DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE AQUELLOS EFECTOS, CARACTERÍSTICAS O CIRCUNSTANCIAS DEL ART. 11 DE LA LEY QUE DAN ORIGEN A LA NECESIDAD DE ELABORAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Octubre 2026

Índice

1 NECESIDAD DE INGRESAR AL SEIA A TRAVÉS DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .3

1.1 Articulo 5.- Riesgo para la Salud de la Población 5

1.2 Artículo 6.- Efecto adverso sobre los Recursos Naturales Renovables 56

1.3 Artículo 7.- Reasentamiento de Comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.....118

1.4 Artículo 8.- Localización y valor ambiental del territorio 143

1.5 Artículo 9.- Valor paisajístico o turístico 158

1.6 Artículo 10.- Alteración del patrimonio Cultural 160

2 CONCLUSIONES DE LA DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE EFECTOS CARACTERISTICAS O CIRCUNSTANCIAS DEL ARTICULO 11 DE LBMA. 169

1 NECESIDAD DE INGRESAR AL SEIA A TRAVÉS DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En el artículo 4º del Reglamento del SEIA se señala "El titular de un proyecto o actividad que se someta al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, lo hará presentando una Declaración de Impacto Ambiental, salvo que dicho proyecto o actividad genere o presente algunos de los efectos, características o circunstancias contemplados en el artículo 11º de la Ley y en los artículos siguientes de este Título, en cuyo caso deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental".

El artículo 11º de la ley 19.300 LBGMA indica que deberán presentar un Estudio de Impacto Ambiental, los proyectos que generan o presentan, a lo menos algunos de los efectos, características o circunstancias indicados en los literales siguientes:

- **Letra a)** Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos;
- **Letra b)** Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;
- **Letra c)** Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;
- **Letra d)** Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares y áreas con valor para la observación astronómica con fines de investigación científica, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar[1];
- **Letra e)** Alteración significativa, en términos de magnitud o duración del valor paisajístico o turístico de una zona; y
- **Letra f)** Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Por otra parte, el Reglamento del SEIA, en sus artículos del 5º al 10º indica la forma de evaluar cada uno de los riesgos señalados por la ley.

[1] Actualizado por Ley 20.417, Art. Primero N°8 D.O. 26.01.2010 y Ley 21.162 Art. 1 b) D.O. 15.07.2019.
https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1010459&idParte=8848125&idVersion=2010-01-26
https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1053563

A continuación, el proyecto es analizado a la luz de cada una de las letras del artículo 11 de la Ley, en relación con las disposiciones de los artículos 5º al 10º del Reglamento del SEIA.

Cabe mencionar que el proyecto consideró un cambio en el trazado de la aducción y del punto de descarga, razón por la cual este capítulo fue actualizado conforme los resultados obtenidos de las líneas base actualizadas.

1.1 Articulo 5.- Riesgo para la Salud de la Población

El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.

A objeto de evaluar si se genera o presenta el riesgo a que se refiere el inciso anterior, se considerará la presencia de población en el área de influencia, cuya salud pueda verse afectada por:

a) **La superación de los valores de las concentraciones y períodos establecidos en las normas primarias de calidad ambiental vigente o el aumento o disminución significativos, según corresponda, de la concentración por sobre los límites establecidos en éstas. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en los Estados que se señalan en el artículo 11 del presente Reglamento.**

Emisiones a la Atmosfera

Durante la fase de construcción, el proyecto contempla el desarrollo de actividades que involucran movimientos de tierra, principalmente por el escarpe, excavaciones, tránsito de vehículos y maquinarias, que generan emisiones de material particulado y gases a la atmósfera. El impacto sobre este componente se encuentra regulado a través de normas de calidad y de emisión de material particulado y de gases, razón por la cual su evaluación se hace mediante comparación con la normativa vigente. Conforme a ello, el impacto será significativo si requiere medidas de mitigación o compensación para cumplir lo establecido en las normas aplicables, en tanto que no será significativo si las emisiones o su dispersión cumplen con lo dispuesto en estas normas.

En ese sentido es necesario atender la condición de la Comuna de Villarrica y en particular la localidad de Lican Ray ya que no presentan problemas de Latencia o Saturación por Material Particulado MP2,5 o MP10, ni tampoco por gases originados de la combustión de motores a diésel o sus formas procesadas o derivados de estos descritos en las normas primarias de calidad ambiental de nuestro país.

En el Estudio de Impacto Ambiental se desarrolló un informe de estimación de emisiones el cual se presentó en el Capítulo 4.2, cuyos resultados de emisiones máximas por año para cada contaminante en la fase de construcción se presentan en detalle en dicho informe. El resumen de las emisiones por actividad y por contaminante se muestra en las siguientes tablas tanto para la fase de construcción como para la fase de operación:

Tabla 1 Emisiones atmosféricas directas fase construcción (kg/año)

ACTIVIDAD	Contaminante	Emisiones [kg/año]		
		Año 1	Año 2	Subfase 2
Demolición	MP10	4,22	0,00	0,00
Escarpe	MP10	30,52	0,00	0,00
Movimiento de tierra por extracción (Excavación)	MP10	95,56	0,00	0,00
	MP2,5	49,05	0,00	0,00
Transferencia de Material, Carga (D)	MP10	0,73	0,0015	0,0001
	MP2,5	0,11	0,0002	0,00001
Erosión Pilas de Acopio (Material de extracción)	MP10	43,20	25,94	0,00
	MP2,5	6,37	3,82	0,00
Tránsito de vehículos en caminos no pavimentados industriales (D)	MP10	34,82	11,30	1,28
	MP2,5	3,48	1,13	0,13
Combustión de retroexcavadora	MP10	6,64	0,00	0,00
	MP2,5	6,25	0,00	0,00
	CO	22,26	0,00	0,00
	NOx	68,93	0,00	0,00
	HC	10,25	0,00	0,00
Combustión Rodillo compactador	MP10	13,85	0,00	0,00
	MP2,5	13,02	0,00	0,00
	CO	52,29	0,00	0,00
	NOx	89,61	0,00	0,00
	HC	24,15	0,00	0,00
Combustión Camiones Pesados Diesel Tipo 3 (EURO IIi) (D)	MP10	0,09	0,01	0,00
	MP2,5	0,09	0,01	0,00
	CO	0,96	0,14	0,05
	NOx	3,37	0,51	0,17
	SOx	0,05	0,01	0,00
	HC	0,20	0,03	0,01
	CH4	0,04	0,01	0,00
	N2O	0,01	0,00	0,00
	NH3	0,00	0,00	0,00
Combustión de Vehículos Comerciales Diesel Tipo 3 (EURO III) (D)	MP10	0,008	0,006	0,00
	MP2,5	0,007	0,006	0,00
	CO	0,054	0,045	0,00
	NOx	0,143	0,119	0,00
	SOx	0,033	0,027	0,00
	HC	0,001	0,001	0,000

ACTIVIDAD	Contaminante	Emisiones [kg/año]		
		Año 1	Año 2	Subfase 2
	CH4	0,001	0,001	0,000
	N2O	0,002	0,002	0,000
	NH3	0,000	0,000	0,000

Así también fueron calculadas las emisiones indirectas producidas principalmente por el tránsito de vehículos fuera del área de emplazamiento del proyecto.

Tabla 2 Emisiones atmosféricas Indirectas fase construcción (kg/año)

ACTIVIDAD	Contaminante	Emisiones [kg/año] Año 1
Tránsito de vehículos en caminos no pavimentados industriales (I)	MP10	786,96
	MP2,5	78,7
Tránsito de vehículos en caminos pavimentados (I)	MP10	3,89
	MP2,5	0,94
Tránsito de vehículos en caminos no pavimentados públicos (I)	MP10	216,14
	MP2,5	21,61
Combustión Camiones Pesados Diesel Tipo 3 (EURO III) (I)	MP10	6,52
	MP2,5	6,33
	CO	75,97
	NOx	327,73
	SOx	7,08
	HC	12,5
	CH4	5,51
	N2O	1,69
	NH3	0,17
Combustión de retroexcavadora	MP10	10,87
	MP2,5	10,22
	CO	36,43
	NOx	103,39
	HC	16,78
Combustión Rodillo compactador	MP10	2,22
	MP2,5	2,08
	CO	8,37
	NOx	14,34
	HC	3,86
Combustión de Vehículos Comerciales Diesel Tipo 3 (EURO III) (I)	MP10	0,05
	MP2,5	0,05
	CO	0,31
	NOx	0,76

ACTIVIDAD	Contaminante	Emisiones [kg/año] Año 1
	SOx	0,22
	HC	0,01
	CH4	0
	N2O	0,02
	NH3	0
Movimiento de tierra por extracción (Excavación) (I)	MP10	85,53
	MP2,5	43,9
Transferencia de Material, Carga (I)	MP10	0,32
	MP2,5	0,05

A su vez se presentan también los detalles de las estimaciones de los contaminantes emitidos a la atmósfera para la fase de operación del proyecto.

Tabla 3 Emisiones atmosféricas directas fase operación (kg/año).

Actividad	Contaminante	Emisiones [kg/año]
Tránsito de vehículos en caminos no pavimentados industriales (D)	MP10	28,59
	MP2,5	2,86
Combustión de Vehículos pesado Tipo 3 (EURO III) (D)	MP10	0,0098
	MP2,5	0,0095
	CO	0,1059
	Nox	0,3712
	SOx	0,0054
	HC	0,0224
	CH4	0,0042
	N2O	0,0013
	NH3	0,0001
PTAS generador	MP10	16,12
	MP2,5	14,50
	CO	48,83
	Nox	226,09
	SOx	15,03

Tabla 4 Emisiones atmosféricas indirectas fase operación (kg/año).

Actividad	Contaminante	Emisiones [kg/año]
Tránsito de vehículos en caminos no pavimentados públicos (I)	MP10	44,44

Actividad	Contaminante	Emisiones [kg/año]
	MP2,5	4,44
Tránsito de vehículos en caminos no pavimentados industriales (I)	MP10	63,81
	MP2,5	6,38
Tránsito de vehículos en caminos pavimentados (I)	MP10	2,73
	MP2,5	0,66
Combustión de Vehículos Pesados Tipo 3 (EURO III) (I)	MP10	2,39
	MP2,5	2,32
	CO	27,88
	Nox	120,26
	SOx	2,6
	HC	4,59
	CH4	2,02
	N2O	0,62
	NH3	0,06
PEAS 1 generador	MP10	0,31
	MP2,5	0,28
	CO	2,41
	Nox	10,53
	SOx	0,02
PEAS 2 generador	MP10	1,88
	MP2,5	1,69
	CO	14,73
	Nox	64,4
	SOx	0,11

Así entonces se presenta la siguiente tabla el resumen de las emisiones totales en ton/año para todo el proyecto, incluida la fase de construcción y la fase de operación, las que una vez operando la PTAS y las PEAS se mantendrá constante.

Tabla 5 Emisiones totales (ton/año)

Contaminante	Emisiones Construcción + Operación [ton/año]								
	Año 1	Año 2	Subfase 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
MP10	1,256	0,212	0,169	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116
MP2,5	0,198	0,027	0,034	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029
CO	0,197	0,032	0,098	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094
NOx	0,608	0,122	0,439	0,422	0,422	0,422	0,422	0,422	0,422
SOx	0,007	0,002	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
HC	0,068	0,008	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

Contaminante	Emisiones Construcción + Operación [ton/año]								
	Año 1	Año 2	Subfase 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
CH4	0,006	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
N2O	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
NH3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Las emisiones denominadas subfase dos corresponderán al año en que se realizará la ampliación de la PTAS, en el cual ya estará operando la planta, por ende, se solaparán las emisiones.

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que el año en el cual más emisiones a la atmósfera serán emitidas corresponde al año 1 de la fase de construcción con 1,256 ton/año de MP10 y 0,198 ton/año de material particulado fino MP2,5. Siendo las emisiones totales consideradas bastante bajas, produciéndose casi el 82% sólo producto de las emisiones indirectas.

Adicionalmente se observa que las actividades que emiten mayores tasas de MP10 corresponden al tránsito de vehículos por caminos no pavimentados y movimiento de tierras producto de la excavación. Se debe aclarar que las emisiones calculadas se estimaron siempre considerando la peor condición, de manera de determinar las máximas tasas de emisión que podría generar el proyecto.

Finalmente se debe mencionar que no existe declaración de Latencia o Saturación por ninguno de los contaminantes atmosféricos, por lo que no existe superación de las Normas de Calidad Primaria para ninguno de los contaminantes atmosféricos. A su vez al no estar declarada zona de saturación, tampoco existe plan de descontaminación que restringa su emisión u requiera a compensar las emisiones producidas por el proyecto.

Calidad del Aire

De esta forma y utilizando el modelo Calpuff se procedió a modelar las mayores emisiones del proyecto que correspondieron al material particulado MP10 y MP2,5 y se comparan con la normativa vigente en Chile para estos contaminantes atmosféricos.

Así entonces se tiene las siguientes plumas de dispersión:

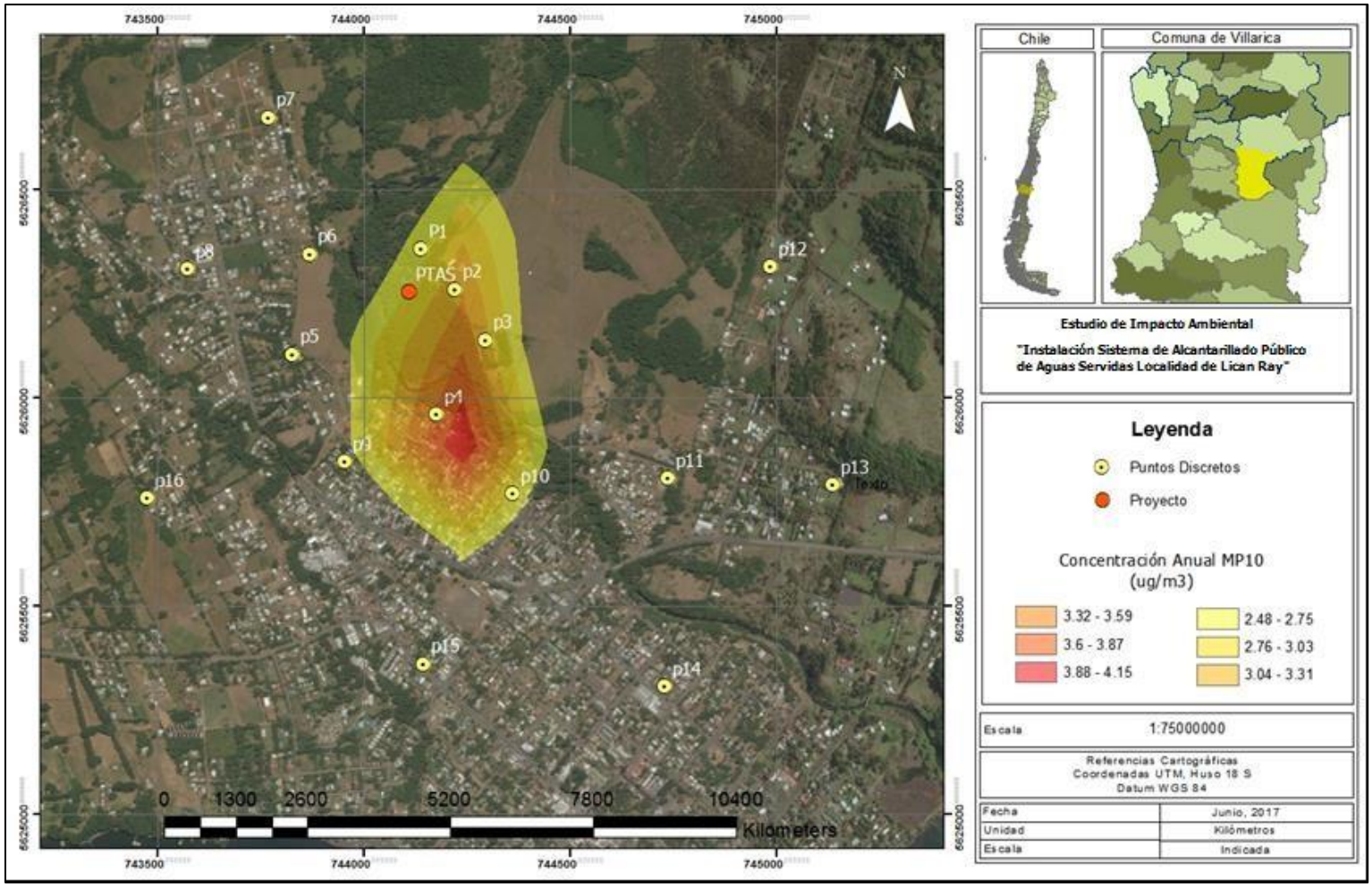

Figura 1 Mapa Dispersión de MP10 promedio anual

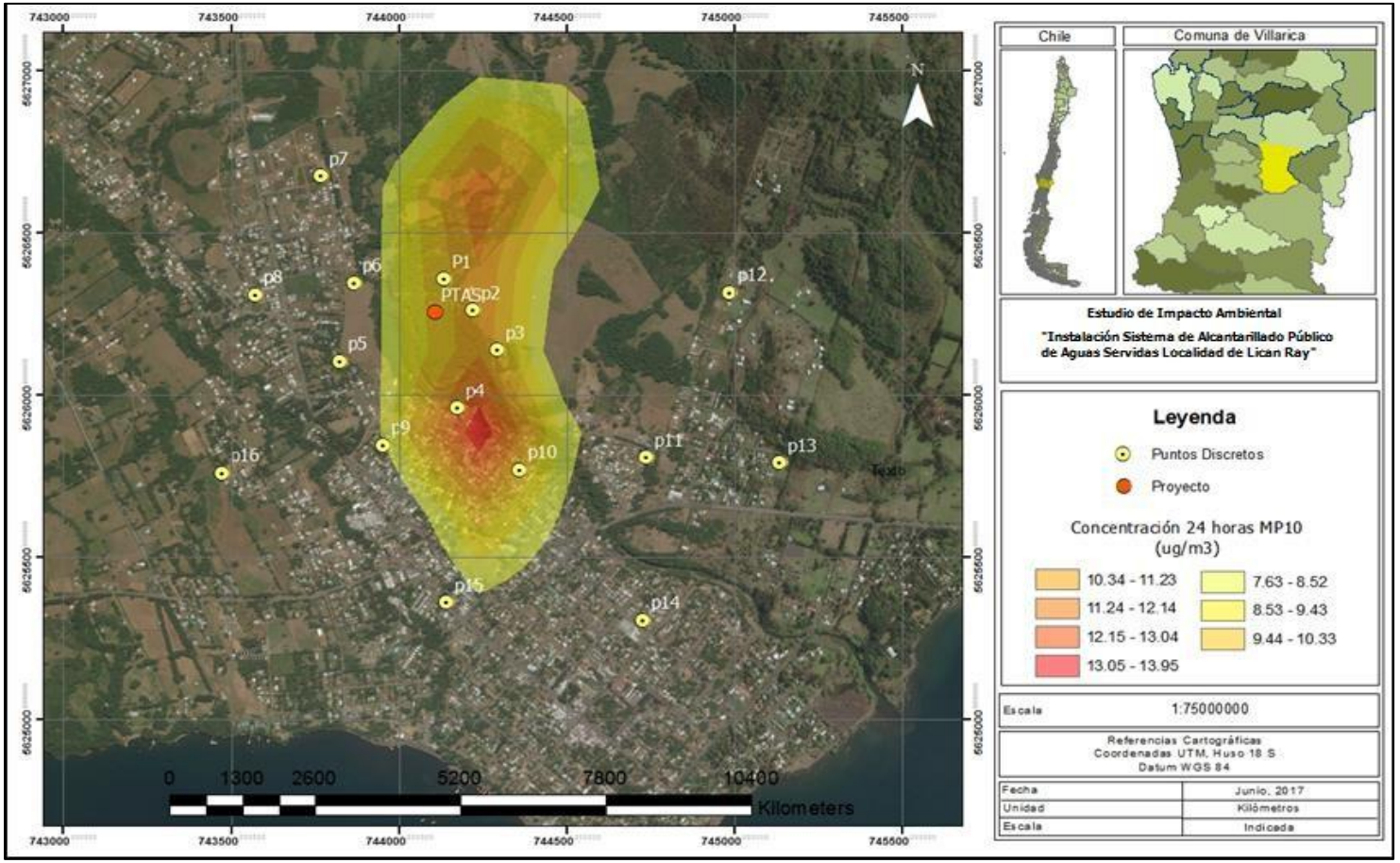

Figura 2 Mapa Dispersión de MP10 promedio 24 horas.

En la figura se observa la dispersión de la concentración promedio anual de MP10. Los resultados de la modelación sugieren que:

- La pluma de dispersión tiene un mayor desplazamiento hacia el sur del proyecto, sin embargo, también existe desplazamiento hacia el norte de éste.
- De la figura resulta relevante observar que desde la PTAS la distancia, específicamente al norte, el punto de menor concentración corresponde a 300 m, mientras que al sur esta distancia es de 640 m, con respecto a la zona más ancha la pluma presenta un diámetro de 470 m.
- Las concentraciones modeladas van desde los 2,48 µg/m³ a los 4,15 µg/m³, muy por debajo de lo establecido en el D.S. N°59/215 que Establece la Norma de Calidad Primaria para Material particulado Respirable MP10 aun cuando la comparación directa de dicha norma no es del todo correcta. Sin embargo, con certeza podemos indicar que el aporte del proyecto no es relevante para la superación de la Norma.

En la figura anterior, se puede observar el mapa de isoconcentración para 24 hrs. de MP10, de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- La pluma de dispersión tiene un mayor desplazamiento hacia el sur del proyecto, sin embargo, también existe desplazamiento hacia el norte de este. La distancia el norte específicamente al punto de menor concentración corresponde a 730 m, mientras que al sur esta distancia es de 860 m, referente a la zona más ancha de la pluma esta abarca una distancia de 670m. donde se alcanzan concentraciones que van desde 7,63 µg/m³ hasta 13,95 µg/m³ de MP10, muy por debajo de lo establecido en el D.S. N°59/215 que Establece la Norma de Calidad Primaria para Material particulado Respirable MP10 aun cuando la comparación directa de dicha norma no es del todo correcta. Sin embargo, con certeza podemos indicar que el aporte del proyecto no es relevante para la superación de la Norma.
- De los puntos receptores discretos se observa que un punto se encuentra cercano a la zona de máxima concentración, correspondiente a "P4" donde se esperan concentraciones cercanas a los 12,10 µg/m³.

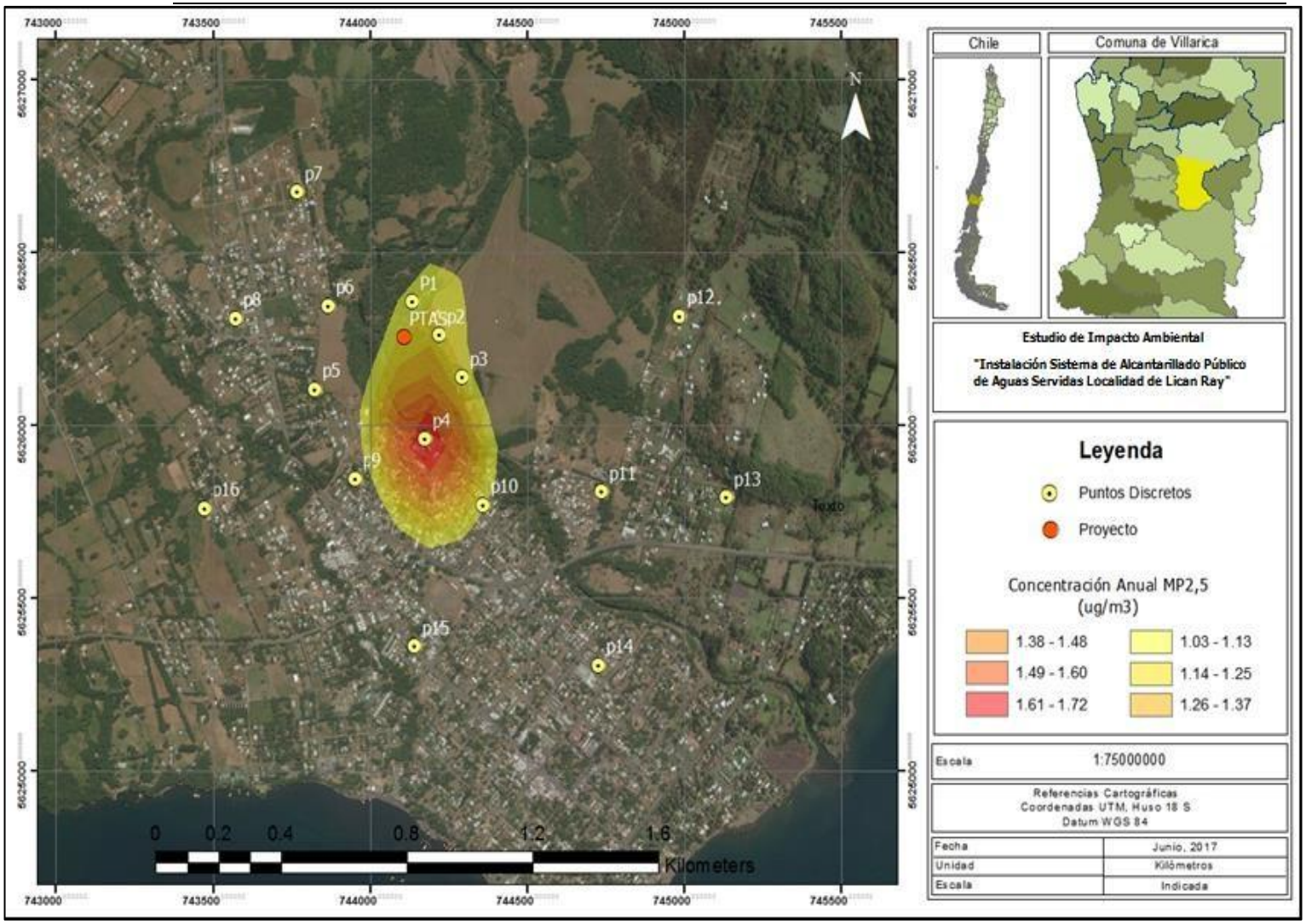

Figura 3 Mapa Dispersión de MP2,5 promedio anual

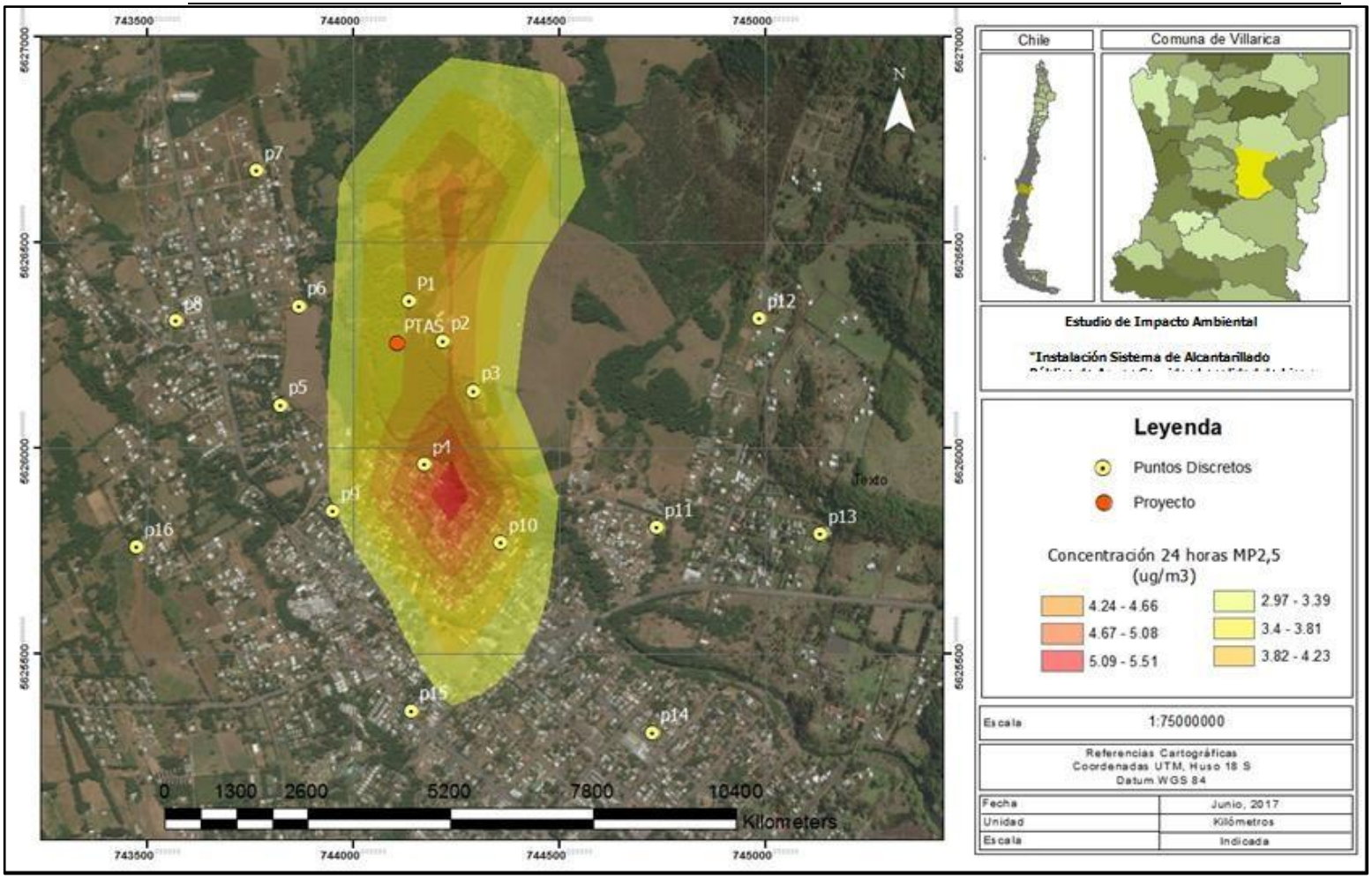

Figura 4 Mapa Dispersión de MP2,5 promedio 24 horas

En la figura, se observa la dispersión de la concentración promedio anual de MP2,5. Los resultados de la modelación sugieren que:

- La pluma de dispersión tiene un mayor desplazamiento hacia el sur del proyecto, sin embargo, también existe desplazamiento hacia el norte del proyecto.
- De la figura resulta relevante observar que desde la PTAS la distancia el norte específicamente al punto de menor concentración corresponde a 207 m, mientras que al sur esta distancia es de 606 m, referente a la zona más ancha de la pluma esta abarca una distancia de 434 m.
- La pluma de dispersión presenta concentraciones modeladas que van desde los 1,03 µg/m³ a los 1,72 µg/m³, muy por debajo de lo establecido en el D.S. N°12/2011 que Establece la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Fino Respirable MP2,5. Sin embargo, con certeza podemos indicar que el aporte del proyecto no es relevante para la superación de la Norma.

En relación con los puntos receptores escogidos, se observa que la pluma de concentración de MP2,5 como promedio anual abarca áreas que incluye 5 de los 16 puntos discretos analizados, de los cuales sólo uno se presenta dentro de la zona de máxima concentración que corresponde a P4.

En figura, se observa la dispersión de la concentración promedio 24 horas de MP2,5. Los resultados de la modelación sugieren que:

- La pluma de dispersión tiene un mayor desplazamiento hacia el sur del proyecto, sin embargo, también existe desplazamiento hacia el norte.
- De la figura resulta relevante observar que desde la PTAS la distancia al norte específicamente, el punto de menor concentración corresponde a 700 m, mientras que al sur esta distancia es de 890 m, referente a la zona más ancha de la pluma esta abarca una distancia de 560m.
- La pluma de dispersión presenta concentraciones modeladas que van desde los 2,97 µg/m³ a los 5,51 µg/m³ muy por debajo de lo establecido en el D.S. N°12/2011 que Establece la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Fino Respirable MP2,5 aun cuando la comparación directa de dicha norma no es del todo correcta. Sin embargo, con certeza podemos indicar que el aporte de proyecto no es relevante para la superación de la Norma.

A continuación, se detallan para cada una de las normas primarias de calidad Primaria para el componente Aire vigente, su relación con el proyecto.

Tabla 6 Relación del proyecto con normas de Calidad Primaria Atmosféricas.

Norma	Contenido	Relación con el Proyecto
D.S. N°12/2022 del Ministerio del Medio Ambiente	Establece la norma primaria para material particulado respirable MP10.	El proyecto se relaciona con la normativa, ya que genera distintas fuentes de emisión de MP10, las cuales se describen en detalle en el Capítulo 4 del EIA. Se indica, además que la comuna de Villarrica no se encuentra declarada zona latente o saturada por MP10. Por lo tanto, el proyecto no genera ni aporta a la superación sobre la norma descrita.
Decreto Supremo N°43/2026	Establece la norma de calidad primaria de plomo	El proyecto en ninguna de sus fases contempla la utilización de plomo o derivados de éste, que pudiesen intervenir en el ambiente. Por lo tanto, el proyecto no genera ni aporta a la superación sobre la norma descrita.
Decreto Supremo N°112/2002	Establece la norma primaria de calidad del aire para Ozono (O_3)	El proyecto en ninguna de sus fases contempla la emisión de este contaminante. Por lo tanto, el proyecto no genera ni aporta a la superación sobre la norma descrita.
Decreto Supremo N°104/2019	Establece la norma primaria de calidad del aire para dióxido de azufre (SO2)	La emisión de este contaminante se reduce sólo a la combustión de los motores diésel y cuya estimación se presenta en detalle en el Capítulo 4 del EIA. Además, se indica que la zona no ha sido declarada latente o saturada por dióxido de azufre. Por lo tanto, el proyecto no genera ni aporta a la superación sobre la norma descrita.
Decreto Supremo N°114/2024	Establece la norma primaria de calidad del aire para dióxido de nitrógeno (NO2)	La emisión de este contaminante se reduce sólo a la combustión de los motores diésel y cuya estimación se presenta en detalle en el Capítulo 4 del EIA. La comuna no ha sido declarada zona latente o saturada por NO2 por tanto Por lo tanto el proyecto no genera ni aporta a la superación sobre la norma descrita.
Decreto Supremo N°115/2002	Establece la norma primaria de calidad del aire para monóxido de carbono (CO)	La emisión de este contaminante se reduce sólo a la combustión de los motores diésel y cuya estimación se presenta en detalle en el Capítulo 4 del EIA, cuyo resultado destaca que la zona no ha sido declarada latente o saturada y por lo tanto el proyecto no genera ni aporta a la superación sobre la norma descrita.
Decreto Supremo N°12/2011	Establece la norma primaria de calidad del aire para material particulado fino respirable (MP2,5)	La principal fuente de emisión de este contaminante corresponde a la combustión de motores diésel, lo cual se presenta en detalle en el Capítulo 4 del EIA. Se indica, además que la comuna de Villarrica no se encuentra declarada zona latente o saturada por MP2,5. Por lo tanto el proyecto no genera ni aporta a la superación sobre la norma descrita.

Emisiones de odorantes, actualizado 2026:

De acuerdo con la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor en el SEIA" (SEA, 2017), la estimación de emisiones odorantes puede efectuarse mediante el uso de factores de emisión o emisiones de referencia. La guía establece como criterio preferente el uso de emisiones de referencia, en la medida que estas representen adecuadamente condiciones operacionales comparables; no obstante, también permite la utilización de factores de emisión o valores teóricos cuando se justifique fundadamente su pertinencia, particularmente en el caso de proyectos nuevos o sin operación previa (sección 3.1 de la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor en el SEIA" (SEA, 2017)).

Las emisiones de referencia son aquellas que han sido estimadas a partir de toma de muestras de olor en la fuente y su respectiva caracterización, es decir, son aquellas obtenidas de fuentes existentes o proyectos

en ejecución. Dichas emisiones de referencia deben estar determinadas a través de metodologías estandarizadas, como por ejemplo el método de olfatometría dinámica establecido en la norma NCh3190.Of2010 (INN, 2010).

El Proyecto corresponde a una planta nueva, por lo que las instalaciones consideradas en la situación proyectada aún no se encuentran operativas. En consecuencia, no se dispone de mediciones directas de olor que sean representativas de las condiciones futuras de operación.

Sin embargo, con el objeto de contar con antecedentes representativos para la estimación de las emisiones odorantes, se utilizaron como referencia los resultados de una olfatometría dinámica realizada en la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) de Pucón, instalación que cuenta con una tecnología de tratamiento equivalente a la considerada para la planta proyectada en Lican Ray. De esta forma, los factores de emisión obtenidos en la PTAS Pucón constituyen una referencia técnicamente adecuada para caracterizar las potenciales emisiones de olor del Proyecto.

Se consideraron 20 puntos discretos en las cercanías del proyecto, los que corresponden a viviendas existentes en la cercanía del proyecto y, en particular, el receptor 20 corresponde a un sector donde se lleva a cabo una ceremonia de grupos indígenas.

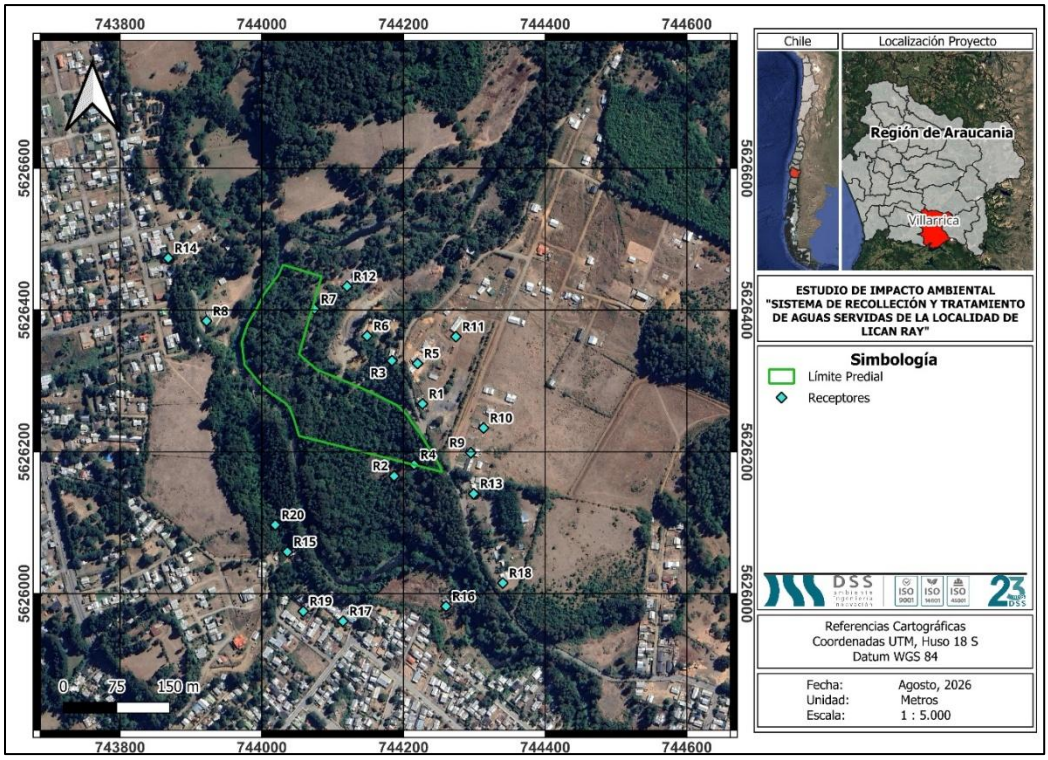

Figura 5 Ubicación de los receptores discretos cercanos al Proyecto



Figura 6 Ubicación fuentes de olor

El escenario de modelación considera las principales fuentes emisoras de olor asociadas a la operación proyectada del Proyecto. Estas corresponden a unidades vinculadas con la conducción y pretratamiento de las aguas servidas, el tratamiento biológico, la desinfección y el manejo de lodos, e incluyen la canaleta Parshall, la cámara de contacto, el estanque acumulador de lodos, cuatro reactores SBR, los cuales cuentan con sistema de abatimiento de emisiones, y la puerta del galpón de deshidratado de lodos, esta última considerada como punto de liberación de las emisiones generadas al interior del recinto.

Tabla 7 Fuentes de olor modeladas del Proyecto

Código modelo	Fuente Emisora	Coordenada Centrales UTM WGS-84 18 S (m)		Temporalidad	Descripción de la fuente
		Este	Norte		
SRC_1	Canaleta Parshall	744.132	5.626.267	Emisión continua las 24 horas del día, los 7 días de la semana	Canal abierto tipo canaleta Parshall de 9" de ancho de garganta posterior al tratamiento preliminar donde se implemente un medidor de caudal ultrasónico.
SRC_2	Cámara de contacto	744.050	5.626.284		Unidad proyectada para la desinfección del efluente tratado mediante su contacto con cloro.
SRC_3	Estanque acumulador de lodos	744.062	5.626.296		Unidad proyectada para contener los lodos generados por el tratamiento hasta su manejo y disposición.
SRC_4	Biofiltro (cuatro reactores SBR y galpón de deshidratado)	744.113	5.626.268		Los cuatro reactores SBR serán confinados y sus emisiones serán captadas y conducidas al sistema de biofiltración. También se consideran las emisiones captadas desde el galpón de deshidratado cuando éste se encuentra cerrado. Para la modelación se incorpora la fracción no abatida.
SRC_5	Puerta galpón de deshidratado de lodos	744.044	5.626.303	Se considera abierta durante 10 horas a partir de las 08:00 horas	Se considera como fuente de emisión la puerta del galpón durante los períodos de apertura.

En la tabla siguiente se presentan las fuentes consideradas, sus superficies de emisión, los factores aplicados y las tasas de emisión odorante estimadas para la situación proyectada.

Tabla 8 Estimación de emisiones odorantes proyectada

ID modelo	Fuente emisora	Área de emisión (m^2)	Factor de emisión (uoE/m^2s)	% de Abatimiento	TEO Final (uoE/s)
SRC_1	Canaleta Parshall	3,80	44,10	0	167,6
SRC_2	Cámara de contacto	87,90	0,60	0	52,7
SRC_3	Estanque acumulador de lodos	25,00	2,90	0	72,5
SRC_4	Biofiltro (4reactores SBR)	968	2	90%	193,6
	Biofiltro galpón	3,54	2,9	90%	1,0
SRC_5	Puerta galpón deshidratado de lodos	18,5	2,9	0	53,7
Total					**541,1**

Tabla 9 Ranking de las unidades generadoras de olor proyectada

ID modelo	Fuente emisora	TEO Final (uoE/s)	Ranking (%)
SRC_4	Biofiltro (cuatro reactores SBR y galpón)	194,6	35,97%
SRC_1	Canaleta Parshall	167,6	30,97%
SRC_3	Estanque acumulador de lodos	72,5	13,40%
SRC_5	Puerta galpón deshidratado de lodos	53,7	9,92%
SRC_2	Cámara de contacto	52,7	9,75%

La tabla anterior, muestra que, bajo el escenario actualizado con los cuatro reactores SBR confinados, la principal contribución corresponde al sistema de biofiltración asociado a los cuatro reactores SBR y al galpón, con una TEO final conjunta de 194,6 uoE/s, equivalente aproximadamente al 35,97% del total. Le siguen la canaleta Parshall (SRC_1), con 167,6 uoE/s y 30,97%; el estanque acumulador de lodos, con 72,5 uoE/s y 13,40%; la puerta del galpón de deshidratado, con 53,7 uoE/s y 9,92%; y la cámara de contacto, con 52,7 uoE/s y 9,75%. En conjunto, la TEO final estimada para las fuentes del Proyecto alcanza aproximadamente 541,1 uoE/s.

En la figura siguiente se presenta la distribución espacial de las concentraciones de olor generadas por el Proyecto en el escenario proyectado, considerando un escenario conservador de emisión continua durante todo el año. Las concentraciones modeladas varían entre 1,00 y 3,30 uoE/m^3, registrándose el máximo impacto al interior del área del Proyecto.

El sector con concentraciones comprendidas entre 2,84 y 3,30 uoE/m³ abarca una superficie aproximada de 70,2 m² y se localiza al interior del límite predial del proyecto, específicamente en torno al biofiltro y galpón de lodos. Desde este sector, la pluma de dispersión se extiende predominantemente en dirección nor noreste, disminuyendo gradualmente su concentración a medida que aumenta la distancia respecto del punto de máximo impacto.

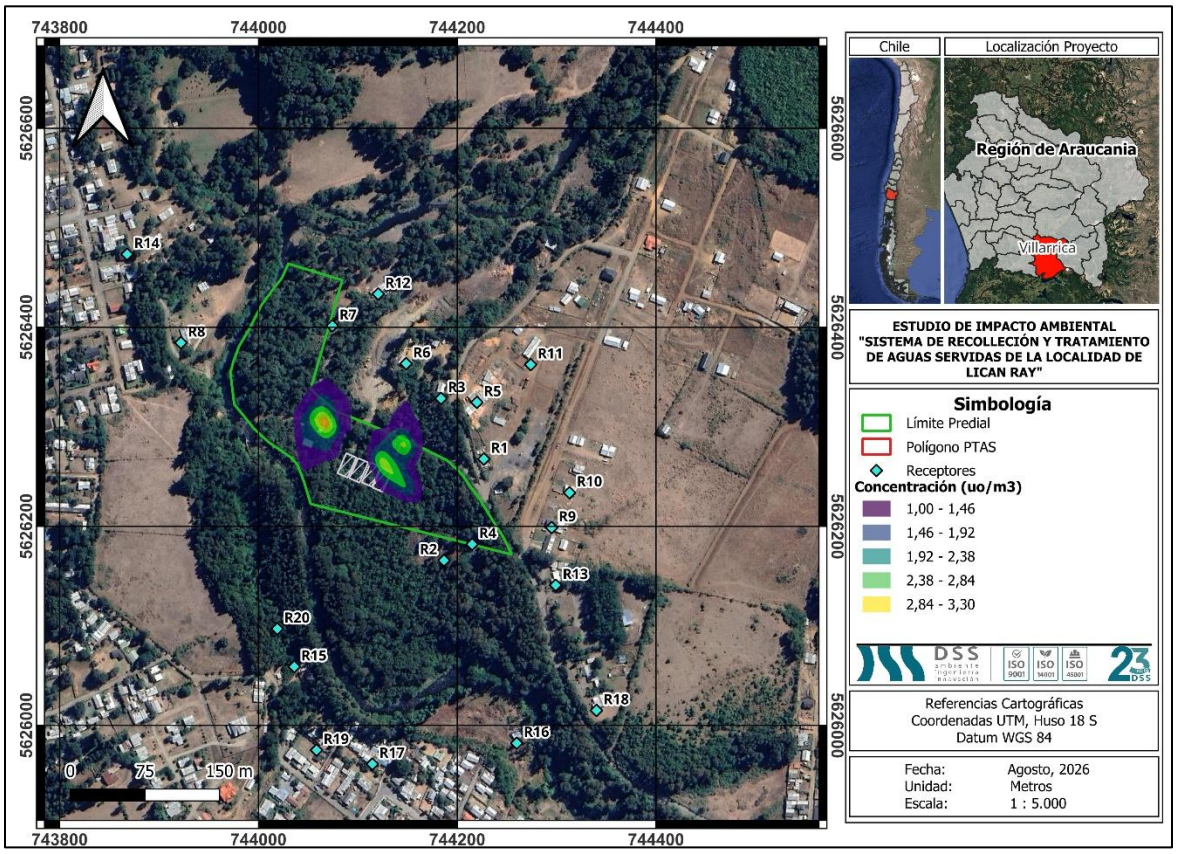

Figura 7 Pluma de dispersión de odorantes e isodoras

A continuación, se presentan los resultados de la concentración de los odorantes en los puntos discretos de interés. Es necesario mencionar, que estos fueron evaluados a una **altura de 1,6 m respecto del nivel del suelo**, tal como se especifica en el apartado 4.5.2 de la "*Guía para el Uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA*" (2023) entregando una idea de la percepción del olor a la altura de una persona.

Los resultados obtenidos de la modelación de las emisiones de odorantes de la planta fueron comparados con el límite normativo de referencia correspondiente a la norma de Países Bajos. En la tabla siguiente se presentan los 20 receptores discretos evaluados, junto con el límite normativo aplicable y las concentraciones modeladas. Todos los receptores presentan concentraciones inferiores al criterio de referencia, siendo R6 y R3 los que registran los mayores valores, con 0,66 y 0,59 uoE/m³, respectivamente.

Tabla 10 Análisis del cumplimiento normativo en los receptores

Receptor	Percentil 98 de la concentración horaria modelada (uoE/m³)	Límite normativo (uoE/m³)	Cumplimiento
R1	0,23	1,0	Si
R2	0,28		Si
R3	0,59		Si
R4	0,29		Si
R5	0,45		Si
R6	0,66		Si
R7	0,34		Si
R8	0,22		Si
R9	0,16		Si
R10	0,18		Si
R11	0,27		Si
R12	0,32		Si
R13	0,15		Si
R14	0,19		Si
R15	0,07		Si
R16	0,09		Si
R17	0,07		Si
R18	0,09		Si
R19	0,06		Si
R20	0,07		Si

Con base en los resultados obtenidos en los receptores discretos, cuyas concentraciones P98 se mantienen por debajo del límite de inmisión de 1 uoE/m³ adoptado como referencia, no se identifican superaciones del criterio normativo utilizado para la evaluación del escenario actualizado.

Si bien el proyecto cumple con el límite normativos establecido en la norma de referencia y no existe impacto significativo, se realiza el análisis a las concentraciones de acuerdo con la percepción al olfato humano en los receptores identificados. Para esto, y de acuerdo con la guía, se utilizan dos criterios de concentración.

- Percentil 98: Indica la concentración a la que el 98% de las horas del año las concentraciones serían iguales o inferiores a las que se indican, por el contrario, sólo el 2% de las horas del año podrían tener concentraciones superiores, lo que equivale a 7,3 días en el año, equivalente aproximadamente a 175 horas/año.
- Percentil 99,5: Indica las concentraciones en el que el 99,5% del tiempo las concentraciones son iguales a inferiores a la magnitud indicada, esperando que el 0,5% de las horas del año pudieran tener concentraciones de mayores magnitudes, es decir, 1,8 día, equivalente aproximadamente a

44 horas/año.

La concentración modelada para estos valores será interpretada de acuerdo con la Guía de Evaluación de Olores para Planificación (IAQM, 2014), la que se basa en la experiencia en el manejo de olores en Europa, quienes han establecido criterios de sensibilidad para los receptores de acuerdo con los niveles de exposición.

Tabla 11 Descriptores de efectos de olor propuestos para impactos predichos por modelación

Nivel de exposición al olor	Sensibilidad del receptor		
	Baja	Media	Alta
≥10	Moderada	Sustancial	Sustancial
5 <10	Moderada	Moderada	Sustancial
3 <5	Leve	Moderada	Moderada
1,5 <3	Insignificante	Leve	Moderada
0,5<1,5	Insignificante	Insignificante	Leve
<0,5	Insignificante	Insignificante	Insignificante

En la tabla siguiente se presentan los resultados de la modelación proyectada para los receptores, interpretando la percepción del olor de acuerdo con los parámetros identificados en la tabla anterior, utilizando una sensibilidad alta.

Tabla 12 Percepción del olor en los receptores cercanos al Proyecto

Receptor	Concentración P98 (uoE/m^3)	Concentración P99,5 (uoE/m^3)	Percepción P98	Percepción P99,5
R1	0,23	0,90	Insignificante	Leve
R2	0,28	0,66	Insignificante	Leve
R3	0,59	2,36	Leve	Moderada
R4	0,29	0,61	Insignificante	Leve
R5	0,45	1,31	Insignificante	Leve
R6	0,66	2,33	Leve	Moderada
R7	0,34	1,39	Insignificante	Leve
R8	0,22	0,45	Insignificante	Insignificante
R9	0,16	0,32	Insignificante	Insignificante
R10	0,18	0,44	Insignificante	Insignificante
R11	0,27	0,74	Insignificante	Leve
R12	0,32	1,38	Insignificante	Leve
R13	0,15	0,34	Insignificante	Insignificante
R14	0,19	0,37	Insignificante	Insignificante
R15	0,07	0,21	Insignificante	Insignificante
R16	0,09	0,14	Insignificante	Insignificante
R17	0,07	0,17	Insignificante	Insignificante

Receptor	Concentración P98 (uoE/m³)	Concentración P99,5 (uoE/m³)	Percepción P98	Percepción P99,5
R18	0,09	0,17	Insignificante	Insignificante
R19	0,06	0,15	Insignificante	Insignificante
R20	0,07	0,26	Insignificante	Insignificante

La tabla anterior presenta las concentraciones de olor modeladas en los receptores discretos, expresadas como P98 y P99,5, junto con su clasificación de percepción para un escenario de sensibilidad alta. Para el percentil 98, las concentraciones fluctúan entre 0,06 y 0,66 uoE/m³. Dieciocho receptores presentan una percepción insignificante y dos receptores, R3 y R6, una percepción leve. Los mayores valores se registran en R6 (0,66 uoE/m³) y R3 (0,59 uoE/m³).

