COMPAÑÍA MINERA DOÑA INÉS DE COLLAHUASI SCM

SUPERINTENDENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

INFORME DE MONITOREO

AGUA POTABLE PUERTO COLLAHUASI
MENSUAL

Marzo 2025

CÓDIGO: VPDS0393_H03M_0325_Informe AP Puerto

ELABORACIÓN Y REVISIÓN

	Rev.	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Descripción
Nombre	**A**	Francisca Uribe	Betty Santos	Pablo Rodríguez	Elaboración y revisión interna
Cargo		Ingeniero de Reportabilidad ECOS	Coordinador de Reportabilidad ECOS	Asesor Técnico ECOS	
Nombre	**B**	Francisca Uribe	Betty Santos	Pablo Rodríguez	Revisión y aprobación interna
Cargo		Ingeniero de Reportabilidad ECOS	Coordinador de Reportabilidad ECOS	Senior ECOS	
Nombre	**0**	Esteban Zamudio	Pablo Contreras	Paula Quinchel	Aprobación CMDIC
Cargo		Ingeniero de Reportabilidad CMDIC	Gerente GTAM CMDIC	Gerente de Medio Ambiente y Permisos en CMDIC	

CONTENIDO

1. RESUMEN 5
2. INTRODUCCIÓN 6
3. OBJETIVO 7
4. MATERIALES Y MÉTODOS 7
   4.1. Descripción del área de estudio 7
   4.2. Ubicación de los puntos de muestreo 7
   4.3. Frecuencia de muestreo 8
   4.4. Parámetros de análisis 9
   4.5. Metodología de muestreo 10
   4.6. Materiales y equipos 13
   4.7. Fechas de muestreo 15
   4.8. Incertidumbres asociadas al muestreo 15
5. RESULTADOS 17
   5.1. Parámetros microbiológicos y de turbiedad (Tipo I) 17
   5.2. Parámetros de desinfección (Cloro libre residual - Tipo V) 20
   5.3. Parámetros críticos 22
6. DISCUSIONES 25
7. CONCLUSIONES 27
8. REFERENCIAS 28
9. ANEXOS 29
   9.1. Anexo A: Consolidados de Informes Laboratorios ETFA 29
   9.2. Anexo B: Responsables y Participantes de las actividades de Muestreo, Medición, Análisis y/o Control y Elaboración de Informe 29
   9.3. Anexo C: Procedimiento de Toma de muestras Agua Potable RESITER S.A. 29
   9.4. Anexo D: Cadena de Custodia 29
   9.5. Anexo E: Calibración y Verificación de Equipos 29
   9.6. Anexo F: Acreditaciones ETFA 29

LISTADO DE TABLAS

Tabla 4-1 Puntos de muestreo. 8
Tabla 4-2 Parámetros analizados Tipo I. Microbiológicos y de turbiedad 9
Tabla 4-3 Parámetros analizados Tipo V. Desinfección. 9
Tabla 4-4 Parámetros críticos analizados. 9
Tabla 4-5 Listado de procedimientos para el muestreo. 10
Tabla 4-6 Listado de procedimientos medición cloro libre residual. 10
Tabla 4-7 Listado de equipos utilizados. 13
Tabla 4-8 Listado de materiales utilizados. 13
Tabla 4-9 Equipo utilizado en la medición de cloro libre. 14
Tabla 4-10 Fechas de muestreo. 15
Tabla 4-11 Error asociado al equipo (multiparámetro) y turbidímetro. 16
Tabla 4-12 Error asociado al equipo (fotómetro portátil). 16
Tabla 4-13 Error asociado al equipo (espectrómetro de masa). 16
Tabla 4-14 Error asociado al equipo (bureta con titulador digital). 16
Tabla 4-15 Precisión de ajuste asociado al método coliformes totales y Escherichia coli. .. 17
Tabla 5-1 Resultados de los parámetros analizados. 17
Tabla 5-2 Resultados de turbiedad promedio. 18
Tabla 5-3 Resultados parámetros tipo V – Cloro libre residual. 20
Tabla 5-4 Resultados parámetros Críticos. 22

LISTADO DE FIGURAS

Figura 4-1 Ubicación de los puntos de muestreo. 8
Figura 4-2 Equipos utilizados en la medición de parámetros in situ. 14
Figura 4-3 Equipo utilizado en la medición de cloro libre. 14
Figura 4-4 Equipo utilizado en la medición de cloro libre. 15

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 5-1 Resultados parámetros tipo I – Coliformes totales. 18
Gráfico 5-2 Resultados parámetros tipo I – Turbiedad. 19
Gráfico 5-3 Resultados parámetros tipo I – Turbiedad Promedio. 19
Gráfico 5-4 Resultados parámetros tipo V - Cloro libre residual. 21
Gráfico 5-5 Resultados parámetros críticos – Cloruro. 23
Gráfico 5-6 Resultados parámetros críticos – pH. 23
Gráfico 5-7 Resultados parámetros críticos – Hierro total. 24

1. RESUMEN

El presente documento corresponde al informe mensual con información de calidad de agua potable del mes de marzo de 2025 de cuatro (4) sectores abastecidos por el servicio de agua potable ubicado en Puerto Collahuasi, situado en la Ruta A-1 Kilómetro 66 al sur de la ciudad de Iquique, Región de Tarapacá. Lo anterior, de manera de cumplir con lo establecido en la Resolución Sanitaria N° 2090 del 06 de diciembre de 2016 de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región de Tarapacá, que establece "*se deben presentar mensualmente ante la Autoridad Sanitaria, Unidad de Saneamiento Básico, exámenes de calidad del agua potable, conforme a la Normativa Sanitaria Vigente*".

El sistema de agua potable ubicado en la faena Puerto Collahuasi, perteneciente a la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, consta de una planta de tratamiento modular de desalinización de agua de mar mediante osmosis inversa, con una capacidad de producción de 60 m^3/día para abastecer a una población máxima de 400 habitantes.

El muestreo y la medición de los parámetros *in situ* fueron realizados por la Entidad Técnica de Fiscalización (ETFA) SGS Chile Limitada Sociedad de Control (Código ETFA 023-01), mientras que la Entidad Técnica encargada del análisis de los parámetros Tipo I, Tipo II y Tipo IV de manera mensual corresponde a SGS Chile Ltda. – Sede Antofagasta (Código ETFA 023-02). Por su parte, la Gerencia de Agua, Tranque y Mineroducto, encargado del control operacional de la planta, a través de RESITER S.A, realiza la medición diaria del parámetro de desinfección (Tipo V), resultados que son comparados con la Norma Chilena NCh409/1 Of.2005.

Los resultados obtenidos de la calidad de agua potable para el mes de marzo de 2025 permiten concluir que el agua no presentó microorganismos indicadores de contaminación microbiológica, sin presencia de *Escherichia coli*. Simultáneamente, todas las muestras presentaron valores inferiores al límite establecido para el parámetro turbiedad, la cual fue medida en terreno, según criterios establecidos en la NCh409/1 Of.2005.

Con respecto a los parámetros críticos cloruro, hierro y pH, las muestras presentaron valores dentro de los límites establecidos en la NCh409/1 Of.2005.

En relación con los parámetros de desinfección, se puede indicar que los resultados de medición diaria de cloro libre residual se encuentran dentro de los límites establecidos en la NCh409/1 Of.2005.

De esta forma, todos los parámetros reportados en el presente informe se encuentran bajo los límites y/o tolerancias establecidas en la norma chilena de agua potable (NCh409/1 Of.2005).

2. INTRODUCCIÓN

El Proyecto Minero Collahuasi, perteneciente a Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi (CMDIC), fue aprobado ambientalmente mediante la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 713/1995 de la COREMA de la Región de Tarapacá.

El presente informe muestra los resultados de calidad de agua del mes de marzo de 2025 del sistema de producción de agua potable de la faena de Puerto Collahuasi. Lo anterior, de manera de cumplir con lo establecido en la Resolución Sanitaria N° 2090 del 06 de diciembre de 2016 de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región de Tarapacá, que establece "*se debe presentar mensualmente ante la Autoridad Sanitaria, Unidad de Saneamiento Básico, exámenes de calidad del agua potable, conforme a la Normativa Sanitaria Vigente*".

El sistema de producción de agua potable de la faena Puerto Collahuasi consiste en una planta de tratamiento modular de desalinización de agua de mar mediante osmosis inversa, con una capacidad de producción de 60 m^3/día para abastecer a una población máxima de 400 habitantes.

