencias históricas y el seguimiento operativo de la estación. Esta herramienta facilita la supervisión remota por parte de los usuarios autorizados y fortalece las capacidades de análisis y toma de decisiones asociadas al monitoreo del cuerpo hídrico.

La información que es enviada por el módulo transmisor cada cinco minutos es almacenada en una base de datos, la cual alimenta el sistema SCADA que se muestra a continuación. En las siguientes imágenes se presenta el sistema SCADA desarrollado por SENSORICA E INGENIERÍA



http://181.143.156.230/WebSecAmb
Usuario: secambinv
Contraseña: secretariaambiente2026

5.1 Gráfica de tendencias

En la pantalla principal de la página de tendencias, se podrá observar a la mano izquierda las siete variables fisicoquímicas y de cantidad monitoreadas, se presentará el último valor recibido junto la estampa de hora y fecha.

A mano derecha se encuentra la gráfica de tendencias que es construida con los registros de cada una de las variables que se encuentra en la base de datos, cada dato queda registrado con estampado de hora y fecha.

En el menú de navegación también se podrá encontrar la consulta de datos con memorias de corto a largo plazo (24 horas, 48 horas, semanal o mensual) o por otra parte con fechas de calendarios específicas. Adicionalmente todos los datos consultados y presentados en el sistema SCADA pueden ser descargados. En el caso de los datos en un archivo plano de excel o las gráficas en archivos de tipo imagen.

En la barra lateral izquierda se encuentra la barra de menú, en donde se encuentran botones de interacción entre las dos estaciones de monitoreo.

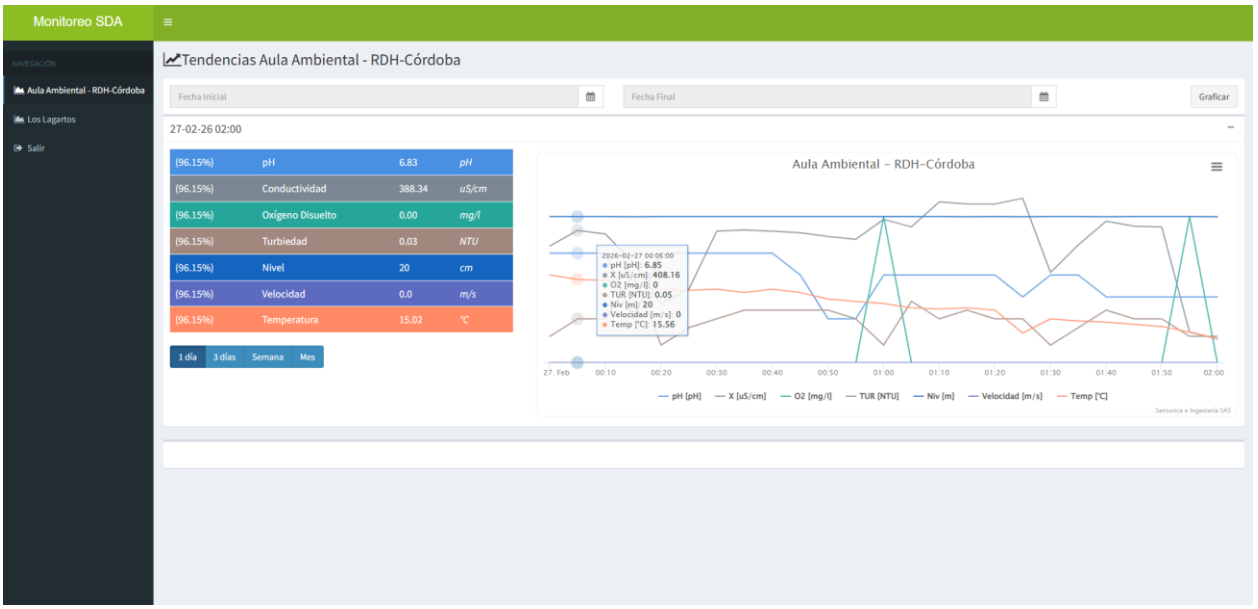


Ilustración 10 Plataforma SCADA

5.2 Visualización de parámetros de calidad

En esta ventana se observan los últimos valores recibidos del sistema de transmisión de datos. En la parte superior se encuentra la estampa de hora y fecha. En la parte izquierda el nombre del parámetro, su valor en número y las unidades físicas que lo acompañan

- pH: unidades de pH
- Conductividad: unidades de microsiemens
- Oxígeno disuelto: unidades de miligramos por litro
- Turbiedad: unidades Nefelométricas de Turbiedad (NTU)
- Temperatura: en grados Celsius
- Nivel: metros
- Velocidad: metros por segundo



Ilustración 11 Descripción de visualización de parámetros

En la parte inferior se encuentran los botones de consulta de la base de dato con periodos de corto y largo plazo:

- 24 horas: 288 datos de cada variable
- 48 horas: 576 datos de cada variable
- Semana: 2016 datos de cada variable
- Mes: 8640 datos de cada variable

Tener en cuenta que se monitorean siete variables en tiempo real, es decir que si se consultan los datos de todo un mes se obtendrán en total 60.480 datos, por ende el tiempo de consulta de la plataforma será mayor, dependiendo la velocidad de la red.

