

9.6.4 Recursos Hídricos y Ecosistemas Marinos

A continuación, se presentan las fichas que integran el plan de seguimiento de las siguientes variables ambientales relevantes que presentaron impactos no significativos asociados a los componentes de Recursos Hídricos y Ecosistemas Marinos para Sub-sector de Lanzamiento de Tuberías en Mejillones y sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda.

9.6.4.1 Sub-sector de Lanzamiento de Tuberías en Mejillones

Tabla 9-49: Ficha “Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sub-sector de Lanzamiento de Tuberías en Mejillones”

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sub-sector de Lanzamiento de Tuberías en Mejillones																																																				
Fase del Proyecto	Construcción																																																			
Componente Ambiental	Recursos Hídricos y Ecosistemas Marinos																																																			
Impacto no significativo asociado (si aplica)	- IRM-2: Alteración de las propiedades físicas y químicas del agua marina por la suspensión de sedimentos en subsector Lanzamiento de Tuberías en Mejillones - IEM-1: Alteración del hábitat de comunidades bentónicas submareales e intermareales por Lanzamiento de Tuberías en Mejillones																																																			
Medida o compromiso asociado	No aplica																																																			
Ubicación de puntos de control	Tabla 9-50: Coordenadas UTM de las estaciones para el subsector de Lanzamiento de Tuberías en Mejillones en la fase de construcción <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Variable Ambiental</th><th rowspan="2">Estación</th><th colspan="2">Coordenadas UTM (Datum WGS 84; Huso 19 S)</th></tr> <tr> <th>Este (m)</th><th>Norte (m)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Calidad de agua</td><td>E-1</td><td>357.848</td><td>7.447.965</td></tr> <tr> <td>Calidad de sedimento</td><td>E-2</td><td>357.635</td><td>7.447.857</td></tr> <tr> <td>Composición comunitaria de macrofauna bentónica</td><td>E-3</td><td>357.340</td><td>7.447.664</td></tr> <tr> <td>submareal de fondo blando</td><td>E-4</td><td>357.490</td><td>7.448.001</td></tr> <tr> <td>Composición comunitaria de plancton</td><td>E-C1 (*)</td><td>360.053</td><td>7.450.664</td></tr> <tr> <td></td><td>E-C2 (*)</td><td>354.060</td><td>7.446.169</td></tr> <tr> <td rowspan="6">Composición comunitaria de macrofauna bentónica intermareal de fondo blando</td><td>T-1</td><td>357.879</td><td>7.447.857</td></tr> <tr> <td>T-2</td><td>357.772</td><td>7.447.798</td></tr> <tr> <td>T-3</td><td>357.635</td><td>7.447.702</td></tr> <tr> <td>T-4</td><td>357.494</td><td>7.447.604</td></tr> <tr> <td>T-C1 (*)</td><td>360.259</td><td>7.450.400</td></tr> <tr> <td>T-C2 (*)</td><td>354.206</td><td>7.445.584</td></tr> </tbody> </table>			Variable Ambiental	Estación	Coordenadas UTM (Datum WGS 84; Huso 19 S)		Este (m)	Norte (m)	Calidad de agua	E-1	357.848	7.447.965	Calidad de sedimento	E-2	357.635	7.447.857	Composición comunitaria de macrofauna bentónica	E-3	357.340	7.447.664	submareal de fondo blando	E-4	357.490	7.448.001	Composición comunitaria de plancton	E-C1 (*)	360.053	7.450.664		E-C2 (*)	354.060	7.446.169	Composición comunitaria de macrofauna bentónica intermareal de fondo blando	T-1	357.879	7.447.857	T-2	357.772	7.447.798	T-3	357.635	7.447.702	T-4	357.494	7.447.604	T-C1 (*)	360.259	7.450.400	T-C2 (*)	354.206	7.445.584
Variable Ambiental	Estación	Coordenadas UTM (Datum WGS 84; Huso 19 S)																																																		
		Este (m)	Norte (m)																																																	
Calidad de agua	E-1	357.848	7.447.965																																																	
Calidad de sedimento	E-2	357.635	7.447.857																																																	
Composición comunitaria de macrofauna bentónica	E-3	357.340	7.447.664																																																	
submareal de fondo blando	E-4	357.490	7.448.001																																																	
Composición comunitaria de plancton	E-C1 (*)	360.053	7.450.664																																																	
	E-C2 (*)	354.060	7.446.169																																																	
Composición comunitaria de macrofauna bentónica intermareal de fondo blando	T-1	357.879	7.447.857																																																	
	T-2	357.772	7.447.798																																																	
	T-3	357.635	7.447.702																																																	
	T-4	357.494	7.447.604																																																	
	T-C1 (*)	360.259	7.450.400																																																	
	T-C2 (*)	354.206	7.445.584																																																	
(*) Estaciones Control.																																																				

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sub-sector de Lanzamiento de Tuberías en Mejillones

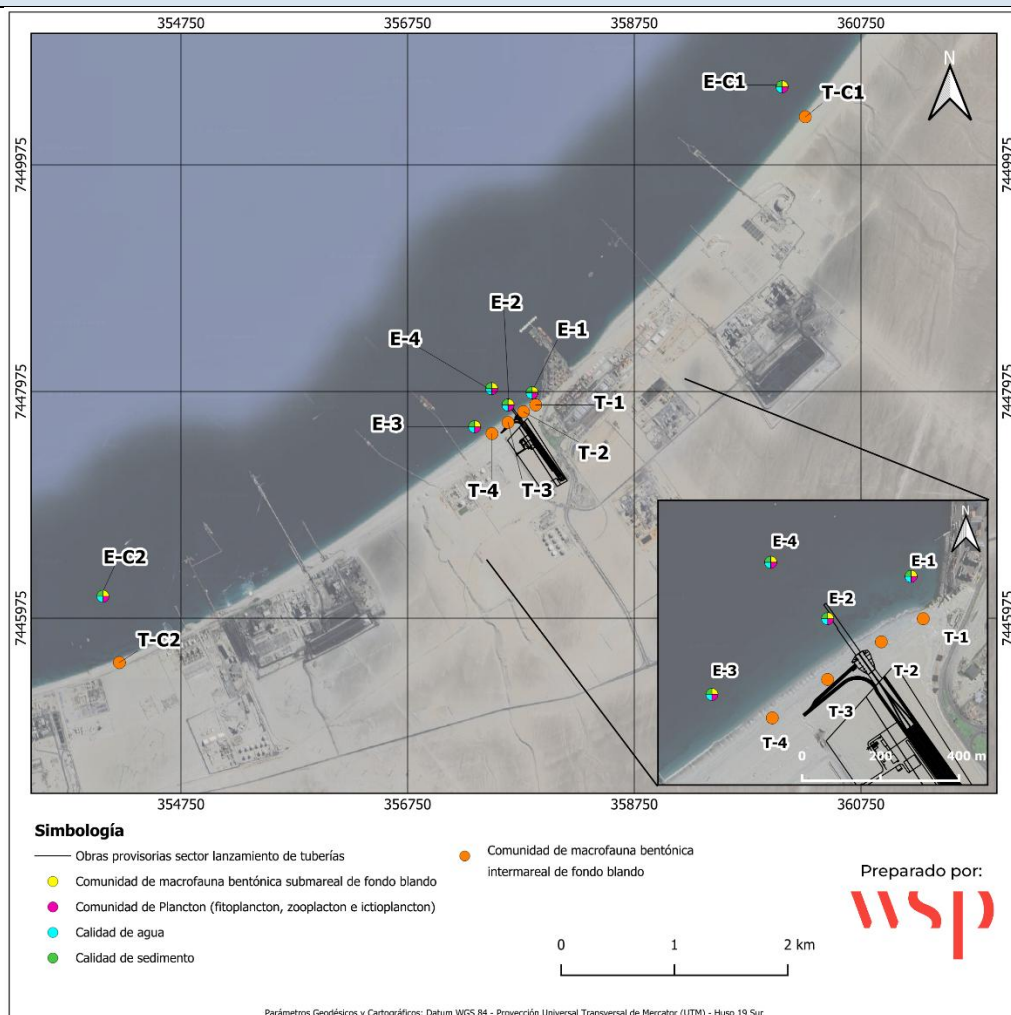


Figura 9-14: Ubicación espacial del sitio de monitoreo y de las estaciones del subsector Lanzamiento de Tuberías en Mejillones en la fase de construcción
Fuente: WSP, 2025.

Parámetros que medir

Calidad de agua⁶

- Temperatura
- Salinidad (Conductividad)
- Densidad
- Oxígeno Disuelto
- pH
- Transparencia (Secchi)
- Turbidez
- Clorofila a

⁶ Los parámetros analizados de calidad de agua corresponderán a concentraciones totales.

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sub-sector de Lanzamiento de Tuberías en Mejillones	
	▪ Sólidos Suspendedos Totales (SST) ▪ Sólidos Sedimentables (SS) ▪ Sólidos Disueltos Totales (SDT) ▪ DBO₅ ▪ Hidrocarburos Totales (HT) <u>Calidad del sedimento⁷</u> ▪ Granulometría ▪ Materia Orgánica ▪ Arsénico ▪ Cromo ▪ Cobre ▪ Cadmio ▪ Hierro ▪ Mercurio ▪ Plomo ▪ Zinc ▪ Nitrógeno Total ▪ Fósforo Total ▪ Carbono Orgánico Total (COT) ▪ Hidrocarburos Totales (HT) ▪ Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX) ▪ Potencial Redox ▪ Temperatura ▪ pH <u>Biota marina</u> ▪ Biota bentónica: Abundancia, biomasa, índices ecológicos, curvas ABC, análisis clasificatorio y de ordenamiento. ▪ Plancton (Fitoplancton, zooplancton e ictioplancton): Número de especies, abundancia, índices ecológicos, análisis clasificatorio y de ordenamiento.
Límites permitidos o comprometidos	Se debe considerar la superación de los valores de las concentraciones establecidos en las normas secundarias de calidad ambiental vigentes o el aumento o disminución significativos, según corresponda, de la concentración por sobre los límites establecidos en éstas, de acuerdo a lo indicado en el literal d) del artículo 6 del D.S. N° 40/2012 (RSEIA). A falta de tales normas, se deberían utilizar como referencia las normas vigentes en los Estados que se señalan en el Artículo 11 del RSEIA. En caso de que no sea posible evaluar el efecto adverso de acuerdo con lo anterior, se debe considerar la magnitud y duración del efecto generado sobre la biota por el proyecto o actividad y su relación con la condición de línea de base. En caso de ausencia de normas secundarias de calidad ambiental nacionales y extranjeras que sean aplicables a la totalidad de los parámetros ambientales, al tipo de proyecto y al sitio particular de estudio, se establecerá los límites de evaluación basándose en los rangos de valores y/o concentraciones de cada parámetro ambiental, medidos y/o analizados en las caracterizaciones

⁷ Los parámetros analizados de sedimento corresponderán a concentraciones totales.