La evaluación de la calidad del agua potable considera los parámetros estipulados en Norma Chilena NCh409/1 Of.2005[1], para lo cual se consideran las técnicas de muestreo y preservación establecidas en la NCh-ISO 17020:2012 para el área Muestreo para aguas, del Instituto Nacional de Normalización, INN.

El muestreo de la calidad del agua se realiza en cuatro puntos representativos del sistema de producción de agua potable, todos ubicados al interior de la faena Puerto Collahuasi. Los puntos de muestreo son cuatro y corresponden a CPPCHE (casino Puerto Collahuasi), CGP (cafetería gerencia de operaciones), TK-002 (estanque agua potable) y la Sala de Cambios (TK-45).

Para la implementación de este seguimiento ambiental, CMDIC cuenta con los servicios de la Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA) SGS Chile Ltda, subcontrato de Environmental Compliance Services SpA (ECOS). Las actividades de muestreo y medición son realizadas por SGS Chile Limitada Sociedad de Control (Código ETFA 023-01), y por RESITER S.A., encargada del muestreo diario del parámetro de desinfección (cloro libre residual). El análisis de agua es realizado por SGS Chile Ltda. – Sede Antofagasta (Código ETFA 023-02).

El presente informe ha sido elaborado por ECOS, basado en la información proporcionada por SGS Chile Ltda y RESITER S.A. En el Anexo A se presentan los certificados de laboratorios e informes de terreno ETFA.

[1] No forman parte del análisis los parámetros radioactivos.

En el Anexo B se presentan los responsables y participantes de las actividades de muestreo, medición, análisis y/o control y elaboración del presente informe. En el Anexo C se presenta el procedimiento de toma de muestra de cloro libre residual por Resiter, mientras que en el Anexo D se adjuntan las cadenas de custodia las cuales comprueban la toma de muestra y en el Anexo E los ajustes y verificaciones de los equipos utilizados en terreno. En el Anexo F se adjuntan las acreditaciones de las ETFA.

3. OBJETIVO

Informar la calidad del agua potable producida en faena Puerto Collahuasi de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente NCh409/1 Of.2005 y la Resolución Sanitaria N° 2090 del 06 de diciembre de 2016.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo, se presenta una descripción de la zona de estudio, la ubicación de los puntos de muestreo, los parámetros medidos y su frecuencia, la metodología de muestreo, los materiales utilizados en la medición y las incertidumbres asociadas al muestreo.

4.1. Descripción del área de estudio

Corresponde al sistema de agua potable de la faena Puerto Collahuasi, ubicado en la comuna de Iquique, Región de Tarapacá, perteneciente a la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, el cual consta de una planta de tratamiento modular de desalinización de agua de mar mediante osmosis inversa, con una capacidad de producción de 60 m^3/día para abastecer a una población máxima de 400 habitantes.

4.2. Ubicación de los puntos de muestreo

Los cuatro puntos de muestreo de agua potable de la faena Puerto Collahuasi son: CPPCHE, Sala de Cambios (TK-45), TK-002 y CGP, estos se ubican dentro de la faena Puerto Collahuasi de tal forma de ser representativos del sistema de distribución de agua potable.

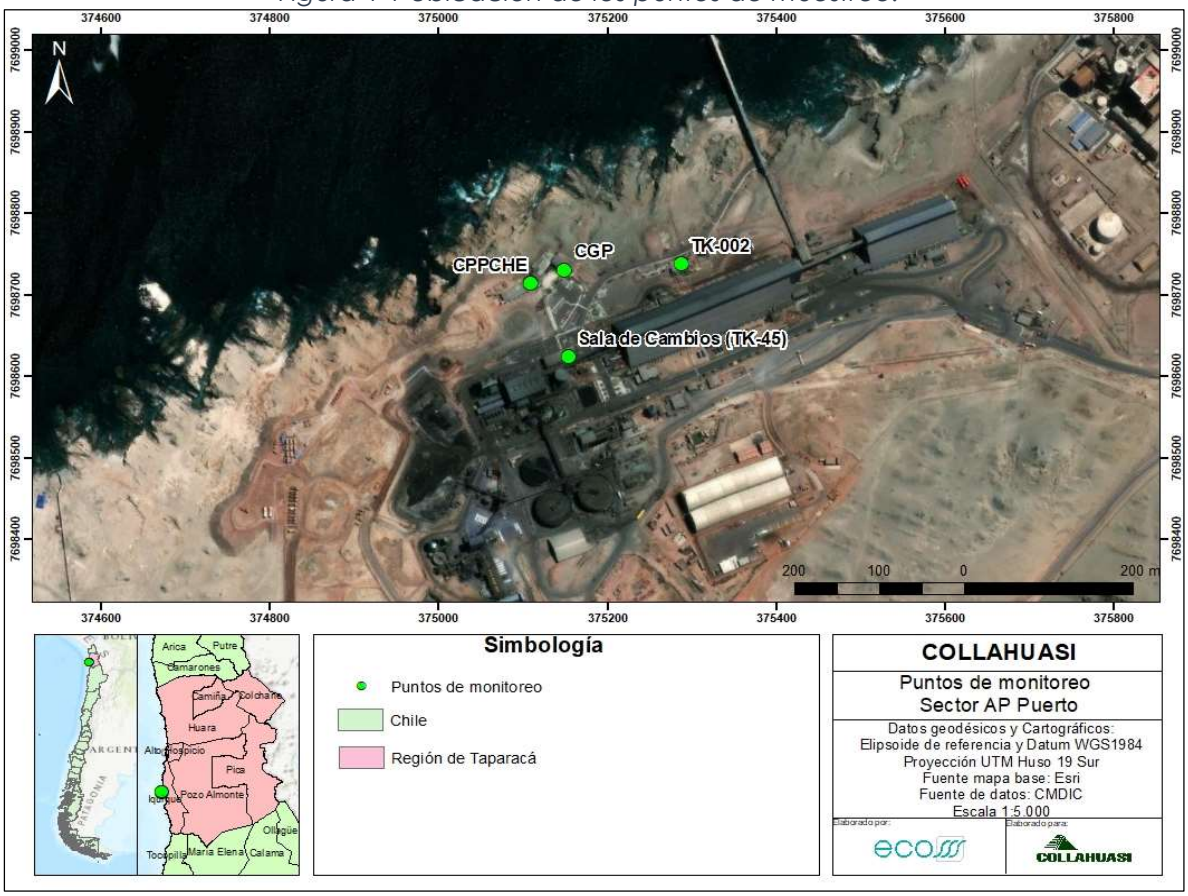
La Tabla 4-1 muestra los puntos de muestreo, el lugar o sector que representan y las coordenadas respectivas expresadas en Datum WGS 84. Cabe señalar que la ubicación de cada uno de los puntos de muestreo, medición y análisis son fijos y son controlados mensualmente. En la Figura 4-1 se presenta la ubicación de dichos puntos de muestreo.

Tabla 4-1 Puntos de muestreo.

Punto de muestreo	Sector	Coordenadas UTM (Datum WGS 84 – Huso 19S)	
		Norte (m)	Este (m)
CPPCHE	Casino Puerto	7.698.713	375.109
Sala de Cambios (TK-45)	Sala de Cambios	7.698.624	375.154
TK-002	Estanque agua potable	7.698.737	375.288
CGP	Cafetería oficina Gerencia	7.698.730	375.149

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-1 Ubicación de los puntos de muestreo.



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Frecuencia de muestreo

La cantidad mínima de muestras que se debe examinar mensualmente depende del número de habitantes de la población abastecida, en este caso una población máxima de 400 habitantes.

De acuerdo con lo señalado en las Tablas 1, 2, 3, 4 y 5 de la NCh409/2 Of.2004, se han considerado las siguientes frecuencias de muestreo dependiendo del tipo de parámetro a analizar:

- Parámetros microbiológicos y de turbiedad (Tipo I): Dos muestreos mensuales por sector o punto de muestreo, equivalentes a ocho muestras.
- Parámetros tóxicos (Tipo II) y organolépticos (Tipo IV): Se requiere una muestra anual por punto de muestreo. El muestreo anual no forma parte del presente reporte.
- Parámetros críticos (Tipo II y IV): Mínimo cuatro muestras mensuales divididas en los sectores o puntos de muestreo, en este caso corresponden a los parámetros hierro, cloruro y pH.
- Parámetros de desinfección (Tipo V): Se requiere una muestra diaria por punto de muestreo para determinar el cloro libre residual. El muestreo para determinar el cloro libre residual debe ser realizado en forma diaria en cada uno de los puntos de muestreo que componen el sistema de agua potable de la faena Puerto Collahuasi.

