

Manual de Calidad de Datos

SALINIDAD Y TEMPERATURA OBTENIDOS CON CTD

2023



Ministerio de Defensa Nacional
Dirección General Marítima
Autoridad Marítima Colombiana

CECOLDO
CENTRO COLOMBIANO DE DATOS OCEANOGRÁFICOS

Manual de calidad de datos de salinidad y temperatura obtenidos con CTD

Una publicación digital del
Centro Colombiano de Datos Oceanográficos
(Cecoldo) a cargo de la Dirección General
Marítima (Dimar)
Teléfono: +57 (601) 220 0490
Bogotá D.C., Colombia
<https://cecoldo.dimar.mil.co>

Ministerio de Defensa Nacional
Dirección General Marítima

DIRECCIÓN

Vicealmirante John Fabio Giraldo Gallo
Director General Marítimo

Capitán de Navío Germán Escobar Olaya
Subdirector de Desarrollo Marítimo

Capitán de Corbeta Jonathan Gómez Sierra
**Coordinador Grupo de Investigación
Científica y Señalización Marítima**

CONTENIDOS

CN (RA) Carlos Alberto Andrade Amaya, Ph.D.
CN (RA) Ricardo José Molares Babra, M.Sc.
CN (RA) Julián Augusto Reyna Moreno, M.Sc.

REVISORES

Centro de Investigaciones Oceanográficas e
Hidrográficas del Caribe (CIOH)

Centro de Investigaciones Oceanográficas e
Hidrográficas del Pacífico (CCCP)

COORDINACIÓN EDITORIAL

Angélica María Castrillón Gálvez
Editora de publicaciones-Dimar

Ruby Viviana Ortiz Martínez
Administradora del Cecoldo

CONCEPTO GRÁFICO Y DISEÑO

Melissa Díaz Quintero
Comunicadora Gráfica-Dimar

EDITORIAL DIMAR

CARÁTULA

Foto: Banco de Imágenes Dimar



*Manual de calidad de datos de salinidad y temperatura
obtenidos con CTD se encuentran bajo una licencia [Creative
Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)*

CITAR COMO:

Dirección General Marítima. (2023). *Manual de calidad de datos de salinidad y temperatura obtenidos con CTD.* Versión 1, 2023. Ed. Dimar. https://doi.org/10.26640/cecoldo.general_00001

El **MANUAL DE CALIDAD DE DATOS DE SALINIDAD Y TEMPERATURA OBTENIDOS CON CTD** es una publicación institucional de la Dirección General Marítima (Dimar). Es de carácter técnico, investigativo e informativo; emitido y dirigido al sector marítimo, y a la comunidad científica y académica, en idioma español y en formato electrónico. La información y conceptos expresados en esta publicación deben ser utilizados por los interesados bajo su responsabilidad y criterio. Sin embargo, se entiende que cualquier divergencia con lo publicado es de interés del Centro Colombiano de Datos Oceanográficos (Cecoldo) de la Dimar, por lo que se agradece el envío de sus correspondientes sugerencias al correo electrónico (cecoldo@dimar.mil.co). Este producto intelectual cuenta con una política de acceso abierto (OA) para su consulta. Sus condiciones de reconocimiento, uso y distribución están definidas por el licenciamiento *Creative Commons* (CC), que expresa de antemano los derechos definidos por la Dimar.



CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. OBJETIVO	11
2. ALCANCE.....	12
3. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS DATOS	13
3.1. GENERALIDADES DEL CTD	13
3.1.1. Descripción de sensores.....	13
3.1.2. Fuente de alimentación y memoria.	15
3.1.3. Configuración del instrumento.	16
3.2. METODOLOGÍA DE CAMPO	19
4. CONTROL DE CALIDAD DE DATOS	20
4.1. GENERALIDADES	20
4.2. PRUEBAS DE CALIDAD	22
4.2.1. Prueba 1: fecha y hora imposibles.....	25
4.2.2. Prueba 2: posición geográfica imposible.	27
4.2.3. Prueba 3: posición geográfica en tierra.	28
4.2.4. Prueba 4: valor globalmente imposible.	30
4.2.5. Prueba 5: valor regionalmente imposible.	31
4.2.6. Prueba 6: variabilidad mínima.....	34
4.2.7. Prueba 7: control de picos excesivos.....	35
4.2.8. Prueba 8: revisión de experto.	36
REFERENCIAS.....	38

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Perfilador CTD Sea-Bird modelo SBE 19 plus V2. 600 m y los sensores de oxígeno, fluorescencia y pH.	15
Figura 2. Proceso de selección del equipo con el programa <i>Seaterm V2</i>	17
Figura 3. Software <i>SeatermV2</i> para la comunicación entre el computador y el CTD.	17
Figura 4. Menú para liberar la memoria interna del instrumento, borrando la información existente.....	18
Figura 5. Encabezado de la matriz de datos para la asignación de banderas de calidad.	21
Figura 6. Diagrama de flujo de la QT “fecha y hora imposibles”.....	26
Figura 7. Diagrama de flujo de los QT “ubicación geográfica imposible” y QT “posición geográfica en tierra”.	29
Figura 8. Diagrama de flujo del QT “valor globalmente imposible”.....	30
Figura 9. Diagrama de flujo del QT “valor regionalmente imposible”.....	33
Figura 10. Diagrama de flujo del QT “variabilidad mínima”.	34
Figura 11. Diagrama de flujo del QT “picos excesivos”.	35
Figura 12. Ejemplo de una salida gráfica para perfiles de temperatura y salinidad calificados e indicando en colores la bandera de calidad asignada. ...	37

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características de los sensores de dos modelos de CTD Sea-Bird.....	14
Tabla 2. Banderas de calidad IODE.....	21
Tabla 3. Pruebas de calidad identificadas para los datos de CTD.....	22
Tabla 4. Pruebas de calidad acordadas para el manual del Cecoldo sobre calidad de datos de salinidad y temperatura obtenidos con CTD.	24
Tabla 5. Rangos de temperatura del agua y profundidad de la medición	32

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

BODC	<i>British Oceanographic Data Center</i>
CCCP	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico
Cecoldo	Centro Colombiano de Datos Oceanográficos
COI	Comisión Oceanográfica Intergubernamental
CPPS	Comisión Permanente del Pacífico Sur
CTD	<i>Conductivity, Temperature and Depth</i>
DHN	Dirección de Hidrografía y Navegación del Perú
Dimar	Dirección General Marítima
GTE-BD	Grupo de trabajo especializado de base de datos de los cruceros regionales
IFOP	Instituto de Fomento Pesquero de Chile
Imarpe	Instituto del Mar del Perú
Inocar	Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador
IOC	<i>Intergovernmental Oceanographic Commission of Unesco</i>
IODE	<i>International Oceanographic Data and Information Exchange</i>
IOOS	<i>Integrated Ocean Observing System</i>
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NODC	<i>National Oceanographic Data Center</i>
OMM	Organización Meteorológica Mundial
QA	Garantía de calidad (por sus siglas en inglés)
QC	Control de calidad (por sus siglas en inglés)
QF	Bandera de calidad (por sus siglas en inglés)
QT	Prueba de calidad (por sus siglas en inglés)

RAM-CMOS	<i>Random Access Memory - Complementary Meta Oxide Semiconductor</i>
RedMpomm	Red de Medición de Parámetros Oceanográficos y de Meteorología Marina
SHOA	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
ups	Unidades prácticas de salinidad
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés)

GLOSARIO

Bandera de calidad

Valor alfanumérico único que permite brindar información general acerca de la calidad de los datos.

Control de calidad

Está asociado a los componentes que permiten asegurar el cumplimiento de los requisitos en materia de calidad, y abarca todas las técnicas y actividades operativas utilizadas para cumplir tales requisitos (OMM, 2018, p. 2). Implica pasos de seguimiento que respaldan la entrega de datos de alta calidad y requieren tanto la automatización como la intervención humana (Bushnell *et al.*, 2019 En: IOOS, 2020a).

Control de calidad de nivel primario

Se aplica a los datos oceanográficos para definir únicamente los indicadores de calidad de estos (IOC, 2013, p. 3), es decir, las banderas de calidad.

CTD

Instrumento de medición conocido como perfilador, cuya función principal es detectar cómo cambia la conductividad y la temperatura de la columna de agua en relación con la profundidad. Al medir la conductividad del agua de mar, la salinidad se puede derivar de la temperatura y la presión¹.

Datos

Representación simbólica de una medición, u observación oceanográfica o de meteorología marina.

Diccionario de parámetros

Recopilación de vocabulario controlado para la administración y codificación de parámetros, construido de manera sistemática y usando un modelo semántico determinado.

Garantía de la calidad

En gestión de datos se refiere a la utilización de criterios, métodos y procesos escritos que garantizarán que la producción de datos cumpla con un estándar de calidad específico (USGS, s. f.).

¹ Adaptado de <https://oceanexplorer.noaa.gov/facts/ctd.html>.

Instrumento de medición

Equipo dotado de sensores, utilizado para realizar mediciones de muestras obtenidas en el ambiente marino (agua, atmósfera o suelo) (Ortiz-Martínez, 2008, p. 49).

Metadato

Información acerca de los datos que hace que estos sean reconocibles, utilizables y comprensibles. El metadato describe el contenido, calidad, condición y otras características de los datos².

