

CARTILLA ALUSIVA AL SISTEMA TIPO BOYA PARA PLATAFORMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA DULCE (USUARIO)

Convocatoria Colciencias 794 de 2017

Juan Enrique Morales Castro

Juan Camilo Rojas Rodríguez

Sully Segura Peña

César Mauricio Galarza Bogotá

Daniel Alejandro Rodríguez Caro

ISBN: 978-958-5471-57-3

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS TUNJA

2020

CARTILLA ALUSIVA AL SISTEMA TIPO BOYA PARA PLATAFORMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA DULCE (USUARIO)
ISBN: 978-958-5471-57-3
Autores: Morales-Castro, J.E., Rojas-Rodríguez, J.C., Segura-Peña, S. Galarza-Bogotá, C.M., Rodríguez-Caro, D.A.
32 páginas. Tamaño 17x 24 cm

Comité editorial

Fr. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O.P.
Rector

Fr. Omar Orlando SANCHEZ SUÁREZ, O.P.
Vicerrector Académico

Fr. Héctor Mauricio VARGAS RODRÍGUEZ, O.P.
Vicerrector administrativo y Financiero

María Ximena ARIZA GARCÍA
Directora Ediciones Usta Tunja

Sandra Consuelo DÍAZ BELLO
Directora Unidad de Investigación e Innovación

Juan Carlos CANOLES VÁSQUEZ
Director Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación

Primera edición, 2020

Corrección de estilo

Marcela Fernández Pedreros

Diagramación e impresión

Ediciones Usta Tunja

Todos los derechos reservados conforme a la ley. Se permite la reproducción citando fuente.

El pensamiento que se expresa en esta obra, es exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete la ideología de la Universidad Santo Tomás.



Ediciones Usta
Universidad Santo Tomás
2020

Departamento Ediciones Usta Tunja
Universidad Santo Tomás Seccional Tunja

CONTENIDO

1. ÍNDICE DE FIGURAS	4
2. PRESENTACIÓN	5
3. INTRODUCCIÓN	6
4. OBJETIVO DE LA CARTILLA	7
5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	8
6. USO Y OPERACIÓN	14
7. RECOMENDACIONES.....	24
8. VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS.....	25
9. GUÍA DE CALIBRACIÓN	26
10. GLOSARIO.....	30
11. REFERENCIAS	31

1. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flotador.	8
Figura 2. Estructura soporte.....	9
Figura 3. Caja principal de medición.....	10
Figura 4. Paneles solares.	11
Figura 5. Estación meteorológica fijada en la estructura.....	12
Figura 6. Caja receptora.	13
Figura 7. Interfaz gráfica de visualización.	13
Figura 8. Conexión y encendido de la caja receptora.	14
Figura 9. Ejecución de archivo para visualización de datos.	15
Figura 10. Indicación para asegurar la caja principal en la estructura soporte.....	15
Figura 11. Conexión de las antenas de los módulos XBee, SIM y GPS.	16
Figura 12. Fijación de la estructura soporte sobre el flotador....	16
Figura 13. Fijación y conexión de paneles solares.	17
Figura 14. Fijación de la estación meteorológica.....	17
Figura 15. Encendido de la unidad de medición.	18
Figura 16. Extracción de protecciones de las sondas de los sensores.	18
Figura 17. Limpieza de las sondas.	20
Figura 18. Apagado de la unidad de medición.	20
Figura 19. Retiro de la estación meteorológica.	21
Figura 20. Retiro de paneles solares.....	21
Figura 21. Retiro de la estructura soporte.....	21
Figura 22. Indicación para desconectar las antenas SIM y GPS desenroscando el conector.	22
Figura 23. Apagado de la unidad receptora.	22
Figura 24. Desconexión de la caja receptora.	23
Figura 25. Rango pH con los puntos de calibración [4].	28
Figura 26. Proceso de calibración sonda ORP [5].	28
Figura 27. Proceso calibración sonda EC [6].	29
Figura 28. Proceso calibración sonda DO [7].....	29

2. PRESENTACIÓN

El sistema que se describe en este documento hace parte de un proyecto de impacto social financiado por Colciencias – Minciencias, Gobernación de Boyacá y Programa Colombia BIO; ejecutado bajo la dirección del departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, en alianza con la Universidad de los Andes y la Empresa Germán Franco Carbón SAS del municipio de Samacá. El sistema tiene la utilidad de permitir la fácil caracterización del estado del agua dulce mediante la medición continua de 5 parámetros de calidad (temperatura, pH, potencial de óxido-reducción, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto) a través de una unidad de medición semiautónoma.