4.4. Parámetros de análisis

Para el seguimiento de la calidad del agua potable de la faena Puerto Collahuasi, se realiza el análisis de los parámetros Tipo I, II, IV y Tipo V. El hierro, cloruro y pH son considerados parámetros críticos en la zona de Puerto, cuyas concentraciones excedían las exigencias de la norma NCh409/1 Of.2005 antes del inicio del proceso de tratamiento del agua.

Desde la Tabla 4-2 hasta la Tabla 4-4 se presentan los parámetros analizados con su respectivo límite máximo establecido en la norma NCh409/1 Of.2005.

Tabla 4-2 Parámetros analizados Tipo I. Microbiológicos y de turbiedad

Parámetro Tipo I	Unidad	Límite NCh409
Coliformes totales	UFC/100 mL o NMP/100 mL	5
Escherichia coli	Pres/Aus	Ausencia
Turbiedad	UNT	4
Turbiedad promedio mensual	UNT	2

Fuente: Elaboración propia, en base a la Norma NCh409/1 Of.2005.

Tabla 4-3 Parámetros analizados Tipo V. Desinfección.

Parámetro Tipo V	Unidad	Límite NCh409	
		Mín.	Máx.
Cloro libre residual	mg/L	0,2	2

Fuente: Elaboración propia, en base a la Norma NCh409/1 Of.2005.

Tabla 4-4 Parámetros críticos analizados.

Parámetro	Tipo	Unidad	Límite NCh409
Cloruro	IV	mg/L	400
pH 25°C Laboratorio	IV	-	6,5 < pH < 8,5
Hierro	II	mg/L	0,3

Fuente: Elaboración propia, en base a la Norma NCh409/1 Of.2005.

4.5. Metodología de muestreo

El muestreo realizado por SGS Chile Ltda., se basa en procedimientos elaborados conforme a la normativa aplicableNch-ISO 17020:2012 para el área Muestreo para aguas, del Instituto Nacional de Normalización, INN. y el Manual de Métodos de Ensayo del Agua Potable de la SISS. Los procedimientos utilizados se listan en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5 Listado de procedimientos para el muestreo.

Código del documento	Nombre del documento
EHS-L3-SAM(CL)-OPE-06I. V2007. SISS	Muestreo de Agua Potable parámetro pH
EHS-L3-SAM(CL)-OPE-24I. V2007. SISS	Muestreo de Agua Potable parámetro turbiedad
EHS-L3-SAM(CL)-OPE-05I. NCH409/2:2004	Muestreo de Agua Potable y sus fuentes de captación

Fuente: Elaboración propia.

El muestreo diario del parámetro de desinfección cloro libre residual, es realizado por RESITER S.A, entidad que cuenta con el procedimiento citado en la Tabla 4-6 (Anexo C), conforme a la normativa aplicable NCh411 parte 1 y 2 Of.1996, NCh409/2 Of.2004 y el Manual de métodos de ensayo para agua potable de la SISS.

Tabla 4-6 Listado de procedimientos medición cloro libre residual.

Código del documento	Nombre del documento
IT-RMIN-CMDICP-12	Instructivo de medición de cloro libre

Fuente: Elaboración propia.

SGS Chile Ltda acredita sus procedimientos de monitoreo y muestreo a partir de la Res. Ex. N° 742/2020, y para el análisis la Res. Ex. N°488/2020, emitidas por Superintendencia del Medio Ambiente, las cuales autorizan el funcionamiento como ETFA, mientras que la Res. Ex N° 396/2022 Renueva autorización de la ETFA SGS Chile Limitada Sociedad de control respecto de sus sucursales Santiago y Antofagasta. Se adjuntan en el Anexo F.

A continuación, se presenta la secuencia de la actividad de muestreo de agua potable para los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos.

Cabe mencionar que, de identificarse anomalías o desviaciones en los resultados obtenidos *in situ*, el personal informa inmediatamente al equipo de supervisores de terreno para gestionar en conjunto con CMDIC las acciones a seguir.

4.5.1. Metodología de muestreo para parámetros microbiológicos

La siguiente metodología es utilizada para el muestreo de coliformes fecales y *Escherichia coli*:

- Disponer del envase estéril con preservante apropiado.
- Abrir la llave de muestreo completamente y dejarla escurrir por lo menos 1 minuto, con el fin de arrastrar impurezas y purgar el agua en el interior del arranque.

- Regular la llave reduciendo el flujo para toma de muestra para medición de parámetros *in situ* (cloro libre, pH, temperatura, CE y turbiedad).
- Tomar un envase de muestra, soltar el seguro, remover la cubierta del envase en conjunto con la tapa como una sola unidad, cuidando de no rozar la boca del envase ni la tapa con los dedos o el agua.
- Para muestras sin preservante, acercar el envase bajo el chorro de agua evitando tocar la llave con la boca del envase, llenarlo sin enjuagar y posteriormente agitar antes del inicio del análisis de la muestra.
- Para muestras con preservante, llenar hasta 3/4 del volumen del envase, de manera de permitir una cámara de aire y la posterior agitación del envase.
- Cerrar la llave y registrar los datos de muestreo en terreno en la cadena de custodia (fecha y hora de muestreo, pH, temperatura, CE, turbiedad, etc).
- Cerrar el envase inmediatamente después de recolectar la muestra, poniendo y asegurando la cubierta de papel.
- Guardar la muestra en una nevera aislante con suficiente gel pack o hielo, asegurando una correcta cadena de frío.

Finalizado el muestreo en terreno, las muestras se envían al laboratorio para su posterior análisis y emisión de informe de los resultados analíticos.

4.5.2. Metodología de muestreo para parámetros fisicoquímicos

Las metodologías de muestreo para parámetros fisicoquímicos engloban la toma de muestras tanto para los parámetros del Tipo II y Tipo IV de la NCh409/1. Of2005, como para los parámetros críticos.

- Disponer de los envases apropiados.
- Identificar cada uno de los envases en los que se recolectará la muestra con el nombre del punto muestreado.
- Regular la llave reduciendo el flujo y tomar la muestra.
- Mientras se efectúa la medición, mantener la llave abierta.
- Aquellos envases que no tengan preservante en su interior se deben enjuagar como mínimo 3 veces con el agua que se recolectará.
- Todos los envases, con y sin preservante, se deben llenar completamente.
- Asegurase de que las tapas y contratapas de los envases cierren herméticamente y homogeneizar la muestra con el preservante, invertir el frasco lentamente, para evitar la formación de espuma.
- El llenado de los envases se debe hacer en el siguiente orden: envases para muestras testigo, envase para microbiológico si aplica, envases sin preservantes y envases con preservantes (primero los ácidos y finalmente las bases).
- Disponer las muestras recolectadas en el interior del contenedor o cooler de material aislante, con suficiente hielo, o ice pack.
- En cualquiera de los casos, queda estrictamente prohibida la utilización de jarros o embudos para trasvasijar las muestras a los envases de muestreo.

- Efectuar el registro de los datos de muestreo en cadena de Custodia, y tomar las fotos correspondientes.

Luego del muestreo en terreno, las muestras se envían al laboratorio para su posterior análisis y emisión de informe de los resultados analíticos.

4.5.3. Metodología de muestreo cloro libre residual en terreno (RESITER S.A)

En el caso del muestreo del cloro libre residual, las muestras son tomadas y medidas diariamente en terreno, mediante la siguiente metodología presentada en el Anexo C:

- Antes de iniciar las actividades, se debe verificar que se cuenta con todos los equipos de protección personal, así como el material necesario.
- Encender equipo para medición de cloro, HI 93414 de Hanna y oprimir botón *Range* hasta que en la pantalla aparezca la palabra F CL y posteriormente una línea segmentada que indica que el equipo se encuentra apto para medir cloro libre.
- En la celda de medición agregar 10 mL de agua destilada, tapar celda, limpiar e ingresar la celda a la cubeta del instrumento y finalizar cerrando la tapa del instrumento.
- Para iniciar medición pulsar tecla *Zero/AVG*.
- Abrir la celda de muestreo y agregar un sobre de reactivo para determinación de cloro libre "HI 93701-0" y agitar suavemente durante 20 segundos.
- Ingresar la celda a la cubeta, cerrar la tapa y mantener presionado el botón *Read/Time* durante 3 segundos.
- Posterior al conteo de 1 minuto aparecerá en pantalla la concentración de cloro libre de la muestra en mg/L.
- Finalmente se debe disponer el contenido de la celda en el drenaje y lavar la celda con abundante agua.

