

PROTOCOLO DE MUESTREO

Aseguramiento y control de calidad para la toma de
muestras en terreno del
Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL)



DIRECCIÓN DE INTERESES MARÍTIMOS
Y MEDIO AMBIENTE ACUÁTICO

Junio 2021

INDICE

I.-	INTRODUCCIÓN	4
II.-	ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD	5
1.	Planificación del muestreo	5
2.	Documentación asociada al muestreo	9
	a) Ficha de terreno; cadenas de custodia y hojas de ruta	9
	b) Identificación de las muestras.....	10
3.	Set de envases	10
4.	Transporte e integridad de las muestras	10
5.	Georreferenciación de las estaciones de muestreo.....	11
III.-	MATRIZ ACUOSA.....	12
1.	Generalidades.....	12
	a) Muestreo desde embarcaciones menores.....	12
	b) Cadena de frío	13
	c) Preservación de las muestras de agua.....	13
2.	Muestreo en la matriz acuosa.....	14
	a) Recolección de muestras de agua.....	14
	b) Llenado de envases con muestras de agua	15
	c) Mediciones <i>in situ</i> en la columna de agua	16
	1) Medidor multiparamétrico para agua HANNA HI-9829	16
	2) Disco Secci	17
IV.-	MATRIZ SEDIMENTARIA.....	19
1.	Generalidades.....	19
2.	Muestreo en la matriz sedimentaria	19
	a) Recolección de muestras de sedimentos mediante buceo.....	20
	b) Mediciones <i>in situ</i> en los sedimentos	22
	1) Medidor multiparamétrico para sedimentos HANNA HI-98191.....	22
	2) Medidor multiparamétrico para agua en estaciones de sedimento	23
	c) Llenado de envases con muestras de sedimentos.....	24
V.-	MATRIZ BIOLÓGICA.....	24
1.	Generalidades.....	24
2.	Recolección de muestras de biota.....	25
3.	Preservación de las muestras de biota.....	25

TABLAS

TABLA N°1: Clasificación del tipo de matriz ambiental, según las características del cuerpo de agua monitoreado en el POAL

TABLA N° 2: Analitos de estudio según el tipo de matriz asociado al cuerpo de agua

ANEXOS

ANEXO “A”: Formato carta de custodia Anam

ANEXO “B”: Formato de hojas de ruta Anam

ANEXO “C”: Formato de ficha de terreno POAL (.xls)

ANEXO “D”: Pack básico de insumos y equipos multiparamétricos

ANEXO “E”: Composición set POAL: Tipo de envases y preservantes

I.- INTRODUCCIÓN

El medio marino y específicamente los ecosistemas costeros, son receptores de múltiples actividades antrópicas que involucran tráfico marítimo, descargas de residuos líquidos industriales y domiciliarios, actividades acuícolas y recreacionales, por nombrar algunas, por ende, requieren especial atención en cuanto al seguimiento de sus condiciones ambientales, calidad y mantención de sus servicios ecosistémicos.

Si bien la alta variabilidad en las condiciones hidrográficas, intrínsecas a la zona costera y con mayor énfasis en Chile, por el amplio gradiente latitudinal, dificultan establecer condiciones de calidad ambiental, rígidas y estandarizadas para todo el país, es necesario determinar las concentraciones de los principales analitos asociados a las distintas actividades antrópicas de zonas relevantes. Para lograr este objetivo, se deben establecer las condiciones de aseguramiento de calidad, bajo las cuales se realizarán los monitoreos de control y seguimiento ambiental.

El presente protocolo de muestreo está diseñado para los profesionales de las Gobernaciones Marítimas, en la realización de la toma de muestras en el marco del Programa de Observación del Ambiente Litoral, en adelante POAL, para el período 2019-2023. Su principal objetivo es garantizar que la recolección de las muestras se realice con técnicas, materiales y documentación adecuada, que permitan su posterior identificación, trazabilidad y análisis en el laboratorio, otorgando validez al proceso y facilitar la interpretación de los resultados.

II.- ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD PARA LA TOMA DE MUESTRAS EN TERRENO

Los procedimientos de Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad, son necesarios para que los datos ambientales alcancen un nivel aceptable de calidad. Que la calidad obtenida este adecuadamente documentada, permite controlar la eficacia de la metodología de muestreo, permite demostrar que las diversas etapas del proceso de toma de muestras están controladas y son las adecuadas para los objetivos, incluyendo el control adecuado sobre las fuentes de error tales como la contaminación de la muestra. Para lograr esto, el procedimiento de control de calidad permite proporcionar una forma que permita detectar errores en todo el proceso, y, por lo tanto, un medio de rechazo de datos no válidos o engañosos resultantes del proceso de muestreo; asimismo, permiten cuantificar y controlar las fuentes de error que se presentan en el muestreo.

1. Planificación del muestreo

La preparación y planificación de un muestreo y los documentos asociados es una parte vital de cualquier actividad de muestreo y análisis que genere datos ambientales. El POAL, se lleva a cabo entre los meses de Abril-Mayo y Octubre-Noviembre de cada año. Para el período 2019-2023, de Arica a San Antonio junto con Bahía Fildes, se realiza una vez al año y desde Talcahuano a Punta Arenas, dos veces al año.

Para llevar a cabo la planificación, la Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático, en adelante DIRINMAR, solicita a las Gobernaciones Marítimas mediante mensaje naval en los meses marzo y agosto, las fechas específicas para ejecutar los muestreos. La DIRINMAR establece la calendarización y coordina el envío del material para que sea recepcionado al menos 4 días hábiles antes de la fecha de muestreo, a cada repartición. Es fundamental que una vez recibido el material se corrobore de acuerdo a las especificaciones detalladas en el Anexo E.

En virtud a las diferentes actividades antrópicas que se desarrollan en el borde costero, se han definido distintos tipos de análisis para las matrices ambientales del POAL. La identificación del tipo de matriz para cada cuerpo de agua es informada en la etapa de coordinación. La Tabla N° 1, detalla el tipo de matriz ambiental, según las características de cada cuerpo de agua, en tanto que en la Tabla N° 2, se identifican los distintos analitos que se evalúan para cada uno de los tipos de matriz ambiental.

Tabla N° 1: Clasificación del tipo de matriz ambiental, según las características del cuerpo de agua monitoreado en el POAL.

Gobernación Marítima	Cuerpo de agua	Matriz acuosa	Matriz sedimentaria	Matriz biológica
Antofagasta	Tocopilla	A	A	A
	Mejillones	A	A	A
	Antofagasta	A	A	A
	Taltal	N/A	B	A
Arica	Arica	A	A	A
	Caleta Vitor	N/A	A	N/A
Aysén	Puerto Chacabuco	A	A	N/A
	Lago General Carrera	A	A	N/A
Caldera	Chañaral	C	C	A
	Caldera	B	A	A
	Huasco	B	C	A
	Ensenada Chapaco	N/A	A	A
Castro	Canal Dalcahue	C	B	A
	Castro	C	B	A
	Canal Caucahue	C	B	A
	Ancud	C	B	N/A
	Cucao	C	B	A
	Queilen	C	B	N/A
	Lago Natri	C	B	N/A
	Chaitén	C	N/A	A
	Canal Hudson	C	B	N/A
	Canal Yal	C	B	N/A
	Quellón	C	B	A

Gobernación Marítima	Cuerpo de agua	Matriz acuosa	Matriz sedimentaria	Matriz biológica
Coquimbo	Coquimbo	A	A	N/A
	La Herradura	N/A	A	N/A
	Los Vilos	N/A	A	N/A
Iquique	Iquique	A	A	N/A
	Patache	B	A	A
Puerto Montt	Puerto Montt	C	B	A
	Seno de Reloncaví	C	B	A
	Calbuco	C	B	A
	Pargua	C	B	N/A
Punta Arenas	Puerto Natales	C	B	A
	Cabo Negro	B	C	N/A
	Punta Arenas	A	A	A
	Puerto Williams	B	A	N/A
San Antonio	San Antonio	A	A	A
Talcahuano	Talcahuano	C	B	A
	San Vicente	B	C	A
	Coronel	A	A	A
	Lota	C	B	A
	Arauco	N/A	B	N/A
Valdivia	Río Cruces	C	B	N/A
	Lago Panguipulli	E	B + HF	N/A
	Lago Ranco	C + HF	B + HF	N/A
	Río Valdivia	C	B	N/A
Valparaíso	Quintero	B	A	A
	Valparaíso	N/A	B	N/A
	Concón	N/A	A	N/A

N/A: No aplica muestreo ni análisis en determinado cuerpo de agua.
 HF: Adicionalmente, se analizan hidrocarburos fijos.

Tabla N° 2: Analitos de estudio según el tipo de matriz asociado al cuerpo de agua.

Tipo de matriz	Analitos de análisis según el tipo de matriz	
Acuosa tipo “A”	Metales disueltos: Nutrientes: Indicadores: Hidrocarburos de petróleo:	Cobre, arsénico, plomo, mercurio, cadmio, cromo Amonio, nitrato, ortofosfato DBO5 HAP’s (especiación química), hidrocarburos fijos
Acuosa tipo “B”	Metales disueltos: Hidrocarburos de petróleo:	Cobre, arsénico, plomo, mercurio, cadmio, cromo HAP’s (especiación química), hidrocarburos fijos
Acuosa tipo “C”	Metales disueltos: Nutrientes: Indicadores:	Cobre, arsénico, plomo, mercurio, cadmio, cromo Amonio, nitrato, ortofosfato DBO5
Acuosa tipo “D” (Lago General Carrera)	Metales disueltos: Nutrientes: Indicadores: Hidrocarburos de petróleo: Compuestos orgánicos:	Cobre, arsénico, plomo, mercurio, cadmio, cromo Nitrato, ortofosfato, fósforo, nitrógeno Clorofila A, DBO5 HAP’s (especiación química), hidrocarburos fijos COT
Acuosa tipo “E” (Lago Panguipulli)	Metales disueltos: Nutrientes: Indicadores: Compuestos orgánicos:	Cobre, arsénico, plomo, mercurio, cadmio, cromo Nitrato, ortofosfato, fósforo, nitrógeno Clorofila A, DBO5 COT
Sedimentaria tipo “A”	Metales totales: Nutrientes: Hidrocarburos de petróleo: Compuestos orgánicos: Otros:	Arsénico, plomo, cobre, cadmio, cromo, mercurio Nitrógeno total, fósforo total Hidrocarburos fijos, HAP’s Materia orgánica, carbono orgánico total Granulometría
Sedimentaria tipo “B”	Metales totales: Nutrientes: Compuestos orgánicos: Otros:	Arsénico, plomo, cobre, cadmio, cromo, mercurio Nitrógeno total, fósforo total Materia orgánica, carbono orgánico total Granulometría
Sedimentaria tipo “C”	Metales totales: Hidrocarburos de petróleo: Otros:	Arsénico, plomo, cobre, mercurio, cadmio, cromo Hidrocarburos fijos, HAP’s Granulometría
Biológica	Metales totales:	Arsénico, plomo, cobre, mercurio, cadmio, cromo

2. Documentación asociada al muestreo

a) Ficha de terreno; cadenas de custodia y hojas de ruta

Se debe mantener una documentación adecuada, que implica el antes (coordenadas geográficas y profundidades de las estaciones de muestreo), durante (fichas de terreno) y después de la toma de muestra (cartas de custodia, hojas de ruta). Un registro exacto de las actividades realizadas puede ayudar a resolver cualquier duda que exista con respecto a la muestra, además de contribuir a la trazabilidad de los resultados. Cada Gobernación Marítima cuenta con un block de **cadena de custodias** foliadas y autocopiativas (Anexo A), y con el formato de las **fichas de terreno** (Anexo C), la que debe llenarse íntegramente sin cambios en el formato. Las fichas de terreno y una copia de las cartas de custodia, deben remitirse digitalmente al término de cada campaña, a la Unidad POAL de la Dirinmar.