Parámetro

Cada una de las variables oceanográficas o de meteorología marina tratadas en el presente manual.

Plataforma

Vehículo, estructura u organismo capaz de llevar instrumentación científica o herramientas para la recolección de muestras físicas, químicas o biológicas (ICES, 2008 En: Ortiz-Martínez, 2008, p. 50).

Sensor

Elemento de un sistema de medición que se ve directamente afectado por un fenómeno, cuerpo o sustancia (JCGM, 2012 En: IOOS, 2020a, p. X).

Variable

Es una observación (o medición) de las propiedades físicas o biogeoquímicas dentro de ambientes oceanográficos y/o de meteorología marina (Adaptado de IOOS, 2020a, p. X).

² Adaptado de <http://www.wmo.int/pages/prog/www/WIS/Metadata/faq.html> y <https://www.ncddc.noaa.gov/metadata-standards/>.

INTRODUCCIÓN

Desde la década de los años 70 la Dirección General Marítima (Dimar) tiene a cargo el Centro Colombiano de Datos Oceanográficos (Cecoldo), un sistema de información que tiene como objetivo principal la administración de estos importantes activos para la nación. En la actualidad, el Cecoldo se compone de un conjunto de bases de datos y repositorios únicos en el país, con una gran cantidad y variedad de datos históricos y recientes en las disciplinas de oceanografía, meteorología marina y geoquímica marina, recopilados en el Pacífico, en el Caribe y las áreas insulares colombianas; lo que demanda un esfuerzo significativo en la gestión del ciclo de vida del dato con alto grado de calidad, es decir, desde la planeación, pasando por la adquisición, procesamiento, archivo, acceso y uso de los datos.

El marco de referencia de la gestión de la calidad del programa para el Intercambio Internacional de Datos e Información Oceanográfica (IODE) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - Comisión Oceanográfica Intergubernamental (Unesco-COI) constituye una importante herramienta para orientar a los países miembros precisamente en la aplicación de lineamientos de calidad, tanto en los datos como en los servicios que prestan los centros nacionales de datos oceanográficos (NODC, por sus siglas en inglés); calidad que está orientada al grado en el cual un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos y la percepción del grado en que satisface las expectativas del cliente (Traducido de IOC, 2019, p. 3).

Gestionar la calidad de datos no es tarea fácil, pero tal como lo señala la Organización Meteorológica Mundial (OMM) la garantía y el control de la calidad son los ingredientes de todo sistema eficaz de gestión de la calidad (OMM, 2018, p. 1). En este sentido, tanto la comunidad oceanográfica como la comunidad de meteorología marina concuerdan en que un sistema eficaz de gestión de la calidad es aquel que gestiona los vínculos entre la preparación para la recopilación de datos, la garantía de su calidad y su distribución a los usuarios a fin de asegurarse de que el usuario recibe la magnitud solicitada (OMM, 2018, p. 2) y que puede incluir procesos para lograr los objetivos de calidad a través de la planificación de la calidad, la garantía de la calidad, el control de calidad y la mejora de la calidad (IOC, 2019, p. 3).

La garantía de la calidad (QA, por sus siglas en inglés) tiene por objeto infundir confianza en que se satisfarán los requisitos de calidad (OMM, 2018, p. 2) y en la gestión de datos esta se refiere a la utilización de criterios, métodos y procesos escritos que garantizarán que la producción de datos cumpla con un estándar de calidad específico (USGS, s. f.). Por su parte, el control de calidad (QC, por sus siglas en inglés) está asociado a los componentes que permiten asegurarse del cumplimiento de los requisitos en materia de calidad, y abarca todas las técnicas y actividades operativas utilizadas para cumplir tales requisitos (OMM, 2018, p. 2).

En este contexto, el Cecoldo, en coordinación con la Red de Medición de Parámetros Oceanográficos y de Meteorología Marina (RedMpomm) de la Dimar, ha compilado una serie de buenas prácticas regionales e internacionales, con la finalidad de incrementar la confianza de sus usuarios y ofrecerle a sus proveedores una aproximación tanto al aseguramiento de la calidad (desde la perspectiva de la planeación y adquisición de datos), como del control de la calidad (asociada al procesamiento de los datos).

La colección QA/QC de datos oceanográficos y meteorología marina del Cecoldo se compone de títulos que abarcan plataformas e instrumentos de medición frecuentemente usados por la comunidad científica nacional, y especialmente por la Dimar. El presente manual dedica su contenido a la calidad de datos de salinidad y temperatura obtenidos con el instrumento *Conductivity-Temperature-Depth* (CTD).

1. OBJETIVO

Presentar las generalidades para la medición de datos de salinidad y temperatura con CTD, así como describir una metodología para el control de calidad de datos oceanográficos obtenidos con este instrumento, conducente a la asignación de banderas de calidad recomendadas por el programa internacional IODE.

2. ALCANCE

El presente manual abarca datos de salinidad y temperatura medidos a nivel superficial y en la columna de agua en el Pacífico, Caribe y áreas insulares colombianas, mediante los sensores instalados en el perfilador CTD.

Las generalidades sobre el procesamiento de datos obtenidos con el instrumento en mención hacen referencia a la marca Sea-Bird, modelos SBE-19 y SBE-25. Para el caso de la metodología de control de calidad de datos de salinidad y temperatura del agua, esta puede ser aplicable a datos obtenidos con otras marcas de CTD y otras áreas geográficas, realizando ajustes en los valores regionales o locales que pueden registrar las variables oceanográficas de análisis.

3. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS DATOS

3.1. Generalidades del CTD

El CTD es un instrumento diseñado para medir y almacenar en una memoria de estado sólido datos de conductividad, temperatura y presión, obtenidos en ambientes marinos (CPPS, 2015, p.1); con un peso (en el aire) de 13.7 kg, un casco de titanio que resiste profundidades superiores a 1000 m y casco plástico para profundidades máximas de 600 m, cada modelo de CTD tiene especificaciones particulares en sus sensores, por lo que es importante precisar que las que se describen en los siguientes apartados corresponden al CTD Sea-Bird modelo SBE-19 plus v2 y modelo SBE-25.

Cabe aclarar que la mayoría de las recomendaciones tratadas en el presente manual hacen parte del *Protocolo del uso del CTD Sea-Bird y procesamiento de datos*, desarrollado por el Grupo de Trabajo Especializado de Base de Datos (GTE-BD) de los cruceros regionales de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), el cual contó con la participación y aportes de la Dimar a través de su Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP), la Dirección de Hidrografía y Navegación del Perú (DHN), el Instituto de Fomento Pesquero de Chile (IFOP), el Instituto del Mar del Perú (Imarpe), el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador (Inocar) y el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).

3.1.1. Descripción de sensores.

El CTD tiene los siguientes sensores básicos: conductividad, temperatura y presión hidrostática. También tiene la capacidad para incorporar sensores externos tales como: pH, oxígeno y fluorescencia (Tabla 1). En la Figura 1 se aprecian las características de estos sensores, tanto para el CTD Sea-Bird modelo SBE-19 plus V2 como para el SBE-25.

Tabla 1. Características de los sensores de dos modelos de CTD Sea-Bird.
(Fuente: <https://www.seabird.com>).

Sensor		SBE-19 plus V2	SBE-25
Conductividad	Tipo	Celda de conductividad	Celda de conductividad
	Rango	0 a 9 S/cm	0 a 7 S/cm
	Precisión	0.0003 S/m	0.0003 S/m
Temperatura	Tipo	Thermistor	Thermistor
	Rango	- 5 a + 35 grados Celsius	- 5 a + 35 grados Celsius
	Precisión	0.0002 grados Celsius	0.0003 grados Celsius
	Tipo	TStrain gauge	Strain gauge
Profundidad	Rango	0 - 3500 m	0 - 7000 m
	Precisión	0.004 %	0.1 % de toda la escala
	Escala total	20 a 7000 psi	0 a 20 m/ 100 m/ 350 m / 600 m/ 1000 m/ 2000 m/ 3500 m / 7000 m
Oxígeno disuelto	Tipo	Sensor de membrana polarográfica.	
	Rango	120 % de saturación superficial en todas las aguas naturales (dulce y salada).	
	Precisión	0.2 µmol/kg	
pH	Tipo	Sensor tipo electrodo para medir perfiles hasta una profundidad de 1200 m.	
	Otros	Salida: 0-5 V. Incluye una botella para mantener el sensor húmedo en una solución de cloruro de potasio (KCl).	
Fluorescencia	Tipo	Sensor óptico monocanal para estudios biológicos hasta una profundidad de 600 m. Tipo de fluorescencia: clorofila-a.	
	Rango	0-125 µg/L.	
	Precisión	Sensibilidad de fluorescencia: 0.062 µg/L - EX/EM de fluorescencia: 470/695 nm.	
	Otros	Voltaje de entrada: 7-15 VDC. Corriente: Utiliza 50 mA. Longitud: 12.7 cm. Frecuencia de muestreo: seleccionada por el usuario hasta 8 Hz.	



Figura 1. Perfilador CTD Sea-Bird modelo SBE 19 plus V2. 600 m y los sensores de oxígeno, fluorescencia y pH (Fuente: <https://www.seabird.com>).