4.5.4. Metodología de muestreo turbiedad en terreno

En el caso del muestreo de la turbiedad, las muestras son obtenidas en terreno, mediante la siguiente metodología:

- Se debe asegurar que el medidor esté situado sobre una superficie nivelada y estable durante la calibración y medición.
- Realizar la calibración del equipo con estándares StablCal.
- Recoger una muestra representativa en un recipiente limpio.
- Llenar una cubeta de muestras hasta la línea de llenado (15 ml). Se debe asegurar de manipular la cubeta por su parte superior y tapar la cubeta.
- Limpiar la cubeta con un paño suave y sin pelusa para eliminar las gotas de agua y las huellas de los dedos.
- Aplicar una película delgada de aceite de silicona y limpiar con un paño suave para obtener una película homogénea en toda la superficie.

- Pulsar el botón de encendido e invertir la cubeta suavemente, luego se debe insertar en el compartimiento de la cubeta de manera que el diamante, o marca de orientación, quede alineado con la marca de orientación en relieve en el frente del compartimiento de la cubeta. Colocar la tapa.
- Pulsar medición. La pantalla muestra Estabilizando y luego la turbidez en UNT. El resultado se muestra y se guarda automáticamente.

4.6. Materiales y equipos

Los equipos y materiales utilizados por SGS Chile Ltda para el muestreo se presentan en la Tabla 4-7 y Tabla 4-8, Figura 4-2 y Figura 4-3.

Tabla 4-7 Listado de equipos utilizados.[2]

N°	Equipos	Marca	Modelo	Código interno SGS
1	Equipo multiparámetros WTW	WTW	3630 IDS	105 MTP 03
3	Equipo turbidímetro	HACH	2100Q	105 TRB 02
4	Equipo Colorímetro	HACH	DR300	105 CL 04

Fuente: Elaboración propia, a partir de información entregada por SGS.

Tabla 4-8 Listado de materiales utilizados.

N°	Materiales
1	Reactivos DPD
2	Piseta con agua destilada
3	Batería de envases
4	Dosificadores con preservantes
5	Varillas de pH
6	Soluciones verificadoras de pH (buffer)
7	Soluciones verificadoras de conductividad
8	Cadenas de Custodia
9	Guantes de látex
10	Caja térmica para guardar las muestras
11	Gel pack y/o hielo
12	Contenedor de agua para descarte
13	Elementos de Protección Personal

Fuente: Elaboración propia, a partir de información entregada por SGS.

[2] El detalle de los equipos utilizados en el presente reporte es entregado en el Anexo E.

Figura 4-2 Equipos utilizados en la medición de parámetros in situ.

Equipo: Medidor portátil multiparámetros	Equipo: Medidor portátil turbidímetro
Marca: WTW Modelo: 3630 IDS	Marca: HACH Modelo: 2100Q

Fuente: Elaboración propia, a partir de información entregada por SGS.

Figura 4-3 Equipo utilizado en la medición de cloro libre.

Equipo: Fotómetro portátil	Marca: HACH	Modelo: DR300

Fuente: Elaboración propia, a partir de información entregada por SGS.

Es de indicar que los equipos presentados en la Tabla 4-7, Figura 4-2 y Figura 4-3 corresponden a los posibles equipos a utilizar en terreno, el detalle de los equipos utilizados en el presente reporte es entregado en el Anexo E.

El equipo utilizado por Resiter S.A. en el muestreo de cloro libre en agua se presenta en la Tabla 4-9 y Figura 4-4.

Tabla 4-9 Equipo utilizado en la medición de cloro libre.

N°	Equipos	Marca	Modelo	Tipo
1	Fotómetro portátil	Hanna	Modelo HI 93414	Cloro Libre (0,00 a 5,00 mg/L) Suministro: Con reactivo

Fuente: Elaboración propia, a partir de información entregada por RESITER S.A.

Figura 4-4 Equipo utilizado en la medición de cloro libre.

Equipo: Fotómetro portátil	Marca: Hanna	Modelo: HI 93414

Fuente: Elaboración propia, a partir de información entregada por RESITER S.A.

4.7. Fechas de muestreo

En la Tabla 4-10 se presentan las fechas correspondientes al muestreo de agua potable de marzo 2025, para cada uno de los cuatro puntos comprometidos.

Las cadenas de custodia que dan cuenta de la trazabilidad de cada uno de los muestreos efectuados se presentan en el Anexo D. Éstas contienen la fecha y hora del muestreo, los responsables, los valores de los parámetros determinados en terreno, y en el caso de presentar desviaciones, se incluyen las observaciones detectadas en el proceso de muestreo.

Tabla 4-10 Fechas de muestreo.

Punto de muestreo	Fecha de muestreo	
CPPCHE	05-03-2025	19-03-2025
Sala de Cambios (TK-45)	05-03-2025	19-03-2025
TK-002	05-03-2025	19-03-2025
CGP	05-03-2025	19-03-2025
Cloro Libre Residual para todos los puntos de muestreo	01-03-2025 al 31-03-2025	

Fuente: Elaboración propia.

El muestreo del parámetro cloro residual (Tipo V) fue realizado diariamente en concordancia con los requerimientos establecidos en la NCh409/2 Of.2004. Se incluyen en el presente reporte los resultados de las mediciones efectuadas durante el periodo de 01 al 31 de marzo de 2025 (Tabla 5-3).

4.8. Incertidumbres asociadas al muestreo

El muestreo de cualquier parámetro ambiental tiene asociado un grado de incertidumbre, ya sea por factor humano de quien realiza el muestreo, precisión de los equipos,

representatividad de las muestras, calibración y adecuación del rango de trabajo de equipos de medición, entre otros factores.

En el caso de la necesidad de procesos de preparación de la muestra, como diluciones u otras manipulaciones y/o procesos, estos incrementan la incertidumbre. La utilización de los procedimientos pautados en las Tabla 4-5 y Tabla 4-6 para el muestreo de parámetros ambientales y su cumplimiento es realizado con el objetivo de minimizar y controlar las incertidumbres existentes. En el Anexo E se presenta la verificación de los equipos utilizados.

Para el caso del equipo multiparámetro y turbidímetro, el error se presenta en la Tabla 4-11 para cada uno de los parámetros medidos *in situ*:

Tabla 4-11 Error asociado al equipo (multiparámetro) y turbidímetro.

Parámetro	Error asociado
pH	±0,2
Turbiedad	± 2 % de la lectura más luz difusa

Fuente: Elaboración propia en base a especificaciones técnicas del equipo fotómetro.

Para el caso del equipo fotómetro portátil, el error se presenta en la Tabla 4-12 para la medición diaria del cloro libre residual medido in situ:

Tabla 4-12 Error asociado al equipo (fotómetro portátil).

Parámetro	Error asociado
Cloro libre residual	±0,03 mg/L

Fuente: Elaboración propia en base a especificaciones técnicas del equipo fotómetro.

Para el caso del equipo espectrómetro de masa, el error se presenta en la Tabla 4-13 para la medición de análisis de metales:

Tabla 4-13 Error asociado al equipo (espectrómetro de masa).

Parámetro	Error asociado
Hierro total	2,96%

Fuente: Elaboración propia en base a especificaciones técnicas del espectrómetro de masas

Para el caso del equipo bureta, el error se presenta en la Tabla 4-14 para la medición de análisis de cloruro con titulador digital:

Tabla 4-14 Error asociado al equipo (bureta con titulador digital).

Parámetro	Error asociado
Cloruro	0,01%.

Fuente: Elaboración propia en base a especificaciones técnicas del equipo.

Para los ensayos microbiológicos la precisión de ajuste se presenta en la Tabla 4-15, donde el error asociado está relacionado en mayor medida con el control de la temperatura del equipo incubador utilizado durante el proceso.

Tabla 4-15 Precisión de ajuste asociado al método coliformes totales y Escherichia coli.

Parámetro	Error asociado
Coliformes totales y *Escherichia coli*	±0,5°C

Fuente: Elaboración propia en base a especificaciones técnicas del equipo.

5. RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos de los muestreos realizados durante el mes de marzo 2025, que dan cuenta de la calidad del sistema de agua potable ubicado en la faena Puerto Collahuasi. En el Anexo A se presentan los certificados de resultados de laboratorios, además de los informes de terreno del muestreo realizado.