Las **hojas de ruta**, llegan junto con los sets de envases (Anexo E), y las proporciona el laboratorio. Este documento tiene por objeto minimizar el cambio de muestras una vez ingresen al laboratorio. Para esto, cada hoja de ruta cuenta con un código de barra que lo asocia a una estación determinada, en el cual solo se debe escribir la hora y fecha de muestreo.

La descripción completa del lugar de muestreo puede ser complementada con fotos tomadas *in situ*. Una buena documentación fotográfica es la mejor manera de asegurar que cada sitio de muestreo es identificado correctamente.

En caso de utilizar cámara fotográfica, se debe configurar para que la fecha y hora aparezca en la fotografía.

b) Identificación de las muestras

Todas las muestras tienen una etiqueta con código de barra, donde se detalla el código DIRINMAR alfanumérico de la estación de forma inequívoca. En los recipientes donde se guardan las muestras, se debe rotular la fecha y hora de muestreo.

3. Set de envases

Todo el material de muestreo y los preservantes involucrados en terreno, los provee el laboratorio contratado, los que están en conformidad a lo señalado en la NCh 411/3. El detalle de la composición de envases y preservantes para la correcta realización del muestreo, de acuerdo al tipo de matriz de los cuerpos de agua, se detalla en el Anexo E.



4. Transporte e integridad de las muestras

El tiempo transcurrido entre la toma de muestra hasta su análisis en el laboratorio es crítico, ya que, independientemente del tipo de conservación utilizada, existe la posibilidad de una degradación de los compuestos de interés con el tiempo. Por esto, las muestras se envían al laboratorio dentro de las 24 horas de tomadas. Los tiempos críticos de análisis para cada analito del POAL, están basados en la NCh 411/3. Para asegurar la integridad de las muestras, los envases se almacenan en neveras con sus respectivos gel packs previamente congelados, y son embaladas de tal forma que los envases de vidrio no queden juntos, sino que, intercalados con envases de plásticos y/o con geles packs.

5. Georreferenciación de las estaciones de muestreo

El posicionamiento de la embarcación en las estaciones, se podrá realizar con metodología GPS, utilizando como sistema geodésico de referencia el Datum WGS 84, los husos horarios deben seleccionarse en función de la ubicación territorial (Husos 18, 19 ó 12 (Isla de Pascua) según corresponda) el sistema de proyección puede ser UTM (Universal Transverse Mercator) o coordenadas geográficas. En cada campaña de muestreo, se debe registrar en la ficha (Anexo C), las coordenadas geográficas de terreno. No basta con las coordenadas teóricas del punto.



III.- MATRIZ ACUOSA

1. Generalidades

La toma de agua se realiza a **5 metros (profundidad estándar)**, empleando una botella Van Dorn, que se ceba en cada estación de monitoreo, y se limpia con agua potable al término de la jornada.

El manejo de las muestras recolectadas en terreno debe cumplir con las siguientes precauciones generales para evitar al mínimo su contaminación:

- Los recipientes de muestras se deben almacenar en ambientes limpios, libres de polvo y suciedad, debiéndose aplicar iguales precauciones durante su transporte desde el pañol, al terreno y al laboratorio.
- Los derivados de petróleo (aceites, gases de escape y combustibles de lanchas y vehículos) son fuentes potenciales de contaminación de las muestras, por lo que la toma de muestras con la botella Van Dorn debe efectuarse en el lado de la embarcación en que la estela del combustible no afecte el área de muestreo.
- Es sabido que el humo de cigarrillo y los gases de escape contaminan las muestras con metales pesados. Por lo tanto, no se debe fumar durante las campañas y el muestreador debe hacer uso de guantes sin talco durante todo el proceso de muestreo y llenado de envases.

a) Muestreo desde embarcaciones menores

Una vez identificada y georreferenciada la estación de muestreo, se debe anclar, si la profundidad lo permite y esperar a que la embarcación se oriente con la proa hacia donde se dirige la corriente o el viento. Si la profundidad no permite el anclado, se debe mantener la ubicación con el motor en funcionamiento, procurando evitar cualquier grado de interferencia de este con

la muestra. Se debe tener la precaución de que los aceites o hidrocarburos que emanan de los motores fuera de borda, no afecten la toma de muestras.

b) Cadena de frío

Las muestras obtenidas son almacenadas inmediatamente en neveras que tienen **gel packs** previamente congelados. Se toman **muestras testigo** con agua de la misma estación, para verificar la temperatura sin contaminar las muestras y asegurar la cadena de frío. Cada nevera debe contar con una muestra testigo en envase de vidrio y de plástico.

Terminado el muestreo diario, se entregan las muestras a personal de laboratorio, quienes deben medir la temperatura de cada uno de los testigos y registrarlo en la cadena de custodia.

c) Preservación de las muestras de agua

La finalidad de utilizar métodos de preservación, es para retardar la acción biológica y la hidrólisis de los compuestos químicos y sus complejos, reducir la volatilidad de los constituyentes y los efectos de absorción y retardar la oxidación y reducción de los componentes de interés que sufre la muestra una vez ha sido removida de su fuente. En general, los métodos existentes para la preservación se limitan a un control de pH, adición de sustancias químicas, refrigeración y la congelación de las muestras. En el Anexo E, se detallan los preservantes utilizados en los muestreos POAL, los que están en conformidad a la NCh 411/3 Of, 2005.

Si por alguna situación de emergencia, las muestras deban que ser congeladas, los frascos se deben llenar, pero no completamente. El congelamiento (a -20°C) permite en general un incremento en el período de almacenamiento.

2. Muestreo en la matriz acuosa

El muestreo de la matriz acuosa conlleva 4 etapas que se detallan a continuación:

- Recolección de muestras de agua mediante botella oceanográfica.
- Procedimiento de llenado de los envases.
- Medición *in situ* en la columna de agua de temperatura, conductividad, turbidez, oxígeno disuelto, pH y ORP, mediante equipo multiparámetro.
- Cálculo de la transparencia de la columna de agua, mediante disco secchi.

a) Recolección de muestras de agua



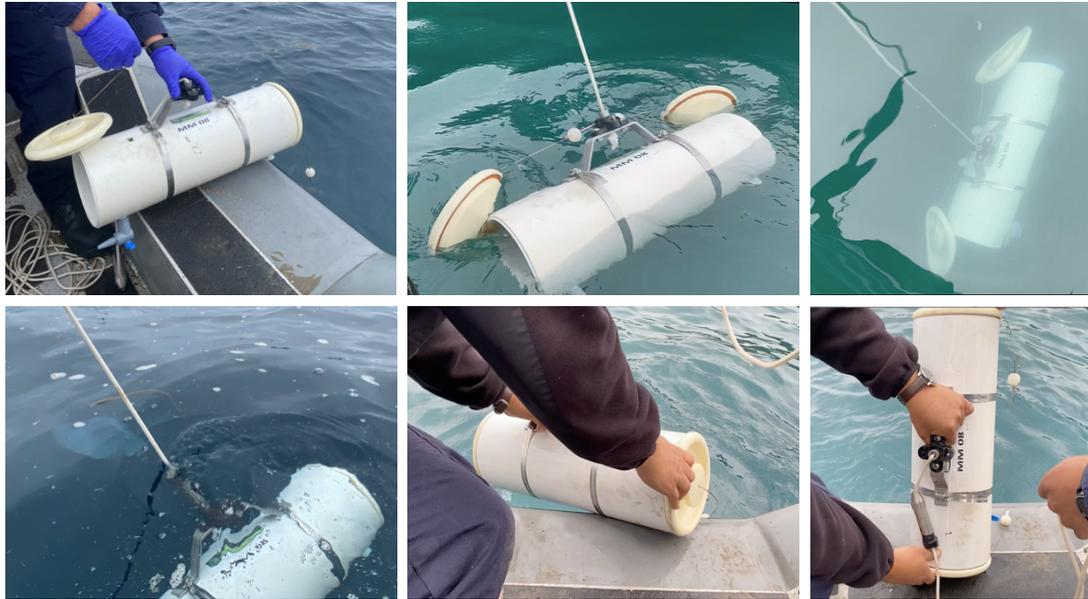
Los muestreos POAL se realizan solamente a la **profundidad estándar de 5 metros**, objeto de contrastar la concentración de analitos presentes en el veril de 5 metros con las mediciones *in situ* de esta masa de agua, que es donde se

presenta la mayor variabilidad e impacto de contaminantes. Para esto, se emplea una botella Van Dorn de 8 litros de capacidad, que consiste en un tubo cilíndrico, con tapas en ambos extremos, unida a un cabo o cuerda marcado a los 5 metros, donde se incorpora un mecanismo de cierre activado por un mensajero.

En cada estación, se debe cebar la botella, para ello, se enjuaga al menos una vez con agua superficial activando el cierre de ambas tapas, asegurando que el interior de la botella y las tapas permanecen limpias de contaminación.

