PROCEDIMIENTO

MUESTREO FÍSICO QUÍMICO PIEZÓMETROS Y POZOS PSAH

PTS-082-GHSOP/06

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Camila Zúñiga Líder de Reportabilidad Ambiental	Edwin Guzmán Superintendente RAySH	Corrado Tore Gerente GHS
Gonzalo Puga Jefe de Operaciones I&C	Helio Hernández Superintendente de Operaciones GHS	
Cristian Martinez Supervisor de Terreno		
Jorge Olivares Supervisor de Terreno		

© 2025 La información de este documento es de propiedad de SQM y su difusión o reproducción deberá contar con la autorización expresa de la Compañía. Una vez impreso este documento queda como Copia **NO CONTROLADA**

1. MARCO GENERAL

OBJETIVO

Establecer una metodología de trabajo, determinar las responsabilidades y estandarizar la secuencia de actividades para realizar con éxito los distintos tipos de Muestreo fisicoquímico de pozos relacionados con el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH), Programa de Cumplimiento (PdC) y Estudios Complementarios

ALCANCE

Este procedimiento será utilizado en todas las zonas del Salar de Atacama comprendidas en el PSAH y respetado por todo personal de la GHS SQM, involucrado en las tareas.

Los muestreos que quedan sujetos a este procedimiento son:

- Muestreo fisicoquímico trimestral según compromisos en el PSAH
- Muestreo fisicoquímico trimestral complementario según compromisos en el PdC.
- Muestreo fisicoquímico mensual en sector Peine según compromisos en el PdC.
- Muestreo fisicoquímico realizados por la GHS SQM Salar (estudios complementarios)

RESPONSABILIDADES

El personal responsable de ejecutar este procedimiento debe estar debidamente instruido y capacitado de las actividades y evaluar constantemente los EPP necesarios para la ejecución correcta y segura del procedimiento. Para ello todo trabajador deberá acreditar lo antes expuesto en la hoja de control de riesgos (HCR) y análisis de riesgo del trabajo (ART) antes del inicio de la tarea

Responsable	Responsabilidades
Gerente	• Responsables de velar por el cumplimiento y aplicación del programa anual de *Housekeeping* a sus áreas de trabajo.
Superintendentes	• Responsables de velar por el cumplimiento y aplicación del programa anual de *Housekeeping* a sus áreas de trabajo.
Jefe de Operaciones	• Coordinar existencia y buen estado del funcionamiento de equipos y materiales necesarios para realizar muestreos fisicoquímicos. • Velar por la correcta ejecución del presente procedimiento. • Proponer mejoras al procedimiento muestreo fisicoquímicos. • Establecer los lineamientos y requerimientos para cada monitoreo tanto con personal SQM como ETFA si fuese necesario. • Planificar tiempos, equipos y materiales necesarios para realizar los diferentes muestreos. • Recepcionar y revisar la información obtenida para posteriormente distribuir a las partes interesadas.
Supervisor de Terreno	• Ejecutar y apoyar coordinación de los muestreos fisicoquímicos encomendados. • Entregar información relevante para el correcto desarrollo de los muestreos fisicoquímicos • Proponer mejoras al procedimiento muestreo fisicoquímicos. • Instruir a los monitores acerca de las tareas que deben realizar durante el muestreo fisicoquímicos. • Velar y asegurar la correcta ejecución del presente procedimiento. • Asesorar al monitor frente a cualquier contingencia que se presente.
Monitor	• Ejecutar correctamente la secuencia de actividades descrita en este procedimiento. • Verificar el estado de sus implementos de seguridad, de los equipos y materiales a utilizar antes de comenzar los trabajos. Deberá informar al Supervisor cualquier irregularidad que se presente. • Acatar las instrucciones dadas por su Supervisor que emanen del presente Procedimiento. • No efectuar maniobras de riesgos que atenten contra su integridad física, la de otras personas. • Evitar perdida/mal uso de materiales o equipos utilizados en estos muestreos. • No actuar por sí solo, si tiene dudas ante alguna instrucción generada por la jefatura, consultar para aclarar.