3. INTRODUCCIÓN

Considerando la gran importancia que los recursos hídricos representan para el bienestar, la salud y la economía de distintas regiones, entre ellas, el municipio de Samacá, donde existe una economía basada en la agricultura, la ganadería y la minería [1], y se cuenta con un alto potencial hídrico [1] y, partiendo del hecho de que en dicho municipio se desarrollan actividades que pueden poner en riesgo la calidad del agua para el consumo y uso humano [2], se desarrolla una solución para caracterizar el agua a partir de las mediciones de 5 parámetros de calidad, la cual consiste en un sistema con autonomía energética que tiene la capacidad de efectuar mediciones y visualizar los respectivos resultados de manera remota, facilitando el monitoreo del estado del agua y se dando la posibilidad a la comunidad de someter la información recolectada a posteriores análisis que indiquen posibles afecciones en los afluentes hídricos.

4. OBJETIVO DE LA CARTILLA

El presente documento busca facilitar el uso del sistema tipo boya en mención, denominado “plataforma de monitoreo de calidad de agua dulce”, mediante la cual, usted podrá manipular la boya con cada una de sus respectivas partes (flotador, soporte, caja, paneles y unidad repetidora), fijarla en un punto de medición (río, lago, represa, reservorio) y visualizar los resultados de las mediciones.

Adicionalmente, se incluye una sección de guía de calibración, debido a que los sensores se deben calibrar periódicamente para garantizar la fiabilidad de sus mediciones; así como un glosario de términos, que le servirá de referencia para asociar mejor los nombres de algunos elementos del sistema.

5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA



1. Unidad de medición

- a. Flotador: unidad cuadrada de 82 cm x 82 cm, fabricada con tubos de PVC de 3 pulgadas de diámetro, rellenos de espuma de poliuretano. Cuenta con 3 agujeros en el centro para fijar la estructura de soporte.

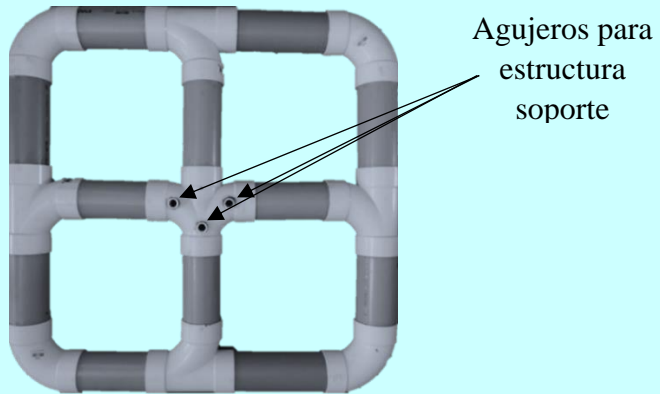


Figura 1. Flotador.

- b. Estructura soporte: conjunto de tubos CPVC de $\frac{1}{2}$ pulgadas con altura de 1 metro. Cuenta con una sección rectangular intermedia (con posibilidad de desplazamiento vertical), la cual permite mantener fija y asegurada la caja anclada con el flotador. Además, en la parte superior, cuenta con 3 soportes (con posibilidad de giro) para las alas de los paneles solares.

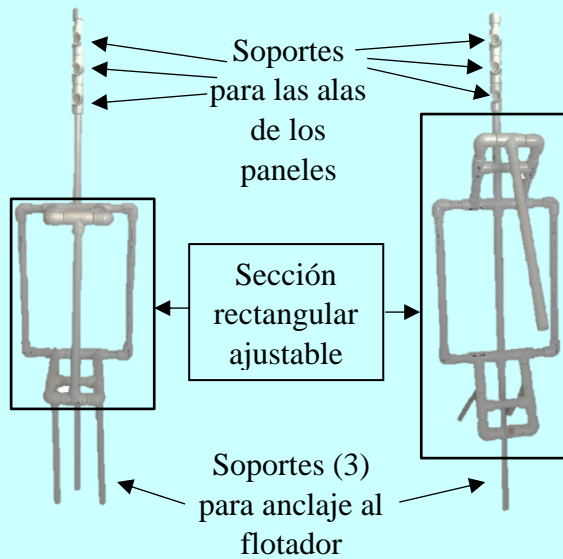


Figura 2. Estructura soporte.