3.1.2. Fuente de alimentación y memoria.

El CTD SBE-19 plus V2 requiere nueve baterías y el SBE-25 requiere doce baterías alcalinas tipo D de 1.5 voltios DC para operar (recomendable: Duracell MN1300, LR20). Internamente cuentan con una batería de litio que provee una copia de seguridad de la memoria intermedia y del reloj de tiempo real, en caso de fallo electrónico o agotamiento de la batería principal. Con esta batería se pueden cambiar las baterías tipo D sin afectar los datos guardados (CPPS, 2015, p.3).

Tanto el CTD SBE-19 plus V2 como el SBE-25 vienen acompañados de una memoria *flash* (que emplea la misma tecnología de las memorias *Universal Serial Bus*, USB), con una capacidad de 64 MB. Otros modelos pueden tener memorias tipo *Random Access Memory – Complementary Meta Oxide Semiconductor* (RAM-CMOS) estática con capacidad de 8 MB.

3.1.3. Configuración del instrumento.

Para configurar el CTD SBE debe establecerse comunicación entre el instrumento y un computador; para ello se utiliza la aplicación software *Seaterm*, la cual permite preparar el instrumento para su despliegue y transferir al computador los datos almacenados en la tarjeta de memoria interna, entre otras funcionalidades.

Para el uso de *Seaterm* se deben efectuar los siguientes pasos:

- 1) Identifique el puerto al cual se conectará el instrumento: el cable del instrumento se conecta a un puerto COM³ o serial; sin embargo, en caso de que el computador no disponga de este puede utilizarse un convertidor de conexión RS232 a puerto USB.
- 2) Conecte el instrumento: quite el *plug* (note que existe un *ping* cuya función es de guía).
- 3) Una vez esté conectado el instrumento al computador, ejecute la aplicación *Seabird Seaterm V2*.
- 4) Seleccione el menú *Instruments* de la barra superior y elija el instrumento con el que está trabajando; a continuación, visualizará una nueva ventana para administrar las funciones de la aplicación *Seaterm* (Figura 2).

³ Puerto COM o puerto serie, es una interfaz de entrada/salida (E/S) que permite conectar un dispositivo serial a un computador. Adaptado de <https://www.serial-over-ethernet.com/es/serial-to-ethernet-guide/what-is-com-port/>.

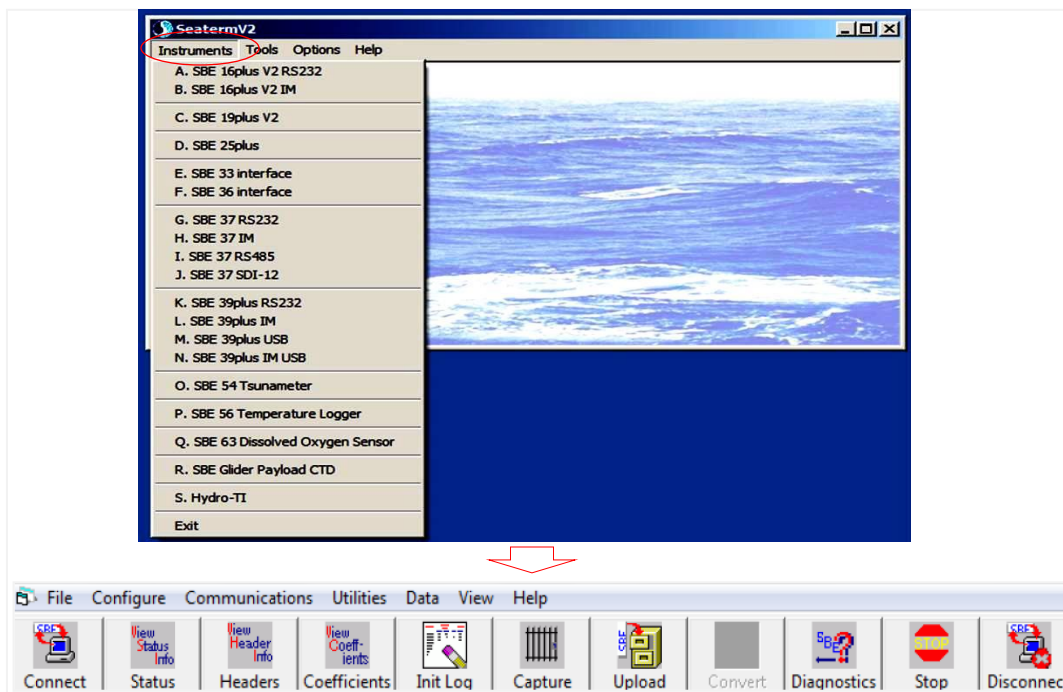


Figura 2. Proceso de selección del equipo con el programa Seaterm V2.
(Fuente: <https://www.seabird.com/static/list-items/seatermv2-2-7-0-en.jsp>).

5) Revise el estado del instrumento utilizando el comando Status (Figura 3).

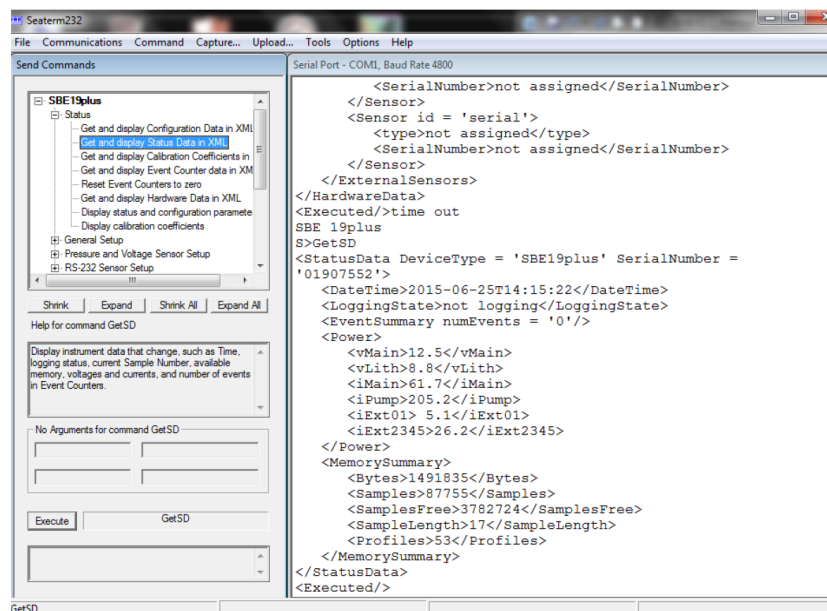


Figura 3. Software Seaterm V2 para la comunicación entre el computador y el CTD.
(Fuente: CPPS, 2015, p.6).

- 6) Verifique el puerto de comunicación con el comando `Status >> General Setup`.
- 7) Establezca la velocidad de conexión. Normalmente esta velocidad es de 9600 bds.
- 8) Verifique el voltaje de las baterías. Reemplácelas si su voltaje es inferior 8 voltios.
- 9) Establezca la fecha y hora en el instrumento con la opción `Status >> General setup >> command >> set local time`.
- 10) Para operar el instrumento para medir perfiles, verifique que esté configurado en modo `PROFILE`; para sembrar o fondear el CTD aplique el modo `MOORE`.
- 11) Si es necesario liberar espacio en la memoria interna del instrumento elija la opción `Status >> General Setup >> Initialize Logging` (Figura 4).

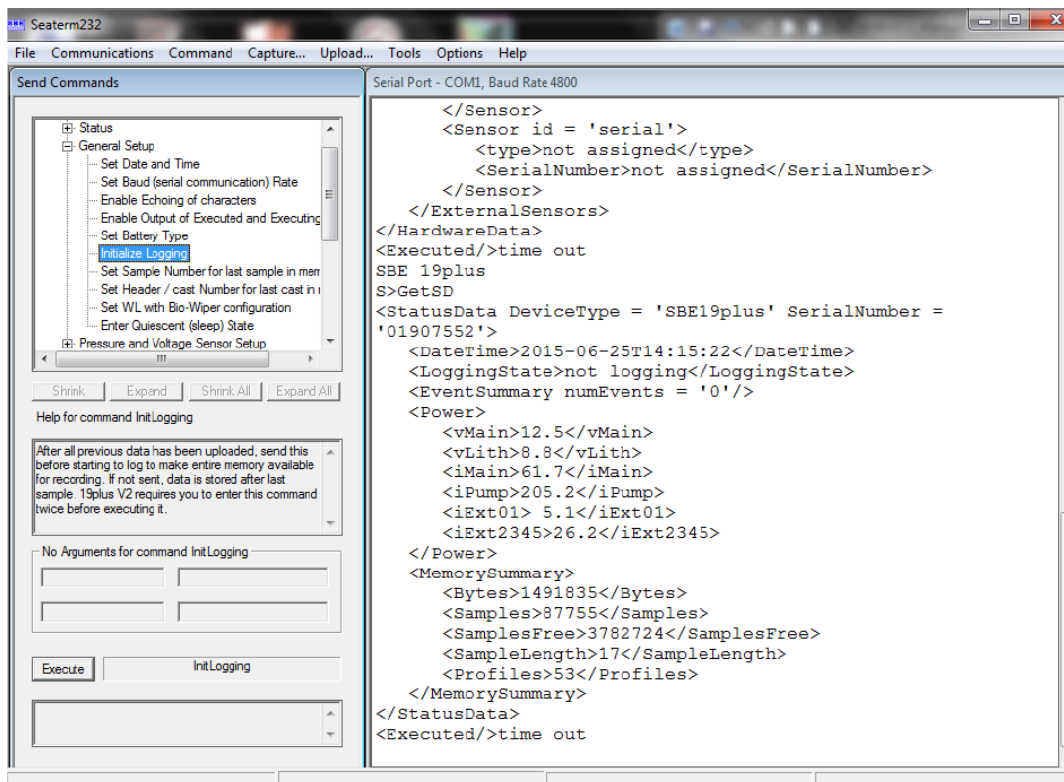


Figura 4. Menú para liberar la memoria interna del instrumento, borrando la información existente (Fuente: CPPS, 2015, p.7).