Para realizar la toma de muestras, se abren las tapas de la botella y se sumerge cuidadosamente para no activar el cierre. Cuando la corriente no permite que la botella baje de forma vertical, es posible añadirle pesos de plomo en la parte central. Se puede solicitar estos pesos al personal de buceo.

Una vez alcanzados los 5 metros de profundidad, se tensa la cuerda de forma vertical y se envía con fuerza el mensajero. Se sube la botella y se posiciona verticalmente teniendo el cuidado de que la llave no se golpee en la subida.



b) Llenado de envases con muestras de agua

Al subir la botella a bordo, se debe posicionar verticalmente, para permitir el llenado de los envases. La **llave nunca debe tocar la boca de los envases para evitar cualquier contaminación**. Las muestras no deben exponerse a luz solar directa, por lo cual debe procurarse llenar rápidamente las botellas.

- 1) Primero, se llenan las botellas sin preservantes, enjuagándolas por lo menos una vez previo a su llenado. Los envases sin preservantes se deben llenar completamente de manera que rebosen cuando se tapen. Esto limita la interacción con la fase gaseosa y la agitación durante el transporte evitando así, las modificaciones en el contenido de CO₂, y por consiguiente, las variaciones en el pH.
- 2) Posteriormente, se llenan los envases con preservantes. Estos envases no se ceban. Se les deja un espacio aproximado de 4 cm sin llenar. Se

cierran y luego delicadamente se mueve el envase para facilitar la miscibilidad entre la muestra y el preservante.



c) Mediciones *in situ* en la columna de agua

1) Medidor multiparamétrico para agua HANNA HI-9829



Toda vez que se realicen mediciones *in situ*, se deben registrar los datos de acuerdo a lo establecido en la ficha de terreno (Anexo C). En la matriz acuosa, las **mediciones se deben realizar a los 0 metros, 5 metros y 10 metros**. En caso de estaciones con una profundidad <10m, solo medir a los 0 m y 5 m; para estaciones con profundidad >10m, medir a los 0 m, 5 m, 10 m y a 0,5 m del fondo en caso estime pertinente.

Un mes previo al inicio de la campaña de muestreo, se debe calibrar y verificar el estado de la sonda, objeto detectar oportunamente fallas o errores críticos, que puedan significar el envío a laboratorio para mantención o reparación.

La sonda permite registrar la **temperatura** y cuenta con un sensor para medir **conductividad** y **turbidez**, una sonda galvánica para medición de **oxígeno disuelto**, un electrodo de unión doble para medición de **pH** y **ORP** (Véase Anexo D).

Un día antes del inicio de los muestreos, se debe **calibrar el instrumental “por parámetro único”** (es decir, no se debe realizar en modo calibración rápida) que será utilizado en terreno, con el objeto de asegurar una correcta lectura de los datos y disminuir errores en las mediciones. Todas las calibraciones realizadas, deben quedar registradas.



2) Disco Secci

Este artefacto, es un disco con un diámetro estándar de 30 cm, la parte superior del disco es blanca con negro. Una argolla en el centro permite asegurar un cabo graduado. Es importante adicionarle un peso para que baje verticalmente, sobre todo cuando hay marejadas.

Las mediciones de **transparencia**, deben realizarse bajando el disco desde el lado sombreado de la embarcación, hasta que el disco sea apenas perceptible. Esta profundidad debe registrarse al 0.5 m, más cercano y el disco debe continuar bajándose hasta que ya no sea visible.



El disco debe subirse lentamente, hasta la profundidad, donde sea levemente visible. Esta segunda profundidad también debe registrarse. Se debe **reportar el promedio de estas dos lecturas, al 0.5 más cercano**, como el valor de transparencia, restando la distancia que hay desde la superficie al borde de la embarcación.

Las lecturas del disco Secchi, dependen de la iluminación disponible, y por lo tanto, varían con la hora del día, tipo y cobertura nubosa. Las lecturas del disco Secchi, también varían con el observador, debido a diferencias en agudeza visual. Así, para estandarizar las lecturas, éstas se deben realizar por el mismo observador, en el mismo periodo horario del día (am o pm), se debe siempre incluir el nombre del observador en los registros de las mediciones.

IV.- MATRIZ SEDIMENTARIA

1. Generalidades

El monitoreo de sedimentos permite detectar la existencia de elementos potencialmente tóxicos y describir cambios espaciales y temporales en los contaminantes presentes en esta matriz, pues estos son considerados un potencial sumidero de variados contaminantes.

En caso de que las estaciones previamente definidas, tengan como sustrato conchuelas, se debe reorientar la estación de sedimentos en búsqueda del sector que tenga sustratos lo suficientemente compactados, priorizando, sectores que tengan arcilla, limo o arena.

En aquellas estaciones de sedimento y agua, que estén en la misma ubicación geográfica y una profundidad mayor a 20 metros, la estación de sedimentos debe reubicarse más a orilla de tal forma que los buzos puedan realizar el muestreo sin inconvenientes.

Para ambos casos anteriores, y en caso de no alejarse más de 5 metros a la redonda del punto de muestreo original, podrá conservarse el topónimo y código original, si esto no fuese posible, se deberá determinar una nueva estación, con un nuevo código pudiendo ser el mismo topónimo si se trata del mismo sector.

2. Muestreo en la matriz sedimentaria

El muestreo de la matriz sedimentaria conlleva 4 etapas que se detallan a continuación:

- Recolección de muestras de sedimentos mediante buceo.
- Medición *in situ* de ORP, pH y temperatura de los sedimentos recolectados.
- Medición de parámetros *in situ* en la columna de agua de la estación de sedimento.
- Procedimiento de llenado de los envases.

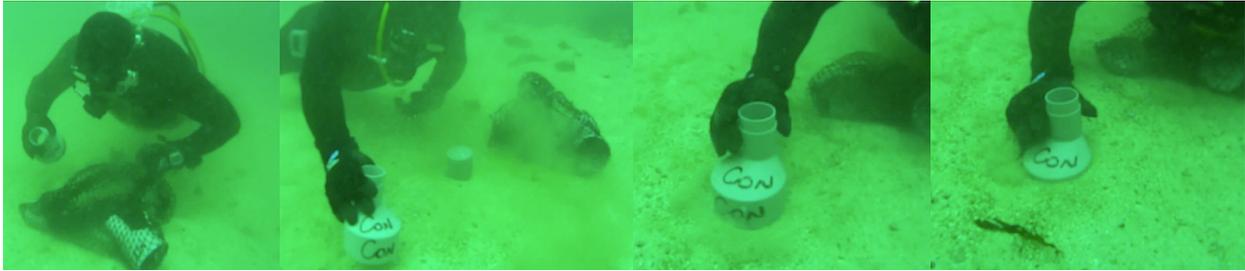
a) Recolección de muestras de sedimentos mediante buceo

Para monitorear una estación de sedimento, se debe contar con apoyo de personal de buceo y tubos core de PVC provistos por el laboratorio, los que deben enjuagarse en cada estación de muestreo, con el agua de la estación a monitorear. La toma de muestras, se realiza con 5 réplicas, las que deben ser lo más homogéneas posible.



En el fondo, el buzo, debe introducir el tubo core cuidadosamente de forma vertical en el sedimento por la parte más ancha. Antes de retirar el core del sedimento, se pondrá el tapón de goma o tapa superior pequeña, luego se ladea el core lentamente y se tapa la sección inferior, de modo de hacer vacío para que la muestra quede compacta dentro del tubo, con el objeto de obtener una correcta medición de ORP y un análisis de contaminantes en el mismo estrato sedimentario.

A continuación, se detalla paso a paso la toma de muestras de sedimentos:



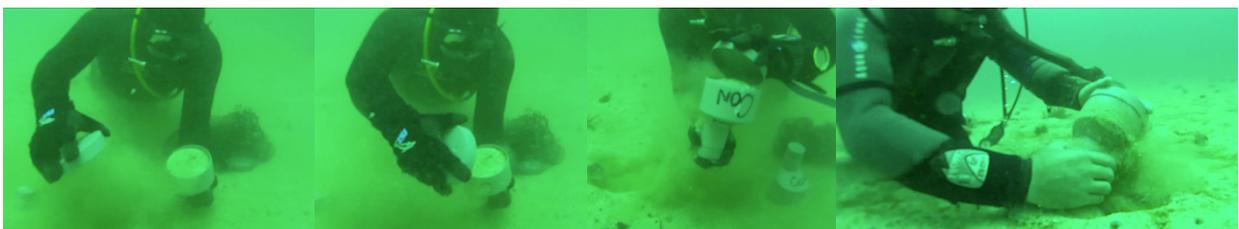
Se toma un tubo core abierto por ambos lados y se introduce por su parte más ancha en el sedimento, hundiéndolo suavemente hasta que solo sea visible el extremo superior.



Se pone la tapa pequeña o el tapón de goma en la parte superior.



Muy lentamente, se ladea el tubo core y se saca del sedimento.



Debido al vacío generado, los sedimentos mantendrán sus características, por lo que se puede girar de manera vertical para poner la tapa superior.



Se deben presionar fuertemente ambas tapas, para asegurar las muestras.

b) Mediciones *in situ* en los sedimentos

1) Medidor multiparamétrico para sedimentos HANNA HI-98191



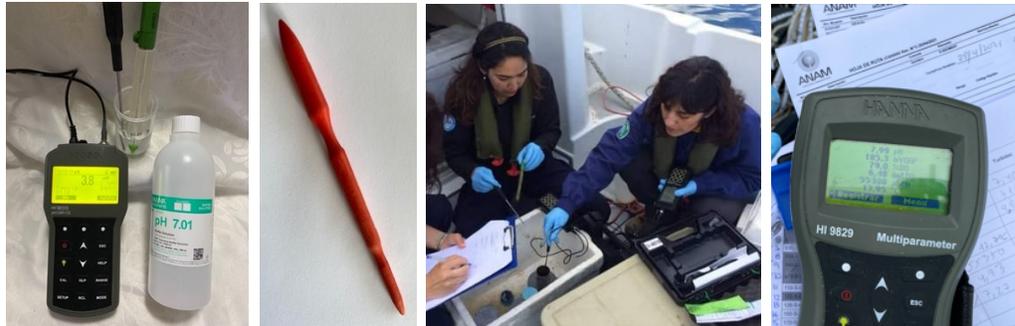
El estrato sedimentario donde se obtienen las muestras corresponde a los primeros 8 – 10 cm de profundidad, siendo esta capa, donde se acumula la mayor parte de los residuos. Se debe tener cuidado durante la salida del buzo a la superficie, de no perder los sedimentos más finos, porque son esas partículas las más ricas en trazas de contaminantes.