- c. Caja principal de medición: punto de unión de tamaño 25 cm x 30 cm, donde se encuentran los componentes electrónicos correspondientes a los sistemas de instrumentación y comunicación. Esta caja, se encuentra cerrada con tornillos y no permite la entrada de polvo ni de chorros de agua (IP65). Además, tiene un interruptor lateral de encendido y apagado controlado mediante llave. También cuenta con otros componentes exteriores como lo son antenas (parte superior), sondas de los sensores (laterales) y conector para los paneles solares (lateral).



Figura 3. Caja principal de medición.

- d. Alas de paneles solares: consisten en 3 cuadros de tubos CPVC, cada uno con un panel solar. Estas alas, se fijan en la parte superior de la estructura soporte, justo arriba de la caja, y tienen la posibilidad tanto de girar (alrededor del eje central de la estructura soporte), como de inclinarse (horizontalmente) y de removerse. Los cables de los paneles, van unidos a un conector, el cual, debe conectarse a su respectivo par en la caja.

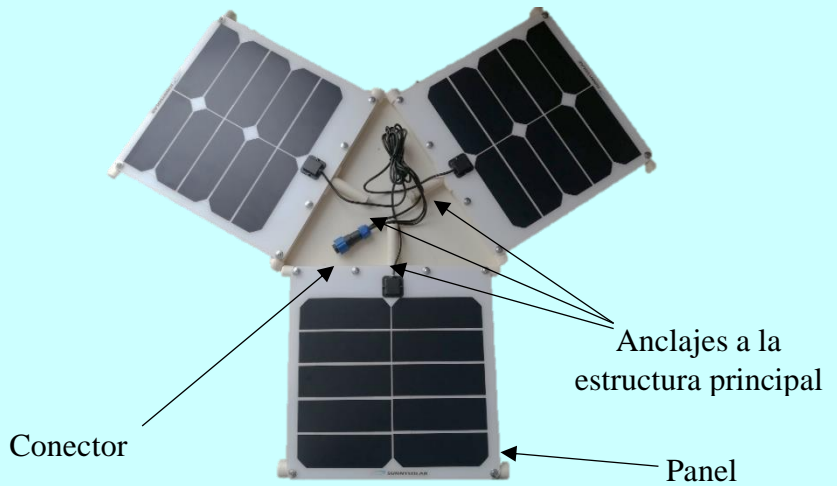


Figura 4. Paneles solares.

- e. Estación meteorológica: conjunto de dispositivos destinados a medir parámetros climáticos como la velocidad del viento, nivel de precipitaciones, temperatura, humedad, entre otros. Se fija en la parte superior de la estructura soporte.



Figura 5. Estación meteorológica fijada en la estructura.

2. Caja receptora en tierra

- a. Caja receptora: pequeña unidad de tamaño 13 cm x 17 cm en la cual, se encuentran los dispositivos electrónicos que permiten guardar los resultados de la unidad de medición para su posterior visualización. Además, la caja cuenta con un cargador adicional que se debe conectar a una toma de corriente para poner en funcionamiento esta etapa del sistema.

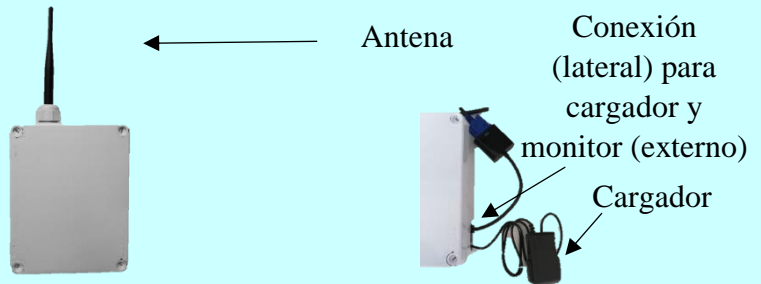


Figura 6. Caja receptora.