Nota:

Asegúrese de haber realizado un respaldo de la información existente en el instrumento, ya que el comando `Initialize Logging` borra los lanzamientos previos de la memoria interna.

Una vez haya efectuado los ajustes en la configuración del instrumento, ejecute nuevamente el comando `Status` y valide los cambios.

3.2. Metodología de campo

Para las recomendaciones generales de operación del CTD SEA-BIRD, inmersión y recuperación, extracción de datos e información, así como mantenimiento y conservación del instrumento, refiérase a las recomendaciones del GTE-BD, 2015 disponible en: <https://aquadocs.org/handle/1834/41347>.

4. CONTROL DE CALIDAD DE DATOS

4.1. Generalidades

Una revisión bibliográfica de las pruebas de calidad (QT, por sus siglas en inglés) que están siendo aplicadas a nivel mundial, permite establecer que, con el tiempo, diferentes instituciones han basado estas principalmente en las recomendaciones del programa internacional IODE dadas en IOC (1993). Desde entonces se han complementado teniendo en cuenta entre otros, que las metodologías han tenido que adaptarse a nuevas tecnologías y a la transmisión de datos en tiempo real.

Posteriormente y ante el creciente esquema de banderas de calidad que se venía implementando para diferentes disciplinas de datos del océano, el programa internacional IODE, en el marco de la iniciativa de estandarización de datos oceánicos, emitió recomendaciones para la aplicación de un esquema general de banderas de calidad para el intercambio de datos oceanográficos y marinos, dando lugar a los conceptos “control de calidad de segundo nivel”, en el cual se justifican las banderas de calidad, basándose en las QT o en el historial de procesamiento de los datos (IOC, 2013, p.4); y “control de calidad de nivel primario”, es decir, en el cual se definen únicamente los indicadores de calidad de los datos (IOC, 2013, p.3).

La aplicación de las pruebas de calidad descritas en el presente manual corresponde a un control de calidad de nivel primario y a una aproximación al control de calidad de segundo nivel, que conduce a la asignación de banderas de calidad recomendadas por el programa internacional IODE en IOC (2013, p.3) y en la escala de colores propuesta por IOOS (2019, p.13) (Tabla 2). Sin embargo, se invita a la aplicación de pruebas adicionales relacionadas con un sensor, un método o con una aplicación específica de los datos, en cuyos casos es complejo llevarlo a un estándar.

Tabla 2. Banderas de calidad IODE. (Traducido de IOC, 2013 p.3).

Código QF	Nombre corto	Definición
1	Bueno	Pasó las pruebas de control de calidad requeridas y documentadas.
2	No evaluada, no disponible o desconocida	Se utiliza cuando no se ha ejecutado una prueba de calidad o la calidad de los datos no está disponible.
3	Cuestionable o sospechoso	Falló una o varias pruebas subjetivas o métricas no-críticas documentadas.
4	Malo	Falló una o varias pruebas críticas o fundamentales documentadas.
9	Dato ausente	Usada para indicar que faltan datos.

Al finalizar la ejecución de cada QT se incorporará una de las banderas de calidad IODE a cada dato evaluado; para ello, en la matriz de datos se debe agregar un campo al costado derecho de cada parámetro con el encabezado QF [IODE⁴], en el cual se indicarán las banderas correspondientes (Figura 5).

Fecha [aaaa-mm-dd UT-5]	QFf(P1)	Hora [hh:mm:ss UT-5]	QFh(P1)	Latitud [deg]	Longitud [deg]	QF(P2)	QF(P5)	Estacion [#]	Profundidad [m]
ADATAA01	FLAGIODE	AHMSAA01	FLAGIODE	ALATGP01	ALONGP01	FLAGIODE	FLAGIODE	ACYCAA01	ADEPZZ01
Temperatura_agua [degC]	QFt(P3)	QF(P4)	QFt(P7)	QF_temperatura	Salinidad [psu]	QFs(P3)	QFs(P7)	QF_salinidad	
TEMPST01	FLAGIODE	FLAGIODE	FLAGIODE	FLAGIODE	SSALST01	FLAGIODE	FLAGIODE	FLAGIODE	

Figura 5. Encabezado de la matriz de datos para la asignación de banderas de calidad.

Lo anterior no limita la aplicación de banderas de calidad intermedias (Castañeda, Bernal, Ortiz, Gutiérrez y Marriaga, 2023) a lo largo de todo el flujo de trabajo ni la aplicación de otro tipo de banderas de calidad, siempre y cuando al final se llegue al esquema general del IODE para facilitar la comprensión del usuario. Además, durante todo el proceso tenga en cuenta que:

⁴ La codificación de parámetros aplicado en los encabezados de las plantillas de datos del Cecoldo, proviene del Diccionario de Parámetros del Centro Nacional de Datos Británico (BODC, por sus siglas en inglés).

- La calidad "Buena" (QF 1) se considera el indicador más alto en comparación con "No evaluada" (QF 2), ya que una vez que se ha realizado el control de calidad, esta última podría resultar en calidad buena, mala o cuestionable.
- La calidad "No evaluada" (QF 2) podría considerarse cuando la prueba no es concluyente entre "Bueno" (QF 1) y "Cuestionable" (QF 3).
- Una vez ejecutadas todas las pruebas, se asigna una única bandera de calidad que está dada por la QF de menor calidad.

4.2. Pruebas de calidad

Para la elección de las pruebas de calidad se identificaron los QT comúnmente aplicados por la Unión Europea (en su conjunto), el Sistema Integrado de Observación de los Océanos (IOOS, por sus siglas en inglés) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA, por sus siglas en inglés) o por los Estados miembros de la COI en el marco de las *Ocean Best Practices* del IODE, así como una descripción de las limitaciones que se tienen en la actualidad para su implementación en Colombia (Tabla 3). Una vez sean superadas estas limitaciones, los QT podrían ser analizados posteriormente e incluidos dentro del esquema de calidad de datos recomendado por el Cecoldo.

Tabla 3. Pruebas de calidad identificadas para los datos de CTD.

Pruebas de calidad	Fuente	Limitaciones para su implementación en el presente manual
Fecha/hora imposible	IOC, 2010	Ninguna
Ubicación geográfica imposible	IOOS, 2020a IOC, 2010	Ninguna
Valor globalmente imposible	Johnson <i>et al.</i> , 2013 IOC, 2010	Ninguna
Valor regionalmente imposible	IOC, 2010	Ninguna
Posición en tierra	IOC, 2010	Ninguna

Pruebas de calidad	Fuente	Limitaciones para su implementación en el presente manual
Prueba de desviación estándar de climatología mensual	IOOS, 2020a Johnson <i>et al.</i> , 2013 IOC, 2010	En la actualidad existe en el área marina de Colombia un Atlas de 1.5° que permitiría hacer una calificación de los datos de temperatura y salinidad, pero para la presente versión del manual no se abordará esta prueba.
Control de picos excesivos	IOOS, 2020a Johnson <i>et al.</i> , 2013 IOC, 2010	Ninguna
Desviación sesgo excesivo en comparación con un conjunto de datos de referencia	Johnson <i>et al.</i> , 2013	En la actualidad existe en el área marina de Colombia un Atlas de 1.5° que permitiría hacer una calificación de los datos de temperatura y salinidad, pero para la presente versión del manual no se abordará esta prueba.
Incertidumbre excesiva de los datos	Johnson <i>et al.</i> , 2013	En la actualidad existe en el área marina de Colombia un Atlas de 1.5° que permitiría hacer una calificación de los datos de temperatura y salinidad, pero para la presente versión del manual no se abordará esta prueba.
Relación X / Y inesperada	Johnson <i>et al.</i> , 2013	Ninguna. Se implementa un filtro de la relación temperatura-salinidad (T-S).
Gradiente espacial excesivo o verificación de patrón ("diana")	Johnson <i>et al.</i> , 2013 IOC, 2010	En la actualidad existe en el área marina de Colombia un Atlas de 1.5° que permitiría hacer una calificación de los datos de temperatura y salinidad, pero para la presente versión del manual no se abordará esta prueba.
Por encima o por debajo del límite de detección del sensor	Johnson <i>et al.</i> , 2013 IOC, 2010	Ninguna, pero es dependiente de los diferentes instrumentos, por lo que no es aplicable en esta generalidad.