Para el percentil 99,5, las concentraciones fluctúan entre 0,14 y 2,36 uoE/m³. Once receptores presentan una percepción insignificante, siete una percepción leve y dos una percepción moderada. Las mayores concentraciones se registran en R3 (2,36 uoE/m³) y R6 (2,33 uoE/m³).

La *"Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA"* (SEA, 2017), caracteriza el olor se acuerdo a cuatro dimensiones: concentración, intensidad, calidad y tono hedónico.

Como la planta es nueva y no se puede contar con medicines en las fuentes emisoras para ser caracterizadas, se usaron las mediciones realizadas a la PTAS Pucón, la cual cuenta con tecnología homologa a la del Proyecto.

En la tabla siguiente, se presenta las fuentes del Proyecto y la unidad de la PTAS Pucón a la cual se homologo. Se tomó en consideración la concentración, intensidad, calidad y tono hedónico de las unidades homologadas para las fuentes del proyecto.

Tabla 13 Fuentes emisoras del olor del Proyecto y su homólogo en la PTAS Pucón

Código modelo	Fuente Emisora	Unidad de la PTAS Pucón a la que se homologo la fuente
SRC_1	Canaleta Parshall	Galpón de pretratamiento
SRC_2	Cámara de contacto	Cámara de contacto
SRC_3	Estanque acumulador de lodos	Espesador de lodos
SRC_4	Biofiltro (asociado a reactores SBR y galpón de deshidratado de lodos)	Reactor y espesador de lodos
SRC_5	Puerta galpón de deshidratado de lodos	Espesador de lodos

La guía *"Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA" (SEA, 2017), define la concentración como "número de unidades de olor europeas en un metro cúbico de gas en condiciones normales"*.

En la tabla siguiente presentan las concentraciones homologadas a las fuentes del Proyecto.

Tabla 14 Concentración

Código modelo	Fuente emisora	Concentración (ouE/m^3)
SRC_1	Canaleta Parshall	119,12
SRC_2	Cámara de contacto	10,00
SRC_3	Estanque acumulador de lodos	46,58
SRC_4	Biofiltro	79,65
SRC_5	Puerta galpón deshidratado de lodos	46,58

Fuente: Tabla 7 olfatometría dinámica PTAS Pucón

La guía "Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA" (SEA, 2017), define la intensidad como *"la fuerza con la que el olor se percibe, la cual aumenta en función de la concentración del olor". Dicha intensidad no está relacionada directamente con la molestia, sino que es un parámetro independiente de esta, es decir, se pueden tener intensidades altas de olor que no producen molestia. La intensidad de un olor se determina mediante olfatómetros por panelistas calibrados."*

En la tabla siguiente, se presentan las fuentes emisoras, homologadas a las fuentes del Proyecto, con sus respectivas intensidad y descripción.

Tabla 15 Intensidad

Código modelo	Fuente emisora	Intensidad	Descripción
SRC_1	Canaleta Parshall	4	Fuerte
SRC_2	Cámara de contacto	1	Muy Débil
SRC_3	Estanque acumulador de lodos	1	Muy Débil
SRC_4	Biofiltro	2	Débil
SRC_5	Puerta galpón deshidratado de lodos	1	Muy Débil

Fuente: Tabla 7 olfatometría dinámica PTAS Pucón

Cabe destacar que la intensidad es medida sobre la fuente de emisión y que no tiene relación con la percepción de la comunidad.

La *"Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA"* (SEA, 2017), define el tono hedónico como *"la propiedad de un olor relativa a su agrado y desagrado, es decir, es un juicio de categoría del placer o no placer relativo del olor y se refiere a las asociaciones mentales hechas por el sujeto al percibirlo, en forma cualitativa (negativo o positivo) en una escala que va desde 4 (muy agradable) a -4 (muy desagradable) siendo el cero un olor neutral."*

En la tabla siguiente, se presentan el tono hedónico de las fuentes homologadas del Proyecto.

Tabla 16 Tono hedónico

Código modelo	Fuente emisora	Todo Hedónico	Descripción
SRC_1	Canaleta Parshall	-3	Moderadamente desagradable
SRC_2	Cámara de contacto	-1	Ligeramente desagradable
SRC_3	Estanque acumulador de lodos	-1	Ligeramente desagradable
SRC_4	Biofiltro	-2	Desagradable
SRC_5	Puerta galpón deshidratado de lodos	-1	Ligeramente desagradable

Fuente: Tabla 7 olfatometría dinámica PTAS Pucón

La *"Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA"* (SEA, 2017), define la calidad como *"la forma en que huele, lo que permite clasificar e identificar los olores en diversos grupos en función de descriptores como floral, frutal, vegetal, medicinal, etc. La calidad del olor normalmente es reportada usando listas de descriptores* estandarizados que se ilustran en las denominadas "ruedas de descriptores de olor"*.* La rueda de descriptores de olor asociada al proceso de aguas servidas se puede ver en la figura siguiente.

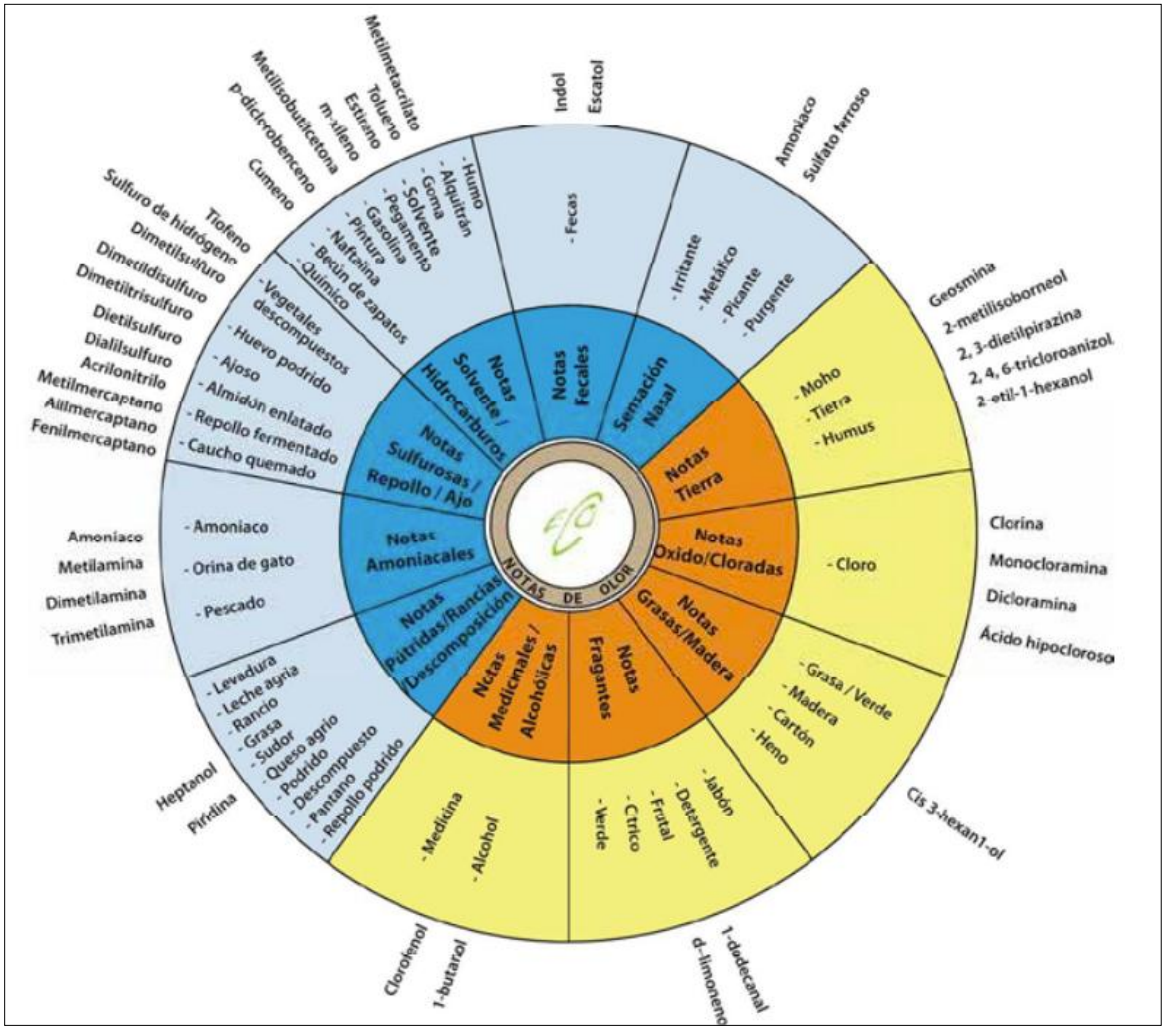

Figura 8 Rueda de descriptores de olor relacionada con aguas servidas

En la tabla siguiente se presentan las descripciones de olor para las fuentes homologadas del Proyecto.

Tabla 17 Descriptores de olor

Código modelo	Fuente emisora	Notas o descripción de olor
SRC_1	Canaleta Parshall	Séptico, levemente sulfuroso, Ajoso
SRC_2	Cámara de contacto	Clorado
SRC_3	Estanque acumulador de lodos	Agua estancada, séptico, levemente Ajoso
SRC_4	Biofiltro	Agua estancada, séptico, levemente Ajoso
SRC_5	Puerta galpón deshidratado de lodos	Agua estancada, séptico, levemente Ajoso

Fuente: Tabla 7 olfatometría dinámica PTAS Pucón

Como se pudo apreciar, la estimación y evaluación de las emisiones odorantes asociadas a la fase de operación del Proyecto, mediante la aplicación del modelo meteorológico WRF y el modelo de dispersión CALPUFF, considerando las características operacionales de las fuentes proyectadas y la localización de los

receptores cercanos, se efectuó utilizando emisiones de referencia obtenidas mediante olfatometría dinámica en la PTAS Pucón, homologadas a las fuentes del Proyecto según su etapa de tratamiento, características operacionales y naturaleza de la corriente manejada. Asimismo, la evaluación incorporó las medidas de abatimiento contempladas por el Proyecto, considerando una eficiencia de 90% para la totalidad de los reactores SBR encapsulados cuyas emisiones serán conducidas al sistema de biofiltración. Bajo estas condiciones, la Tasa de Emisión Odorante (TEO) total proyectada alcanza 541,1 uoE/s. Las emisiones se concentran principalmente en dos sectores: el primero, asociado al biofiltro y al galpón de lodos; y el segundo, correspondiente al sector de ingreso de las aguas servidas, asociado a la canaleta Parshall. En conjunto, estas fuentes representan el 66,94 % de la emisión odorante total proyectada.

En los 20 receptores discretos evaluados, las concentraciones correspondientes al percentil 98 fluctúan entre 0,06 y 0,66 uoE/m³. Los mayores valores se presentan en R6 y R3, con 0,66 y 0,59 uoE/m³, respectivamente. En consecuencia, ninguno de los receptores supera el límite de inmisión de 1 uoE/m³ adoptado como referencia a partir de la normativa de los Países Bajos. Por lo tanto, bajo las condiciones operacionales y medidas de control consideradas en la modelación, no se identifican superaciones del criterio normativo utilizado para evaluar la fase de operación del Proyecto. Asimismo, si se promulga en Chile una normativa específica aplicable a olores y a este tipo de instalación, el Titular se acogerá a las disposiciones y límites que dicha regulación establezca.

Emisión de Efluentes

La principal emisión que tendrá el proyecto corresponde a la descarga del efluente tratado al estero Melilahuén.

Dicho efluente estará en cumplimiento de acuerdo con la normativa vigente para este tipo de descargas lo cual corresponde a lo establecido en la Tabla 3 del Decreto Supremo N°90 del año 2000 emitido por el Ministerio Secretaría general de la Presidencia y que "Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de residuos Líquidos a aguas Marinas y Continentales Superficiales" en donde específicamente la tabla 3 se refiere a los "Límites Máximos Permitidos para descargas de Residuos Líquidos a cuerpos de agua Lacustres".

En tal sentido, dicha normativa establece que para el parámetro Coliformes fecales o termo tolerantes, se define como límite de 1000 NMP/100ml o de 70 NMP/100ml para aquellas zonas y áreas de acuicultura y explotación de recursos bentónicos. Al respecto, no se detecta en el área zonas de acuicultura, por cuanto los coliformes fecales que cumplirá la descarga será igual a 1000 NMP/100ml.

Ahora, sólo para efectos de comparación, al realizar la verificación de dicho parámetro con los valores de algunas normativas de calidad tales como la NCh1333 Of78 modificada el año 1987 se establece que para riego y para recreación con contacto directo el límite exigido coincide con la exigencia para la Tabla 3 del D.S. N°90/2000, esto es 1000 NMP/100 ml.

Por su parte el D.S. N°143 del 30 de Diciembre del 2008 emitido por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia "**Establece Normas de Calidad primaria para las aguas Continentales Superficiales Aptas para actividades de recreación con contacto Directo"** también posee el límite de 1.000 NMP/100 ml para coliformes fecales, por cuanto entonces el proyecto dará total cumplimiento a la norma primaría de Calidad de Agua para este parámetro en el estero Melilahuén.

Informe de calidad de agua actualizado 2026.

Adicionalmente, durante el año 2026 se realizaron nuevas campañas de medición de parámetros en el estero Melilahuen, con los resultados se desarrolló un nuevo informe de calidad del agua cuyos resultados arrojaron que la incorporación del efluente produce incrementos localizados en las concentraciones de DBO_5, nitrógeno total, fósforo total y sólidos suspendidos totales inmediatamente aguas abajo del punto de descarga. Sin embargo, en todos los escenarios evaluados las concentraciones permanecen dentro del rango de variabilidad natural definido para el estero Melilahuen y no superan los valores máximos registrados durante la caracterización ambiental, por lo que no se identifican alteraciones significativas en la calidad del cuerpo receptor atribuibles a la operación de la PTAS.

El análisis de la mezcla y dispersión permitió determinar que las concentraciones alcanzan una condición estable en un tramo acotado aguas abajo del punto de descarga. La mayor distancia de estabilización corresponde al parámetro Sólidos Suspendidos Totales (SST), con una longitud de aproximadamente 860 m bajo el escenario estival con descarga máxima, criterio que fue adoptado para la delimitación conservadora del área de influencia del componente calidad de aguas superficiales.

Asimismo, la estabilización de las concentraciones ocurre aproximadamente 900 m antes de la desembocadura del estero Melilahuen en el lago Calafquén, evidenciando que el proceso de mezcla y dispersión del efluente se desarrolla completamente dentro del cauce fluvial y previo al ingreso al ambiente lacustre.

En consecuencia, los resultados obtenidos permiten concluir que la descarga del efluente tratado, cumpliendo los límites establecidos en el Decreto Supremo N°90/2000 para cuerpos de agua lacustres, no genera modificaciones significativas en la calidad de las aguas superficiales del estero Melilahuen.

Asimismo, la delimitación del área de influencia propuesta representa de manera conservadora la máxima extensión espacial de los cambios atribuibles al proyecto, en concordancia con los criterios establecidos en la Guía Áreas de Influencia del Servicio de Evaluación Ambiental

Con todo lo anterior se descarta riesgo para la salud de la población relacionada con la superación de los valores de las concentraciones y períodos establecidos en las normas primarias de calidad ambiental vigente por efecto de las emisiones de este proyecto.

a) La superación de los valores de ruido establecidos en la normativa ambiental vigente. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en los Estados que se señalan en el artículo 11 del presente Reglamento

De acuerdo con lo indicado en el capítulo 4.3 el estudio de ruido, indica que de acuerdo con la evaluación en los puntos receptores y una vez establecidas las medidas de control para emisiones, consistente en barreras móviles de 2,4 m de altura de 15 mm de espesor se tiene lo siguiente:

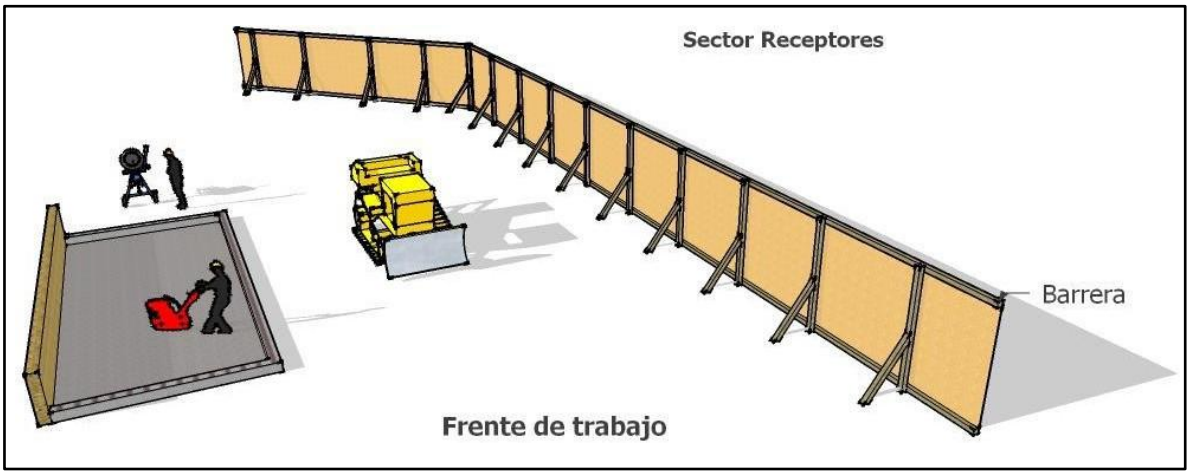

Figura 9 Cierre de frente de trabajo móvil

Se recomienda además que la longitud de estos cierres particulares abarque toda la extensión del frente con una dimensión no menor de 40 m. Los niveles obtenidos y la evaluación sobre los receptores al aplicar las medidas de control se indican en las siguientes tablas.

Tabla 18 Niveles de ruido con medidas en Movimiento de tierra en PTAS.

Receptor	Distancia-frente l receptor (metros).	Niveles proyectados Sin medidas dB(A)	Límite máximo permisible	Niveles proyectados Con medidas dB(A)	Cumplimiento D.S 38/11
		Frente		Frente	Frente
1	241	46	50	46	Si
2	78	57	54	45	Si
3	336	42	52	42	Si
4	218	47	52	41	Si
5	252	46	55	46	Si

Tabla 19 Niveles de ruido con medidas en la obra gruesa de la PTAS.

Receptor	Distancia-frente l receptor (metros).	Niveles proyectados Sin medidas dB(A)	Límite máximo permisible	Niveles proyectados Con medidas dB(A)	Cumplimiento D.S 38/11
		Frente		Frente	Frente
1	241	52	50	50	Si
2	78	63	54	51	Si
3	336	48	52	48	Si
4	218	53	52	47	Si
5	252	52	55	52	Si

A su vez un foco de emisión de ruido distinto que debe ser evaluado por sí mismo corresponde a la Construcción de las PEAS 1 y 2, por cuanto se muestran las tablas con dichas evaluaciones.

Tabla 20 Niveles de Ruido con Medidas en Movimiento de Tierras en PEAS 1.

Receptor	Distancia-obras colector receptor (metros).	Distancia-obras PEAS receptor (metros).	Niveles proyectados Sin medidas dB(A)		Nivel Total dB(A)	Límite máximo permisible	Niveles proyectados Con medidas dB(A)		Nivel Total dB(A)	Cumplimiento D.S 38/11
			Colector	PEAS			Colector	PEAS		
6	23	44	73	51	73	65	57	51	58	Si

Tabla 21 Niveles de Ruido con Medidas en Obra Gruesa en PEAS 1.

Receptor	Distancia-obras colector receptor (metros).	Distancia-obras PEAS receptor (metros).	Niveles proyectados Sin medidas dB(A)		Nivel Total dB(A)	Límite máximo permisible	Niveles proyectados Con medidas dB(A)		Nivel Total dB(A)	Cumplimiento D.S 38/11
			Colector	PEAS			Colector	PEAS		
7	16	33	76	54	76	65	59	54	60	Si

Tabla 22 Niveles de Ruido con Medidas en Movimiento de Tierras en PEAS 2.

Receptor	Distancia-obras impulsión receptor (metros).	Distancia-obras PEAS receptor (metros).	Niveles proyectados Sin medidas dB(A)		Nivel Total dB(A)	Límite máximo permisible	Niveles proyectados Con medidas dB(A)		Nivel Total dB(A)	Cumplimiento D.S 38/11
			Impulsión	PEAS			Impulsión	PEAS		
7	16	33	73	60	73	65	56	60	61	Si

Tabla 23 Niveles de Ruido con Medidas en Obra Gruesa en PEAS 2.

Receptor	Distancia-obras impulsión receptor (metros).	Distancia-obras PEAS receptor (metros).	Niveles proyectados Sin medidas dB(A)		Nivel Total dB(A)	Límite máximo permisible	Niveles proyectados Con medidas dB(A)		Nivel Total dB(A)	Cumplimiento D.S 38/11
			Impulsión	PEAS			Impulsión	PEAS		
7	16	33	73	60	73	65	56	60	61	Si

La evaluación realizada de los niveles de ruido con las medidas de control adoptadas, de acuerdo a lo señalado en el Capítulo 4.3 de la línea de base, indicaría que se da cumplimiento normativo considerando el D.S. Nº38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente.

Actualización de informe de ruido año 2026

Se realizó una nueva modelación de ruido y vibraciones asociada principalmente al nuevo trazado y punto de descarga, dicho informe se presenta en el Anexo 3.4 de la Adenda Complementaria.

Fase de construcción.

En base al cronograma entregado por el titular, se tiene que la duración de la fase de construcción será de 18 meses, en ese sentido, las emisiones de ruido y vibración de un proyecto o actividad son susceptibles de generar impactos ambientales los que deben ser evaluados en el marco del SEIA. La "Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido y Vibración en el SEIA" (SEA, 2019) presenta criterios y recomendaciones en cuanto a la suficiencia y calidad de la información que al respeto debe ser presentada en una Declaración o Estudio de Impacto Ambiental. Así entonces, las mediciones de ruido de fondo fueron efectuadas de acuerdo con lo dispuesto en el D.S. Nº38/2011 del MMA.

El lunes 8 de junio 2026, se efectuó la campaña de medición de ruido de fondo en los puntos seleccionados. Estas mediciones se realizaron en horario diurno según D.S. N.º 38/2011 del MMA y con condiciones meteorológicas favorables, las mediciones se realizaron entre las 16:00 y las 17:48, fuera de horario punta de la vía principal, además, se descartaron mediciones con eventos ruidosos como ladridos de perros a cortas distancias, tránsito de vehículos pesados y muy cercanos (esporádicos), entre otros eventos puntuales que pudiesen afectar los registros, todo esto a fin de obtener el menor ruido de fondo del sector,

lo cual es la condición más desfavorable para los receptores y para el cálculo del área de influencia según se indica en la *Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA* (SEA, 2019).

A continuación, se presenta una tabla con la ubicación georreferenciada de los receptores analizados.

Tabla 24 Receptores humanos sensibles representativos al proyecto.

ID	Descripción	Altura [m]	Uso efectivo	Ubicación		Distancia al proyecto [m]	Elevación (m.s.n.m)
				[m E]	[m N]		
R1	Vivienda de 2 pisos	1,5 - 4	Residencial	743914	5626347	117	246
R2	Vivienda de 2 pisos	1,5 - 4	Residencial	744184	5626335	62	240
R3	Comunidad Remigio Cabrapan	1,5	Residencial	744206	5626316	63	241
R4	Vivienda de 1 piso	1,5	Residencial	744213	5626169	39	238
R5	Vivienda de 1 piso	1,5	Residencial	744277	5626173	16	242
R6	Vivienda de 2 pisos	1,5 - 4	Residencial	744259	5625996	40	229
R7	Sector Wetripantu	1,5	Equipamiento	744021	5626054	191	238
R8	Vivienda de 1 piso	1,5	Residencial	743829	5626237	199	249

Todos los receptores se encuentran emplazados fuera del límite urbano de la comuna de Villarrica con excepción de R6, el cual se localiza dentro del área urbana según lo establecido en el Plan Regulador Comunal de Villarrica, vigente desde el 20 de junio de 1992, y una modificación del 30 de mayo 2002. De esta forma, las zonas homologadas al D.S. Nº38/2011 MMA para cada receptor humano se indican a continuación.

Tabla 25 Homologación de zonas D.S. Nº38/2011 MMA.

ID receptor	Zona IPT vigente	Usos de suelo permitidos (formato R.E. Nº491/2016 SMA)	Zona D.S. Nº38/2011 MMA
R1, R2, R3, R4, R5, R7 y R8	Fuera de IPT	Zona rural	Zona Rural
R6	Z-5	R + Eq + Ap (inof)	Zona II

En la siguiente tabla se presentan los niveles máximos permisibles de ruido en el AIR del proyecto para cada receptor sensible en período diurno y su zona homologada a las zonas del D.S. Nº38/2011 MMA.

Tabla 26 Límites máximos permisibles aplicables a los receptores humanos según D.S. Nº38/2011 MMA.

ID receptor	Zona D.S. Nº38/2011 MMA	Límite máximo permisible diurno [dB(A)]	Límite máximo permisible nocturno [dB(A)]
R1	Zona Rural	51	47
R2	Zona Rural	54	49
R3	Zona Rural	53	49
R4	Zona Rural	51	48
R5	Zona Rural	53	50
R6	Zona II	60	45
R7	Zona Rural	55	53
R8	Zona Rural	52	46

Teniendo en cuenta los datos antes expuestos, la predicción de cada escenario se realiza teniendo en cuenta los receptores más representativos y expuestos a la contaminación acústica, considerando que las fuentes de ruido estén lo más cercano a estos y concordante al lugar de trabajo. En base a lo anterior, a continuación, se presentan los resultados de las modelaciones realizadas para cada escenario. La siguiente tabla describe la maquinaria considerada para las fuentes por evaluar para la fase de construcción.

Tabla 27 Detalle de las fuentes de ruido, escenario 1.

Fase	ID	Nombre	Lw fuente [dB(A)]
Construcción	F1	Camión tolva	101,9
	F2	Compactador	100,6
	F3	Retroexcavadora	98,8
	F4	Camioneta	96,3
	F5	Furgón	94,3
	F6	Camión mixer	103,1
	F7	Camión rampla	102,9
	F8	Camión grúa	97,8

Fuente: Informe de ruido, 2026, Anexo 3.4 de la Adenda complementaria.

La ubicación de cada fuente en el modelo de predicción se muestra a continuación:

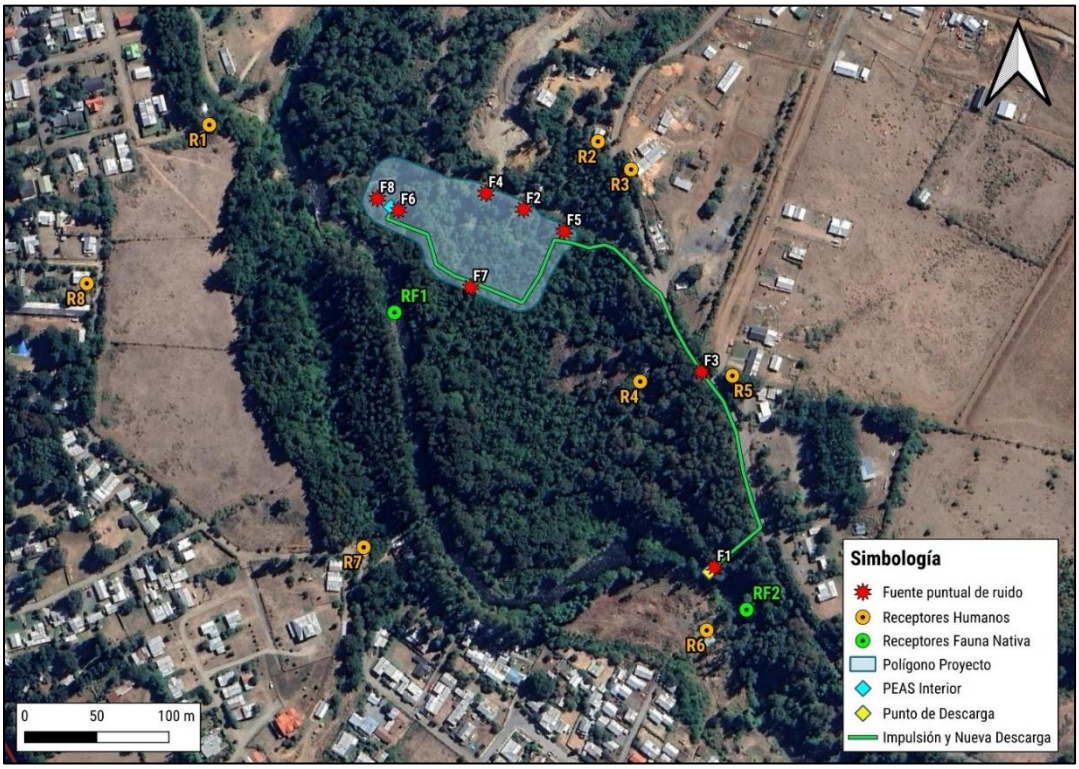

Figura 10 Distribución de fuentes para modelación de ruido, escenario 1.

A continuación, se presentan los resultados de las modelaciones para los receptores sensibles del proyecto. según D.S. Nº38/2011 MMA.

Tabla 28 Niveles proyectados en receptores humanos, escenario 1, período diurno.

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado [dB(A)]	Límite Permitido D.S. Nº38/2011 MMA [dB(A)]	Evaluación Normativa - ¿Cumple límite máximo permitido?
R1	1,5	47,6	51	SI
	4	48,3	51	SI
R2	1,5	52,9	54	SI
	4	53,4	54	SI
R3	1,5	51,3	53	SI
R4	1,5	53,6	51	NO
R5	1,5	54,4	53	NO
R6	1,5	52,2	60	SI
	4	52,7	60	SI
R7	1,5	44,8	55	SI
R8	1,5	37,8	52	SI

De la tabla anterior, se observa que no se cumple con el límite máximo permitido según D.S. Nº38/2011

MMA en los receptores R4 y R5. Además, se observa que en los receptores R2 y R3 se obtienen valores proyectados que cumplen con la norma de emisión, sin contemplar el margen de seguridad de 3 dB(A) según la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019), por lo cual no es posible asegurar el cumplimiento normativo. Dicho lo anterior, se requieren medidas de control de ruido para revertir esta situación.

Para este caso, se confeccionarán barreras acústicas de madera OSB de 15 mm de espesor, cerradas herméticamente entre sí con espuma expansiva y mediante vigas de madera o metálicas para evitar la deformación por eventualidades climáticas. Dichos paneles de OSB deben estar, además, protegidos de factores climáticos (principalmente humedad y lluvia), a través de la aplicación de pintura hidrorrepelente, tales como las pinturas tipo siloxane, látex, acrílico o similares. Otro aspecto importante, es que se nivelará el terreno donde se instalarán las barreras acústicas. Una vez instaladas, se debe cubrir la parte baja con el material extraído de la nivelación, todo esto, para asegurar la hermeticidad con respecto al suelo. Es importante destacar que este tipo de barreras acústicas son ligeras, poseen un reemplazo simplificado, ya que es posible sustituir de manera individual las planchas que presentan algún tipo de daño.

La ubicación de las barreras perimetrales se detalla a continuación.

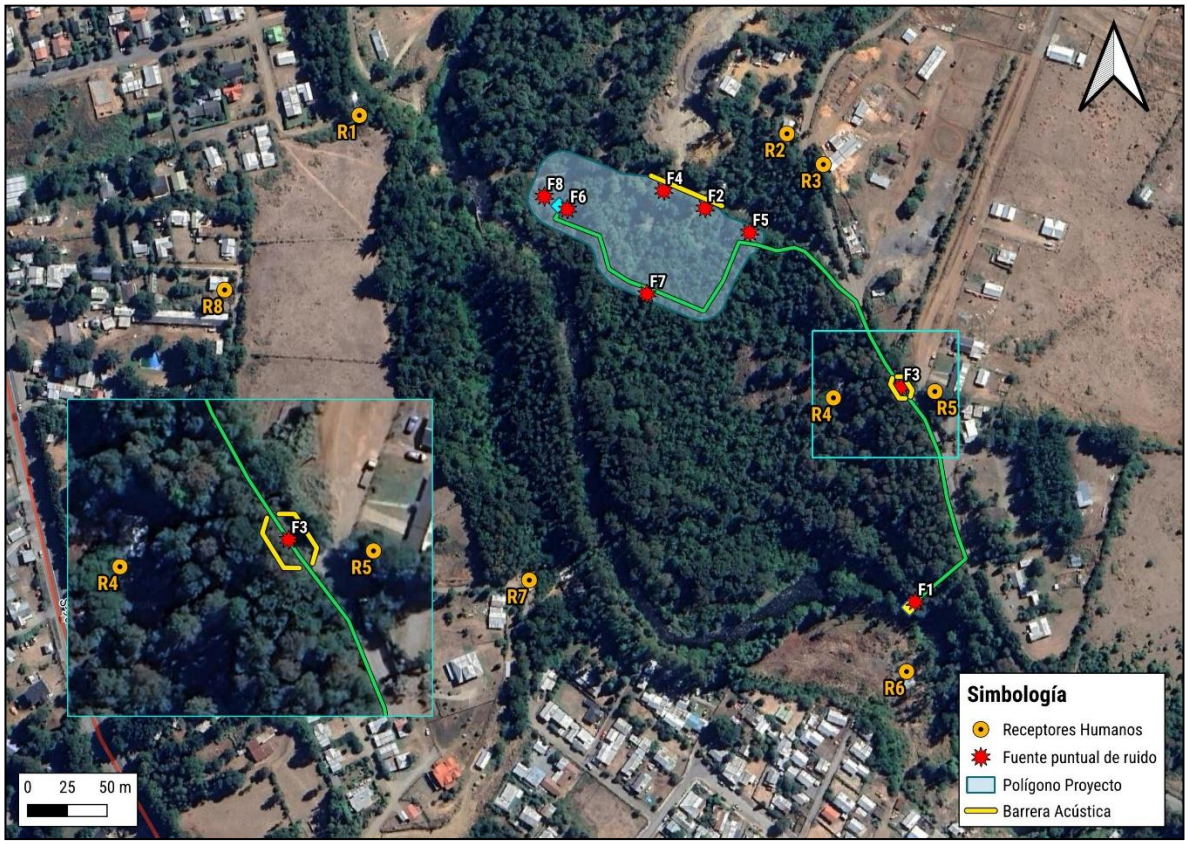

Figura 11 Barrera acústica – Fase de construcción

A continuación, se presentan los resultados de las modelaciones para los receptores humanos del proyecto con las medidas de control propuestas:

Tabla 29 Niveles proyectados en receptores humanos, escenario 1 con medidas de control.

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado [dB(A)]	Periodo	Límite Permitido D.S. Nº38/2011 MMA [dB(A)]	Evaluación Normativa - ¿Cumple límite máximo permitido?
R1	1,5	47,6	Diurno	51	SI
	4	48,2	Diurno	51	SI
R2	1,5	50,2	Diurno	54	SI
	4	51,0	Diurno	54	SI
R3	1,5	49,7	Diurno	53	SI
R4	1,5	48,1	Diurno	51	SI
R5	1,5	49,9	Diurno	53	SI
R6	1,5	52,2	Diurno	60	SI
	4	52,7	Diurno	60	SI
R7	1,5	44,9	Diurno	55	SI
R8	1,5	38,2	Diurno	52	SI

Estos resultados muestran que se cumple con el límite máximo permitido según D.S. Nº38/2011 del MMA, en todos los receptores estudiados, al incorporar las medidas de control propuestas. Además, en todos los casos las proyecciones contemplan el margen de seguridad de 3 dB(A) según la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019), por lo cual sí es posible asegurar el cumplimiento normativo.

- **Fase de operación**

Durante la fase de operación las fuentes de ruido identificadas corresponden al grupo electrógeno y sopladores. Sin embargo, ambas fuentes de ruidos se encuentran confinados al interior de un recinto, por lo que la principal vía de transmisión del ruido corresponde a la cubierta de dicha edificación.

En la siguiente figura se presenta las fuentes de ruido durante la fase de operación

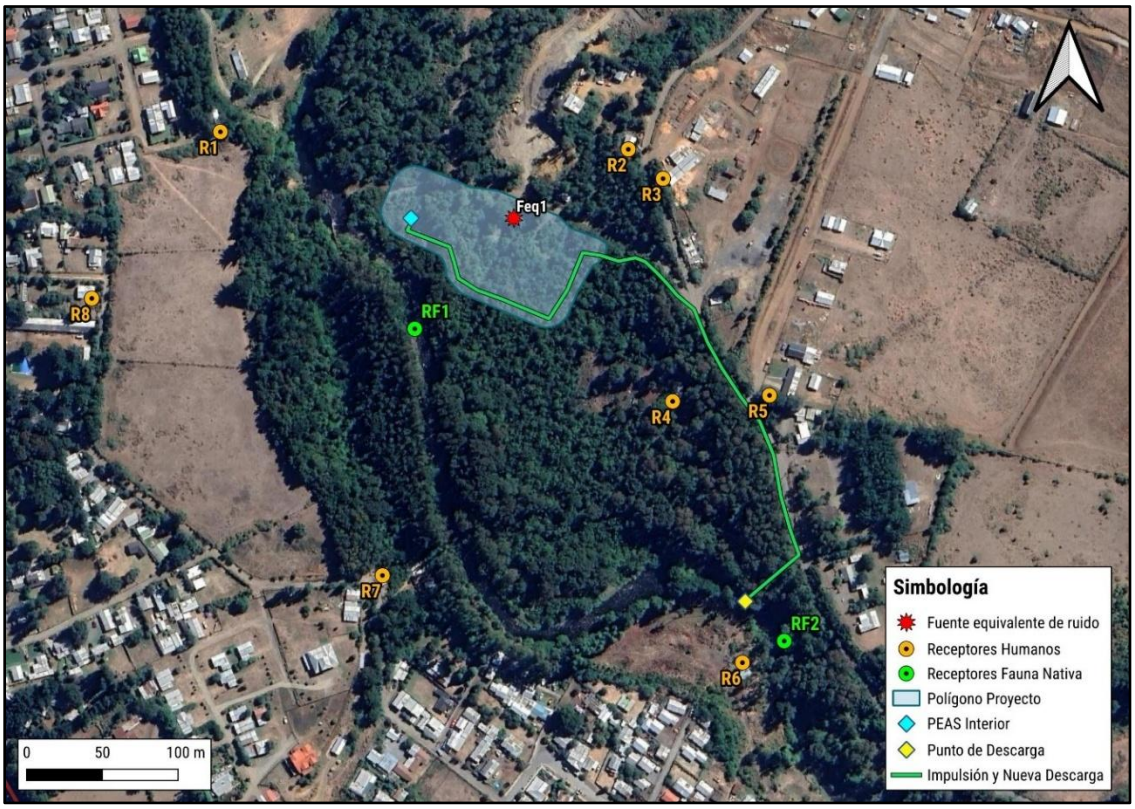

Figura 12 Distribución de fuentes para modelación de ruido, escenario 2

Fuente: Elaboración Informe de Ruido, 2026

A continuación, se detallan las fuentes de ruido modeladas para el escenario 2, correspondiente a la fase de operación

Tabla 30 Detalle de las fuentes de ruido, escenario 2.

Fase	ID	Nombre	Lw fuente [dB(A)]	Lw total [dB(A)]
Operación	Feq1	Generador 450 KVA	96,0	97,2

Fase	ID	Nombre	Lw fuente [dB(A)]	Lw total [dB(A)]
		Sopladores	91,0	

Fuente: Elaboración Informe de Ruido, 2026

En las siguientes tablas, se presentan los niveles proyectados en cada receptor humano y su evaluación según D.S. Nº38/2011 MMA.

Tabla 31 Niveles proyectados en receptores humanos en periodo diurno, escenario 2, período diurno.

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado en dB(A)	Límite Permitido D.S. 38/2011 en dB(A)	Evaluación Normativa - ¿Cumple límite máximo permitido?
R1	1,5	33,9	51	SI
	4	35,0	51	SI
R2	1,5	42,2	54	SI
	4	43,0	54	SI
R3	1,5	40,5	53	SI
R4	1,5	34,3	51	SI
R5	1,5	30,9	53	SI
R6	1,5	27,5	60	SI
	4	26,3	60	SI
R7	1,5	30,7	55	SI
R8	1,5	26,9	52	SI

Tabla 32 Niveles proyectados en receptores humanos en periodo nocturno, escenario 2, período nocturno.

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado en dB(A)	Límite Permitido D.S. 38/2011 en dB(A)	Evaluación Normativa - ¿Cumple límite máximo permitido?
R1	1,5	33,9	47	SI
	4	35	47	SI
R2	1,5	42,2	49	SI
	4	43	49	SI
R3	1,5	40,5	49	SI
R4	1,5	34,3	48	SI
R5	1,5	30,9	50	SI
R6	1,5	27,5	45	SI
	4	26,3	45	SI
R7	1,5	30,7	53	SI
R8	1,5	26,9	46	SI

De las tablas anteriores, se observa que en ninguno de los receptores humanos evaluados en condición más desfavorable se genera superación de los límites máximos permisibles según D.S. Nº38/2011 MMA. De esta forma, el escenario evaluado cumple con la norma de emisión. Además, en todos los casos las proyecciones contemplan el margen de seguridad de 3 dB(A) según la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019), por lo cual sí es posible asegurar el cumplimiento normativo.

Evaluación del efecto sinérgico: Identificación de proyectos cercanos con RCA vigente

Como primer criterio para la identificación de un potencial efecto sinérgico asociado a ruido, se deberá tener en cuenta el cruce de las áreas de influencia de los proyectos que presenten potenciales impactos sinérgicos asociados a ruido, asociadas a la evaluación de impactos por ruido, referido al efecto descrito en el literal a), del artículo 11, de la Ley N°19.300, riesgo para la salud de la población, lo cual requerirá considerar, en la modelación, los datos establecidos en las Resoluciones de Calificación Ambiental de estos proyectos.

A continuación, se muestran el proyecto con RCA vigente más cercano al proyecto en evaluación, según información del Mapa de Proyectos sometidos al SEIA[2]:

Tabla 33 Proyectos con RCA vigente cercanos al proyecto en evaluación.

Nombre proyecto	Año obtención RCA	Ubicación respecto del proyecto en evaluación	Coordenadas WGS84 UTM 18S	
			m E	m N
Modificación Proyecto Restaurant a Discoteca[3]	2001	Noroeste	743552	5626720

De acuerdo con los antecedentes presentados, el proyecto se encuentra actualmente en operación. Por lo tanto, es candidato para la evaluación de efecto sinérgico asociado a ruido.

Cruce de áreas de influencia

A través de los resultados consignados en el estudio de ruido correspondiente al proyecto, se realiza la estimación del área de influencia de ruido respectiva. Lo anterior, dado que en el expediente no define un AIR. A continuación, se presentan los cruces de área de influencia del proyecto en evaluación y el proyecto con RCA vigente:

[2] Disponible en https://sig.sea.gob.cl/mapadeproyectos/.
[3] Expediente de evaluación disponible en https://n9.cl/hc9j7a.

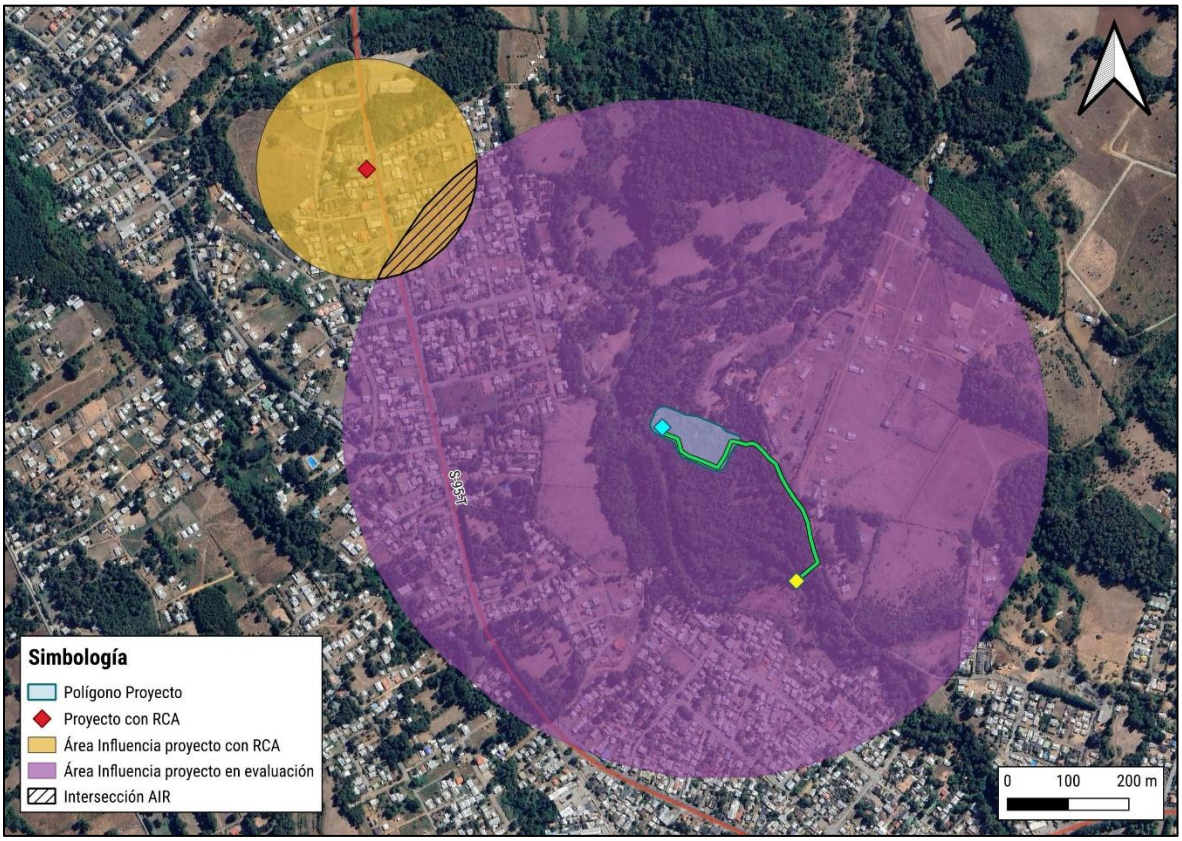

Figura 13 Cruce de AI del proyecto en evaluación y el proyecto con RCA vigente

Como se observa de la figura anterior, se tiene la presencia de un cruce de áreas de influencia entre el proyecto en evaluación y el proyecto con RCA vigente "Modificación Proyecto Restaurant a Discoteca". De esta manera, se definen 2 receptores dentro de esta área, los cuales serán los más cercanos y representativos al proyecto:

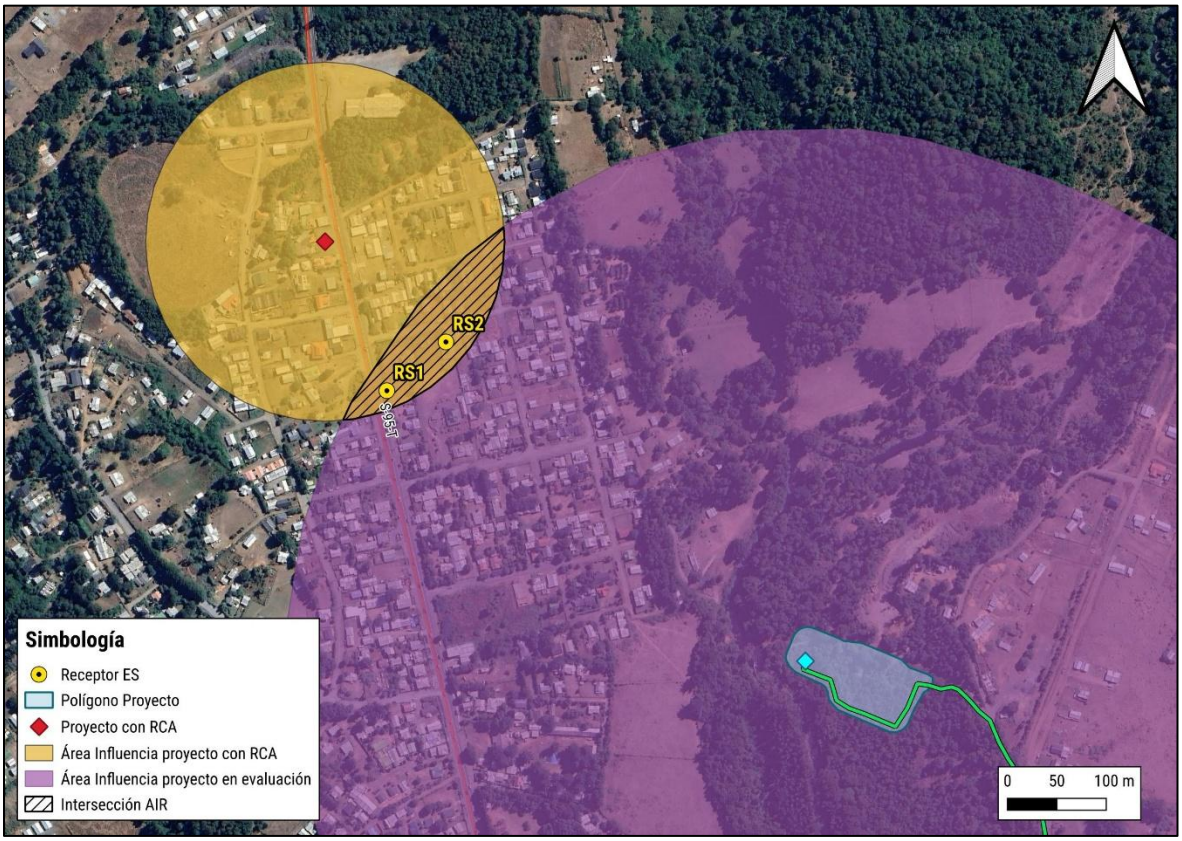

Figura 14 Receptores considerados en la evaluación por efecto sinérgico.

Tabla 34 Receptores humanos sensibles al efecto sinérgico.

ID Receptor	Descripción	Altura de Receptores [m]	Uso efectivo	Coordenadas UTM Huso 18 S		Distancia aprox. al proyecto en evaluación [m]	m.s.n.m.
				m E	m N		
RS1	Vivienda de 1 piso	1,5	Residencial	743611	5626573	483	257
RS2	Vivienda de 1 piso	1,5	Residencial	743659	5626610	464	256

Diferencia de Niveles de Ruido

Como segundo criterio, se establece que, si el proyecto en evaluación se encuentra 10 dB(A) o más por debajo de la emisión de la suma de los demás proyectos, se podrá establecer que no existe contribución del proyecto a los niveles de ruido en operación sinérgica, descartándose la generación del efecto sinérgico asociado a impactos por ruido sobre la salud de la población. En este aspecto, la guía establece que, el ruido, presenta un carácter aditivo del tipo logarítmico, lo cual quiere decir que 50 dB(A) + 50 dB(A) son 53 dB(A), correspondiendo así un incremento de 3 dB(A) al doble de la energía sonora contenida en una

fuente de ruido. De la misma forma, si una fuente se encuentra 10 dB(A) o más por debajo de otra, en operación conjunta, el nivel de ruido que prevalece es el de la fuente de mayor emisión. Desde este punto se genera un enmascaramiento de la señal sonora, por lo que la fuente de menor emisión no presentaría contribución al nivel global de ruido.