- b. Interfaz gráfica de visualización de datos: en esta, se pueden visualizar los resultados de las mediciones. También se muestran alertas para indicar si se ha perdido la cobertura o la señal del GPS.

Datos Obtenidos Del Dispositivo Boya

Plataforma Comunitaria para el monitoreo en la calidad del agua en la región de Samacá - Boyacá

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
SECCION DE BOYACA
BOYACA 1928

Universidad de los Andes
Facultad de Ingeniería

GERMÁNFRANCO
LABORATORIO DE AGUA

BIO

BOYACA

Boyaca Avanza

El conocimiento es de todos

Minciencias

Fecha: 2020-06-14 Hora: 13:19:06 pm

Zona de muestreo: **Otros**

INFORMACION DE CALIDAD DEL AGUA		INFORMACION ESTACION METEOROLOGICA	
Oxígeno Disuelto(mg/L):	52.0	Dirección del viento:	90 °
Potencial Oxido Reduccion(mV):	312.8	Velocidad del viento (1 min):	0.0 m/s
PH:	3.86	Velocidad del viento (5 min):	0.0 m/s
Conductividad Electrica(µS):	0.00□	Temperatura Ambiente:	25.0 °C
Temperatura(°C):	22.90	Luvia caída(1 hora):	0.0 mm
		Luvia caída(24 horas):	0.0 mm
		Humedad Relativa:	45 %
		Presion Barometrica:	740.4 hpa

ALERTAS:

Salir

Figura 7. Interfaz gráfica de visualización.

6. USO Y OPERACIÓN



Siga esta serie de pasos para poner en funcionamiento el sistema:

a) Puesta en marcha (montaje)

1. Ubique la caja receptora en un sitio con cobertura de señal de telefonía móvil (celular).
2. En el costado de la caja, conecte un cable HDMI para visualizar la información en un monitor o televisor y conecte el cargador para poder encenderla.

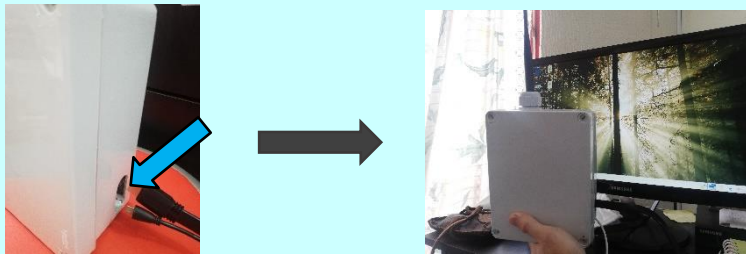


Figura 8. Conexión y encendido de la caja receptora.

3. Busque el archivo “interfaz.py” en la pantalla principal. Usando un ratón (*mouse*), ábralo y ejecútelo con el botón verde “Run” (barra superior). De esta manera podrá ver la interfaz gráfica de visualización de datos.

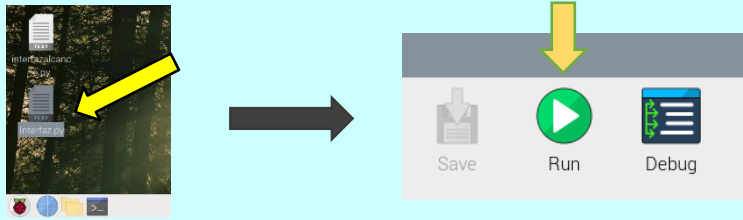


Figura 9. Ejecución de archivo para visualización de datos.

4. Diríjase al punto donde va a realizar las mediciones.
5. Acomode y asegure la caja de la unidad de medición en la estructura soporte (recuerde manipular las antenas y demás elementos externos con precaución).

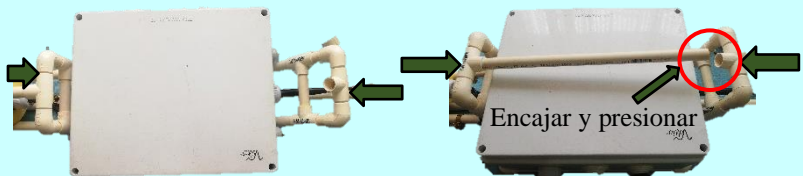


Figura 10. Indicación para asegurar la caja principal en la estructura soporte.