Pruebas de calidad	Fuente	Limitaciones para su implementación en el presente manual
Valor interpolado (no medido)	Johnson <i>et al.</i> , 2013	Aplica en la medida en que esta información haga parte del metadato.
Valor de compensación corregido relativo a un dato de referencia	Johnson <i>et al.</i> , 2013	Requiere de la construcción de una metodología que incluye el análisis de los datos de cada sensor de la red. Depende de intercalibración periódica de sensores. Por lo anterior, no se abordará para la presente versión del manual.
Inspección visual o revisión de expertos	Johnson <i>et al.</i> , 2013 IOC, 2010	Ninguna
Rata de cambio en el tiempo o variabilidad mínima	IOOS, 2020a	Ninguna. En el proceso se llamó prueba de variabilidad mínima requerida.

De acuerdo con las limitaciones de cada uno de los QT identificados en la Tabla 3, en los siguientes apartados se describen las pruebas de calidad recomendadas por el Cecoldo para los datos de CTD (Tabla 4).

Tabla 4. Pruebas de calidad acordadas para el manual del Cecoldo sobre calidad de datos de salinidad y temperatura obtenidos con CTD.

Id.	Prueba de calidad
1	Fecha/hora imposibles
2	Posición geográfica imposible
3	Posición geográfica en tierra
4	Valor globalmente imposible
5	Valor regionalmente imposible
6	Posición imposible o en tierra
7	Variabilidad mínima
8	Control de picos excesivos
9	Revisión de experto

Cabe aclarar que se puede considerar que algunas de estas pruebas se realicen dentro del instrumento, donde los umbrales se definen en archivos de configuración; asimismo, que, aunque más pruebas implican un esfuerzo de control de calidad más sólido, hay muchas razones que pueden justificar no ejecutar todas ellas (adaptado de IOOS, 2019). Para estos últimos casos y teniendo en cuenta las limitaciones que se puedan presentar, solo será necesario documentar las pruebas que se acuerden aplicar a las observaciones.

4.2.1. Prueba 1: fecha y hora imposibles.

Prerrequisitos	Los datos deben estar bajo el estándar ISO 8601 en el formato de fecha AAAA-MM-DD y hora HH:MM:SS.
Descripción	<p>Pruebe si la fecha y hora de la observación son razonables, lo cual se hace evaluando cada componente de la variable por separado, así: año, mes, día, hora y minutos. Cada una de estas pruebas tiene la capacidad de inferir un valor correcto ejecutando las siguientes reglas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Compruebe si el año está en el pasado. Si no es así, el sistema marca el año como incorrecto (QF 4). 2) Compruebe si el mes tiene un valor entre 1 y 12 y si la fecha no es mayor que la actual. Si cualquiera de estas pruebas falla, se marca el mes como incorrecto (QF 4). 3) Si el día es un valor permitido para el mes y año dados (siempre y cuando el año o mes no se hayan marcado previamente como erróneos), y si el año, mes y día no son mayores que el actual. Si alguna de estas pruebas falla se marca el día como incorrecto (QF 4). 4) Compruebe si la hora es un valor entre 0 y 23, y si el tiempo es mayor que el actual. Si alguna de estas pruebas falla, se marca el día como incorrecto (QF 4). 5) Compruebe si los minutos tienen un valor entre 0 y 59, y si el tiempo es mayor que el actual. Si alguna de estas pruebas falla, la bandera de calidad se coloca como incorrecto (QF 4). 6) La última parte comprueba si los segundos tienen un valor entre 0 y 59, y si el tiempo es mayor que el actual. Si alguna de estas pruebas falla, la bandera de calidad se coloca como incorrecto (QF 4).

Condiciones para la asignación de QF Si no pasa el conjunto de pruebas asigna QF 4 y si pasa las pruebas se asigna QF 1.

Observaciones o excepciones Ninguna

Diagrama de flujo Figura 6

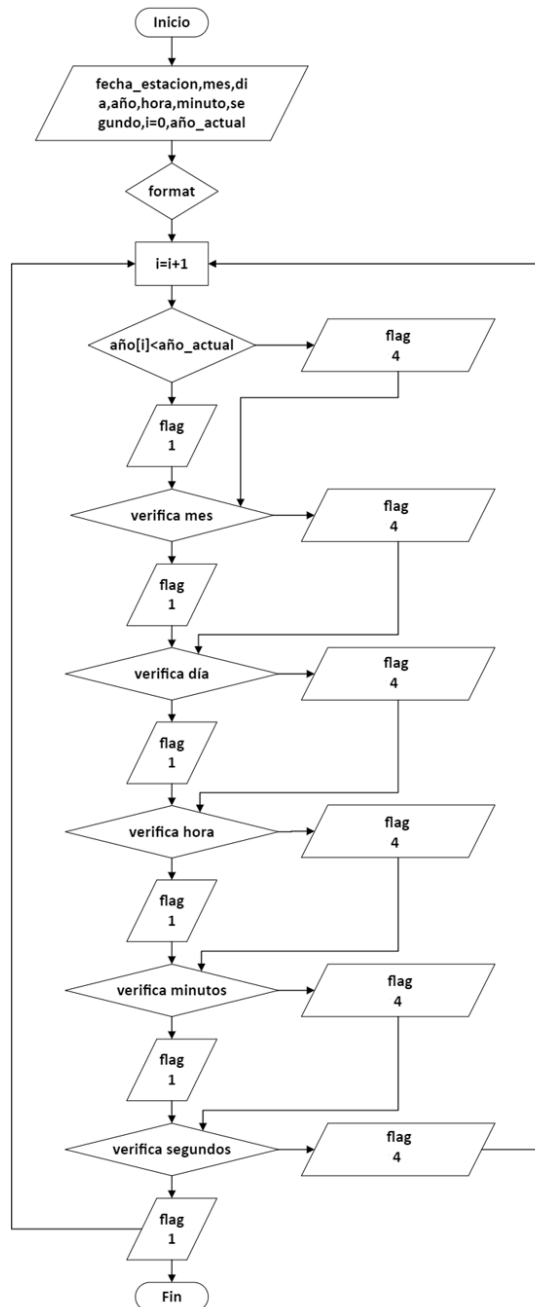


Figura 6. Diagrama de flujo de la QT “fecha y hora imposibles”.

4.2.2. Prueba 2: posición geográfica imposible.

Prerrequisitos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los datos de latitud y longitud deben estar bajo el estándar ISO 6709, en grados decimales con signo. ▪ Si los valores de longitud y latitud están expresados en un sistema de coordenadas geográficas diferente a WGS84 deben ser convertidos.
Descripción	<p>Esta prueba en general verifica que las variables geográficas asociadas a los datos oceanográficos (latitud y longitud) tengan valores posibles. Inicia verificando que la latitud esté entre -90° y 90°, mientras que la longitud debe estar entre los -180° y 180° norte.</p>
Condiciones para la asignación de QF	<p>Si no pasa el conjunto de pruebas asigna QF 4 y si pasa las pruebas se asigna QF 1.</p>
Observaciones o excepciones	<p>Para datos obtenidos en el territorio marítimo colombiano, además se prueba si las coordenadas geográficas están en el mar Caribe y/o en el océano Pacífico colombiano. Lo anterior se hace dividiendo la prueba en dos partes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se verifica si la latitud se encuentra entre -90° y 90°. Si está en el rango pasa inmediatamente a la segunda parte de la prueba. En caso contrario y como alternativa de evaluación, verifica si se conoce el identificador de la estación para que junto con la latitud, longitud, fecha y hora de la observación se proceda a hacer la validación. Si no se conoce el identificador, el sistema marcará la latitud como errónea con la QF 4 y pasa a la siguiente prueba. 2) Se verifica si la longitud se encuentra entre -180° y 180°. Después ejecuta las mismas validaciones que para la latitud.
Diagrama de flujo	Figura 7

4.2.3. Prueba 3: posición geográfica en tierra.

Prerrequisitos	Archivo de datos con la batimetría oceánica.
	<p>Esta prueba verifica si la posición geográfica de la observación está en tierra o en agua. Lo anterior lo hace comparando cada una de las posiciones geográficas de los datos oceanográficos con un archivo de valores batimétricos previamente conocidos.</p> <p>La prueba comienza verificando si a la latitud o longitud de la estación se le asignó una bandera de calidad QF 4 (configurado como dato erróneo). Si es así entonces, se termina la prueba; en caso contrario, la posición de la estación es cotejada con un archivo de batimetría oceánica para determinar si la posición de la observación está en tierra o no.</p>
Descripción	<p>Si la posición está en mar, se examina para determinar si hay una profundidad asociada a la estación y que la bandera de calidad no sea QF 4. Si no hay profundidad de la estación o si el valor está marcado como erróneo, el procesamiento termina y se pasa a la siguiente prueba. Si la profundidad de la estación está presente y no está marcado como dato erróneo, se compara con el archivo de batimetría en la posición geográfica de la estación. Si están de acuerdo dentro del 10 %, pasa a la siguiente prueba. Si no concuerdan, el identificador, fecha, hora, posición, sondeo y profundidad del archivo de batimetría y las banderas de calidad se muestran para la estación en consideración y otras estaciones en la vecindad para que el usuario intente inferir la profundidad correcta.</p>
Condiciones para la asignación de QF	<p>Si la bandera de calidad asignada previamente en el QT 2 es mala, asignará la misma bandera en esta prueba.</p> <p>Si se determina que la observación está en tierra, se examina el identificador para ver si se conoce. Si no es así, el sistema marca la posición como cuestionable. Si se acepta, se establece que la bandera de calidad en la latitud y la longitud sea "3" y el procesamiento pasa a la siguiente estación. Si el sistema marca la posición como cuestionable, la latitud y la longitud se marcan como erróneas y el procesamiento pasa a la siguiente prueba.</p> <p>Si no pasa el conjunto de pruebas asigna QF 4 y si pasa las pruebas se asigna QF 1.</p>