Una vez en cubierta, y previamente calibrado el sensor, se debe procurar que ingrese la menor cantidad de oxígeno al sistema para que las mediciones no se vean afectadas, para ello, **se debe sacar la tapa más pequeña (tapón de goma)**, se debe cuidar de no desarmar la muestra y se deben ir destapando justo antes de introducir el electrodo para medir potencial Redox.

Se introduce rápidamente un material inerte de diámetro similar al sensor para hacer espacio a los **sensores de ORP y temperatura, e introducirlos en los primeros 4 cm de sedimento y se registran las lecturas**, a los 30 segundos, pues debido a sus características, las mediciones, no se estabilizarán. Luego, se cambia el sensor de ORP por el de pH, y se introduce junto al sensor de temperatura, registrando la lectura.

Este procedimiento se realiza en todos los core, en caso de que las condiciones climáticas y granulométricas del sedimento lo permitan, pues, en caso de que la muestra no venga compacta, no se debe realizar la medición de parámetros *in situ*.

Cabe destacar, que los electrodos son introducidos unos 4 cm, es decir, a la altura media del tubo core y por tanto, en el mismo estrato sedimentario en todas las réplicas y en todas las estaciones de muestreo.



El valor final, será el promedio de las cinco mediciones realizadas. Todas las lecturas se registran en la ficha de terreno, sin embargo, para efectos de cálculos se descartarán los datos atípicos en ORP o pH, y no se considerará ninguna de las medidas restantes, asociadas a ese core.

2) Medidor multiparamétrico para agua en estaciones de sedimento



Cuando una estación tiene asociada las matrices de agua y sedimento, y el monitoreo de ambas matrices se realiza en días diferentes, se deben realizar las mediciones *in situ* de la matriz acuosa empleando la sonda multiparámetro HANNA HI-9829 en los 2 días diferentes.

Asimismo, cuando una estación determinada de sedimento, no tiene una estación homóloga de agua, se debe realizar las mediciones *in situ* de la matriz acuosa.

En ambos casos, se empleará la sonda HANNA HI-9829, registrando en la ficha de terreno, los datos a **los 0 metros, 5 metros y 10 metros**. En caso de estaciones con una profundidad <10m, solo medir a los 0 m y 5

m; para estaciones con profundidad >10m, medir a los 0 m, 5 m, 10 m y a 0,5 m del fondo en caso estime pertinente.

c) Llenado de envases con muestras de sedimentos

Las muestras de todos los tubos core se vierten en un balde plástico, previamente cebado con el agua de la misma estación, para homogenizarlas. Luego se procede a llenar los envases completamente, teniendo presente que se debe registrar en la ficha de terreno, el color y olor de la muestra, lo que toma relevancia para los análisis de carbono orgánico total, y materia orgánica total. Al llenar los envases con sedimentos, se debe eliminar el agua sobrenadante.

V.- MATRIZ BIOLÓGICA

1. Generalidades



La capacidad de bioacumulación que presentan algunos organismos marinos permite su uso como bioindicadores de la concentración de metales, lo cual permite adquirir información que refleja los niveles de contaminación presentes en la zona donde fueron colectados.

Entre los invertebrados filtradores más utilizados se encuentra el grupo de los mitílidos dados sus hábitos alimenticios y sedentarismo, su abundancia, fácil recolección y amplia distribución, permitiendo realizar comparaciones con diferentes zonas geográficas, siendo la especie *Perumytilus purpuratus* (chorito maico) uno de los más utilizados en Chile como indicador de perturbación en áreas costeras por actividad antropogénica.

2. Recolección de muestras de biota



La especie indicadora de los muestreos POAL, es el **chorito maico**, los que son recolectados mediante una pala y/o espátula. La

recolección, se realiza desde el sustrato rocoso intermareal, en las boyas, pilotes o muelles representativos del cuerpo de agua, priorizando la recolección de **especies sobre 5 cm de talla**, ya que, a mayor tamaño, mayor información ambiental podrá ser analizada.

Las estaciones de monitoreo probablemente deban ser reposicionadas año a año, debido a que no siempre se encontrarán especies en el mismo punto. Su reorientación debe ser debidamente georreferenciada, registrándolo en la ficha de terreno y modificando el código DIRINMAR y/o topónimo, si lo amerita. Para cuerpos de agua, del tipo lago o bahías, podrá realizarse la búsqueda de especies, dentro de toda su área. Para cuerpos de agua de mar abierto, se recolectarán especies en un radio de hasta 3 km².

3. Preservación de las muestras de biota



Las muestras son inmediatamente almacenadas en bolsas herméticas o en envases plásticos, y dentro de neveras que contienen gel packs previamente congelados. Son entregadas el mismo día del muestreo a personal del laboratorio, quien, además, añade hielo para asegurar la cadena de frío y evitar su descomposición.

ANEXO “A”
DEL PROTOCOLO DE MUESTREO POAL

CARTA DE CUSTODIA

Actualización 08 de abril de 2021



CADENA DE CUSTODIA MUESTREO

00001

Cliente : Directemar
Contacto :
GGMM :

Cuerpo de Agua :
Capitanía:

Categoría de Muestras: Control de la Contaminación POAL NSCA

Table with 6 columns: ID Muestra, Fecha de Muestreo, Hora de Muestreo, and three empty columns.

Origen de la Muestra

Table with 6 columns for origin types: Agua de Mar, Agua Continental, Sedimento, Biota, Agua servida, and Otro.

Table with 11 columns: Preservancia (Marcar con una X), Preservante, pH (laboratorio), and 8 empty columns.

Parámetros In Situ

Table with 6 columns for parameters: Temperatura (°C), Ph (upH), Conductividad (uS/cm), ORP (mV), Oxigeno disuelto (mg/L), Salinidad (%), and three empty columns.

Envases Proporcionados por: ANAM S.A.

Responsable del muestreo :

Firma:

ANALISIS SOLICITADOS (Detallar solo en el caso de Categoría Control de la Contaminación)

TRANSPORTE DE LA MUESTRA

Table with 2 columns: Fecha, Hora. Rows for Salida de terreno and Llegada Laboratorio.

Nombre y firma responsable del transporte :

Nombre y firma responsable del Ingreso :

CONTROL CADENA DE FRIO

Table for temperature control: Terreno, Recepción de muestra, Temperatura (°C).

Table for time control: Hora.

Muestra Testigo: Sí, No

Table for acceptance criteria: Criterio Aceptación, Muestras Aceptadas, Muestras Rechazadas.

Observaciones:

ANEXO “B” DEL PROTOCOLO DE MUESTREO POAL

HOJA DE RUTA

Actualización 08 de abril de 2021

Nro. Muestra	Descripción	Comuna	Elemento	Servicio/Sector	Operador
210031326	013-S-To	Tocopilla	E-SEDIMENT		

Dirección: Punto No Físico

Coordenadas:

DD/MM/AAAA

Programa: SOL-GEN

Fecha/Hora Muestreo: HH:RR

Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente

Envases 4,00 L : L-ES-1,L-QLS-1,L-QLS-1-SUB,L-QLS-5,SED-HAP



Parametro

Rango

Código Equipo

Lectura

OBSERVACIONES:

Ej. Las muestras obtenidas en la estación 013-S-To, fueron debidamente homogenizadas, sin embargo, se observo gran cantidad de conchillas.

HOJA DE RUTA (C000053 Rev. N°1) 22/04/2021

CONTROL TRAZABILIDAD ENVASES DE MUESTRA

C000018 (Rev. 0)

Ruta AP	
Unidad AR	
Fecha	

Operador: _____

Número muestra	Envases/Numero Envase	Lote Lavado	Observación
210031326	L-ES-1	210031326/1	
	L-QLS-1	210031326/2	
	L-QLS-1-SUB	210031326/3	
	L-QLS-5	210031326/4	
	SED-HAP	210031326/5	

Obs: El operador se hace responsable del completo llenado de la plantilla, con cada uno de los lotes correspondientes.

Nombre Operador: _____ Recibida Por: _____ Fecha/Hora Recepción: _____

<u>pH</u>			<u>Temperatura</u>	
Preservación _____	AP	Inicio	Recepción	Corregida
Preservación _____	Testigo	_____	_____	_____
	AR		Recepción	Corregida
	Testigo P.	_____	_____	_____
	Testigo V.	_____	_____	_____

ANEXO “C”
DEL PROTOCOLO DE MUESTREO POAL

FORMATO DE FICHA DE TERRENO

Actualización 30 de junio de 2021

FICHA TERRENO 1 CAMPAÑA POAL 2021 (MATRIZ BIOLÓGICA)

Campaña Año	Cuerpo de agua	Matriz	Código Estación	Topónimo	Fecha Muestreo	Hora Muestreo	N° Carta Custodia	Coordenadas Geográficas		T° Ambiente (°C)	Lluvia (si/no)	Estado del Mar Dirección de viento	Profundidad Estación (m)	Observaciones relevantes	
								Latitud (S)	Longitud (W)						
1° Campañas 2021	Nombre	Biológica	000-B-NN	Nombre estación	28-04-2021	10:50	00:00	32°44'22,7"	71°30'08,3"	13	No	Rizada	Intemareal	Trazas en el agua Equipo presenta error	





ANEXO "D"