6. Verifique que las 3 antenas (GPS, Sim, XBee) estén conectadas. Si no, conéctelas.

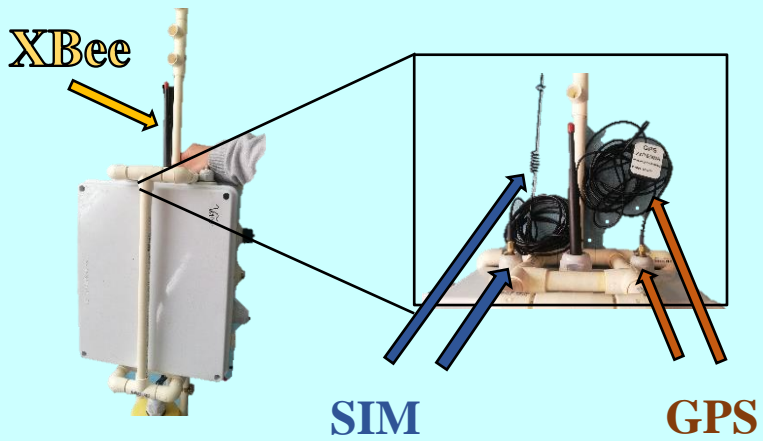


Figura 11. Conexión de las antenas de los módulos XBee, SIM y GPS.

7. Asegure la estructura soporte al flotador.



Figura 12. Fijación de la estructura soporte sobre el flotador.

8. Asegure las alas de los paneles solares de tal manera que los 3 puedan recibir luz solar y conéctelos a la caja.

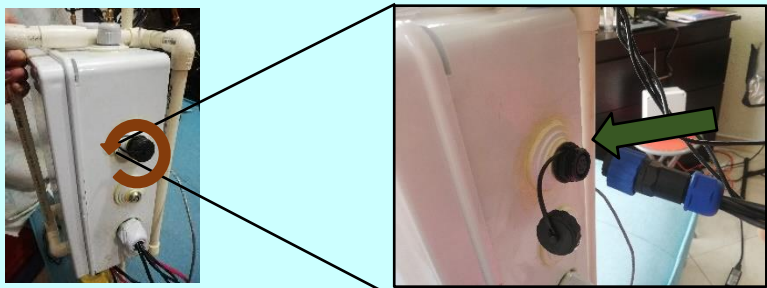
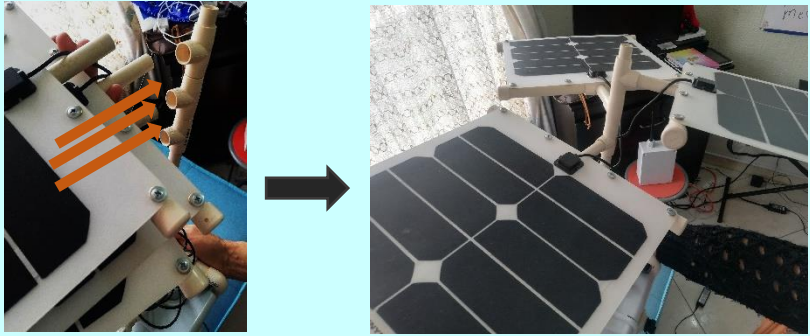


Figura 13. Fijación y conexión de paneles solares.

9. Fije el módulo "estación meteorológica" en la parte superior de la estructura soporte.

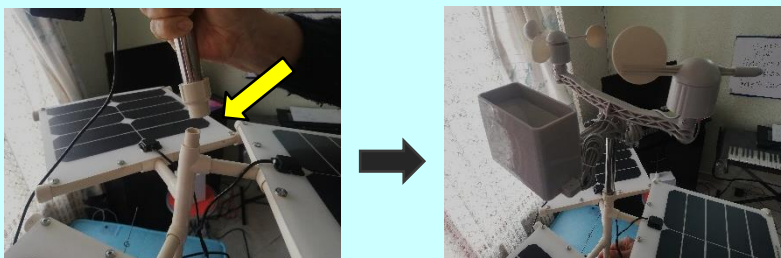


Figura 14. Fijación de la estación meteorológica.