	• Informar todo lo que considere pueda afectar el normal desarrollo de la actividad. • Mantener la limpieza de los equipos y materiales utilizados en el muestreo fisicoquímicos. • Fiscalizar el correcto muestreo por parte de la ETFA.

2. ASPECTOS Y/O CONSIDERACIONES

AMBIENTALES		
Aplica		Para el presente documento, no se han identificado aspectos ambientales ni posibles impactos hacia el medio ambiente (positivos y/o negativos) a modo tal que, no aplica evaluar significancia y determinar medidas de control de estos.
SI		
NO	x	

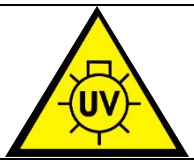
ENERGÉTICO		
Aplica		Para la ejecución de las tareas del presente procedimiento, se ha confirma que no poseen actividades que impacten de manera significativa en el desempeño energético de faena. Por consiguiente, para el presente estándar MUESTREO FÍSICO QUÍMICO PIEZÓMETROS Y POZOS PSAH no aplican medidas de aspectos energéticos
SI		
NO	x	

3. RECURSOS

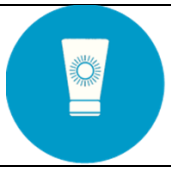
Antes de trasladar los equipos y/o herramientas, se deberá verificar que estos se encuentren en correcto funcionamiento

Equipos	*Herramientas*
1. Camioneta 2. Equipo multiparamétrico con sondas para medir: pH, temperatura y conductividad. 3. Densímetros (1,0-1,1 gr/ml; 1,1-1,2 gr/ml; 1,2-1,3 gr/ml o digital) 4. Bailer con piola de acero/cordel. 5. Recipiente 5,10 o 20 L. 6. Envases plásticos (análisis químicos varios). 7. Envases de vidrio (hidrocarburos y coliformes). 8. Bidón y piseta con Agua destilada/industrial.	1.

4. RIESGOS PRINCIPALES: (*Pictogramas*):

Caída al mismo nivel	**Caída a distinto nivel**	**Resbalar**	**Tropiezo**
			
Exposición a Radiación UV			

5. EPP REQUERIDO: (*Pictogramas*):

Casco de Seguridad	**Lentes Seguridad Oscuros**	**Guantes de Seguridad**	**Chaleco Reflectante**
			
Zapato de Seguridad	**Bloqueador Solar**	**Botas de Agua**	**Ropa**

6. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

6.1 Medición de parámetros fisicoquímicos en terreno

Los parámetros de terreno se miden tan pronto como la muestra de agua es recolectada in situ. Algunas concentraciones químicas pueden cambiar debido a variaciones en las condiciones físicas de la muestra (por ejemplo, debido al cambio de temperatura podría existir precipitación de sales).

Los parámetros de terreno se medirán utilizando equipos multiparamétricos portátiles.

El orden de los parámetros por monitorear son los siguientes:

- Nivel (con pozómetro al interior del pozo)
- Temperatura
- pH
- Conductividad
- Densidad

A continuación, se detalla el proceso de la medición de las variables temperatura, pH, conductividad eléctrica y densidad.

Medición de temperatura

- Medir la temperatura de la muestra inmediatamente después de la recolección.
- Luego de la estabilización, registre la temperatura.
- El termómetro será lavado con agua destilada/desionizada/industrial antes y después de cada uso. Habitualmente la temperatura se toma con el sensor de pH y/o conductividad.

Medición de pH

- Introducir con cuidado la muestra con la sonda de pH hasta que la lectura se estabilice (utilizando botón AR auto Reading). Después de lograr una lectura estable de pH, lavar el electrodo con cuidado Registrar el pH en décimas (o centésimas si el medidor es lo suficientemente estable) de una unidad de pH.
- Lavar bien el sensor con agua destilada/desionizada/industrial antes de tomar las medidas de la próxima muestra.
- Los sensores de pH luego de ser utilizados deben quedar tapados con tapón que debe contener solución de KCL 3 mol o solución de pH 4,01.

Medición de conductividad eléctrica

- En un recipiente, lleno con la muestra, introducir la sonda, la cual debe mantenerse lejos de los lados y fondo del recipiente en el que se toman las mediciones y permanecer asegurada durante el desarrollo de estas (utilizando botón AR auto Reading).
- Lavar bien el sensor con agua destilada/desionizada/industrial luego de tomar la medición.
- El sensor luego de ser lavado se debe mantener seco.