5.1. Parámetros microbiológicos y de turbiedad (Tipo I)

En la Tabla 5-1 y Tabla 5-2 se presentan los resultados obtenidos del análisis de parámetros microbiológicos y de turbiedad (Tipo I) para las muestras recolectadas en marzo 2025 en los cuatro puntos de muestreo. Es importante mencionar que, para el parámetro turbiedad, es considerado el valor obtenido en terreno de modo de asegurar la representatividad más exacta de los datos y poder detectar posibles desviaciones en el sistema.

Cabe señalar que, en el mes de marzo 2025, se registraron todos los valores inferiores a los límites máximos establecidos en la NCh409/1 Of.2005 para los parámetros microbiológicos y de turbiedad.

Tabla 5-1 Resultados de los parámetros analizados.

Punto de muestreo	Fecha de muestreo	Coliformes totales (NMP/100 mL) [3]	Límite Coliformes totales NCh409 (NMP/100 mL)	*E. coli* (Pres/Aus)[4]	Turbiedad terreno (UNT)	Límite Turbiedad NCh409 (UNT)
CPPCHE	05-03-2025	<1,8	5	Ausencia	0,70	4
	19-03-2025	<1,8	5	Ausencia	0,39	4
Sala de Cambios (TK-45)	05-03-2025	<1,8	5	Ausencia	1,06	4
	19-03-2025	<1,8	5	Ausencia	0,82	4
TK-002	05-03-2025	<1,8	5	Ausencia	0,16	4
	19-03-2025	<1,8	5	Ausencia	0,10	4
CGP	05-03-2025	<1,8	5	Ausencia	0,66	4
	19-03-2025	<1,8	5	Ausencia	1,04	4

Fuente: Elaboración propia.

[3] <: Valores por debajo del límite de detección del método utilizado. Cabe señalar que para realizar los gráficos y calcular el promedio mensual se utilizó el valor de dicho límite de detección como máximo valor posible.

[4] Es de indicar que debido a cambios en la metodología de análisis de *Escherichia coli* por parte de SGS, ha variado la presentación de resultados desde "Ausencia" a "<1,8 NMP/100 mL". Para fines del presente informe los resultados se homologan a "Ausencia" para poder comparase con la normativa aplicable.

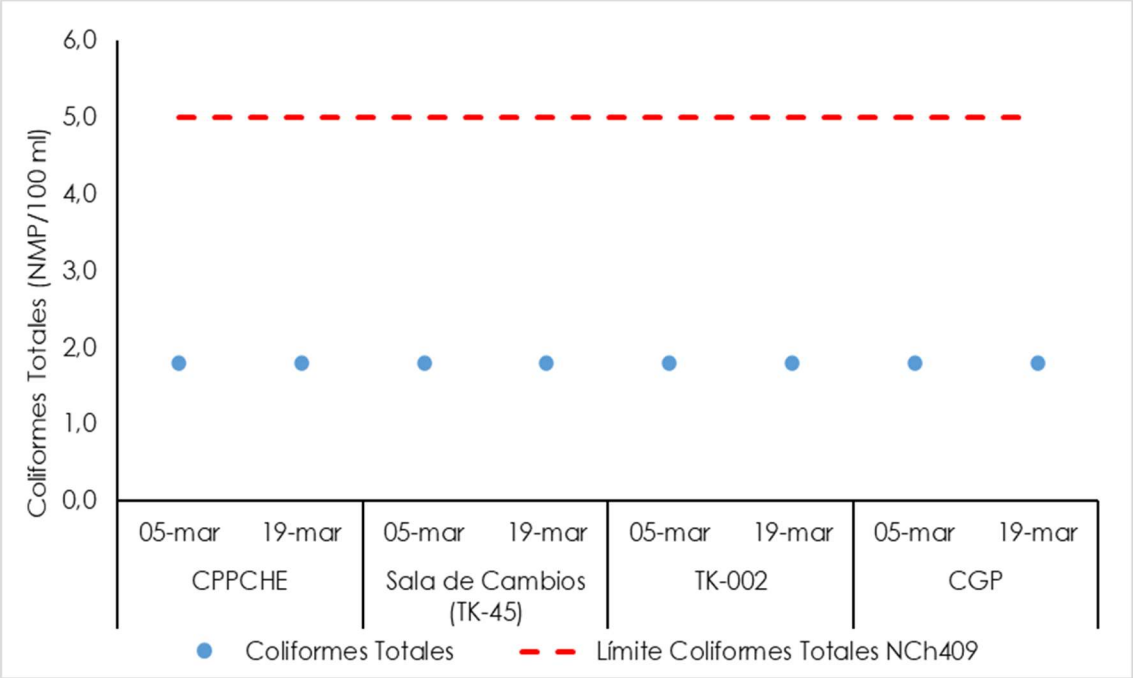
Tabla 5-2 Resultados de turbiedad promedio.

Punto de muestreo	Turbiedad promedio mensual (UNT)	Límite turbiedad promedio mensual NCh 409 (UNT)
CPPCHE	0,55	2
Sala de Cambios (TK-45)	0,94	2
TK-002	0,13	2
CGP	0,85	2

Fuente: Elaboración propia

En los Gráfico 5-1, Gráfico 5-2 y Gráfico 5-3 se presentan los resultados de los parámetros microbiológicos y de turbiedad para el periodo marzo 2025.

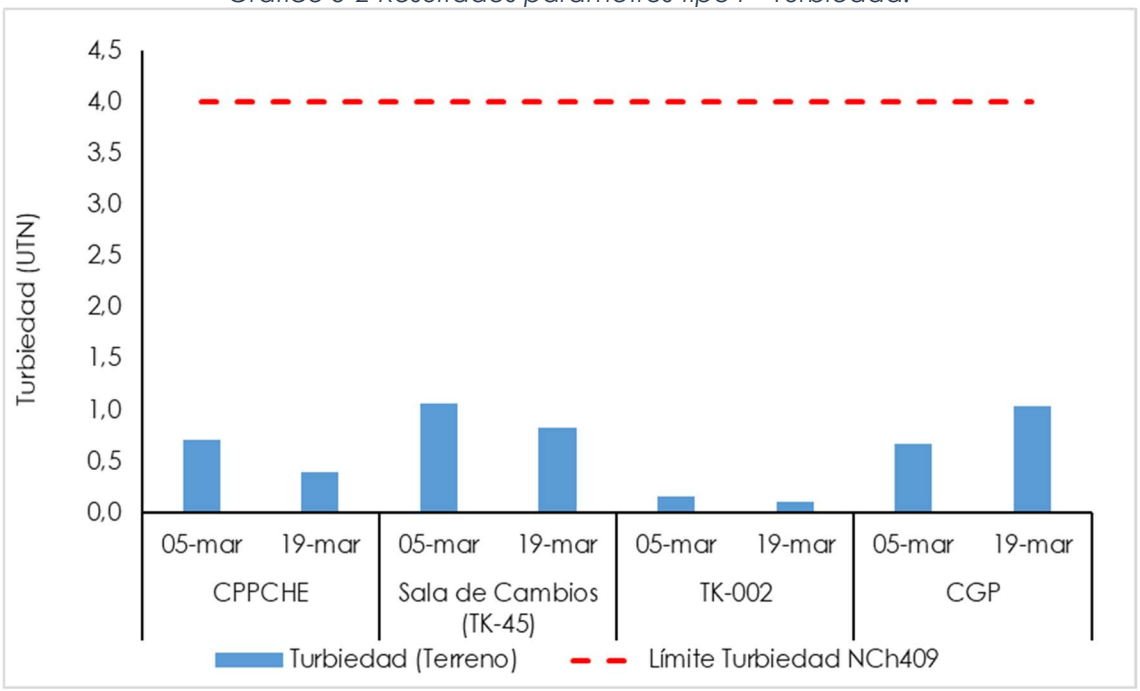
Gráfico 5-1 Resultados parámetros tipo I – Coliformes totales.



Fuente: Elaboración propia.