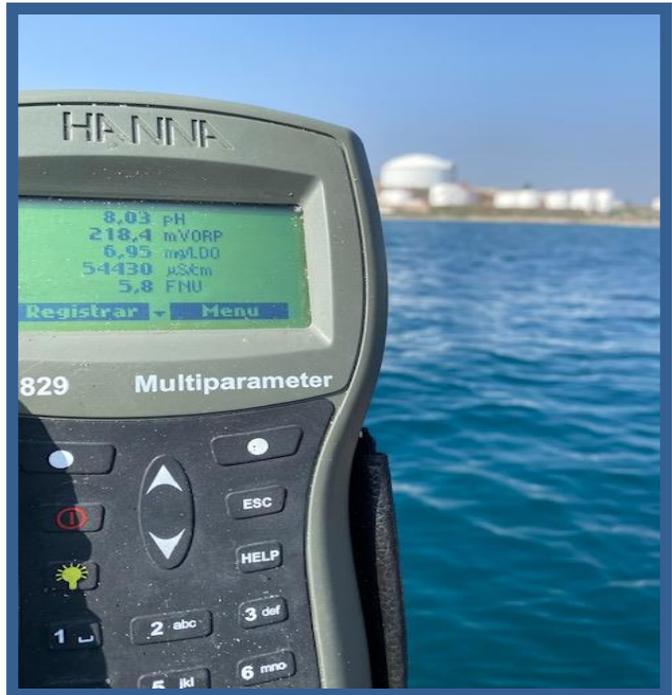
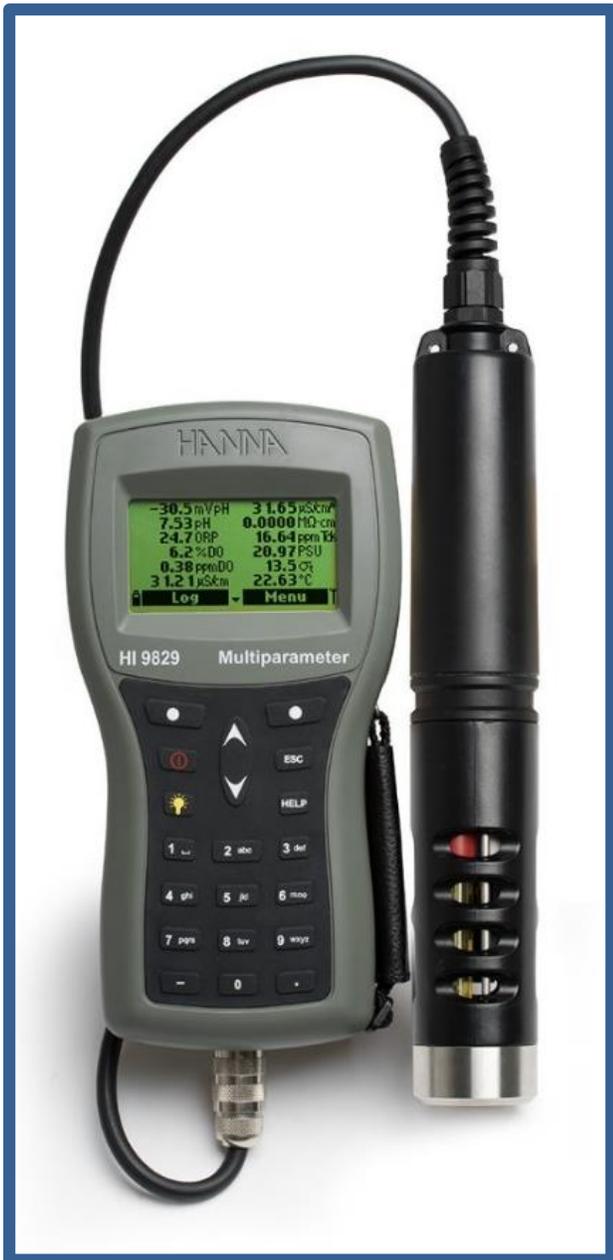
DEL PROTOCOLO DE MUESTREO POAL

PACK BÁSICO DE INSUMOS PARA EQUIPOS MULTIPARAMÉTRICOS

Elaborado	Claudia González R.	DIRECTEMAR
Validado	Fernando López	HANNA
Actualización 20 de abril de 2021		



EQUIPO MULTIPARAMÉTRICO HI 9829



EQUIPO MULTIPARAMÉTRICO PARA MEDICIONES EN AGUA

El HI9829 es un medidor multiparámetro de registro, portátil y a prueba de agua que controla hasta 14 parámetros diferentes de calidad del agua. La sonda multisensor basada en microprocesador permite la medición de parámetros clave que incluyen pH, ORP, conductividad, oxígeno disuelto, turbidez y temperatura. La sonda transmite digitalmente las lecturas con opciones para registrar datos mientras está desconectada del medidor. Un GPS opcional proporciona seguimiento de la ubicación de las mediciones.

MEDICIONES EN LA COLUMNA DE AGUA		
Nombre	Fotografías del equipo	Accesorios
<p>Medidor multiparámetro impermeable con opción de GPS</p> <p>Cód. Hanna HI9829</p>		<p>Sensor combinado de pH y ORP</p>  <p>Sensor combinado de turbidez y conductividad</p>  <p>Sensor de oxígeno disuelto</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Membranas y electrolito • Fast Trackers (5) • Silicona • Cable de conexión • Cargador de corriente y de auto (viene con un adaptador para conectar directo a la sonda) • Kit de mantenimiento • Maleta resistente • Vaso de calibración • Vaso de protección (utilizar durante las mediciones)

**PACK BÁSICO DE SOLUCIONES PARA CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS
SENSORES DE EQUIPOS MULTIPARAMÉTRICOS**

OXÍGENO DISUELTO		
Sensor Galvánico de membrana para oxígeno disuelto		El cuerpo del sensor está fabricado con material duradero de ABS. Las membranas están construidas de HDPE. El sensor contiene un cátodo de plata y un ánodo de zinc.

Calibración del sensor de oxígeno disuelto (Mínimo en dos puntos: 0% oxígeno y 100% oxígeno)		
Solución de Oxígeno Cero y polvo de Na ₂ S ₂ O ₅ Cód. Hanna 460 ml HI 7040L		La HI7040L es una solución de oxígeno cero de dos componentes, preparada con productos químicos de calidad grado reactivo. <u>Duración de 1 mes</u> una vez preparada la mezcla. Componente I: Solución cero oxígeno Componente II: Polvo de metabisulfito de sodio Na ₂ S ₂ O ₅

Montaje del sensor de oxígeno disuelto		
Solución Electrolítica para Oxígeno Disuelto Cód. Hanna 30 ml HI 7042 S		La solución de relleno de electrolito HI7042S ha sido desarrollada para las sondas galvánicas de oxígeno disuelto de Hanna. Tener la solución de electrolito correcta es crucial para el rendimiento de la sonda de oxígeno disuelto.
Membranas de Repuesto para Oxígeno Disuelto con Tapa de Rosca Cód. Hanna (set 5 unidades) HI 76409A/P		Son membranas de repuesto para oxígeno disuelto. Las tapas están fabricadas con plástico resistente ABS con polietileno de alta densidad (HDPE) y membranas permeables al oxígeno. Cada tapa se llena con solución electrolítica y se instala en la sonda. Las membranas tienen una vida útil de <u>2 meses</u> desde que son instaladas.

Almacenamiento del sensor de oxígeno disuelto		
Tapón rojo		Se almacena sin la membrana de oxígeno disuelto y con el tapón rojo, evitando quedar en contacto directo con el aire y con la solución de almacenamiento del sensor de pH/ORP.

TURBIDEZ

<p>Sensor de Conductividad y Turbidez</p>		<p>Es un sensor combinado de conductividad y turbidez. El cuerpo del sensor está fabricado con ABS duradero y epoxi. El sensor de conductividad de 4 anillos contiene electrodos de acero inoxidable AISI 316 que no están sujetos a la polarización o efectos de revestimiento superficial.</p>
---	---	--

Calibración del sensor de turbidez (Mínimo en tres puntos: 0 – 20 y 200 FNU)

<p>Solución de Calibración de Turbiedad 0 FNU</p> <p>Cód. Hanna HI 9829-16</p>		<p>La HI9829-16 es una solución de calibración de turbidez de 0 FNU para ser utilizada con el sensor de turbidez HI7609829 en el medidor portátil HI9829 en aplicaciones de calidad del agua.</p>
<p>Solución de Calibración de Turbiedad 20 FNU</p> <p>Cód. Hanna HI 9829-17</p>		<p>La HI9829-17 es una solución de calibración de turbidez de 20 FNU de calidad superior para ser utilizada con sensor de turbidez HI7609829 en el medidor portátil HI9829 en aplicaciones de calidad de agua.</p>
<p>Solución de Calibración de Turbidez 200 FNU</p> <p>Cód. Hanna HI 9829-18</p>		<p>La HI9829-18 es una solución de calibración de turbidez de 200 FNU de primera calidad para uso con el sensor de turbidez HI7609829 en el medidor portátil HI9829 en aplicaciones de calidad del agua.</p>
<p>Vaso y protector de turbidez con hendidura (curvo)</p>		<p>La turbidez del agua hace que la luz se disperse y se absorba. La dispersión de la luz que pasa a través de un líquido es causada principalmente por sólidos suspendidos. Cuanto mayor sea la turbidez, mayor será la cantidad de luz dispersada. Ninguna solución tendrá turbidez cero.</p>

Limpieza y almacenamiento del sensor combinado de conductividad y turbidez

<p>Isopo con fibras</p>		<p>Limpiar los 3 orificios del sensor con el isopo. Posteriormente, enjuagar con agua destilada.</p>
-------------------------	---	--

CONDUCTIVIDAD

<p>Sensor de Conductividad y Turbidez</p>		<p>Es un sensor combinado de conductividad y turbidez. El cuerpo del sensor está fabricado con ABS duradero y epoxi. El sensor de conductividad de 4 anillos contiene electrodos de acero inoxidable AISI 316 que no están sujetos a la polarización o efectos de revestimiento superficial.</p>
---	---	--

Calibración del sensor de conductividad

(Mínimo en un punto: 12.000 $\mu\text{S/cm}$ ó superior para agua de mar)

<p>Solución de Calibración de Conductividad de 1413 $\mu\text{S/cm}$</p> <p>Cód. Hanna 500 ml HI 7031L</p>		<p>El HI7031L/C es un estándar de conductividad de 1413 $\mu\text{S/cm}$ de calidad premium que se prepara contra una solución de cloruro de potasio trazable al NIST y se suministra con un certificado de análisis. Vigencia de 5 años a partir de la fecha de fabricación para una botella sin abrir.</p>
<p>Solución de Calibración de Conductividad de 12880 $\mu\text{S/cm}$</p> <p>Cód. Hanna 500 ml HI 7030L</p>		<p>El HI7030L/C es una solución de conductividad de calidad superior de 12,880 $\mu\text{S/cm}$ que se prepara contra una solución de cloruro de potasio trazable al NIST y se suministra con un certificado de análisis. Vigencia de 5 años a partir de la fecha de fabricación para una botella sin abrir.</p>
<p>Solución de Calibración de Conductividad de 80000 $\mu\text{S/cm}$</p> <p>Cód. Hanna 500 ml HI 7030L</p>		<p>El HI7034L es un estándar de conductividad de 80,000 $\mu\text{S/cm}$ de calidad superior que se prepara contra una solución de cloruro de potasio trazable de NIST. Vigencia de 5 años a partir de la fecha de fabricación para una botella sin abrir.</p>