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sub-sector de Lanzamiento de Tuberías en Mejillones	
	ambientales del medio marino (Líneas de Base Recursos Hídricos Marinos y Ecosistemas Marinos) presentadas en el marco de evaluación del Proyecto. Cabe señalar que, para el caso de sedimentos marinos se utilizará como referencia el Plan de Implementación para la Reducción de Sólidos Suspendidos en Michigan en el Huron River WaterShed Council (EPA) (2011), la cual indica para la calidad: Óptima: <25 mg/l, Buena a moderada: >25 a 80 mg/l, Menos que moderada: >80 a 400 mg/l y Pobre: >400 mg/l.
Duración del seguimiento	El monitoreo correspondiente a la fase de construcción del Proyecto se realizará exclusivamente durante el periodo de instalación de la estructura provisoria y lanzamiento de tuberías en Mejillones.
Frecuencia del Monitoreo	Semestral, durante el periodo estival (primavera-verano) y periodo invernal (otoño-invierno).
Método o procedimiento de medición	Las actividades de muestreo para aguas y sedimentos marinos serán efectuadas por una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), con los alcances requeridos, dando de este modo cumplimiento a los procedimientos estandarizados de medición y recolección de muestras para este tipo de ambientes. ▪ Calidad de agua: En cada estación se recolectarán muestras de agua mediante una botella oceanográfica, cuando sea factible, desde dos (2) niveles de profundidad: superficial (S) y fondo (F). Una vez recolectadas, las muestras serán fijadas (según corresponda) y derivadas a un laboratorio de aguas, respetándose sus condiciones de transporte (envases, temperaturas, etc.). Se considerará la medición de parámetros <i>in situ</i> en la columna de agua (temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y pH), los cuales serán sondeados mediante un equipo perfilador (CTD-O o multiparamétrico). Adicionalmente se medirá a transparencia de la columna de agua en cada estación, mediante disco secchi. ▪ Calidad del sedimento: Se considera monitorear la calidad de los sedimentos marinos, mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos y de contenido orgánico. Para el análisis de la composición granulométrica y de Materia Orgánica Total (MOT) se tomarán dos réplicas por estación, mediante una Draga tipo Van Veen de 0,1 m² de área de muestreo. Cada muestra obtenida será trasvasiada a bolsas de polietileno, debidamente etiquetadas, para su posterior análisis en laboratorio acreditado. Por otro lado, los parámetros pH y potencial redox serán medidos <i>in situ</i>, mediante el uso de equipos multiparamétricos calibrados y verificados. Respecto del análisis granulométrico, las fracciones retenidas en cada tamiz geológico serán pesadas por separado en una balanza analítica (± 0,01 g). ▪ Biota bentónica: a) <u>Submareal</u>: Las muestras de sedimento para el análisis de macrofauna bentónica submareal de fondo blando, considera tres réplicas en cada una de las estaciones. Las muestras de sedimento serán obtenidas mediante una draga manual tipo Van Veen con área de muestreo de 0,1 m² y/o Corer, para luego ser tamizadas en un cernidor (tamiz) de 0,5 mm abertura de malla. El material retenido en el tamiz será almacenado, debidamente rotulado y conservado. Las muestras serán derivadas a un laboratorio especializado para que los organismos sean determinados al nivel taxonómico más bajo posible, mediante el uso de claves taxonómicas y bibliografía disponible. Los organismos determinados en las muestras serán contabilizados y pesados, transformando los datos en densidad (ind/m²) y biomasa (g/m²). b) <u>Intermareal</u>: Para el análisis de macrofauna bentónica intermareal de fondo blando, se considera el monitoreo del intermareal superior, medio e inferior utilizando estaciones referenciales como eje central para distribuir la toma de muestras. En cada una de las estaciones de monitoreo, se extraerán dos réplicas de sedimento, utilizando un corer

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sub-sector de Lanzamiento de Tuberías en Mejillones	
	cilíndrico de 10 cm de diámetro enterrado a una profundidad de 15 cm. Posterior a ello, cada muestra será fijada y rotulada para ser transportada al laboratorio. Cabe señalar que, a través de una malla de 0,5 mm, los organismos serán separados del sedimento e identificados. Finalmente, cada individuo será pesado de forma directa usando una balanza analítica con un límite de detección de 0,0001 gramos. A partir de los resultados se estimará el promedio de la abundancia de cada especie, expresada en ind/m², así como su biomasa, expresada en g/m². - Plancton: La recolección de muestras fitoplancton será efectuada tomando muestras a dos estratos de profundidad (superficie – 0,5 m y fondo – 1 m del fondo). Las muestras para el análisis cualitativo serán colectadas con una red de plancton de 10 µm de apertura de malla, la cual será arrastrada verticalmente, considerando toda la columna de agua, es decir desde el fondo hasta la superficie. El material retenido por la red será almacenado y fijado, para su posterior envío al laboratorio externo, a cargo del estudio, que empleará la metodología de análisis adecuada. Por otro lado, para el análisis cuantitativo se recolectarán las muestras en los dos estratos de profundidad (superficie y fondo), utilizando una botella Niskin o similar, para luego transferirlas a frascos para su fijación y para su posterior envío a laboratorio externo para la identificación de especies. - En cuanto a la recolección de muestras de zooplancton e ictioplancton será efectuada en cada una de las estaciones con una red de calado de malla de 120 µm con el fin de capturar la mayor parte de individuos pequeños. El material retenido por la red será almacenado y fijado, para su posterior envío al laboratorio acreditado, que empleará la metodología de análisis adecuada para la identificación de especies. Mayor detalle en Anexo 9.2 Plan de Vigilancia Ambiental (de aquí en adelante PVA) Medio Marino del presente Capítulo.
Plazo y frecuencia de entrega de informe	El informe del PVA del Medio Marino será enviado de forma semestral a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), en un plazo máximo de 60 días hábiles, considerados a partir de la emisión de la totalidad de análisis de laboratorio (físicos, químicos y biológicos). Los registros obtenidos durante los periodos de vigilancia ambiental serán recopilados en dicho informe, que cumplirá con los lineamientos expuesto en la Res. Ex. N°223/2015 (SMA), con el fin de obtener un análisis más acabado sobre las variables ambientales tratadas en la presente propuesta. Además, se cumplirá con lo requerido en la Res Ex. N°343/2022, donde señala, que, los datos utilizados para la elaboración de los informes de seguimiento ambiental de los subcomponentes ambientales deberán ser remitidos como anexos al informe de PVA del Medio Marino, en los formatos Excel establecidos por la SMA para tales efectos.

Fuente: Elaboración propia.

9.6.4.2 Sector Planta Desaladora en Caleta Viuda

Tabla 9-51: Ficha “Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda”

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda	
Fase del Proyecto	Construcción y Operación
Componente Ambiental	Recursos Hídricos y Ecosistemas Marinos

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda																																																																						
Impacto no significativo asociado (si aplica)	- IRM-1: Alteración de las propiedades físicas y químicas del agua marina por la suspensión de sedimentos producto de las tronaduras en sector Planta Desaladora en Caleta Viuda - IRM-3: Alteración de la calidad física y química del agua marina producto de la descarga del efluente salino (salmuera) - IEM-2: Alteración del hábitat de comunidades bentónicas submareales por las obras de instalación de los ductos en sector Planta Desaladora en Caleta Viuda - IEM-3: Pérdida de adulto equivalente de las comunidades planctónicas de importancia comercial por captación del agua de mar - IEM-4: Alteración del hábitat acuático por efecto de la descarga del efluente salino (salmuera) sobre la biota marina - IEM-5: Afectación de mamíferos marinos debido al ruido submarino producto de tronaduras submarinas en Caleta Viuda																																																																					
Medida o compromiso asociado	No aplica																																																																					
Ubicación de puntos de control	Tabla 9-52: Coordenadas UTM de las estaciones y transectas para el sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda en la fase de construcción <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Variable Ambiental</th><th rowspan="2">Estación/Transecta</th><th colspan="2">Coordenadas UTM (Datum WGS 84; Huso 19 S)</th></tr> <tr> <th>Este (m)</th><th>Norte (m)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Calidad de agua</td><td>E-1</td><td>373.054</td><td>7.544.766</td></tr> <tr> <td>Calidad de sedimento</td><td>E-2</td><td>373.208</td><td>7.544.757</td></tr> <tr> <td>Composición comunitaria de macrofauna bentónica</td><td>E-3</td><td>373.300</td><td>7.544.714</td></tr> <tr> <td>submareal de fondo</td><td>E-4</td><td>373.353</td><td>7.544.680</td></tr> <tr> <td>blando</td><td>E-C1 (*)</td><td>373.461</td><td>7.545.900</td></tr> <tr> <td>Composición comunitaria de plancton</td><td>E-C2 (*)</td><td>373.221</td><td>7.543.547</td></tr> <tr> <td rowspan="12">Composición comunitaria de macrofauna bentónica submareal de fondo duro Stock poblacional de la especie Huiro Palo (<i>Lessonia trabeculata</i>)</td><td>T-1 Inicio</td><td>373.379</td><td>7.544.924</td></tr> <tr> <td>T-1 Fin</td><td>373.448</td><td>7.544.926</td></tr> <tr> <td>T-2 Inicio</td><td>373.171</td><td>7.544.811</td></tr> <tr> <td>T-2 Fin</td><td>373.185</td><td>7.544.862</td></tr> <tr> <td>T-3 Inicio</td><td>373.252</td><td>7.544.776</td></tr> <tr> <td>T-3 Fin</td><td>373.268</td><td>7.544.829</td></tr> <tr> <td>T-4 Inicio</td><td>373.235</td><td>7.544.674</td></tr> <tr> <td>T-4 Fin</td><td>373.287</td><td>7.544.660</td></tr> <tr> <td>TC-1 Inicio (*)</td><td>373.513</td><td>7.545.487</td></tr> <tr> <td>TC-1 Fin (*)</td><td>373.571</td><td>7.545.480</td></tr> <tr> <td>TC-2 Inicio (*)</td><td>372.988</td><td>7.543.891</td></tr> <tr> <td>TC-2 Fin (*)</td><td>373.093</td><td>7.543.894</td></tr> </tbody> </table>			Variable Ambiental	Estación/Transecta	Coordenadas UTM (Datum WGS 84; Huso 19 S)		Este (m)	Norte (m)	Calidad de agua	E-1	373.054	7.544.766	Calidad de sedimento	E-2	373.208	7.544.757	Composición comunitaria de macrofauna bentónica	E-3	373.300	7.544.714	submareal de fondo	E-4	373.353	7.544.680	blando	E-C1 (*)	373.461	7.545.900	Composición comunitaria de plancton	E-C2 (*)	373.221	7.543.547	Composición comunitaria de macrofauna bentónica submareal de fondo duro Stock poblacional de la especie Huiro Palo (<i>Lessonia trabeculata</i>)	T-1 Inicio	373.379	7.544.924	T-1 Fin	373.448	7.544.926	T-2 Inicio	373.171	7.544.811	T-2 Fin	373.185	7.544.862	T-3 Inicio	373.252	7.544.776	T-3 Fin	373.268	7.544.829	T-4 Inicio	373.235	7.544.674	T-4 Fin	373.287	7.544.660	TC-1 Inicio (*)	373.513	7.545.487	TC-1 Fin (*)	373.571	7.545.480	TC-2 Inicio (*)	372.988	7.543.891	TC-2 Fin (*)	373.093	7.543.894
Variable Ambiental	Estación/Transecta	Coordenadas UTM (Datum WGS 84; Huso 19 S)																																																																				
		Este (m)	Norte (m)																																																																			
Calidad de agua	E-1	373.054	7.544.766																																																																			
Calidad de sedimento	E-2	373.208	7.544.757																																																																			
Composición comunitaria de macrofauna bentónica	E-3	373.300	7.544.714																																																																			
submareal de fondo	E-4	373.353	7.544.680																																																																			
blando	E-C1 (*)	373.461	7.545.900																																																																			
Composición comunitaria de plancton	E-C2 (*)	373.221	7.543.547																																																																			
Composición comunitaria de macrofauna bentónica submareal de fondo duro Stock poblacional de la especie Huiro Palo (<i>Lessonia trabeculata</i>)	T-1 Inicio	373.379	7.544.924																																																																			
	T-1 Fin	373.448	7.544.926																																																																			
	T-2 Inicio	373.171	7.544.811																																																																			
	T-2 Fin	373.185	7.544.862																																																																			
	T-3 Inicio	373.252	7.544.776																																																																			
	T-3 Fin	373.268	7.544.829																																																																			
	T-4 Inicio	373.235	7.544.674																																																																			
	T-4 Fin	373.287	7.544.660																																																																			
	TC-1 Inicio (*)	373.513	7.545.487																																																																			
	TC-1 Fin (*)	373.571	7.545.480																																																																			
	TC-2 Inicio (*)	372.988	7.543.891																																																																			
	TC-2 Fin (*)	373.093	7.543.894																																																																			

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda				
	Composición comunitaria de mamíferos marinos	EM-1	373.518	7.543.779
		EM-2	373.390	7.544.066
		EM-3	373.442	7.544.305
		EM-4	373.505	7.544.513
		EM-5	373.728	7.544.969
		EM-6	373.684	7.545.382
		EM-7	373.860	7.545.934
		EM-8	373.863	7.546.423
		EM-9	373.823	7.546.758
		EM-10	373.700	7.547.128
		Inicio track de navegación	372.868	7.547.943
		Fin track de navegación	373.048	7.542.432
		(*) Estaciones y Transectas Control. La E-C1 y E-C2 corresponden a la estación E-19 y E-13 respectivamente de la LdB de Ecosistemas Marinos.		