La siguiente tabla presenta una referencia de sumatoria de niveles de ruido, de acuerdo con la diferencia de niveles de dos fuentes:

Tabla 35 Referencia sumatoria de niveles de ruido

Diferencia dB entre las fuentes	Nivel de ruido que se agrega en dB
0	3.0
1	2.5
2	2.1
3	1.8
4	1.5
5	1.2
6	1.0
7	0.8
8	0.6
9	0.5
10	0.4
>10	0

(Fuente: Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación del Efecto Sinérgico Asociado a Impactos por Ruido sobre la Salud de la Población, Santiago, abril 2022.)

Es importante destacar que los receptores RS1 y RS2 no se encuentran contemplados en este estudio ni en proyecto con RCA, por lo que se proyectan los niveles del proyecto en evaluación en dichos receptores con la metodología presentada en el capítulo 6.9 del informe de ruido.

A continuación, se muestran los resultados de las proyecciones de ruido del proyecto en evaluación, para las fases de construcción y operación en los puntos RS1 y RS2:

Fase de construcción

Tabla 36 Niveles proyectados en receptores humanos, escenario 1.

ID	Altura del receptor [m]	Periodo	NPS Proyectado en dB(A)
RS1	1,5	Diurno	29,5
RS2	1,5	Diurno	30,7

Fase de operación

Tabla 37 Niveles proyectados en receptores humanos, escenario 2.

ID	Altura del receptor [m]	Periodo	NPS Proyectado en dB(A)
RS1	1,5	Diurno/Nocturno	17,3
RS2	1,5	Diurno/Nocturno	18,1

A continuación, se muestran los resultados de las proyecciones de ruido del proyecto con RCA para análisis por efecto sinérgico, para la fase de operación en los puntos RS1 y RS2:

Fase de operación

Tabla 38 Niveles proyectados en receptores humanos.

ID	Altura del receptor [m]	Periodo	NPS Proyectado en dB(A)
RS1	1,5	Diurno/Nocturno	35,8
RS2	1,5	Diurno/Nocturno	36,0

A continuación, se presentan las diferencias de niveles de ruido para cada uno de los solapes de las fases de cada proyecto:

Fase de construcción proyecto en evaluación + Fase de operación proyecto con RCA

Tabla 39 Diferencia de niveles en el receptor para Fase de construcción proyecto en evaluación + Fase de operación proyecto con RCA.

ID	Altura del receptor [m]	Proyecciones de ruido del proyecto en evaluación	Proyecciones de ruido del proyecto con RCA	Diferencia en dB(A) entre: Proyecto con RCA - Proyecto en Evaluación		¿Existe contribución del proyecto a los niveles de ruido en operación sinérgica?
RS1	1,5	29,5	35,8	**6,3**	<10	**Existe**
RS2	1,5	30,7	36,0	**5,3**	<10	**Existe**

De la tabla anterior, se puede observar que sí existe contribución del proyecto a los niveles de ruido en operación sinérgica en los receptores, **por lo que se requerirá evaluar el efecto sinérgico para esta situación.**

Fase de operación proyecto en evaluación + Fase de operación proyecto con RCA

Tabla 40 Diferencia de niveles en el receptor para Fase de operación proyecto en evaluación + Fase de operación proyecto con RCA.

ID	Altura del receptor [m]	Proyecciones de ruido del proyecto en evaluación	Proyecciones de ruido del proyecto con RCA	Diferencia en dB(A) entre: Proyecto con RCA - Proyecto en Evaluación		¿Existe contribución del proyecto a los niveles de ruido en operación sinérgica?
RS1	1,5	17,3	35,8	**18,5**	>10	**No existe**
RS2	1,5	18,1	36	**17,9**	>10	**No existe**

De la tabla anterior, se puede observar que no existe contribución del proyecto a los niveles de ruido en operación sinérgica en los receptores, **por lo que no se requerirá evaluar el efecto sinérgico para esta situación.**

Emisiones de Vibración - Fase de construcción:

Como complemento a la evaluación acústica, se analizaron las vibraciones proyectadas para las distintas fases del proyecto. Para ello, tras identificar las partes, obras y acciones susceptibles de emitir vibraciones hacia el entorno, se presenta el detalle de la estimación, análisis y evaluación de este componente ambiental.

El análisis realizado considero que, al presentar el cumplimiento en los escenarios más desfavorables, se asegura también para cualquier condición de menor emisión (maquinarias con menor valor PPV) y para receptores a mayor distancia.

Bajo este criterio, los receptores considerados son aquellos ubicados dentro del área de influencia definida, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 41 Receptores sensibles a la componente vibración.

Receptor	Uso Efectivo	Coordenadas UTM		Distancia al área de intervención del Proyecto [m]
		E	N	
R1	Residencial	743914	5626347	117
R2	Residencial	744184	5626335	62
R3	Residencial	744206	5626316	63
R4	Residencial	744213	5626169	39
R5	Residencial	744277	5626173	16
R6	Residencial	744259	5625996	40
R7	Alta sensibilidad	744021	5626054	191
R8	Residencial	743829	5626237	199

En la siguiente tabla se ilustran los límites máximos permisibles correspondientes a cada receptor dentro del AIV, para evaluación de molestia y daño a la edificación según la guía técnica FTA.

Tabla 42 Límites máximos permisibles para evaluación de molestia y daño a la edificación por vibración.

Receptor	Categoría uso de suelo	Límite para molestia [VdB]	Clase de edificación	Límite para daño estructural [mm/s]
R1	2	72	III	0,2
R2	2	72	III	0,2
R3	2	72	III	0,2
R4	2	72	III	0,2
R5	2	72	III	0,2
R6	2	72	III	0,2
R7	1	65	III	0,2
R8	2	72	III	0,2

La siguiente cartografía ilustra el AIV junto con los receptores sensibles por evaluar:

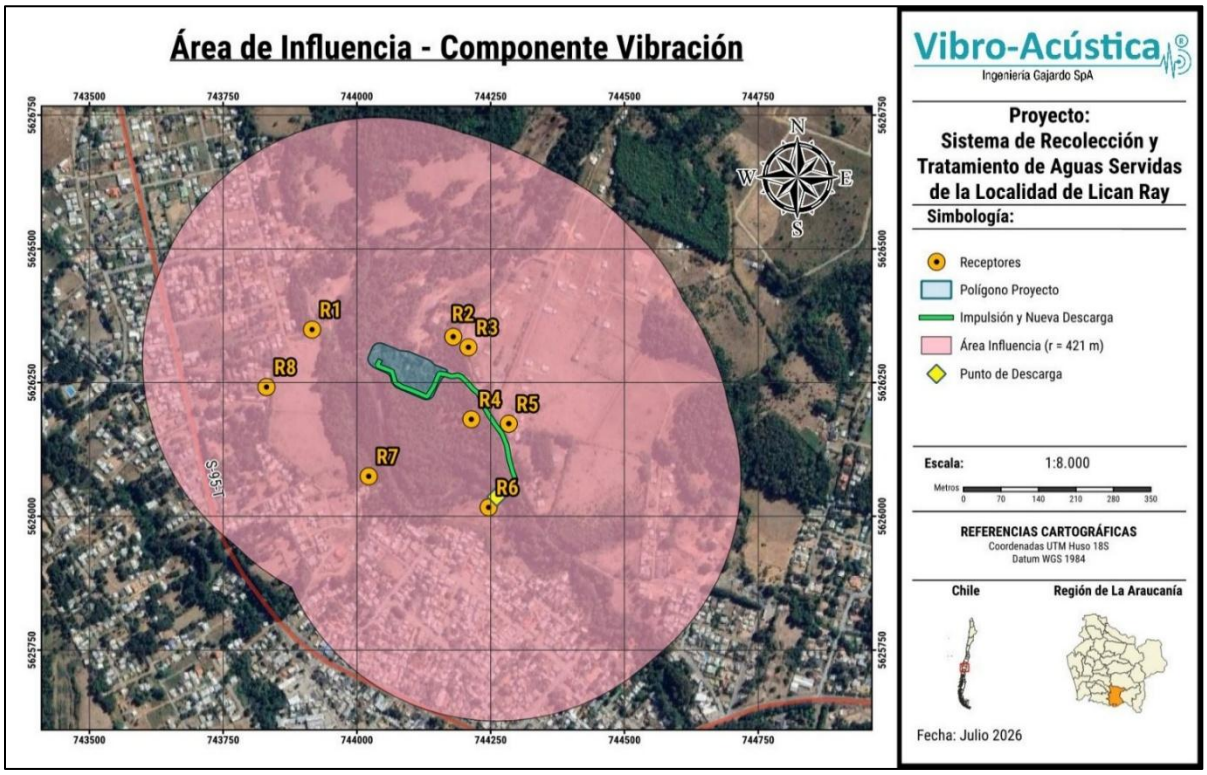

Figura 15 Área de influencia y receptores sensibles, componente vibración

A continuación, se presenta cada escenario, sus proyecciones resultantes y las respectivas evaluaciones de molestia y daño a la edificación por vibración.

Escenario 1: Fase de construcción

En la siguiente figura se ilustra la ubicación de las fuentes vibratorias para este escenario.

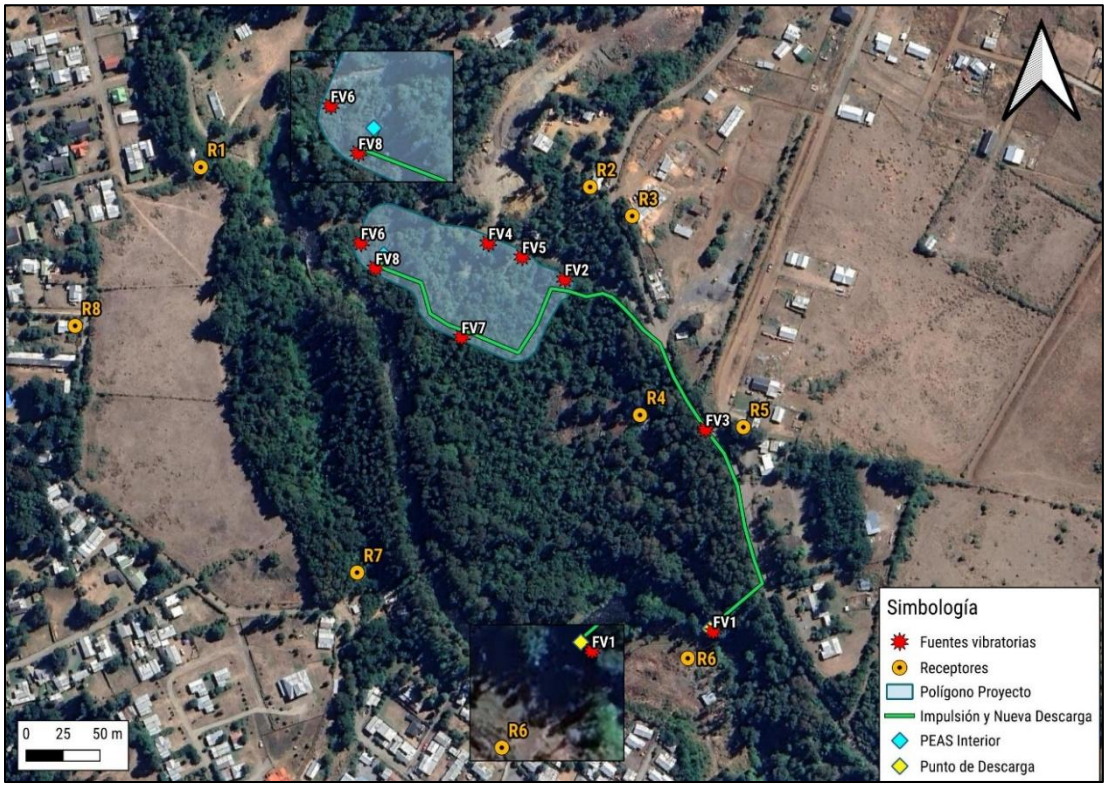

Figura 16 Ubicación fuentes vibratorias, Fase de construcción

Tabla 43 Georreferenciación de las fuentes vibratorias, Fase de construcción.

Fuente vibratoria	Maquinaria	Cantidad	Coordenadas UTM Huso 18 S	
			m E	m N
FV1	Camión Tolva	1	744263	5626035
FV2	Compactador	1	744163	5626274
FV3	Retroexcavadora	1	744258	5626172
FV4	Camioneta	1	744111	5626298
FV5	Furgon	1	744134	5626289
FV6	Camión Mixer	1	744025	5626298
FV7	Camión Rampla	1	744093	5626234
FV8	Camión Grúa	1	744035	5626281

Las proyecciones para este escenario y la evaluación con respecto a los límites de la guía técnica FTA, se muestran a continuación:

Tabla 44 Resultados de proyecciones de vibración, Escenario 1.

Receptor	PPV Proyectado [in/s]	Nivel Velocidad proyectado [VdB]	Límite molestia [VdB]	Evaluación ¿Cumple?	Límite daño edificación [in/s]	Evaluación ¿Cumple?
R1	0,0009	47,0	72	SI	0,2	SI
R2	0,00387	59,7	72	SI	0,2	SI
R3	0,0041	60,2	72	SI	0,2	SI
R4	0,00196	53,8	72	SI	0,2	SI
R5	0,00123	49,8	72	SI	0,2	SI
R6	0,006	63,5	72	SI	0,2	SI
R7	0,00072	45,1	65	SI	0,2	SI
R8	0,00051	42,2	72	SI	0,2	SI

De los resultados obtenidos, se aprecia que se generan valores de Lv y PPV que no superan los límites según la guía técnica FTA, asociados a molestia y daño a la edificación por vibración.

Escenario 2: Fase de operación

En la siguiente figura se ilustra la ubicación de la fuente vibratoria para este escenario.

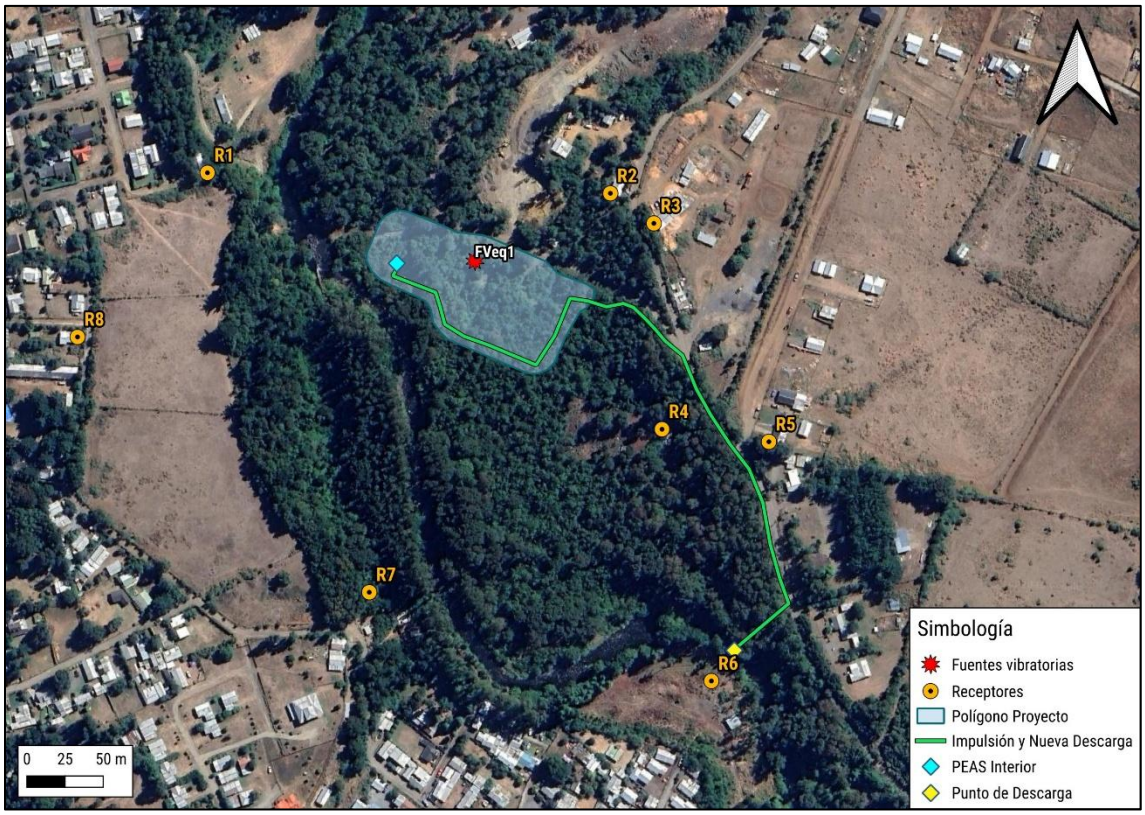

Figura 17 Ubicación fuente vibratoria, Escenario 2

Tabla 45 Georreferenciación de la fuente vibratoria, Escenario 2.

Fuente vibratoria	Maquinaria	Cantidad	Coordenadas UTM Huso 18 S	
			E	N
FVeq1	Generador	1	744091	5626292
	Sopladores	5		

Las proyecciones para este escenario y la evaluación con respecto a los límites de la guía técnica FTA, se muestran a continuación:

Tabla 46 Resultados de proyecciones de vibración, Escenario 2.

Receptor	PPV Proyectado [in/s]	Nivel Velocidad proyectado [VdB]	Límite molestia [VdB]	Evaluación ¿Cumple?	Límite daño edificación [in/s]	Evaluación ¿Cumple?
R1	0,00006	23,4	72	SI	0,2	SI
R2	0,00015	31,4	72	SI	0,2	SI
R3	0,00011	29,0	72	SI	0,2	SI
R4	0,00007	24,8	72	SI	0,2	SI
R5	0,00004	20,7	72	SI	0,2	SI
R6	0,00003	16,3	72	SI	0,2	SI
R7	0,00004	20,6	65	SI	0,2	SI
R8	0,00003	18,6	72	SI	0,2	SI

De los resultados obtenidos, se aprecia que se generan valores de Lv y PPV que no superan los límites según la guía técnica FTA, asociados a molestia y daño a la edificación por vibración.

Para el estudio de vibración, al modelar las fases de construcción y operación con el "criterio de condición más desfavorable", en ningún receptor se supera el límite para molestia y daño a la edificación según la guía técnica FTA.

b) La exposición a contaminantes debido al impacto de las emisiones y efluentes sobre los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire, en caso de que no sea posible evaluar el riesgo para la salud de la población de acuerdo a las letras anteriores.

Si bien, de acuerdo con los antecedentes expuestos en los literales anteriores, el Proyecto no genera afectación significativa sobre la salud de la población, a continuación, se presentan igualmente los antecedentes correspondientes a la letra c), referidos a la exposición a contaminantes derivada del impacto de las emisiones de efluentes sobre los recursos naturales renovables, incluyendo suelo, agua y aire.

Agua:

Durante la fase de construcción las emisiones líquidas serán las generadas en los servicios higiénicos, razón por la cual se presenta el PAS 138 ya que se instalará una fosa séptica como solución particular temporal mientras dure esta fase.

Respecto de la fase de operación, las emisiones líquidas serán las provenientes de la PTAS y que serán descargadas al estero Melilahuen en cumplimiento de la tabla N°3 del D.S. N°90/2000, respecto de ello, se realizó un modelo de dispersión de contaminantes cuyos resultados arrojaron que la incorporación del efluente produce incrementos localizados en las concentraciones de DBO_5, nitrógeno total, fósforo total y sólidos suspendidos totales inmediatamente aguas abajo del punto de descarga. Sin embargo, en todos los escenarios evaluados las concentraciones permanecen dentro del rango de variabilidad natural definido para el estero Melilahuen y no superan los valores máximos registrados durante la caracterización ambiental, por lo que no se identifican alteraciones significativas en la calidad del cuerpo receptor atribuibles a la operación de la PTAS.

Suelo:

Durante la fase de construcción del proyecto, no se pretende realizar el vertimiento de sustancias sobre este recurso. En caso de algún derrame de sustancias peligrosas o similar, en el Anexo 2.4 de la Adenda Complementaria se presenta el plan de prevención de contingencias y emergencias ante este eventual riesgo.

En cuanto a la fase de operación, todas las actividades de la planta se desarrollarán en áreas impermeabilizadas y confinadas, lo que evitará el contacto directo del efluente o de los lodos con el terreno natural. Asimismo, los lodos higienizados generados durante el proceso serán dispuestos en sitios autorizados, de conformidad con la normativa sanitaria y ambiental vigente, descartándose exposición o contaminación del suelo, el cual pudiera perjudicar la salud de la población.

Aire:

Respecto de este componente, ya fue analizado en detalle en los literales a) y b) del presente artículo, descartándose en todo momento la afectación a la salud de la población.

Por lo anterior, y considerando el cumplimiento normativo del efluente, las condiciones de descarga y las medidas de manejo ambiental implementadas, se descarta la existencia de exposición significativa de la población a contaminantes a través de los recursos naturales renovables (agua, suelo y aire), cumpliendo así con lo establecido en la letra c) del artículo 5

del Reglamento del SEIA.

c) La exposición a contaminantes debido al impacto generado por el manejo de residuos sobre los recursos naturales renovables, incluido suelo, agua y aire.

Durante la fase de construcción y operación del proyecto, la generación de residuos será controlada y su almacenamiento temporal responderá a los sitios autorizados para tal efecto y que se sustentan en la aprobación de los permisos ambientales sectoriales definidos en los artículos 140 para aquellos residuos no peligrosos y el artículo 142 para aquellos residuos clasificados como peligrosos cuyos antecedentes se presentan en el Anexo 4.2 de la Adenda Complementaria y en Capítulo 11.5 del EIA, respectivamente. En cuanto a la disposición final de los residuos generados dentro de la zona de emplazamiento, esta se realizará por empresas autorizadas para ser dispuestos en sitios autorizados según su naturaleza; de acuerdo con lo señalado en la descripción de los residuos en cada fase del proyecto.

El principal residuo generado en la operación de la PTAS tiene relación a la generación de lodos orgánicos, dichos lodos serán manejados de acuerdo con lo dispuesto en el D.S. N°04/2009 y están clasificados como Lodo Clase B, por lo cual tiene la posibilidad de ser dispuestos en el suelo para mejora de éstos. En el capítulo 11.3 del estudio se entregan los antecedentes técnicos para el permiso ambiental sectorial 126 "Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de toda instalación diseñada para el manejo de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas".

A continuación, se presenta el manejo de residuos generados por el proyecto, tanto en la fase de construcción como operación y su no afectación significativa sobre los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.

Fase de construcción.

A continuación, se presenta una tabla resumen con los residuos que se generarán y su manejo.

Tabla 47 Manejo de residuos durante la fase de construcción

Residuo	Manejo	Impacto sobre suelo, agua y aire
Residuos domiciliarios o asimilables	Serán segregados y almacenados en contenedores de 120 litros, provistos de tapa y bolsa, ubicados al interior de la bodega destinada al almacenamiento temporal de residuos no peligrosos. Los residuos serán retirados dos veces por semana y transportados hasta un sitio de disposición final autorizado.	El almacenamiento en recipientes cerrados y protegidos evitará la dispersión de residuos, la generación de lixiviados y la atracción de vectores. En consecuencia, **no se prevén efectos sobre el suelo, el agua o la calidad del aire.**
Residuos industriales no peligrosos	Serán segregados según su naturaleza y almacenados temporalmente en el patio de acopio habilitado para este fin. Se priorizará su reutilización o reciclaje dentro de la obra. Aquellos residuos que no puedan ser valorizados serán retirados y transportados por una empresa autorizada hasta un sitio de disposición final autorizado.	La segregación, el almacenamiento ordenado y el retiro mediante gestores autorizados evitarán la dispersión de materiales y su contacto con el suelo o cuerpos de agua. Por lo tanto, **no se prevén efectos sobre el suelo, el agua o la calidad del aire.**
Residuos peligrosos	Serán segregados y almacenados temporalmente en contenedores cerrados, compatibles con las características de cada residuo y debidamente rotulados. Los contenedores se mantendrán en la bodega RESPEL correspondiente a la fase de construcción, de 14,7 m² de superficie y 18 m³ de capacidad, la cual contará con base impermeable, techumbre, acceso restringido y sistema de contención de derrames. El retiro se realizará mensualmente o antes, cuando la capacidad de almacenamiento así lo requiera, sin exceder en ningún caso un período de seis meses. Su transporte y disposición final serán efectuados por empresas autorizadas hacia instalaciones autorizadas.	Las condiciones de impermeabilización, contención, protección climática, segregación y retiro controlado evitarán derrames, infiltraciones, escurrimientos y emisiones asociadas al manejo inadecuado de estos residuos. En consecuencia, **no se prevén efectos sobre el suelo, el agua o la calidad del aire.**
Residuos líquidos (aguas servidas)	Inicialmente se utilizarán baños químicos, cuya limpieza y retiro serán realizados por una empresa autorizada. Posteriormente, las aguas servidas serán descargadas en la PEAS Cabecera para su conducción y tratamiento en la PTAS. Durante toda la fase se mantendrá el número de servicios higiénicos exigido por el D.S. N.º 594/1999 del Ministerio de Salud.	El manejo mediante baños químicos y, posteriormente, mediante la infraestructura sanitaria del Proyecto evitará descargas directas al suelo o a cuerpos de agua. Por lo tanto, **no se prevén efectos sobre el suelo, el agua o la calidad del aire.**

Fase de Operación.

Durante la fase de operación se generarán principalmente residuos del tipo domiciliario, asimilables a domiciliarios, no peligrosos y peligrosos, a continuación, se presenta su manejo.

Tabla 48 Manejo de residuos generados durante la fase de operación

Residuo	Manejo	Impacto sobre suelo, agua y aire
Residuos sólidos domiciliarios o asimilables	Estos residuos serán segregados y almacenados temporalmente en recipientes cerrados y con tapa, evitando su dispersión y exposición a las condiciones ambientales. Posteriormente, serán retirados periódicamente y transportados hasta	El almacenamiento en recipientes cerrados y el retiro periódico impedirán la dispersión de residuos, la generación de lixiviados y la atracción de vectores. Asimismo, al no contemplarse su disposición directa sobre terreno

Residuo	Manejo	Impacto sobre suelo, agua y aire
	instalaciones de disposición final debidamente autorizadas.	natural, se evita el contacto con el suelo y las aguas superficiales o subterráneas. Por lo anterior, **no se prevé una afectación significativa sobre el suelo, el agua ni la calidad del aire.**
Residuos sólidos retenidos en el pretratamiento de las aguas servidas	En las instalaciones de pretratamiento, particularmente en las cámaras de rejas y sistemas destinados a la retención de sólidos, se generarán residuos sólidos asociados a materiales gruesos y elementos impropios presentes en las aguas servidas. Estos serán retirados periódicamente durante las labores de operación y limpieza, dispuestos temporalmente en recipientes cerrados y posteriormente transportados hasta un sitio de disposición final autorizado.	El retiro periódico y almacenamiento contenido de estos residuos evitará su acumulación, dispersión y contacto con el suelo o cuerpos de agua. Asimismo, estas condiciones de manejo permitirán reducir la generación de olores y la proliferación de vectores. En consecuencia, **no se prevé una afectación significativa sobre los recursos naturales renovables, incluidos suelo, agua y aire.**
Lodos generados por el proceso de tratamiento	Como consecuencia del tratamiento biológico de las aguas servidas se generarán lodos como subproducto del proceso. Estos serán extraídos de las unidades de tratamiento de acuerdo con las necesidades operacionales de la PTAS y almacenados temporalmente bajo condiciones que eviten su dispersión o contacto con el medio. Posteriormente, serán retirados, transportados y destinados a una instalación autorizada, dando cumplimiento a las exigencias sanitarias y ambientales aplicables al manejo de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas.	El manejo controlado de los lodos, junto con su almacenamiento contenido, transporte y disposición en instalaciones autorizadas, evitará su disposición directa sobre el suelo y la generación de escurrimientos o infiltraciones que pudieran afectar las aguas superficiales o subterráneas. Asimismo, su retiro oportuno permitirá controlar potenciales olores. Por lo tanto, **no se prevé una afectación significativa sobre el suelo, el agua ni la calidad del aire.**
Residuos industriales no peligrosos asociados a operación y mantención	Serán segregados según su naturaleza y almacenados temporalmente en sectores habilitados para ello. Se priorizará, cuando corresponda, su reutilización o valorización y aquellos residuos que no puedan ser aprovechados serán retirados por empresas autorizadas y destinados a instalaciones de disposición final autorizadas.	La segregación, almacenamiento temporal y retiro controlado evitarán la dispersión de materiales y su contacto con el suelo o aguas. La gestión mediante instalaciones y transportistas autorizados impedirá una disposición inadecuada de estos residuos. En consecuencia, **no se prevén efectos significativos sobre el suelo, el agua ni la calidad del aire**.
Residuos peligrosos generados por labores de mantención	Eventualmente, durante las actividades de mantención de equipos e instalaciones, podrían generarse residuos peligrosos tales como paños o materiales contaminados, envases contaminados, aceites usados, filtros u otros residuos que presenten características de peligrosidad. Estos serán segregados en el punto de generación, almacenados en recipientes cerrados, compatibles y debidamente identificados, y manejados de acuerdo con las disposiciones del D.S. N.º 148/2003 del Ministerio de Salud. Su transporte y disposición final serán efectuados por empresas autorizadas y en instalaciones que cuenten con las autorizaciones correspondientes.	El almacenamiento seguro, la segregación, la prevención y control de derrames y el retiro mediante gestores autorizados evitarán infiltraciones, escurrimientos y contacto de sustancias contaminantes con el suelo y las aguas superficiales o subterráneas. Asimismo, estas medidas reducirán potenciales emisiones y olores derivados de un manejo inadecuado. Por lo tanto, **no se prevé una afectación significativa sobre los recursos naturales renovables.**
Medios filtrantes y materiales de	Los medios filtrantes utilizados en los sistemas de control de olores de las estaciones elevadoras u	El retiro y almacenamiento controlado impedirán la dispersión de estos

Residuo	Manejo	Impacto sobre suelo, agua y aire
control de olores, cuando corresponda	otras instalaciones serán reemplazados de acuerdo con su vida útil y requerimientos de operación. Una vez retirados, serán almacenados temporalmente en condiciones controladas y posteriormente gestionados según su naturaleza y características, mediante transporte y disposición en instalaciones autorizadas cuando corresponda.	materiales y su contacto con el suelo o cuerpos de agua. La gestión adecuada de los medios filtrantes permitirá, además, evitar emisiones odorantes asociadas a su manejo. **No se prevé una afectación significativa sobre el suelo, agua o aire.**

Cabe mencionar que, en el Anexo 2.4 de la Adenda complementaria, se presenta un plan de prevención de contingencias y emergencias, en donde se indica la forma de actuar en caso de derrame de residuos. De acuerdo con lo anterior, el manejo adecuado de los residuos implementado por el Proyecto previene la generación de lixiviados, emisiones o derrames que pudieran afectar los componentes ambientales agua, suelo y aire, asegurando el cumplimiento de la normativa vigente y evitando la exposición de la población y del entorno natural a posibles contaminantes.

En conclusión, como se ha indicado en los puntos anteriores, de acuerdo con los antecedentes que justifican el Artículo 5 del Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental, el proyecto no generará riesgo a la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos que se generarán, debido a que no son significativos y serán controlados.

1.2 Artículo 6.- Efecto adverso sobre los Recursos Naturales Renovables

El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.

Se entenderá que el proyecto o actividad genera un efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire si, como consecuencia de la extracción de estos recursos; el emplazamiento de sus partes, obras o acciones; o sus emisiones, efluentes o residuos, se afecta la permanencia del recurso, asociada a su disponibilidad, utilización y aprovechamiento racional futuro; se altera la capacidad de regeneración o renovación del recurso; o bien, se alteran las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas. Deberá ponerse especial énfasis en aquellos recursos propios del país que sean escasos, únicos, representativos o que tengan el carácter de sumidero de origen natural de conformidad con lo dispuesto en el artículo 3 letra u) de la Ley N°21.455, Marco de Cambio Climático.

Al objeto de evaluar si se generan o presentan los efectos adversos significativos a que se refiere el inciso anterior, se considerará:

a) La pérdida de suelo o de su capacidad para sustentar biodiversidad por degradación, erosión, impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes.

El proyecto "Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican Ray" pretende la utilización del suelo rural en el área donde se desarrollará la PTAS, el cual corresponde a una superficie de 1,15 hectáreas aproximadamente de un total de 2,91 hectáreas correspondiente al total de emplazamiento. La zona donde se emplazará la PTAS corresponde a clase de suelo tipo III, de acuerdo con lo establecido en la Pauta para clasificación de Suelos de la Comisión Nacional de Riego.

Las limitaciones más corrientes para esta Clase pueden resultar del efecto de una o más de las siguientes condiciones:

- ✓ Relieve moderadamente inclinado a suavemente ondulado.
- ✓ Alta susceptibilidad a la erosión por agua o viento o severos efectos adversos de erosiones pasadas.
- ✓ Suelo delgado sobre un lecho rocoso, hardpan, fragipan, etc., que limita la zona de arraigamiento y almacenamiento de agua.
- ✓ Permeabilidad muy lenta en el subsuelo.

- ✓ Baja capacidad de retención de agua.
- ✓ Baja fertilidad no fácil de corregir.
- ✓ Humedad excesiva o algún anegamiento continuo después de drenar.
- ✓ Limitaciones climáticas moderadas.
- ✓ Inundación frecuente acompañada de algún daño a los cultivos.

Los suelos de esta Clase requieren prácticas moderadas de conservación y manejo.

Por otro lado, las PEAS 1 y 2 se emplazarán en la calle Carimán, que se encuentra dentro de los límites urbanos que atraviesan las zonas Z-5, Z-3E, Z-4, y Zr-1a, descritas en el plan regulador de la Comuna de Villarrica, en específico la zona de extensión urbana de la localidad de Lican Ray. Con todo lo anterior se estima que la perdida de suelo corresponderá sólo a las 1,71 hectáreas de suelo en el sector de emplazamiento de la planta, debido a que se plantea la corta de bosque nativo en una superficie de 1,71 hectáreas para lo cual se presenta en el Capítulo 11.7 el permiso ambiental sectorial descrito en el artículo 148 del D.S.40/2012 para la corta de bosque nativo del tipo forestal Roble Raulí Coigüe, el cual será reforestado en igual superficie en lo posible dentro de la provincia de Cautín. Dentro del área a manejar forestalmente, se catastraron 285 individuos de la especie *Persea lingue* catalogada como preocupación menor (LC) según el Reglamento de Clasificación de Especies (Anexo 4.3). Si bien es cierto, no existe ninguna prohibición para su corta, se plantea como compromiso voluntario en la zona a reforestar, la cual se tramitará sectorialmente, la inclusión de 300 individuos de *Persea lingue* dentro de la plantación a efectuar para la reforestación. Por otro lado, en el predio se plantea un Buffer arbóreo en donde no se ejecutará la corta con el objeto de proteger el cauce del estero Melilahuén.

En cuanto a la fauna, para este estudio se realizó una campaña estival de actualización de la información durante las cuales se registraron un total 832 individuos, agrupados en 49 especies de fauna, de las cuales 40 corresponden a aves, 5 mamíferos, 3 reptiles y 1 anfibio. El grupo más representativo durante ambas campañas fue el de las aves, con un registro total de 795 individuos.

Las aves que soporta hoy la localización del proyecto se remiten principalmente a aves con alta capacidad de movilidad. Respecto a la herpetofauna y anfibios de baja movilidad, se presenta el PAS 146 en el capítulo 11.6 del EIA, para su relocalización.

De acuerdo con lo expuesto se considera que la pérdida de suelo factible de sustentar biodiversidad como un efecto no significativo, el cual se producirá en las actividades que se

deberán realizar para la fase de construcción del PTAS.

b) La superficie con plantas, algas, hongos, animales silvestres y biota intervenida, explotada, alterada o manejada y el impacto generado en dicha superficie. Para la evaluación del impacto se deberá considerar la diversidad biológica, así como la presencia y abundancia de especies silvestres en estado de conservación o la existencia de un plan de recuperación, conservación y gestión de dichas especies, de conformidad a lo señalado en el artículo 37 de la Ley.

De acuerdo con lo descrito anteriormente en el área de emplazamiento del proyecto, la biota encontrada se remite a lo siguiente:

Flora y Vegetación

De acuerdo con lo descrito en el Capítulo 4.7 del EIA, dentro del área de estudio del proyecto constituye un informe para el levantamiento del componente flora vascular y vegetación, realizado en el área de influencia del proyecto "Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican Ray", ubicado en la comuna de Villarrica, región del La Araucanía. Los resultados corresponden a una campaña realizada durante el mes de **marzo y mayo de 2017**, y se basó en una prospección del área completa de la zona de la PTAS y zonas de muestreo en el lugar donde se emplazarán las tuberías.

El piso vegetacional descrito originalmente para el área de influencia del proyecto (Bosque Caducifolio Templado de Nothofagus obliqua y Laurelia sempervirens), posee una presión histórica de transformación, con escasos representantes de la composición florística original. El ecosistema actual donde se instalará la PTAS corresponde a una zona de arbórea ribereña, dominada Nothofagus dombeyi, Gevuina avellana, Lomatia dentata, Luma apiculata y Aextoxicon punctatum, principalmente; mientras que el estrato arbustivo se encuentra conformado por ejemplares de las especies Chusquea quila, Aristotelia chilensis, Rubus constrictus, Ugni molinae y Blechnum hastatum. En cuanto al área correspondiente a la tubería, todas las zonas se caracterizan por estar ubicadas a borde de camino, con alta presencia de especies introducidas y/u ornamentales, debido a la alta presencia de viviendas.

Con respecto al análisis de flora vascular, se registraron un total de 124 especies vegetales durante la campaña, con una predominancia de las herbáceas (54%), seguidas por las arbóreas (27%) y algunas especies arbustivas (19%). Con respecto al origen de estas especies, existe una mayor proporción de las especies introducidas, que alcanza el 53% de las especies. Se registró un 47% de especies nativas.

Del total de especies nativas y endémicas registradas durante la campaña de terreno (58 especies), ocho de ellas poseen alguna categoría de conservación según el RCE: Persea lingue (Lingue), y las

pteridofitas Adiantum chilense (palito negro), Asplenium dareoides (Filo-lahuén), Blechnum chilense (costilla de vaca), B. hastatum (palmilla), Lophosoria quadripinnata (palmilla), Hymenophyllum dentatum (Shu-shu) y H. plicatum, todas ellas clasificadas como **Preocupación Menor**.

Dentro del área necesaria a manejar forestalmente, correspondiente a 1,71 hectáreas inmersas en el área de influencia, específicamente dentro del polígono predial de 2,91 hectáreas en sector de emplazamiento de la PTAS, se catastraron 285 individuos de la especie *Persea lingue* catalogada como preocupación menor (LC) según el Reglamento de Clasificación de Especies (Anexo 4.3). Si bien es cierto, no existe ninguna prohibición para su corta, se plantea como compromiso voluntario en la zona a reforestar, la cual se tramitará sectorialmente, la inclusión de 300 individuos de Persea lingue dentro de la plantación a efectuar para la reforestación.

Aún se conservan especies de flora vascular originales del piso vegetacional históricamente descritos, especialmente en la zona de la PTAS. Fueron descritas ocho especies con estados de conservación, además de la presencia de la especie *Lapageria rosea* (copihue), que, si bien no presenta un estado de conservación, se encuentra protegida por Ley a través del Decreto 129 de abril de 1971, modificado por el Decreto 1212 del 11 de enero de 1985, sobre extracción y comercialización de esta especie.

Así también es necesario mencionar que estas especies fueron descritas sólo en parte de las 2,91 hectáreas donde se emplazará la PTAS, y el área necesaria de corta tan sólo corresponde a 1,71 hectáreas, para lo cual se presenta en el capítulo 11.7 los antecedentes para el otorgamiento del PAS 148 Permiso para la corta de Bosque Nativo.

Flora y Vegetación, campaña 2026

Adicionalmente, con respecto a las modificaciones del trazado de la aducción desde la PTAS hasta el punto de descarga, se proyectan nuevas obras dentro del área de influencia del proyecto. Para evaluar dicho sector, entre el 13 y el 17 de julio de 2026 (período estacional de invierno), se ejecutó una campaña de levantamiento de información. Esta actividad consistió en una prospección exhaustiva de toda la superficie que será intervenida por el nuevo diseño (Anexo 3.6 de la Adenda complementaria).

El diseño de muestreo empleó ocho puntos dirigidos a cada unidad vegetacional, aplicando parcelas circulares de 500 m² bajo un muestreo estratificado para caracterizar la composición y cobertura florística del estrato arbóreo. La distribución espacial cubrió tanto el Área de Influencia (1,51 ha) como la matriz adyacente para garantizar la representatividad y validar condiciones ecológicas históricas.

En la siguiente figura presenta la nueva línea de descarga y puntos de levantamiento de información de la campaña invernal.

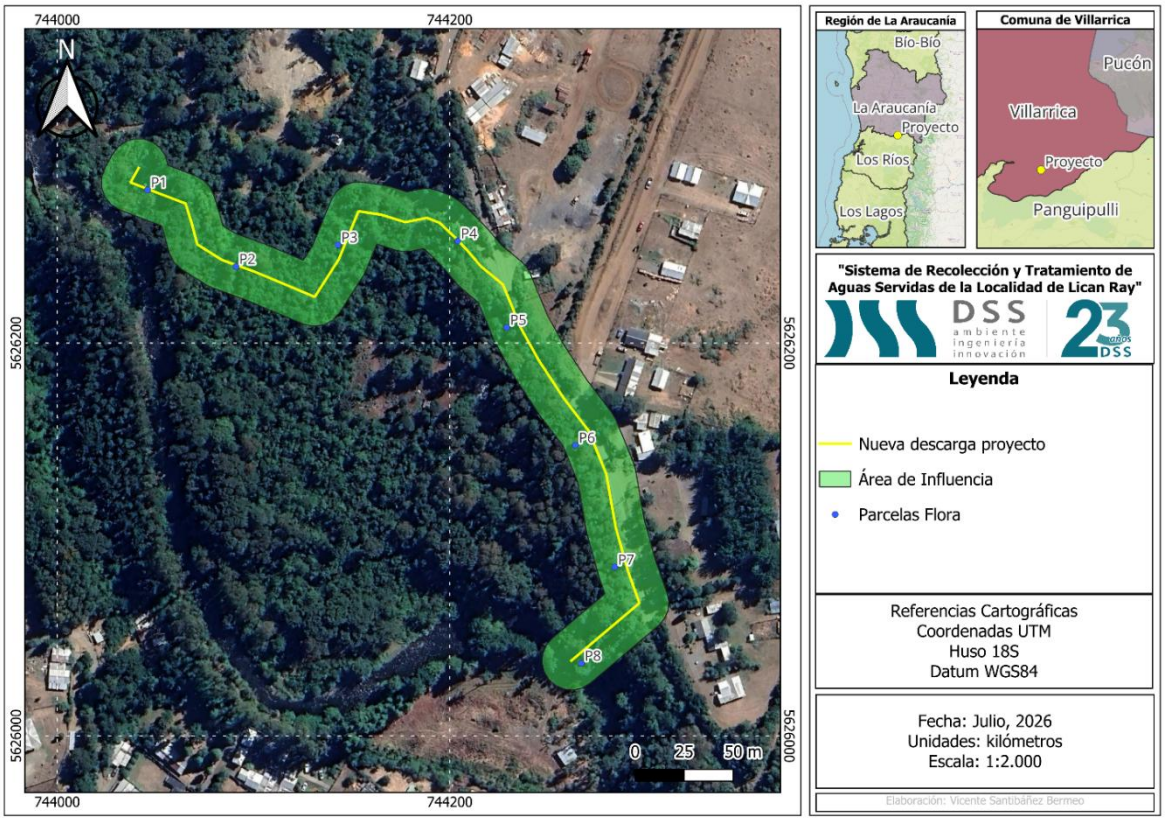

Figura 18 Nueva línea de descarga y área del proyecto

Tabla 49 Coordenadas referenciales en UTM de las parcelas de muestreo y puntos Braun-Blanquet.

Datum WGS 84 HUSO 18S					
Parcela	**Este (m E)**	**Norte (m S)**	**Parcela**	**Este (m E)**	**Norte (m S)**
P1	744.046	5.626.278	**P5**	744.229	5.626.208
P2	744.091	5.626.239	**P6**	744.264	5.626.148
P3	744.143	5.626.250	**P7**	744.284	5.626.086
P4	744.204	5.626.252	**P8**	744.267	5.626.037

Actualmente, el área de estudio corresponde a un predio con un alto grado de intervención antrópica, inserto en una matriz periurbana. En este contexto, la cobertura vegetal original ha sido fuertemente modificada.

El ecosistema dentro del área de influencia de la nueva línea de descarga, se lograron caracterizar distintas Unidades COT, agrupadas principalmente en: Bosque Nativo (conformado por rodales de *Nothofagus obliqua*, *Aristotelia chilensis* y *Nothofagus dombeyi*, acompañados de otras especies), ambiente Otros (caminos, sectores construidos y vegetación espontanea u ornamental) y ambiente Especiales (tramo de río), como se aprecia en la siguiente figura.

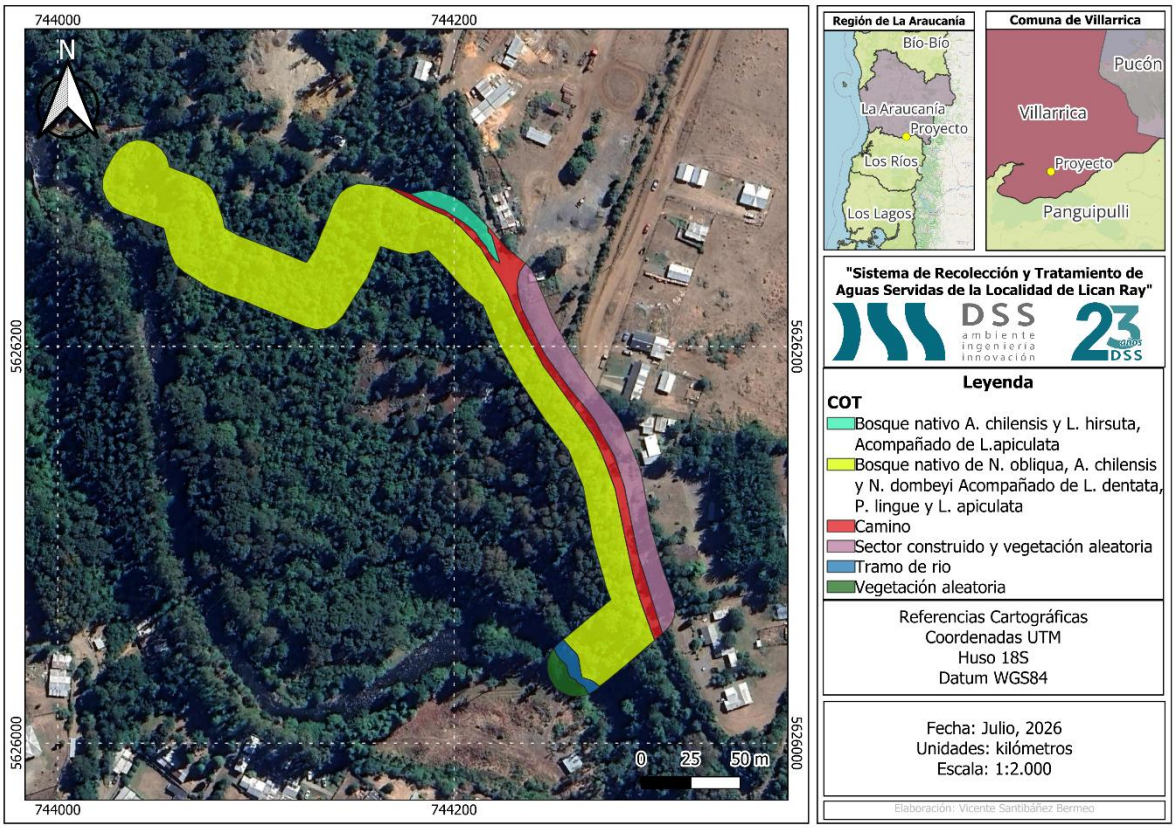

Figura 19 Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área de influencia del proyecto

En la siguiente figura, se muestran imágenes de la fisionomía de la zona de muestreo del proyecto.

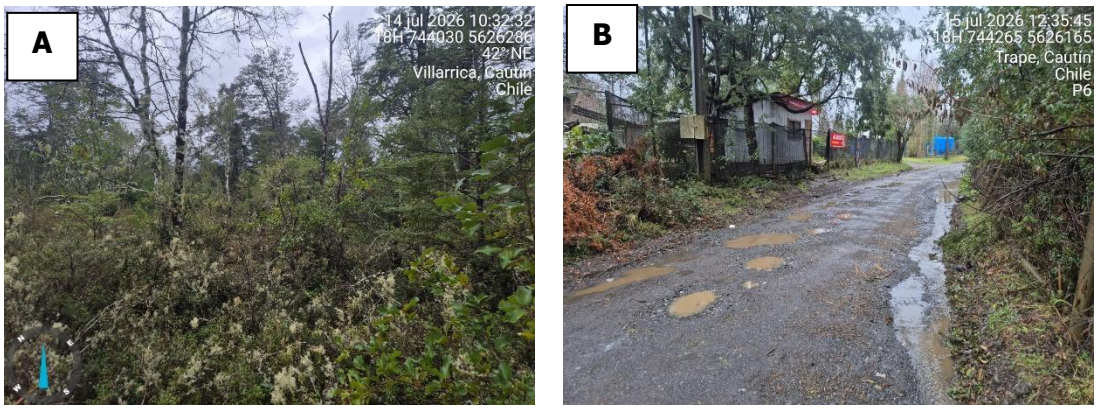



Figura 20 Fisionomía general del área de estudio en la nueva línea de descarga. (A) Bosque Nativo, (B y C) Ambientes Otros con perturbación antrópica y (D) Ambiente Especiales.

Con respecto al análisis de flora vascular, estableció una riqueza total de 56 taxones de flora vascular. Estos se distribuyen en tres grandes grupos taxonómicos: Magnoliophyta (49 especies), Pinophyta (2 especies) y Pteridophyta (5 especies).

Se registró un total de 40 familias botánicas, siendo las más representadas las familias Asteraceae y Fabaceae (con 4 especies cada una), seguidas por Poaceae, Proteaceae y Rosaceae (con 3 especies cada una). Luego destacan familias como Myrtaceae, Nothofagaceae, Atherospermataceae y Blechnaceae (con 2 especies cada una), entre otras.

Del total de las especies registradas durante la campaña, se obtuvo un 70% de especies nativas y endémicas, lo que corresponde a 39 especies (34 nativas y 5 endémicas), seguido por un 28% de especies introducidas, correspondientes a 16 especies, y finalmente un 2% de origen indeterminado, representado por 1 especie.

A partir del análisis de los resultados obtenidos mediante la metodología de Braun-Blanquet, se identifica una comunidad vegetal arbórea y arbustiva dominada fuertemente por *Aristotelia chilensis* (Maqui), *Nothofagus obliqua* (Roble), *Nothofagus dombeyi* (Coigüe), *Persea lingue* (Lingue), *Luma apiculata* (Arrayán) y *Lomatia dentata* (Avellanillo), las cuales registran los mayores valores de abundancia y cobertura (grados 2a y 2m, respectivamente) a lo largo de las parcelas muestreadas. En el estrato arbustivo destaca también la presencia de *Ugni molinae* (Murta).

La estructura general corresponde a una formación boscosa nativa intervenida en una matriz periurbana, donde si bien coexisten algunas especies de hábito herbáceo introducido (como *Rubus ulmifolius.*), el componente leñoso nativo y endémico mantiene la jerarquía estructural del área de estudio.

Del total de especies registradas en el área de influencia, destaca la presencia ocho especies en **Preocupación Menor (LC)** correspondientes a *Aextoxicon punctatum*, *Persea lingue*, *Drimys winteri, Adiantum chilense*, *Asplenium dareoides*, *Hymenophyllum dentatum*, *Blechnum hastatum* y *Parablechnum chilense*.