Observaciones o excepciones

Ninguna

Diagrama de flujo

Figura 7

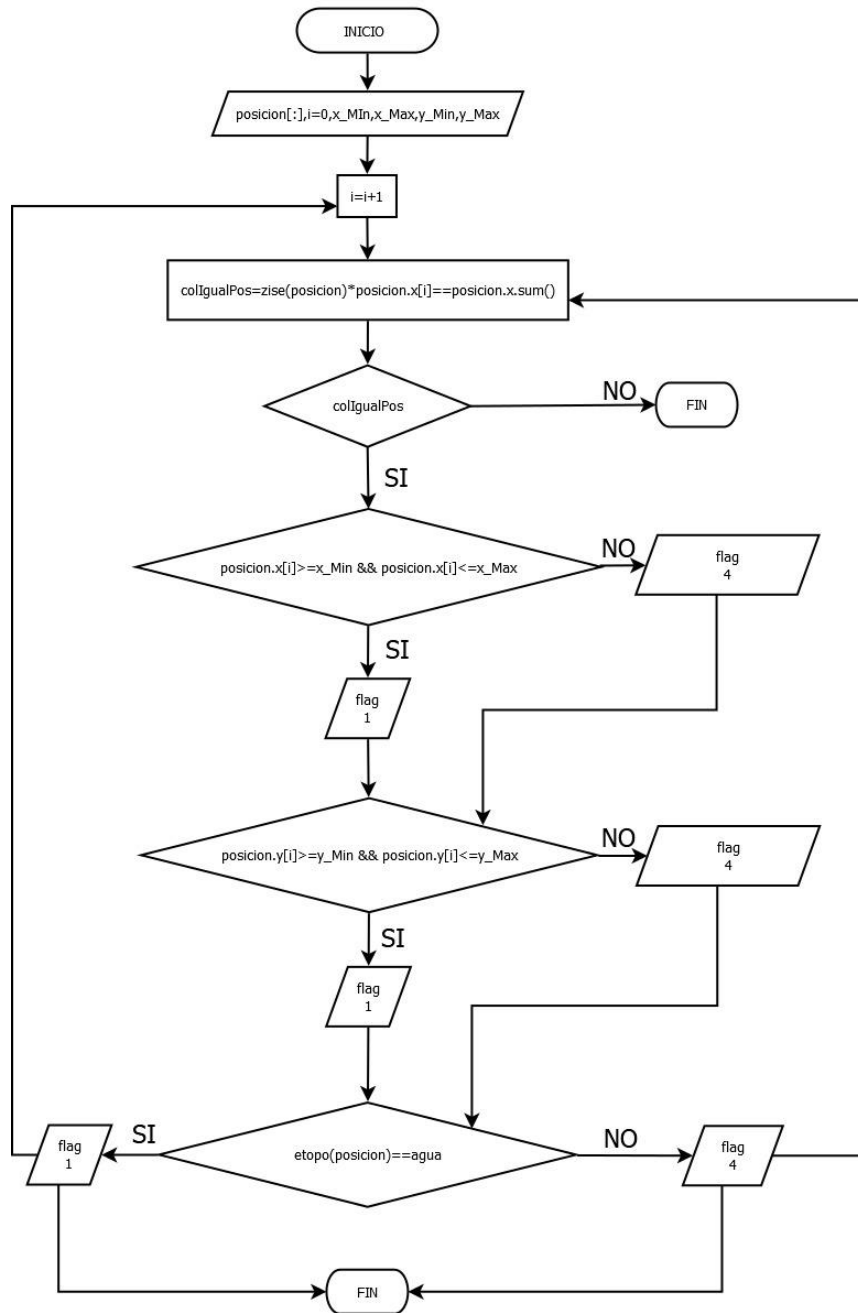


Figura 7. Diagrama de flujo de los QT “ubicación geográfica imposible” y QT “posición geográfica en tierra”.

4.2.4. Prueba 4: valor globalmente imposible.

Prerrequisitos	Temperatura del agua expresada en grados Celsius y salinidad en unidades prácticas de salinidad (ups). El objetivo de esta prueba es verificar si los valores de las variables están dentro de límites de rango aceptables previamente definidos. Los límites de los diferentes parámetros oceanográficos dependen de las condiciones o del área de muestreo con el CTD.
Descripción	En esta etapa del control de calidad se pueden establecer como amplios y generales. Los posibles valores de límite fijo implementados para el presente caso son: <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura del agua: -4°C y +39°C - Salinidad: 10 ups y 38 ups
Condiciones para la asignación de QF	Si el valor está fuera del límite de rango globalmente aceptable se marcará como dato erróneo (QF 4), y si pasa la prueba se asigna QF 1.
Observaciones o excepciones	Ninguna
Diagrama de flujo	Figura 8

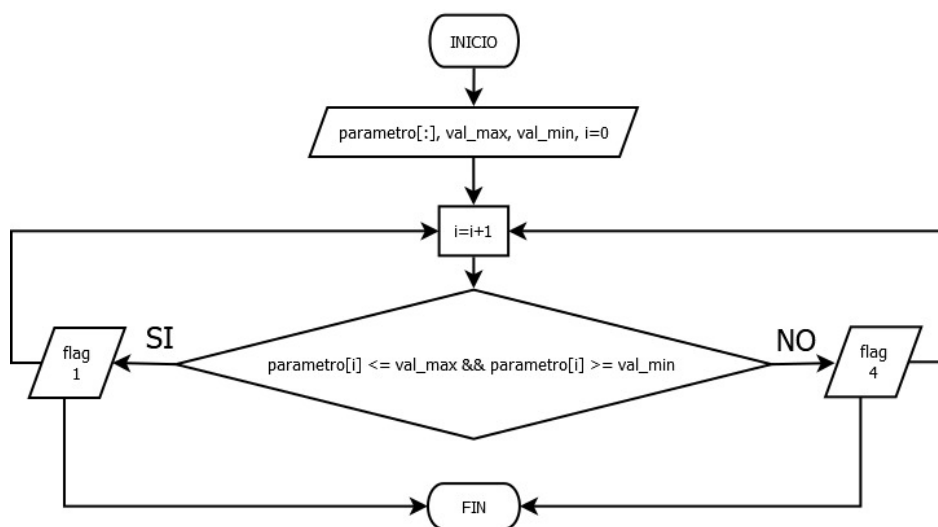


Figura 8. Diagrama de flujo del QT “valor globalmente imposible”.

4.2.5. Prueba 5: valor regionalmente imposible.

Prerrequisitos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatura del agua expresada en grados Celsius. ▪ Haber ejecutado previamente los siguientes QT: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Prueba No. 2 “Posición geográfica imposible” ✓ Prueba No. 4 “Valor globalmente imposible”
Descripción	<p>Esta prueba permite efectuar una evaluación más precisa de los valores de la temperatura del agua, en función de la región geográfica en la que se efectuó la observación. Para empezar se examinan las banderas de calidad asignadas a la latitud y longitud. Si alguno fue marcado como erróneo (QF 4) se examinan los datos de la siguiente estación. Si la posición geográfica no es errónea y la estación se encuentra dentro de los límites de la región geográfica colombiana se compara cada valor del parámetro del perfil de datos con los valores de la Tabla 5.</p>
Condiciones para la asignación de QF	<p>Si el valor está fuera del límite de rango regionalmente definido se marcará como dato cuestionable (QF 3), y si pasa la prueba se asigna QF 1.</p>
Observaciones o excepciones	<p>La prueba descrita se aplica a la temperatura del agua y no a la salinidad.</p>
Diagrama de flujo	<p>Figura 9</p>

Tabla 5. Rangos de temperatura del agua y profundidad de la medición.
(Fuente: Andrade, Rangel y Herrera, 2015).