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda

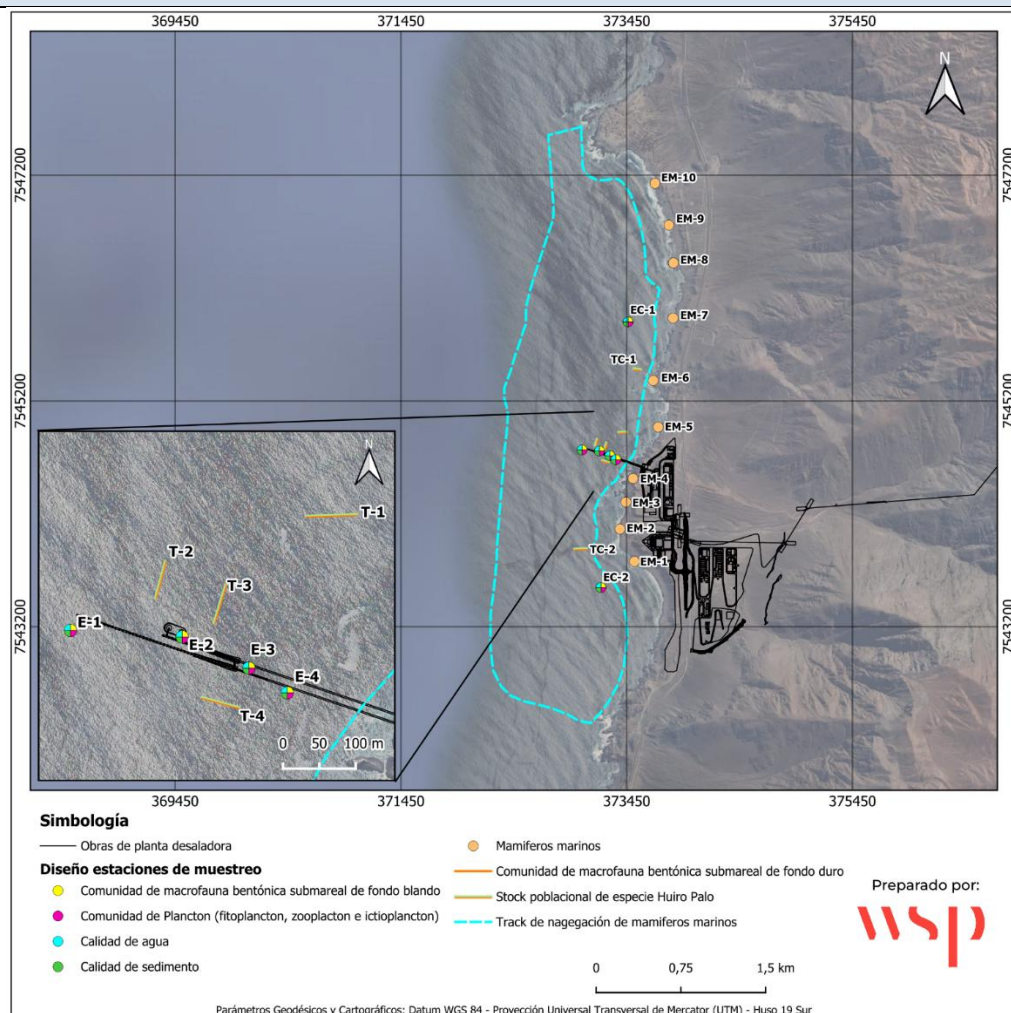


Figura 9-15: Ubicación espacial del sitio de monitoreo y de las estaciones y transectas del sector Planta Desaladora en Caleta Viuda en la etapa de construcción

Fuente: WSP, 2025.

Tabla 9-53: Coordenadas UTM de las estaciones y transectas para el sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda en la fase de operación

Variable Ambiental	Estación/Transecta	Coordenadas UTM (Datum WGS 84; Huso 19 S)	
		Este (m)	Norte (m)
Calidad de agua	E-0	373.054	7.544.766
Calidad de sedimento	E-1	373.087	7.544.880
Composición comunitaria de	E-2	373.157	7.544.850
	E-3	373.187	7.544.780

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda				
	macrofauna bentónica submareal de fondo blando Composición comunitaria de fitoplancton, zooplancton e ictioplancton	E-4	373.157	7.544.710
		E-5	373.087	7.544.680
		E-6	373.017	7.544.710
		E-7	372.987	7.544.780
		E-8	373.017	7.544.850
		E-9	373.087	7.544.980
		E-10	373.227	7.544.919
		E-11	373.287	7.544.780
		E-12	373.227	7.544.640
		E-13	373.087	7.544.580
		E-14	372.947	7.544.640
		E-15	372.887	7.544.780
		E-16	372.947	7.544.919
		E-17	372.829	7.544.521
		E-18	372.717	7.544.780
		E-19	372.829	7.545.038
		E-C1 (*)	373.461	7.545.900
		E-C2 (*)	373.221	7.543.547
	Composición comunitaria de macrofauna bentónica submareal de fondo duro Stock poblacional de la especie Huiro Palo (<i>Lessonia trabeculata</i>)	T-1 Inicio	373.379	7.544.924
		T-1 Fin	373.448	7.544.926
		T-2 Inicio	373.171	7.544.811
		T-2 Fin	373.185	7.544.862
		T-3 Inicio	373.252	7.544.776
		T-3 Fin	373.268	7.544.829
		T-4 Inicio	373.235	7.544.674
		T-4 Fin	373.287	7.544.660
		TC-1 Inicio (*)	373.513	7.545.487
		TC-1 Fin (*)	373.571	7.545.480
	Filmación submarina (estado de las tuberías)	TC-2 Inicio (*)	372.988	7.543.891
		TC-2 Fin (*)	373.093	7.543.894
		Inicio Filmación	373.060	7.544.778
		Fin Filmación	373.280	7.544.702
		Inicio Filmación	373.181	7.544.767
		Fin Filmación	373.290	7.544.732
(*) Estaciones y Transectas Control. La E-C1 y E-C2 corresponden a la estación E-19 y E-13 respectivamente de la LdB de Ecosistemas Marinos.				

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda

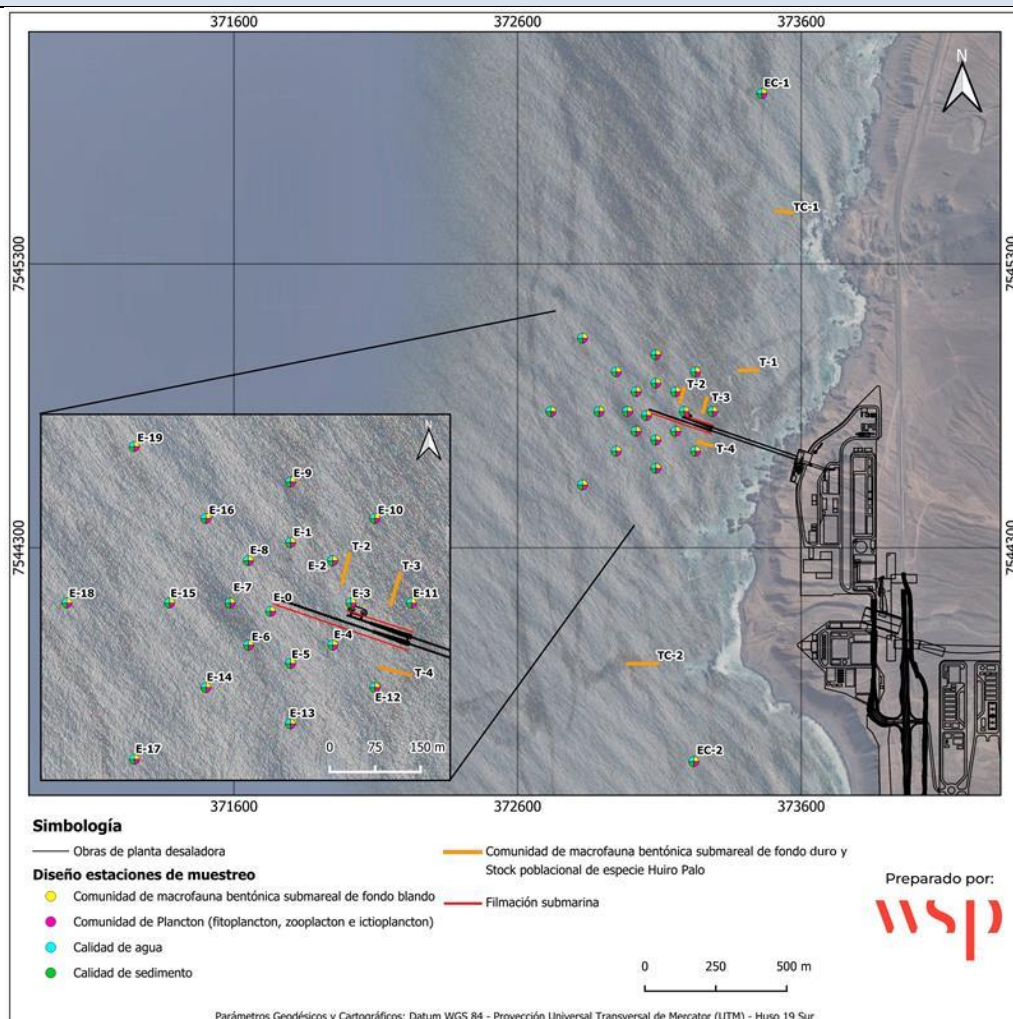


Figura 9-16: Ubicación espacial del sitio de monitoreo y de las estaciones y transectas del sector Planta Desaladora en Caleta Viuda en la etapa de operación

Fuente: WSP, 2025.

Parámetros que medir

Calidad de agua⁸

- Temperatura
- Salinidad (Conductividad)
- Densidad
- Oxígeno Disuelto
- pH
- Transparencia (Secchi)
- Turbidez
- Clorofila a
- Sólidos Suspendidos Totales (SST)

⁸ Los parámetros analizados de calidad de agua corresponderán a concentraciones totales.

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda

	▪ Sólidos Sedimentables (SS) ▪ Sólidos Disueltos Totales (SDT) ▪ Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX) ▪ Arsénico ▪ Cromo ▪ Cobre ▪ Cadmio ▪ Hierro ▪ Mercurio ▪ Plomo ▪ Zinc ▪ Carbono Orgánico Total (COT) ▪ Cloruro ▪ Cloro Libre Residual ▪ DBO5 ▪ DQO ▪ Aceites y Grasas ▪ Fósforo Total ▪ Fosfato ▪ Amonio ▪ Nitrato ▪ Nitrito ▪ Nitrógeno Total Kjeldahl (NK) ▪ Hidrocarburos Totales (HT) ▪ Detergentes Aniónicos ▪ Pesticidas ▪ Coliformes Fecales ▪ Coliformes Totales <u>Calidad del sedimento⁹</u> ▪ Granulometría ▪ Materia Orgánica ▪ Arsénico ▪ Cromo ▪ Cobre ▪ Cadmio ▪ Hierro ▪ Mercurio ▪ Plomo ▪ Zinc ▪ Nitrógeno Total ▪ Fósforo Total
--	---

⁹ Los parámetros analizados de sedimento corresponderán a concentraciones totales.

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda	
	▪ Carbono Orgánico Total (COT) ▪ Hidrocarburos Totales (HT) ▪ Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX) ▪ Potencial Redox ▪ Temperatura ▪ pH <u>Biota marina</u> ▪ Biota bentónica: Abundancia, biomasa, índices ecológicos, curvas ABC, análisis clasificatorio y de ordenamiento. ▪ Plancton (Fitoplancton, zooplancton e ictioplancton): Número de especies, abundancia, índices ecológicos, análisis clasificatorio y de ordenamiento. ▪ Stock poblacional de la especie Huiro Palo: Abundancia. ▪ Mamíferos Marinos: Número de especies y abundancia¹⁰.
Límites permitidos o comprometidos	Se debe considerar la superación de los valores de las concentraciones establecidos en las normas secundarias de calidad ambiental vigentes o el aumento o disminución significativos, según corresponda, de la concentración por sobre los límites establecidos en éstas, de acuerdo a lo indicado en el literal d) del artículo 6 del D.S. N° 40/2012 (RSEIA). A falta de tales normas, se deberían utilizar como referencia las normas vigentes en los Estados que se señalan en el Artículo 11 del RSEIA. En caso de que no sea posible evaluar el efecto adverso de acuerdo con lo anterior, se debe considerar la magnitud y duración del efecto generado sobre la biota por el proyecto o actividad y su relación con la condición de línea de base. En caso de ausencia de normas secundarias de calidad ambiental nacionales y extranjeras que sean aplicables a la totalidad de los parámetros ambientales, al tipo de proyecto y al sitio particular de estudio, se establecerá los límites de evaluación basándose en los rangos de valores y/o concentraciones de cada parámetro ambiental, medidos y/o analizados en las caracterizaciones ambientales del medio marino (Líneas de Base Recursos Hídricos Marinos y Ecosistemas Marinos) presentadas en el marco de evaluación del Proyecto. Cabe señalar que, para el caso de sedimentos marinos se utilizará como referencia el Plan de Implementación para la Reducción de Sólidos Suspendidos en Michigan en el Huron River WaterShed Council (EPA) (2011), la cual indica para la calidad: Óptima: <25 mg/l, Buena a moderada: >25 a 80 mg/l, Menos que moderada: >80 a 400 mg/l y Pobre: >400 mg/l. Mayor detalle en Anexo 9.2 Plan de Vigilancia Ambiental Medio Marino del presente Capítulo.
Duración del seguimiento	El monitoreo correspondiente a la fase de construcción del Proyecto se realizará en el periodo de tiempo exclusivamente donde se realicen las actividades de instalación de las obras marítimas en Caleta Viuda. En cuanto a los monitoreos en fase de operación, se realizarán desde el inicio de la fase y se extenderán por un plazo mínimo de cinco (5) años. Finalizado este período, se propondrá a la autoridad ambiental un cambio en el régimen de monitoreo considerando el comportamiento histórico de las variables analizadas, el cual podría modificar la red de estaciones, parámetros y frecuencia si los resultados presentan un comportamiento estable en el tiempo. De forma independiente a los monitoreos de calidad ambiental, se realizará la filmación submarina de las tuberías de captación de agua de mar y descarga de efluente (salmuera) una vez al año.