Adicionalmente, en el área de influencia se registró *Lapageria rosea* (copihue), especie endémica, cuya presencia evidencia la persistencia de elementos del bosque nativo templado en una matriz intervenida. Si bien esta especie, no presenta un estado de conservación, se encuentra protegida por Ley a través del Decreto 129 de abril de 1971, modificado por el Decreto 1212 del 11 de enero de 1985, sobre extracción y comercialización de esta especie.

El nuevo trazado de descarga, comprendido entre la PTAS y el punto de descarga, incluye un tramo dentro del predio donde se emplazará la planta. En este sector, del total prospectado 2,91 hectárea, de las cuales 1,71 hectáreas requieren manejo forestal, debido a la presencia de *Persea lingue*, especie clasificada como de Preocupación Menor (LC) según el Reglamento de Clasificación de Especies. Por lo anterior, en el capítulo 11.7 del EIA, se presentan los antecedentes para el otorgamiento del PAS 148, correspondiente al permiso para la corta de bosque nativo.

Complementariamente, el tramo de la descarga se proyecta por faja fiscal hasta el estero Melilahuén donde no existe especies a intervenir.

<u>Fauna</u>

El área total en donde se pretende construir la PTAS en el marco del proyecto "Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican Ray", ubicado en la comuna de Villarrica, Región de La Araucanía, tiene una superficie total de 2,91 hectáreas que delimita el lugar donde será instalada la Planta de Tratamiento, que utilizará 1,15 hectáreas de esta superficie, más las zonas por donde pasará la tubería de impulsión y colectores. El terreno donde se emplazarán estas unidades corresponde en su mayoría un área inserta en un radio urbano, a excepción de las 2,91 ha donde se emplazará la PTAS, por lo cual en gran parte del área de influencia existen viviendas, en base a esto, en la línea base descrita en el capítulo 4.8 se realizaron transectos de muestreo donde se identificó y caracterizó la vegetación dominante, en el transecto 1 y 2 (T-1 y T-2) se identificó una zona arbórea ribereña, un estrato arbustivo y parches de bosque nativo dominados principalmente por especies nativas como Nothofagus dombeyi, Gevuina avellana, Chusquea quila, Aristotelia chilensis y Blechnum hastatum, entre otros. Los otros transectos restantes (T-3, T-4 y T-5) se caracterizaron por estar ubicados a borde de camino, con alta presencia de especies introducidas u ornamentales, debido a la alta presencia de viviendas.

En base a los resultados obtenidos del levantamiento de información del componente biótico fauna terrestre, se infiere que el grupo de vertebrados mejor representado en cuanto a riqueza y abundancia fueron las aves. Este es un grupo exitoso en cuanto a colonización de ambientes gracias a su biología y capacidad de adaptación a diferentes tipo de ambientes, ya que, presentan un alto grado de dispersión, lo que les facilita colonizar diversos tipos de hábitat, sin embargo, existen especies características de ciertos hábitats y permanecen de forma constante (residentes), como es el caso de Ceryle torquata (Martín pescador) el cual siempre está asociado al río, ya que ahí es donde pasa gran parte del día pescando. Del listado de especies registradas, Theristicus melanopis (Bandurria) y Enicognathus leptorhynchus (Choroy) presentan estado de conservación "Vulnerable", de acuerdo con la Ley de Caza (D.S. N°65 MINAGRI, 2013) y al RCE en todos sus procesos. De los mamíferos registrados, tres corresponden a especies nativas *Phyllotis darwini, Oligoryzomys longicaudatus* y *Pseudalopex culpaeus*, los demás individuos son especies introducidas, consideradas por el Artículo 6 del Reglamento de la Ley de Caza D.S. Nº05/1998, como especies perjudiciales o dañinas y especies frecuentes en todos los ambientes, debido a su gran adaptación a coexistir en zonas urbanas y ser resistente a los efectos antrópicos. De las especies nativas mencionadas *Pseudalopex culpaeus* se encuentra con categoría de conservación "Vulnerable" de acuerdo con RCE y la Ley de Caza. Es importante señalar que, *P. darwini* y *P. culpaeus*, fueron hallados en los transectos T-1 y T-2, correspondientes a la ribera del río y a la zona de bosque nativo, ambos fueron detectados mediante la aplicación de metodologías de muestreo específicas, *P. darwini* fue capturado en trampas Sherman y *P. culpaeus* fue registrado gracias a las cámaras trampa instaladas en el área de influencia del proyecto, este ejemplar se vio recurrentemente visitar la zona.

Para el grupo de los reptiles, durante el recorrido de todos los transectos, se identificaron tres especies *Liolaemus tenuis, Liolaemus cyanogaster* y *Liolaemus pictus*, las tres presentan estado de conservación de acuerdo con el RCE y la Ley de Caza (D.S. Nº65 MINAGRI, 2013). Respecto al grupo de los anfibios, se registró la especie *Batrachyla taeniata***,** ésta fue hallada en la zona correspondiente al transecto T-4, donde existía la presencia de un estero que interceptaba este transecto, esta condición facilita la presencia de individuos pertenecientes a este grupo taxonómico, ya que, para estos organismos es fundamental el agua o zonas húmedas para el correcto desarrollo bilógico de sus especies. Además, durante el desarrollo del muestreo de fauna nocturna, mediante la metodología de vocalizaciones fue posible escuchar la especie descrita. *Batrachyla taeniata*, presenta estado de conservación "Casi Amenazada" y "Vulnerable" de acuerdo con el RCE y la Ley de Caza.

De acuerdo con el análisis de los parámetros comunitarios, para la fauna en general, los índices de diversidad indican que la zona correspondiente al transecto T-3 (Descarga) se presentó como la más equitativamente diversa, lo que indica que aquí no existe dominancia de una especie específica y las

especies se distribuyen homogéneamente en el hábitat descrito para este transecto. El otro transecto que se presenta de forma similar, pero con valores inferiores al transecto señalado es T-1 (correspondiente a la ribera del río donde se emplazará la Planta de Tratamiento), aquí igual las especies tienden a distribuirse de forma homogénea en su hábitat. Finalmente, se concluye que el área influencia del proyecto "Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican Ray", ubicado en la comuna de Villarrica, Región de La Araucanía, es un área que se encuentra inserta en un radio urbano, donde se presentan diversos tipos de hábitats, todos intervenidos, existiendo la presencia de caminos y viviendas.

Respecto a las especies registradas dentro del área donde se llevará a cabo el proyecto, gran parte de ellas son individuos comunes de zonas urbanas, habituados a los efectos antrópicos que conlleva coexistir con el ser humano. Sin embargo, se registraron especies de herpetofauna (lagartijas y anfibios) y mamíferos, con las que se debe tener especial atención, debido a que se encuentran protegidas, por ende, presentan estado de conservación de acuerdo con el Reglamento de Clasificación de las Especies (hasta el undécimo proceso) y a la Ley de Caza. Se trata de especies sensibles, con rangos de hábitats restringidos y especialistas. Es por esto, que se recomienda poner énfasis en el cuidado de estas especies durante el desarrollo del proyecto, para lo cual, se deben incluir actividades que contribuyan a resguardar y proteger la fauna silvestre presente en el área de influencia. Así entonces se presentan los antecedentes en el Capítulo 11.6 para el otorgamiento del PAS 146, que implica un rescate y relocalización de la herpetofauna encontrada antes de la intervención según lo estipulado en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente.

Fauna, campaña 2026

Adicionalmente, para evaluar las nuevas obras del trazado de la aducción entre la PTAS y la descarga, se realizó una campaña de terreno (13 al 17 de julio de 2026) mediante dos transectos fijos de 150x10 m en muestreo estratificado aleatorio. El diseño cubrió los dos ambientes del sector, aplicando un ancho de observación por banda de 2,5 m para herpetofauna y micromamíferos, y de 10 m para aves y mesomamíferos.

Para la observación directa del grupo se aplicaron dos metodologías complementarias: el **Método TCS** (*Time Constrained Search*), que consiste en la búsqueda cronometrada de indicios indirectos (huellas, madrigueras o restos) en refugios potenciales; y el **Método VES** (*Visual Encounter Survey*), basado en el avistamiento oportunista de ejemplares a lo largo de transectos definidos según el hábitat.

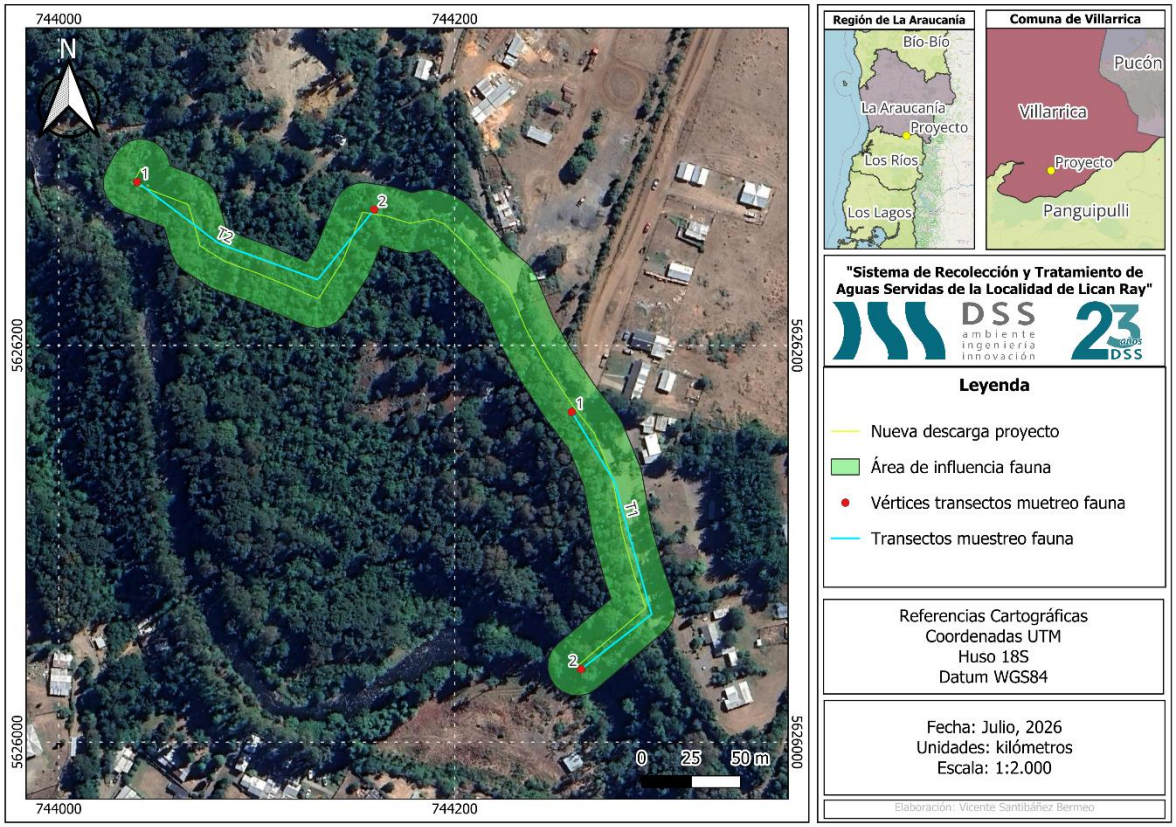

Figura 21 Transectos de muestreo fauna en la zona de estudio

Tabla 50 Coordenadas UTM de inicio y término de los transectos de muestreo de fauna. Campaña de invierno de 2026

Transectos muestreo fauna	Datum WGS 84 HUSO 18S			
	Inicio Este (m E)	Inicio Norte (m S)	Final Este (m E)	Final Norte (m S)
Transecto-01	744.259	5.626.166	744.264	5.626.036
Transecto-02	744.041	5.626.289	744.159	5.626.268

Aves

Durante cinco días se efectuaron registros visuales y auditivos en horario diurno, utilizando binoculares y la técnica de *playback*. Para las especies nocturnas y crepusculares se establecieron cuatro puntos de escucha, evaluados durante dos noches entre las 19:00 y las 21:00 horas, con 20 minutos de muestreo por punto.

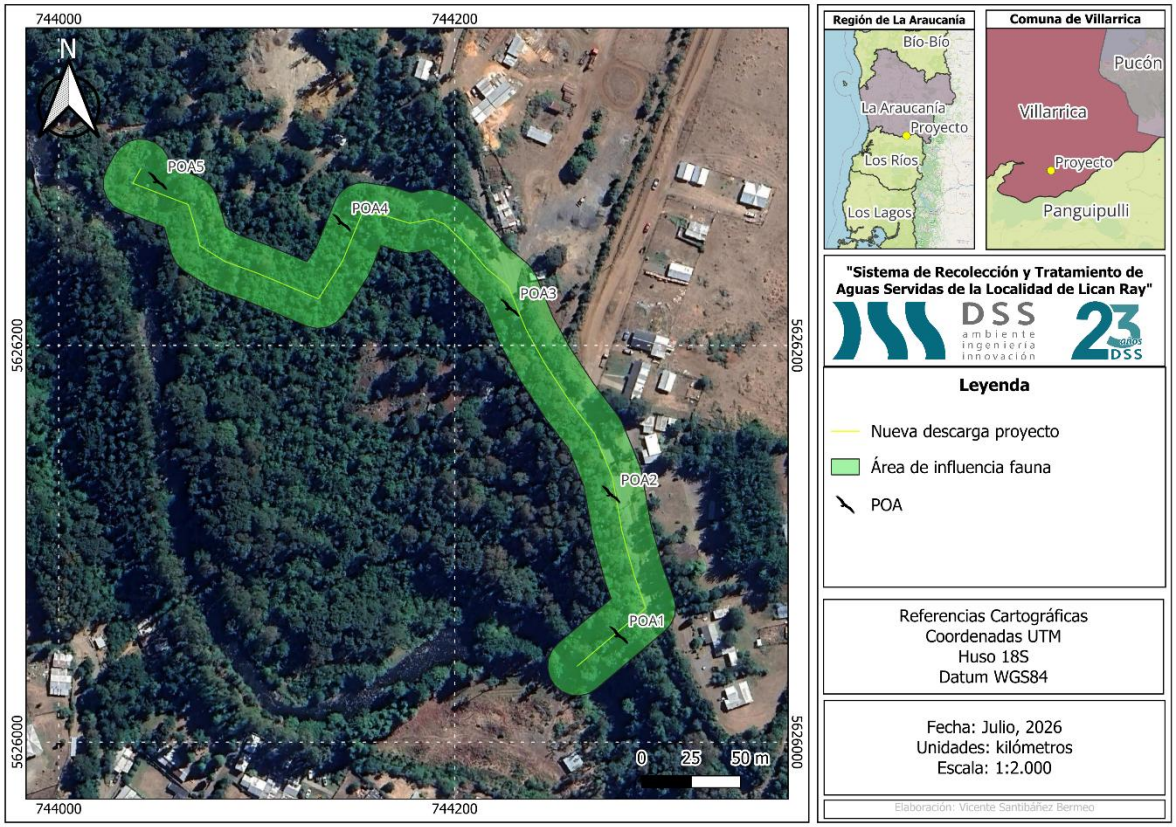

Figura 22 Ubicación de los puntos de observación de aves (POA) implementados durante la campaña de invierno de 2026 en el área de influencia del proyecto.

Tabla 51 Coordenadas UTM de los puntos de observación de aves (POA) implementados en el área de influencia del proyecto durante la campaña de invierno de 2026.

Puntos de observación de aves (POA)	Datum WGS 84 HUSO 18S	
	Este (m E)	Norte (m S)
POA-01	744.283	5.626.054
POA-02	744.279	5.626.125
POA-03	744.228	5.626.219
POA-04	744.143	5.626.262
POA-05	744.050	5.626.283

Las aves es el grupo con mayor abundancia, con un total de 70 individuos y una riqueza de 13 especies. Las especies más abundantes en el área de estudio corresponden a *Sephanoides sephanoides* (Picaflor) y *Theristicus melanopis* (Bandurria) con un registro de 12 ejemplares cada una, seguidas por *Aphrastura spinicauda* (Rayadito) con 9 ejemplares. Dentro de los transectos, el valor más alto registrado de abundancia fue de 49 individuos, los cuales se detectaron en el T-02. En el caso de la riqueza, el registro más alto corresponde al transecto T-02 con 12 especies, mientras que el T-01 presentó una riqueza de 8 especies. También, hay que señalar que especies como *Sephanoides sephanoides* (Picaflor), *Theristicus*

melanopis (Bandurria) y *Aphrastura spinicauda* (Rayadito), entre otras, fueron las más frecuentes al estar presentes en los 2 transectos evaluados.

Tabla 52 Listado de especies de aves registradas en el área de influencia del proyecto durante la campaña de invierno 2026.

Especie	Nombre común	Origen	Estado Conservación	T-01	T-02
Sephanoides sephanoides	Picaflor	Nativo	NC	5	7
Coragyps atratus	Jote cabeza negra	Nativo	NC	0	3
Vanellus chilensis	Queltehue	Nativo	NC	0	8
Milvago chimango	Tiuque	Nativo	NC	2	4
Aphrastura spinicauda	Rayadito	Nativo	NC	3	6
Pygarrhichas albogularis	Comesebo grande	Nativo	NC	1	0
Scytalopus magellanicus	Churrín del Sur	Nativo	NC	1	2
Pteroptochos tarnii	Hued hued	Nativo	LC	0	2
Scelorchilus rubecula	Chucao	Nativo	LC	2	2
Phrygilus patagonicus	Cometocino patagónico	Nativo	NC	0	3
Anairetes parulus	Cachudito	Nativo	NC	2	3
Colorhamphus parvirostris	Viudita	Nativo	NC	0	2
Theristicus melanopis	Bandurria	Nativo	LC	5	7

Dentro de este grupo, tres especies se encuentran en categoría de conservación de acuerdo con el Reglamento de Clasificación de Especies, estas fueron: *Scelorchilus rubecula* (Chucao), *Pteroptochos tarnii* (Hued hued) y *Theristicus melanopis* (Bandurria), todas ellas clasificadas como **Preocupación Menor (LC).**

Mamíferos

Para micromamíferos se instalaron 15 trampas Sherman, cebadas con avena y esencia de vainilla, que permanecieron activas aproximadamente 10 horas y fueron revisadas durante las primeras horas de la mañana. Para mesomamíferos se instaló una cámara trampa, activa durante 72 horas consecutivas y provista de carnada a base de pescado.



Figura 23 Ubicación de los sitios de instalación de trampas Sherman durante la campaña invierno de 2026

Tabla 53 Coordenadas UTM de ubicación de las Trampas Sherman implementadas durante la campaña invierno de 2026.

Trampas Sherman (TS)	Datum WGS 84 HUSO 18S	
	Este (m E)	Norte (m S)
TS-01	744.269	5.626.040
TS-02	744.288	5.626.053
TS-03	744.283	5.626.077
TS-04	744.282	5.626.111
TS-05	744.274	5.626.138
TS-06	744.250	5.626.180
TS-07	744.227	5.626.225
TS-08	744.195	5.626.261
TS-09	744.162	5.626.265
TS-10	744.139	5.626.255
TS-11	744.118	5.626.220
TS-12	744.093	5.626.240
TS-13	744.059	5.626.250
TS-14	744.059	5.626.281
TS-15	744.030	5.626.282

Los mamíferos registraron una abundancia total de 11 individuos y una riqueza de 3 especies. Las especies más abundantes en el área de estudio corresponden a *Rattus norvegicus* (guarén) con un registro de 8 ejemplares y *Rattus rattus* (rata negra) con 2 ejemplares. Para los transectos, el valor más alto registrado de abundancia fue de 8 individuos, detectados en el transecto T-02. En el caso de la riqueza, el registro más alto corresponde al transecto T-01 con 3 especies. Durante las actividades de trampeo, se registró la presencia de un único ejemplar nativo correspondiente a *Oligoryzomys longicaudatus* (ratón de cola larga), capturado en el T-01.

En la siguiente tabla se presenta la abundancia de especies registradas en el área de influencia.

Tabla 54 Listado de especies de mamíferos registradas en el área de influencia del proyecto durante la campaña de invierno 2026.

Especie	Nombre común	Origen	Estado Conservación	T-01	T-02
Oligoryzomys longicaudatus	Ratón de cola larga	Nativo	NC	1	0
Rattus norvegicus	Guarén	Introducido	NA	1	7
Rattus rattus	Rata negra	Introducido	NA	1	1

Respecto al estado de conservación de este grupo, cabe señalar que ninguna de las especies de mamíferos registradas en el área de influencia se encuentra bajo alguna categoría de amenaza oficial de acuerdo con el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) del Ministerio del Medio Ambiente.

Reptiles

La evaluación se realizó durante cinco días mediante búsqueda activa en transectos, aplicando los métodos TCS y VES. Estos consideraron la inspección visual y manual de refugios y elementos del hábitat, como piedras, troncos, hojarasca y vegetación arbustiva. Los recorridos se efectuaron entre las 10:30 y las 13:00 horas y entre las 14:30 y las 16:00 horas.

A pesar de los esfuerzos de muestreo ejecutados en la campaña de invierno 2026, no se registraron individuos correspondientes al grupo de reptiles.

Anfibios

El muestreo se realizó durante cinco días en dos transectos. Durante el día se aplicaron los métodos VES y TCS, mediante la observación directa y la revisión manual de refugios potenciales. Complementariamente, se establecieron cuatro puntos de escucha nocturna asociados a canales activos, donde se aplicó *playback*

durante dos noches, entre las 19:00 y las 21:00 horas, con aproximadamente 20 minutos de evaluación por punto.

A pesar de los esfuerzos de muestreo ejecutados en la campaña de invierno 2026, no se registraron individuos correspondientes al grupo de los anfibios.

Del total de 16 especies registradas en el área de estudio durante la presente campaña, tres especies de origen nativo se encuentran bajo una categoría de conservación oficial según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) del Ministerio del Medio Ambiente. Estas corresponden a *Scelorchilus rubecula* (chucao), *Pteroptochos tarnii* (hued-hued) y *Theristicus melanopis* (bandurria), las cuales están clasificadas en la categoría de "Preocupación Menor" (LC). Las 11 especies nativas restantes se encuentran catalogadas como "No Clasificada" (NC), mientras que las 2 especies restantes corresponden a fauna introducida ("No Aplica" NA). Por lo tanto, en el área de influencia evaluada no se registraron especies en categorías de amenaza.

De acuerdo a la información de flora y vegetación presentada, la intervención sobre la superficie del suelo donde se instalará el proyecto es permanente, sólo dentro de 1,71 hectáreas correspondiente al sector donde se aplicará el Plan de Manejo Forestal, siendo un área reducida para el sustento de la biodiversidad que presentaría un efecto adverso, y aledaño a una porción de 1,06 de bosque nativo que no serán intervenidas dentro del predio de 2,91 hectáreas, por cuanto la intervención sobre los recursos naturales renovables se considera poco significativo, lo que no implica tener consideraciones en la diversidad biológica como se establece en el PAS 148, presentados para la corta de Bosque y Vegetación Nativa.

En relación con la fauna, y considerando los resultados obtenidos, en los sectores donde se emplazarán las obras y el nuevo trazado proyectado no se registraron especies clasificadas en categorías de amenaza ni zonas de congregación, alimentación o nidificación. Estos antecedentes permiten descartar una afectación significativa asociada al estado de conservación de la fauna. Sin perjuicio de lo anterior, se contemplan medidas de manejo destinadas a evitar o reducir eventuales afectaciones sobre los individuos presentes durante la ejecución de las obras. En este contexto, se presentan los antecedentes necesarios para el otorgamiento del PAS 146.

Campaña limnológica 2026

Adicionalmente, durante el año 2026 se realizó una campaña limnológica, los antecedentes se presentan a continuación.

Durante la campaña se caracterizaron estaciones que se ubican en el estero Melilahuen, la ubicación y coordenadas se presentan a continuación:

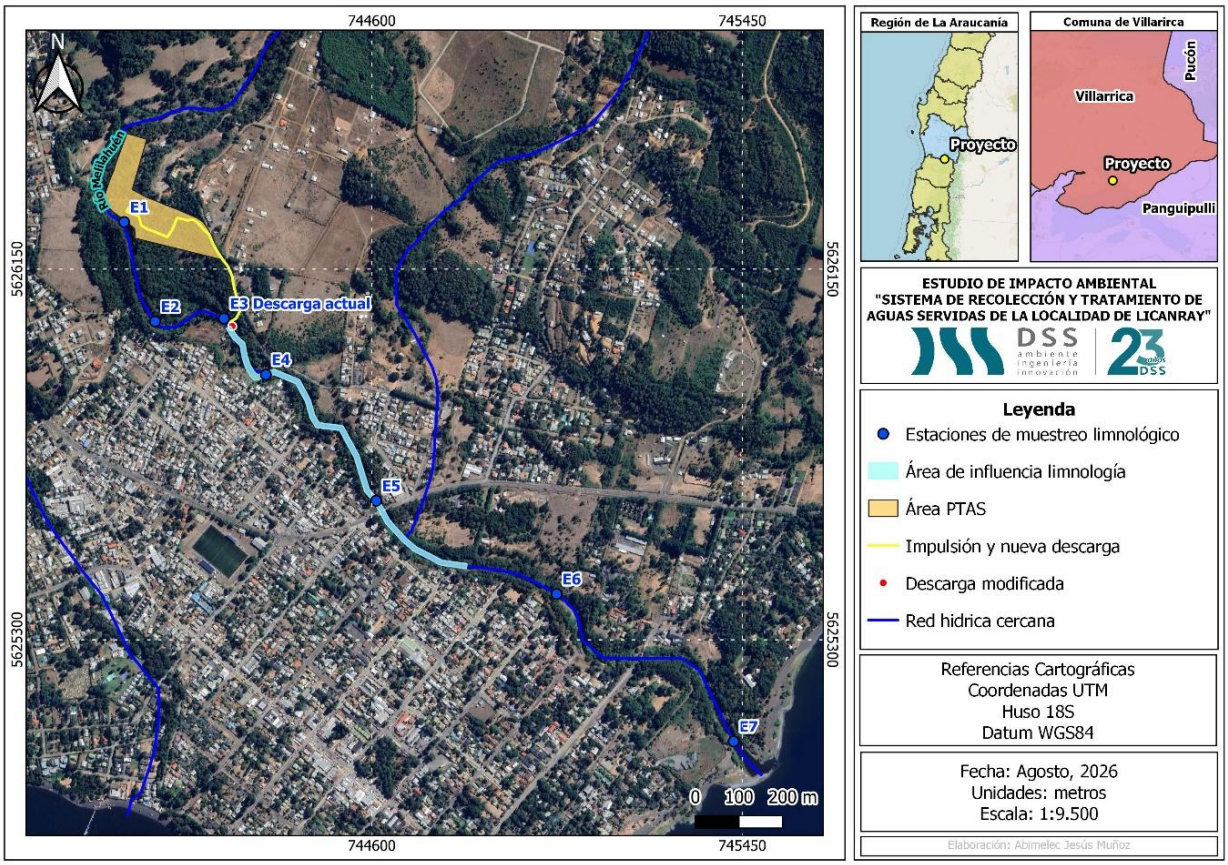

Figura 24 Estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia del Proyecto

Las coordenadas de las estaciones se detallan a continuación.

Tabla 55 Coordenadas geográficas en UTM de las estaciones del estudio de limnología

Sector	Estación	Descripción	Datum WGS 84 HUSO 18	
			Este (m E)	Sur (m S)
Río Melilahuén	E-1	300 m aguas arriba	744.032	5.626.258
Río Melilahuén	E-2	150 m aguas arriba	744.103	5.626.030
Río Melilahuén	E-3	Descarga	744.261	5.626.037
Río Melilahuén	E-4	160 m aguas abajo	744.357	5.625.908
Río Melilahuén	E-5	550 m aguas abajo	744.610	5.625.619

Sector	Estación	Descripción	Datum WGS 84 HUSO 18	
			Este (m E)	Sur (m S)
Río Melilahuén	E-6	1 km aguas abajo	745.024	5.625.405
Río Melilahuén	E-7	1,5 km aguas abajo, desembocadura	745.430	5.625.067

Comunidades Bentónicas

Asociado a los resultados de la comunidad bentónica, para la campaña de julio, se registró un total de 19 taxas, donde la mayor parte de ellos correspondieron a estados inmaduros de insectos. Para los taxa que no son insectos, se observó la presencia de organismos anélidos del orden Haplotaxida con las familias Naididae y Lumbriculidae, además de moluscos gastrópodos (2 familias) y bivalvos (1 familia). Los taxas más abundantes durante la campaña fueron nemátodos indeterminados con una abundancia de 100 Ind/m2 lo que equivale al 16,8% del total de la abundancia del ensamble, seguido por insectos de la familia Leptoceridae (Tricóptera) y Chironomidae (Díptera) con 88,9 y 83,3 Ind/m^2, equivalente al 15% y 14% de la abundancia total, respectivamente.

En la siguiente tabla se observa la abundancia de los macroinvertebrados bentónicos.

Tabla 56 Abundancias de macroinvertebrados bentónicos Ind/m² (> 250 µm) registradas en dos réplicas (n=2) en las siete estaciones de muestreo del proyecto. El color verde indica las especies más abundantes y el color naranjo destaca la estación con mayor cantidad de individuos (Ind/m²), Campaña invierno 2026

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE / GRUPO	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Total, por taxa	% por taxa
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Lumbriculidae	Lumbriculidae spp. Indet.				27,8				27,8	4,7
			Naididae	*Nais* sp.		11,1		16,7				27,8	4,7
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Psephenidae Larva	Psephenidae spp. Indet.							11,1	11,1	1,9
			Elmidae Larva	Elmidae spp.Indet.	16,7	22,2						38,9	6,5
		Diptera	Athericidae Larva	Athericidae spp.Imdet.	11,1							11,1	1,9
			Ceratopogonidae Larva	Ceratopogonidae spp. Indet.						16,7		16,7	2,8
			Chironomidae Larva	Chironomidae spp. Indet.	22,2	16,7	22,2			22,2		83,3	14,0
			Limoniidae Larva	Limoniidae spp.Indet.				22,2				22,2	3,7
			Simuliidae Larva	Simuliidae spp.Indet.						16,7		16,7	2,8
			Tipulidae Larva	Tipulidae spp.Indet.			16,7	22,2			22,2	61,1	10,3
		Ephemeroptera	Leptophlebiide larva	*Meridialaris* sp.				11,1				11,1	1,9
				Nousia sp.		11,1						11,1	1,9
		Odonata	Coenagrionidae Larva	Coenagrionidae spp.Indet.			11,1					11,1	1,9
		Trichoptera	Leptoceridae Larva	Leptoceridae spp.Indet.		22,2				11,1	55,6	88,9	15,0
			Hydropsychidae	*Smicridea* sp.						11,1		11,1	1,9
Mollusca	Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae	*Pisidium* sp.		11,1						11,1	1,9
	Gastropoda	superordenHygrophila	Planorbidae	*Biomphalaria* sp.					22,2			22,2	3,7

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE / GRUPO	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Total, por taxa	% por taxa
			Chilinidae	*Chilina* sp.						11,1		11,1	1,9
Nematoda	Adenophorea	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado						100		100	16,8
Total					**50**	**94,4**	**50**	**100**	**22,2**	**188,9**	**88,9**		

Abundancia

De acuerdo con el análisis de parámetros comunitarios de los macroinvertebrados bentónicos de la campaña de muestreo de julio 2026, se observaron las mayores abundancias en E-6 con 189,9 Ind/m^2, mientras que E-5 mostró los valores más bajos con 22,2 Ind/m^2. En la siguiente tabla se observa la abundancia total por estación de muestreo.

Tabla 57 Índices comunitarios de las estaciones muestreadas: S) Riqueza taxonómica, N) Abundancia total (Indx100m-3), J') Índice de equidad de Pielou, H') Índice de Shannon (nits/ind), Campaña invierno 2026

Estación	S	N	J'	H'
E-1	3	50	0,97	1,06
E-2	6	94,4	0,97	1,74
E-3	3	50	0,97	1,06
E-4	5	100	0,97	1,57
E-5	1	22,2	-	-
E-6	7	188,9	0,78	1,52
E-7	3	88,9	0,82	0,9

Fauna Íctica

Durante la campaña de invierno también se realizó el esfuerzo de muestreo para obtener muestras de ictiofauna, sin embargo, no se abstuvieron registros de especies correspondientes a este grupo.

Calidad de Agua

Adicionalmente se realizó un análisis en laboratorio de la calidad de agua Los valores son comparados con los límites establecidos en la NCh1333.Of78 "*Requisitos de calidad de agua para diferentes usos"* para vida acuática.

Los parámetros analizados en laboratorio corresponden a Nitrato, Nitrito, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Sólidos Suspendidos Totales y DBO_5.

Tabla 58 Parámetros fisicoquímicos determinados en laboratorio en la columna de agua para cada una de las estaciones muestreadas, Campaña invierno 2026.

Cuerpo de agua	Río Melilahuén						
Parámetros	**E-1**	**E-2**	**E-3**	**E-4**	**E-5**	**E-6**	**E-7**
Nitrito (mg/L)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Nitrato (mg/L)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Nitrógeno total (mg/L)	1,00	0,55	0,86	0,63	0,47	0,59	0,80
Fósforo total (mg/L)	0,46	0,46	< 0,2	0,23	0,23	0,4	0,38
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	12
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	4,62	5,90	4,48	6,88	4,62	5,98	4,98

De acuerdo con los análisis de parámetros de calidad de agua de laboratorio, se evidencian variaciones

entre las estaciones de muestreo. Los parámetros nitrito y nitrato presentan en todas las estaciones valores inferiores a sus respectivos límites de detección, lo que indica buenas condiciones respecto de estos parámetros. La estación E-1 presenta la mayor concentración de nitrógeno total (1,00 mg/L), mientras que E-5 presenta la menor (0,47 mg/L). Para fósforo total, las mayores concentraciones se registran en E-1 y E-2, ambas con 0,46 mg/L, mientras que E-3 presenta un valor bajo el límite de detección. En cuanto a sólidos suspendidos totales, todas las estaciones presentan valores inferiores al límite de detección, a excepción de E-7, que registra 12 mg/L. Finalmente, la DBO_5 presenta su mayor concentración en E-4 (6,88 mg/L) y la menor en E-3 (4,48 mg/L), evidenciándose una mayor carga de materia orgánica biodegradable en E-4. Respecto al componente hidrobiológico, la integración de los índices comunitarios y bióticos permite evidenciar un sistema corresponde a un ambiente medianamente perturbado, caracterizado por una riqueza taxonómica, diversidad y abundancia moderada de macroinvertebrados bentónicos, donde no se registraron especímenes pertenecientes a categorías de conservación, de acuerdo con el Reglamento para la Clasificación de Especies.

De acuerdo con la caracterización y evaluación de la calidad del agua, el efluente tratado cumplirá los límites establecidos en la normativa aplicable y no generará cambios relevantes en las condiciones fisicoquímicas del cuerpo receptor respecto de su condición basal. En consecuencia, la descarga no alterará significativamente la calidad del agua ni las condiciones del hábitat acuático que determinan la composición, abundancia y diversidad de las especies presentes en el estero Melilahuen.

c) La magnitud y duración del impacto del proyecto o actividad sobre el suelo, agua o aire en relación con la condición de línea de base.

Componente	Magnitud	Duración
Suelo	Tal como fue mencionado anteriormente, se espera intervenir de las 2,91 hectáreas en el sector de emplazamiento de la PTAS, sólo 1,71 hectáreas, ya que el resto del terreno se mantendrá sin intervención y el resto de las instalaciones del proyecto se emplazarán en la zona urbana de la localidad de Lican Ray, por lo que no se afectarán suelos con importancia para los recursos naturales, aun cuando las instalaciones de carácter permanente en el tiempo, por cuanto se estima que la magnitud no será significativa. Para el emplazamiento de la PTAS se utilizarán 1,15 hectáreas, las cuales se encuentran inmersas dentro de las 1,71 hectáreas definidas para cortar por el Plan de manejo forestal, quedando 0,56 hectáreas despejadas de vegetación. Esta área será utilizada, para emplazar la instalación de faenas, en relación a lo mismo, en el Capítulo 11.1 del EIA, se presentan los antecedentes del PAS 160, para las edificaciones proyectadas para la PTAS. Además, durante la fase de construcción del proyecto se gestionarán el manejo y disposición de residuos, sean estos peligrosos o no peligrosos, razón por la cual se presentan los antecedentes para la obtención de los PAS 140 y 142. Cabe destacar que producto de la operación de la PTAS en ningún caso se vierten contaminantes al suelo, sólo hace ocupación de su superficie. Finalmente, se presenta un Plan de Contingencias y Emergencias en el cual se abordan situaciones tales como derrame de residuos, con el fin de evitar impactos como la contaminación del suelo.	La duración del impacto del proyecto sobre el suelo será indefinida, ya que está relacionado con la vida útil del proyecto.
Agua	El proyecto no provocará impactos en el componente agua debido a que cumplirá en todo momento con lo estipulado en la tabla N°3 del D.S. N°90/2000. Por otro lado, conforme lo indicado en el Catastro de usos, hidrología, hidráulica y calidad del agua (Anexo 3.3 de la Adenda Complementaria), realizado en el Estero Melilahuen se concluye que los compuestos se mantendrán en concentraciones similares a las de la actualidad, se considera que el aumento de caudal no generará cambios significativos en las características del agua del curso receptor, ni en el desarrollo de uso de aguas por usuarios locales. Además, como se ha indicado en puntos anteriores, respecto de los residuos provenientes de los servicios	El proyecto no provocará impactos adversos significativos en el componente agua.

Componente	Magnitud	Duración
	higiénicos, éstos estarán conectados al sistema de alcantarillado interior de la PTAS, por lo que serán tratados y dispuestos en cumplimiento de la normativa vigente.	
Aire	Se considera baja en función de los resultados de los informes de emisiones y de modelación atmosférica (Capítulo 4 del EIA) más el informe de modelación de odorantes realizados para el presente proyecto y que se presentan en el Anexo 3.2 de la Adenda Complementaria y que indican que las emisiones son bajas, cumplen con la normativa asociada y por ende no afectan a la salud de las personas.	La duración se relaciona directamente con el desarrollo cronológico de la fase de construcción y posterior operación.

Con todo lo anterior, <u>se concluye que no existe un efecto significativo adverso</u> en el componente ambiental agua, suelo o aire por la magnitud y duración del impacto del proyecto o actividad en forma directa por el aporte ininterrumpidamente de parámetros ambientales de los límites de la línea base.

d) 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. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las normas vigentes en los Estados que se señalan en el artículo 11 del presente Reglamento. En caso que no sea posible evaluar el efecto adverso de acuerdo a lo anterior, se considerará 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

A continuación, se detallan para cada una de las normas secundarias de calidad ambiental vigente, cuál es la relación con el proyecto y, además, las medidas establecidas por el titular en caso de sobrepasar las concentraciones establecidas en ellas.

<u>Aire</u>

Las normas de calidad secundaria asociadas al componente aire que se encuentran vigentes en el país corresponden a las siguientes.

Tabla 59 Normas de calidad secundaria para el componente aire

Norma	Contenido	Relación con el proyecto
Decreto Supremo 4/1992	Establece normas de calidad del aire para material particulado sedimentable en la cuenca del rio Huasco III Región.	No aplica al proyecto.

Norma	Contenido	Relación con el proyecto
Decreto Supremo 22/2009	Establece norma de calidad secundaria de aire para anhídrido sulfuroso	Al respecto se menciona que el proyecto, tanto en la fase de construcción como operación no generará emisiones considerables de SO_2. Tal como se presenta en el Capítulo 4 del EIA (Informe de Estimación de Emisiones Atmosféricas), las emisiones de anhídrido sulfuroso son cercanas al cero absoluto, por tanto, el impacto que generará el proyecto en términos de concentraciones es nulo.

Agua:

En relación con este componente, en Chile existen 8 normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas. Cabe señalar que las Normas Secundarias de Calidad del Agua (NSCA) son regulaciones ambientales que establecen límites de contaminantes (sustancias, elementos, energía) en cuerpos de agua para proteger los ecosistemas acuáticos y la naturaleza.

Tabla 60 Normas de calidad secundaria para el componente agua

Norma	Contenido	Relación con el proyecto
Decreto Supremo 75/2009 E	Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Serrano.	No aplica al proyecto.
Decreto Supremo 22/2009 E	Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas del Lago Llanquihue.	No aplica al proyecto.
Decreto Supremo 9/2015	Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Biobío	No aplica al proyecto.
Decreto Supremo 53/2014	Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Maipo.	No aplica al proyecto
Decreto N°41/2023	Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Aconcagua.	No aplica al proyecto
Decreto N°43/2024	Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas y sedimentos de la bahía de Quintero - Puchuncaví	No aplica al proyecto
Decreto N°21/2025	Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Valdivia	No aplica al proyecto
Decreto N°19/2013	Norma secundaria de calidad ambiental para la protección de aguas continentales superficiales del Lago Villarrica	No aplica al proyecto

De acuerdo con lo anterior, al proyecto no le aplica el análisis de normativas secundarias para evaluar la calidad de las aguas. En consecuencia, y conforme a lo indicado por el Reglamento, se utilizó un enfoque basado en la evaluación del efecto sobre la biota considerando las condiciones limnológicas del cuerpo

receptor. Para lo anterior, se consideró un informe de calidad de agua y otro asociado a la limnología (Anexo 3.3 y 3.7 de la Adenda Complementaria).

Calidad de agua - Actualización 2026

Con respecto al componente Agua, la planta considera un tratamiento de las aguas residuales, las cuales serán descargadas al estero Melilahuen, dando cumplimiento a la Tabla N°3 del D.S. N°90/2000 del MINSEGPRES.

Si bien el régimen de caudales procesados por la PTAS presenta variaciones de forma estacional e incluso intradiaria, generalmente se puede deducir una expresión que representa el caudal medio de operación y que, por lo tanto, sea indicativa de los efectos de la descarga en términos medios.

Sin embargo, se decidió modelar la calidad de agua con el caudal máximo horario proyectado. Si bien el caudal máximo no se produce a lo largo de todo el día, ni de forma permanente, la selección de este caudal permitirá evaluar la condición más desfavorable de descarga.

Para el presente proyecto, el caudal máximo horario corresponde al caudal asociado a la máxima capacidad de las bombas de PEAS N°2, correspondiente a 95 l/s (0,095 m^3/s).

En base a lo anterior, y para la posterior modelación de calidad de agua, se consideraron los siguientes escenarios bajo cambio climático:

- Escenario Estival: considera el caudal medio estival 1,34 m^3/s del estero Melilahuen, y caudal efluente de verano de 0,0424 m^3/s.

  Escenario Invernal: considera el caudal medio invernal 4,99 m^3/s del estero Melilahuen y caudal efluente de invierno de 0,0244 m^3/s.
- Escenario Máximo: considera el caudal medio estival 1,34 m^3/s del estero Melilahuen, y caudal efluente capacidad máxima de 0,095 m^3/s.

Caracterización hidroquímica del cuerpo receptor

Adicionalmente, con el propósito de contar con una referencia que permita evaluar adecuadamente los efectos del efluente tratado de la PTAS Lican Ray proyectada, se caracterizó la condición previa al inicio de la descarga, correspondiente a la situación basal. Para ello, se revisaron y actualizaron los antecedentes históricos disponibles para cada compuesto analizado, integrando la información proporcionada por la Dirección General de Aguas (DGA) con los resultados de nueve campañas de terreno efectuadas entre 2010 y 2026, según se detalla a continuación:

Tabla 61 Datos usados para caracterización previa del estero Melilahuen

Nº	Actividad realizada	Fecha o periodo	Laboratorio o Fuente
1	Registro histórico de la estación de calidad de agua "Río Melilahuen en Lago Calafquén"	1997-2009	Dirección General de Aguas
2	Levantamiento en terreno	Febrero de 2010	Hidrolab
3	Levantamiento en terreno	Abril de 2010	Hidrolab
4	Levantamiento en terreno	Junio de 2018	Aquagestión
5	Levantamiento en terreno	Julio de 2019	ANAM
6	Levantamiento en terreno	Agosto de 2019	ANAM
7	Levantamiento en terreno	Septiembre de 2019	ANAM
8	Levantamiento en terreno	Enero de 2020	ERA Sustentable
9	Levantamiento en terreno	Abril de 2026	ANAM
10	Levantamiento en terreno	Junio de 2026	ANAM

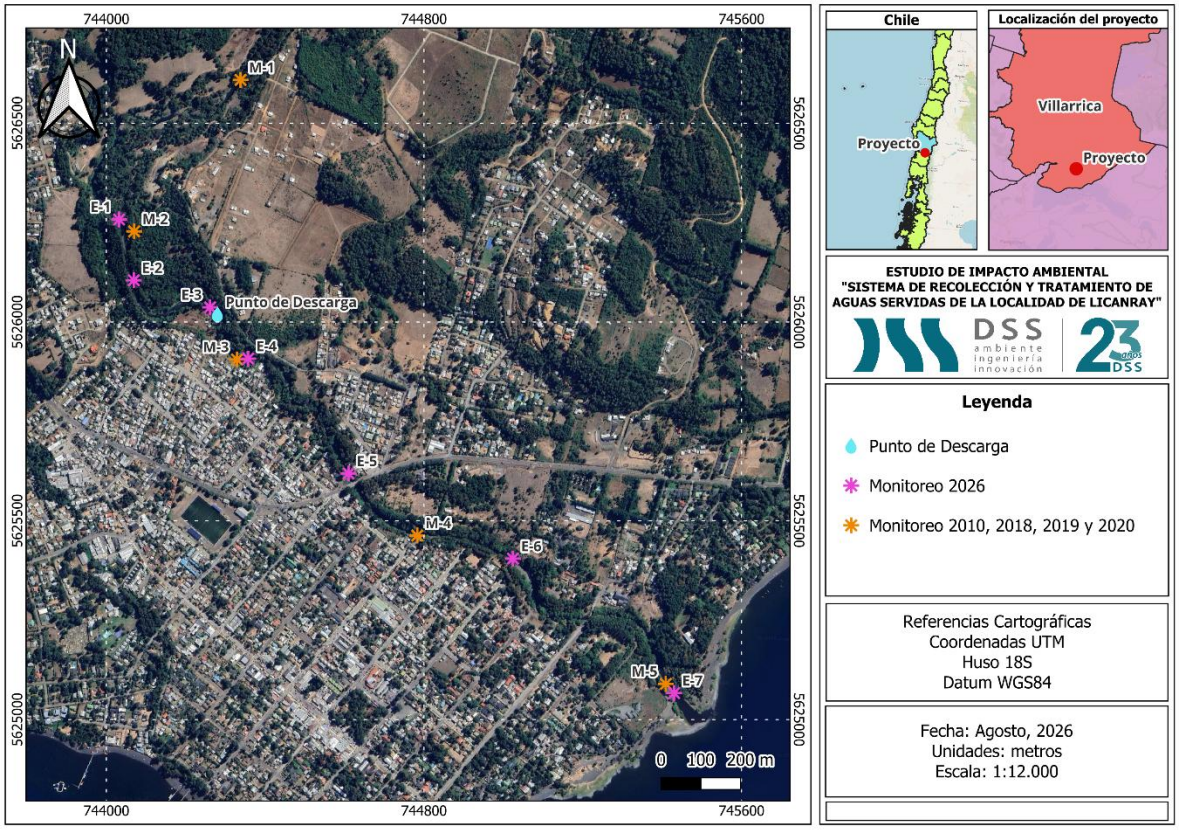

Figura 25 Ubicación puntos de muestreo

Debido a que las características de la línea base buscan reflejar las condiciones de las aguas del estero y que estas varían a lo largo del año según las características de la cuenca, del clima, del suelo, entre otras,

para reflejar estas variaciones se realizó una separación de los datos, de manera de contar con una base de datos de periodo seco (representativa de la situación del estero en periodo de verano), y en periodo de lluvias (que representa las condiciones del estero en periodo de abundancia de agua).

Para cada uno de los compuestos se asoció una concentración representativa, calculada como el promedio de los registros históricos, además del valor mínimo y máximo medido que conforman un rango de valores dentro de los cuales se consideran concentraciones normales en el estero.

Finalmente, la línea base definida tanto para periodo seco como para periodo de lluvias se definió acorde a lo presentado en la siguiente tabla:

Tabla 62 Características hidroquímicas estero Melilahuen – Línea Base

Compuesto	Unidad	Promedio – Línea Base		Límites periodo seco		Límite periodo de lluvia	
		Periodo seco	Periodo de lluvia	Max	Min	Max	Min
Nitrógeno Total	mg/l	0,52	0,35	2,16	0,01	2,36	0,01
Fósforo Total	mg/l	0,21	0,03	1,13	0,034	0,07	0,01
DBO5	mg/l	2	1,19	6	1	2	1
SST	mg/l	5,4	7,38	20,5	1	67,8	1

Fuente: informe de calidad de agua. 2026

Caracterización hidroquímica del efluente

El proyecto en evaluación cuenta con la tecnología necesaria que permite descargar un efluente que cumpla con la normativa vigente. En particular, el efluente que se proyecta sobre el estero Melilahuen cumplirá con las exigencias de concentración máxima de descarga del Decreto Supremo 90 en su Tabla 3 "Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua lacustre".

En la siguiente tabla se indica el valor de la concentración de los distintos parámetros utilizados en el modelo.

Tabla 63 Concentraciones de efluente utilizado en la modelación de calidad de agua.

Parámetro	Unidad	Valor máximo DS 90
Nitrógeno Total	mg/l	10
Fósforo Total	mg/l	2
DBO_5	mg/l	35
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	80

Fuente: informe de calidad de agua. 2026.

Modelo Hidráulico

Se desarrolló un modelo hidráulico con el software HEC-RAS para analizar las características del flujo ante caudales de distinta magnitud. Adicionalmente, el modelo hidráulico servirá de base para la posterior

modelación numérica de calidad de agua. Esto se realiza activado la funcionalidad en HEC-RAS para modelar la ecuación transporte advección-reacción en el estero Melilahuen.

El tramo analizado parte 700 m aguas arriba de la descarga proyectada y termina en la desembocadura del estero Melilahuen en el Lago Calafquén, disponiendo de 123 perfiles transversales separados cada 20 metros.

A continuación, se presenta una tabla resumen con los parámetros utilizados en la modelación hidráulica.

Tabla 64 Parámetros modelo hidráulico.

Condición	Descripción
Geometría	DEM construido a partir de levantamiento topo batimétrico. 123 perfiles espaciados cada 20 metros.
Coeficiente de rugosidad de Manning	Según tabla 6.14 informe de calidad de agua
Régimen de modelación	Flujo permanente en escurrimiento mixto.
Condiciones de flujo estero Melilahuen, bajo escenario de cambio climático	Caudal medio en periodo estival: 1,34 m^3/s Caudal medio en periodo invernal: 4,99 m^3/s
Condiciones de Borde	Altura Normal/Pendiente aguas arriba: 0,011 Altura Normal/Pendiente aguas abajo: 0,00758
Caudal efluente proyectado al año 2034	Efluente estival: 42,4 l/s (0,0424 m^3/s) Efluente invernal: 24,4 l/s (0,0244 m^3/s) Efluente capacidad máxima: 95 l/s (0,095 m^3/s)

Fuente: informe de calidad de agua. 2026.

La modelación hidráulica se realizó utilizando los parámetros de diseño mencionados anteriormente y, considerando la condición morfológica del cauce de acuerdo con el levantamiento topográfico. Los perfiles transversales se observan en la siguiente figura.



Figura 26 Descarga Proyectada y Perfiles Transversales

Fuente: informe de calidad de agua. 2026.

Adicionalmente, el área de influencia para la calidad de aguas superficiales se delimitó en el tramo del estero Melilahuen, donde la descarga del efluente tratado podría alterar los parámetros hídricos a causa del proyecto.

La delimitación del área de influencia consideró todos los escenarios de modelación, incluyendo condiciones hidrológicas bajo cambio climático y la condición más desfavorable de operación del proyecto, correspondiente a la descarga máxima de la PTAS (95 l/s). En consecuencia, el área de influencia se definió sobre la base del escenario más conservador.

En la siguiente tabla se presenta la distancia de estabilización obtenidas para cada uno de los parámetros modelados, indicando la distancia de mayor longitud.