Limpieza y almacenamiento del sensor combinado de conductividad y turbidez

<p>Isopo con fibras</p>		<p>Limpiar los 3 orificios del sensor con el isopo. Posteriormente, enjuagar con agua destilada.</p>	
			

SENSOR COMBINADO DE PH y ORP

Sensor de pH / ORP		<p>El HI7698194-1 es un sensor para mediciones de pH y ORP. El cuerpo del sensor está construido con material PEI duradero y con un diseño de doble unión de cerámica. Contiene un bulbo de detección de pH de vidrio con un pin de detección de ORP de platino.</p>
--------------------	---	--

Calibración del sensor de PH (Mínimo en dos puntos: pH 7 y pH 4)

Solución de Calibración pH 7.01 Cód. Hanna 500 ml HI 7007L/C		<p>El HI7007L/ C es una solución de calibración de pH 7.01 de calidad superior que es trazable por NIST y se suministra con un Certificado de Análisis. Caducidad de <u>5 años</u> desde la fecha de fabricación para una botella sin abrir.</p>
Solución de Calibración pH 4.01 Cód. Hanna 500 ml HI 7004L/C		<p>HI7004L/C es una solución de calibración pH 4.01 de calidad superior que es trazable por NIST y se suministra con un Certificado de Análisis. Caducidad de <u>5 años</u> a partir de la fecha de fabricación para una botella sin abrir.</p>
Solución de Calibración pH 10.01 Cód. Hanna 500 ml HI 7010L/C		<p>HI7010L/C es una solución de calibración pH 10.01 de calidad superior que es trazable por NIST y se suministra con un Certificado de Análisis. Caducidad de <u>2 años</u> a partir de la fecha de fabricación para una botella sin abrir.</p>

Verificación del potencial de óxido – reducción (ORP)

(Se verifica en un punto (479 mV): Rango aceptable entre 420 mV y 520 mV)

Solución de Prueba de ORP 470 mV a 25°C Cód. Hanna 460 ml HI 7022L		<p>El HI7022L es una solución de prueba de ORP de calidad superior fabricada con químicos de grado reactivo y utilizada para probar electrodos de ORP de platino y oro. Preparado con químicos de grado reactivo. Permite una comprobación rápida del electrodo de ORP.</p> <p>ORP no se calibra, solo se verifica que la lectura esté en 470 mV (+- 50 mV).</p>
--	---	--

Limpeza del sensor de PH y ORP

<p>Solución de Limpieza de Electrodo de Uso General para Electrodo de pH/ORP</p> <p>Cód. Hanna 500ml HI 7061L</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza, idealmente cada 7 ó 15 días en caso de alto uso de los equipos. En caso que los equipos se utilicen poco, se recomienda limpiar 1 vez al mes y/o al término de las campañas de muestreo. • Para realizar limpieza del sensor se debe sumergir este en solución de limpieza por un periodo de 30 minutos, idealmente en agitación, posteriormente se debe limpiar el sensor con agua destilada y dejar el sensor a lo menos 1 hora en solución de almacenamiento HI 70300 antes de realizar mediciones. 	<p>HI7061L es una solución de limpieza de uso general, eliminan las impurezas y los residuos que quedan en las superficies de los electrodos cuando se sumergen en las muestras durante la medición o cuando se almacenan incorrectamente</p> <p>Los electrodos pueden ensuciarse por el uso y producirán resultados inexactos incluso cuando se leen correctamente en un tampón de pH.</p> <p>Hanna sugiere limpiar el bulbo y la unión del electrodo regularmente para asegurarse de que la sonda esté siempre limpia y para evitar obstrucciones en la unión</p>
---	---	---

Almacenamiento del sensor de PH y ORP

<p>Solución de Almacenamiento de Electrodo de pH/ORP</p> <p>Cód. Hanna 500ml HI 70300L</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Formulación especial para minimizar el crecimiento microbiano y los efectos de difusión/osmosis entre la solución y el electrolito de referencia interno. • Preparada con químicos de grado reactivo que se pueden usar para garantizar el rendimiento óptimo de los electrodos de pH y ORP. 	<p>HI70300L es una solución de almacenamiento fabricada específicamente para electrodos de pH y ORP.</p> <p>Es necesario almacenar el electrodo de pH en una solución para mantener el “bulbo de vidrio” y la “unión del electrodo” limpios y húmedos, garantizando una medición rápida y confiable.</p> <p><u>Nunca almacenar un electrodo en agua destilada o desionizada.</u></p>
--	---	---

Calibración rápida del sensor de PH y sensor de conductividad
(Calibra en pH 7 y 5.000 μ S/cm)

<p>Solución de Calibración Rápida para pH y conductividad</p> <p>Cód. Hanna 500 ml HI 9829 y HI 9828-25</p>		<p>Solución de calibración rápida para uso en terreno. Proporciona un único punto de calibración para el pH y la conductividad.</p> <p>Debido a que calibra en un solo punto para ambos sensores, no asegura la mejor calidad de medición.</p> 
---	---	---

Limpeza general

<p>Agua destilada</p>		<p>Utilizar para limpiar los electrodos previamente a las calibraciones y durante las mediciones que se realicen en terreno.</p>
-----------------------	--	--

VENCIMIENTO DE LAS SOLUCIONES

Todas las soluciones de HANNA son herméticas y cuentan con un sello a prueba de manipulaciones, una vez abiertas, solo dura un par de meses. Se puede extender su vida útil, si se sella y almacena en la oscuridad a máximo 12°C, con el objetivo de evitar su evaporación.

Solución HANNA	Envase sellado	Envase abierto
<ul style="list-style-type: none"> • Solución de calibración pH 4 • Solución de calibración pH 7 • Soluciones de calibración de turbidez (0-20-200 FNU) • Soluciones de conductividad • Solución de prueba de ORP • Solución de mantenimiento 	<p>Fecha de vencimiento claramente marcados en la etiqueta.</p> <p>Duración de hasta 5 años.</p>	<p>6 – 9 meses.</p> <p>Hasta 1 año, si se sella con aluza film y se mantiene en la oscuridad idealmente a máximo 12°C.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Solución de calibración pH 10 • Membranas de oxígeno 	<p>2 años.</p>	<p>2 meses.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Solución oxígeno cero 	<p>Vencimiento marcado en la etiqueta.</p>	<p>1 mes desde realizada la mezcla.</p>

TABLA REFERENCIAL DE CONVERSIÓN DE CONDUCTIVIDAD

[µS/cm, microsiemens per centimeter at 25 degrees Celsius; psu, practical salinity units; (90860), ADAPS parameter code for salinity in psu]

Specific conductance, in µS/cm	Salinity, in psu (90860)	Specific conductance, in µS/cm	Salinity, in psu (90860)	Specific conductance, in µS/cm	Salinity, in psu (90860)
100	0.046	11,000	6.233	38,000	24.099
300	0.142	13,000	7.464	41,000	26.220
500	0.240	15,000	8.714	44,000	28.364
700	0.340	17,000	9.981	47,000	30.532
1,000	0.492	20,000	11.911	50,000	32.722
2,000	1.016	23,000	13.873	53,000	34.935
3,800	2.001	26,000	15.865	56,000	37.172
5,000	2.679	29,000	17.885	59,000	39.430
7,000	3.836	32,000	19.931	62,000	41.712
9,000	5.022	35,000	22.003	65,000	44.016

TABLA REFERENCIAL DE OXÍGENO DISUELT

Dado que la saturación del oxígeno disuelto varía con la presión, es importante compensar el efecto que tiene la presión sobre las mediciones de O.D.

°C	Altitud, metros sobre el nivel del mar														°F	
	0	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	3300	3600	3900		4000
0	14,6	14,1	13,6	13,1	12,6	12,1	11,7	11,2	10,8	10,4	10,0	9,7	9,3	9,0	8,9	32,0
2	13,8	13,3	12,8	12,4	11,9	11,5	11,0	10,6	10,2	9,9	9,5	9,2	8,8	8,5	8,4	35,6
4	13,1	12,6	12,2	11,7	11,3	10,9	10,5	10,1	9,7	9,3	9,0	8,7	8,4	8,0	7,9	39,2
6	12,4	12,0	11,5	11,1	10,7	10,3	9,9	9,6	9,2	8,9	8,6	8,2	7,9	7,6	7,5	42,8
8	11,8	11,4	11,0	10,6	10,2	9,8	9,5	9,1	8,8	8,4	8,1	7,8	7,5	7,3	7,2	46,4
10	11,3	10,9	10,5	10,1	9,7	9,4	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2	6,9	6,8	50,0
12	10,8	10,4	10,0	9,6	9,3	8,9	8,6	8,3	8,0	7,7	7,4	7,1	6,9	6,6	6,5	53,6
14	10,3	9,9	9,6	9,2	8,9	8,5	8,2	7,9	7,6	7,4	7,1	6,8	6,6	6,3	6,2	57,2
16	9,9	9,5	9,2	8,8	8,5	8,2	7,9	7,6	7,3	7,0	6,8	6,5	6,3	6,1	6,0	60,8
18	9,5	9,1	8,8	8,5	8,1	7,8	7,6	7,3	7,0	6,8	6,5	6,3	6,0	5,8	5,7	64,4
20	9,1	8,8	8,4	8,1	7,8	7,5	7,3	7,0	6,7	6,5	6,2	6,0	5,8	5,6	5,5	68,0
22	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2	7,0	6,7	6,5	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,3	71,6
24	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2	7,0	6,7	6,5	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,1	75,2
25	8,3	8,0	7,7	7,4	7,1	6,8	6,6	6,4	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	5,0	77,0

EQUIPO MULTIPARAMÉTRICO HI 98191



EQUIPO MULTIPARAMÉTRICO PARA MEDICIONES EN SEDIMENTOS

El HI98191 es un medidor de pH/ORP/ISE resistente y portátil con el rendimiento y las características de un medidor de mesa. Este medidor profesional e impermeable cumple con los estándares IP67 y mide pH, ORP, ISE y la temperatura.