Medición de densidad

- En una probeta de 1000 ml verter agua/salmuera para luego insertar equipo densímetro (1.0-1.1 gr/ml; 1.1-1.2 gr/ml; 1.2-1.3 gr/ml) el cual al quedar flotando registrará un valor según la graduación respectiva de dicho densímetro. En caso de usar un densímetro digital, llene la celda de medición y espere hasta que el equipo registre la densidad.
- Posterior a la medición, lavar el densímetro con agua destilada/desionizada/industrial y almacenar cuidadosamente dentro de la funda plástica.

6.2 Registro de los parámetros

Al momento de registrar estos valores se deberá indicar la fecha, hora de muestreo y el nombre del monitor. En el Anexo 1 se presenta la planilla de terreno del muestreo fisicoquímico.

Al término del muestreo el monitor deberá entregar la planilla de terreno con todos los datos requeridos al Supervisor de Terreno de Operaciones.

6.3 Calibración de los equipos

Los equipos de monitoreo deberán ser calibrados por parte de Instrumentistas GHS, quienes entregarán equipo en condiciones adecuadas para su operación en terreno y llevarán registro histórico de sus calibraciones.

Al recibir el equipo y previo a la salida a terreno, se realizará una verificación de la calibración realizada por parte de Instrumentistas GHS. Para ello se contrastará las mediciones de conductividad eléctrica y pH utilizando los patrones de 1.413 uS/cm y 10,1; 7,01 o 4,01 unidades de pH, respectivamente. El registro debe quedar almacenado como respaldo, el control documental es responsabilidad de los Instrumentistas GHS.

Para la conductividad eléctrica, se considerará como aceptable un error relativo menor al 10% (Ecuación 1) y para el pH una diferencia menor a 0,5 unidades de pH (Ecuación 2). En caso no cumplir con los criterios previamente mencionados, se debe informar a Instrumentistas GHS, solicitar una revisión de la calibración del equipo y repetir el ejercicio de verificación hasta tener resultados exitosos para ambas variables.

$$ER = \frac{abs\ (CE_1 - CE_2)}{(\frac{CE_1 + CE_2}{2})} \qquad \text{Ecuación 1}$$

$$Diferencia\ de\ Ph = pH_1 - pH_2 \qquad \text{Ecuación 2}$$

El monitor al final de cada jornada debe entregar el equipo para realizar una verificación y/o calibración en caso de que corresponda.

6.4 Muestreo de agua

6.4.1 Muestreo de agua subterránea

A continuación, se detalla el procedimiento para la toma de muestras de pozos. Los pozos sujetos al alcance de este procedimiento no serán muestreados utilizando un sistema de bombeo para no afectar los niveles de los pozos, por lo tanto, el muestreo de estos puntos será realizado con bailer.

Antes de la recolección con bailer se debe medir primero el nivel estático (NE) con pozómetro.

Las primeras extracciones con bailer debe ser para ambientar **tres veces** recipiente que almacenará la muestra. Una vez extraído un volumen de muestra, se debe realizar la medición de parámetros en el siguiente orden; temperatura, pH, conductividad, densidad.

Una vez registrados los parámetros de terreno, se debe proceder al llenado de frascos, previa ambientación de estos (aquellos que no tengan preservantes), que pueden variar las cantidades y/o volúmenes según cada caso. Hay que recordar que los frascos deben quedar siempre llenos sin burbujas en su interior.

El volumen de muestra que sobre en el muestreo no debe ser devuelto al pozo sino debe ser vertido al terreno. Se solicita ser crítico y extraer siempre el volumen lo más ajustado posible para evitar sacar exceso de muestra del pozo.

Los envases deben ser rotulados con el nombre del pozo o un identificador único, fecha y hora de muestreo. Esta información debe ser detallada en la planilla de terreno y/o cadena de custodia.

Los envases rellenados deben ser almacenados y refrigerados en un cooler utilizando *icepacks* para asegurar la preservación de la muestra.