Tabla 65 Resumen longitudes de estabilización

Parámetro	Longitud	Escenario
Nitrógeno Total	460 m	Estival con efluente máximo
Fósforo Total	220 m	Estival con efluente máximo

Parámetro	Longitud	Escenario
DBO5	320 m	Invernal con efluente invernal
SST	860 m	Estival con efluente máximo

Fuente: informe de calidad de agua. 2026.

Con el objetivo de definir el área de influencia de manera conservadora, se adoptó la mayor distancia de estabilización obtenida en las modelaciones. Esta quedó determinada por el comportamiento de los Sólidos Suspendidos Totales (SST), cuya estabilización se alcanza a 860 m aguas abajo de la descarga.

En consecuencia, el área de influencia para la calidad de aguas superficiales comprende el tramo del estero Melilahuen desde el punto de vertido hasta dicha distancia, donde los parámetros evaluados logran una condición estable sin variaciones espaciales adicionales atribuibles al proyecto. Asimismo, las concentraciones simuladas permanecen dentro del rango de variabilidad natural del cauce.

Cabe destacar que este punto de estabilización se localiza aproximadamente 900 m antes de la desembocadura en el lago Calafquén, lo que demuestra que la mezcla y dispersión del efluente se completan dentro del flujo fluvial, descartando un proceso de mezcla activo al ingresar al ambiente lacustre.

En la siguiente figura, se presenta la delimitación del área de influencia definida para el componente calidad de agua superficial.

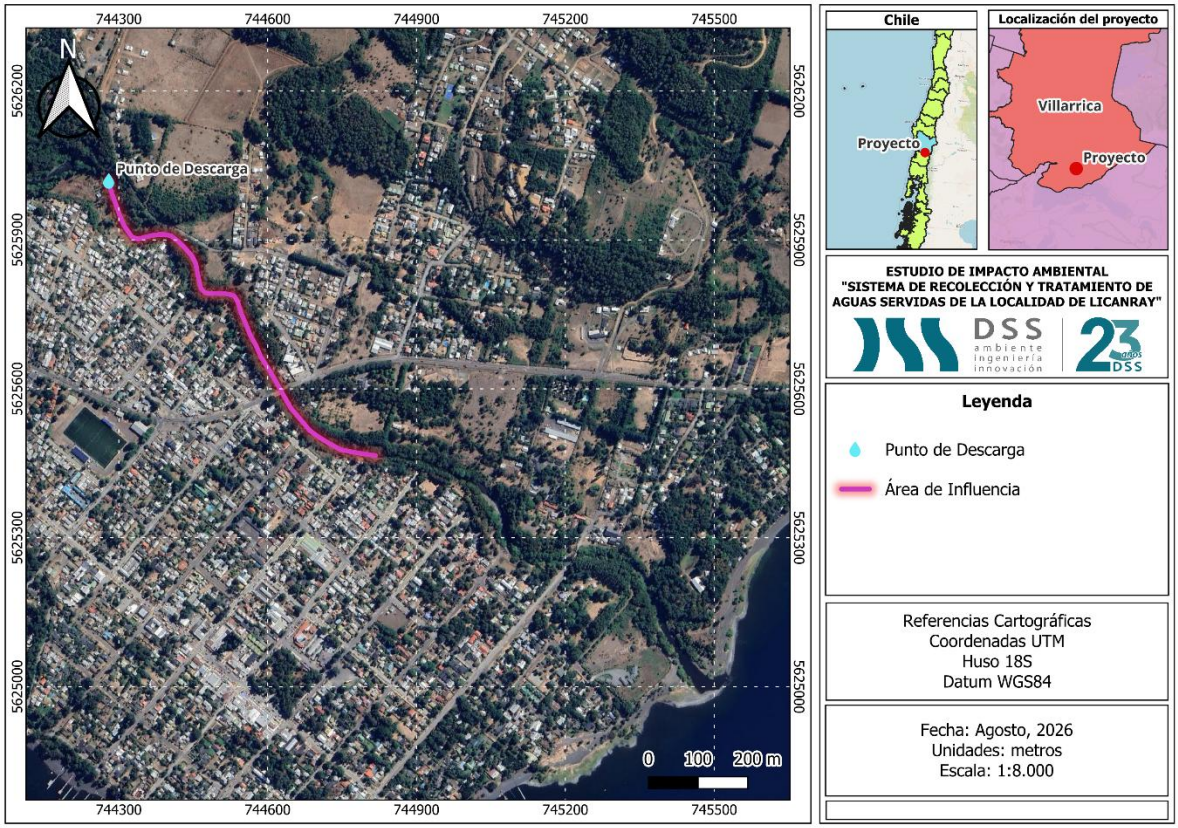

Figura 27 Área de Influencia calidad de agua

Fuente: informe de calidad de agua. 2026.

Con el objetivo de evaluar los efectos de la descarga del efluente tratado de la PTAS sobre la calidad del agua del estero Melilahuen, se modeló la distribución longitudinal de nitrógeno total, fósforo total, DBO_5 y sólidos suspendidos totales. El análisis consideró el escenario invernal, estival y estival con descarga máxima, lo cual permitió identificar las concentraciones resultantes, su comportamiento aguas abajo del punto de descarga y las distancias requeridas para su estabilización, comparándolas con la condición de línea base y la variabilidad natural registrada en el estero.

Nitrógeno Total

A continuación, se presentan los resultados de la distribución de Nitrógeno Total a lo largo del perfil longitudinal.

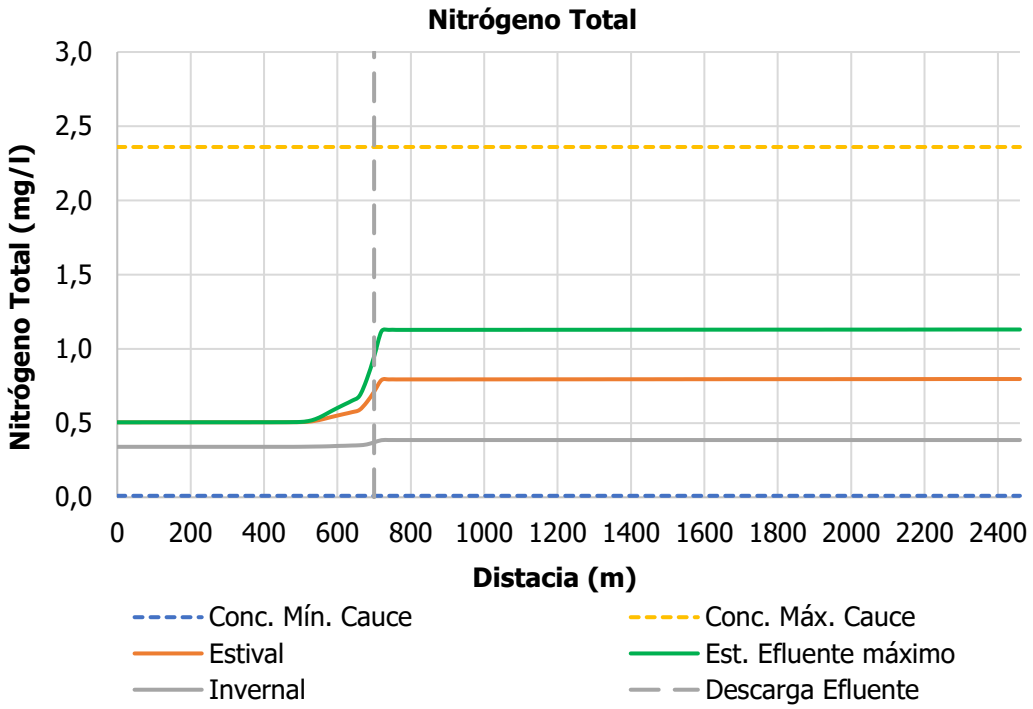

Figura 28 Distribución de Concentración Nitrógeno Total.

A partir de la curva del Nitrógeno Total se puede observar que, para los tres escenarios evaluados (Invernal, Estival y Estival con efluente máximo) las concentraciones parten de acuerdo con la establecido en la Línea Base para posteriormente ir aumentando en el punto de descarga de la PTAS, alcanzando un Peak en la condición estival con descarga de efluente máximo de 1,1 mg/L en el estero Melilahuen. Del gráfico se observa que el nitrógeno total presenta un aumento localizado asociado a la incorporación del efluente tratado; sin embargo, la concentración resultante permanece dentro del rango de variabilidad natural registrado en el estero Melilahuen y no supera los valores máximos observados durante la caracterización ambiental. Por lo anterior, **se descarta un efecto significativo ocasionado por el parámetro Nitrógeno Total a causa de la descarga de la PTAS.**

Entre el punto de descarga del efluente tratado y el punto donde se completa la mezcla hidráulica del efluente con el cuerpo receptor, identificado mediante la modelación de calidad de agua, hay una distancia aproximada de 460 m desde el punto de descarga hasta que el parámetro modelado se estabiliza. Esto para la condición más desfavorable, que corresponde al caudal medio estival del estero con efluente a máxima capacidad (95 l/s).

Fósforo Total

A continuación, se presentan los resultados de la distribución de Fósforo Total a lo largo del perfil longitudinal.

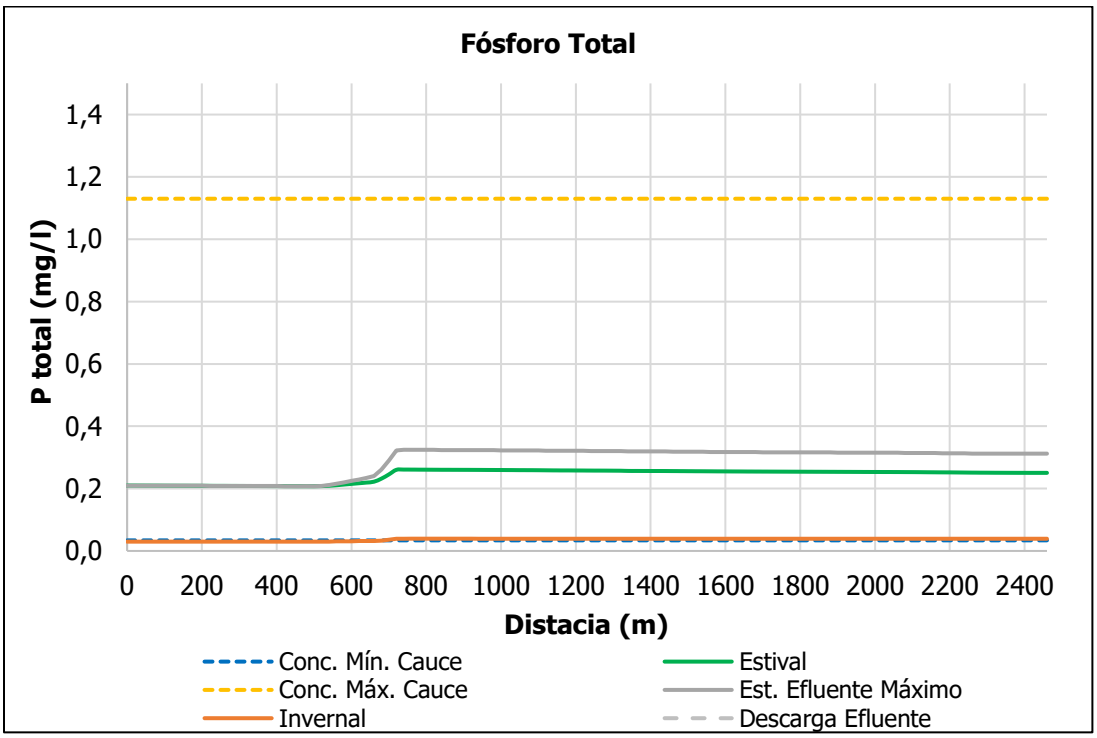

Figura 29 Distribución de Concentración Fósforo Total.

A partir de la curva del Fósforo Total se puede observar que, para los tres escenarios evaluados (Invernal, Estival y Estival con efluente máximo) las concentraciones parten de acuerdo con la establecido en la Línea Base para posteriormente ir aumentando en el punto de descarga de la PTAS, alcanzando un Peak en la condición estival con descarga de efluente máximo de 0,324 mg/L en el estero Melilahuen. Del gráfico se observa que el fósforo total presenta un aumento localizado asociado a la incorporación del efluente tratado; sin embargo, la concentración resultante permanece dentro del rango de variabilidad natural registrado en el estero Melilahuen y no supera los valores máximos observados durante la caracterización ambiental. Por lo anterior, **se descarta un efecto significativo ocasionado por el parámetro Fósforo Total a causa de la descarga de la PTAS.**

Entre el punto de descarga del efluente tratado y el punto donde se completa la mezcla hidráulica del efluente con el cuerpo receptor, identificado mediante la modelación de calidad de agua, hay una distancia aproximada de 220 m desde el punto de descarga hasta que el parámetro modelado se estabiliza. Esto

para la condición más desfavorable, que corresponde al caudal medio estival del estero con efluente a máxima capacidad (95 l/s).

DBO$_5$

A continuación, se presentan los resultados de la distribución de Demanda Bioquímica de Oxígeno a lo largo del perfil longitudinal.

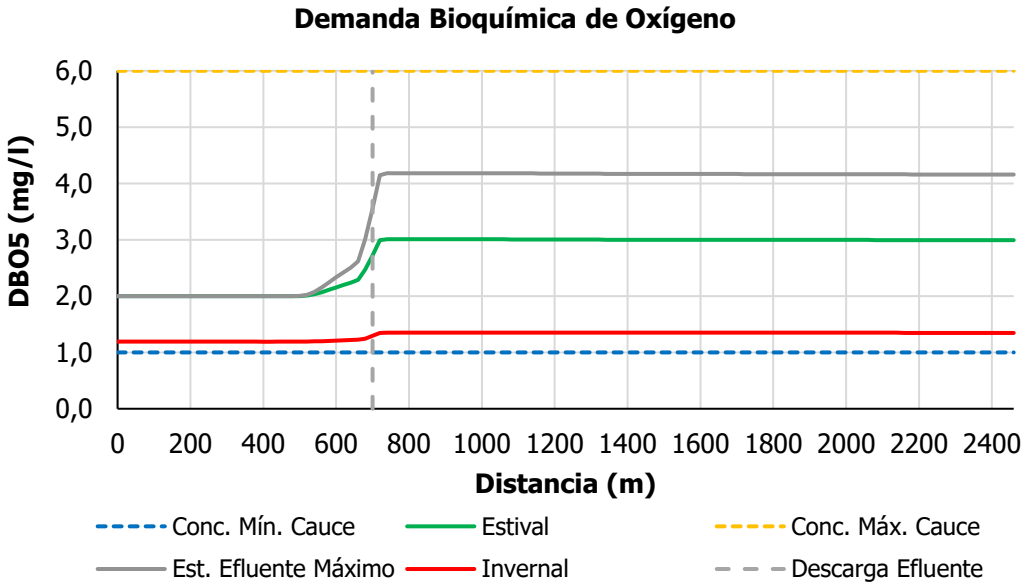

Figura 30 Distribución de Concentración DBO$_5$.

A partir de la curva del DBO$_5$ se puede observar que, para los tres escenarios evaluados (Invernal, Estival y Estival con efluente máximo) las concentraciones parten de acuerdo con la establecido en la Línea Base para posteriormente ir aumentando en el punto de descarga de la PTAS, alcanzando un Peak en la condición estival con descarga de efluente máximo de 4,182 mg/L en el estero Melilahuen. Del gráfico se observa que el DBO$_5$ presenta un aumento localizado asociado a la incorporación del efluente tratado; sin embargo, la concentración resultante permanece dentro del rango de variabilidad natural registrado en el estero Melilahuen y no supera los valores máximos observados durante la caracterización ambiental. Por lo anterior, **se descarta un efecto significativo ocasionado por el parámetro DBO$_5$ a causa de la descarga de la PTAS.**

Entre el punto de descarga del efluente tratado y el punto donde se completa la mezcla hidráulica del efluente con el cuerpo receptor, identificado mediante la modelación de calidad de agua, hay una distancia aproximada de 320 m desde el punto de descarga hasta que el parámetro modelado se estabiliza. Esto

ocurre en el escenario invernal, que corresponde al caudal medio invernal del estero Melilahuen con efluente de la PTAS estimado para periodo invernal (24,4 l/s).

Sólidos Suspendidos Totales

A continuación, se presentan los resultados de la distribución de Sólidos Suspendidos Totales a lo largo del perfil longitudinal.

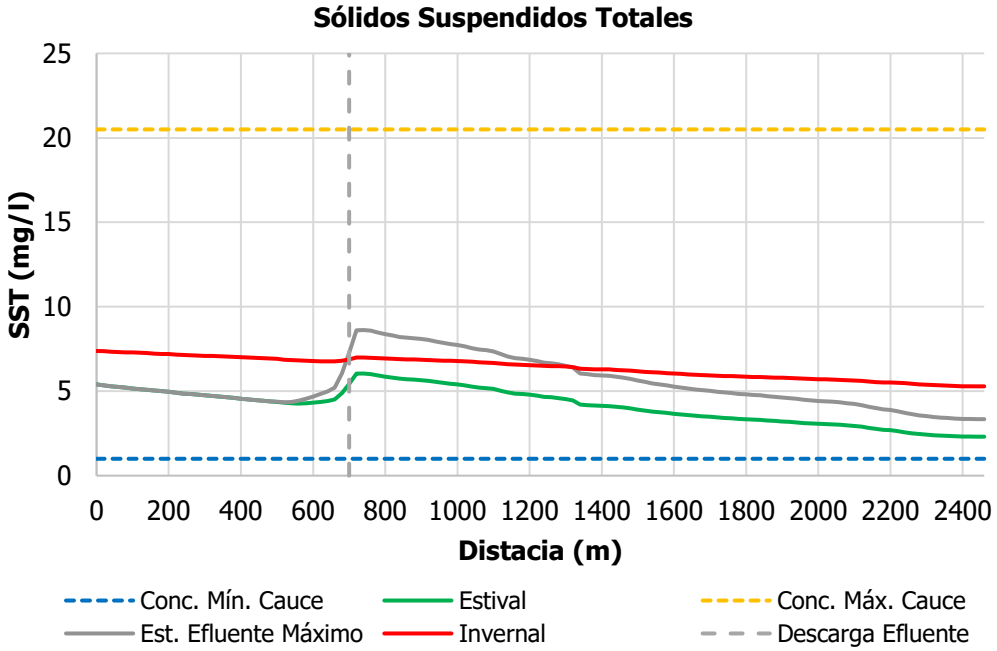

Figura 31 Distribución de Concentración Sólidos Suspendidos Totales.

A partir de la curva del SST se puede observar que, para los tres escenarios evaluados (Invernal, Estival y Estival con efluente máximo) las concentraciones parten de acuerdo con la establecido en la Línea Base para posteriormente ir aumentando en el punto de descarga de la PTAS, alcanzando un Peak en la condición estival con descarga de efluente máximo de 8,61 mg/L en el estero Melilahuen. Del gráfico se observa que el SST presenta un aumento localizado asociado a la incorporación del efluente tratado; sin embargo, la concentración resultante permanece dentro del rango de variabilidad natural registrado en el estero Melilahuen y no supera los valores máximos observados durante la caracterización ambiental. Por lo anterior, **se descarta un efecto significativo ocasionado por el parámetro SST a causa de la descarga de la PTAS.**

Respecto de los resultados de la campaña limnológica, el resumen se presenta a continuación.

En el estudio limnológico realizado en el Río Melilahuén, correspondiente a la campaña de invierno de 2026 dentro del proyecto "Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican Ray", se evidenció que la morfología del cauce presentó variaciones entre las estaciones de muestreo, registrándose un ancho medio entre 6,0 y 13,5 m y una profundidad máxima entre 0,7 y 1,6 m. En cuanto a la composición del sustrato, se observó una alta heterogeneidad sedimentológica, con predominio de arena, limo, bolones y guijarros, dependiendo de la estación, destacando la presencia de bolones dispersos sobre sustrato fino a medio en gran parte del tramo evaluado. Todas las estaciones correspondieron al lecho de río, presentaron un hábitat rápido-profundo y, en su mayoría, un ambiente no enfangado, con excepción de las estaciones E-3 y E-4, donde se registraron condiciones enfangadas. Respecto al entorno, predominó la presencia de matorral o bosque nativo en el entorno directo de todas las estaciones, mientras que el entorno indirecto estuvo conformado por una combinación de matorral o bosque nativo y viviendas, reflejando un paisaje con influencia tanto natural como antrópica.

Los parámetros de calidad de agua medidos in situ en el Río Melilahuén, correspondientes a oxígeno disuelto, pH y temperatura, presentaron valores que se mantuvieron dentro de los rangos establecidos por la Norma Chilena NCh1333.Of78 en las siete estaciones de muestreo, indicando condiciones adecuadas de calidad del agua para los usos contemplados en dicha normativa. Asimismo, durante las campañas de terreno no se observó la presencia de hidrocarburos, espumas de origen no natural ni sólidos flotantes, lo que evidencia la ausencia de indicios visibles de contaminación en el tramo evaluado.

De acuerdo con los análisis de parámetros de calidad de agua de laboratorio, se evidencian variaciones entre las estaciones de muestreo. Los parámetros nitrito y nitrato presentan en todas las estaciones valores inferiores a sus respectivos límites de detección, lo que indica buenas condiciones respecto de estos parámetros. La estación E-1 presenta la mayor concentración de nitrógeno total (1,00 mg/L), mientras que E-5 presenta la menor (0,47 mg/L). Para fósforo total, las mayores concentraciones se registran en E-1 y E-2, ambas con 0,46 mg/L, mientras que E-3 presenta un valor bajo el límite de detección. En cuanto a sólidos suspendidos totales, todas las estaciones presentan valores inferiores al límite de detección, a excepción de E-7, que registra 12 mg/L. Finalmente, la DBO5 presenta su mayor concentración en E-4 (6,88 mg/L) y la menor en E-3 (4,48 mg/L), evidenciándose una mayor carga de materia orgánica biodegradable en E-4.

Para la campaña de invierno de 2026, el sistema evaluado evidenció un nivel de alteración ambiental moderado. Esta condición se sustenta en la presencia de ocho taxa altamente tolerantes a la perturbación, entre los que destacan insectos de las familias Chironomidae y Coenagrionidae, gastrópodos de la familia Physidae y anélidos de las familias Naididae y Lumbriculidae, los cuales, en conjunto, representaron el 34,6

% de la abundancia total de macroinvertebrados bentónicos. Estas familias presentan valores de tolerancia entre 6 y 9 (Figueroa et al., 2003). No obstante, del total de familias identificadas, ocho correspondieron a taxa con menores niveles de tolerancia (valores entre 2 y 4), representando el 41 % del ensamble. La coexistencia de organismos sensibles y tolerantes sugiere una perturbación intermedia del sistema, donde la composición de la comunidad refleja un equilibrio entre condiciones favorables y la presencia de factores de alteración.

Las abundancias registradas fueron moderadas, con valores máximos de 189 ind/m², mientras que la riqueza alcanzó un total de 19 taxa. Esta condición fue consistente con los valores del índice de diversidad de Shannon, cuyo promedio no superó los 1,3 nits/ind, cifra inferior a la esperada para ecosistemas con buen estado ecológico, donde habitualmente fluctúa entre 2 y 3 nits/ind (Pla, 2006). En contraste, el índice de uniformidad de Pielou (J') presentó valores elevados en todas las estaciones, indicando una distribución relativamente homogénea de las abundancias entre los distintos taxa y la ausencia de una dominancia marcada por parte de algún grupo en particular.

Por otra parte, el análisis de similitud (Clúster) evidenció una baja similitud entre las estaciones y una alta heterogeneidad en la composición y abundancia de macroinvertebrados bentónicos, sin identificarse grupos de estaciones estadísticamente diferenciados. Esta variabilidad espacial es coherente con las diferencias observadas en las características del hábitat y con la respuesta diferencial de las comunidades bentónicas a las condiciones ambientales presentes en el área de estudio.

En cuanto a la evaluación de la calidad biológica del sistema, el índice biótico de familias de Chile (ChIBF) indicó que cinco de las siete estaciones presentaron una calidad de agua de tipo "Clase III, Regular, perturbado", mientras que solo una estación registró valores correspondientes a "Clase I, Muy bueno, no perturbado". Estos resultados concuerdan con la composición taxonómica observada, donde la presencia de taxa sensibles, como efemerópteros, tricópteros, algunos dípteros y odonatos, contribuyó significativamente al valor del índice, moderando el efecto de las familias más tolerantes y reflejando un grado intermedio de alteración ambiental.

En términos generales, la integración de los índices comunitarios y bióticos permite concluir que el sistema corresponde a un ambiente medianamente perturbado, caracterizado por una riqueza taxonómica, diversidad y abundancia de macroinvertebrados bentónicos de nivel moderado. Finalmente, durante la presente campaña no se registraron individuos pertenecientes a especies clasificadas en alguna categoría de conservación de acuerdo con el Reglamento para la Clasificación de Especies.

En cuanto a la abundancia y riqueza de la fauna íctica, a pesar de los esfuerzos de muestreo no se obtuvieron registros de especies correspondientes a este grupo.

Por lo anterior, se descarta la generación del efecto adverso significativo previsto en el artículo 6, literal d), del RSEIA.

e) La diferencia entre los niveles estimados de ruido con proyecto o actividad y el nivel de ruido de fondo representativo y característico del entorno donde se concentre fauna nativa asociada a hábitats de relevancia para su nidificación, reproducción o alimentación**.**

De acuerdo con lo indicado en el Capítulo 4.8 Línea Base de fauna terrestre en donde se plantea que no se detectó hábitats relevantes para nidificación, reproducción o alimentación y de acuerdo al capítulo 4.3 Estudio de Impacto Acústico, se establece que para los 7 receptores que representan el área de influencia acústica los valores basales son los siguientes:

Punto	Ruido Basal dB(A)				
	Diurno		Nocturno		Descripción Ruido ambiente diurno
	5'	10'	5'	10'	
1	40	**40**	35	**35**	Insectos, animales domésticos, aves.
2	44	**44**	37	**38**	Rio, Aves, animales domésticos.
3	41	**42**	35	**35**	Carretera, obras en hogar, animales domésticos.
4	43	**42**	36	**36**	Rio, Aves, obras en Hogar.
5	44	**45**	42	**42**	Rio, animales domésticos, aves, viento.
6	38	**39**	36	**35**	Aves, Animales domésticos, viento.
7	40	**40**	33	**34**	Viento, Animales domésticos, Ruta S 95 T.

Ahora bien, se establece que los primeros 5 puntos se encuentran en área rural y cercanos al emplazamiento de la PTAS, zona donde se encontró fauna y por tanto, al aplicar las medidas de control de ruido establecidas se tiene que todas ellas se encuentran dentro de los valores de ruido sin proyecto, estableciéndose niveles proyectados entre 25 y 37 dB(A).

Actualización de información ruido en fauna, campaña 2026

De acuerdo lo establecido en el "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa (SEA, 2022)", se deben tener en cuenta las emisiones de ruido hacia la fauna nativa y sus eventuales impactos, dado que este agente contaminante puede perturbar a la fauna nativa, sobre todo

en épocas sensibles como la crianza y la época reproductiva. En este ámbito, el documento oficial del Servicio de Evaluación Ambiental "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa" (SEA, 2022) establece el marco metodológico que se debe seguir para la evaluación del impacto por ruido en fauna nativa y/o con categoría de conservación, considerando que el objeto de protección corresponde al hábitat de relevancia para la nidificación, reproducción o alimentación en donde se concentre fauna nativa. Al respecto, este criterio establece umbrales por grupos taxonómicos y tipo de efecto asociado (conductual, fisiológico), a partir de los cuales, en caso de ser superados, se generan impactos significativos en sitios de relevancia para la nidificación reproducción y alimentación.

En la siguiente tabla, se muestran los umbrales establecidos por el SEA para la evaluación del impacto por ruido en fauna.

Tabla 66 Umbrales para evaluación de ruido en fauna, según grupo taxonómico

Anfibios				
Descripción del efecto	**Tipo de efecto**	**Tipo de fuente**	**Umbral**	**Referencia**
Cambio de frecuencia en las vocalizaciones	Conductual	Continua (ruido ambiental)	62 dB(C) promedio	Shieh, et al., 2012
Reducción en duración de cantos en anuros machos	Conductual	Continua-intermitente (transporte)	72 dB(A) promedio	Shannon et al., 2015.
Reptiles				
Dificultad para localización	Conductual	Continua – intermitente (transporte)	75 dB(C) promedio	Dificultad para localización
Avifauna o Aves				
Cambio de frecuencia en las vocalizaciones	Conductual	Continua (ruido ambiental)	60dB(A) promedio	Dooling et al., 2007
Disminución del éxito reproductivo	Conductual	Continua (ruido ambiental)	58 dB(A) promedio	Shannon et al., 2015
		Intermitente (ruido de construcción, transporte)	60 dB(A) máx	
Efectos sobre la fisiología y desarrollo fisiológico	Fisiológico	Continua-intermitente (transporte)	68 dB(A) promedio	
Aumento del estado de alerta y vigilancia	Conductual	Impulsiva (militar, tronaduras)	80 dB(A) máx	
			63 dB(A) promedio	
Daño auditivo directo	Fisiológico	Impulso único (tronaduras)	140 dB(A) máx	Dooling et al., 2007
Desplazamiento temporal del umbral auditivo		Impulsos múltiples (construcción, martillo neumático) y ruido de transporte	93 dB(A) máx	
Mamíferos				
Interrupción en la búsqueda del alimento en murciélagos	Conductual	Continua – intermitente (transporte)	80 dB(A) promedio	Shannon et al., 2015
Reducción de eficiencia reproductiva	Conductual	Continua – intermitente (construcción, industrial)	68 dB(A) promedio	
Incremento de ritmo cardíaco y alteración de dinámicas de descanso y movilidad en ungulados	Fisiológico-conductual	Impulsiva (militar)	85 dB(Z) promedio	

(Fuente: "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa", 2022.)

De acuerdo con lo anterior, el 8 de junio de 2026 se efectuó un levantamiento de actualización de la componente de ruido orientada a evaluar las emisiones hacia la fauna nativa. El objetivo de dicha evaluación fue estimar el impacto acústico derivado de las nuevas obras de descarga y de la Planta Elevadora de Aguas Servidas (PEAS) del proyecto dentro de su área de influencia.

En el informe de Fauna del proyecto, se registraron especies asociadas a los grupos taxonómicos de aves y mamíferos. Si bien no se identificaron hábitats de relevancia para la alimentación, reproducción o nidificación dentro del área de influencia directa, la ribera del estero Melilahuén reúne condiciones que favorecen la presencia de este tipo de entornos debido a su alta relevancia ecológica. En particular, la disponibilidad permanente o estacional de agua convierte a este sector en un sitio potencial de alimentación, reproducción y descanso para diversas especies nativas.

En vista de estos antecedentes, y bajo un enfoque preventivo y conservador, se ha determinado incluir la ribera del estero Melilahuén como un hábitat de relevancia para la evaluación de los grupos observados.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, en la siguiente tabla se detalla los receptores de fauna nativa identificados. Las características y los parámetros de cada receptor se definieron acorde con los lineamientos del Servicio de Evaluación Ambiental, en particular con lo establecido en la "*Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA* (SEA, 2022)".

Tabla 67 Receptor de fauna nativa del proyecto

Receptor	Grupo taxonómico	Altura de Receptores [m]	Coordenadas UTM Huso 18 S		Distancia al Proyecto [m]	Elevación [m.s.n.m.]
			E [m]	N [m]		
RF1	Aves Mamíferos	0,5	744042	5626217	39	236
RF2	Aves Mamíferos	0,5	744287	5626011	37	232

Fuente: Elaboración Informe de Ruido, 2026

Área de Influencia de Ruido en Fauna Nativa (AIRF)

De acuerdo con el criterio del SEA (2022), el área de estudio proporciona la información para predecir y evaluar los impactos sobre los objetos de protección ambiental. En este análisis, se definen como receptores las áreas de concentración de fauna nativa vinculadas a sitios relevantes de nidificación, reproducción o alimentación, así como cualquier zona con protección oficial o valor ambiental reconocido dentro del área de influencia.

La evaluación del efecto del ruido se analiza diferenciando por especies o grupo de especies presentes en el área del proyecto, considerando umbrales de referencia específicos aplicables a cada uno de estos, según puedan existir efectos conductuales y/o fisiológicos sobre estos. En ese sentido, el análisis se centra en los grupos taxonómicos de aves y mamíferos.

De acuerdo a lo estipulado en documento "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa" (SEA, 2022), adicionalmente a la obtención del AIRF, se debe considerar la

determinación de las áreas asociadas a efecto conductual y efecto fisiológico, cuyo cálculo se realiza de manera homóloga al área de influencia, pero reemplazando el ruido de fondo característico por el menor umbral correspondiente al grupo taxonómico y tipo de fuente, lo que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 68 Área de efecto conductual y fisiológico para grupos taxonómicos vinculados, fauna nativa.

Grupo taxonómico	Menor umbral efecto conductual	Radio AEC [m]	Menor umbral efecto fisiológico	Radio AEF [m]
Aves	58 dB(A)	72	60 dB(A)	57
Mamíferos	65 dB(A)	32	90 dB(Z)	3

Fuente: Elaboración Informe de Ruido, 2026

Las siguientes cartografías ilustran el AIRF y las respectivas áreas de efecto conductual (AEC) y fisiológica (AEF) para los grupos taxonómicos vinculados.

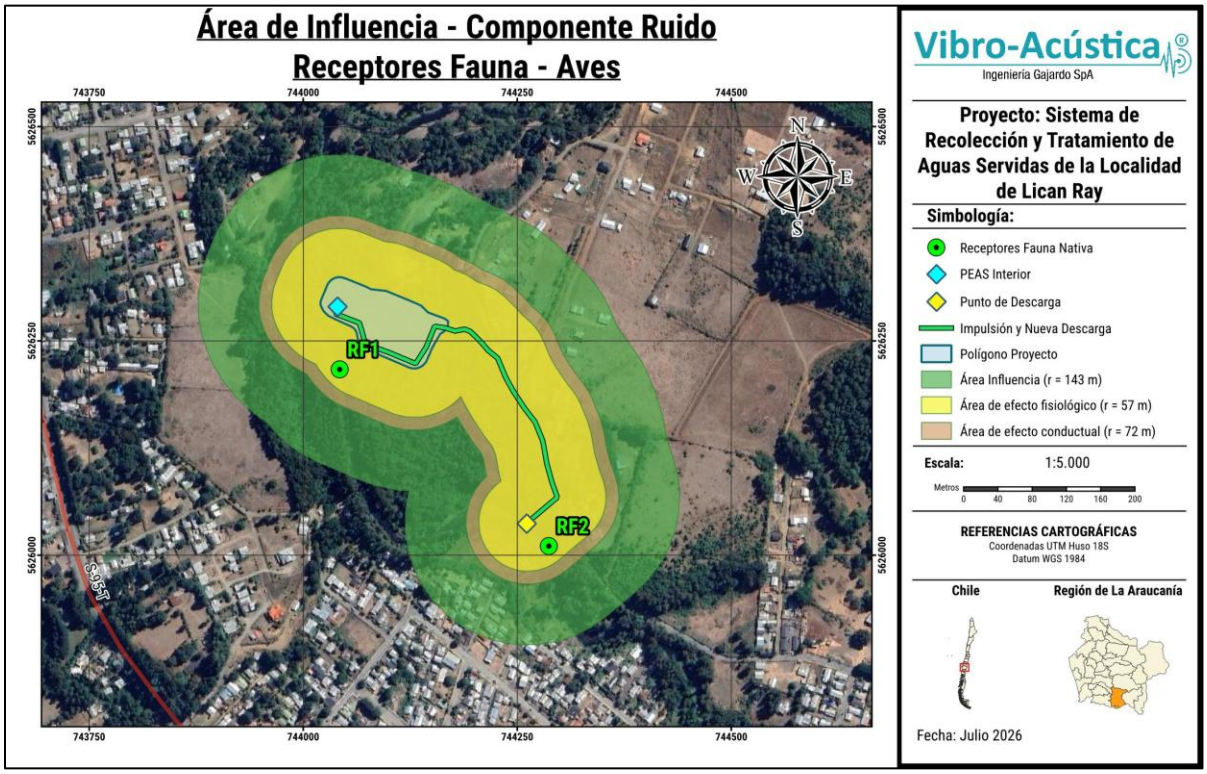

Figura 32 Sitios relevantes para fauna nativa, AIRF, AEF y AEC aves

Fuente: Elaboración Informe de Ruido, 2026

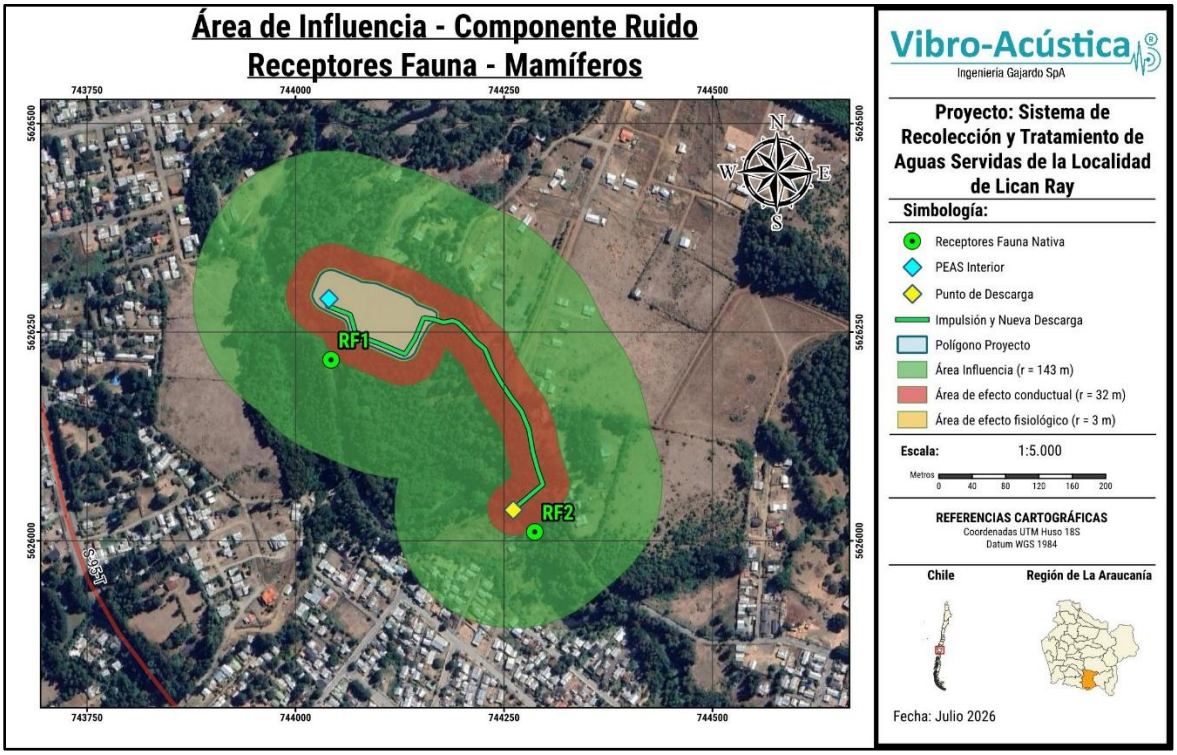

Figura 33 Sitios relevantes para fauna nativa, AIRF, AEF y AEC mamíferos.

Fuente: Elaboración Informe de Ruido, 2026

Escenario 1 – Fase de Construcción.

Durante la fase de construcción las fuentes de ruido identificadas son 8, distribuidas tanto en el área del emplazamiento de la planta como el trazado de la descarga.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de cada fuente de ruido modeladas para el escenario 1, correspondiente a la fase de construcción.

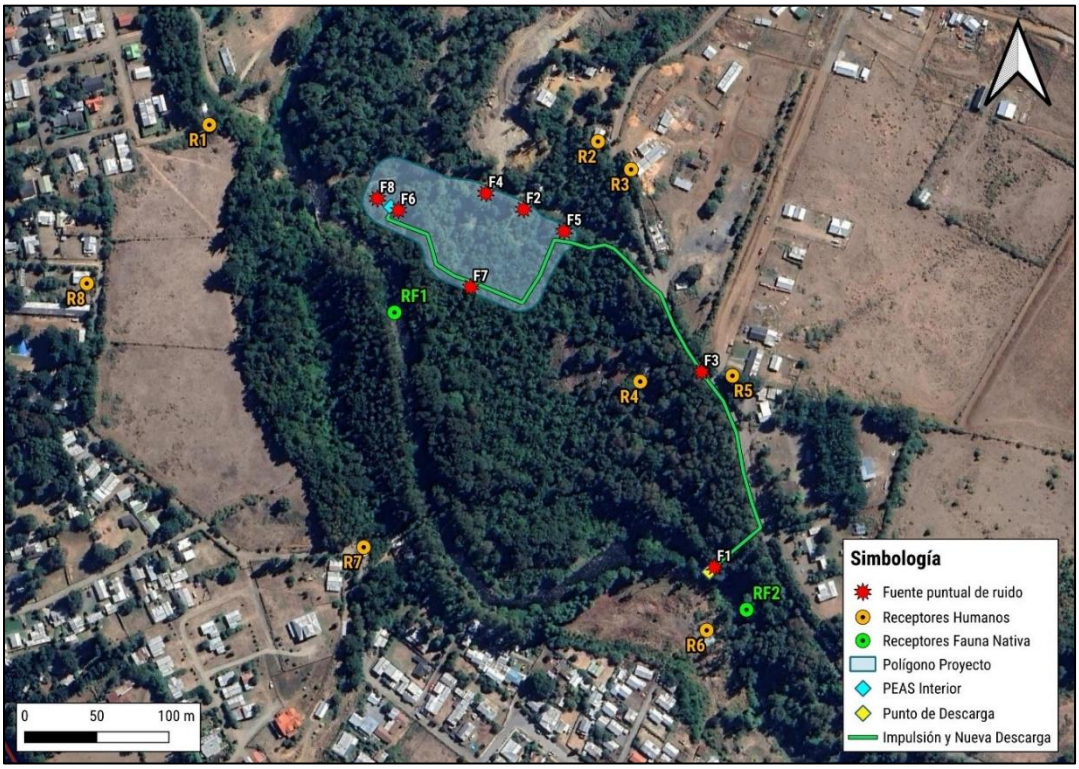

Figura 34 Distribución de fuentes para modelación de ruido, escenario 1.

Fuente: Elaboración Informe de Ruido, 2026

A continuación, se detallan las fuentes de ruido modeladas para el escenario 1, correspondiente a la fase de construcción.

Tabla 69 Detalle de las fuentes de ruido, escenario 1

Fase	ID	Nombre	Lw fuente [dB(A)]
Construcción	F1	Camión tolva	101,9
	F2	Compactador	100,6
	F3	Retroexcavadora	98,8
	F4	Camioneta	96,3
	F5	Furgón	94,3
	F6	Camión mixer	103,1
	F7	Camión rampla	102,9
	F8	Camión grúa	97,8

Cabe destacar que para fauna nativa, si bien el documento técnico "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa" (SEA, 2022) indica que la predicción debe considerar los niveles de ruido proyectados sobre el área representativa de los receptores para la condición con proyecto, en cada una de sus fases y, en caso de referir puntos de evaluación específicos, se deberán indicar los criterios aplicados para su definición y describir su representatividad geográfica respecto de los

hábitats de relevancia. En ese sentido, se configura un punto de evaluación por cada sitio relevante, ubicado en el interior de su respectiva delimitación y en el punto de mayor exposición (más cercano) al proyecto. A continuación, se presentan los resultados proyectados en los puntos de evaluación de fauna.

Tabla 70 Predicción y evaluación de ruido en puntos fauna, escenario 1.

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado		Grupo taxonómico evaluado	Umbral efecto conductual	Umbral efecto fisiológico	Evaluación - ¿NPS proyectado es inferior a umbral?	
		dB(A)	dB(Z)				Conductual	Fisiológico
RF1	0,5	53,2	70,8	Aves	58 dB(A)	60 dB(A)	SI	SI
				Mamíferos	65 dB(A)	90 dB(Z)	SI	SI
RF2	0,5	52,7	64,7	Aves	58 dB(A)	60 dB(A)	SI	SI
				Mamíferos	65 dB(A)	90 dB(Z)	SI	SI

Fuente: Elaboración Informe de Ruido, 2026

De acuerdo con los resultados del escenario 1, se entiende que el proyecto no generará superación de los umbrales para efecto conductual y fisiológico en los grupos taxonómicos presentes en el área de influencia. Además, en todos los casos las proyecciones contemplan el margen de seguridad de 3 dB(A) según la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019), por lo cual sí es posible asegurar la no superación de los umbrales de afectación de fauna nativa.

Las siguientes figuras presentan los mapas de ruido del escenario 1, para fauna nativa.

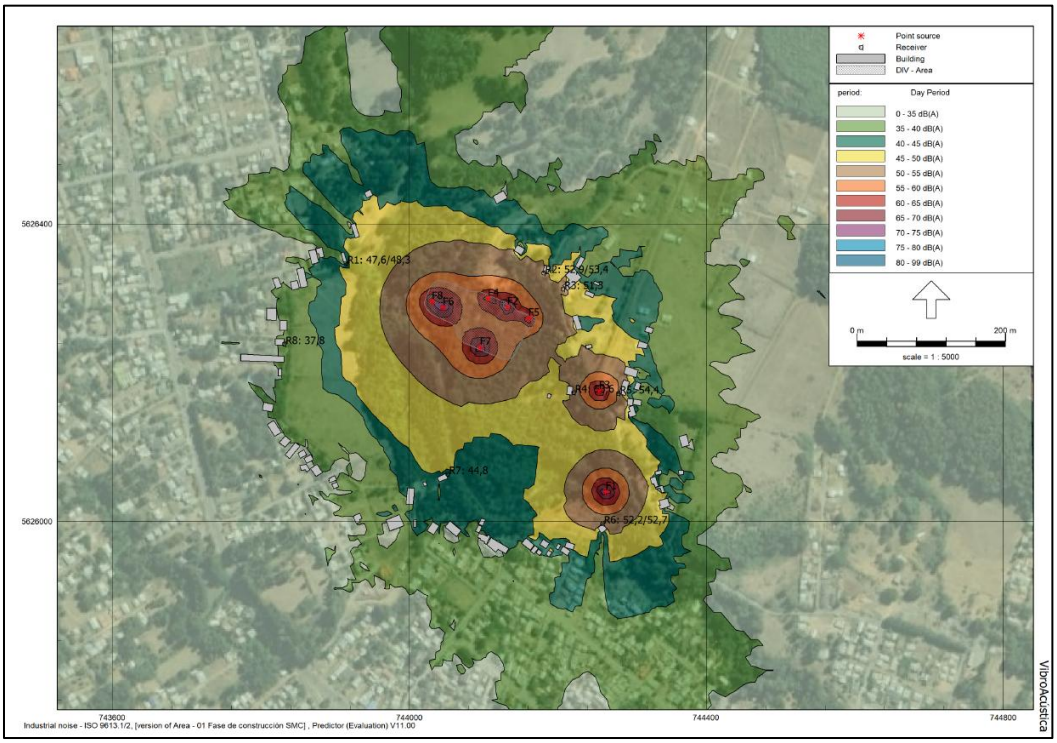

Figura 35 Mapa de ruido en receptores humanos, escenario 1

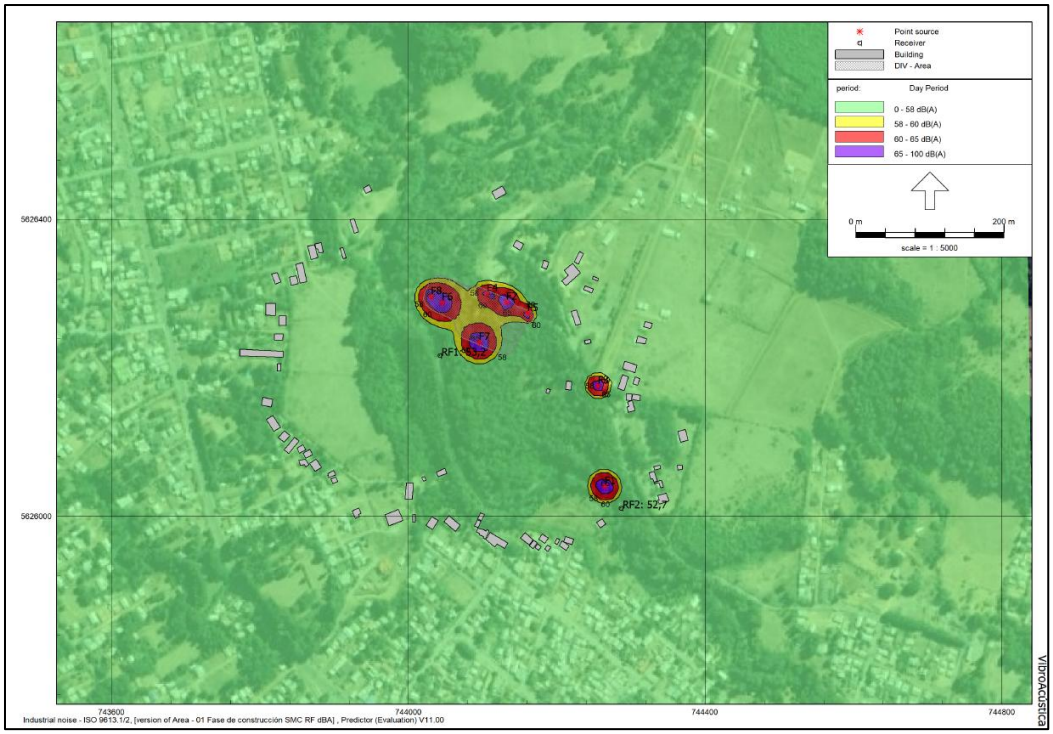

Figura 36 Mapa de ruido en fauna nativa ponderado en dB(A), escenario 1.

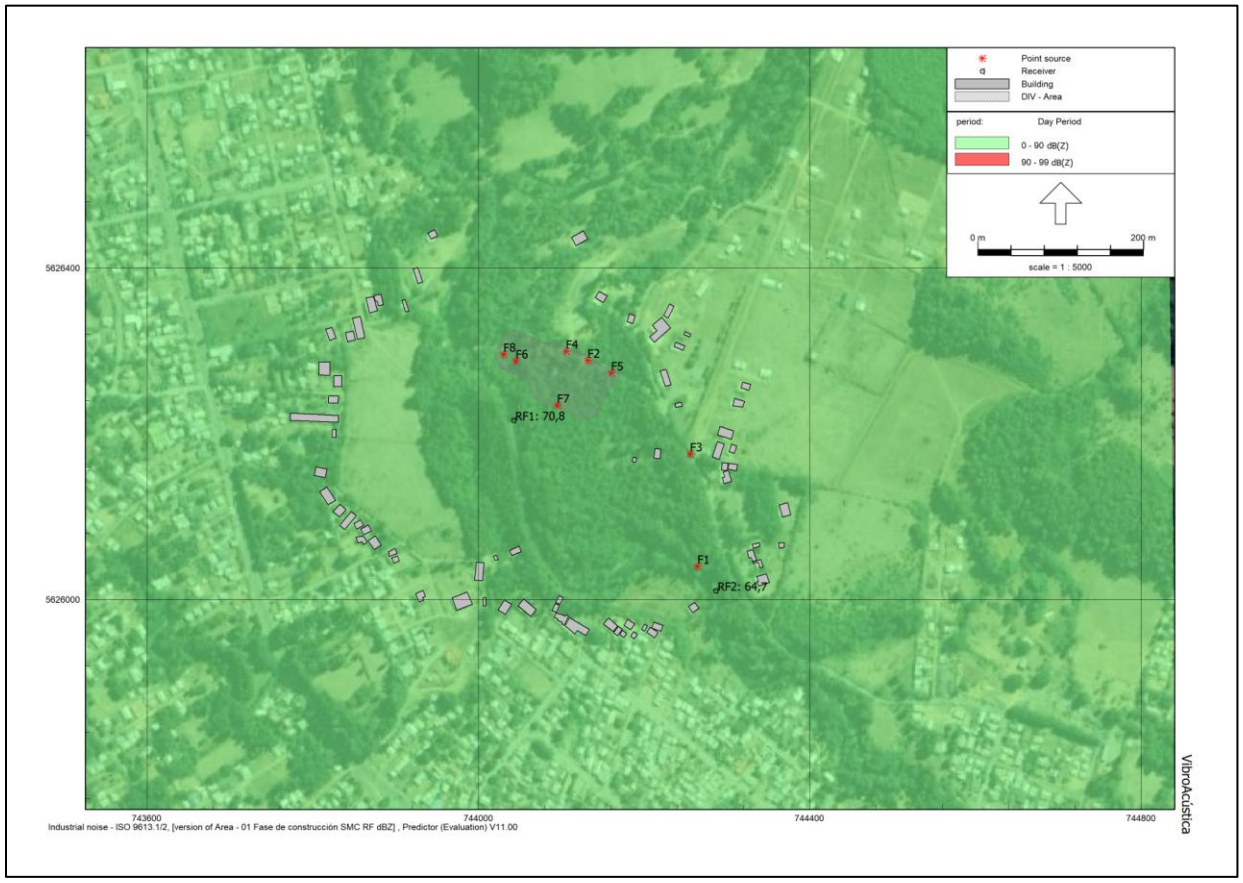

Figura 37 Mapa de ruido en fauna nativa ponderado en dB(Z), escenario 1.