MEDICIONES EN LOS SEDIMENTOS		
Nombre	Fotografías del equipo	Accesorios
<p>Medidor multiparamétrico portátil e impermeable</p> <p>Cód. Hanna HI98191</p>		<p>Sensor de temperatura</p>  <p>Sensor de potencial redox</p>  <p>Sensor de pH</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Vasos para calibración de pH • Soluciones buffer de pH 4 y pH 7. • Tapones para solución de mantención de los electrodos 

ELECTRODO DE PH

<p>Electrodo de pH con punta cónica.</p> <p>Cód. Hanna 500 ml HI 1053 B</p>	 <p style="color: blue;">Unión Triple Cerámica</p> <p style="color: blue;">Diseño de Unión Doble</p> <p style="color: blue;">Electrodo Recargable</p>	<p>El HI1053B es un electrodo de pH rellenable con KCl, con diseño de doble unión y cuerpo de vidrio, con un conector BNC. Este electrodo tiene tres uniones de cerámicas en la celda de referencia externa para un mayor flujo del electrolito de referencia y una punta de detección de pH cónica que se fabrica con vidrio de baja temperatura.</p> <p>Estas consideraciones de diseño son ideales para emulsiones, grasas y cremas, muestras de suelo y semisólidas, soluciones de baja conductividad y para medir muestras a temperaturas más frías.</p>
---	--	---

Calibración del sensor de PH (Mínimo en dos puntos: pH 7 y pH 4)

<p>Solución de Calibración pH 7.01</p> <p>Cód. Hanna 500 ml HI 7007L/C</p>		<p>El HI7007L/ C es una solución de calibración de pH 7.01 de calidad superior que es trazable por NIST y se suministra con un Certificado de Análisis.</p> <p>Caducidad de <u>5 años</u> desde la fecha de fabricación para una botella sin abrir.</p>
<p>Solución de Calibración pH 4.01</p> <p>Cód. Hanna 500 ml HI 7004L/C</p>		<p>HI7004L/C es una solución de calibración pH 4.01 de calidad superior que es trazable por NIST y se suministra con un Certificado de Análisis.</p> <p>Caducidad de <u>5 años</u> a partir de la fecha de fabricación para una botella sin abrir.</p>
<p>Solución de Calibración pH 10.01</p> <p>Cód. Hanna 500 ml HI 7010L/C</p>		<p>HI7010L/C es una solución de calibración pH 10.01 de calidad superior que es trazable por NIST y se suministra con un Certificado de Análisis.</p> <p>Caducidad de <u>2 años</u> a partir de la fecha de fabricación para una botella sin abrir.</p>

Relleno del electrodo de PH de punta cónica

Solución electrolítica
KCl 3.5M para
electrodos de doble
unión

Cód. Hanna 30 ml
HI 7082 S



- El interior del electrodo de pH, debe tener un nivel adecuado de solución electrolítica (KCl) para garantizar la presión adecuada en la parte superior y promover el flujo de electrolito de referencia en la muestra que se está midiendo.

La HI7082 es una solución de llenado de electrodos de pH que contiene 3.5M de KCl que se produce específicamente para electrodos de doble unión.

El nivel de electrolito en el interior electrodo de pH de punta cónica, debe ser verificado antes de realizar cualquier medición. Si el nivel de electrolito es bajo, se debe rellenar con la solución, para garantizar un rendimiento óptimo.

También, se recomienda cambiar la solución electrolítica, cuando las mediciones presentan errores.

Almacenamiento del electrodo de PH

Solución de
Almacenamiento
de Electrodo de
pH/ORP

Cód. Hanna 500ml
HI 70300L

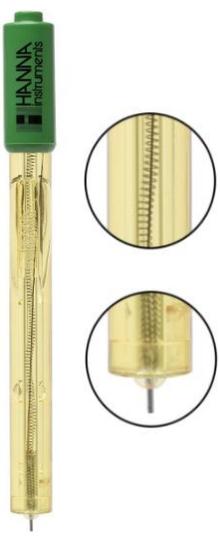


HI70300L es una solución de almacenamiento fabricada específicamente para electrodos de pH y ORP.

Es necesario almacenar el electrodo de pH en una solución para mantener el “bulbo de vidrio” y la “unión del electrodo” limpios y húmedos, garantizando una medición rápida y confiable.

Nunca almacenar un electrodo en agua destilada o desionizada.

ELECTRODO DE ORP

<p>Electrodo de ORP con cuerpo de PEI relleno de gel</p> <p>Cód. Hanna HI3230B</p>	 <p>Cuerpo Duradero de PEI</p> <p>Pin de Detección de Platino</p>	<p>El HI3230B es un electrodo de ORP de unión única, cuerpo PEI (resina de poliéterimida), con un conector BNC. Este electrodo tiene una unión de cerámica única en la celda de referencia externa y el pin de detección de ORP está hecho de platino. Esta consideración de diseño es ideal para mediciones de ORP en aguas y aplicaciones de control de calidad.</p>
--	--	--

Verificación del potencial de óxido – reducción (ORP)

(Se verifica en un punto (479 mV) Rango aceptable entre 420 mV y 520 mV)

<p>Solución de Prueba de ORP 470 mV a 25°C</p> <p>Cód. Hanna 460 ml HI 7022L</p>		<p>El HI7022L es una solución de prueba de ORP de calidad superior fabricada con químicos de grado reactivo y utilizada para probar electrodos de ORP de platino y oro. Preparado con químicos de grado reactivo. Permite una comprobación rápida del electrodo de ORP.</p> <p>ORP no se calibra, solo se verifica que la lectura esté en 470 mV (+- 50 mV).</p>
--	--	--

Almacenamiento del electrodo de ORP

<p>Solución de Almacenamiento de Electrodo de pH/ORP</p> <p>Cód. Hanna 500ml HI 70300L</p>		<p>HI70300L es una solución de almacenamiento fabricada específicamente para electrodos de pH y ORP.</p> <p>Es necesario almacenar el electrodo de pH en una solución para mantener el “bulbo de vidrio” y la “unión del electrodo” limpios y húmedos, garantizando una medición rápida y confiable.</p> <p><u>Nunca almacenar un electrodo en agua destilada o desionizada.</u></p>
--	---	---



ARMADA DE CHILE
DIRECTEMAR
DIRECCIÓN GENERAL DEL TERRITORIO MARÍTIMO
Y DE MARINA MERCANTE



ANEXO “E” DEL PROTOCOLO DE MUESTREO POAL

COMPOSICIÓN SET POAL TIPO DE ENVASES Y DE PRESERVANTES

Actualización 08 de abril de 2021

MATRICES AMBIENTALES P.O.A.L. SEGÚN PARÁMETROS

Tipo de Matriz	Parámetros Químicos	Código de envase	Volumen de envase
ACUOSA TIPO "A"	Amonio	QR-5	500 ml
	Nitrato	QR-2-A	250 ml
	Ortofosfato	QR-2	1 lt
	DBO5		
	Metales disueltos (cobre, arsénico, plomo, mercurio, cadmio, cromo)	QM-6-SOL	500 ml ó 120 ml
	HAP's (especiación química)	QR-8	1 lt
	Hidrocarburos fijos	QR-12	1 lt
ACUOSA TIPO "B"	Metales disueltos (cobre, arsénico, plomo, mercurio, cadmio, cromo)	QM-6-SOL	500 ml ó 120 ml
	HAP's (especiación química)	QR-8	1 lt
	Hidrocarburos fijos	QR-12	1 lt
ACUOSA TIPO "C"	Amonio	QR-5	500 ml
	Nitrato	QR-2-A	250 ml
	Ortofosfato	QR-2	1 lt
	DBO5		
	Metales disueltos (cobre, arsénico, plomo, mercurio, cadmio, cromo)	QM-6-SOL	500 ml ó 120 ml
ACUOSA TIPO "D" (Lago General Carrera)	Clorofila A	MB-D1	1 lt
	DBO5	QP-2	1 lt
	Nitrato	QP-2-A	250 ml
	Nitrógeno	QP-5	500 ml
	Fósforo		
	Ortofosfato		
	COT	QP-5-COT	500 ml
	Metales disueltos (cobre, arsénico, plomo, mercurio, cadmio, cromo)	QP-6-SOL	500 ml ó 120 ml
	HAP's (especiación química)	QP-8-PES	1 lt
	Hidrocarburos fijos	QP-12	1 lt
ACUOSA TIPO "E" (Lago Panguipulli)	Clorofila A	MB-D1	1 lt
	DBO5	QP-2	1 lt
	Nitrato	QP-2-A	250 ml
	Nitrógeno	QP-5	500 ml
	Fósforo		
	Ortofosfato		
	COT	QP-5-COT	500 ml
	Metales disueltos (cobre, arsénico, plomo, mercurio, cadmio, cromo)	QP-6-SOL	500 ml ó 120 ml

Tipo de Matriz	Parámetros Químicos	Código de envase	Volumen de envase
SEDIMENTARIA TIPO "A"	Materia Orgánica	L-QLS-1	250 ml ó 1 lt. ó 2 lt
	Carbono Orgánico Total		
	Nitrógeno total		
	Hidrocarburos fijos		
	Fósforo total, arsénico total, plomo total, cobre total, cadmio total, cromo total	L-ES-1	1 lt
	Mercurio total	L-QLS-1-SUB	250 ml
	HAP's	SED-HAP	1 lt
	Granulometría	L-QLS-5	2 lt
SEDIMENTARIA TIPO "B"	Materia Orgánica	L-QLS-1	250 ml ó 1 lt ó 2 lt
	Carbono Orgánico Total		
	Nitrógeno total		
	Fósforo total, arsénico total, plomo total, cobre total, cadmio total, cromo total	L-ES-1	1 lt
	Mercurio total	L-QLS-1-SUB	250 ml
	Granulometría	L-QLS-5	2 lt
SEDIMENTARIA TIPO "C"	Hidrocarburos fijos	L-QLS-1	250 ml ó 1 lt. ó 2 lt
	Arsénico total, plomo total, cobre total, cadmio total, cromo total	L-ES-1	1 lt
	Mercurio total	L-QLS-1-SUB	250 ml
	HAP's	SED-HAP	1 lt
	Granulometría	L-QLS-5	2 lt
BIOLÓGICA	Arsénico total, plomo total, cobre total, mercurio total, cadmio total, cromo total	L-QLS-1	2 envases de 2 lt c/u

Cada Gobernación Marítima es abastecida fue principio del contrato con ANAM (año 2019) con:

- 01 balde de plástico (5 lt) para efectuar la mezcla de sedimentos.
- 01 espátula metálica inoxidable para la extracción de biota.
- 01 disco secchi con peso y un cabo de 20 metros marcado cada 1 metro para medición de transparencia.
- 01 medidor multiparamétrico para agua (HANNA HI-9829)
- 01 medidor multiparamétrico para sedimentos (HANNA HI-98191).