10. Encienda la unidad de medición. Para ello, introduzca la llave en el interruptor lateral y gire en sentido horario.

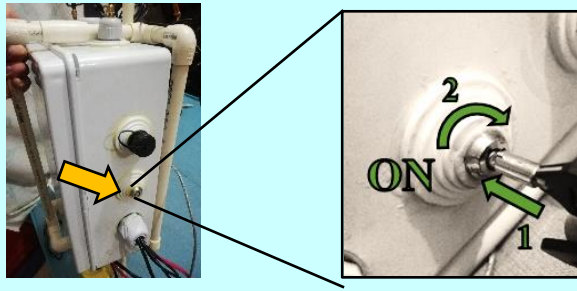


Figura 15. Encendido de la unidad de medición.

11. Retire cuidadosamente las protecciones de las sondas de los sensores (sin derramar los líquidos) y



guárdelas.

Figura 16. Extracción de protecciones de las sondas de los sensores.

12. Fije la unidad de medición sobre el cuerpo de agua que vaya a medir y déjela en ese lugar durante el tiempo de medición que lo necesite.
13. Utilice la aplicación de en su teléfono móvil para recibir los últimos datos generados a partir de las mediciones. También, puede verificarlos en su bandeja de mensajes del correo electrónico (enviado desde la dirección electrónica boyacentralsamaca@gmail.com), o en la interfaz asociada a la caja receptora.

b) Finalizando mediciones (desmontaje)

1. Después de terminar el periodo de medición, retire la unidad del cuerpo de agua.
2. Lave con agua pura (preferiblemente destilada o desionizada) las sondas de los sensores, vertiendo el agua sobre ellas. Sacúdalas sin golpearlas y póngales su respectiva protección. Asegúrese de que los sensores con protección líquida, tengan suficiente. De lo contrario, vierta un poco en el frasco (ver guía de calibración).



Figura 17. Limpieza de las sondas.

3. Apague la caja con la llave (girando a la izquierda en sentido antihorario) y desconecte los paneles solares.

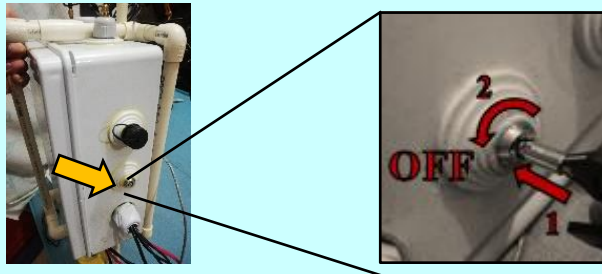


Figura 18. Apagado de la unidad de medición.

4. Retire el módulo de la estación meteorológica de la parte superior de la estructura soporte.

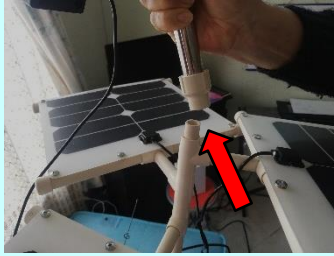


Figura 19. Retiro de la estación meteorológica.

5. Retire cuidadosamente las alas de los paneles solares y desconéctelos de la caja.



Figura 20. Retiro de paneles solares.

6. Retire la estructura soporte del flotador.



Figura 21. Retiro de la estructura soporte.

7. Desconecte las antenas de los módulos SIM y GPS.

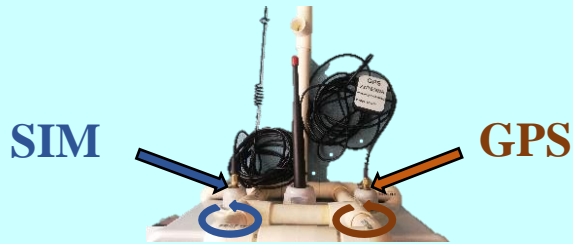


Figura 22. Indicación para desconectar las antenas SIM y GPS desenroscando el conector.

8. Presione el Botón Salir de la interfaz de visualización. Después, elija la opción "inicio" y apague el dispositivo (apagar-shutdown).