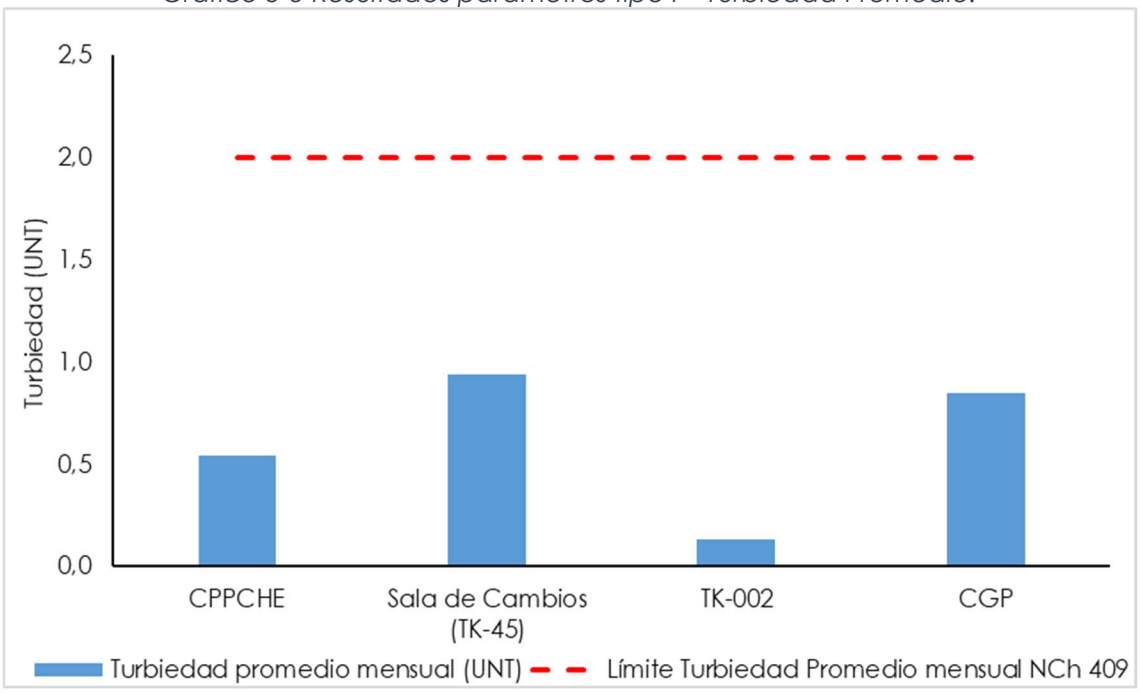
De los resultados obtenidos, se observa que, en el período de reporte, el parámetro coliforme totales presentó valores por debajo del límite de detección (<1,8 NMP/100 mL) en cada uno de los cuatro puntos de muestreo representativos del sistema de agua potable ubicado en la faena Puerto Collahuasi. En el Gráfico 5-1 se puede observar de manera ilustrativa el valor de 1,8 como máximo posible para dichos monitoreos.

Gráfico 5-2 Resultados parámetros tipo I – Turbiedad.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5-3 Resultados parámetros tipo I – Turbiedad Promedio.



Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos, se observa que el parámetro turbiedad se presentó con valores por debajo del límite establecido por la NCh409/01 Of.2005 en cada uno de los cuatro puntos de muestreo representativos del sistema de agua potable ubicado en la faena Puerto Collahuasi. De esta misma forma, todas las muestras consideradas para la medición de la turbiedad promedio mensual, ninguna presentó un valor igual o mayor de 2 UNT, acorde con lo presentado en la Tabla 5-2.

5.2. Parámetros de desinfección (Cloro libre residual - Tipo V)

La Tabla 5-3 y Gráfico 5-4 muestran los resultados obtenidos en el análisis de los parámetros de desinfección, en este caso cloro libre residual (Tipo V), para las muestras recolectadas en el mes de marzo 2025 según punto de muestreo. Dichas muestras fueron realizadas por RESITER S.A, tomadas de los cuatro puntos de muestreo de agua potable de la faena Puerto Collahuasi.

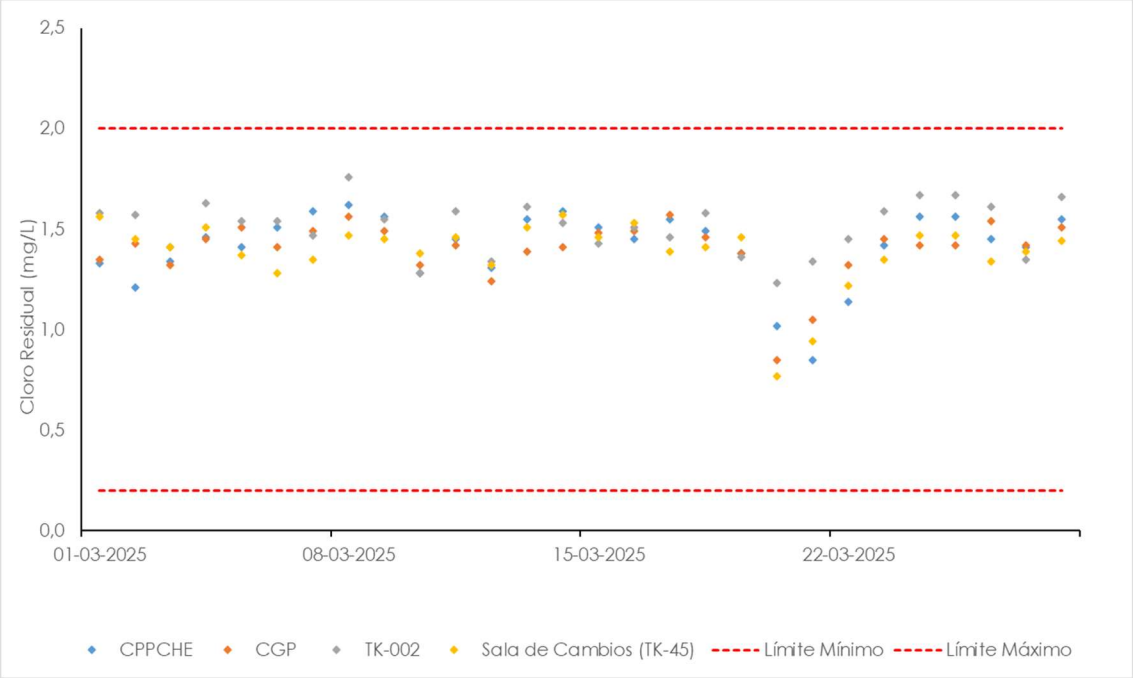
Tabla 5-3 Resultados parámetros tipo V – Cloro libre residual.

Cloro Residual	CPPCHE	CGP	TK-002	Sala de Cambios (TK-45)	Límite Mínimo	Límite Máximo
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
01-03-2025	1,33	1,35	1,58	1,56	0,2	2
02-03-2025	1,21	1,43	1,57	1,45	0,2	2
03-03-2025	1,34	1,32	1,41	1,41	0,2	2
04-03-2025	1,46	1,45	1,63	1,51	0,2	2
05-03-2025	1,41	1,51	1,54	1,37	0,2	2
06-03-2025	1,51	1,41	1,54	1,28	0,2	2
07-03-2025	1,59	1,49	1,47	1,35	0,2	2
08-03-2025	1,62	1,56	1,76	1,47	0,2	2
09-03-2025	1,56	1,49	1,55	1,45	0,2	2
10-03-2025	1,28	1,32	1,28	1,38	0,2	2
11-03-2025	1,45	1,42	1,59	1,46	0,2	2
12-03-2025	1,31	1,24	1,34	1,32	0,2	2
13-03-2025	1,55	1,39	1,61	1,51	0,2	2
14-03-2025	1,59	1,41	1,53	1,57	0,2	2
15-03-2025	1,51	1,48	1,43	1,46	0,2	2
16-03-2025	1,45	1,49	1,51	1,53	0,2	2
17-03-2025	1,55	1,57	1,46	1,39	0,2	2
18-03-2025	1,49	1,46	1,58	1,41	0,2	2
19-03-2025	1,38	1,38	1,36	1,46	0,2	2
20-03-2025	1,02	0,85	1,23	0,77	0,2	2
21-03-2025	0,85	1,05	1,34	0,94	0,2	2
22-03-2025	1,14	1,32	1,45	1,22	0,2	2

Cloro Residual	CPPCHE	CGP	TK-002	Sala de Cambios (TK-45)	Límite Mínimo	Límite Máximo
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
23-03-2025	1,42	1,45	1,59	1,35	0,2	2
24-03-2025	1,56	1,42	1,67	1,47	0,2	2
25-03-2025	1,56	1,42	1,67	1,47	0,2	2
26-03-2025	1,45	1,54	1,61	1,34	0,2	2
27-03-2025	1,41	1,42	1,35	1,39	0,2	2
28-03-2025	1,55	1,51	1,66	1,44	0,2	2
29-03-2025	1,51	1,58	1,55	1,56	0,2	2
30-03-2025	1,41	1,36	1,36	1,44	0,2	2
31-03-2025	1,36	1,41	1,28	1,37	0,2	2

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5-4 Resultados parámetros tipo V - Cloro libre residual.



Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos, se observa que el parámetro cloro libre residual se presentó con valores por dentro del rango establecido por la NCh409/01 Of.2005 en cada uno de los cuatro puntos de muestreo representativos del sistema de agua potable ubicado en la faena Puerto Collahuasi.

5.3. Parámetros críticos

En la Tabla 5-4 se presentan los resultados obtenidos del análisis de los parámetros críticos cloruro, hierro total y pH para las muestras recolectadas en el mes de marzo de 2025 según punto de muestreo.

Tabla 5-4 Resultados parámetros Críticos.

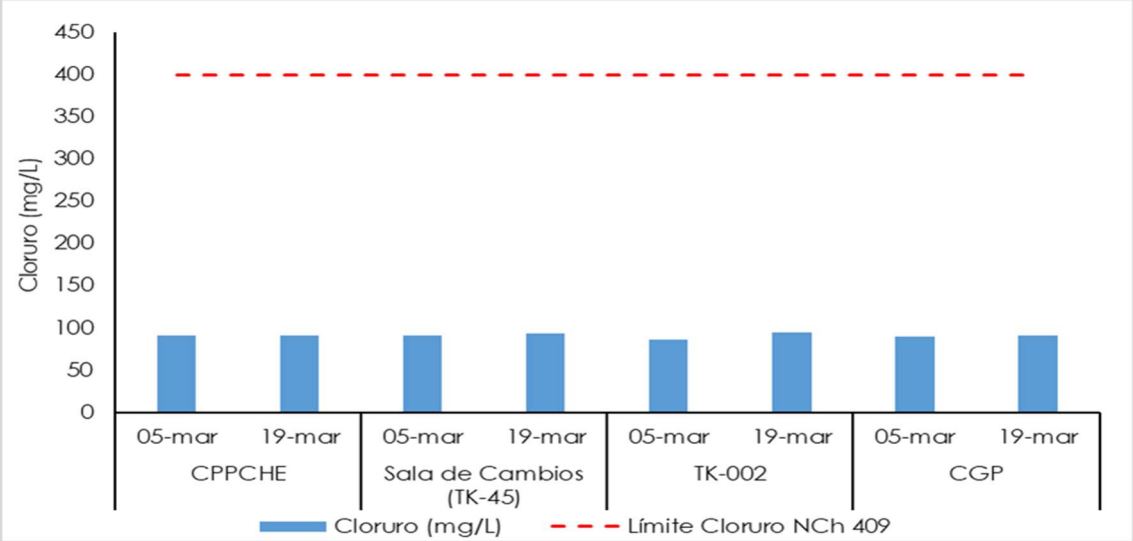
Punto de muestreo	Fecha muestreo	Cloruro (mg/L)	Límite NCh 409 Cloruro (mg/L)	pH Terreno (-)	Límites NCh 409 pH (-)	Hierro total (mg/L)	Límite NCh 409 Hierro (mg/l)
CPPCHE	05-03-2025	91,01	400	7,164	6,5 a 8,5	0,10	0,3
	19-03-2025	90,74	400	7,289	6,5 a 8,5	0,12	0,3
Sala de Cambio (TK-45)	05-03-2025	90,90	400	6,899	6,5 a 8,5	0,14	0,3
	19-03-2025	93,78	400	7,060	6,5 a 8,5	0,13	0,3
TK-002	05-03-2025	85,57	400	6,874	6,5 a 8,5	0,02	0,3
	19-03-2025	94,56	400	7,038	6,5 a 8,5	0,02	0,3
CGP	05-03-2025	90,08	400	7,313	6,5 a 8,5	0,07	0,3
	19-03-2025	91,25	400	6,984	6,5 a 8,5	0,10	0,3
Promedio aritmético		**90,98**	**-**	**7, 08**	**-**	**0,09**	-

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados de los parámetros críticos monitoreados expresados gráficamente para el periodo en evaluación.

El parámetro de cloruro en este periodo presentó valores por debajo del límite máximo permitido, tal como se puede observar en el Gráfico 5-5, con un valor máximo de 94,56 mg/L en el punto TK-002 registrado en el día 19-03-2025 y un mínimo de 85,57 mg/L registrado en el mismo punto el día 05-03-2025.

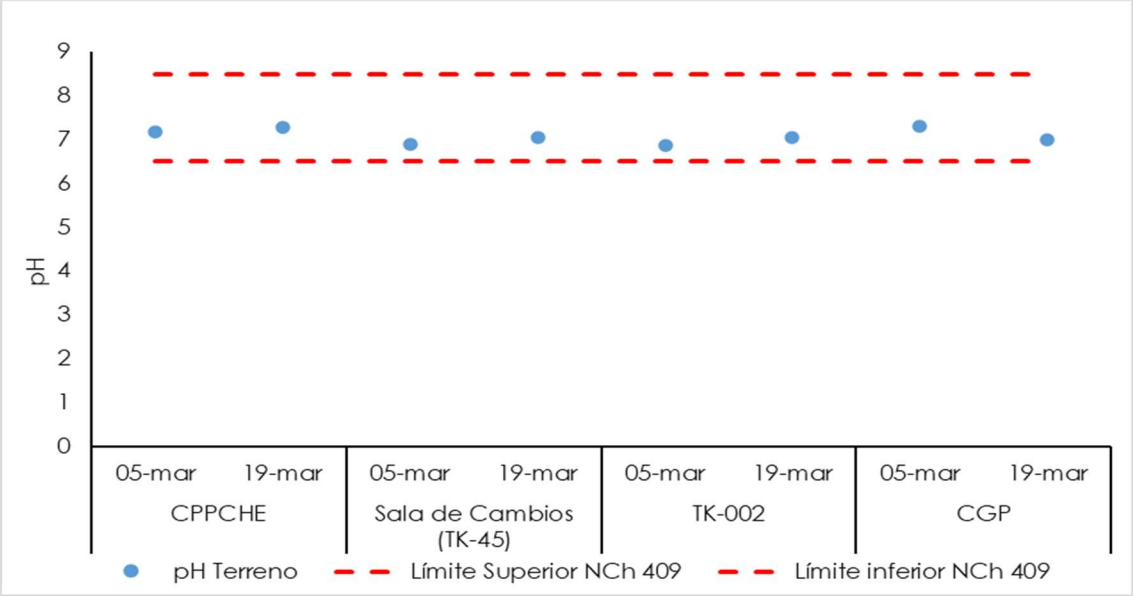
Gráfico 5-5 Resultados parámetros críticos – Cloruro.



Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos para el parámetro pH, se puede evidenciar que presentó valores dentro de los límites establecidos por la norma, con un valor máximo de 7,313 registrado en el día 05-03-2025 en el punto CGP y un mínimo de 6,874 en el punto TK-002 del mismo día, tal como se puede observar en el Gráfico 5-6.

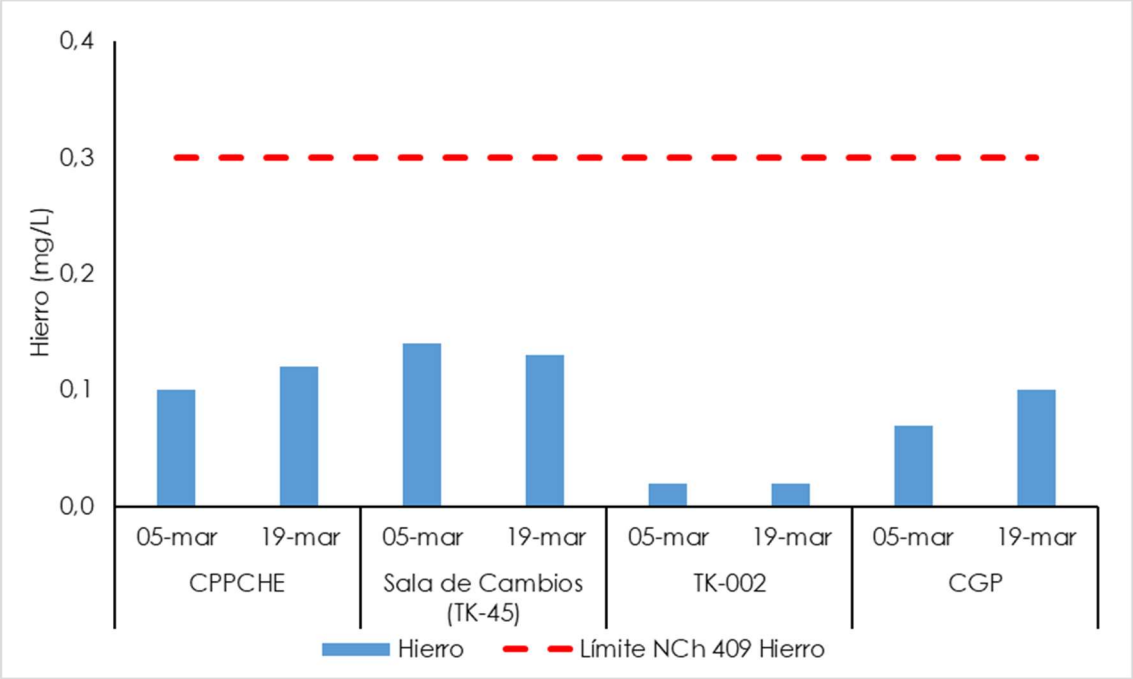
Gráfico 5-6 Resultados parámetros críticos – pH.