6.4.2 Muestreo de agua superficial

El muestreo de agua superficial debe realizarse directamente desde el cuerpo de agua en el punto previamente definido (por ejemplo: reglillas). Si el punto definido se encuentra sin agua, se debe informar a supervisión y consultar a personal de CONAF / comunidades la posibilidad de muestrear en las cercanías de dicho punto. De haber autorización, se debe informar a supervisión y registrar en la planilla de terreno y/o cadena de custodia las coordenadas y/o ubicación del nuevo punto de muestreo, con respecto al punto originalmente definido.

Se debe rellenar y ambientar idealmente tres veces el recipiente de 10 o 20 litros con muestra del cuerpo de agua. Posterior a la ambientación, se procederá a tomar la muestra y medir los parámetros fisicoquímicos de terreno en el siguiente orden: temperatura, pH, conductividad y densidad, de acuerdo con lo detallado en la sección 5.2.

Una vez obtenidos los parámetros de terreno se debe proceder al llenado de frascos, previa ambientación de estos (aquellos que no tengan preservantes), que pueden variar las cantidades y/o volúmenes según cada caso. Hay que recordar que los frascos deben quedar siempre llenos sin burbujas en su interior.

Los envases deben ser rotulados con el nombre del pozo o un identificador único, fecha y hora de muestreo. Esta información debe ser detallada en la planilla de terreno y/o cadena de custodia.

Los envases rellenados deben ser almacenados y refrigerados en un cooler utilizando *icepacks* para asegurar la preservación de la muestra.

6.5 Muestreo Fisicoquímico Trimestral PSAH y Mensual PdC

En el marco del PSAH, 35 puntos son monitoreados con calidad de agua, lo cual implica toma de parámetros fisicoquímicos de terreno y recolección de muestras de agua. Los puntos antes mencionados se desglosan en:

- 23 piezómetros
- 5 pozos de producción de agua industrial
- 4 puntos de agua superficial
- 5 Reglillas CONAF

De manera complementaria al monitoreo trimestral, según el instrumento del PdC, se suman 2 piezómetros.

Finalmente, el PdC define como medida de control ante la activación de fases del plan de contingencia o plan de alerta temprana, el monitoreo mensual de 3 piezómetros y 3 reglillas CONAF en el sistema Peine.

Los análisis de calidad de agua del monitoreo físico químico trimestral/mensual, están agrupados bajo distintos parámetros a analizar, es por esto por lo que el volumen a recolectar, tipos de envases y tratamiento de estos, difiere entre ellos. El Anexo 1 hace referencia a los parámetros obtenidos exclusivamente en terreno.

Tanto el muestreo trimestral por PSAH y PdC, en conjunto con el monitoreo mensual definido por el último, es ejecutado por una Entidad Técnica Fiscalizadora Ambiental (ETFA) autorizada y acreditada por la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA). Todas las actividades que comprendan el muestreo de agua, tanto superficial como subterránea, se rige por los procedimientos internos de cada ETFA. El rol de SQM en los monitoreos previamente señalados corresponde en la toma de niveles y parámetros fisicoquímicos a modo de contrastación voluntaria, SQM no participa en la extracción o embotellado de las muestras.

Una vez que el personal capacitado de la ETFA y SQM se encuentran en el punto a monitorear, lo que primero se debe hacer es medir el nivel, luego tomar la muestra de acuerdo con lo señalado en el procedimiento de la ETFA (a modo de referencia, revisar sección 5.2) y la medición de parámetros fisicoquímicos de terreno, considerando lo señalado en la sección 5.1.

El orden de los parámetros son temperatura, pH, conductividad y densidad por parte de SQM y temperatura, pH, conductividad por parte de la ETFA que puede ser en simultaneo entre ambos.

Durante la toma de parámetros fisicoquímicos, los valores obtenidos por ambas empresas serán compartidos y se realizará el ejercicio de determinar el ER de las mediciones de conductividad eléctrica (según ecuación 1) y la diferencia de unidades de pH (según ecuación 2), en caso de que el ER sea mayor al 10% y/o la diferencia de pH superior a 0,5 se debe informar a la ETFA. Ante este escenario, la ETFA revisará internamente si es pertinente recalibrar su equipo y repetir la medición. SQM tomará nota en planilla en Anexo 1.