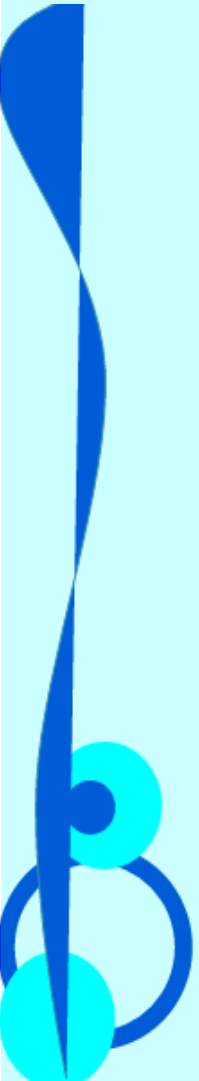


Figura 23. Apagado de la unidad receptora.

9. Desconecte el cargador de la caja receptora.



Figura 24. Desconexión de la caja receptora.



7. RECOMENDACIONES



- Leer detenidamente todo el manual.
- Para que el sistema funcione con normalidad, debe asegurarse un plan de internet (datos) para la unidad de medición (3103915058 de Claro) y para la unidad repetidora (3218986965 de Claro).
- La caja de la unidad de medición, está diseñada para evitar la entrada de agua en su interior. No obstante, se recomienda no sumergirla ni ponerla en contacto directo con el agua (con excepción de las sondas de los sensores), para evitar futuros daños en los demás componentes externos.
- No abrir la caja de la unidad de medición ni la de la unidad receptora.
- Manipular los paneles solares con precaución.
- Al realizar las mediciones, garantizar que la unidad de medición no sea arrastrada por las corrientes de agua (según sea el caso).
- Almacenar en un lugar limpio y seco.
- No extraviar la llave de encendido/apagado.
- Asegurarse de que los sensores que necesiten protección líquida (pH y ORP), tengan suficiente. Si no, vierta una pequeña cantidad en los frascos respectivos.
- Realizar la calibración de los sensores por lo menos una vez al año (ver guía de calibración).

8. VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS



La visualización de los datos, puede efectuarse de distintas formas, facilitando que el usuario sea realmente el destino final de la información resultante de las mediciones. Esto se ha indicado en el paso 10 de la sección 6, “Uso y operación” de este documento, donde se tiene la posibilidad de visualizar los datos en la interfaz mostrada en la Figura 6 de la sección 5, “Descripción del sistema”, así como en la bandeja de entrada del correo electrónico y de mensajes de texto de las direcciones asignadas. No obstante, el sistema también puede enlazarse con un aplicativo móvil y con un servidor WEB.

9. GUÍA DE CALIBRACIÓN

En esta sección, se muestran brevemente las consideraciones para la calibración de los sensores, la cual, es recomendable realizar una vez por año. Sin embargo, es necesario tener asistencia técnica en este proceso.













Líquido de calibración	Sensor	Variable	Valor
	-	pH y ORP (protección líquida)	No aplica
		pH	4, 7 y 10
		Potencial de Óxido-Reducción (ORP)	225 mV
		Conductividad Eléctrica (EC)	12880 μS y 80000 μS
		Oxígeno disuelto (DO)	0 mg/L
No requiere		Temperatura (RTD)	No aplica

Tabla 1. Sensores y líquidos para calibración [3].

Calibración

Una vez implementado el prototipo; este debe ser **calibrado** siguiendo los pasos establecidos por el fabricante de los sensores atlas-scientific. A continuación, se muestran las recomendaciones y procedimientos a tener en cuenta para esta calibración:

Lo más importante en la calibración es la observación continua en los datos que se adquieren a través de cualquiera de los sensores. Se debe evidenciar un valor constante si la sonda se encuentra en el proceso de calibración.

- pH: en recipientes pequeños (uno por líquido), verter una pequeña cantidad de cada líquido. Hacer la calibración en cada punto, sumergiendo el extremo de la sonda en cada recipiente (es necesario estabilizar las mediciones en cada caso) en el siguiente orden:

1. pH 7 (punto medio).
2. pH 4 (punto bajo).
3. pH 10 (punto alto).

Los tres puntos de calibración proporcionan alta precisión sobre el rango completo de pH, estos tres valores 4.00, 7.00 y 10.00 deben considerarse como estándares de calibración. A continuación, se muestra la relación de los puntos calibrados con el total de rango en pH.