A continuación, se presenta la gráfica de tendencias de calidad, cada parámetro está representado con un color único y al consultar cualquier punto de la gráfica en la escala horizontal, se genera una ventana emergente donde presenta los parámetros registrados en ese momento de tiempo.

En la parte superior izquierda se encuentra el botón que permite la descarga de los datos numéricos mediante un archivo plano de excel o de manera gráfica en formato de una imagen

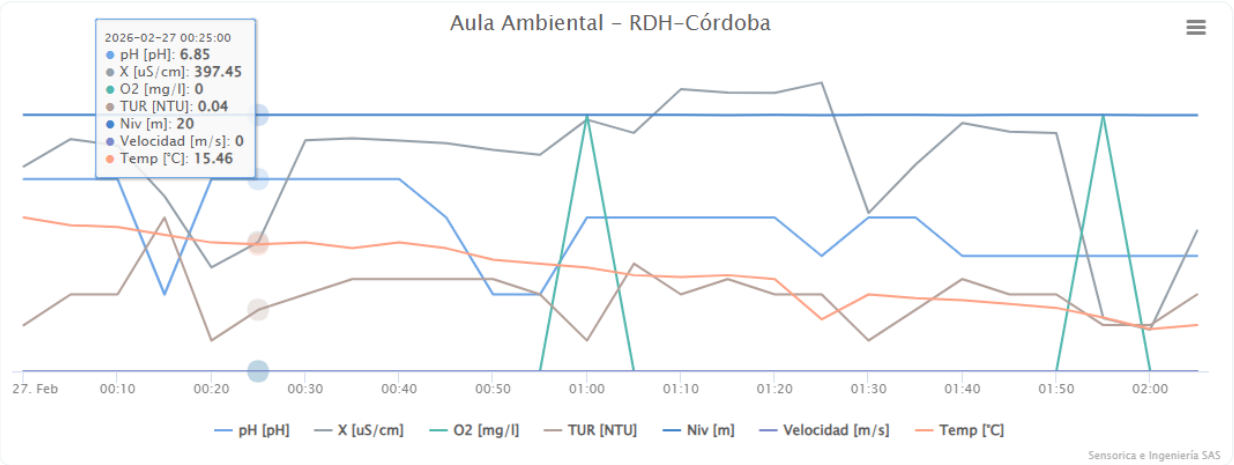


Ilustración 12 visualización grafica de parámetros

6. Conclusiones

En cumplimiento del contrato suscrito con la Secretaría Distrital de Ambiente, SENSORICA E INGENIERÍA S.A.S. realizó satisfactoriamente las actividades de suministro, instalación, configuración y puesta en funcionamiento de las estaciones de monitoreo contempladas en el alcance contractual, verificando en campo y en taller el correcto desempeño de los sistemas de medición, transmisión y alimentación energética.

Las estaciones implementadas —tanto limnimétricas convencionales como automáticas de cantidad y calidad— se encuentran operativas y transmitiendo información conforme a los parámetros técnicos establecidos, integrando adecuadamente los sistemas IQ-NET, SNC y Pulsar (FlowCERT), lo que permite la adquisición confiable de variables hidrológicas y fisicoquímicas para el seguimiento del comportamiento de los cuerpos de agua monitoreados.

Durante la fase de implementación se presentaron condiciones particulares de campo que requirieron ajustes de ingeniería, tales como ampliaciones en distancias de captación, refuerzo de cimentaciones y extensión de brazos estructurales; no obstante, estas adecuaciones fueron técnicamente justificadas y permitieron garantizar la

representatividad de las mediciones, la estabilidad estructural y la continuidad operativa de las estaciones sin afectar el cumplimiento funcional del contrato.

El sistema de transmisión de información mediante API hacia la infraestructura de la SDA se encuentra en proceso con el sistema interno de la entidad, y adicionalmente se dispuso una plataforma web de visualización como herramienta complementaria de supervisión en tiempo cuasi real, fortaleciendo las capacidades de monitoreo remoto de la Entidad.

Se implementó y entregó la metodología de operación y mantenimiento, incluyendo procedimiento detallado, formato de seguimiento y bitácora digital mediante Telegram, lo que permite asegurar la trazabilidad de las intervenciones, la correcta ejecución del mantenimiento preventivo y la detección oportuna de cualquier desviación operativa.

Finalmente, se recomienda a la Entidad gestionar oportunamente la adquisición de los consumibles del sistema de bombeo, dado su régimen de operación continua (24/7), con el fin de preservar la vida útil de los componentes y mantener la confiabilidad del sistema de toma de muestra. Como medida de acompañamiento inicial, SENSORICA E INGENIERÍA S.A.S. suministrará el lubricante requerido para el primer mes de operación.

Elaborado por:
Cristian Nicolás Roldán Gutiérrez
Director de nuevos proyectos
Sensorica e ingeniería SAS

Recibido por:
Carlos Arturo Álvarez Monsalve
Subdirección del recurso hídrico
Secretaria distrital de ambiente