¹⁰ En la fase de construcción.

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda	
Frecuencia del Monitoreo	Semestral, durante el periodo estival (primavera-verano) y periodo invernal (otoño-invierno). Filmación submarina de las tuberías una vez al año.
Método o procedimiento de medición	Las actividades de muestreo para aguas y sedimentos marinos serán efectuadas por una ETFA, con los alcances requeridos, dando de este modo cumplimiento a los procedimientos estandarizados de medición y recolección de muestras para este tipo de ambientes. ▪ Calidad de agua: En cada estación se recolectarán muestras de agua mediante una botella oceanográfica, cuando sea factible, desde 2 niveles de profundidad: superficial (S) y fondo (F). Una vez recolectadas, las muestras serán fijadas (según corresponda) y derivadas a un laboratorio de aguas, respetándose sus condiciones de transporte (envases, temperaturas, etc.) Se considerará la medición de parámetros <i>in situ</i> en la columna de agua (temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y pH), los cuales serán sondeados mediante un equipo perfilador (CTD-O o multiparamétrico). Adicionalmente se medirá a transparencia de la columna de agua en cada estación, mediante disco secchi. Cabe señalar que, para la fase de operación las estaciones se encontrarán dispuestas en forma radial a distancias de 0, 100, 200 y 370 metros respecto de las portas ubicados en ángulos de 0, 45°, 90°, 135° y 180° de la ubicación de la tubería de descarga específicamente, considerando el área resultante de la pluma salina producto de la descarga del efluente. ▪ Calidad del sedimento: Se considera monitorear la calidad de los sedimentos marinos, mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos y de contenido orgánico. Para el análisis de la composición granulométrica y de Materia Orgánica Total (MOT) se tomarán dos réplicas por estación, mediante una Draga tipo Van Veen de 0,1 m² de área de muestreo. Cada muestra obtenida será trasvasiada a bolsas de polietileno, debidamente etiquetadas, para su posterior análisis en laboratorio acreditado. Por otro lado, los parámetros pH y potencial redox serán medidos <i>in situ</i>, mediante el uso de equipos multiparamétricos calibrados y verificados. Respecto del análisis granulométrico, las fracciones retenidas en cada tamiz geológico serán pesadas por separado en una balanza analítica ($\pm 0,01$ g). ▪ Biota bentónica: a) <u>Submareal</u>: Las muestras de sedimento para el análisis de macrofauna bentónica submareal de fondo blando, considera tres réplicas en cada una de las estaciones. Las muestras de sedimento serán obtenidas mediante una draga manual tipo Van Veen con área de muestreo de 0,1 m², para luego ser tamizadas en un cernidor (tamiz) de 0,5 mm abertura de malla. El material retenido en el tamiz será almacenado, debidamente rotulado y conservado. Las muestras serán derivadas a un laboratorio especializado para que los organismos sean determinados al nivel taxonómico más bajo posible, mediante el uso de claves taxonómicas y bibliografía disponible. Los organismos determinados en las muestras serán contabilizados y pesados, transformando los datos en densidad (ind/m²) y biomasa (g/m²). Con respecto al monitoreo para el análisis de macrofauna bentónica submareal de fondo duro, se efectuará sobre una grilla con transectas distribuidas en el área donde se ubicarán las obras del proyecto y en cada una de ellas se establecerán estaciones de monitoreo con una separación entre ellas lo más equidistante posible. La caracterización de la epibiota submareal se efectuará mediante un muestreo no destructivo por filmación submarina o utilizando una cuadrícula de 0,25 m², con 100 puntos de intersecciones distribuidos uniformemente. En cada una de las estaciones de las transectas se dispondrá la cuadrícula a cada lado del eje central de la prospección (i.e. muestreo por duplicado), estimando la abundancia de las especies móviles y sedentarias no coloniales (o clonales; específicamente en referencia a las anémonas de mar) mediante el conteo de organismos vivos y conteo de discos de fijación en el caso de macroalgas dentro de un metro cuadrado

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda

	de área. Para las demás especies sésiles (incluyendo sedentarias coloniales), la abundancia será estimada a partir de la presencia específica bajo cada punto de intersección, lo cual finalmente se transformará en un porcentaje de cobertura sobre la roca desnuda. ▪ Stock poblacional de la especie Huiro Palo (<i>Lessonia trabeculata</i>): El monitoreo de stock poblacional de la especie Huiro Palo para las fases de construcción y operación en el sector de Caleta Viuda, considera la matriz de transectas señaladas para el análisis de macrofauna bentónica submareal de fondo duro. La caracterización del stock poblacional de la especie Huiro Palo se efectuará mediante un muestreo no destructivo por filmación submarina o utilizando una cuadrícula de 0,25 m², con 100 puntos de intersecciones distribuidos uniformemente. En cada una de las transectas se dispondrá la cuadrícula a cada lado del eje central de la prospección (i.e. muestreo por duplicado), estimando la abundancia de la especie mediante el conteo de discos de fijación dentro de un metro cuadrado de área o bien considerando el conteo de discos que se encuentren dentro de la filmación submarina. Con el número de individuos que se encontrarán por cuadrícula y/o por transecta, se realizará una comparación en el tiempo con respecto a lo levantado en la Línea de Base con respecto a la especie. ▪ Plancton: La recolección de fitoplancton será efectuada tomando muestras a tres estratos de profundidad (superficie – 0,5 m, medio – de cada estación y fondo – 1 m del fondo). Las muestras para el análisis cualitativo serán colectadas con una red de plancton de 10 µm de apertura de malla, la cual será arrastrada verticalmente, considerando toda la columna de agua, es decir desde el fondo hasta la superficie. El material retenido por la red será almacenado y fijado, para su posterior envío al laboratorio externo, a cargo del estudio, que empleará la metodología de análisis adecuada. Por otro lado, para el análisis cuantitativo se recolectarán las muestras en los tres estratos de profundidad (superficie, medio y fondo), utilizando una botella Niskin o similar, para luego transferirlas a frascos para su fijación para su posterior envío a laboratorio acreditado para la identificación de especies. ▪ En cuanto a la recolección de muestras de zooplancton e ictioplancton será efectuada en cada una de las estaciones con una red de calado de malla de 120 µm con el fin de capturar la mayor parte de individuos pequeños. El material retenido por la red será almacenado y fijado, para su posterior envío al laboratorio externo, a cargo del estudio, que empleará la metodología de análisis adecuada para la identificación de especies. ▪ Mamíferos marinos: Para el monitoreo de mamíferos marinos, se considerarán dos metodologías de muestreo; una de ellas corresponde al avistamiento por tierra o puntos fijos y la otra corresponde a la observación por mar. Se emplean los criterios y aspectos técnicos contemplados en el D.S. N° 38 de 2011 “Reglamento General de Observación de Mamíferos Reptiles y aves Hidrobiológicas y del Registro de Avistamiento de Cetáceos”. La observación desde tierra o en puntos fijos, se realizará durante dos días, donde cada estación comprenderá un semicírculo con un radio de observación de 100 m. En cada una de las estaciones de monitoreo se establecerán 2 observadores por un periodo de 10 minutos, en los cuales se registrará la presencia de todas las especies de mamíferos marinos avistadas por medio de identificación directa, utilizando binoculares 10x42 o similares y cámara con la cual serán fotografiadas algunas especies. Los resultados obtenidos serán expresados en número total de especies y de individuos registrados. En el caso de encontrar mamíferos marinos (cetáceos, pinnípedos y mustélidos) y tortugas marinas vivas y/o muertas en el sector intermareal, se registrarán datos básicos, como fecha (día/mes/año), especie y hora. Para la detección de mustélidos (chungungo), se buscarán signos de ellos a través de la presencia de heces, secreciones, restos de presa, madrigueras, rasguños y/o huellas (Foster-Turley <i>et al.</i> 1990).
--	--

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda

En cuanto a la observación por mar, esta se realizará recorriendo el sector costero a través de una navegación con el fin de contabilizar e identificar todas las especies de mamíferos marinos que se presentarán dentro del área determinada. Para tal efecto se utilizará binoculares 10X42 o similares y una cámara, con la cual serán fotografiadas algunas especies. De manera conjunta, se registrarán datos básicos, como fecha, especie, hora de inicio y término del transecto de la navegación. Para evaluar la presencia de especies de mamíferos se realizará avistamiento en sectores rocosos o estructuras portuarias o marítimas (e.g. boyas, tuberías, rompeolas) que no pudieran observarse por tierra, además de sectores aledaños, con presencia de islotes rocosos donde es posible observar mayores concentraciones de pinnípedos, así como la presencia de estos alimentándose alejados de la costa. Del mismo modo, permitirá evaluar la presencia de mustélidos en roqueríos costeros más alejados de la costa, que no pueden observarse en detalle desde tierra. Este recorrido permite además registrar la presencia de ejemplares de cetáceos que suelen observarse nadando más alejados de la costa. Durante la navegación, se contabilizarán e identificarán todas las especies observadas dentro del área determinada por el transecto, siguiendo las disposiciones señaladas en la Ley 20.293, la cual protege a los cetáceos e introduce modificaciones a la Ley N° 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura.

Para la observación de mamíferos marinos (cetáceos, pinnípedos y mustélidos) se registrarán datos básicos, como fecha (día/mes/año), especie, hora de inicio y término, número de individuos observados por especie, comportamiento al momento de su detección y clase de individuos que componían los grupos, georreferenciado el transecto realizado.

Se elaborará un listado de especies del área de estudio, tanto por tierra como por mar, junto a la abundancia promedio y densidad total de cada especie (ind/Ha), lo cual será complementado con el detalle del estado de conservación de dichas especies.

- **Filmación submarina:** La inspección visual de las tuberías de aducción del agua de mar y descarga de efluente (salmuera) será realizada por una empresa que realice labores de filmación submarina. Esta será mediante un equipo de filmación submarina tipo ROV, se registrará la actividad con un GPS y tomando imágenes del sector mediante una embarcación desde la zona más cercana a la costa posible durante marea alta, de manera de asegurar la cercanía a la costa. La inspección tiene como objetivo realizar una verificación de hermeticidad y estado de las obras marítimas, con el fin de comprobar la inexistencia de fugas por medio de un registro en digital con video editado. Asimismo, realizar una revisión en detalle a todo el largo de las tuberías y sus elementos como lastres, piezas de unión, pernos, estado general de difusores y funcionamiento de portas, etc., incluyendo filmación del fondo marino, cercano a la descarga, con el objetivo de verificar el estado del área bajo la pluma de dispersión de la salmuera.

Mayor detalle en Anexo 9.2 Plan de Vigilancia Ambiental (de aquí en adelante PVA) Medio Marino del presente Capítulo.

Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda	
Plazo y frecuencia de entrega de informe	El informe del PVA del Medio Marino será enviado de forma semestral a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) en un plazo máximo de 60 días hábiles una vez finalizado el período reportado, considerados a partir de la emisión de la totalidad de análisis de laboratorio (físicos, químicos y biológicos). Los registros obtenidos durante los periodos de vigilancia ambiental serán recopilados en dicho informe, que cumplirá con los lineamientos expuesto en la Res. Ex. N°223/2015 (SMA), con el fin de obtener un análisis más acabado sobre las variables ambientales tratadas en la presente propuesta. Además, se cumplirá con lo requerido en la Res Ex. N°343/2022, donde señala, que, los datos utilizados para la elaboración de los informes de seguimiento ambiental de los subcomponentes ambientales deberán ser remitidos como anexos al informe de PVA del Medio Marino, en los formatos Excel establecidos por la SMA para tales efectos.

Fuente: Elaboración propia.

9.6.5 Ecosistemas Acuáticos Continentales

Tabla 9-54: Ficha “Seguimiento de Ecosistemas Acuáticos Continentales en el río Loa”

Seguimiento de Ecosistemas Acuáticos Continentales en el río Loa	
Fase del Proyecto	Construcción
Componente Ambiental	Ecosistemas Acuáticos Continentales.
Impacto no significativo asociado (si aplica)	ILI-1: Alteración temporal de ecosistemas acuáticos continentales en cruce del río Loa (km 75).
Medida o compromiso asociado	Liberación de área en cruce del río Loa.
Ubicación de puntos de control	Dos (2) estaciones ubicadas aguas abajo y arriba del cruce proyectado en el río Loa, en concordancia con la ubicación de las estaciones L3 y L4 de la línea de base de ecosistemas acuáticos continentales.
Parámetros que medir	- Composición y abundancia de las comunidades de zoobentos e ictiofauna. - Parámetros asociados a la calidad de las aguas superficiales, con énfasis en los requisitos generales de aguas destinada a la vida acuática, indicados en la Tabla 4 de la NCh1333/78 y sus modificaciones: Oxígeno disuelto (incluyendo Saturación de Oxígeno), pH, Alcalinidad, Turbiedad y Temperatura. Adicionalmente se medirá <i>in situ</i> la Conductividad; mientras que en laboratorio se analizarán el Nitrógeno y Fósforo totales, Sólidos Suspendidos Totales y Sólidos Sedimentables.
Límites permitidos o comprometidos	- Biota acuática: Permanencia de la estructura comunitaria descrita en los estudios de línea de base, considerando sus variaciones anuales y estacionales, con énfasis en la presencia de zoobentos e ictiofauna en el sector ubicado aguas abajo del cruce proyectado en el río Loa. Adicionalmente, se considerarán como referencia los resultados obtenidos en los seguimientos asociados al CAV de Liberación de área en cruce del río Loa, que incluirá monitoreos del zoobentos e ictiofauna asociados a la fase de construcción (antes y después de las obras). - Calidad de las aguas superficiales: Requisitos generales de aguas destinadas a la vida acuática, contenidos en la Tabla 4 de la NCh1333/78 y sus modificaciones, con énfasis en la concentración mínima de oxígeno disuelto en el sector ubicado aguas abajo del cruce proyectado en el río Loa. Sin desmedro de la norma de referencia citada, se tendrán en

Seguimiento de Ecosistemas Acuáticos Continentales en el río Loa	
	consideración como referencia de cumplimiento las fluctuaciones anuales y estacionales de la concentración de OD descritas en los estudios de línea de base.
Duración del seguimiento	Dos (2) años consecutivos, después de transcurridos seis (6) meses de la finalización de las obras de cruce en el río Loa.
Frecuencia del Monitoreo	Semestral: periodos estival e invernal.
Método o procedimiento de medición	▪ Monitoreo del Zoobentos: En ambas estaciones de monitoreo, se realizará la colecta de muestras de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos (zoobentos), mediante la utilización de una red Surber de 0,09 m², con un apertura de malla de 250 µm, específicamente en los sitios donde exista escorrentía superficial suficiente para emplear dicho instrumento de muestreo; mientras que en los sitios donde no exista corriente y el agua se encuentre apozada, se utilizará un dispositivo tipo core de 44,2 cm² de área, con el fin de extraer la capa superficial de sustrato junto a los invertebrados presentes. Se obtendrán tres (3) réplicas en cada estación de muestreo, las que serán fijadas con etanol al 70%, antes de ser derivadas al laboratorio especializado, el que contará con la acreditación para realizar los análisis taxonómicos correspondientes. Con los datos de abundancia se calculará la riqueza, diversidad, equidad y dominancia, efectuándose también el análisis multivariado correspondiente, mediante la confección de un dendrograma (clúster) y el análisis N-MDS. ▪ Monitoreo de la ictiofauna: Para la captura de ictiofauna se utilizará preferentemente un equipo de pesca eléctrica (SAMUS 725). Asimismo, se contemplará también el uso de mallas manuales, tipo chinguillo y/o espineles, en caso de ser necesario. Para realizar pesca eléctrica se contará con el respectivo permiso de pesca de investigación, que será tramitado con anticipación ante la Subpesca. Tras realizarse la determinación de especies <i>in situ</i>, se realizará la medición de longitud y peso de los individuos capturados, con el fin de calcular el índice de robustez (k). ▪ Monitoreo de la calidad de las aguas superficiales: Mediante la utilización de un equipo multiparamétrico se medirán <i>in situ</i> los parámetros de oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, pH, alcalinidad, conductividad, turbiedad y temperatura, considerándose la previa verificación de las sondas. Adicionalmente, se obtendrán muestras de agua superficial desde el cuerpo de agua, en ambas estaciones de monitoreo, mediante la utilización de los envases provistos por el laboratorio de aguas asignado, el que deberá contar con la acreditación correspondiente. Las muestras obtenidas serán debidamente rotuladas y almacenadas de acuerdo con los requerimientos del laboratorio, para su correcta derivación y análisis (Nitrógeno y Fósforo totales, Sólidos Suspendidos Totales y Sólidos Sedimentables).
Plazo y frecuencia de entrega de informe	Se reportará a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), dos (2) informes por año (reporte semestral), uno por cada campaña contrastante (una estival y otra invernal). Tras la finalización de cada campaña en terreno, se consideran 60 días hábiles para reportar el seguimiento ambiental ante la SMA, incluidos el informe de seguimiento y sus anexos.

Fuente: Elaboración propia.

9.7 Resumen Planes de Seguimiento de Variables Ambientales (PSA)

A continuación, se presentan un resumen de los planes de seguimiento de las variables ambientales asociadas a impactos significativos y las asociadas a impactos no significativos

Tabla 9-55: Resumen Planes de Seguimiento de Variables Ambientales (PSA)

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Vegetación y Flora Terrestre	Seguimiento a medida de compensación MC-VF-1: Enriquecimiento de área con ejemplares de <i>Azorella compacta</i> .	Construcción y Operación.	En las áreas de enriquecimiento con ejemplares de la especie.	Porcentaje de colecta de semillas y/o material vegetativo de los ejemplares intervenidos. Porcentaje (%) de sobrevivencia en área de enriquecimiento.	Colecta de semillas y/o material vegetativo para el 100% de los ejemplares de la especie que serán posteriormente intervenidos. Sobrevivencia de al menos 50% de los ejemplares establecidos en terreno en un período de seguimiento de tres (3) años desde realizada la plantación.	Tres (3) años desde establecida la plantación.	Trimestral	Censo de cada ejemplar plantado en área de enriquecimiento, evaluando su condición (vivo o muerto).	Se emitirá un informe anual a la SMA, CONAF y SAG con las actividades realizadas, en un plazo de 45 días hábiles desde finalizado el periodo.
Fauna Terrestre	Seguimiento a medida de mitigación MM-FT-1: Plan de Rescate y Relocalización de fauna de baja movilidad.	Construcción y Operación.	En las áreas de destino definidas por sector del Proyecto para la relocalización de los individuos de las especies de fauna de baja movilidad (detalle en PAS 146 en Anexo 10.13 del EIA).	Cantidad de individuos rescatados y relocalizados. Densidad y abundancia en los sitios de relocalización. Riqueza de especies. Parámetros ecológicos.	Evidenciar que la población receptora se ha mantenido en el tiempo o que presenta un aumento respecto a su condición original.	Un (1) año después de realizada cada relocalización de individuos de fauna de baja movilidad.	Monitoreo previo a las actividades de relocalización. Monitoreo mensual durante los primeros tres (3) meses desde ejecutada la relocalización. Monitoreo trimestral hasta finalizado un (1) año desde su relocalización.	Metodologías Línea Base del componente Fauna Terrestre en el EIA.	Informe trimestral a la SMA y al SAG en un plazo máximo de 45 días hábiles desde finalizado el último período reportado.
Fauna Terrestre	Seguimiento a medida de mitigación MM-FT-2: Perturbación controlada sobre fauna singular de baja movilidad.	Construcción.	En las áreas de destino hacia donde serán ahuyentados los individuos de las especies de fauna de baja movilidad.	Densidad y abundancia para las especies objetivo en el área de destino. Presencia de las especies objetivo y ocupación de refugios artificiales o naturales.	Aumento o mantención de abundancias de las especies objetivo.	Un (1) año desde realizada cada perturbación controlada de fauna de baja movilidad.	Monitoreo previo a las actividades de perturbación controlada. Monitoreos mensuales los tres (3) primeros meses. Monitoreo trimestral (estaciones contrastadas) durante un (1) año.	Metodologías Línea Base del componente Fauna Terrestre en el EIA.	Informe trimestral a la SMA y al SAG en un plazo máximo de 45 días hábiles desde finalizado el último período reportado.

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Fauna Terrestre	Seguimiento a medida de mitigación MM-FT-3: Plan de Perturbación controlada de <i>Chinchilla chinchilla</i> .	Construcción.	En las áreas de destino hacia donde serán ahuyentados los individuos de <i>Chinchilla chinchilla</i> .	Densidad y abundancia para las especies objetivo en el área de destino. Presencia de las especies objetivo y ocupación de refugios artificiales o naturales.	Aumento o mantención de abundancias de la especie objetivo.	Dos (2) años con el fin de abarcar dos ciclos reproductivos y realizar comparaciones interanuales.	Monitoreo previo a las actividades de perturbación controlada. Monitoreo al día siguiente de ejecutada la perturbación controlada. Monitoreo semanal durante el primer mes. Monitoreos mensuales los tres (3) siguientes meses. Monitoreos trimestrales hasta finalizar los dos (2) años.	Mismas metodologías utilizadas para la caracterización de la especie <i>Chinchilla chinchilla</i> , utilizadas en la Línea de Base de Fauna Terrestre en el EIA.	Informe trimestral a la SMA y al SAG en un plazo máximo de 45 días hábiles desde finalizado el último período reportado.
Fauna Terrestre	Seguimiento a medida de compensación MC-FT-1: Estudios complementarios alineados con los objetivos del "Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de cola corta (<i>Chinchilla chinchilla</i>).	Construcción.	Área de estudio definida para realizar los estudios complementarios de <i>Chinchilla chinchilla</i> .	Diversidad genética local, tamaño poblacional efectivo, grado de <i>inbreeding</i> (grado de endogamia). Dispersión de individuos.	Presentación de los estudios realizados en congresos científicos. Carta de recepción de manuscrito por parte de revista científica especializada.	Tres (3) años.	Semestral (reporte avance de actividades)	Métodos específicos de muestreo y análisis de información que permitan determinar: diversidad genética local, tamaño poblacional efectivo, grado de <i>inbreeding</i> y dispersión de individuos en el área asociada al Proyecto.	Informe semestral a la SMA, SAG SBAP y SEREMI Medio Ambiente región de Antofagasta, en un plazo de 45 días hábiles desde finalizado el semestre. Informe final.
Patrimonio Cultural Arqueológico	Seguimiento a medida de mitigación MM-ARQ-1: Charla de protección del Patrimonio Cultural Arqueológico.	Construcción.	Oficinas dispuestas por SCMEA (telemática y/o en terreno)	Porcentaje (%) de los trabajadores y trabajadoras del Proyecto y empresas colaboradoras, que reciban las charlas.	Charla dictada al 100% de los trabajadores y trabajadoras del Proyecto que participen en las obras de la fase de construcción del Proyecto.	Desde la fase de inicio de construcción hasta el término de esta.	Mensual	Reporte de la actividad que incluya el registro de asistencia y registro fotográfico de charla arqueológica.	Informes mensuales al CMN en un plazo de 30 días luego de terminado el mes. Informe semestral compilatorio de los informes del periodo a la SMA, en un plazo de 30 días luego de terminado el semestre informado.
Patrimonio Cultural Arqueológico	Seguimiento a medida de mitigación MM-ARQ-2: Monitoreo arqueológico permanente.	Construcción.	En los frentes de trabajo donde se realicen actividades que impliquen la remoción superficial o subsuperficial de tierra en terreno no alterado.	% de frentes de trabajo con presencia de arqueólogo o licenciado en arqueología.	Monitorear el 100% de los frentes de trabajos, en donde se realicen actividades que impliquen la remoción superficial o subsuperficial terrestre, en terrenos no alterados.	Durante toda la fase de Construcción según el cronograma de avance del Proyecto.	Cada vez que se realicen actividades de excavación que impliquen la remoción superficial o subsuperficial terrestre, en terrenos no alterados.	Reportes mensuales de monitoreo de los frentes de trabajo.	Informes mensuales al CMN) en un plazo de 30 días luego de terminado el mes. Informes semestrales a la SMA, en un plazo de 30 días luego de terminado el semestre informado.