Fuente: Elaboración Informe de Ruido, 2026.

Escenario 2 – Fase de Operación

Durante la fase de operación las fuentes de ruido identificadas corresponden al grupo electrógeno y sopladores. Sin embargo, ambas fuentes de ruidos se encuentran confinados al interior de un recinto, por lo que la principal vía de transmisión del ruido corresponde a la cubierta de dicha edificación.

En la siguiente figura se presenta las fuentes de ruido durante la fase de operación.

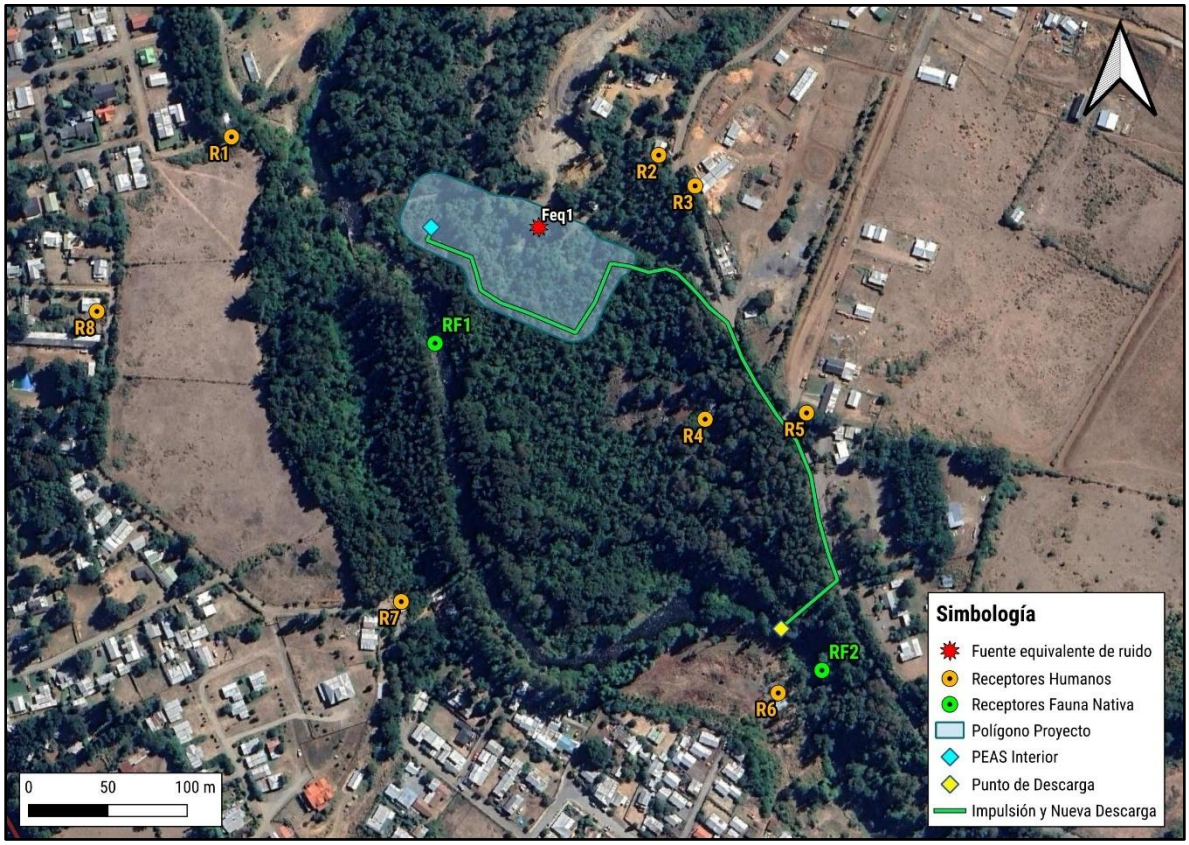

Figura 38 Distribución de fuentes para modelación de ruido, escenario 2.

Fuente: Elaboración Informe de Ruido, 2026

A continuación, se detallan las fuentes de ruido modeladas para el escenario 2, correspondiente a la fase de operación

Tabla 71 Detalle de las fuentes de ruido, escenario 2

Fase	ID	Nombre	Lw fuente [dB(A)]	Lw total [dB(A)]
Operación	Feq1	Generador 450 KVA	96,0	97,2
		Sopladores	91,0	

Fuente: Elaboración Informe de Ruido, 2026

De acuerdo con las fuentes modeladas para fauna nativa, se tienen los siguientes resultados proyectados en los puntos de evaluación respectivos.

Tabla 72 Predicción y evaluación de ruido en puntos fauna, escenario 2.

Receptor	Altura del receptor [m]	NPS Proyectado		Grupo taxonómico evaluado	Umbral efecto conductual	Umbral efecto fisiológico	Evaluación - ¿NPS proyectado es inferior a umbral?	
		dB(A)	dB(Z)				Conductual	Fisiológico
RF1	0,5	37,3	48,1	Aves	58 dB(A)	60 dB(A)	SI	SI
				Mamíferos	65 dB(A)	90 dB(Z)	SI	Si
RF2	0,5	21,7	36,7	Aves	58 dB(A)	60 dB(A)	SI	SI
				Mamíferos	65 dB(A)	90 dB(Z)	SI	SI

Fuente: Elaboración Informe de Ruido, 2026

De acuerdo con los resultados del escenario 1, se entiende que el proyecto no generará superación de los umbrales para efecto conductual y fisiológico en los grupos taxonómicos presentes en el área de influencia. Además, en todos los casos las proyecciones contemplan el margen de seguridad de 3 dB(A) según la "Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA" (SEA, 2019), por lo cual sí es posible asegurar la no superación de los umbrales de afectación de fauna nativa.

A continuación, se presentan los mapas de ruido del escenario 2, para receptores para fauna nativa.

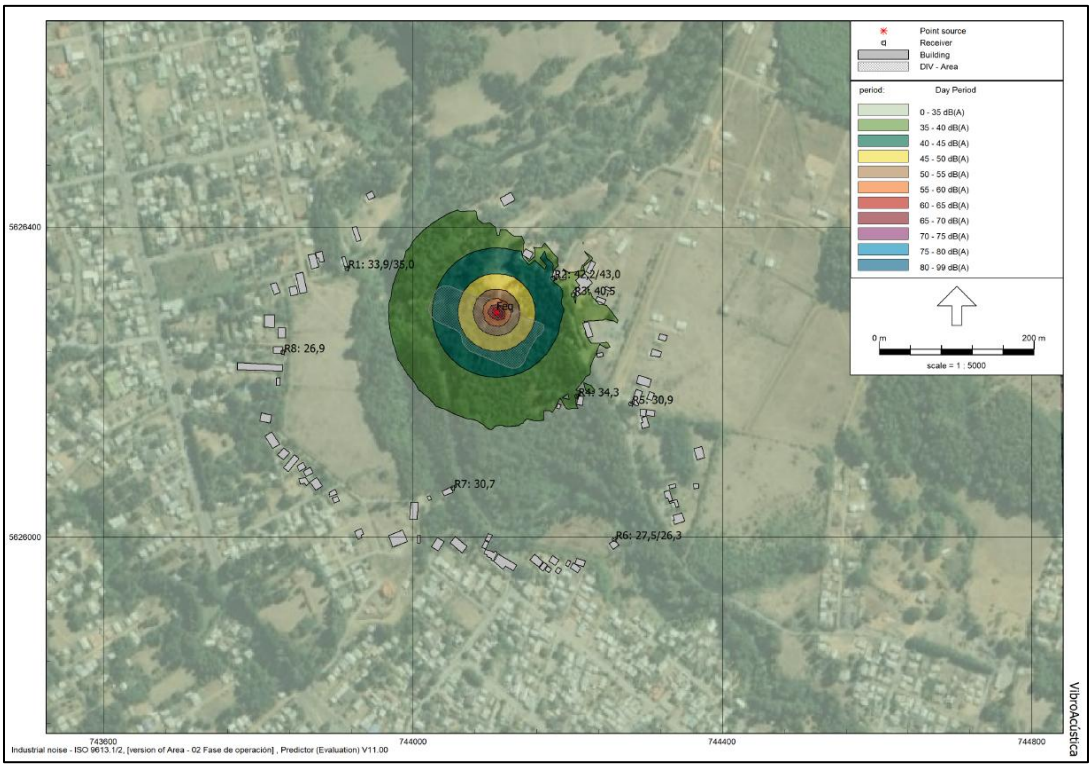

Figura 39 Mapa de ruido en receptores humanos, escenario 2

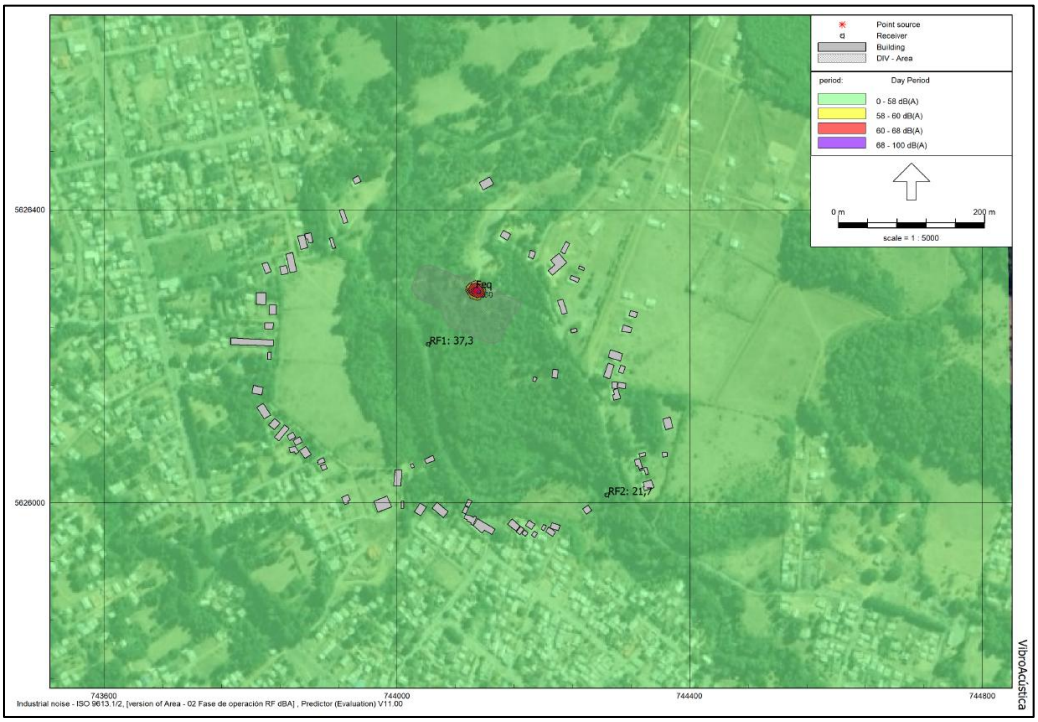

Figura 40 Mapa de ruido en fauna nativa ponderado en dB(A), escenario 2

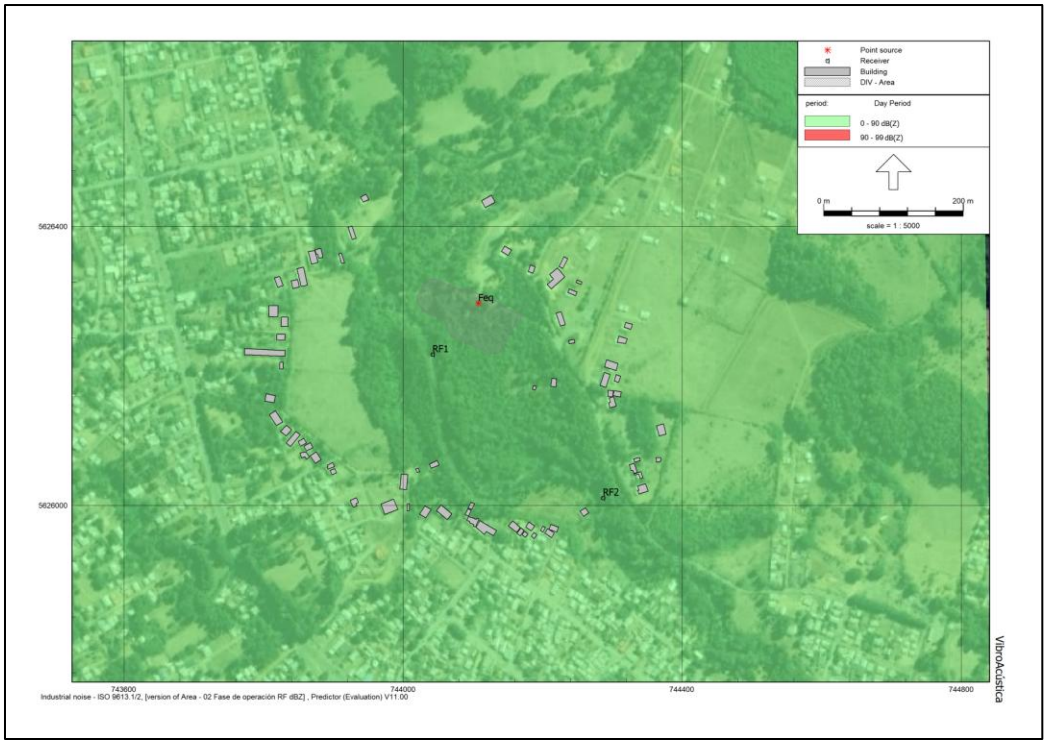

Figura 41 Mapa de ruido en fauna nativa ponderado en dB(Z), escenario 2

Con base en los antecedentes expuestos, se descarta la significancia del impacto por ruido sobre la fauna nativa en las fases evaluadas. La desafectación técnica de este componente se fundamenta en que las emisiones acústicas proyectadas poseen un carácter temporal, localizado y controlado, circunscrito únicamente al área de influencia inmediata de las obras y sujeto a una gestión operativa programada. En consecuencia, y considerando que los niveles estimados se sitúan bajo los límites de tolerancia biológica, no se prevén efectos adversos significativos sobre los individuos, el dinamismo de sus poblaciones ni sobre los hábitats de relevancia identificados en el sector. Lo anterior se verificó rigurosamente en los dos receptores más sensibles definidos dentro del área de influencia, demostrando pleno cumplimiento y conformidad con los lineamientos del documento técnico 'Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido en Fauna Nativa (SEA, 2022).

f) El impacto generado por la utilización y/o manejo de productos químicos, residuos, así como cualesquiera otras sustancias que puedan afectar los recursos naturales renovables.

En los puntos 2.5.11 y 2.6.11 del Capítulo 2 del EIA, se describe en la fase de construcción y operación del proyecto, respectivamente, el detalle de los residuos y sustancias a generar y/o utilizar por el proyecto.

Los residuos que se han considerado en la fase de construcción corresponden a residuos sólidos de origen doméstico (generados por los trabajadores en dicha etapa), residuos de tipo no peligroso (relacionado a escarpes de material y residuos de construcción) y no se contempla en esta fase la generación o utilización de productos químicos u otras sustancias que pudieran afectar el medio ambiente.

Los residuos que se han considerado para la fase de operación, es decir, en la sub-fase de operación 1 y 2 de la PTAS corresponden a residuos sólidos de origen doméstico (relacionado a los residuos generados por los operadores de las plantas), residuos de tipo no peligrosos (relacionados a lodos, desbaste de pretratamiento) y Residuos Peligrosos (asociados a envases de productos químicos, pilas, huaipes, entre otros). Todos estos residuos serán dispuestos de acuerdo con lo indicado en la normativa ambiental.

D.S. N°148 y D.S. N°594 para luego ser trasladados por empresa autorizada dispuestos en relleno sanitario autorizado para tales residuos. En el Capítulo 11.5 se adjunta el PAS 142 y en el Anexo 4.2 de la Adenda Complementaria, se adjunta el PAS 140 actualizado.

Con respecto al uso de sustancias químicas se indica que el proyecto utilizará para el tratamiento la utilización de Hipoclorito de Sodio y cloruro férrico. Para la línea de lodos se utilizará oxido de calcio (Cal)

y polímeros.

Las sustancias químicas mencionadas serán manejadas de acuerdo con lo indicado en cada una de las hojas de seguridad descritas en el Anexo 3.4 del EIA.

De acuerdo a lo señalado anteriormente respecto al manejo de residuos y sustancias químicas, se indica que el proyecto no afectará los recursos naturales renovables en la zona de emplazamiento del proyecto.

g) El impacto generado por el volumen o caudal de recursos hídricos a intervenir o explotar, así como el generado por el transvase de una cuenca o subcuenca hidrográfica a otra, incluyendo el generado por ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas y superficiales.

La evaluación de dicho impacto deberá considerar siempre la magnitud de la alteración en:

g.1. Cuerpos de aguas subterráneas que contienen aguas fósiles.

El proyecto no contempla la intervención de aguas subterráneas que contengan aguas fósiles.

g.2. Cuerpos o cursos de aguas en que se generen fluctuaciones de niveles.

evaluó el comportamiento de la calidad de agua del estero Melilahuen frente a la descarga del efluente tratado proveniente de la futura Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) de la localidad de Lican Ray, mediante la implementación de un modelo de calidad de agua desarrollado en HEC-RAS. La evaluación consideró escenarios hidrológicos representativos bajo condiciones de cambio climático, incluyendo la condición más desfavorable de operación del proyecto, correspondiente a una descarga máxima de 95 l/s.

Los resultados de la modelación indican que la incorporación del efluente produce incrementos localizados en las concentraciones de DBO_5, nitrógeno total, fósforo total y sólidos suspendidos totales inmediatamente aguas abajo del punto de descarga. Sin embargo, en todos los escenarios evaluados las concentraciones permanecen dentro del rango de variabilidad natural definido para el estero Melilahuen y no superan los valores máximos registrados durante la caracterización ambiental, por lo que no se identifican alteraciones significativas en la calidad del cuerpo receptor atribuibles a la operación de la PTAS.

El análisis de la mezcla y dispersión permitió determinar que las concentraciones alcanzan una condición estable en un tramo acotado aguas abajo del punto de descarga. La mayor distancia de

estabilización corresponde al parámetro Sólidos Suspendidos Totales (SST), con una longitud de aproximadamente 860 m bajo el escenario estival con descarga máxima, criterio que fue adoptado para la delimitación conservadora del área de influencia del componente calidad de aguas superficiales.

Asimismo, la estabilización de las concentraciones ocurre aproximadamente 900 m antes de la desembocadura del estero Melilahuen en el lago Calafquén, evidenciando que el proceso de mezcla y dispersión del efluente se desarrolla completamente dentro del cauce fluvial y previo al ingreso al ambiente lacustre.

En consecuencia, los resultados obtenidos permiten concluir que la descarga del efluente tratado, cumpliendo los límites establecidos en el Decreto Supremo N°90/2000 para cuerpos de agua lacustres, no genera modificaciones significativas en la calidad de las aguas superficiales del estero Melilahuen. Asimismo, la delimitación del área de influencia propuesta representa de manera conservadora la máxima extensión espacial de los cambios atribuibles al proyecto, en concordancia con los criterios establecidos en la Guía Áreas de Influencia del Servicio de Evaluación Ambiental.

g.3. Vegas y/o bofedales que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas.

El proyecto no contempla la intervención de vegas y/o bofedales.

g.4. Áreas o zonas de humedales, estuarios y turberas que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas o superficiales.

El proyecto no contempla la afectación de áreas o zonas de humedales, estuarios y/o turberas producto del ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas o superficiales ocasionadas por el proyecto.

Al respecto es importante señalar que el estero Melilahuen no está dentro del inventario de humedales del Ministerio de Medio Ambiente, sin perjuicio de lo anterior, es importante destacar que el proyecto, en particular debido al emplazamiento de la aducción y obra de descarga en el estero Melilahuén, que corresponden a las obras que requieren un análisis más específico debido a que existe una intervención física puntual del cauce durante la fase de construcción y una interacción con el cuerpo receptor durante la operación, se presenta el siguiente detalle:

Alteración física: La obra de descarga corresponde a una intervención localizada del lecho, destinada a instalar una conducción sumergida para efectuar la descarga del efluente tratado, en

ese sentido es importante destacar que la obra:

- ✓ no tiene por objetivo efectuar el relleno del estero;
- ✓ no contempla su drenaje;
- ✓ no contempla el secado del cauce como condición permanente;
- ✓ no tiene por objeto extraer caudales;
- ✓ no considera extracción de áridos como actividad del Proyecto;
- ✓ no contempla alteración de una barra terminal;
- ✓ no contempla la eliminación permanente de vegetación azonal hídrica o ripariana; y
- ✓ no tiene por finalidad transformar o invadir áreas de flora o fauna de un humedal urbano.

A ello se agrega que, la intervención del lecho durante la construcción será puntual y temporal, debiendo posteriormente restituirse el sector intervenido conforme a las especificaciones constructivas y ambientales definidas para la obra.

En consecuencia, atendida la naturaleza localizada y temporal de la intervención, ésta no corresponde a una transformación permanente de las condiciones físicas del sistema, sin perjuicio de las medidas de manejo que deberán implementarse durante su construcción.

Eventual alteración química: Durante la fase de operación, el Proyecto considera la descarga al estero Melilahuén de aguas servidas previamente sometidas a tratamiento en la PTAS y en cumplimiento de la tabla N°3 del D.S. N°90/2000. Por tanto, se debe analizar si dicha descarga puede significar una alteración química de los componentes bióticos, sus interacciones o los flujos ecosistémicos de un eventual humedal urbano. En este contexto, resulta especialmente relevante que la descarga:

- ✓ corresponde a un efluente tratado, y no a aguas servidas crudas;
- ✓ estará sometida al cumplimiento de la normativa de emisión aplicable;
- ✓ corresponde a un único punto de descarga ambientalmente controlable;
- ✓ ha sido analizada mediante estudios hidrológicos, limnológicos y de modelación de calidad de agua; y
- ✓ se incorpora a un cuerpo receptor cuya respuesta frente a la descarga ha sido específicamente evaluada en el marco del EIA y sus Adendas.

Los antecedentes del expediente dan cuenta de que el punto de descarga fue definido considerando condiciones técnicas tales como la hidrología del estero y características topobatimétricas del sector.

Adicionalmente, los resultados de la modelación de calidad de agua desarrollada para el estero Melilahuén indican que la incorporación del efluente produce incrementos localizados en las concentraciones de DBO_5, nitrógeno total, fósforo total y sólidos suspendidos totales inmediatamente aguas abajo del punto de descarga. Sin embargo, en todos los escenarios evaluados las concentraciones permanecen dentro del rango de variabilidad natural definido para el estero Melilahuen y no superan los valores máximos registrados durante la caracterización ambiental, por lo que no se identifican alteraciones significativas en la calidad del cuerpo receptor atribuibles a la operación de la PTAS.

En consecuencia, y considerando conjuntamente la localización de las obras, la ausencia de superposición con los humedales identificados cartográficamente, la naturaleza localizada de la intervención en el estero Melilahuén y los antecedentes de calidad de agua disponibles, no se identifican obras o actividades del Proyecto susceptibles de producir las alteraciones físicas o químicas del cuerpo receptor.

g.5. La superficie o volumen de un glaciar susceptible de modificarse.

El proyecto no contempla la afectación de glaciares que pudieran modificar su superficie o volumen.

h) Los impactos que pueda generar la introducción de especies exóticas al territorio nacional o en áreas, zonas o ecosistemas determinados.

El proyecto no contempla la introducción de especies exóticas al territorio nacional o en áreas, zonas o ecosistemas determinados.

i) Los impactos generados por pérdida de resiliencia climática de los ecosistemas

Para evaluar la eventual generación de impactos asociados a la pérdida de resiliencia climática de los ecosistemas, se realizó un análisis integrado de los antecedentes de flora y vegetación, fauna terrestre y limnología levantados para el Proyecto, complementándolos con la información disponible en el Atlas de Riesgos Climáticos para Chile (ARClim) del Ministerio del Medio Ambiente.

Para efectos de este análisis, la resiliencia climática se entiende como la capacidad de los ecosistemas para mantener su estructura, composición, funciones ecológicas y capacidad de recuperación frente a modificaciones de las condiciones climáticas, tales como cambios de temperatura, precipitación, disponibilidad hídrica y frecuencia o intensidad de eventos extremos. De esta forma, la evaluación no se limita a establecer si el territorio se encuentra expuesto al cambio climático, sino que analiza si las partes,

obras y acciones del Proyecto pueden reducir adicionalmente dicha capacidad de respuesta, por ejemplo, mediante pérdida de cobertura vegetal, fragmentación, reducción de conectividad, alteración del hábitat ribereño o deterioro del ecosistema acuático.

Contexto de riesgo climático

Los antecedentes de ARClim resultan especialmente relevantes para el área del Proyecto, dado que la metodología de biodiversidad del Atlas evalúa el riesgo de flora y fauna frente a cambios futuros de temperatura y precipitación, considerando conjuntamente amenaza, exposición y vulnerabilidad. El análisis utiliza condiciones climáticas actuales (1980-2010) y futuras (2035-2065), con una resolución espacial de 5 km, e incorpora como componente de exposición la pérdida de vegetación natural y como vulnerabilidad los márgenes de seguridad climática y la capacidad adaptativa de las especies.

Los resultados generales de ARClim muestran que uno de los sectores de mayor riesgo para biodiversidad corresponde precisamente a la zona centro-sur de Chile, desde la Región del Maule hasta Los Lagos, tanto respecto de disminuciones de precipitación como de cambios de temperatura. Para flora, el riesgo asociado a disminución de precipitaciones presenta particular relevancia en esta zona; para fauna se observa el mismo patrón espacial, aunque con magnitudes generalmente inferiores.
A escala comunal, la información oficial del Ministerio del Medio Ambiente para Villarrica señala:

Cadena de impacto	Amenaza	Grado de intervención	Vulnerabilidad	Riesgo
Pérdida de fauna por cambios de precipitación	Alta	Alta	Baja	Muy alta
Pérdida de fauna por cambios de temperatura	Muy baja	Alta	Muy baja	Alta
Pérdida de flora por cambios de precipitación	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta
Pérdida de flora por cambios de temperatura	Muy baja	Alta	Moderada	Alta

Estos resultados evidencian que el territorio de Villarrica presenta una vulnerabilidad climática basal que debe ser considerada en la evaluación ambiental, particularmente respecto de cambios en el régimen de precipitaciones.

Asimismo, el informe consolidado de ARClim identifica a Villarrica entre las comunas con valores comparativamente altos de riesgo para la cadena de impacto de pérdida de fauna por cambios de precipitación, asignándole un índice de riesgo de 0,8556.

Por lo tanto, el presente análisis reconoce expresamente que el Proyecto se inserta en un territorio donde el cambio climático constituye una presión ambiental relevante. Lo anterior, sin embargo, debe distinguirse de la pregunta ambiental específica: si las intervenciones propias del Proyecto incrementarán de manera

significativa dicha vulnerabilidad o disminuirán la capacidad de resiliencia de los ecosistemas presentes en su área de influencia.

Flora, vegetación y ecosistema terrestre

El área de influencia de flora y vegetación se inserta en el piso vegetacional Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* y *Laurelia sempervirens*, formación asociada a condiciones de elevada humedad y regularidad de precipitaciones. La línea de base destaca que dichas condiciones permiten el desarrollo de especies laurifolias, epífitas y trepadoras características de los bosques templados húmedos.
Este antecedente es relevante frente al cambio climático, ya que permite reconocer que modificaciones futuras del régimen de precipitaciones pueden constituir una presión sobre la composición y funcionamiento de estas formaciones, cuestión coherente con el riesgo identificado por ARClim para la flora de la comuna.

A escala local, la campaña 2026 identificó tres unidades principales: Bosque Nativo, Otros y Especiales, correspondiendo esta última al estero Melilahuén. La vegetación nativa incluye rodales dominados por *Nothofagus obliqua*, *Aristotelia chilensis* y *Nothofagus dombeyi*, además de formaciones de *Aristotelia chilensis* y *Lomatia hirsuta*. Asimismo, el área presenta especies endémicas, especies en categoría de conservación y colindancia directa con el ecosistema acuático del estero Melilahuén.

Las formaciones identificadas cumplen con la definición de bosque nativo y presentan una cobertura arbórea elevada; el estudio señala que el parche boscoso posee continuidad espacial y funcional hacia sectores adyacentes y que la cobertura de especies nativas alcanza niveles clasificados como "muy densos", entre 90 y 100 %.

Desde la perspectiva de resiliencia climática, estos atributos —cobertura arbórea, diversidad estructural, presencia de sotobosque y continuidad con sectores adyacentes— son relevantes porque favorecen la conservación de condiciones microclimáticas, conectividad ecológica y disponibilidad de refugios para fauna.

Por lo anterior, la eliminación extensa o fragmentación severa de estas formaciones podría generar una pérdida de resiliencia frente a escenarios de disminución de precipitaciones o aumento de temperatura. Sin embargo, los antecedentes disponibles no indican que el Proyecto implique la eliminación de la totalidad del parche boscoso ni la pérdida de su continuidad a escala del ecosistema. La intervención se concentra en las superficies necesarias para las obras del Proyecto, particularmente la nueva conducción y obra de descarga, permaneciendo formaciones nativas continuas fuera de las superficies directamente intervenidas.
Cabe además señalar que en el análisis específico de singularidades efectuado en 2026 se evaluó el criterio

relativo a "Longevidad, Reclutamiento, Endemismo y Susceptibilidad a los efectos del Cambio Climático", sin ser identificado como singularidad aplicable a las formaciones evaluadas. Esto no significa que el ecosistema sea inmune al cambio climático, sino que el levantamiento de terreno no identificó una condición particular de fragilidad climática atribuible a las especies o formaciones presentes.

Fauna terrestre

La línea de base de fauna muestra que los ambientes asociados al proyecto contienen distintos tipos de hábitat, incluyendo una zona arbórea ribereña, estrato arbustivo y parches de bosque nativo en los sectores T-1 y T-2, dominados por especies tales como *Nothofagus dombeyi*, *Gevuina avellana*, *Chusquea quila*, *Aristotelia chilensis* y *Blechnum hastatum*.

Los resultados de terreno determinaron además que los transectos T-1 y T-3 presentaron una alta representación de fauna dentro del conjunto evaluado, registrándose aves, mamíferos, reptiles y anfibios. La relación entre la vegetación ribereña y la fauna resulta particularmente relevante frente al cambio climático. La línea base reportó, por ejemplo, que *Batrachyla taeniata* fue registrada en un sector asociado a un estero, destacando expresamente la importancia del agua y de ambientes húmedos para el desarrollo de los anfibios. Asimismo, el informe identificó al sector de descarga (T-3) como uno de los de mayor diversidad y al sector ribereño T-1 como otro hábitat con distribución relativamente homogénea de especies.

La misma línea base registró especies de fauna asociadas específicamente a ambientes acuáticos o ribereños, como el martín pescador, cuya presencia se vincula al río, además de especies que, según el RCE utilizado en el estudio de 2017, presentaban categorías de conservación.

Por ello, desde la perspectiva de resiliencia climática, la conservación de la continuidad entre bosque nativo, vegetación ribereña y estero Melilahuén constituye un aspecto relevante, en especial considerando que ARClim asigna a Villarrica un riesgo muy alto de pérdida de fauna por cambios en precipitación.

No obstante, las obras del Proyecto no implican la eliminación del sistema ribereño completo ni la interrupción generalizada de su conectividad. La potencial perturbación se concentra espacialmente en los sectores directamente intervenidos, por lo que no se identifica un mecanismo que pueda transformar a escala territorial el conjunto de hábitats disponibles para la fauna.

Ecosistema acuático del estero Melilahuén

El componente limnológico reviste especial importancia porque constituye la conexión funcional entre las condiciones climáticas futuras, el régimen hídrico y la biodiversidad asociada al estero Melilahuén.

La campaña de invierno 2026 caracterizó siete estaciones del estero, observándose un cauce con heterogeneidad morfológica y sedimentológica, con anchos entre 6,0 y 13,5 m, profundidades máximas entre 0,7 y 1,6 m y predominio de hábitats rápido-profundos. El entorno directo de todas las estaciones presentó matorral o bosque nativo, confirmando la existencia de una matriz ribereña vinculada funcionalmente al curso de agua.

Los parámetros de calidad de agua medidos in situ —oxígeno disuelto, pH y temperatura— se encontraron dentro de los rangos de referencia considerados por la NCh 1333.Of78 en las siete estaciones, sin observarse hidrocarburos, espumas no naturales ni otros indicios visibles de contaminación durante la campaña.

La caracterización biológica, sin embargo, muestra que el sistema no corresponde a un ambiente prístino. Los índices de macroinvertebrados de invierno 2026 permiten caracterizarlo en términos generales como un ambiente medianamente perturbado, con riqueza, diversidad y abundancia moderadas.

Los antecedentes estivales de 2020, por su parte, registraron fitoplancton, fitobentos, zooplancton, macrófitas y 13 órdenes de macroinvertebrados bentónicos, demostrando que el estero mantiene distintas comunidades biológicas y funciones ecológicas asociadas.

En este contexto, una reducción sostenida del caudal, aumento de temperatura del agua o modificación significativa de la vegetación ribereña podrían representar presiones adicionales sobre el ecosistema acuático bajo escenarios climáticos futuros. No obstante, dichas presiones corresponden principalmente al escenario climático de base y no constituyen, por sí solas, impactos atribuibles al Proyecto.

Respecto de este último, la descarga corresponde a agua tratada, y la evaluación ambiental del Proyecto contempla el cumplimiento de las condiciones de descarga aplicables. Además, las obras no contemplan extracción de caudal desde el estero ni una regulación de su régimen hidrológico. Por consiguiente, no se identifica una vía mediante la cual la operación de la PTAS pueda generar una disminución del caudal disponible que agrave directamente los escenarios de menor precipitación considerados en ARClim.
Análisis integrado de pérdida de resiliencia

A partir de lo anterior, se reconoce que el área de Lican Ray y la comuna de Villarrica presentan sensibilidad

frente al cambio climático, especialmente por los cambios proyectados en precipitación. ARClim identifica riesgos altos a muy altos para la pérdida de flora y fauna, por lo que la evaluación del Proyecto debe evitar interpretar las condiciones actuales como estáticas o exentas de presión climática.

Sin embargo, al contrastar dicha condición basal con las características de las obras, no se identifica que el Proyecto genere por sí mismo una pérdida significativa de los atributos que sustentan la resiliencia del ecosistema. En particular:

- no implica la eliminación generalizada de las formaciones de bosque nativo presentes en el entorno;
- se mantiene continuidad del parche boscoso hacia sectores adyacentes;
- no se elimina la totalidad de la vegetación ribereña del estero;
- no contempla captaciones desde el Melilahuén que disminuyan su disponibilidad hídrica;
- no modifica a escala de cuenca el régimen de precipitaciones, temperatura o escorrentía;
- la intervención sobre el cauce corresponde espacialmente al sector asociado a la obra de descarga y no a una transformación generalizada de su hábitat fluvial; y
- permanecen disponibles, fuera de la superficie directamente intervenida, ambientes terrestres y ribereños capaces de mantener procesos ecológicos y hábitats para flora y fauna.

En este sentido, el cambio climático constituye una presión externa relevante sobre el territorio, pero los antecedentes disponibles no permiten identificar una interacción Proyecto–cambio climático que produzca una disminución sustantiva de la capacidad de resistencia, recuperación o adaptación de los ecosistemas terrestres y acuáticos presentes.

Conclusión

Considerando de manera conjunta los antecedentes de ARClim y los levantamientos de flora y vegetación, fauna terrestre y limnología, se concluye que el Proyecto se emplaza en un territorio que presenta riesgo climático alto a muy alto para la biodiversidad, especialmente frente a cambios en las precipitaciones. Esta condición ha sido incorporada explícitamente en el análisis y constituye el escenario basal sobre el cual deben evaluarse las intervenciones del Proyecto.

No obstante, por la extensión localizada de las obras, la permanencia de cobertura y continuidad de bosque nativo fuera de las superficies directamente intervenidas, la mantención de vegetación ribereña a lo largo del estero, la ausencia de captaciones que reduzcan el caudal del Melilahuén y la conservación general de la estructura del ecosistema terrestre-fluvial, no se prevé que el Proyecto genere una pérdida significativa de resiliencia climática de los ecosistemas.

En consecuencia, si bien los ecosistemas presentes están sujetos a presiones futuras derivadas del cambio climático, principalmente relacionadas con la disponibilidad hídrica y cambios de precipitación, no se identifica que las partes, obras y acciones del Proyecto incrementen de manera significativa su vulnerabilidad climática ni que comprometan su capacidad de mantener las principales estructuras y funciones ecológicas que permiten responder frente a dichas presiones.

1.3 Artículo 7.- Reasentamiento de Comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos

El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.

Se entenderá por comunidades humanas o grupos humanos a todo conjunto de personas que comparte un territorio, en el que interactúan permanentemente, dando origen a un sistema de vida formado por relaciones sociales, económicas y culturales, que eventualmente tienden a generar tradiciones, intereses comunitarios y sentimientos de arraigo.

A objeto de evaluar si el proyecto o actividad genera reasentamiento de comunidades humanas, se considerará el desplazamiento y reubicación de grupos humanos que habitan en el área de influencia del proyecto o actividad.

Cuando excepcionalmente el traslado y la reubicación de grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas se consideren necesarios, sólo deberán efectuarse con su consentimiento, dado libremente y con pleno conocimiento de causa. Cuando no pueda obtenerse su consentimiento y existan causas establecidas en la legislación vigente, el traslado y la reubicación sólo deberá tener lugar al término de procedimientos adecuados, incluidas encuestas públicas, cuando haya lugar, en que dichos grupos tengan la posibilidad de estar efectivamente representados.

A objeto de evaluar la alteración significativa a los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos, se considerará la generación de efectos adversos significativos sobre la calidad de vida de éstos, en consideración a la duración o magnitud de cualquiera de las siguientes circunstancias:

a) La intervención, uso o restricción al acceso de los recursos naturales utilizados como sustento económico del grupo o para cualquier otro uso tradicional, tales como uso medicinal, espiritual o cultural.

Para dar una respuesta robusta a esta literal, se efectuó una revisión integrada y actualizada de los antecedentes relativos a la Línea de Base de Medio Humano generados durante las distintas etapas de evaluación del Proyecto, incluyendo los estudios antropológicos y de Medio Humano previos, las campañas de terreno desarrolladas entre 2014 y 2021, el análisis específico efectuado durante 2023 respecto del cambio del punto de descarga, y las nuevas campañas de actualización realizadas durante julio de 2026.

En la figura siguiente se presenta la ubicación del nuevo punto de descarga respecto del sector ceremonial.

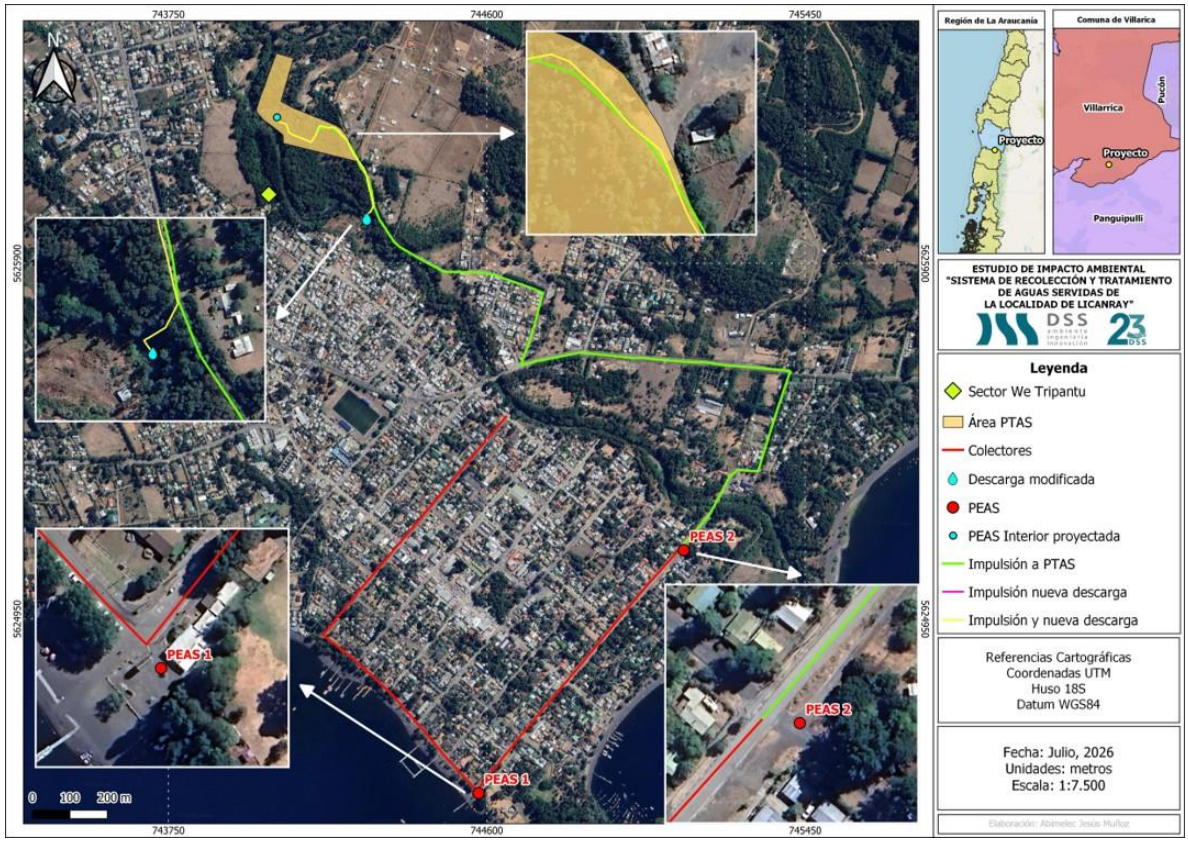

Figura 42 Ubicación del nuevo punto de descarga

A partir de dichos antecedentes se reconoce que las comunidades indígenas Remigio Cabrapán y Rudecindo Ancalef mantienen una relación histórica y sociocultural con el estero Melilahuén y su entorno. Entre los usos tradicionales identificados se encuentran la recolección de hierbas medicinales o lawen, pesca, recolección de leña, riego, actividades recreativas, cabalgatas y otras actividades turísticas asociadas al conocimiento y utilización del territorio. Asimismo, el estero posee una valoración que excede su utilización material, al encontrarse asociado a prácticas culturales, medicinales y espirituales propias de la cosmovisión mapuche.

En la figura siguiente se aprecia la ubicación de las comunidades indígenas respecto de las partes y obras del proyecto, además del área de influencia de medio humano actualizada durante el 2026.

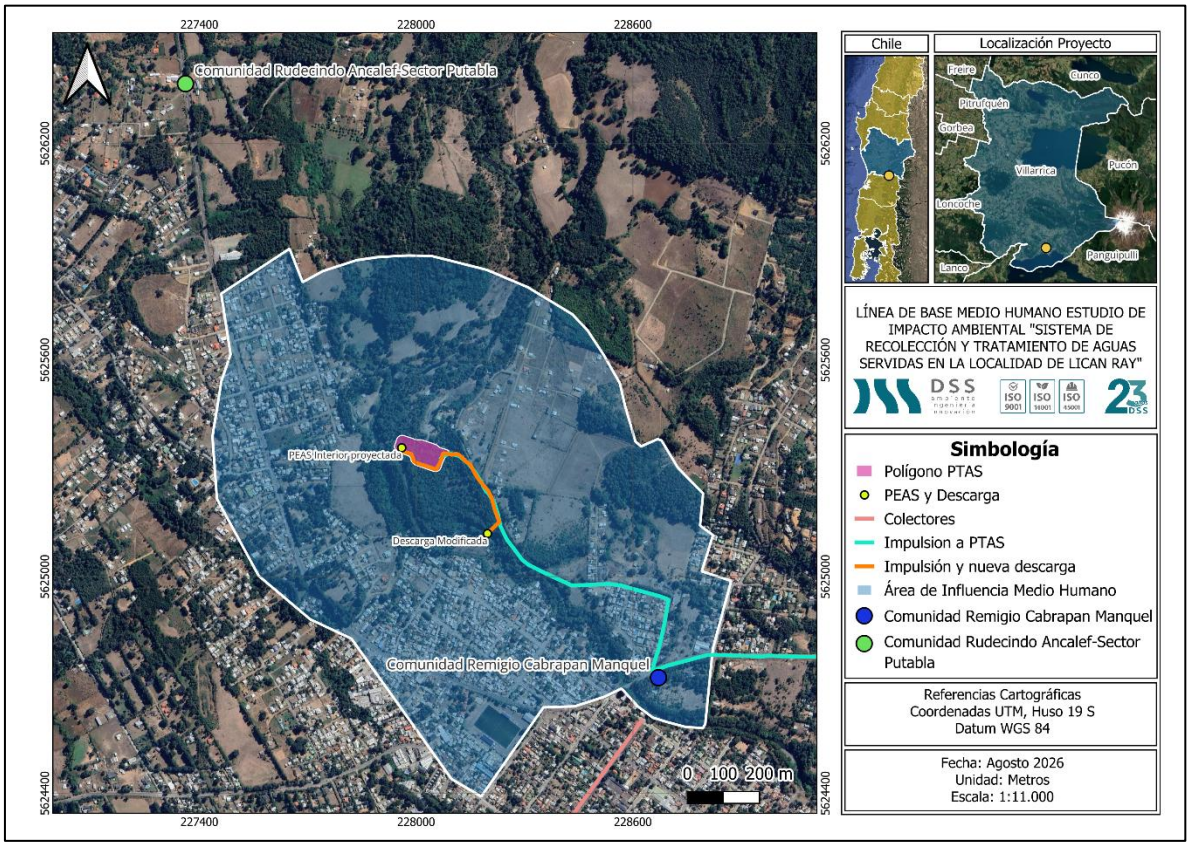

Figura 43 Ubicación de comunidades indígenas cercanas al proyecto

En particular, la recolección y utilización de lawen constituye una práctica cultural vigente y un conocimiento transmitido por generaciones, mientras que el estero y sus riberas forman parte del espacio territorial donde se desarrollan rogativas, actividades de medicina tradicional y otras formas de relación con los elementos naturales. De igual forma, la celebración del We Tripantu se encuentra asociada a un sitio específico de la ribera poniente del estero Melilahuén, principalmente vinculado a la Comunidad Rudecindo Ancalef y con participación de integrantes de la Comunidad Remigio Cabrapán. Precisamente en atención a estos antecedentes, el cambio de ubicación del punto de descarga fue analizado desde una perspectiva territorial y sociocultural. La modificación considerada desplaza el punto de descarga aguas abajo del punto evaluado originalmente y del sector donde se desarrolla el We Tripantu. Asimismo, el nuevo trazado de conducción se proyecta preferentemente por el camino de acceso a la PTAS y no por el borde del estero, disminuyendo con ello la intervención física sobre su ribera.

Los antecedentes reconocen expresamente que las comunidades Remigio Cabrapán y Rudecindo Ancalef mantienen una relación histórica, material, cultural y espiritual con el estero Melilahuén,

identificándose usos asociados a pesca, recolección de lawen, recolección de leña, riego, recreación y actividades turísticas, además de una valoración espiritual del curso de agua. Sin embargo, la modificación actualmente evaluada no implica apropiación, pérdida de disponibilidad ni restricción de acceso a dichos recursos. El nuevo punto de descarga se desplaza aguas abajo respecto de la configuración anteriormente evaluada y del sector asociado al We Tripantu, mientras que la conducción se desarrolla preferentemente por el camino de acceso a la PTAS y por la faja fiscal, no por la ribera del estero, reduciendo la interacción física con los espacios culturalmente utilizados.

Asimismo, el análisis específico del cambio de descarga establece que no se proyecta una afectación significativa de la calidad del agua o de la condición limnológica del estero para los distintos usos reconocidos. Por tanto, se descarta la configuración de la circunstancia de la letra a), toda vez que la modificación no impide ni restringe significativamente el acceso, disponibilidad o continuidad de los recursos utilizados con fines económicos, medicinales, espirituales o culturales.

Respecto a la comunidad en general o grupos humanos pertenecientes a los pueblos indígenas (GHPPI) dentro del área de influencia, el polígono del proyecto de la planta de tratamiento considera un área de intervención de sólo 1,71 hectáreas de las 2,91, todas ellas iniciadas en la fase de construcción de la PTAS propiamente tal, las cuales afectarán a las comunidades Remigio Cabrapán y Rudecindo Ancalef.

No obstante, el área de emplazamiento de la PTAS propiamente tal, se le otorga una valoración importante por parte de las comunidades mapuche Rudecindo Ancalef y Remigio Cabrapan, asociada al uso medicinal de algunas de las plantas que crecen en dicha área, razón por lo cual existe una **afectación adversa significativa del proyecto con este uso cultural.**

Al cuantificar las plantas y hierbas reconocidas por la cultura mapuche con propiedades medicinales o espirituales, se realizó un cruce de la información bibliográfica existente de las plantas consideradas medicinales, sumado a información de fuentes primarias en visitas a las comunidades, con la línea base de flora y vegetación presentes en el área necesaria a ser cortada para la construcción de la PTAS. De esta forma y según el catastro de detalle realizado en terreno para cuantificar la intervención (Anexo 4.3 del EIA), las plantas afectadas de importancia para la cultura que serán intervenidas en la fase de construcción con la construcción de la PTAS en donde se debe realizar corta de bosque nativo planteado en el PAS 148 (Capítulo 11.7 del EIA), son las siguientes:

- Aristotelia chilensis (Maquí) 620 individuos.

- Lomatia hirsuta (Radal) 694 individuos.
- Luma apiculata (Arrayán) 539 individuos.
- Berberis darwini (Michay) 87 individuos.
- Colletia spinossisima (Yaqui) 8 individuos.
- Maytenus boaria (Maitén) 8 individuos.
- Fuchsia magellanica (Chilco) 8 individuos.

Es necesario mencionar que dentro del cruce de información de plantas medicinales y del área de prospección levantada de la línea base que contempló toda la superficie (2,91 hectáreas), existen otras plantas consideradas en el uso medicinal de cultura mapuche, pero estas no serán intervenidas, ya que no se encuentran en el polígono que será intervenido para la construcción de la PTAS. Del mismo modo en dicha área también se encuentran las plantas descritas en el polígono sin intervención, por cuanto la afectación dice relación con la disminución en la superficie donde se emplazan dichas plantas de importancia para las comunidades de Rudecindo Ancalef y Remigio Cabrapan y la dificultad que tendrán las comunidades para acceder a dicho sector producto de la instalación de faenas que existirá temporalmente. De igual forma, cuando la PTAS se encuentre en operación propiamente tal, el acceso se dificultará a la zona donde se encuentran dichas plantas y que no será intervenida.