Fuente: Elaboración propia.

El Gráfico 5-7 muestra los resultados obtenidos para el parámetro hierro total, el cual presentó durante el periodo de análisis valores bajo el límite máximo permitido por la norma en todos los puntos del muestreo, con un máximo de 0,14 mg/L en el punto Sala de cambios del día 05-03-2025; mientras que el mínimo fue de 0,02 mg/L[5] , el cual se registró en el punto TK-002 los días 05-03-2025 y 19-03-2025.

Gráfico 5-7 Resultados parámetros críticos – Hierro total.



Fuente: Elaboración propia.

[5] Cabe señalar que para realizar los gráficos y calcular el promedio mensual se utilizó el valor de dicho límite de detección como máximo valor posible.

6. DISCUSIONES

A continuación, se presenta el análisis de los resultados obtenidos del muestreo de agua potable en Puerto Collahuasi del mes de marzo 2025, separados por tipo de parámetro:

1. Parámetros microbiológicos y turbiedad (Tipo I)

I. Con respecto a los coliformes totales, todas las muestras registraron valores por debajo del límite de detección (<1,8 NMP/100 mL) e inferiores al límite permitido de 5 NMP por 100 mL establecido por la norma NCh409/1 Of.2005.

II. Todas las muestras de agua potable que se analizaron durante el mes de marzo 2025 estuvieron exentas de Escherichia coli.

III. En lo que respecta al parámetro turbiedad en terreno, de todas las muestras que se analizaron, ninguna superó el valor máximo diario establecido en la norma (4 UNT) siendo el valor máximo registrado de 1,06 UNT en el punto Sala de cambios registrado el día 05-03-2025 y el valor mínimo de 0,10 UNT en el punto TK-002 durante el día 19-03-2025.

IV. La turbiedad promedio mensual de cada punto, no superó el valor límite normativo de 2 UNT, alcanzando un máximo de 0,94 UNT en el punto Sala de cambios y un mínimo de 0,13 UNT en el punto TK-002.

2. Parámetros de desinfección (Tipo V)

I. De los resultados obtenidos de los análisis de agua potable del mes de marzo 2025, se desprende que existe una concentración residual de desinfectante activo en el sistema de forma permanente. Además, dichos resultados dan cuenta del cumplimiento de lo establecido según la norma NCh409/1 Of.2005 (0,2 a 2 mg/L).

II. La concentración máxima registrada de cloro libre residual correspondió al punto de muestreo TK-002 el día 08 de marzo de 2025 con un valor de 1,76 mg/L, mientras que el valor mínimo se registró en el punto Sala de cambios el día 20 de marzo de 2025 con un valor de 0,77 mg/L. Por lo tanto, el análisis del mes de marzo se encuentra dentro de los límites establecidos en el punto 8.4 letra a) de la norma NCh409/1 Of.2005 para parámetros de desinfección.

3. Parámetros críticos cloruro, hierro y pH

I. De los muestreos realizados en los cuatros puntos, se observa en la Tabla 5-4 que el parámetro crítico de cloruro presentó valores inferiores a los límites establecidos en la norma de agua potable (400 mg/L), siendo la máxima concentración 94,56 mg/L registrada el día 19 de marzo de 2025 en el punto TK-002 y la mínima concentración fue de 85,57 mg/L el día 05 de marzo en el mismo punto.

II. En relación con el parámetro hierro total, las concentraciones se encuentran por bajo el límite de la NCh409/1 Of.2005 (≤0,3 mg/L), observándose un valor máximo de 0,14 mg/L en el punto Sala de cambios del día 05-03-2025, mientras que el mínimo fue de 0,02 mg/L, registrados en el punto TK-002 los días 05-03-2025 y 19-03-25.

III. Respecto al pH, durante el período todas las muestras presentaron valores dentro de los límites establecidos en la NCh409/1 Of.2005 (6,5 a 8,5). Se registró un valor máximo de 7,313 el día 05 de marzo de 2025 en el punto CGP, mientras que el valor mínimo registrado fue de 6,874 en el punto TK-002 el mismo día.

7. CONCLUSIONES

La Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, a través de la entrega del presente reporte, da cumplimiento con lo establecido en la Resolución Sanitaria N° 2090 del 06 de diciembre de 2016 de la Secretaría Regional Ministerial de Salud Región de Tarapacá, la cual establece que "*se deben presentar mensualmente ante la Autoridad Sanitaria, Unidad de Saneamiento Básico, exámenes de calidad del agua potable, conforme a la Normativa Sanitaria Vigente*".

El presente documento corresponde al tercer informe mensual del año 2025 con información de calidad de agua potable del mes de marzo. En éste, se consolidan los resultados del monitoreo de la calidad del agua que se realizan en cuatro puntos ubicados dentro del sector Puerto Collahuasi: CPPCHE (casino Puerto Collahuasi), CGP (cafetería Gerencia de Operaciones), TK-002 (estanque agua potable) y Sala de Cambios (TK-45).

De los resultados del análisis para los parámetros microbiológicos y turbiedad, se da cuenta a la autoridad sanitaria que el agua potable no presentó microorganismos indicadores de contaminación microbiológica y con respecto a la turbiedad, ninguna muestra analizada superó el límite establecido por la NCh409/1. Of.2005.

Con respecto a los parámetros críticos, los resultados indican que, las muestras analizadas para los parámetros cloruro, hierro total y pH registraron valores dentro de lo establecido por la NCh409/1 Of.2005.

Con relación a los parámetros de desinfección, se puede indicar que los resultados de medición diaria de cloro libre residual se encuentran dentro de los límites establecidos en la NCh409/1 Of.2005.

En conclusión, los parámetros coliformes totales, *Escherichia coli,* turbiedad, cloruro, hierro total y pH del presente informe se encuentran bajo los límites y/o tolerancias establecidas en la norma chilena de agua potable.

En base a los antecedentes anteriormente presentados, se establece que calidad del agua producida por la planta de desalinización de agua de mar y distribuida en la faena de Puerto Collahuasi, se encuentra dentro de lo establecido en la norma chilena de agua potable NCh409/1 Of.2005.

8. REFERENCIAS

- Resolución Sanitaria N°2090 del 06 de diciembre de 2016 de la Secretaría Regional Ministerial de Salud Región de Tarapacá.
- Norma Chilena Oficial NCh409/1 Of.2005 – Agua Potable – Parte 1 – Requisitos.
- Norma Chilena Oficial NCh409/2 Of.2004 – Agua Potable – Parte 2 – Muestreo.
- Manual de métodos de ensayo de agua potable de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), Segunda edición. 2007.
- NCh-ISO 17020:2012 para el área Muestreo para aguas, del Instituto Nacional de Normalización, INN.
- Procedimiento de Resister en base a Norma chilena oficial NCh411/1 Of.1996 Calidad del agua – Muestreo – Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo.
- Procedimiento de Resister en base a Norma chilena oficial NCh411/2 Of.1996 Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo.
- Resolución de Calificación Ambiental N° 713/1995 de la COREMA de la Región de Tarapacá.
- Resolución Exenta N°742 del 07 de mayo de 2020 de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).
- Resolución Exenta N°488 del 17 de marzo de 2020 de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).
- Resolución Exenta N°396 del 17 de marzo de 2022 de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

9. ANEXOS

Lo anexos son adjuntados al informe en forma de archivos complementarios en formato digital.

9.1. Anexo A: Consolidados de Informes Laboratorios ETFA

9.2. Anexo B: Responsables y Participantes de las actividades de Muestreo, Medición, Análisis y/o Control y Elaboración de Informe

9.3. Anexo C: Procedimiento de Toma de muestras Agua Potable RESITER S.A.

9.4. Anexo D: Cadena de Custodia

9.5. Anexo E: Calibración y Verificación de Equipos

9.6. Anexo F: Acreditaciones ETFA