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Patrimonio Cultural Arqueológico	Seguimiento a medida de mitigación MM-ARQ-3: Cercado de sitios arqueológicos.	Construcción.	En todos los sitios parcialmente afectados que hayan sido identificados en la franja de 50 a 100 metros en torno a la zona de afectación de las obras del Proyecto.	Cantidad de sitios o hallazgos arqueológicos parcialmente afectados, que han sido cercados. Cantidad de hallazgos arqueológicos no previstos, identificados en el área intervención directa del Proyecto, que han sido cercados.	Cercado del 100% de los sitios o hallazgos arqueológicos parcialmente afectados. Cercado del 100% de los hallazgos arqueológicos no previstos, identificados en el área intervención directa del Proyecto.	durante toda la fase de Construcción según el cronograma de avance de los frentes de trabajo del Proyecto, que consideran efectuar actividades que impliquen la remoción superficial o subsuperficial terrestre, en terrenos no alterados.	Mensual: los cercos deberán ser monitoreados al menos una vez al mes para verificar su estado.	Registro fotográfico de la instalación de cercado y señalética. Reporte de revisión, a cargo de un arqueólogo o licenciado de arqueología.	Informes mensuales al CMN) en un plazo de 30 días luego de terminado el mes. Informes semestrales a la SMA, en un plazo de 30 días luego de terminado el semestre informado.
Patrimonio Cultural Arqueológico	Seguimiento a medida de compensación MC-ARQ-1: Ejecución de medidas de rescate, registro y recolección desde una perspectiva de investigación científica.	Construcción y Operación.	En los hallazgos ubicados en el área de intervención de obras (ver Capítulo 3.7.1 Línea de Base Patrimonio Arqueológico Terrestre del presente EIA), y en lo particular, en el sitio Complejo Minero San José del Abra.	Aprobación de permiso de rescate otorgado por el CMN. Aprobación por parte del CMN de Informe ejecutivo y final de rescate y liberación del área Envío de registro de programa de congresos científicos donde figure título de la presentación y autores. Envío de registro de carta de recepción de manuscrito por parte de revista especializadas.	Entrega al CMN del diseño de proyecto de investigación. Entrega al CMN de informes ejecutivos y finales.	Cuatro (4) años posterior a la obtención del permiso.	Semestral	Revisión documental del diseño entregado al CMN. El rescate se llevará a cabo mediante las inspecciones de terreno con registro fotográfico y la generación de un informe validado por el arqueólogo responsable.	Informes semestrales a la SMA y al CMN, en un plazo máximo de 45 días hábiles una vez finalizado el semestre.
Patrimonio Cultural Arqueológico	Seguimiento a medida de compensación MC-ARQ-2: Programa de Educación Patrimonial sobre historia regional con énfasis en la minería prehispánica e histórica.	Operación.	En las escuelas municipales interesadas de las comunas de Calama, María Elena, Tocopilla y Ollagüe.	Registro de actas firmadas por las escuelas participantes que acrediten la recepción de los materiales (cuadernillos del estudiante, guías docentes). Registros de las actividades pedagógicas realizadas en las escuelas (fotografías).	Cuadernillos del estudiante, guías docentes, acta de recepción de material de parte de escuelas interesadas al finalizar el quinto año de operación del Proyecto	Desde el segundo año de la fase de operación (cuando se implementa la medida), hasta finalizar el quinto año de operación.	Anual	Revisión documental del diseño del programa, y otros elementos como cuadernillos y/o guías docentes generadas a razón del programa.	Informes anuales a la SMA y al CMN, en un plazo de 30 días hábiles una vez finalizado el año de ejecución de la medida.

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Patrimonio Cultural Arqueológico	Seguimiento a medida de compensación MC-ARQ-3: Diagnóstico y mejoramiento de depósitos arqueológicos en la región de Antofagasta.	Operación.	Depósitos arqueológicos a nivel regional en localidades como Tocopilla, María Elena y Quillagua.	Identificación de los museos y/o depósitos disponibles a nivel regional, en localidades como Tocopilla, María Elena y Quillagua. Diagnóstico de las condiciones actuales de cada museo/depósito identificado (Informes de diagnóstico de depósitos evaluados. Propuesta de mejoras específicas para cada museo/depósito. Selección del depósito local a mejorar. Elaboración de un plan de mejoramiento. Plan de mejora de depósitos presentados al CMN. Ejecución del mejoramiento en el depósito arqueológico seleccionado (Informe de ejecución de mejoras).	Informes de diagnóstico de depósitos evaluados. Plan de mejora de depósitos presentados al CMN. Informe de ejecución de mejoras.	Dos (2) años diagnóstico de depósitos locales desde iniciadas las acciones de identificación de los museos. Cuatro (4) años de ejecución del plan de mejoramiento desde finalizadas las acciones de diagnóstico..	Anual	Listado de museos/depósitos evaluados. Registro técnico documentado (mediciones instrumentales + evidencia fotográfica). Verificación del cumplimiento del cronograma.	Informes anuales a la SMA y al CMN, en un plazo máximo de 60 días hábiles terminado el año.
Patrimonio Cultural Arqueológico	Seguimiento a medida de compensación MC-ARQ-4: Reconstrucción virtual del Complejo Minero San José del Abra (CMSJA).	Operación.	En la región de Antofagasta (considerando diversas organizaciones indígenas, museos y escuelas).	Registro de entrega de modelo digital 3D del CMSJA. Registro de entrega de modelo con reconstrucción virtual del Complejo Minero San José del Abra. Registro de recepción de ingreso del modelo en museos (captura de pantalla o enlace activo a la plataforma donde se aloja el modelo). Registro de distribución del modelo a organizaciones, museos y escuelas de la región de Antofagasta (captura de pantalla o enlace activo a la plataforma donde se aloja el modelo).	Entrega de modelo digital 3D del CMSJA. Modelo con reconstrucción virtual del Complejo Minero San José del Abra. Registro de recepción de ingreso del modelo en museos. Registro de distribución del modelo a organizaciones, museos y escuelas.	Un (1) año desde la entrega del modelo digital 3D.	No aplica	Se realizará la revisión documental sobre informes de avance y entrega del modelo. Asimismo, se llevará a cabo una verificación técnica para la comprobación del archivo 3D y funcionalidad del software.	Informe final al término del proceso, en un plazo máximo de 45 días hábiles contado desde que finaliza el proceso. Este informe será enviado a la SMA y al Consejo de Monumentos Nacionales (CMN).

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Patrimonio Cultural Arqueológico	Seguimiento a medida de compensación MC-ARQ-5: Video documental sobre rescate del Complejo Minero San José del Abra (CMSJA).	Construcción y Operación.	El video quedará disponible para diversas organizaciones, museos y escuelas de la Región de Antofagasta.	Registro de entrega formal al CMN del video documental final. Registro de distribución del video a organizaciones, museos y escuelas.	Entrega formal al CMN del video documental final. Registro de distribución del video a organizaciones, museos y escuelas.	Un (1) año posterior a la entrega del video documental.	No aplica.	Se llevará a cabo una verificación técnica para la comprobación del archivo digital de la filmación y calidad del producto.	Informe final al término de la producción con registro de difusión. Este informe será enviado a la SMA y CMN, en un plazo máximo de 45 días hábiles terminada la producción.
Patrimonio Cultural Arqueológico	Seguimiento a medida de compensación MC-ARQ-6: Libro científico sobre el Complejo Minero San José del Abra.	Operación	Lugares definidos para la divulgación: universidades, centros de investigación, bibliotecas, comunidades indígenas, establecimientos educacionales de Calama y CMN.	Recopilación y registro de colecciones arqueológicas. Síntesis de información recopilada durante las labores de rescate. Elaboración de capítulos de libro. Elaboración e inclusión de un capítulo elaborado íntegramente por la comunidad. Compilación, diagramación y edición del libro. Impresión del libro en imprenta profesional. Lanzamiento y difusión del libro. Implementación de gira de difusión y distribución del libro por parte de la comunidad, ya sea en la región o fuera de Antofagasta según interés de la Comunidad. Distribución del libro en comunidades indígenas del ADI Alto El Loa, Departamento de Educación de la Municipalidad de Calama, Universidades Nacionales, Centros de Investigación, bibliotecas y al CMN.	Publicación del libro y carta difusión, con copia al CMN. Registro de envío del libro a universidades nacionales, establecimientos educacionales locales de Calama, comunidades, bibliotecas y centros de investigación, entre otros, antes de finalizado los primeros seis (6) años de la fase de operación del Proyecto.	Un (1) año desde la publicación del libro para verificar su distribución en instituciones señaladas.	No aplica	Se realizará la revisión de fichas, fotografías, capítulos, borradores del libro. También se llevará un registro de actas y documentos de recepción por parte del CMN y otras instituciones involucradas.	Informe final de cierre Este informe se remitirá a la SMA y al CMN, en un plazo máximo de 45 días hábiles posterior a la distribución.

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Patrimonio Cultural Arqueológico	Seguimiento a medida de compensación MC-ARQ-7: Optimización y construcción de espacios para depósito arqueológico, investigación y conservación de materiales culturales en la Corporación de Cultura y Turismo de Calama	Construcción y Operación.	Ciudad de Calama, Museo de Historia Natural y Cultural del Desierto de Atacama.	Diagnóstico inicial del espacio mediante un informe técnico sobre condiciones actuales. Anteproyecto arquitectónico elaborado y aprobado por CMN. Construcción del depósito para colecciones arqueológicas en Calama. Recepción e ingreso de material arqueológico Contratación de profesional responsable del depósito.	Registro de recepción por parte del Consejo de Monumento Nacional (CMN) del Informe de diagnóstico inicial y anteproyecto. Registro de inauguración de dependencias del depósito. Registro fotográfico del depósito habilitado. Registro del certificado de recepción de ingreso de las colecciones arqueológicas al Museo de Historia Natural y Cultural del Desierto de Atacama y aviso al Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) y Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).	Durante la construcción de las instalaciones, y hasta 18 meses contados desde que se recibe el material arqueológico.	La frecuencia de monitoreo será anual durante las etapas de diseño y construcción. Adicionalmente, se realizará un monitoreo final al término de las obras de construcción.	Se revisará toda la documentación asociada al diagnóstico, anteproyecto y actas de aprobación del CMN. Habrá un registro fotográfico del avance de obras, habilitación de espacios y vitrinas, así como actas y/o certificados de recepción de instalaciones y colecciones por CMN.	Informes anuales. Informe final al término de las obras. Ambos informes serán enviados a la SMA y al CMN, en un plazo máximo de 60 días hábiles terminado el año, y las obras, respectivamente.
Patrimonio Cultural Arqueológico	Seguimiento a medida de compensación MC-ARQ-8: Apoyo en la generación de iniciativas regionales sobre protección y puesta en valor de patrimonio cultural.	Operación.	Región de Antofagasta.	Conformación de la mesa de trabajo técnica. Elaboración y publicación de una base del fondo concursable. Registro de adjudicación de fondo concursable. Entrega de productos generados por los proyectos y difusión de resultados.	Registro de la entrega del fondo concursable anual. Copia de productos generados anualmente a partir de los proyectos adjudicados (libros, maquetas, informes, etc.).	Cinco (5) años desde la implementación del fondo concursable.	Anual	Revisión documental de actas de constitución, bases del fondo concursable, actas de adjudicación. Se llevará el registro de las evidencias de actividades y productos generados, por ejemplo, mediante registros fotográficos.	Informes anuales. Informe final consolidado al cumplir los cinco (5) años de vigencia del programa. Ambos informes serán enviados a la SMA y al CMN, en un plazo máximo de 45 días hábiles una vez finalizado el año de ejecución del fondo y los cinco (5) años del programa.
Patrimonio Cultural Arqueológico	Seguimiento a medida de compensación MC-ARQ-9: Centro Patrimonial - Sala Arqueológica.	Operación.	A definir en función de las posibilidades constructivas del territorio. Será integrada en el espacio definido para el Centro Patrimonial Comunitario.	Registro de actas de las mesas técnicas de diseño. Registro del diseño de la sala y de contenidos. Registro de producción e instalación de la exposición. Registro de inauguración y apertura al público.	No aplica.	Dos (2) años posteriores a la inauguración.	Anual	Se realizará la revisión documental, considerando actas de mesas, proyecto arquitectónico, expediente técnico. Se contará con un registro fotográfico y audiovisual sobre la instalación, inauguración y funcionamiento del Centro Patrimonial.	Informes anuales de seguimiento remitidos a la SMA, en un plazo máximo de 30 días hábiles finalizado el año de seguimiento.