Posterior a la medición de parámetros en terreno, se deben rellenar las botellas plásticas rotuladas, donde se debe indicar nombre del pozo, fecha y hora, a cargo de la ETFA (Los demás datos de la etiqueta vienen dados por el laboratorio externo que provee los envases). El llenado de las muestras corresponde por parte de la ETFA.

Solo en caso donde se tome una muestra de agua en el marco de monitoreos para estudios complementarios, se informará a la EFTA para que el volumen recopilado en el recipiente de 10 a 20 Lt sea suficiente completar para las baterías del PSAH/PdC y la de estudios comentarios. Solo en este escenario, SQM recolectará muestra de agua y será responsable del llenado de botellas, rotulación, elaboración de cadena de custodia y refrigeración de la batería de envases para el muestreo de estudios complementarios.

En la planilla se debe indicar el volumen total de muestra extraída para los frascos de la ETFA.

En caso de que el NE post muestra descienda, ajustarse a lo indicado en el ítem 5.2.1

En la planificación de la campaña SQM puede definir la toma de duplicados (muestras enviadas al mismo laboratorio en la que se analizan la calidad de agua en el marco del PSAH y/o PdC), contramuestras (muestras enviadas a un laboratorio distinto al que analiza la calidad de agua en el marco del PSAH y/o PdC) y/o blancos de terreno. El número de muestras duplicadas, contramuestras y/o blancos serán informadas previamente a la ETFA y es esta última la responsable de su recolecciones y las actividades que aquello implica.

Identificación de peligros y Riesgos	
Peligros	***Riesgos***
- Radiación solar - Plataforma en mal estado - Ráfagas de viento - Postura corporal inadecuada para traslado manual de equipos y materiales - Mal manejo u operación del equipo - Postura corporal inadecuada para la toma de muestra - Equipos contiguos energizados	- Exposición a radiación solar - Golpeado contra objetos, estructura o equipos, Caídas al mismo nivel, hundimientos - Exposición a polvo en suspensión. Contacto con partículas proyectadas - Caídas al mismo nivel, Sobreesfuerzo. - Golpeador por herramienta, dispositivos y accesorios, Daños al equipo - Sobresfuerzo, Caída mismo Nivel - Contacto con energía eléctrica

Responsable Ejecución Control		Controles Operacionales Críticos de la Tarea
R.Sup.	R.Gral	
	X	• Uso protector solar • Uso ropa adecuada (polera manga larga) • Consumir abundante agua • Uso capucha • No exceder tiempo de exposición a radiación de no ser necesario. • Aplicar Guía Técnica de Radiación UV de origen solar MINSAL
	X	• Inspección de plataforma de acuerdo con diseño preestablecido. • Delimitación de áreas. Ubicación de conos y señaléticas. • Advertir anomalías del terreno. • Ejecución HCR y ART
	X	• Uso de EPP adecuados (ropa y lentes de seguridad). • Transitar de manera lenta y atenta ante esta condición adversa. • En caso de que el viento no permita transitar a pie, se debe informar a jefatura y retirar del área.
X	X	• Ejecutar HCR-ART. Protocolo MINSAL Manejo manual de carga. • Contar ayuda para trasladar equipos que superen los 25Kg. • Advertir peso excesivo de carga, conocer los pesos de los equipos. • Mantener comunicación con compañeros de trabajos al maniobrar equipos y/o materiales.
X	X	• Uso de equipo solo personal autorizado. • Advertir manejo inadecuado equipo
	X	• Posicionar correctamente al levantar y agachar al tomar muestra (flectando las rodillas). Corregir postura. • Protocolo MINSAL TMERT-ES (Pausas de Trabajo)
	X	• Mantener distancia adecuada de equipos energizados. • Advertir ante anomalía de equipo. Ingreso solo con permiso de ingreso al área.

7. **REGISTROS**

Anexo 1. Planilla Terreno Muestreo Físico - Químico Trimestral PSAH.