Parámetro	Mínima	Máxima
Mar Caribe colombiano		
Temperatura del agua	13.0°C	35.0°C
Profundidad o sondaje	2.0 m	5200 m
Océano Pacífico colombiano		
Temperatura del agua	2.7°C	35.0°C
Profundidad o sondaje	2.0 m	4500 m

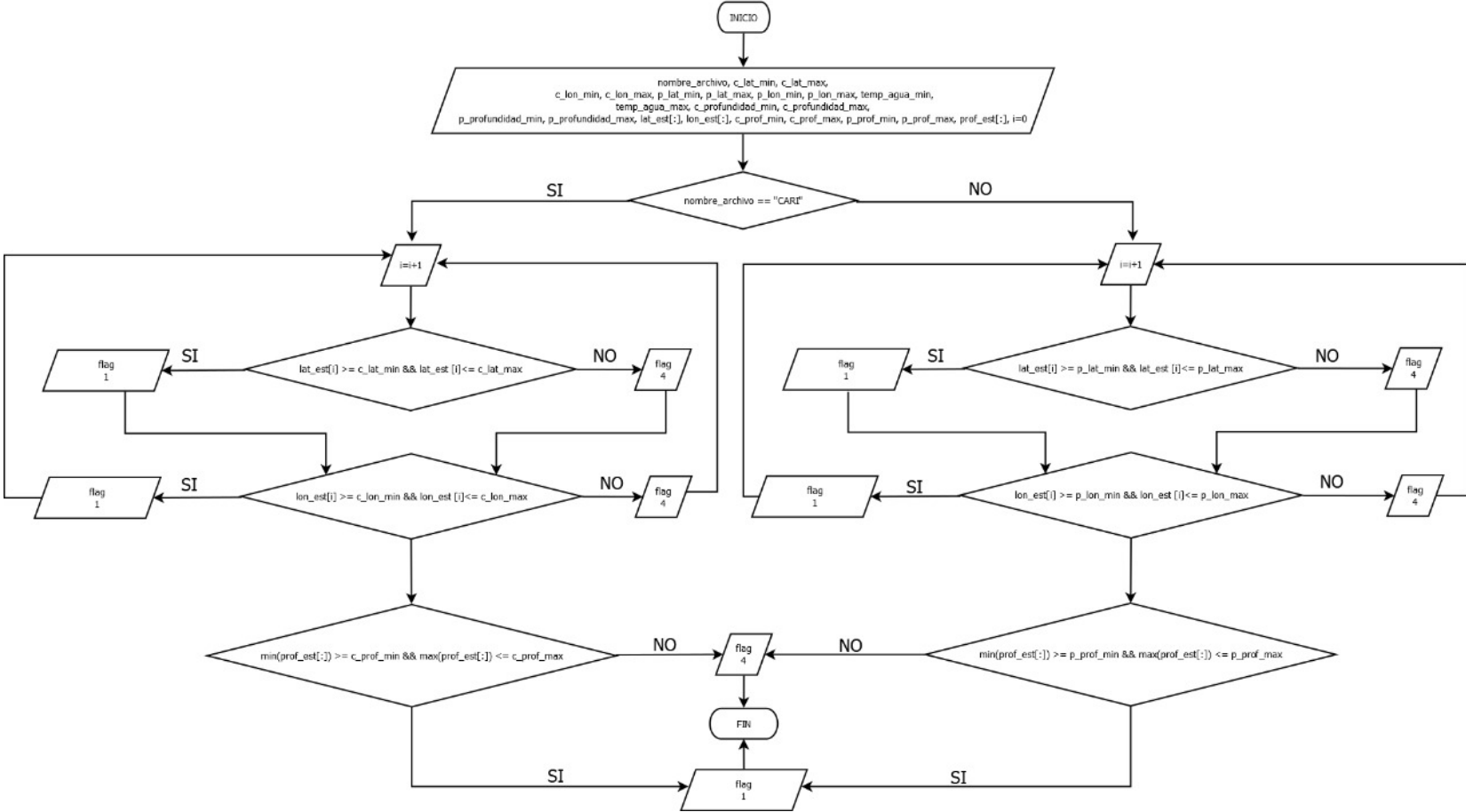


Figura 9. Diagrama de flujo del QT "valor regionalmente imposible".

4.2.6. Prueba 6: variabilidad mínima.

Prerrequisitos	Haber ejecutado previamente los QT acordados.
Descripción	<p>También denominada “prueba de persistencia”, consiste en verificar la variabilidad mínima en valores durante un período determinado, una vez se han efectuado mediciones durante la permanencia del CTD sembrado en una profundidad fija. Los límites recomendados de variabilidad mínima requerida pueden ser los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatura del agua: 0.1°C durante los últimos 10 minutos. ▪ Salinidad: 0.1 Siemens por metro (S/m) durante los últimos 10 minutos.
Condiciones para la asignación de QF	Si el valor no pasa la prueba se marcará como dato cuestionable (QF 3), y si pasa la prueba se asigna QF 1.
Observaciones o excepciones	Solo aplica para CTD sembrados en una profundidad fija.
Diagrama de flujo	Figura 10

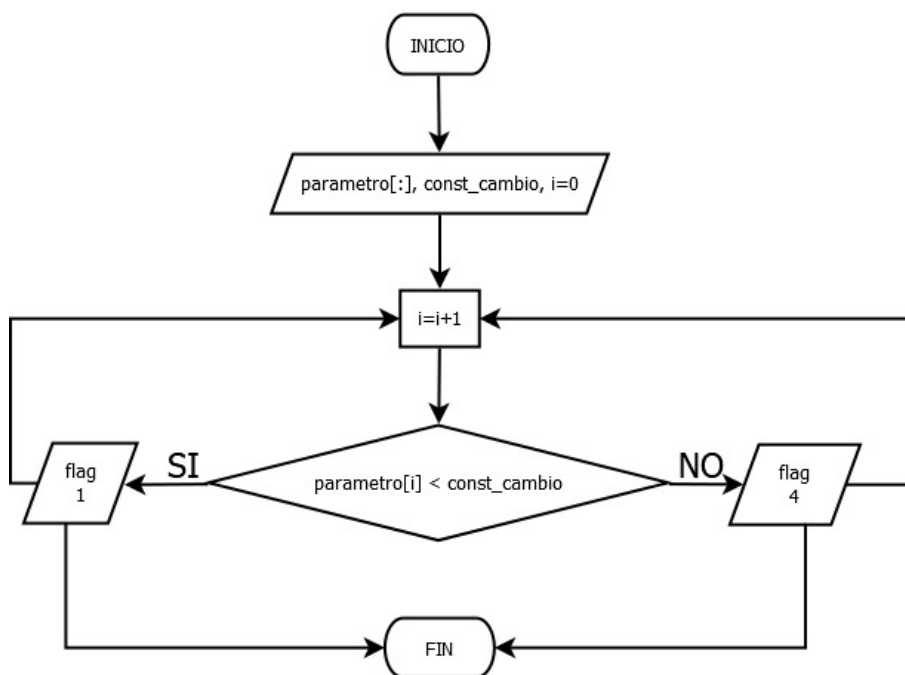


Figura 10. Diagrama de flujo del QT “variabilidad mínima”.

4.2.7. Prueba 7: control de picos excesivos.

Prerrequisitos	Haber ejecutado previamente los QT acordados.
Descripción	<p>Los picos generalmente se consideran puntos singulares que están fuera de rango en comparación con los valores circundantes. Para determinar si un valor en el perfil representa un pico se utiliza el siguiente algoritmo:</p> <p>Si $V2 - ((V3 + V1) / 2) - V1 - V3 / 2 > V \text{ UMBRAL}$ Entonces V2 supera la prueba de pico.</p> <p>El umbral de parámetro que se tiene en cuenta en la prueba es:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura del agua: 2.0°C - Salinidad: 0.3 ups
Condiciones para la asignación de QF	Si el valor no pasa la prueba se marcará como dato cuestionable (QF 3) y si pasa la prueba se asigna QF 1.
Observaciones o excepciones	Ninguna.
Diagrama de flujo	Figura 11

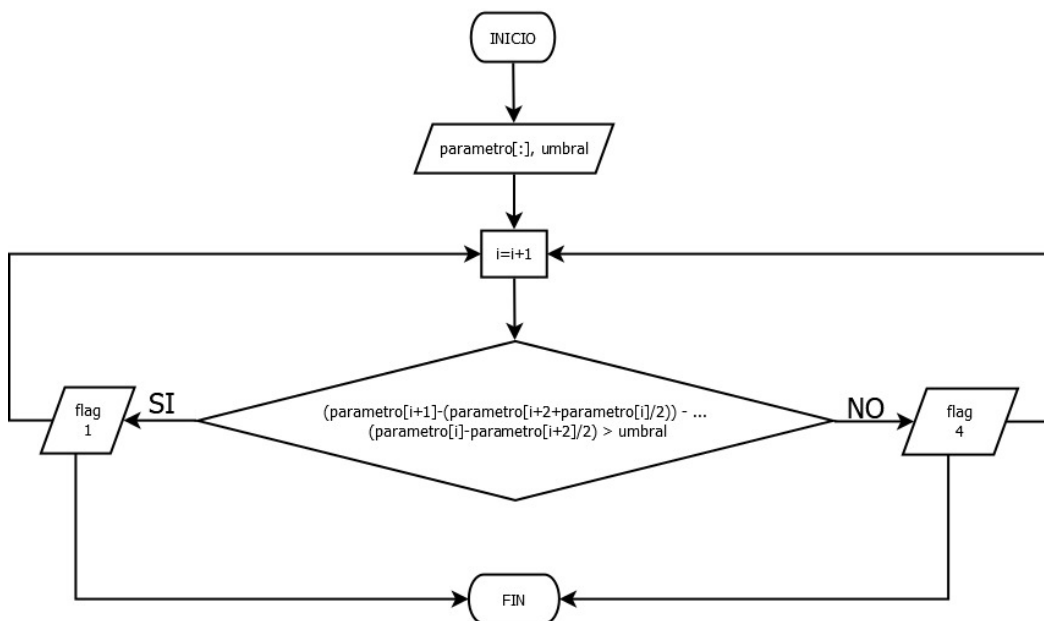


Figura 11. Diagrama de flujo del QT “picos excesivos”.