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Medio Humano	Seguimiento a medida de compensación MC-MH-1: Programa de fomento actividades socioeconómicas en Caleta Viuda	Construcción	La implementación de los proyectos será definida en el marco del relacionamiento comunitario en conjunto con las organizaciones (listadas en ficha de medida). En el caso de la infraestructura, esta solo podrá ejecutarse en dependencias, sedes u otros terrenos que cuenten con la propiedad de cada organización debidamente regularizada y saneada.	Registro de diagnóstico de necesidades. Registro de actividad de asesoría técnica para el análisis de factibilidad de los proyectos (plan de acompañamiento técnico). Registro de adjudicación de proyectos. Registro de implementación.	Diagnósticos realizados. Identificación de proyectos formulados y financiados. Mejoras ejecutadas.	Durante la fase de construcción del Proyecto.	Según informe de finalización de actividades de diagnóstico y según informe final de medida.	Recopilación de registros de avances de actividades de diagnóstico, acompañamiento técnico, proceso de adjudicación de proyectos y su posterior implementación.	Un (1) informe al finalizar las actividades de diagnóstico, en un plazo de 45 días hábiles desde finalizadas dichas actividades. Un (1) informe al finalizar la medida, en un plazo de 45 días hábiles desde finalizadas la medida Esta información será enviada a la SMA.
Medio Humano	Seguimiento a medida de compensación MC-MH-2: Programa participativo de investigación y puesta en valor del patrimonio cultural indígena	Construcción	En espacio por definir con las Comunidades Indígenas de Quillagua y Chunchuri, en el marco de mesas de trabajo con cada Comunidad.	Registro de diseño metodológico del registro etnográfico y mesas de trabajo. Registro de actividades <i>in situ</i> y documentación. Registro etnográfico. Registro de acciones de puesta en valor (material enfocado a la difusión, visibilización y educación del patrimonio cultural inmaterial).	Registro etnográfico. Productos asociados a la puesta en valor del patrimonio inmaterial.	Por un período de cinco (5) años, contado desde el inicio de la fase de construcción.	Anual	Recopilación de registros de avances de actividades.	Informes anuales a la SMA, en un plazo 45 días hábiles desde finalizado el año reportado.
Medio Humano	Seguimiento a medida de compensación MC-MH-3: Centro Patrimonial - Sala Etnográfica.	Operación.	En espacio a definir con la Comunidad Indígena Atacameña de Conchi Viejo y con la Comunidad Indígena Atacameña de Tairalas Comunidades Indígenas Atacameñas de Conchi Viejo y Taira. Esta sala será integrada en el mismo espacio, y de forma complementaria a la sala Arqueológica contemplada en la medida MC-ARQ-9: Centro Patrimonial - Sala Arqueológica.	Registro de mesas de trabajo Registro de Plan de trabajo con las Comunidades Registro de proyecto de investigación con las Comunidades Registro de co-diseño de la sala. Registro del diseño de los contenidos a presentar en la sala. Registro de anteproyecto técnico. Registro de construcción y habilitación de sala. Registro de inauguración y apertura al público. Registro del establecimiento del modelo de gestión de la sala.	No aplica	Dos (2) años posterior a la inauguración del Centro Patrimonial - Sala Etnográfica.	Anual	Recopilación de registros de avances de actividades.	Informe anuales a la SMA, en un plazo máximo de 45 días hábiles finalizado el año de seguimiento.

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Calidad del Aire	Seguimiento a calidad de aire por MP2.5 y MP10 en estaciones cercanas al Proyecto	Construcción y Operación.	La medición de concentración de material particulado respirable MP2.5 y MP10 se efectuará en las estaciones de calidad del aire de Calama listadas en Tabla 9-25 del presente Capítulo	Concentración de Material Particulado Respirable MP2.5 y MP10.	La norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable MP2.5 es cincuenta microgramos por metro cúbico normal (50 µg/m³N), como concentración 24 horas, y veinte microgramos por metro cúbico normal (20 µg/m³N), como concentración anual: - MP2.5 Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas < a 50 µg/m³. - MP2.5 Concentración anual < a 20 µg/m³. La norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable MP10 es cincuenta microgramos por metro cúbico normal (50 µg/m³N), como concentración anual, y ciento treinta microgramos por metro cúbico normal (130 µg/m³N), como concentración de 24 horas: - MP10 Concentración anual < a 50 µg/m³. MP10 Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas < a 130 µg/m³.	Se realizará el monitoreo durante la fase de construcción para ambos receptores (CA_1 y CA_2). Se realizará el monitoreo durante la fase de operación para Conchi Viejo (CA_1).	Mensual	El procedimiento de medición se realiza de acuerdo con el Decreto N°61/2008 del Ministerio de Salud (modificado por el Decreto N°30/2009) el cual aprueba Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos. Las mediciones deben estar de acuerdo con el D.S. N°12/2021 MMA y con el D.S. N°12/2011 MMA, ambos del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la Norma Primaria para Material Particulado Respirable MP2.5 y para MP10, donde se utilizarán los valores de concentración de expresados en µg/m³N, obtenidos en estaciones de monitoreo clasificadas como EMRP. Los cálculos de concentraciones horarias, 24 horas, mensuales y anuales se realizarán de acuerdo con lo establecido en el Artículo 2° de ambas normas	Informe mensual a la SMA, en un plazo de 30 días hábiles una vez finalizado el mes reportado.
Ruido	Seguimiento a ruido en receptores identificados en el Área de Influencia del Proyecto	Construcción y Operación.	El seguimiento para receptores humanos será realizado en los indicado en Tabla 9-27 del presente Capítulo. El seguimiento para receptores de fauna será realizado en los indicado en Tabla 9-28 del presente Capítulo.	Se medirá el nivel de presión sonora corregido (NPC) en dB (A) para receptor humano: - NPC Diurno (7:00hrs. – 21:00hrs.). - NPC Nocturno (21:00hrs. – 7:00hrs.). Se medirá umbrales para fauna nativa según fuente de ruido: - Anfibios: dB(A) - Reptiles: dB(C) - Avifauna: dB(A) - Mamíferos: dB(A)	Receptores humanos: Se medirá el nivel de presión sonora corregido (NPC) en dB (A) para receptor humano: - NPC Diurno (7:00hrs. – 21:00hrs.). - NPC Nocturno (21:00hrs. – 7:00hrs.). Receptores fauna: de acuerdo con el “Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa” emitido por el SEA.	Durante toda la fase de construcción y operación del Proyecto para receptores humanos. Durante toda la fase de construcción del Proyecto para receptores de fauna nativa.	Monitoreo diurno y nocturno, una vez al mes para receptores humanos durante la construcción y operación. Monitoreo una vez al mes, en los Ambientes de fauna asociada a Obras de acuerdo con avance constructivos.	Cada campaña de monitoreo se ejecutará en consideración a las mismas metodologías utilizadas para el levantamiento de información para el levantamiento de línea de base del componente Ruido Terrestre del presente EIA.	Informe mensual a la SMA en un plazo de 30 días hábiles una vez finalizado el mes reportado.

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Hidrogeología y Calidad del Agua Subterránea	Seguimiento Ambiental Hidrogeología y Calidad del Agua Subterránea – Sector Ascotán	Construcción y Operación	El seguimiento se realizará sobre los pozos de bombeo indicados en la Tabla 9-31, puntos de seguimiento indicados en la Tabla 9-32, ambos del presente Capítulo. Por su parte, en la Tabla 9-34 se indican los puntos asociados al PAT.	Los parámetros a medir corresponden a: <u>Cantidad</u> Parámetros físicos: Profundidad del nivel del agua subterránea (nivel freático) y Variación de la altura del espejo de agua en vertientes (limnímetros). <u>Calidad</u> Parámetros in situ: parámetros fisicoquímicos <i>In situ</i> (pH, Conductividad eléctrica, Sólidos totales disueltos y Temperatura del agua). Parámetros de laboratorio de elementos mayores y traza: Alcalinidad Total, Bicarbonato Disuelto, Boro Disuelto, Calcio Disuelto, Carbonato Disuelto, Cloruro Disuelto, Magnesio Disuelto, Potasio Disuelto, Sodio Disuelto, Sólidos Totales Disueltos y Sulfato Disuelto, Aluminio Disuelto, Arsénico Disuelto, Cobre Disuelto, Hierro Disuelto, Litio Disuelto, Manganeseo Disuelto, Molibdeno Disuelto, Nitrato Disuelto y Nitrito Disuelto. Extensión lagunas. Mayores antecedentes en la Tabla 9-30 del presente Capítulo.	Se contemplan los siguientes umbrales: ▪ Pre Alerta o Umbral 0: corresponde a un descenso absoluto de 20 cm en el pozo SAM-1 (A, B o C) respecto de la situación base. ▪ Umbral 1: corresponde a un descenso absoluto de 30 cm en el pozo SAM-1 (A, B o C) o en el pozo SAM-7 (A, B o C), respecto de la situación base. Mayor detalle respecto del funcionamiento del PAT se encuentra disponible el Anexo 9.1 del presente capítulo.	El seguimiento se mantendrá vigente hasta el año 2044, posterior a la recuperación del nivel que permite la reactivación del flujo de la vertiente V-11.	Nivel freático: mensual o continuo, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 9-33. Concentraciones de los elementos mayores y menores asociados a los pozos serán monitoreados trimestralmente y en vertientes se monitorearán con frecuencia semestral.	Nivel de agua subterránea (nivel freático): Medición manual con pozómetro y continua mediante sensores de nivel. Parámetros fisicoquímicos: Muestreo con bailer u otro instrumento, y medición <i>in situ</i> con equipo multiparámetro. Elementos mayores y trazas, muestreo con bailer u otro instrumento, y análisis en laboratorio. Extensión de lagunas: imágenes multiespectrales. Nivel del espejo de agua en lagunas: medición en limnímetros.	Informe anual a la SMA, con copia a la DGA. También, se presentará un informe cada dos años de la actualización del modelo conceptual y validación del modelo numérico. El plazo de entrega a la autoridad será de 60 días hábiles, una vez finalizado el periodo reportado.

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Hidrogeología y Calidad del Agua Subterránea	Seguimiento Ambiental Hidrogeología y Calidad del Agua Subterránea – Sector Mina	Construcción, Operación y Cierre.	El seguimiento se realizará sobre los pozos de bombeo indicados en la Tabla 9-36, puntos de seguimiento con niveles de alerta indicados en la Tabla 9-37, y puntos de monitoreo superficial indicados en la Tabla 9-38 todos del presente Capítulo	a) Pozos de seguimiento ambiental Los parámetros a medir corresponden a: <u>Cantidad</u> <u>Parámetros físicos</u>: Profundidad del nivel del agua subterránea (nivel freático). <u>Calidad</u> Parámetros <u>In situ</u>: parámetros fisicoquímicos <i>in situ</i> (pH, Conductividad eléctrica, Sólidos totales disueltos y Temperatura del agua). Parámetros de laboratorio de elementos mayores y traza en su fracción total y disuelta: Sodio, Potasio, Magnesio, Calcio, Bicarbonato, Carbonato, Nitrito, Sulfato, Cloruro, Alcalinidad, Aluminio, Arsénico, Cobre, Hierro, Manganeso y Molibdeno. Mayores antecedentes en la Tabla 9-39. b) Ensayos geofísicos Ensayo geofísico mediante tomografía eléctrica	a) Pozos de seguimiento ambiental Los niveles de alerta de los puntos de seguimiento ambiental se presentan en la Tabla 9-40. b) Ensayos geofísicos No aplica.	Desde el inicio del Proyecto hasta 2069.	a) Pozos de seguimiento ambiental Mensual desde el inicio del proyecto hasta el año 2069 (inclusive) y trimestral desde la última fecha hasta el post cierre del Proyecto (2070). b) Ensayos geofísicos Anual en etapas tardías de la ejecución del Proyecto, a partir del año 30 de implementación.	a) Pozos de seguimiento ambiental <u>Nivel de agua subterránea</u>: Medición manual con pozómetro. <u>Parámetros fisicoquímicos in situ</u>: Muestreo con bailer y medición en superficie con equipo multiparámetro. <u>Parámetros de laboratorio de elementos mayores y traza</u>: Muestreo con bailer. b) Ensayos geofísicos Tomografía eléctrica.	Informe anual a la SMA, con copia a la DGA. El plazo de entrega a la autoridad será de 60 días hábiles una vez finalizado el periodo de medición.