Gerencia Hidrogeología Salar

Monitoreo Físico-Químico Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeologico

SGI-PTS.GHSOP/082/05-ANEXO1

Mes/ Año:

Pozo	Fecha	Hora	Nivel (m)	T (°C)	CE (mS/cm)	Densidad (gr/ml)	pH	NIVEL POST MUESTRA (m)	T (°C) ETFA	CE (mS/cm) ETFA	pH ETFA	VOL MUESTRA (lt)	Superf.	Subterr.	MOMBRE DUPLICADO (SI CORRESPONDE)	Observación	Monitor
L4-6																	
L4-12																	
L1-5																	
L1-G4 REGLILLA																	
SOPM-14																	
SOPM-7 (L2-6)																	
L2-5																	
L1-6																	
L1-4																	
SOPM-12C																	
1001																	
1028																	
L10-4																	
L10-1																	
L5-3																	
L4-3																	
L4-8																	
L4-9																	
L4-10																	
CA-2015																	

Pozo	Fecha	Hora	Nivel (m)	T (°C)	CE (mS/cm)	Densidad (gr/ml)	pH	NIVEL POST MUESTRA (m)	T (°C) ETFA	CE (mS/cm) ETFA	pH ETFA	VOL MUESTRA (lt)	Superf.	Subterr.	NOMBRE DUPLICADO (SI CORRESPONDE)	Observación	Monitor
SOCAIRE-5B																	
CAMAR-2																	
ALLANA																	
MULLAY-1																	
L7-3																	
L2-4																	
L2-3																	
REGLILLA CHAXAS CONAF																	
L7-G1																	
1906																	
M7																	
REGLILLA BARROS NEGROS CONAF																	
REGLILLA BURRO MUERTO CONAF																	
REGLILLA INTERNA CONAF																	
REGLILLA PUILAR CONAF																	
REGLILLA SALADA CONAF																	
REGLILLA SALADITA CONAF																	

8. RAZÓN DE CAMBIO – DISTRIBUCIÓN

CONTROL DE CAMBIOS		
Fecha	**Versión**	**Razón del cambio del documento**
Mayo, 2022	01	Revisión y actualización de procedimiento.
Julio, 2022	02	Actualización formato certificación ISO 45001.
Octubre, 2023	03	Revisión y actualización de procedimiento.
Abril, 2024	04	Actualización anual, se agrega los puntos de aspectos y/o consideraciones Ambientales y Energético.
Noviembre, 2024	05	Revisión y actualización de procedimiento incluyendo mejoras de auditoría ambiental
Agosto, 2025	06	Revisión y actualización formato de procedimiento.

9. EVALUACION DEL CONOCIMIENTO ADQUIRIDO

I. TEST DE EVALUACIÓN PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS.

Muestreo Físico – Químico Piezómetros y Pozos PSAH

Nombre : _____

RUT : _____ *Fecha* : _____

Empresa/Área : _____ *Nota* : _____

Marque con Una X si la Afirmación es Verdadera o Falsa.

Preguntas	Verdadero	Falso
Los equipos de monitoreo deberán ser calibrados solo cuando existe Cambio de sensor o electrodo.		
Los parámetros de terreno se medirán utilizando instrumentos portátiles. *Como el* Medidor multiparámetro modelo pH_Cond 330-340i o pH/Cond 3320, Marca WTW.		
El muestreo fisicoquímicos trimestral PSAH está compuesto por un total de 20 puntos de monitoreo.		
Para la toma de muestra y medición de parámetros en terreno lo que primero que se debe hacer es medir el nivel, luego tomar los parámetros de terreno, utilizando los instrumentos y verter la muestra en botella plástica rotulada, donde se debe indicar nombre del pozo, fecha y hora.		
El registro de calibración es responsabilidad de Monitor SQM		
Según la medición de temperatura, el termómetro será lavado con agua destilada/desionizada/industrial antes y después de cada uso.		
Al realizar la medición de PH no será necesario lavar el electrodo con agua destilada/desionizada después de cada muestra.		
En la Medición de conductividad la sonda debe ser lavada con cuidado con agua destilada/desionizada/industrial antes y después de cada uso.		

Nota: El porcentaje de aprobación es 100%. El Supervisor debe re-instruir al trabajador en aquellas afirmaciones que haya contestado en forma errónea.