4.2.8. Prueba 8: revisión de experto.

Prerrequisitos	Haber ejecutado previamente los QT acordados.
Descripción	<p>Como etapa final del proceso de control de calidad de datos es necesario realizar una inspección visual de los resultados para analizar los indicadores de calidad asignados a cada dato (ya sea de forma manual o automática), y advertir los datos cuestionables o malos que han sido marcados por las pruebas sobre un perfil dado. Por lo tanto, como etapa final del proceso, los datos calificados y debidamente etiquetados se mostrarán en una gráfica.</p> <p>Cabe anotar que este proceso de análisis es importante en el control de calidad de los datos y debe ser adelantado por un experto que pueda evidenciar posibles problemas técnicos ocurridos en campo o fenómenos climáticos asociados a la variación de los parámetros que expliquen un valor inusual, anomalías o sesgos, entre otros.</p> <p>Para ello, una vez ejecutadas todas las pruebas es necesario asignar una bandera de calidad final a cada dato, la cual estará determinada por la bandera de menor calidad entre las banderas posibles: 1, 3, 4. Esta bandera final será la revisada por el experto con apoyo gráfico.</p> <p>Un ejemplo de este tipo de gráficas se aprecia en la Figura 12, en la cual el experto verifica que no puede haber valores de salinidad inferiores a 10 ups en la zona evaluada y confirma las banderas asignadas en las pruebas.</p> <p>A partir del análisis de procesos que se encuentran fuera del alcance del presente manual, el experto puede tomar la decisión de hacer correcciones en las banderas de calidad previamente asignadas a cada dato.</p>
Condiciones para la asignación de QF	Si el valor no pasa la prueba se marcará como dato malo (QF 4) o cuestionable (QF 3), o continuará con la bandera de calidad previamente asignada. Si pasa la prueba se asigna QF 1.

Observaciones o excepciones

Se recomienda que el experto tenga acceso a los datos primarios (*raw data*); es decir, a los datos sin procesar y a las variables muestreadas disponibles en los archivos hexadecimal (HEX) y CNV del CTD, en caso de requerir validar alguna inconsistencia que pueda identificar visualmente en los datos.

Diagrama de flujo

No aplica.

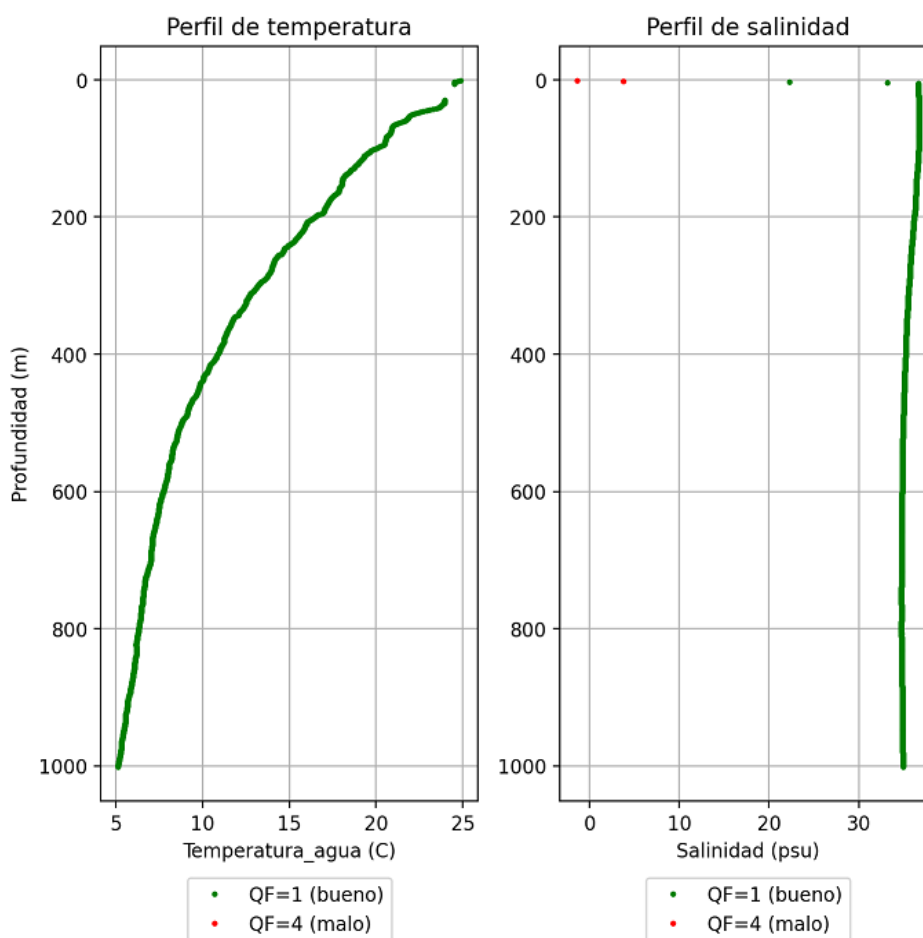


Figura 12. Ejemplo de una salida gráfica para perfiles de temperatura y salinidad calificados e indicando en colores la bandera de calidad asignada.

REFERENCIAS

- Andrade, C.; Rangel, O.; Herrera, E. (2015). *Atlas de los datos oceanográficos de Colombia 1922-2013. Temperatura, salinidad, densidad, velocidad geostrófica*. Cartagena de Indias D. T. y C, Colombia: Ed. Dimar. <https://doi.org/10.26640/9789585897809.2015>
- Castañeda, D.; Bernal, N.; Ortiz, R.; Gutiérrez, M.; y Marriaga, L. (2023). Metodología para control de calidad de datos de temperatura del mar, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 52(1). 93-116. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2023.52.1.1170>
- Comisión Permanente del Pacífico Sur. (2015). *Protocolo del uso del CTD Sea-Bird y procesamiento de datos*. Guayaquil, Ecuador. CPPS. <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-1098>
- Intergovernmental Oceanographic Commission. (1993). *Manual of quality control procedures for validation of oceanographic data*. Paris: IOC of Unesco. <https://aquadocs.org/handle/1834/2849>
- Intergovernmental Oceanographic Commission. (2010). GTSP Real-Time Quality Control Manual. Manuals and Guides No. 22 (Revised version 1.0). *IOC Manuals and Guides* N°. 22. <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-1425>
- Intergovernmental Oceanographic Commission. (2013). *Ocean Data Standards, Vol.3: Recommendation for a Quality Flag Scheme for the Exchange of Oceanographic and Marine Meteorological Data*. Paris: IOC of Unesco. <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-6>
- Intergovernmental Oceanographic Commission. (2019). *IODE Quality Management Framework for National Oceanographic Data Centres and Associate Data Units* (Revised edition). (IOC Manuals and Guides 67, rev. ed.). Paris: IOC of Unesco. https://www.iode.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=12661
- Integrated Ocean Observing System. (2020a). *Manual for real-time quality control of in-situ temperature and salinity data. Version 2.1*. IOOS. https://cdn.ioos.noaa.gov/media/2020/03/QARTOD_TS_Manual_Update2_200324_final.pdf

- Integrated Ocean Observing System. (2020b). *Manual for Real-Time Oceanographic Data Quality Control Flags. Version 1.2*. IOOS. https://cdn.ioos.noaa.gov/media/2020/07/QARTOD-Data-Flags-Manual_version1.2final.pdf
- IOOS. (2019). *Manual for Real-Time Quality Control of In-Situ Current Observations Version 2.1*. [https://cdn.ioos.noaa.gov/media/2019/08/QARTOD Currents Update Secund_Final.pdf](https://cdn.ioos.noaa.gov/media/2019/08/QARTOD_Currents_Update_Secund_Final.pdf)
- Johnson, D.; Boye, T.; García, H.; Locarnini, R.; Baranova, O.; Zweng, M. (2013). *World Ocean Database 2013 User's Manual. NODC Internal Report 22, Silver Spring*: NOAA Printing Office. <https://doi.org/10.7289/V5DF6P53>
- Organización Meteorológica Mundial. (2018). *Guía de instrumentos y métodos de observación. Volumen V – Garantía de la calidad y gestión de los sistemas de observación (OMM N°. 8)*. Ginebra, Suiza: OMM. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10032
- Ortiz-Martínez, R. (2008). Introducción a la gestión de datos oceanográficos. En: *Gestión datos e información oceanográfica colombiana*. (pp. 43-62). Bogotá: Editorial Dimar. <https://doi.org/10.26640/9789589907672.2008>
- Sea Bird Electronics-SBE. (2016). *SBE 19plus V2 SeaCAT Profiler. Conductivity, Temperature, and Pressure Recorder with RS-232 Interface. User's Manual. Version 018*. <https://www.seabird.com>
- Servicio Geológico de los Estados Unidos. (2023). *Manage Quality: Quality Assurance (QA) - Preventing Data Issues*. USGS. Downloaded 1/8/2023 from: <https://www.usgs.gov/products/data-and-tools/data-management/manage-quality>
- USGS. (Sin fecha). *Manage Quality: Quality Assurance (QA) - Preventing Data Issues*. <https://www.usgs.gov/products/data-and-tools/data-management/manage-quality>



www.dimar.mil.co

Ministerio de Defensa Nacional
Dirección General Marítima

Línea de Atención al Ciudadano 01 8000 115 966
Sede Central (+57) 601 328 6800 en Bogotá D.C.
Línea Anticorrupción y Antisoborno 01 8000 911 670
dimar@dimar.mil.co



@DimarColombia



Descarga:
Navega Seguro