Al inicio de cada campaña POAL, el laboratorio ANAM, debe proveer:

- 01 plumón indeleble
- 01 caja de guantes sin talco
- 02 rollos de papel absorbente
- 02 litros de agua destilada
- Gel packs y envase testigo de vidrio y plástico para cada nevera
- Soluciones de almacenamiento, calibración y limpieza de equipos multiparamétricos, cuando sean requeridos.

COMPOSICIÓN DE LOS SETS DE ENVASES P.O.A.L. PARA EL AÑO 2021

Acuosa A

Envases: QR-5, QR-2-A, QR-2, QM-6-SOL, QR-8, QR-12



La matriz acuosa tipo "A" consta de 6 envases diferentes para cada estación de monitoreo. Cada Gobernación tendrá solo uno de los sets de envases detallados en la fotografía.

Acuosa B

Envases: QM-6-SOL, QR-8, QR-12



La matriz acuosa tipo "B" consta de 3 envases diferentes para cada estación de monitoreo. Cada Gobernación tendrá solo uno de los sets de envases detallados en la fotografía.

Acuosa C

Envases: QM-6-SOL, QR-5, QR-2-A, QR-2



La matriz acuosa tipo “C” consta de 4 envases diferentes para cada estación de monitoreo. Cada Gobernación tendrá solo uno de los sets de envases detallados en la fotografía.

Acuosa D

Envases: MB-D1, QP-12, QP-2, QP-2-A, QP-5, QP-5-COT, QP-6-SOL, QP-8-PES



La matriz acuosa tipo “D” consta de 8 envases y se utiliza solo en el monitoreo del Lago General Carrera.

Acuosa E

Envase: MB-D1, QP-2, QP-2-A, QP-5, QP- 5-COT, QP-6-SOL



La matriz acuosa tipo “E” consta de 6 envases y se utiliza solo en el monitoreo del Lago Panguipulli.

Biológica (Biota)

Envase: L-QLS-1



La matriz para análisis de biota, consta de 2 ó 3 envases (según stock) y deben recolectarse entre 3,5 kg y 4 kg para su correcto análisis. Cada Gobernación tendrá solo uno de los sets de envases detallados en la fotografía.

Sedimento A

Envases: L-QLS-1, L-ES-1, SED-HAP, L-QLS-5, L-QLS-1-SUB



La matriz sedimentaria tipo "A", puede tener 2 ó 3 envases (dependiendo del stock). De preferencia, para el análisis de HAP's, se toma la muestra en un frasco independiente (SED-HAP). Para el análisis de mercurio total, se toma la muestra en un envase independiente, ya que su análisis es subcontratado (L-QLS-1-SUB). Los demás análisis, pueden ser realizados con la muestra de un mismo envase (tendrá los códigos: L-QLS-1, L-QLS-5, L-ES-1).

Cada Gobernación tendrá solo uno de los sets de envases detallados en la fotografía.

Sedimento B

Envases: L-QLS-1, L-ES-1, L-QLS-5, L-QLS 1-SUB



La matriz sedimentaria tipo “B”, puede tener 1 ó 2 envases (dependiendo del stock). De preferencia, se toma la muestra en un frasco independiente para el análisis de mercurio total, ya que su análisis es subcontratado (L-QLS-1-SUB). Los demás análisis, pueden ser realizados con la muestra de un mismo envase (tendrá los códigos: L-QLS-1, L-QLS-5, L-ES-1). Cada Gobernación tendrá solo uno de los sets de envases detallados en la fotografía.

Sedimento C

Envases: L-ES-1, SED-HAP, L-QLS-1, L-QLS-5, L-QLS1-SUB



La matriz sedimentaria tipo “C”, puede tener 2 ó 3 envases. De preferencia para el análisis de HAP`s y mercurio total, las muestras se toman en envases independientes. Los demás análisis, pueden ser realizados con la muestra de un mismo envase (tendrá los códigos: L-QLS-1, L-QLS-5, L-ES-1). Cada Gobernación tendrá solo uno de los sets de envases por estación.

DETALLE DE ENVASES PARA MUESTRAS DE AGUA - P.O.A.L. AÑO 2021

	QR-2-A		QR-2		QR-5
	Nitrato		Ortofosfafo DBO		Amonio Fosforo Nitrogeno
Sin Preservante		Sin Preservante		H2SO4	
250 ml		1 L		500 ml	

	QM-6-SOL / QP-6-SOL		QP-8-PES / QR-8		QR-12
	Cobre Arsenico Plomo Mercurio Cadmio Cromo		Hap1		Hidrocarburos Fijos
Sin Preservante		Na2S2O3		HCl	
500 ml / 120 ml		1 L		1 L	

	QP-12		QP-2		QP-5 / QP-5-COT
	Hidrocarburos fijos		DBO		DQO Nitrogeno Total Fosforo Total Ortofosfato Amonio
HCl		Sin Preservante		H2SO4	
1 L		1 L		500 ml	

	QP-2-A		MB-D1
	Nitrato		Clorofila "A"
Sin Preservante		Sin Preservante	
250 ml		1 L	

DETALLE DE ENVASES PARA MUESTRAS DE SEDIMENTO Y BIOTA - P.O.A.L. AÑO 2021

	BIOTA		SED-HAP		L-QLS-1-SUB
	Cobre Arsenico Plomo Mercurio Cadmio Cromo		L-HAP1		Mercurio
Sin Preservante		Sin Preservante		Sin Preservante	
2 L		1 L		250 ml	

	L-QLS-1		L-QLS-5		L-ES-1
	Materia Organica COT Nitrogeno Hidrocarburos fijos		Granulometria		Cobre Arsenico Plomo Cromo Cadmio Fosforo
Sin Preservante		Sin Preservante		Sin Preservante	
250 ml		2 L		1 L	

	BIOTA
	Cobre Arsenico Plomo Mercurio Cadmio Cromo
Sin Preservante	
2 L	

	L-QLS-5 / L-QLS-1 / L-ES-1
	Cobre Arsenico Plomo Cromo Cadmio Fosforo Granulometria
Sin Preservante	
2 L / 1 L	

Alternativamente, la biota podrá ser almacenada en bolsas selladas para facilitar su congelamiento.

DETALLE DE PRESERVANTES Y CÓDIGOS DE ENVASES PARA P.O.A.L. AÑO 2021

Código Envase	Analito	Tiempo máximo y condiciones de almacenamiento	Tipo de envase	Capacidad del envase (ml)	Preservante	Cantidad aprox. de preservante
QR-2-A	Nitrato (N)	48h / 2-6°C	P	280	S/P	-----
QR-2	Ortofosfato	28 días / 2-6°C	P	1000	S/P	-----
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	24h / 2-6°C	V	125	S/P	-----
QR-5	Amonio, fosforo, nitrógeno	7 días / 2-6°C	P	500	H ₂ SO ₄	0,5 ml
QM-6-SOL/ QP-6-SOL	Cobre	1 mes / T° ambiente	P	500	S/P	-----
	Arsénico					
	Plomo					
	Mercurio					
	Cadmio, Cromo					
QR-12	Hidrocarburos Fijos	1 mes / 2-6°C	V	1000	HCl	1 ml
QP-8-PES / QR-8	Naftaleno	72 hrs. para extracción / 2-5°C	V	1000	Na ₂ S ₂ O ₃	80 mg
	Acenafteno					
	Acenaftileno					
	Fluoreno					
	Fenantreno					
	Antraceno					
	Fluoranteno					
	Pyreno					
	Benzo (a) Antraceno					
	Cryseno					
	Benzo (b) Fluoranteno					
	Benzo (k) Fluoranteno					
	Benzo (a) Pyreno					
	Dibenzo (ah) Antraceno					
Benzo (ghi) Peryleno						
Indeno (1,2,3 cd) Pyreno						
SED-HAP	Naftaleno (Base Seca)	7 días / 2-6°C	V	1000	S/P	-----
	Acenafteno (Base Seca)					
	Acenaftileno (Base Seca)					
	Fluoreno (Base Seca)					
	Fenantreno (Base Seca)					
	Antraceno (Base Seca)					
	Fluoranteno (Base Seca)					
	Pyreno (Base Seca)					
	Benzo (a) Antraceno (Base Seca)					
	Cryseno (Base Seca)					
	Benzo (b) Fluoranteno (Base Seca)					
	Benzo (j) Fluoranteno					
	Benzo (j) Fluoranteno (Base Seca)					
	Benzo (k) Fluoranteno (Base Seca)					
	Benzo (a) Pyreno (Base Seca)					
	Dibenzo (ah) Antraceno (Base Seca)					
	Benzo (ghi) Peryleno (Base Seca)					
Indeno (1,2,3 cd) Pyreno (Base Seca)						
Hidrocarburos Fijos						
L-QLS-5	Granulometría	No determinado	P	2000	S/P	-----
L-ES-1	Metales	6 meses / T° ambiente	P	500	S/P	-----
L-QLS-1	Materia orgánica COT	28 días / 2-6°C	P	1000	S/P	-----
	Nitrógeno total					
	Hidrocarburos Fijos					
L-QLS-1 (Biota)	Arsénico Total	28 días / 2-6°C	P	1000	S/P	-----
	Plomo Total					
	Cobre Total					
	Mercurio Total					
	Cadmio Total – Cromo Total					
QP-2-A	Nitrato	48h / 2-6°C	P	250	S/P	-----
QP-2	Demanda Bioquímica de Oxígeno	24h / 2-6°C	P	1000	S/P	-----
QP-5 / QP-5-COT	DQO – Nitrógeno Total – Fosforo Total - Ortofosfato - Amonio	7 días / 2-6°C	P	500	H ₂ SO ₄	0,5 ml
QP-12	Hidrocarburos Fijos	1 mes / 2-6°C	v	1000	HCl	1 ml
MB-D1	Clorofila	24h / 4 2°C	v	1000	S/P	-----

*P: Plástico, V: Vidrio, S/P: Sin Preservantes