En cuanto a la fase de operación, una de las preocupaciones son las emisiones odorantes de la PTAS y PEAS, lo cual y de acuerdo con las modelaciones efectuadas y descritas de la operación de la PTAS y de las medidas de abatimiento en las PEAS, no existirá percepción de estos con respecto a la comunidad cercana; es por esto que las actividades económicas asociadas al turismo (que fueron las más cuestionadas en las entrevistas) no se verán afectadas significativamente con este proyecto, aun cuando las PEAS se ubican en sector urbano turístico como la calle Carimán de Lican Ray.

Respecto de la relación de las comunidades mencionadas con su entorno, los antecedentes recopilados dan cuenta de una especial valoración del estero Melilahuén y de los elementos naturales asociados a este. Desde la cosmovisión mapuche registrada en el estudio, los cursos de agua, la vegetación y las hierbas medicinales no son entendidos únicamente desde una perspectiva material o productiva, sino que poseen significaciones culturales y espirituales que forman parte de los sistemas de vida y costumbres de las comunidades. En particular, el estero es reconocido como un elemento asociado a la medicina, la alimentación y al desarrollo de prácticas culturales, adquiriendo además un carácter sagrado dentro de la cosmovisión de los GHPPI del sector.

Esta valoración se expresa también mediante distintos usos tradicionales desarrollados históricamente en torno al estero y su entorno, entre los que se identifican la pesca, la recolección de hierbas medicinales o lawen, la recolección de leña, actividades recreativas, riego y desplazamientos asociados a actividades turísticas. De acuerdo con los antecedentes del estudio, estas prácticas se articulan con una relación más amplia entre las comunidades y el territorio, en la cual el estero posee una importancia tanto material como simbólica. La información levantada permitió corroborar que esta significación se mantiene vigente y se encuentra asociada a principios propios de la cosmovisión mapuche, relacionados con la protección de la naturaleza, el equilibrio y la conservación del itxofil mongen.

En relación con las manifestaciones culturales, se identificó como una de las principales prácticas la recolección y utilización de hierbas medicinales o lawen, cuyo conocimiento respecto de especies, propiedades y formas de utilización ha sido transmitido entre generaciones y forma parte del patrimonio cultural inmaterial de ambas comunidades. Asimismo, se reconoce en las comunidades la presencia de conocimientos especializados asociados al uso tradicional de hierbas medicinales.

De igual forma, una de las manifestaciones culturales de mayor relevancia corresponde a la celebración del We Tripantu, ceremonia propia de la cultura mapuche que mantiene una estrecha relación con los ciclos de la naturaleza y con el territorio. En el área de influencia, esta ceremonia es organizada por la comunidad Rudecindo Ancalef en un sector asociado a la ribera del estero Melilahuén, participando también algunos integrantes de la comunidad Remigio Cabrapán. Esta última comunidad desarrolla igualmente la celebración en espacios familiares, de acuerdo con sus propias dinámicas comunitarias.

Complementariamente, se identificó la realización de rogativas vinculadas a actividades cotidianas y al uso de elementos naturales, particularmente aquellas relacionadas con la recolección de vegetación con fines medicinales o con el ingreso a determinados espacios naturales. Estas prácticas expresan principios de reciprocidad, respeto y equilibrio entre las personas y los distintos componentes del entorno, constituyendo elementos propios del sistema de valores y de la cosmovisión mapuche presente en ambas comunidades.

Asimismo, las comunidades han desarrollado acciones orientadas al mantenimiento, transmisión y fortalecimiento de su patrimonio cultural, participando en actividades relacionadas con artesanía, conocimientos de plantas nativas, hierbas medicinales, trabajo en madera, greda, tejidos y otras expresiones de la cultura mapuche. De acuerdo con el estudio, estas prácticas contribuyen al rescate

y transmisión de conocimientos tradicionales y forman parte de los mecanismos mediante los cuales ambas comunidades reproducen y fortalecen su identidad cultural. En este sentido, el patrimonio cultural de las comunidades comprende tanto ceremonias y ritos como conocimientos asociados a medicina tradicional, artesanía, formas de trabajo de la tierra y otros saberes transmitidos generacionalmente.

En el ámbito socioeconómico, los antecedentes disponibles evidencian además el aprovechamiento de distintos elementos naturales mediante actividades compatibles con los sistemas de vida tradicionales. Entre estas se encuentran la elaboración de productos derivados de frutos y plantas recolectadas en el territorio, así como actividades turísticas y recreativas vinculadas al entorno natural. Particularmente, se registran actividades relacionadas con la elaboración de alimentos y otros productos a partir de especies recolectadas, además del desarrollo de iniciativas de carácter turístico asociadas a prácticas tradicionales y al conocimiento del territorio.

De este modo, los antecedentes recabados permiten sostener que las comunidades Remigio Cabrapán y Rudecindo Ancalef mantienen sistemas de vida y costumbres estrechamente vinculados con el territorio y particularmente con el estero Melilahuén y su entorno. Esta relación comprende dimensiones materiales, económicas, culturales, simbólicas y espirituales, expresadas mediante la utilización de elementos naturales, la recolección de lawen, actividades de subsistencia y productivas, prácticas ceremoniales y la transmisión intergeneracional de conocimientos. En consecuencia, la presencia de ambos GHPPI en el área de influencia no se limita únicamente a su emplazamiento territorial, sino que se manifiesta a través de una relación histórica y cultural con los componentes del entorno que forman parte de su identidad colectiva y de su cosmovisión mapuche.

Las actividades económicas turísticas principales emplazadas a lo largo del sector urbano de Lican Ray tampoco deben verse afectadas por los trabajos de este proyecto (particularmente en lo referido al emplazamiento de la red de alcantarillado) a un nivel paisajístico (otra de las interrogantes de los entrevistados), ya que todos los trabajos efectuados serán en la faja fiscal y con pocos metros de ancho (en el caso de la impulsión); por lo que a grandes rasgos tampoco se generaría un conflicto en relación a esta componente del proyecto que afecte a las actividades tanto del año como estivales, donde se aprecia la mayor población flotante de la localidad.

Con todo lo anterior, se concluye que existe un efecto significativo adverso en el componente ambiental Medio Humano, en especial en las comunidades mapuches Remigio Cabrapan y Rudecindo Ancalef que utilizan el sector de emplazamiento de la PTAS para la recolección de hierbas, en ese

sentido se entiende que por la duración del proyecto que por su naturaleza es indefinida, habrá una afectación.

b) La obstrucción o restricción a la libre circulación, conectividad o el aumento significativo de los tiempos de desplazamiento.

La PTAS del proyecto no se emplaza en cercanías a vías estructurantes de transporte urbano o privado, por lo cual esta no implicaría un conflicto en términos de obstrucción en las vías. Con respecto a la construcción del sistema de alcantarillado asociado al proyecto, se establece que este será soterrado, donde la impulsión que pasa por debajo de la ruta S-95-T Camino a Coñaripe será construido a lo largo de la franja fiscal, por lo cual este no debiera alterar el libre tránsito del eje estructural vial. Por otro lado, se contempla dicha instalación en periodo donde la afluencia de visitantes haya decrecido, es decir fuera de la época estival.

Respecto del cambio del punto de descarga, este no introduce cierres permanentes de caminos, interrupciones de senderos, barreras físicas ni modificaciones estructurales de la conectividad utilizada por los grupos humanos. La nueva conducción corresponde esencialmente a infraestructura enterrada y su trazado se irá por el camino de acceso a la PTAS y por faja fiscal, sin generar una ocupación permanente de las riberas ni impedir los desplazamientos hacia el estero. Los antecedentes reconocen que en torno a éste existen recorridos asociados a pesca, cabalgatas, recreación y turismo, incluida una actividad de cabalgatas desarrollada desde la Comunidad Remigio Cabrapán hacia la desembocadura. En consecuencia, no se prevé una obstrucción o restricción significativa de la circulación, conectividad o tiempos de desplazamiento, descartándose la circunstancia establecida en la letra b).

c) La alteración al acceso o a la calidad de bienes, equipamientos, servicios o infraestructura básica.

Respecto a la planta de tratamiento de aguas servidas propiamente tal, se establece que, de acuerdo con la información recabada en terreno, que ésta no generaría afectación en la calidad del aire debido a su emanación de olores, particularmente a las viviendas más cercanas, en donde en una de ellas fue entrevistada una mujer mapuche perteneciente a la comunidad Remigio Cabrapán, quien no ha querido revelar su identidad, oponiéndose a la materialización del proyecto debido a este motivo.

Por otra parte, el sistema de alcantarillado que contempla el proyecto no genera en términos generales afectación a los grupos humanos dentro de la comunidad, ya que éste contempla todas las medidas necesarias para salvaguardar el estado actual en cuanto a calidad de los bienes e infraestructura, siendo

éste soterrado, implicando un mejoramiento en la infraestructura sanitaria actual.

Con respecto a las PEAS, se establece que estas son de tipo soterradas y cuentan con un sistema de tratamiento de olores, a través de la implementación de filtros de carbón activado. Además, contarán con cámara de rejas y un canastillo, lo que servirá para retener materiales ajenos a la naturaleza de las aguas servidas.

Respecto de la modificación del punto de descarga, este no interfiere con el acceso de la población a establecimientos educacionales, salud, comercio, transporte, servicios públicos ni equipamientos comunitarios. Por el contrario, el Proyecto corresponde precisamente a infraestructura sanitaria destinada a resolver una brecha estructural de Lican Ray, localidad que actualmente dispone de agua potable, pero carece de una red pública de alcantarillado sanitario, utilizándose soluciones particulares para la disposición de aguas servidas. Desde la perspectiva del Medio Humano, el cambio de ubicación de la descarga no modifica la accesibilidad territorial ni genera pérdida o deterioro de infraestructura necesaria para el funcionamiento cotidiano de los grupos humanos.

En complemento de lo anterior, a continuación, se presentan mayores detalles respecto de los servicios y equipamientos con que cuenta Lican Ray actualmente.

Salud:
La localidad de Lican Ray presenta una condición diferenciada dentro de la red comunal, debido a que dispone de un Centro de Salud Familiar propio, denominado CESFAM Lican Ray. Este establecimiento se encuentra ubicado en calle Cacique Marichanquín N°215 y constituye el principal establecimiento de atención primaria para la población residente de la localidad y su entorno. La existencia de este establecimiento permite que una parte importante de las necesidades de atención primaria de la población de Lican Ray sean resueltas directamente en la localidad, disminuyendo la necesidad de desplazamiento hacia el área urbana de Villarrica para prestaciones correspondientes al primer nivel de atención.

En cuanto al área de influencia del proyecto es posible indicar según entrevistas realizadas, que las personas acceden principalmente al Centro de Salud Familiar Rural de Lican Ray.



Figura 44 Centro salud familiar Rural Lican Ray

Educación:

En Lican Ray, se concentra parte relevante de la oferta educacional del sector lacustre, constituyéndose como un núcleo de servicios para la población local y de las áreas rurales próximas. Esta distribución permite atender las necesidades educativas de la población residente, aunque los niveles de enseñanza media y otras alternativas de mayor especialización presentan una mayor concentración en la ciudad de Villarrica.

En la siguiente figura se presenta la distribución espacial de los establecimientos educacionales localizados en el entorno del área de influencia del proyecto y en la comuna de Villarrica, con especial énfasis en la localidad de Lican Ray, identificando aquellos establecimientos que se encuentran en mayor proximidad al emplazamiento del proyecto.

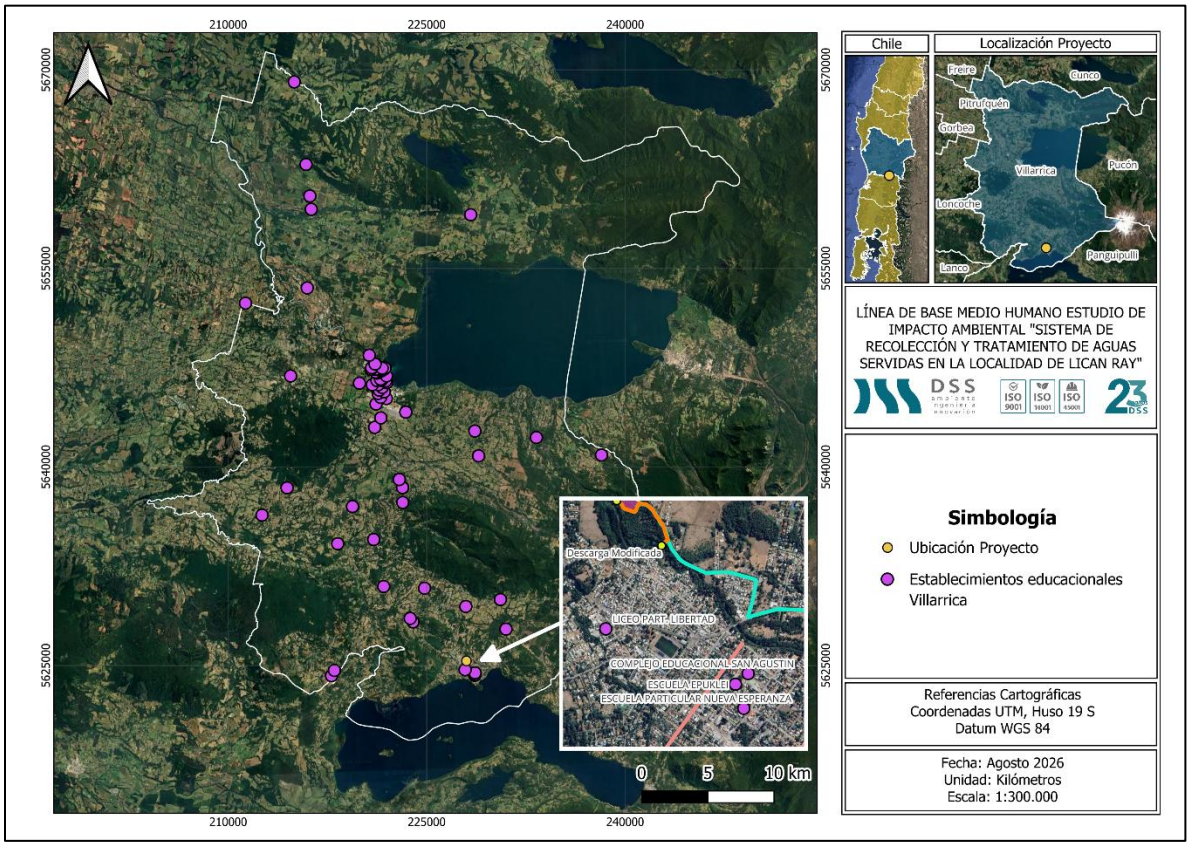

Figura 45 Distribución de establecimientos educacionales en la comuna de Villarrica

Vivienda:

En la siguiente tabla se presenta la cantidad de viviendas existentes en el área de influencia, la comuna, la región y el país.

Tabla 73 Cantidad de viviendas

Sector	Cantidad de viviendas
Área de influencia	4.579
Comuna de Villarrica	43.229
Región de La Araucanía	481.228
País	7.642.716

Así mismo el tipo de vivienda predominante en la comuna y en el área de influencia del proyecto según la clasificación del Censo 2024 es la siguiente.

Tabla 74 Tipo de Vivienda en la comuna y área de influencia

Tipo de vivienda	Comuna	Área de influencia
Casa	39.613	4.525
Departamento en edificio	3.315	25
Vivienda tradicional indígena (ruka, pae pae u otras)	6	0
Pieza en casa antigua o en conventillo	21	1
Mediagua, mejora, rancho o choza	63	0
Móvil (carpa, casa rodante o similar)	7	0
Otro tipo de vivienda particular	188	28
Total	**43.213**	**4.579**

En el área de influencia del proyecto, correspondiente al sector de Lican Ray, se mantiene el predominio de las viviendas tipo casa, con 4.525 unidades, equivalentes aproximadamente al 98,8% del total de viviendas. Por su parte, los departamentos en edificio alcanzan 25 unidades, representando cerca del 0,5%, mientras que las piezas en casas antiguas o conventillos corresponden a 1 vivienda y otros tipos de vivienda particular alcanzan 28 unidades. No se registran viviendas tradicionales indígenas, mediaguas, mejoras, ranchos, chozas ni viviendas móviles dentro del área de influencia.

Respecto de las características constructivas de las viviendas, los resultados del Censo de Población y Vivienda 2024 evidencian que tanto la comuna de Villarrica como el área de influencia presentan un parque habitacional compuesto principalmente por viviendas de carácter permanente, predominando las construcciones formales destinadas al uso residencial. En particular, el área de influencia presenta una marcada predominancia de viviendas tipo casa, lo que es consistente con la configuración residencial de Lican Ray, caracterizada por viviendas emplazadas en un contexto urbano de menor densidad y con presencia de viviendas destinadas tanto a residencia permanente como a segunda vivienda.

En el mismo tenor, y en atención al área de influencia del proyecto, en lo que respecta a la materialidad de las viviendas, estas presentan predominantemente condiciones de materialidad aceptable, asociadas a construcciones de carácter permanente y consolidado. La baja presencia de tipologías precarias, como mediaguas, mejoras, ranchos o chozas, da cuenta de un parque habitacional que, en términos generales, presenta condiciones constructivas adecuadas.

Equipamiento:

Los tipos de equipamiento a analizar corresponden a los mencionados en el artículo 3.1.33 de la OGUC los cuales se categorizan en 10 tipos: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento,

Salud, Seguridad, Servicios y Social.

Es por lo que para la descripción de los equipamientos existentes en el sector de estudio se utilizaron diferentes fuentes de información, entre las que se encuentran asociadas principalmente a información primaria obtenida de la observación de campo e información secundaria a través de fotointerpretación de imágenes satelitales.

Bajo este contexto los equipamientos existentes en el sector de estudio sus alrededores corresponden los siguientes:

- Comercio: en el área de influencia del proyecto acceden principalmente a almacenes locales.



Figura 46 Supermercado Lican Ray

- Educación: Cercano al área de influencia del proyecto, de acuerdo con la información primaria obtenida en campaña de terreno, se identifica que los establecimientos educacionales más próximos al AIMH corresponden al Liceo Particular Subvencionado Libertad y al Liceo Bicentenario de Excelencia San Agustín, ambos localizados en el área urbana de Lican Ray.



Figura 47 Liceo Libertad Lican Ray

- Salud: La población del sector accede principalmente al Centro de Salud Familiar Rural de Lican Ray
- Servicios y social: En el área de influencia de medio humano del Proyecto se encuentran sedes sociales como equipamiento social principalmente de las juntas de vecinos asociadas a los distintos sectores y conjuntos habitacionales y vecinales de Lican Ray
- Culto y cultura: En el área de influencia del Proyecto se hayan iglesias y capillas
- Áreas verdes: En el área de influencia hay zonas de esparcimiento y plazas al interior de villas y condominios, Principalmente destacan la costanera de Lican Ray, la Plaza y sus playas.



Figura 48 Área verde en el área de Influencia

- Deportivo: Fuera del AIMH hay canchas deportivas en sector Lican Ray Centro.

Bajo este contexto, a través de los equipamientos identificados en el área de influencia, y aledaños es posible especializarlos y representarlos en la siguiente cartografía.

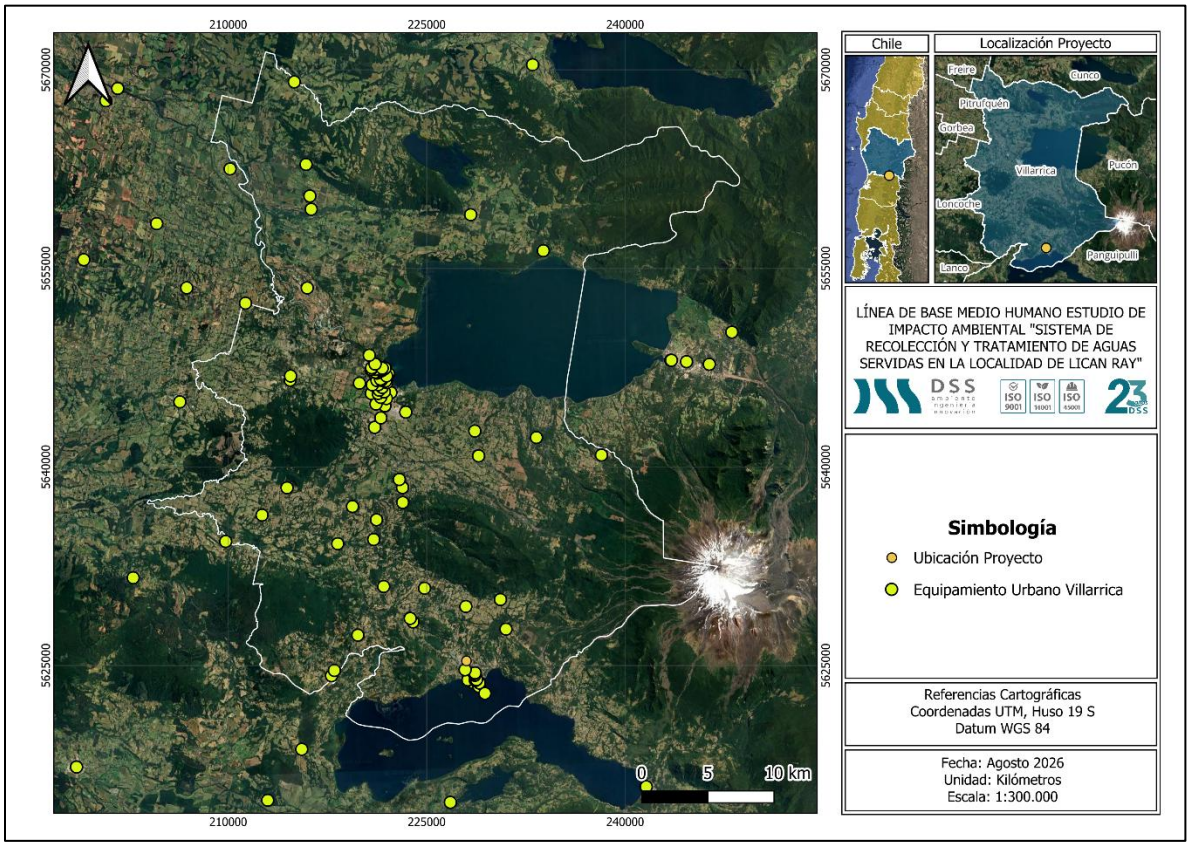

Figura 49 Equipamiento Urbano Villarrica

Servicios básicos: Los servicios básicos corresponden a aquellos servicios esenciales que permiten satisfacer necesidades fundamentales de la población y garantizar condiciones adecuadas de habitabilidad y calidad de vida. En este contexto, se analizan los principales servicios disponibles para la población residente en el Área de Influencia de Medio Humano (AIMH).:

- **Servicio Sanitario Agua Potable y Alcantarillado:** La provisión de agua potable en la localidad de Lican Ray se encuentra asociada a la empresa sanitaria Aguas Araucanía S.A., responsable de la prestación del servicio de agua potable en el área urbana de la localidad.

  Respecto del Área de Influencia de Medio Humano, los antecedentes recopilados mediante entrevistas semiestructuradas y consultas a actores clave indican que la población residente cuenta con acceso al servicio de agua potable. Sin embargo, la localidad de Lican Ray no dispone actualmente de una red pública de alcantarillado sanitario, por lo que las aguas servidas de las viviendas son gestionadas mediante soluciones particulares de saneamiento.

Esta situación constituye una característica relevante de las condiciones de habitabilidad y de infraestructura sanitaria existentes en el área de influencia, considerando que se trata de una localidad con un importante desarrollo residencial y turístico, que presenta tanto población permanente como viviendas destinadas a segunda residencia.

- **Servicio de electricidad:** El suministro eléctrico de la localidad de Lican Ray es proporcionado por la empresa Frontel, perteneciente al Grupo Saesa, mediante la red pública de distribución existente en el territorio.

  De acuerdo con la información obtenida durante el levantamiento de información primaria, los residentes del Área de Influencia de Medio Humano cuentan con acceso al suministro eléctrico mediante la red pública, sin que se hayan identificado problemáticas significativas relacionadas con la cobertura o disponibilidad del servicio. Los antecedentes recopilados permiten señalar que las viviendas y establecimientos existentes en el sector disponen de conexión eléctrica formal, permitiendo satisfacer las necesidades residenciales y de equipamiento presentes en el área.

En consecuencia, los antecedentes recopilados permiten caracterizar al Área de Influencia de Medio Humano como un sector que dispone de acceso a servicios básicos de agua potable y electricidad, pero que presenta una brecha en materia de infraestructura sanitaria asociada a la inexistencia de una red pública de alcantarillado sanitario.

d) La dificultad o impedimento para el ejercicio o la manifestación de tradiciones, cultura o intereses comunitarios, que puedan afectar los sentimientos de arraigo o la cohesión social del grupo.

De acuerdo a la información recabada en el informe de medio humano, se ha establecido que el proyecto genera un grado de afectación importante con respecto a la manifestación cultural, tradiciones o intereses comunitarios asociados particularmente a las comunidades indígenas de Remigio Cabrapan y Rudecindo Ancalef, especialmente dentro del área de intervención asociada a la PTAS, ya que si bien este terreno es de propiedad del titular desde el año 2010, las comunidades otorgan una importancia cultural y medicinal. En ese sentido, parte del área será intervenida en la fase de construcción de PTAS y posteriormente continuará dicha afectación en la fase de operación. Adicionalmente, el emplazamiento de la instalación de faenas y posteriormente de la PTAS dificultará el acceso a aquella zona que no será intervenida y donde se recolectan plantas de interés para la cultura mapuche.

En consecuencia, producto del emplazamiento de la PTAS existirá un impacto significativo asociado a la dificultad para el ejercicio de tradiciones, cultura de las comunidades Remigio Cabrapan y Rudecindo Ancalef asociados al acceso a los lugares de recolección de plantas consideradas importantes.

De acuerdo con la información levantada mediante fuentes secundarias (Delegado municipal, conversación comunidad Remigio Cabrapan), es pertinente señalar que la comunidad Rudecindo Ancalef realiza en la ribera del estero Melilahuén la ceremonia de We tripantu, en ese sentido, es importante destacar que, en atención a aquello, se modificó el punto de descarga quedando éste, aguas abajo de dicho sitio, como se aprecia a continuación.

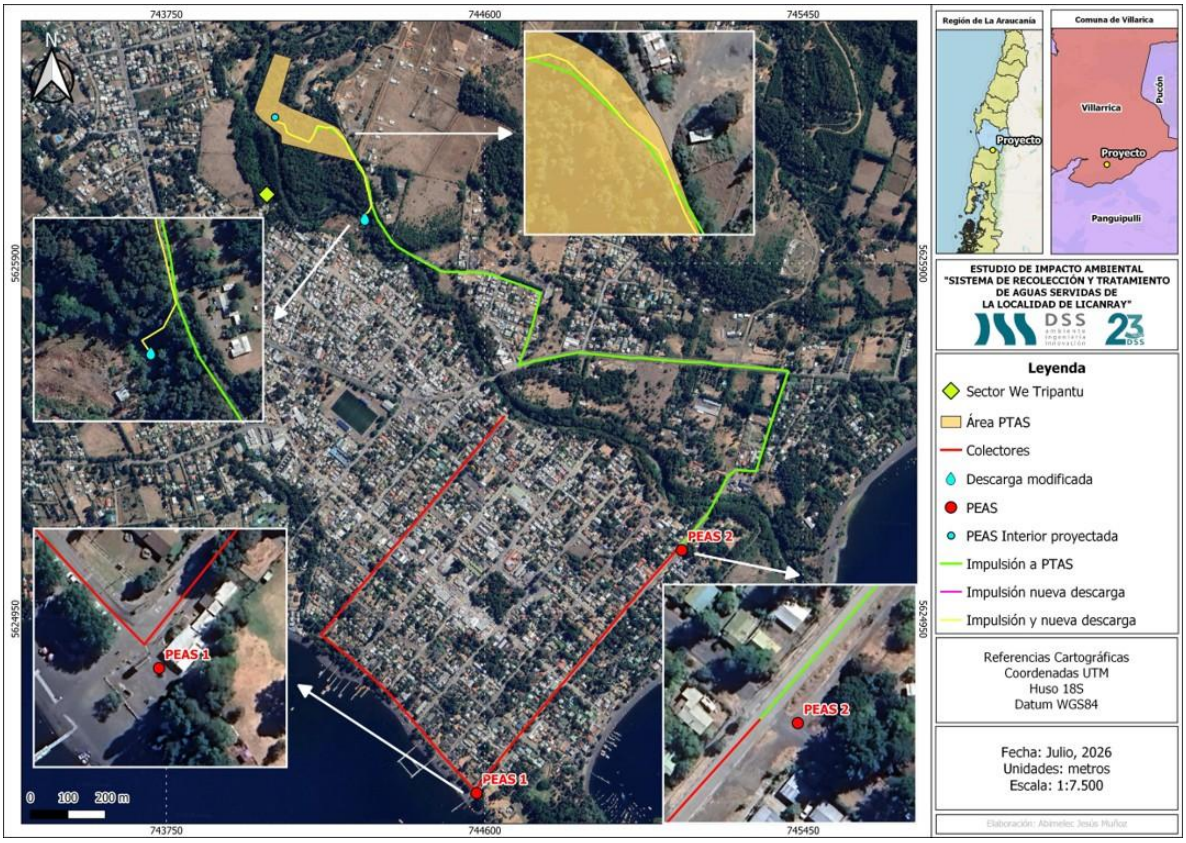

Figura 50 Ubicación del nuevo punto de descarga

Este criterio resulta particularmente relevante dada la presencia de GHPPI y la significación cultural del estero Melilahuén. La evaluación reconoce el We Tripantu, la recolección de lawen, las rogativas y otras prácticas mediante las cuales las comunidades reproducen conocimientos, identidad y relaciones territoriales. El sitio del We Tripantu fue localizado mediante información primaria y cartografía participativa, al trasladarse la descarga aguas abajo, el análisis específico concluyó que la nueva configuración no sería susceptible de intervenir materialmente la ceremonia ni las actividades que la integran. La modificación tampoco ocupa el sitio ceremonial, restringe su acceso ni impide el desarrollo de las prácticas tradicionales identificadas. Por ello, aun reconociendo plenamente la significación cultural y espiritual del estero, no se identifica una dificultad o impedimento significativo atribuible al cambio del punto de descarga que pueda afectar el arraigo, identidad o cohesión social de los GHPPI, descartándose la circunstancia prevista en la letra d).

Con respecto a la instalación de la red de alcantarillado propiamente tal, se establece que esta es emplazada a lo largo de la franja fiscal de camino a Coñaripe y la red vial dentro del sistema urbano de la localidad de Lican Ray (calles: Familia Coliñanco, y Avenida Cacique Puñulef) por un tiempo totalmente acotado, por lo

tanto, no afecta de manera significativa a los integrantes de la comunidad. Adicionalmente se establece que no existe afectación en términos de manifestaciones culturales o tradicionales, ya que la intervención de la red de alcantarillado contempla para el caso de las tuberías de impulsión y efluente, un ancho promedio de 1,2 metros, por tanto, representa un área de menor afectación, mientras que para la red asociada a colectores de aguas servidas tiene un promedio de intervención de 1 metro de ancho. Sin embargo, durante la construcción de la PEAS en específico de la PEAS 1 que se ubicará en la esquina de Cacique Cariman con cacique Puñulef en donde se instala en verano un puesto itinerante de artesanías mapuches, no obstante, las obras que pudiesen dificultar el acceso estarán presente de forma acotada por los meses que dure su construcción. De esta forma es preciso aclarar que se tomarán los resguardos necesarios para ejecutar las obras en periodos en que no se produzca esta actividad, por cuanto se considera que la afectación no será significativa.

Adicionalmente es importante tener en cuenta las aprehensiones de la comunidad con respecto a la instalación de un proyecto de este tipo dentro de su localidad. En este sentido se identifica una oposición generalizada a su materialización, debido a las implicancias que éste generaría en cuanto a su afectación en sus modos de vida, puesto que existe una tendencia en la percepción de la comunidad sobre la alteración en el atractivo turístico de la localidad, particularmente generada por la descarga de aguas servidas, siendo dicha información recopilada mediante entrevistas semiestructuradas a lo largo del área de influencia del proyecto.

Análisis por Fases del Proyecto

Durante la fase de construcción, las actividades asociadas a la nueva descarga se ejecutarán fuera del perímetro ceremonial. Estos trabajos se realizarán de manera sectorizada y por tramos acotados, evitando interferencias directas con el espacio del We Tripantu y la población en general. En la fase de operación, el nuevo punto de descarga descarta la instalación de infraestructura permanente en sectores asociados a espacios ceremoniales, por lo que no se prevé ocupación física, restricción de acceso ni impedimentos para la festividad habitual.

En atención a las manifestaciones culturales y festividades tradicionales que se desarrollan en la comuna de Villarrica, y particularmente en la localidad de Lican Ray, destacan principalmente aquellas asociadas a la identidad y cosmovisión del pueblo Mapuche, a la relación de las comunidades con el territorio y los elementos naturales, así como a actividades de rescate y difusión del patrimonio cultural local. En Lican Ray, estas expresiones adquieren especial relevancia debido a la presencia histórica de comunidades mapuche y a su vinculación sociocultural con el estero Melilahuén y su entorno. Entre las principales manifestaciones culturales identificadas se encuentran las siguientes:

We Tripantu: Corresponde a una de las principales manifestaciones culturales de los GHPPI presentes en la localidad de Lican Ray y constituye un espacio relevante para la reproducción y continuidad de conocimientos, prácticas, valores y relaciones comunitarias propias del pueblo Mapuche. En términos culturales, la ceremonia se vincula con el inicio de un nuevo ciclo de la naturaleza y con los procesos de renovación asociados al solsticio de invierno, desarrollándose anualmente durante el mes de junio. En el área de influencia del Proyecto, los antecedentes levantados mediante información primaria, estudios antropológicos y cartografía participativa identifican un sitio específico para su realización en la ribera poniente del estero Melilahuén, cuya localización ha sido especializada en los estudios complementarios de Medio Humano. La organización de la ceremonia se encuentra principalmente asociada a la Comunidad Indígena Rudecindo Ancalef, participando también integrantes de la Comunidad Indígena Remigio Cabrapán. Los antecedentes del expediente dan cuenta, además, de la participación de un *lonko* invitado por la Comunidad Rudecindo Ancalef, evidenciando que la actividad posee una dimensión comunitaria y ceremonial que trasciende el ámbito estrictamente familiar. Asimismo, durante el proceso de evaluación se ha informado que otras comunidades vinculadas al Lof Mapu de Lican Ray participan de actividades culturales desarrolladas en torno al estero Melilahuén, lo que permite comprender este espacio dentro de una red territorial y cultural más amplia.

Desde una perspectiva sociocultural, el We Tripantu no corresponde únicamente a un evento periódico, sino a una práctica mediante la cual se refuerzan vínculos comunitarios, procesos de transmisión intergeneracional y formas de apropiación y significación del territorio. Su desarrollo en la ribera del estero Melilahuén evidencia la relación existente entre la manifestación cultural y los elementos naturales del entorno, particularmente el curso de agua y su paisaje ribereño, los cuales forman parte de la valoración territorial y espiritual expresada por las comunidades. En este sentido, el sitio ceremonial constituye un lugar de significación cultural, en cuanto concentra prácticas y relaciones sociales que contribuyen a la identidad colectiva, al sentimiento de pertenencia y a la continuidad de las expresiones culturales mapuche en Lican Ray.

Ceremonias y rogativas tradicionales mapuche: Además del We Tripantu, los antecedentes disponibles reconocen otras expresiones ceremoniales propias de la cultura Mapuche, entre ellas el Nguillatun y distintas formas de rogativa vinculadas a la interacción con los elementos naturales. Estas manifestaciones forman parte del patrimonio cultural indígena de las comunidades presentes en el sector y se relacionan con principios de respeto, reciprocidad y equilibrio con el territorio.

Actividades de rescate y difusión cultural mapuche: En Lican Ray se han desarrollado distintas actividades orientadas al fortalecimiento y transmisión del patrimonio indígena, incluyendo talleres de

artesanía en fibras vegetales, madera, greda y fieltro, tejido, telar mapuche, conocimiento de plantas nativas y uso tradicional de hierbas medicinales. Asimismo, se han realizado instancias de difusión de la cosmovisión mapuche en equipamientos comunitarios de la localidad, entre ellas actividades asociadas a la conmemoración del Día de la Mujer Indígena.

Prácticas tradicionales vinculadas al lawen y al territorio: La recolección y utilización de hierbas medicinales constituye igualmente una manifestación cultural vigente en el sector de Lican Ray. Estos conocimientos son transmitidos entre generaciones y forman parte del patrimonio inmaterial de las comunidades, encontrándose estrechamente relacionados con la vegetación existente en torno al estero Melilahuén y con la valoración cultural y espiritual que las comunidades atribuyen a este curso de agua.
En este sentido, las manifestaciones culturales identificadas en la localidad de Lican Ray poseen un marcado componente territorial, particularmente asociado al estero Melilahuén y a los espacios ocupados históricamente por las comunidades mapuche. Estas prácticas contribuyen a mantener y reproducir conocimientos, ceremonias y formas de relación con el entorno que forman parte de la identidad cultural local.

A continuación, se presenta la ubicación de las principales manifestaciones culturales mencionadas anteriormente.:

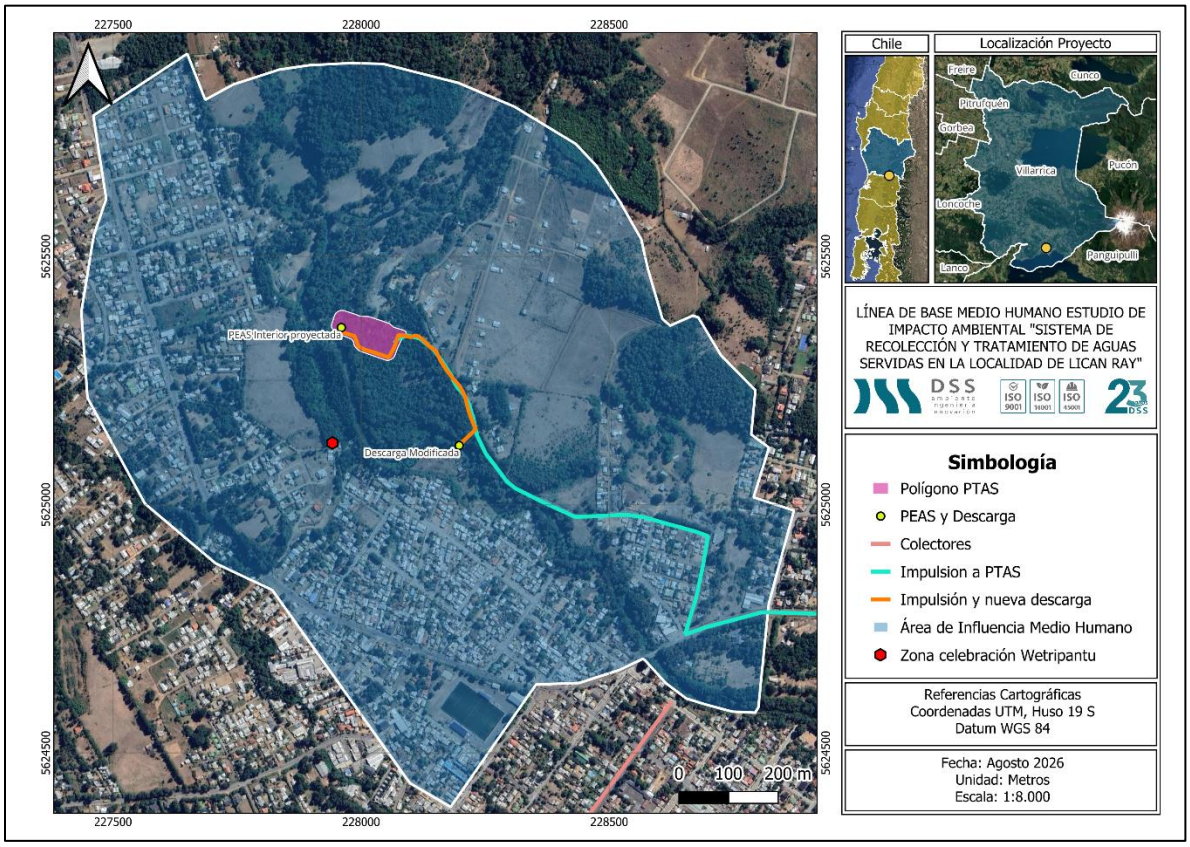

Figura 51 Festividades localidad de Lican Ray

Es importante destacar que en la localidad de Lican Ray, se identifica la presencia de organizaciones territoriales orientadas a la representación de los vecinos y a la gestión de necesidades locales. Entre ellas destaca la Junta de Vecinos de Lican Ray, organización con personalidad jurídica otorgada por la Municipalidad de Villarrica, así como la organización correspondiente a la Unidad Vecinal N°11, cuya directiva fue recientemente constituida en 2026, evidenciando la continuidad y fortalecimiento de los mecanismos de organización territorial de la localidad.

Asimismo, en Lican Ray se reconoce la presencia de organizaciones funcionales vinculadas a actividades deportivas, turísticas, culturales y comunitarias. Los antecedentes disponibles permiten identificar, entre otras, organizaciones deportivas y agrupaciones relacionadas con el desarrollo turístico local, evidenciando que la participación comunitaria de la localidad no se limita exclusivamente a las juntas de vecinos, sino que también se articula mediante organizaciones asociadas a actividades económicas, recreativas y sociales.

Un elemento particularmente relevante para la caracterización del Medio Humano corresponde a la

presencia de organizaciones y comunidades vinculadas al pueblo Mapuche en el entorno de Lican Ray, como fue mencionado anteriormente. Esta dimensión adquiere especial importancia considerando la presencia de población que declara pertenencia a pueblos indígenas u originarios en el área de influencia. En este sentido, la identificación de organizaciones indígenas y comunidades presentes en el territorio constituye un antecedente relevante para comprender las relaciones sociales, culturales y territoriales existentes en el área. La propia evaluación ambiental de proyectos desarrollados en Lican Ray ha considerado instancias de diálogo con organizaciones y comunidades mapuche de la localidad, lo que da cuenta de su participación dentro de la estructura social del territorio.

En términos generales, la organización social de Villarrica presenta una estructura diversa, en la que coexisten organizaciones territoriales y funcionales de distinta naturaleza. En el caso particular de Lican Ray, esta estructura adquiere características propias asociadas a su condición de localidad turística, su identidad comunitaria y la presencia de población y organizaciones vinculadas al pueblo Mapuche. Por lo anterior, para efectos de la caracterización del Medio Humano, resulta pertinente considerar tanto las organizaciones territoriales que representan a los residentes de la localidad como aquellas organizaciones funcionales, culturales, deportivas, turísticas e indígenas que participan en la dinámica social y territorial de Lican Ray.

En relación con el área de influencia del proyecto, el levantamiento de información primaria permitió identificar las organizaciones sociales con presencia y vinculación directa con el territorio analizado, las cuales constituyen actores relevantes para la comprensión de las dinámicas comunitarias locales. En particular, se deberá considerar la participación de las organizaciones territoriales de Lican Ray y de las organizaciones indígenas que mantengan relación con el área de emplazamiento y su entorno inmediato, en tanto representan mecanismos de organización, participación y expresión de intereses colectivos de la población residente.

Análisis del Sentimiento de Arraigo y Cohesión social

El área de celebración es un núcleo de significación cultural clave para la continuidad identitaria, la transmisión de conocimientos ancestrales y el arraigo de las comunidades locales. En el diseño inicial del Proyecto, la cercanía de la descarga planteaba el riesgo de alterar las condiciones de uso de esta explanada. Sin embargo, la reubicación de la obra aguas abajo anula cualquier intervención directa o superposición espacial. De este modo, al asegurar la total disponibilidad y permanencia del lugar sin infraestructura fija, el Proyecto mantiene las condiciones territoriales que sustentan las prácticas comunitarias ligadas al estero Melilahuén. En consecuencia, se descarta una afectación al sentimiento de arraigo, garantizando el libre desarrollo de la manifestación cultural.

En relación con la cohesión social, el We Tripantu constituye un hito clave de encuentro y participación para las comunidades mapuche, fundamental para fortalecer el tejido social y la transmisión intergeneracional de conocimientos. En consecuencia, la libre disponibilidad del espacio tradicional es indispensable para asegurar la continuidad de sus dinámicas internas. Si bien una ocupación física de la explanada hubiese obstaculizado la organización de la ceremonia, el nuevo emplazamiento del punto de descarga suprime dicho riesgo. Al desplazar la descarga aguas abajo, se garantiza que las faenas constructivas temporales operarán fuera del perímetro sagrado y que la fase de operación prescindirá de infraestructura fija en el sector. Al no existir cierres, restricciones de paso ni alteraciones espaciales, las condiciones actuales de reunión comunitaria se mantienen intactas. **Por lo tanto, se descarta cualquier afectación sobre la cohesión social derivada de las partes, obras o acciones del Proyecto.**

En consecuencia, el análisis integrado permite concluir que el cambio de ubicación del punto de descarga no configura ninguna de las circunstancias establecidas en las letras a), b), c) y d) del artículo 7 del RSEIA.

Este descarte no se sustenta únicamente en la distancia respecto de los lugares de significación cultural, sino en la ausencia de ocupación física de dichos espacios, la mantención de los accesos y desplazamientos, la continuidad de los usos tradicionales y productivos, la inexistencia de una pérdida significativa de calidad o disponibilidad del recurso hídrico y la ausencia de impedimentos para el desarrollo de las prácticas culturales identificadas. Lo anterior es consistente con el análisis específico efectuado para la modificación, que concluyó que el cambio del punto de descarga no incorpora nuevos impactos sobre los SVCGH distintos de aquellos previamente reconocidos en el expediente ambiental.

1.4 Artículo 8.- Localización y valor ambiental del territorio

El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad se localiza en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.

Se entenderá que el proyecto o actividad se localiza en o próxima a población, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares o a un territorio con valor ambiental, cuando éstas se encuentren en el área de influencia del proyecto o actividad.

Se entenderá por poblaciones protegidas a los pueblos indígenas, independiente de su forma de organización.

Se entenderá por recursos protegidos aquellos colocados bajo protección oficial mediante un acto administrativo de autoridad competente, con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza o conservar el patrimonio ambiental.

Se entenderá por áreas protegidas cualesquiera porciones de territorio, delimitadas geográficamente y establecidas mediante un acto administrativo de autoridad competente, colocadas bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza o conservar el patrimonio ambiental.

Se entenderá por humedales protegidos aquellos ecosistemas acuáticos incluidos en la Lista a que se refiere la Convención Relativa a las Zonas Húmedas de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de las Aves Acuáticas, promulgada mediante Decreto Supremo N°771, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Se entenderá que un territorio cuenta con valor ambiental cuando corresponda a un territorio con nula o baja intervención antrópica y provea de servicios ecosistémicos locales relevantes para la población, o cuyos ecosistemas o formaciones naturales presentan características de unicidad, escasez o representatividad.

A objeto de evaluar si el proyecto o actividad es susceptible de afectar poblaciones protegidas, se considerará la extensión, magnitud o duración de la intervención en áreas donde ellas habitan.

A objeto de evaluar si el proyecto o actividad es susceptible de afectar recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares o territorios con valor ambiental, se considerará la extensión, magnitud o duración de la

intervención de sus partes, obras o acciones, así como de los impactos generados por el proyecto o actividad, teniendo en especial consideración los objetos de protección que se pretenden resguardar.

De acuerdo con lo anterior, a continuación, se presenta el descarte de impacto asociado a cada uno de los objetos de protección:

- **Se entenderá por poblaciones protegidas a los pueblos indígenas, independiente de su forma de organización**

En atención a la pertenencia a pueblos indígenas u originarios en la comuna de Villarrica, según los antecedentes del Censo 2024, se observa que la población que declara pertenecer a algún pueblo indígena u originario corresponde a 17.672 habitantes, considerando las categorías con información identificable. De este total, el pueblo Mapuche presenta una clara predominancia, alcanzando 17.561 personas, equivalentes al 99,37% de la población que declara pertenecer a algún pueblo originario.

En segundo lugar, se identifica población perteneciente al pueblo Aymara, con 80 habitantes, correspondientes al 0,45% del total de personas con pertenencia indígena u originaria identificable. Asimismo, 31 personas señalaron pertenecer a otro pueblo indígena u originario, representando el 0,18% de este conjunto. Adicionalmente, la tabla registra 108 casos cuyo valor fue suprimido por procesos de anonimización estadística, equivalentes al 0,61% del total de registros considerados en la tabla.

En términos generales, los resultados evidencian una marcada predominancia del pueblo Mapuche entre la población que declara pertenencia a pueblos indígenas u originarios en la comuna de Villarrica. Esta situación resulta coherente con las características socioculturales e históricas de la comuna y de la Región de La Araucanía, donde la presencia del pueblo Mapuche constituye un componente relevante de la estructura social y cultural del territorio. La presencia de otros pueblos originarios presenta una representatividad considerablemente menor.

Tabla 75 Pertenencia a Pueblos Originarios a nivel comunal

Pueblo indígena u originario	Hombres	Mujeres	Total
1. Mapuche	8 394	9 167	17 561
2. Aymara	33	47	80
12. Otro	14	17	31
66. Valor suprimido por anonimización	59	49	108
Total	**8 500**	**9 280**	**17 780**

Fuente: Procesamiento de datos, CENSO 2024

En relación con la pertenencia a pueblos indígenas u originarios en el área de influencia del proyecto, y de acuerdo con los antecedentes obtenidos mediante el procesamiento de los datos del Censo 2024, se identifica que 762 personas declaran pertenecer o considerarse parte de algún pueblo indígena u originario. Esta población representa aproximadamente el 25,17% del total de habitantes del área de influencia de Medio Humano, estimada en 3.027 personas. En consecuencia, aproximadamente tres de cada diez habitantes del área de influencia declaran algún grado de pertenencia a un pueblo indígena u originario.

Por su parte, 2.265 personas, equivalentes al 74,83% de la población del área de influencia, no declaran pertenecer ni considerarse parte de algún pueblo indígena u originario. De esta manera, si bien la población que no declara pertenencia constituye la mayoría del área de influencia, la proporción de personas que sí manifiesta pertenencia resulta relevante dentro de la composición sociodemográfica del territorio, por lo que constituye un antecedente pertinente para la caracterización del componente Medio Humano.

En términos generales, los resultados permiten establecer que el 25,17% de la población del área de influencia declara pertenencia a algún pueblo indígena u originario, mientras que el 74,83% restante no presenta dicha identificación. Este antecedente da cuenta de una presencia significativa de población indígena u originaria en el territorio analizado y debe ser considerado en la evaluación de las dimensiones asociadas a la identidad, organización social, prácticas culturales y formas de ocupación del territorio.

Cabe señalar que la declaración de pertenencia o identificación con un pueblo indígena u originario constituye un criterio de autoidentificación censal, por lo que este antecedente no permite establecer, por sí solo, que las personas identificadas participen de organizaciones indígenas, mantengan prácticas culturales específicas, desarrollen actividades tradicionales o se encuentren vinculadas a comunidades formalmente constituidas. En consecuencia, la existencia de 762 personas que declaran pertenencia debe ser entendida como un antecedente sociodemográfico que requiere ser complementado con información territorial y cualitativa respecto de las formas de organización, prácticas culturales y relaciones con el territorio presentes en el área de influencia. Bajo esta óptica, para identificar si existe alguna agrupación de pueblos originarios en la localidad de Lican Ray, a través de la base de datos de CONADI[4] (2026) y la información brinda por la Municipalidad de Villarrica se pudo constatar la existencia de 105 comunidades y 39 asociaciones indígenas.

A continuación, se presentan las comunidades indígenas en relación más cercanas al emplazamiento del Proyecto.