Figura 25. Rango pH con los puntos de calibración [4].

- ORP (Potencial de Oxido Reducción): El protocolo de calibración de la sonda ORP indica que su calibración depende de un único punto de verificación, para ello se hace uso de una solución de calibración de 225 mV, donde la sonda se sumerge hasta estabilizar las mediciones obtenidas. Se recomienda realizar esta calibración por lo menos una vez al año.



Figura 26. Proceso de calibración sonda ORP [5].

- EC (Conductividad Eléctrica): Para la calibración de este sensor, se debe tener unas soluciones líquidas en el orden de los μS , después, en recipientes pequeños (uno por líquido), verter una pequeña cantidad de cada líquido, agitar la sonda para evitar burbujas de aire acumuladas en el área del sensor. Hacer la calibración en cada punto,

sumergiendo el extremo de la sonda en cada recipiente, es necesario estabilizar las mediciones en cada caso con un rango máximo del 40 % en el siguiente orden:

1. 0 μS (calibración en aire).
2. 12,880 μS (punto bajo).
3. 80,000 μS (punto alto).



Figura 27. Proceso calibración sonda EC [6].

- DO (Oxígeno Disuelto): Para el proceso de calibración, primero se debe exponer la sonda al aire hasta una estabilización de los datos (calibración en aire). Después introducir la sonda en el envase hasta estabilizar las mediciones. Se debe ajustar por programación a 0 mg/L (calibración en líquido).



Figura 28. Proceso calibración sonda DO [7].

10. GLOSARIO



Antena: Extensión de cable o alambre que facilita la transmisión de información.

Boya: elemento o unidad con capacidad de flotar.

Calibrar: ajustar un instrumento o sensor a una medida específica (patrón).

GPS: módulo de posicionamiento global, el cual indica la localización de un objeto o una persona.

Panel solar: cuadro con capacidad de convertir energía solar en energía eléctrica.

Receptora: unidad con capacidad de recibir datos o información.

Semiautónomo: con cierto grado de autonomía. En este caso, la unidad de medición toma las mediciones por sí sola, pero su fijación y movimiento, dependen del usuario.

Sensores: instrumentos de medición de variables de calidad de agua.

SIM: módulo de comunicación cuyo funcionamiento se asemeja al de un celular.

Sondas: extremos de medición de los sensores. Se pueden sumergir (solo las sondas).

Verter: vaciar una pequeña cantidad de líquido en un recipiente.

XBee: módulo de comunicación inalámbrica que transmite información a largas distancias (100 m – 24 km).

11. REFERENCIAS

[1] Samacá, A. M. d. (2016). Plan de desarrollo municipal 2016-2019 de Samacá.

[2] Acosta Bueno, D. M. (2016). Impactos Ambientales de la Minería de Carbón y su Relación con los Problemas de Salud de la Población del Municipio de Samacá (Boyacá), según Reportes ASIS 2005-2011.

[3] Atlas-Scientific. Env-Sds-Kit. Recuperado de: <https://www.atlas-scientific.com/kits/env-sds-kit/>

[4] Atlas-Scientific. Env-Sds-Kit, pH Datasheet. Recuperado de: https://www.atlas-scientific.com/files/pH_EZO_Datasheet.pdf

[5] Atlas-Scientific. Env-Sds-Kit, ORP Datasheet. Recuperado de: https://www.atlas-scientific.com/files/ORP_EZO_Datasheet.pdf

[6] Atlas-Scientific. Env-Sds-Kit, EC Datasheet. Recuperado de: https://www.atlas-scientific.com/files/EC_EZO_Datasheet.pdf

[7] Atlas-Scientific. Env-Sds-Kit, DO Datasheet. Recuperado de: https://www.atlas-scientific.com/files/DO_EZO_Datasheet.pdf

AGRADECIMIENTOS

Los investigadores agradecen a la comunidad de Samacá, al Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, Tecnología e innovación Francisco José de Caldas, al Ministerio de Ciencia, Programa Colombia Bio y la Gobernación de Boyacá por financiar al proyecto “Plataforma Comunitaria para el Monitoreo de la calidad de Agua en la región de Samacá” convocatoria 794.