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Hidrogeología y Calidad del Agua Subterránea	Seguimiento Ambiental Hidrogeología y Calidad del Agua Subterránea – Sector Planta de Lixiviación	Construcción y Operación.	a) Pozos de seguimiento ambiental Se presentan en la Tabla 9-42. b) Ensayos geofísicos Se realizará tomografía eléctrica a lo largo del borde norte de la pila permanente, sector celdas 27 a 33.	a) Pozos de seguimiento ambiental Los parámetros a medir corresponden a: <u>Cantidad</u> <u>Parámetros físicos</u>: Profundidad del nivel del agua subterránea en los pozos de seguimiento ambiental (se exceptúa los puntos P5 y P6 por estar asociados a agua superficial). <u>Calidad</u> <u>Parámetros in situ</u>: <u>parámetros fisicoquímicos in situ</u> (pH, Conductividad eléctrica, Sólidos totales disueltos y Temperatura del agua). Parámetros de laboratorio de elementos mayores y traza: Sodio, Potasio, Magnesio, Calcio, Bicarbonato, Carbonato, Nitrato, Nitrito, Sulfato, Cloruro, Alcalinidad, Aluminio, Arsénico, Cobre, Hierro, Manganeso y Molibdeno. b) Ensayos geofísicos Ensayo geofísico mediante de tomografía eléctrica en el borde norte de la pila permanente, celdas 27 a 33.	Los niveles de alerta para los pozos con niveles de alerta se muestran en la Tabla 9-43. b) Ensayos geofísicos No aplica.	Hasta que finalice la lixiviación residual de la pila permanente.	a) Pozos de seguimiento ambiental Mensual. b) Ensayos geofísicos Anual.	a) Pozos de seguimiento ambiental <u>Nivel de agua subterránea</u>: Medición manual con pozómetro. <u>Parámetros fisicoquímicos in situ</u>: Muestreo con bailer y medición en superficie con equipo multiparámetro. Parámetros de laboratorio de elementos mayores y traza: Muestreo con bailer y análisis en laboratorio. b) Ensayos geofísicos Tomografía eléctrica.	Informe anual a la SMA, con copia a la DGA. El plazo de entrega a la autoridad será de 60 días hábiles una vez finalizado el periodo de medición

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Hidrogeología y Calidad del Agua Subterránea	Seguimiento Ambiental Hidrogeología y Calidad del Agua Subterránea – Sector Planta Concentradora – Depósito de relaves	Construcción, operación y cierre.	a) Pozos de seguimiento ambiental Se presentan en la Tabla 9-46.	Pozos de seguimiento ambiental Los parámetros a medir corresponden a: <u>Cantidad</u> <u>Parámetros físicos:</u> Profundidad del nivel del agua subterránea. <u>Calidad</u> <u>Parámetros fisicoquímicos:</u> pH (<i>in situ</i> y laboratorio), Conductividad eléctrica (<i>in situ</i> y laboratorio), Sólidos Disueltos Totales (<i>in situ</i> y laboratorio), Sólidos Sedimentables Totales (laboratorio) y Temperatura (<i>in situ</i>). <u>Parámetros de laboratorio de elementos mayores y traza:</u> Arsénico (total y disuelto), Alcalinidad (total), Aluminio (total y disuelto), Bicarbonato (total), Boro (total y disuelto), Berilio (total), Cadmio (total), Calcio (total y disuelto), Carbonato (total), Cloruro (total), Cobalto (total), Cromo (total), Cobre (total y disuelto), Cianuro (total), Estroncio (total y disuelto), Fluoruro (total), Hierro (total y disuelto), Mercurio (total), Magnesio (total y disuelto), Manganeso (total y disuelto), Molibdeno (total y disuelto), Níquel (total), Nitrógeno (nitrito y nitrato), Plomo (total), Potasio (total y disuelto), Antimonio (total), Selenio (total), Sodio (total y disuelto), Sulfato (total) y Zinc (total y disuelto). Estos parámetros se presentan en la Tabla 9-47.	Se cuenta con límites asociados a niveles de agua incorporados en el Plan de Alerta Temprana (PAT) de este sector. El PAT del Sector Planta Concentradora – Depósito de relaves se presenta en el Anexo 9.1 del presente capítulo.	Desde el inicio del Proyecto hasta el año “2069 + cierre” + 5 años posterior a la fase de cierre.	La frecuencia de monitoreo se especifica en la Tabla 9-48.	Nivel de agua subterránea: Medición con pozómetro e instalación de transductores de presión y calidad de agua (conductividad eléctrica y temperatura). Parámetros fisicoquímicos <i>In situ</i> : Muestreo con bailer u otro instrumento, y medición en superficie con equipo multiparámetro. Parámetros de laboratorio de elementos mayores y traza: Muestreo con bailer u otro instrumento..	Informe anual a la SMA, con copia a la DGA. El plazo de entrega a la autoridad será de 60 días hábiles una vez finalizado el periodo de medición. Adicionalmente, se ejecutará la reportabilidad en línea según lo requerido en la Res. Ex. 31/2022 (SMA, 2022).

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Recursos Hídricos y Ecosistemas Marinos	Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sub-sector de Lanzamiento de Tuberías en Mejillones.	Construcción.	Estaciones indicadas en Tabla 9-50 del presente Capítulo.	<u>Calidad de agua:</u> Según detalle de parámetros en ficha del seguimiento. <u>Calidad del sedimento:</u> Según detalle de parámetros en ficha del seguimiento. <u>Biota marina:</u> Biota bentónica: Abundancia, biomasa, índices ecológicos, curvas ABC, análisis clasificatorio y de ordenamiento. Plancton (Fitoplancton, zooplancton e ictioplancton): Número de especies, abundancia, índices ecológicos, análisis clasificatorio y de ordenamiento.	Valores de las concentraciones establecidos en las normas secundarias de calidad ambiental vigentes o el aumento o disminución significativos, según corresponda, de la concentración por sobre los límites establecidos en éstas, de acuerdo a lo indicado en el literal d) del artículo 6 del D. S. N° 40/2012 (RSEIA). Para sedimentos marinos se utilizará como referencia el Plan de Implementación para la Reducción de Sólidos Suspendidos en Michigan en el Huron River WaterShed Council (EPA) (2011), la cual indica para la calidad: Óptima: <25 mg/l, Buena a moderada: >25 a 80 mg/l, Menos que moderada: >80 a 400 mg/l y Pobre: >400 mg/l.	Fase de construcción del Proyecto (exclusivamente durante el periodo de instalación de la estructura provisoria y lanzamiento de tuberías en Mejillones).	Semestral, durante el periodo estival (primavera-verano) y periodo invernal (otoño-invierno).	Las actividades de muestreo para aguas y sedimentos marinos serán efectuadas por una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), con los alcances requeridos, dando de este modo cumplimiento a los procedimientos estandarizados de medición y recolección de muestras para este tipo de ambientes. Mayor detalle en ficha del seguimiento y en Anexo 9.2 Plan de Vigilancia Ambiental (de aquí en adelante PVA) Medio Marino del presente Capítulo.	Informes semestrales enviados a la SMA, en un plazo máximo de 60 días hábiles, considerados a partir de la emisión de la totalidad de análisis de laboratorio (físicos, químicos y biológicos).

Componente Ambiental	Nombre del seguimiento	Fase del Proyecto	Ubicación de puntos de control	Parámetros que medir	Límites permitidos o comprometidos	Duración del seguimiento	Frecuencia del Monitoreo	Método o procedimiento de medición	Plazo y frecuencia de entrega de informe
Recursos Hídricos y Ecosistemas Marinos	Seguimiento de la calidad de agua marina, calidad de los sedimentos marinos y biota marina en Sector de Planta Desaladora en Caleta Viuda.	Construcción y Operación.	Fase de construcción: según las señaladas en Tabla 9-52 del presente Capítulo. Fase de operación: según las señaladas en Tabla 9-53 del presente Capítulo.	<u>Calidad de agua</u> Según detalle de parámetros en ficha del seguimiento. <u>Calidad del sedimento</u> Según detalle de parámetros en ficha del seguimiento. <u>Biota marina</u> Biota bentónica: Abundancia, biomasa, índices ecológicos, curvas ABC, análisis clasificatorio y de ordenamiento. Plancton (Fitoplancton, zooplancton e ictioplancton): Número de especies, abundancia, índices ecológicos, análisis clasificatorio y de ordenamiento. Stock poblacional de la especie Huiro Palo: Abundancia. Mamíferos Marinos: Número de especies y abundancia.	Valores de las concentraciones establecidos en las normas secundarias de calidad ambiental vigentes o el aumento o disminución significativos, según corresponda, de la concentración por sobre los límites establecidos en éstas, de acuerdo a lo indicado en el literal d) del artículo 6 del D. S. N° 40/2012 (RSEIA).	<u>Fase de construcción:</u> en el periodo de tiempo exclusivamente donde se realicen las actividades de instalación de las obras marítimas en Caleta Viuda. <u>Fase de operación:</u> desde el inicio de la fase y se extenderán por un plazo mínimo de cinco (5) años. Finalizado este período, se propondrá a la autoridad ambiental un cambio en el régimen de monitoreo considerando el comportamiento histórico de las variables analizadas,	Semestral, durante el periodo estival (primavera-verano) y periodo invernal (otoño-invierno). Filmación submarina de las tuberías una vez al año.	Según se detalla en ficha del seguimiento y en Anexo 9.2 Plan de Vigilancia Ambiental (de aquí en adelante PVA) Medio Marino del presente Capítulo.	Informes semestrales enviados a la SMA, en un plazo máximo de 60 días hábiles, considerados a partir de la emisión de la totalidad de análisis de laboratorio (físicos, químicos y biológicos).
Ecosistemas Acuáticos Continentales	Seguimiento de Ecosistemas Acuáticos Continentales en el río Loa.	Construcción.	Dos (2) estaciones, en concordancia con la ubicación de las estaciones L3 y L4 de la línea de base de ecosistemas acuáticos continentales.	Composición y abundancia de las comunidades de zoobentos e ictiofauna. Parámetros asociados a la calidad de las aguas superficiales, con énfasis en los requisitos generales de aguas destinada a la vida acuática, indicados en la Tabla 4 de la NCh1333/78 y sus modificaciones: Oxígeno disuelto (incluyendo Saturación de Oxígeno), pH, Alcalinidad, Turbiedad y Temperatura. Adicionalmente se medirá <i>in situ</i> la Conductividad; mientras que en laboratorio se analizarán el Nitrógeno y Fósforo totales, Sólidos Suspendidos Totales y Sólidos Sedimentables.	Biota acuática: Permanencia de la estructura comunitaria descrita en los estudios de línea de base (más detalle en ficha de seguimiento). Calidad de las aguas superficiales: requisitos generales de aguas destinadas a la vida acuática, contenidos en la Tabla 4 de la NCh1333/78 y sus modificaciones.	Dos (2) años consecutivos después de transcurridos seis (6) meses de la finalización de las obras de cruce en el río Loa.	Semestral (periodos estival e invernal).	Monitoreo del Zoobentos: según lo señalado en ficha del seguimiento. Monitoreo de la ictiofauna: según lo señalado en ficha del seguimiento. Monitoreo de la calidad de las aguas superficiales: según lo señalado en ficha del seguimiento.	Semestral, en un plazo de 60 días hábiles tras la finalización de cada campaña en terreno. Estos reportes serán enviados a la SMA.

Fuente: Elaboración propia

wsp