[4] SIIC.CONADI.CL

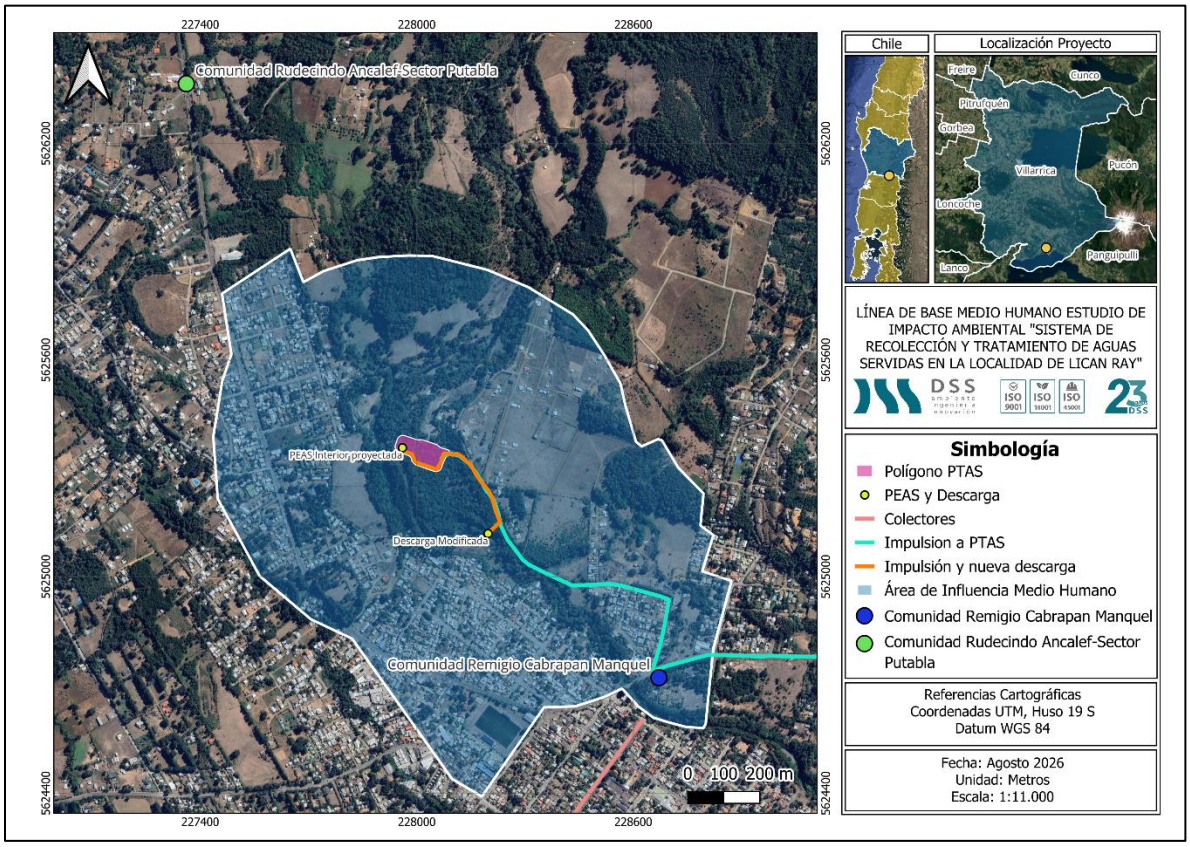

Figura 52 Comunidades indígenas cercanas al Proyecto

En el marco de la caracterización, se identificó la presencia de las comunidades mapuche Remigio Cabrapán y Rudecindo Ancalef, ambas emplazadas en el territorio de Lican Ray y consideradas como los principales Grupos Humanos Pertenecientes a los Pueblos Indígenas (GHPPI) vinculados territorial y socioculturalmente con el área de influencia del Proyecto. La caracterización de ambas comunidades se desarrolló a partir de antecedentes provenientes de información primaria y secundaria, incluyendo campañas de terreno efectuadas durante los años 2020 y 2021, además de antecedentes generados en levantamientos previos. En este contexto, el levantamiento de información permitió reconocer que ambas comunidades presentan una ocupación y vinculación histórica con el territorio, estructurándose a partir de troncos familiares que sustentan tanto su organización comunitaria como su identidad colectiva. En términos formales, ambas comunidades cuentan con estructuras organizacionales constituidas de acuerdo con los requerimientos establecidos para comunidades indígenas con personalidad jurídica, disponiendo de cargos directivos elegidos por sus integrantes para efectos de representación. La pertenencia comunitaria se encuentra, asimismo, estrechamente asociada a una historia y ascendencia compartida, reconociéndose una continuidad generacional de ocupación territorial y de transmisión de conocimientos y prácticas culturales. Respecto de la relación de estas comunidades con su entorno, los antecedentes recopilados dan cuenta de

una especial valoración del estero Melilahuén y de los elementos naturales asociados a este. Desde la cosmovisión mapuche registrada en el estudio, los cursos de agua, la vegetación y las hierbas medicinales no son entendidos únicamente desde una perspectiva material o productiva, sino que poseen significaciones culturales y espirituales que forman parte de los sistemas de vida y costumbres de las comunidades. En particular, el estero es reconocido como un elemento asociado a la medicina, la alimentación y al desarrollo de prácticas culturales, adquiriendo además un carácter sagrado dentro de la cosmovisión de los GHPPI del sector.

Esta valoración se expresa también mediante distintos usos tradicionales desarrollados históricamente en torno al estero y su entorno, entre los que se identifican la pesca, la recolección de hierbas medicinales o lawen, la recolección de leña, actividades recreativas, riego y desplazamientos asociados a actividades turísticas. De acuerdo con los antecedentes del estudio, estas prácticas se articulan con una relación más amplia entre las comunidades y el territorio, en la cual el estero posee una importancia tanto material como simbólica. La información levantada permitió corroborar que esta significación se mantiene vigente y se encuentra asociada a principios propios de la cosmovisión mapuche, relacionados con la protección de la naturaleza, el equilibrio y la conservación del itxofil mongen.

En relación con las manifestaciones culturales, se identificó como una de las principales prácticas la recolección y utilización de hierbas medicinales o lawen, cuyo conocimiento respecto de especies, propiedades y formas de utilización ha sido transmitido entre generaciones y forma parte del patrimonio cultural inmaterial de ambas comunidades. Asimismo, se reconoce en las comunidades la presencia de conocimientos especializados asociados al uso tradicional de hierbas medicinales.

De igual forma, una de las manifestaciones culturales de mayor relevancia corresponde a la celebración del We Tripantu, ceremonia propia de la cultura mapuche que mantiene una estrecha relación con los ciclos de la naturaleza y con el territorio. En el área de influencia, esta ceremonia es organizada por la comunidad Rudecindo Ancalef en un sector asociado a la ribera del estero Melilahuén, participando también algunos integrantes de la comunidad Remigio Cabrapán. Esta última comunidad desarrolla igualmente la celebración en espacios familiares, de acuerdo con sus propias dinámicas comunitarias.

Complementariamente, se identificó la realización de rogativas vinculadas a actividades cotidianas y al uso de elementos naturales, particularmente aquellas relacionadas con la recolección de vegetación con fines medicinales o con el ingreso a determinados espacios naturales. Estas prácticas expresan principios de reciprocidad, respeto y equilibrio entre las personas y los distintos componentes del entorno, constituyendo elementos propios del sistema de valores y de la cosmovisión mapuche presente en ambas comunidades.

Asimismo, las comunidades han desarrollado acciones orientadas al mantenimiento, transmisión y fortalecimiento de su patrimonio cultural, participando en actividades relacionadas con artesanía, conocimientos de plantas nativas, hierbas medicinales, trabajo en madera, greda, tejidos y otras expresiones de la cultura mapuche. De acuerdo con el estudio, estas prácticas contribuyen al rescate y transmisión de conocimientos tradicionales y forman parte de los mecanismos mediante los cuales ambas comunidades reproducen y fortalecen su identidad cultural. En este sentido, el patrimonio cultural de las comunidades comprende tanto ceremonias y ritos como conocimientos asociados a medicina tradicional, artesanía, formas de trabajo de la tierra y otros saberes transmitidos generacionalmente.

En el ámbito socioeconómico, los antecedentes disponibles evidencian además el aprovechamiento de distintos elementos naturales mediante actividades compatibles con los sistemas de vida tradicionales. Entre estas se encuentran la elaboración de productos derivados de frutos y plantas recolectadas en el territorio, así como actividades turísticas y recreativas vinculadas al entorno natural. Particularmente, se registran actividades relacionadas con la elaboración de alimentos y otros productos a partir de especies recolectadas, además del desarrollo de iniciativas de carácter turístico asociadas a prácticas tradicionales y al conocimiento del territorio.

De este modo, los antecedentes recabados permiten sostener que las comunidades Remigio Cabrapán y Rudecindo Ancalef mantienen sistemas de vida y costumbres estrechamente vinculados con el territorio y particularmente con el estero Melilahuén y su entorno. Esta relación comprende dimensiones materiales, económicas, culturales, simbólicas y espirituales, expresadas mediante la utilización de elementos naturales, la recolección de lawen, actividades de subsistencia y productivas, prácticas ceremoniales y la transmisión intergeneracional de conocimientos. En consecuencia, la presencia de ambos GHPPI en el área de influencia no se limita únicamente a su emplazamiento territorial, sino que se manifiesta a través de una relación histórica y cultural con los componentes del entorno que forman parte de su identidad colectiva y de su cosmovisión mapuche.

- **Se entenderá por áreas protegidas cualesquiera porciones de territorio, delimitadas geográficamente y establecidas mediante un acto administrativo de autoridad competente, colocadas bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza o conservar el patrimonio ambiental**

De acuerdo con la información levantada en el Capítulo 4.11 en la región de La Araucanía existen 13 áreas protegidas, las cuales ocupan una superficie de 295.713 hectáreas aproximadamente. A continuación, se presenta un mapa en el cual se indican las áreas protegidas de esta región en donde se emplazará el

proyecto que dio origen al presente EIA.



Figura 53 Áreas Protegidas Región de La Araucanía

De acuerdo con lo que muestra la figura, podemos apreciar que existen 2 áreas protegidas cercanas al proyecto, estas son:

- Reserva Nacional Villarrica: Ubicada en las Comunas de Melipeuco, Cunco, Pucón y Curarrehue, Provincia de Cautín, fue creada como "Reserva Forestal de Villarrica" mediante Decreto Supremo Nº1.722 del Ministerio de Industrias y Obras Públicas de 18 de Octubre de 1912, originalmente tuvo una superficie de 273.300 ha., actualmente cuenta con sólo 61.462 hectáreas.



Figura 54 Reserva Nacional Villarrica

- Parque Nacional Villarrica: Ubicada en las Comunas de Villarrica, Pucón, Curarrehue (Región de la Araucanía) y Panguipulli (Región de los Ríos), en las Provincias de Cautín y Valdivia. Fue creada el 28 de noviembre de 1940 por Decreto Supremo N°2236 del Ministerio de Tierras y Colonización, tiene una superficie de 63.000 hectáreas aproximadamente.



Figura 55 Parque Nacional Villarrica

Estas áreas protegidas mencionadas se encuentran lejanas al emplazamiento del proyecto, siendo la más próxima el Parque Nacional Villarrica cercana aproximadamente a 13 km del emplazamiento de proyecto.

Así también en cuanto a los sitios prioritarios de conservación, definida como un espacio geográfico de propiedad fiscal y/o privada que, en condiciones naturales, es relevante para la biodiversidad del país. Así, tenemos en la novena región, los siguientes sitios prioritarios:

- Sitios Prioritarios del Borde Costero: Sitio Prioritario Humedales de Queule (comuna de Toltén, Provincia de Cautín), Sitio Prioritario Humedales del Lago Budi (comunas de Saavedra y Teodoro Schmidt en la Provincia de Cautín) y Sitio Prioritario Humedal de Moncul (comuna de Carahue, Provincia de Cautín)
- El Cordón de Nahuelbuta: corresponde a las comunas de Lumaco, Purén, Los Sauces y Angol en la provincia de Malleco.
- Reserva de Biosferas Araucaria: se ubica en la zona cordillerana de la Región de la Araucanía, abarca nueve comunas: Lonquimay, Curacautín, Collipulli, Melipeuco, Cunco, Vilcún, Curarrehue, Pucón y Villarrica.

Se indica que ninguno de ellos se encuentra cercanos al proyecto. De igual forma considerando otros sitios de protección se tiene que en la comuna de Villarrica actualmente existen dos monumentos:

- Guillatuwe, Paliwe y Eltun del complejo religioso y ceremonial de la comunidad mapuche Pedro Ancalef, que queda en la localidad de Putue: Que corresponde a un Monumento Histórico según Decreto Exento N°2128/2006. El Guillatuwe es un espacio donde la comunidad realiza sus distintas rogativas y ceremonias de carácter sagrado, siendo utilizado por generaciones en el mismo lugar y se practica el ritual del guillatún.

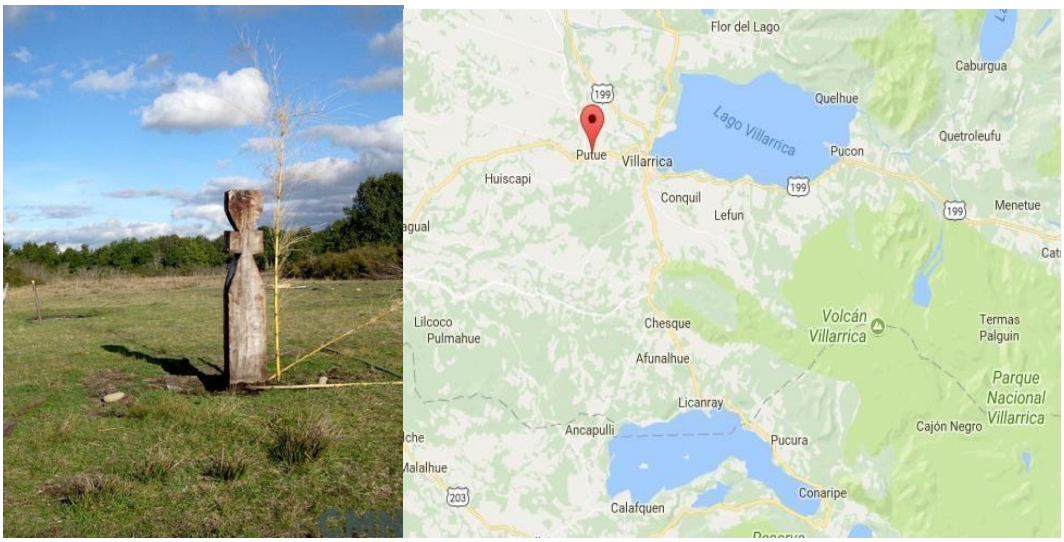

Figura 56 Guillatuwe, Paliwe y Eltun del complejo religioso y ceremonial de la comunidad mapuche Pedro Ancalef

- El Sitio de Villarrica: Corresponde al lugar de fundación de la misma ciudad. En 1552, Pedro de Valdivia otorgó a Gerónimo de Alderete la misión de fundar un poblado en la ribera sur del río Toltén y en la orilla oeste del lago Mallalafquén, hoyconocido como lago Villarrica. En 1994 el Sitio de Villarrica fue declarado Monumento Histórico por su relevancia arqueológica e histórica, favoreciendo su conservación y el desarrollo de futuras investigaciones en el predio. En el año 2010, se realizaron las últimas excavaciones arqueológicas en el Sitio de Villarrica, encontrándose restos de lo que fuera la primera ciudad como cimientos de construcciones, tejas y objetos metálicos. En el futuro se espera continuar con las investigaciones para obtener información de la situación prehispánica del sitio.



Figura 57 Sitio de Villarrica ubicado en Cautín

Como es posible apreciar ambos sitios se encuentran lejanos al sitio de emplazamiento del proyecto. Sin embargo, es necesario mencionar que la Península de Lican Ray está considerada una "Ruta Patrimonial", designada así por el Ministerio de Bienes Nacionales.



Figura 58 Mapa de la ruta patrimonial de la Península de Lican Ray.

Con respecto a esta ruta Patrimonial, esta se verá afectada en la etapa de construcción en específico de la PEAS 1 la cual estará ubicada en la intersección de las Calles Puñulef y Calle Carimán. Sin embargo, esto durará pocos meses y se conceptualiza su construcción en una época en donde la afluencia de público sea reducida o inexistente, por cuanto dicha afectación no posee un carácter significativo. Se considera que no existirá afectación en la operación de esta ya que será soterrada.

Adicional a lo anterior y al realizar el análisis del presente artículo en lo que respecta a poblaciones protegidas, específicamente para las comunidades de Rudecindo Ancalef y Remigio Cabrapan, las actividades en la fase de construcción y la operación de la PTAS de acuerdo con lo señalado en el artículo 7 anterior, se producirá un efecto adverso significativo por encontrarse próxima a población protegida, en virtud de la duración de la intervención en la zona próxima a su ubicación.

Humedales cercanos al proyecto

Adicionalmente, se realizó una revisión bibliográfica de las áreas correspondiente a humedales cercanos al proyecto.

El Proyecto se emplaza en la localidad de Lican Ray y contempla la descarga del efluente tratado en el estero Melilahuén, aproximadamente 2,5 km antes de su desembocadura en el lago Calafquén.

De acuerdo con lo anterior y la información recopilada, se analizaron los sistemas de humedales asociados a sistemas lacustres y ribereños de la zona. Los cuerpos identificados corresponden al lago Calafquén, al Humedal Urbano Mallolafquén y al sector de La Poza y Delta del Río Trancura, asociados al lago Villarrica.

Tabla 76 En la siguiente tabla se identifican los humedales identificados cercanos al proyecto

Humedal	Ubicación y sistema hidrográfico	Relación con el Proyecto	Análisis de afectación
Lago Calafquén	Humedal lacustre permanente, código HUR-09-61, ubicado en las comunas de Villarrica y Panguipulli. Pertenece a la cuenca del río Valdivia.	Presenta una relación hidrológica indirecta, debido a que el estero Melilahuén, receptor de la descarga tratada, desemboca en este lago.	No existe intervención directa del lago, dado que la descarga se efectúa en el estero Melilahuén. La modelación indica que los parámetros analizados se estabilizan a una distancia máxima aproximada de 460 m, es decir, más de 2 km antes de alcanzar el lago. Además, las concentraciones resultantes permanecen dentro de la variabilidad natural registrada.
Mallolafquén, lago Villarrica	Humedal urbano asociado principalmente a la ribera del lago Villarrica, con una superficie aproximada de 190 ha. Pertenece a la cuenca del río Toltén.	No presenta superposición territorial ni conexión hidrológica con las obras o la descarga del Proyecto.	Al encontrarse en una cuenca diferente y fuera del área de influencia del Proyecto, no existe un mecanismo de transporte o intervención mediante el cual las obras puedan modificar su superficie, régimen hídrico o calidad del agua.
La Poza y Delta del Trancura, lago Villarrica	Humedal urbano ubicado principalmente en la comuna de Pucón, asociado a la desembocadura del río Trancura y al lago Villarrica, con una superficie aproximada de 805 ha. Pertenece a la cuenca del río Toltén.	No presenta superposición con las obras ni conexión hidráulica con el estero Melilahuén o el lago Calafquén.	Su ubicación fuera del área de influencia y en un sistema hidrográfico distinto permite descartar efectos directos o indirectos atribuibles a la construcción y operación del Proyecto.

El lago Calafquén está reconocido en el Inventario Nacional de Humedales como un sistema lacustre permanente de 11.707,855 ha. En la siguiente figura se observa la ubicación de este cuerpo de agua respecto al punto de descarga del Proyecto, el cual se emplaza a una distancia de 1,3 km aguas abajo.

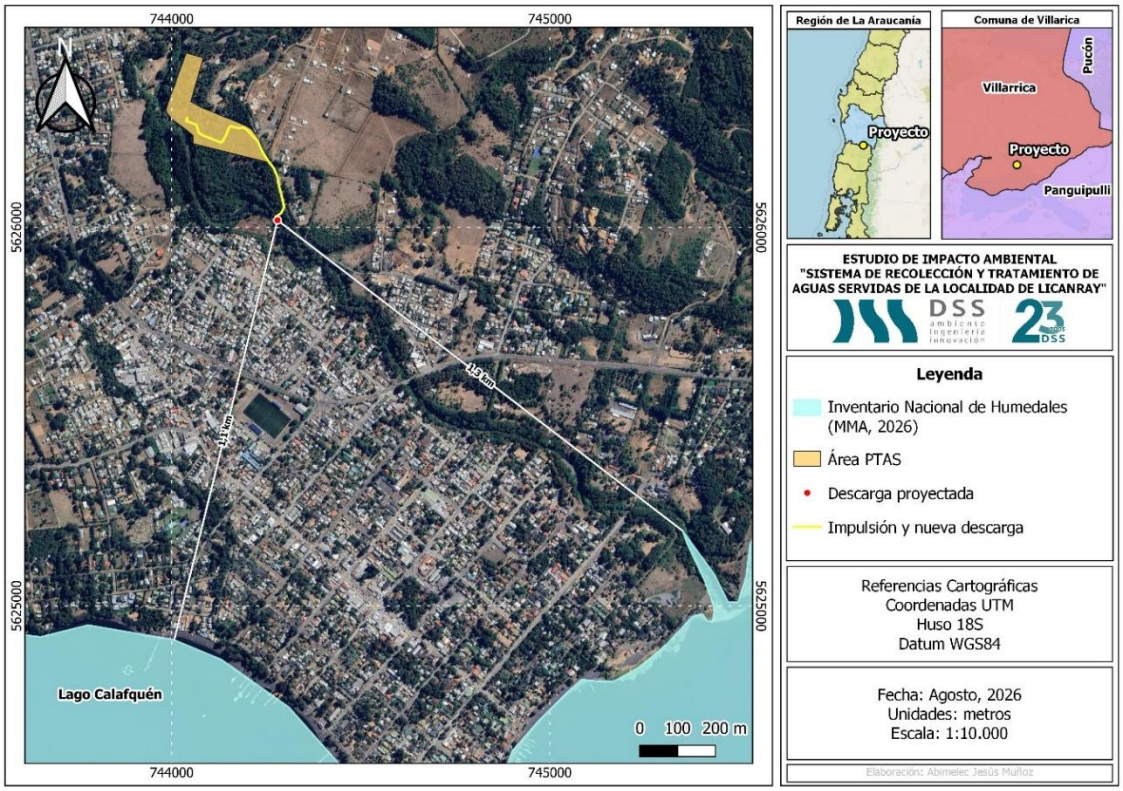

Figura 59 Ubicación del proyecto en relación con el lago Calafquén

De acuerdo con los antecedentes entregados, el lago Calafquén es el humedal más cercano al proyecto. Sin embargo, no se contempla la ejecución de obras ni la descarga directa de efluentes en este cuerpo lacustre. Asimismo, los resultados de la modelación de calidad de agua muestran que las variaciones asociadas al efluente tratado son localizadas y que los parámetros evaluados se estabilizan en el estero Melilahuén antes de alcanzar el lago.

Adicionalmente, en la ribera del lago Villarrica[5] se localizan los humedales urbanos **Mallolafquén y La poza Trancura**, ambos ecosistemas declarados oficialmente bajo la Ley N°21.202. En la siguiente figura se ilustra la distribución espacial de ambos cuerpos hídricos, los cuales se emplazan a una distancia de 19 km y 21 km respecto al Proyecto, respectivamente.

[5] https://simbio.mma.gob.cl/Humedales

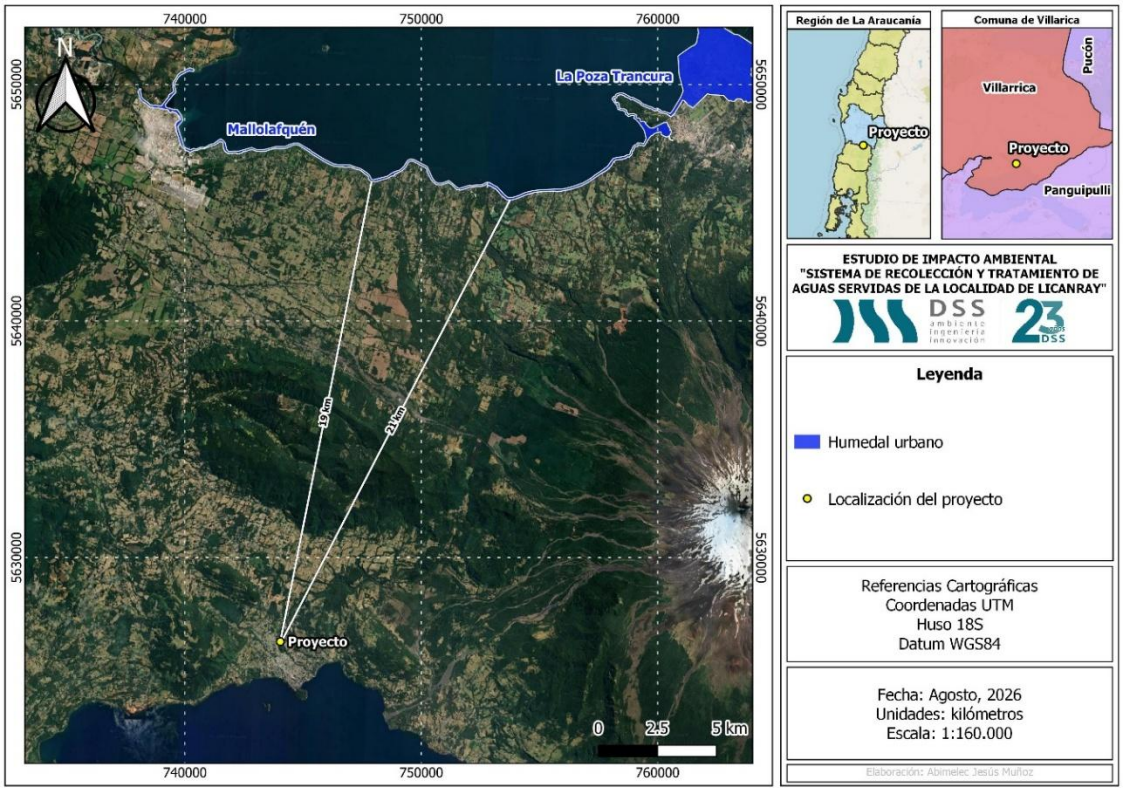

Figura 60 Ubicación del proyecto en relación con humedales urbanos Mallolafquén y La Poza Delta del Trancura.

En cuanto a los humedales Mallolafquén y La Poza Delta del Trancura, estos se localizan fuera del área de influencia del Proyecto y pertenecen a la cuenca del río Toltén, sin conexión hidrológica con el sistema del lago Calafquén.

En consecuencia, se descarta la generación de afectaciones directas o efectos adversos significativos sobre los humedales analizados como resultado de la construcción y operación del Proyecto.

<u>Conclusión</u>: En relación con los antecedentes mencionados, se puede concluir que, de acuerdo con Artículo 8 del Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental, el proyecto se localiza cercano a una población protegida susceptibles de ser afectada, en el lugar que se pretende emplazar la PTAS. Es por ello que el presente proyecto debe ingresar bajo la modalidad de Estudio de Impacto Ambiental, en conformidad con lo establecido en la letra d) del artículo 11 de la LBGMA, en relación con el artículo 8 del Reglamento del SEIA.

1.5 Artículo 9.- Valor paisajístico o turístico

El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.

Se entenderá que una zona tiene valor paisajístico cuando, siendo perceptible visualmente, posee atributos naturales que le otorgan una calidad que la hace única y representativa.

A objeto de evaluar si el proyecto o actividad, en cualquiera de sus fases, genera o presenta alteración significativa del valor paisajístico de una zona, se considerará:

a) La duración o la magnitud en que se obstruye la visibilidad a una zona con valor paisajístico.

La unidades a construir en el proyecto "Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican Ray" se encuentran alejadas de puntos de visibilidad de las construcciones, tal como ocurre en la PTAS que se encontrará fuera del límite urbano en un lugar donde no hay afluencia de visitantes, en los sectores altos del estero Melilahuén o se encontrarán instaladas de forma soterrada, tal como las PEAS 1 y 2 por cuanto sólo se apreciará una estructura de 80 cm de concreto con celosías, tal como lo muestra la figura siguiente, o las tuberías las cuales se encontrarán a lo menos a 1,5 m bajo el nivel del suelo, llámese las tuberías de impulsión, colector.

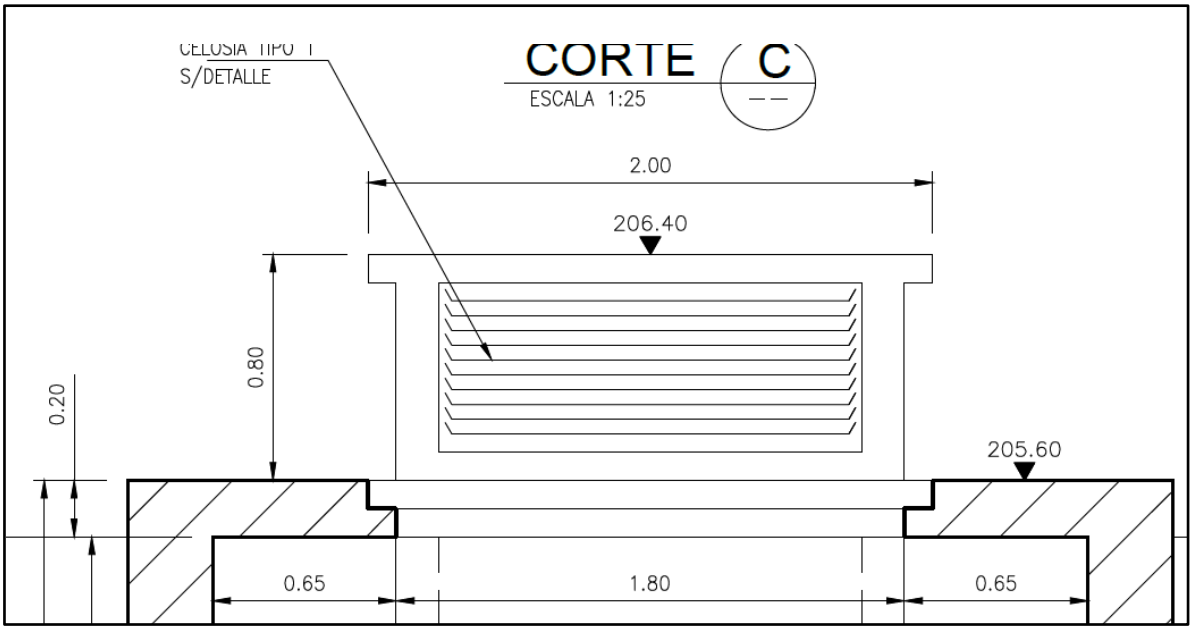

Figura 61 Esquema de visualización de celosías en PEAS 1 sobre la superficie del suelo

b) La duración o la magnitud en que se alteren atributos de una zona con valor paisajístico.

Si bien es cierto la localidad de Lican Ray se presenta como una localidad de alta valor turístico estival, producto de sus atractivos naturales conformados principalmente por los balnearios establecidos a orillas del Lago Calafquén, se ha desarrollado todo un centro turístico alrededor de estos atributos por lo cual los instrumentos de planificación territorial reconocen la localidad como una zona de extensión urbana. Sin embargo y tal como se mencionó anteriormente las estructuras a construir por parte del proyecto, en especial de la PTAS, no estarán emplazadas en lugares con atributos de una zona con valor paisajístico debido a que se ubica en una zona de Lican Ray fuera del sector urbano que donde atrae la personas por sus atractivos turísticos.

Por otro lado, los elementos del proyecto que se emplazarán en la zona urbana, estas serán de manera soterrada y por ende no alterará los atributos de la zona con valor paisajístico.

Se entenderá que una zona tiene valor turístico cuando, teniendo valor paisajístico, cultural y/o patrimonial, atraiga flujos de visitantes o turistas hacia ella.

A objeto de evaluar si el proyecto o actividad, en cualquiera de sus fases, genera o presenta alteración significativa del valor turístico de una zona, se considerará la duración o magnitud en que se obstruya el acceso o se alteren zonas con valor turístico.

<u>Conclusión:</u> Se señala que de acuerdo con el análisis que se realizó en los artículos anteriores el proyecto no generará alteración significativa, de la calidad paisajística y visual en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.

1.6 Artículo 10.- Alteración del patrimonio Cultural

El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

A objeto de evaluar si el proyecto o actividad genera o presenta alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural, se considerará:

a) La magnitud en que se remueva, destruya, excave, traslade, deteriore, intervenga o se modifique en forma permanente algún Monumento Nacional de aquellos definidos por la Ley N°17.288.

Revisados los antecedentes considerados en el informe, se puede plantear que la literatura no menciona el hallazgo de restos arqueológicos en el terreno y las cercanías inmediatas del emplazamiento del proyecto. Por otro lado, realizada la inspección arqueológica, mediante una prospección pedestre intensiva del terreno, esto es, el área de influencia directa del proyecto no se identificaron elementos culturales (arqueológico-históricos) o paleontológicos.

Sin embargo, ante la eventual aparición de restos culturales durante la ejecución de las futuras obras a realizar en el proyecto de la localidad de Lican Ray, se exige a los responsables del proyecto que deberán proceder en conformidad a lo dispuesto por la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales, dando oportuno aviso a las autoridades competentes. Por todo lo anterior, se puede concluir que en los espacios inspeccionados arqueológicamente y que son utilizados por la Planta, no fueron detectados sitios arqueológicos u otros elementos del Patrimonio Cultural, por lo que no existe riesgo evidente de alterar el Patrimonio Cultural de la Nación.

Actualización información arqueológica 2026

El Proyecto no afectará los Monumentos Nacionales definidos por la Ley N°17.288/1970 lo cual se evalúa según la guía de evaluación de "Monumentos nacionales pertenecientes al patrimonio cultural en el SEIA", 2012, lo anterior se justifica en los siguientes puntos.

Monumentos Históricos

En lo referente a Monumentos Históricos con declaratoria, se registran dos elementos patrimoniales en la comuna de Villarica siendo el más cercano el Monumento Histórico el Sitio de Villarrica ubicado a 23,1 km

al norte del Proyecto.

En la siguiente tabla se resumen los monumentos cercanos al proyecto:

Tabla 77 resumen de monumentos con declaratoria más cercanos al Proyecto

Nombre	Tipo de monumento	Comuna	Decreto	Año	Emisor	Distancia de proyecto
Guillatuwe, Paliwe y Eltún del complejo religioso y ceremonial de la comunidad mapuche Pedro Ancalef, en localidad de Putue	MH	Villarrica	D.E. 2128	2006	Ministerio de Educación	27,5 km al noroeste
Sitio de Villarrica	MH	Villarrica	D.E. 243	1994	Ministerio de Educación	23,1 km al norte

Fuente: Consejo de Monumentos Nacionales, 2026.

De acuerdo con la distancia existente respecto de dicho Monumento Histórico, se descarta su afectación por parte del presente Proyecto, de acuerdo con los resultados de la modelación de ruido y vibraciones presentada en el Anexo 3.4 de la Adenda complementaria. Lo anterior se sustenta en que este Monumento se encuentra fuera del área de influencia de dicha componente, tal como se presenta en la siguiente figura:

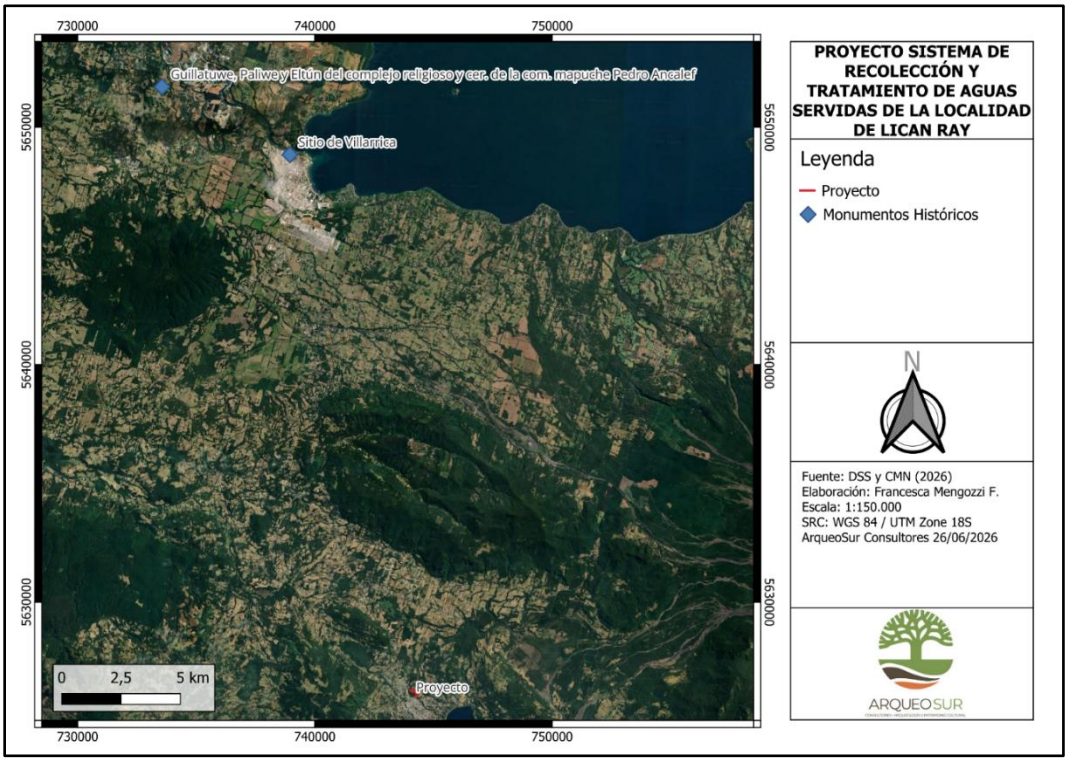

Figura 62 Monumentos Históricos más cercanos al área de Proyecto

Fuente: Informe de Arqueología. Consejo de Monumentos Nacionales (2026).

En relación de los **bienes arqueológicos** se realizó un informe de arqueología (el cual se presenta en el Anexo 3.5 de la Adenda complementaria) en el cual se siguieron los "Criterio de evaluación en el SEIA: Caracterización del componente patrimonio cultural arqueológico". Además, se realizó una revisión bibliográfica de todas las fuentes académicas, gubernamentales y provenientes de declaraciones y estudios de impacto ambiental, donde se reportan 10 proyectos en un radio de 5 km, de los cuales tres presentan levantamientos de componente Patrimonio Cultural.

En la siguiente tabla se presentan los proyectos cercanos evaluados en el Marco del SEIA.

Tabla 78 Proyectos cercanos evaluados en el marco del SEIA

Proyecto	Año	Titular	RCA	Informe	Hallazgos	Referencia
Loteo y Urbanización Vivienda Progresiva Melilahuen	1997	Comité de Vivienda Melilahuen de Lican Ray	65/97	No	-	-
Loteo y Urbanización Vivienda Progresiva Calafquén	1997	Comité Habitacional Calafquén de Lican Ray	61/98	No	-	-
Solicitud de cambio de uso de suelos para construcción viviendas progresivas loteo Melilahuen de Lican Ray	1997	Comité de Vivienda Melilahuen de Lican Ray	64/98	No	-	-
Hostería y Centro de Capacitación Afunalhue	1998	Fundación San Cristóbal	94/98	No	-	-
Modificación Proyecto Restaurant a Discoteca	2001	Raúl José San Martín San Martín	0049/2001	No	-	-
Modificación Plan Regulador de la Localidad de Licán Ray Zona Z-5 y Z-3E	2001	I. Municipalidad de Villarrica	104/2001	No	-	-
Piscicultura Pino Guacho Estero Vásquez	2002	Bernhad Jungeburth Orth	Desistido	No	-	-
Estudio De Impacto Ambiental Del Proyecto Instalación Sistema De Alcantarillado Público De Aguas Servidas Localidad De Lican ray	2011	Aguas Araucanía S.A.	No Admitido a Tramitación	Si	No	Becker, 2011
Instalación Sistema de Alcantarillado Público de Aguas	2011	Aguas Araucanía S.A.	Rechazado	SI	No	Becker, 2011

Proyecto	Año	Titular	RCA	Informe	Hallazgos	Referencia
Servidas Localidad de Lican Ray						
Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican Ray	2018	Aguas Araucanía S.A.	En Calificación	Si	No	Bustos, 2018 y Bustos, 2019

Fuente: Informe de Arqueología. 2026

A partir de la revisión realizada, se identificó la presencia de tres sitios arqueológicos en un radio de 5 km en torno al área de influencia del Proyecto, siendo el más cercano el sitio Likanray 2 (LR-2) (Adán et al, 2007) ubicado a 838 m al noreste del Proyecto.

En la siguiente tabla se presenta los sitios arqueológicos más cercano al proyecto.

Tabla 79 Detalles de hallazgo de sitios arqueológicos más cercanos al Proyecto

Sitio	Tipo De Sitio	Ubicación	Cronología	Referencia	Distancia Del Proyecto
Cementerio Lican Ray	Cementerio cerámico	742994 5628835	Colonial - Histórico	MOP, 1994	2,8 km al noroeste
Likanray 1 (LR-1)	Habitacional	744739 5627125	Alfarero Temprano	Adán et al, 2007	1 km al noreste
Likanray 2 (LR-2)	Habitacional	744693 5626931	Alfarero Temprano	Adán et al, 2007	838 m al noreste

Fuente: Informe de Arqueología. 2026

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los sitios arqueológicos localizados dentro de un radio de 5 kilómetros en relación con el proyecto.

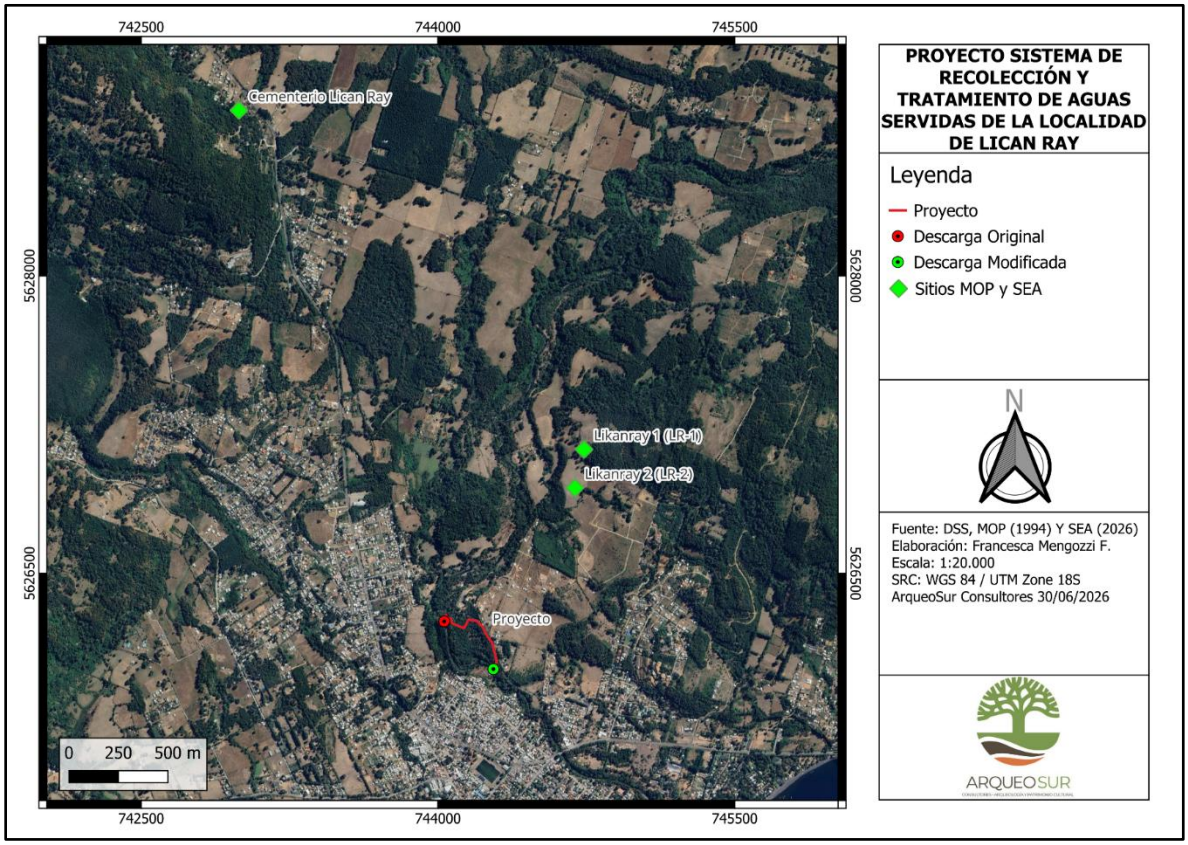

Figura 63 Sitios arqueológicos más cercanos al área de obras complementarias de Proyecto

Fuente: Informe de Arqueología. 2026

A partir de lo anterior y considerando que las obras se ejecutarán dentro de los límites del área de influencia determinada, se estima que este elemento arqueológico **no será afectado por la ejecución del Proyecto.**

Adicionalmente, se llevó a cabo una inspección visual en el área de influencia de las partes y obras del Proyecto. Esta prospección de terreno se sistematizó mediante transectos, definidos como líneas imaginarias paralelas y equidistantes cada 10 metros, las cuales se proyectaron sobre el área de estudio para utilizarlas como ejes de observación.

En la siguiente figura se presenta la cobertura de la inspección del área de influencia del proyecto

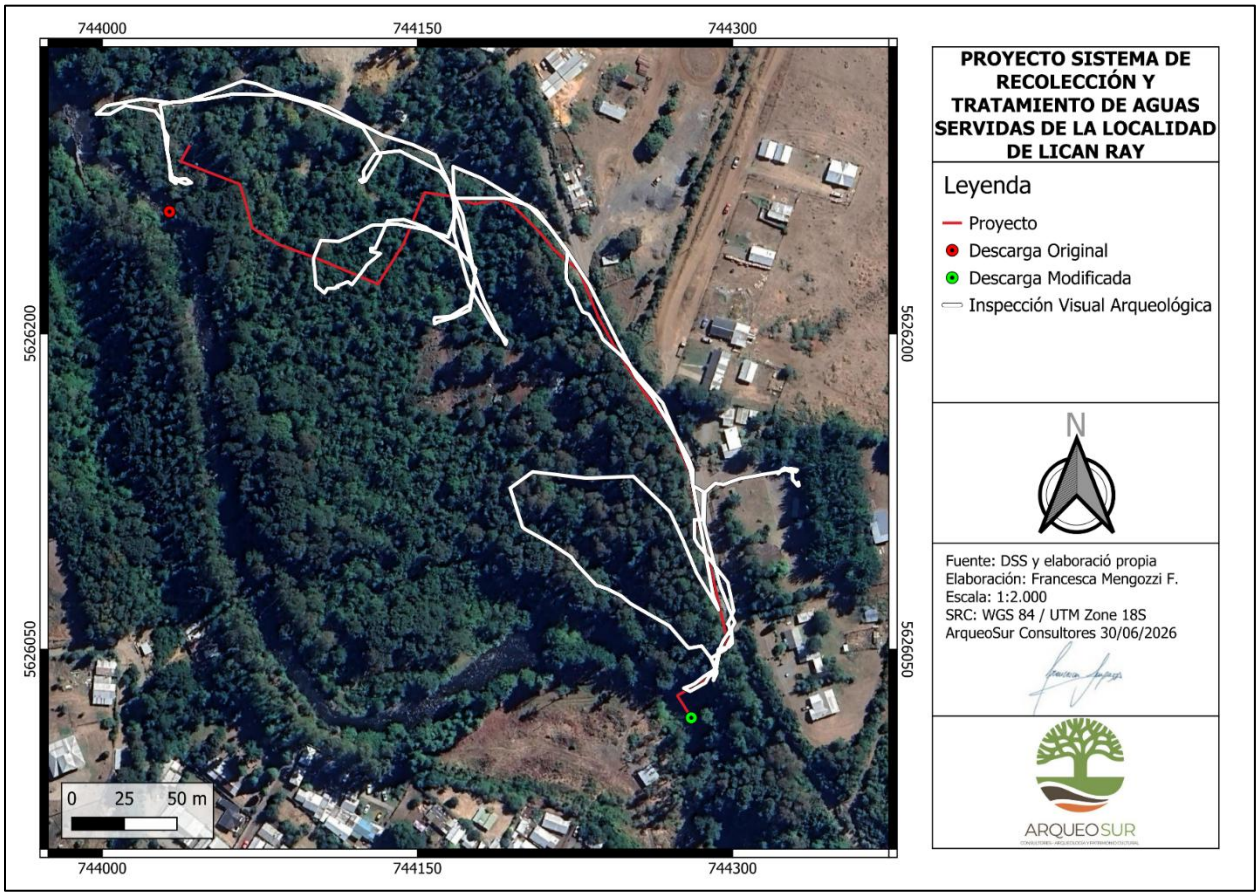

Figura 64 Track recorrido pedestre

Fuente: informe de arqueología. 2026

Los resultados de la inspección realizada en el área de influencia del proyecto incorporado todos los factores para garantizar su grado de efectividad, no se detectaron restos de valor arqueológico y/o patrimonial en el área del trazado inspeccionado.

A partir de los resultados de la revisión bibliográfica y de la prospección arqueológica en terreno, donde se descartó la afectación a los monumentos protegidos más cercanos y se confirmó la ausencia de hallazgos patrimoniales, respectivamente, se descarta que las partes, obras o acciones del Proyecto generarán alteraciones ni afectaciones al patrimonio cultural.

b) La magnitud en que se modifiquen o deterioren en forma permanente construcciones, lugares o sitios que por sus características constructivas, por su antigüedad, por su valor científico, por su contexto histórico o por su singularidad,

pertenecen al patrimonio cultural, incluido el patrimonio cultural indígena.

Se descarta la afectación señalada en este literal, dado que el Proyecto no contempla la ejecución de obras ni actividades en sectores que alberguen construcciones, lugares o sitios con valor patrimonial, histórico, científico o cultural, incluyendo aquellos vinculados al patrimonio cultural indígena. Asimismo, de acuerdo con los antecedentes recopilados en la caracterización del área de influencia y la revisión de los registros oficiales del Consejo de Monumentos Nacionales, no se identificaron bienes o sitios que reúnan dichas características en el área intervenida por el Proyecto.

c) La afectación a lugares o sitios en que se lleven a cabo manifestaciones habituales propias de la cultura o folclore de alguna comunidad o grupo humano, derivada de la proximidad y naturaleza de las partes, obras y/o acciones del proyecto o actividad, considerando especialmente las referidas a los pueblos indígenas.

Respecto a la comunidad mapuche en general o grupos humanos dentro del área de influencia, el polígono para la construcción del proyecto de la PTAS considera un área de intervención de sólo 1,71 hectáreas del área predial total de 2,91, todas ellas iniciadas en la fase de construcción comenzando con la corta de vegetación y bosque nativo y la construcción de la PTAS propiamente tal.

No obstante, el área de emplazamiento de la PTAS propiamente tal, se le otorga una valoración importante debido a la manifestaciones habituales que realizan las comunidades mapuches, específicamente del We tripantu, además de recolección de plantas por parte de la comunidad Rudecindo Ancalef y Remigio Cabrapan, a las cuales se les atribuye propiedades para el uso medicinal y que crecen de dicha área, razón por lo cual existe una afectación adversa significativa del proyecto con este uso cultural.

Por otra parte el estero Melilahuén tiene una significancia especial para las comunidades indígenas Remigio Cabrapan y Rudecindo Ancalef presentes en el área de influencia, sin embargo, éste no se verá afectado en ninguna forma, tanto física como biológica, ya que de acuerdo al modelo de calidad hidroquímica del agua (véase Anexo 3.3 de la Adenda Complementaria), en la zona de mezcla se prevé llegar a los niveles basales con los cuales se encuentra el estero en la situación sin proyecto, por lo que la comunidad podría seguir desarrollando tranquilamente sus actividades de índole cultural-étnico, ya que la descarga en sí se encontrará aguas debajo de su sitio ceremonial.

En particular, el We Tripantu constituye una de las principales manifestaciones culturales de los Grupos Humanos Pertenecientes a Pueblos Indígenas (GHPPI) presentes en Lican Ray. La ceremonia se relaciona con el inicio de un nuevo ciclo de la naturaleza y con los procesos de renovación

asociados al solsticio de invierno, desarrollándose anualmente durante el mes de junio. En la siguiente figura se presentan las comunidades más próximas al emplazamiento del Proyecto y que mantienen una relación directa con este.

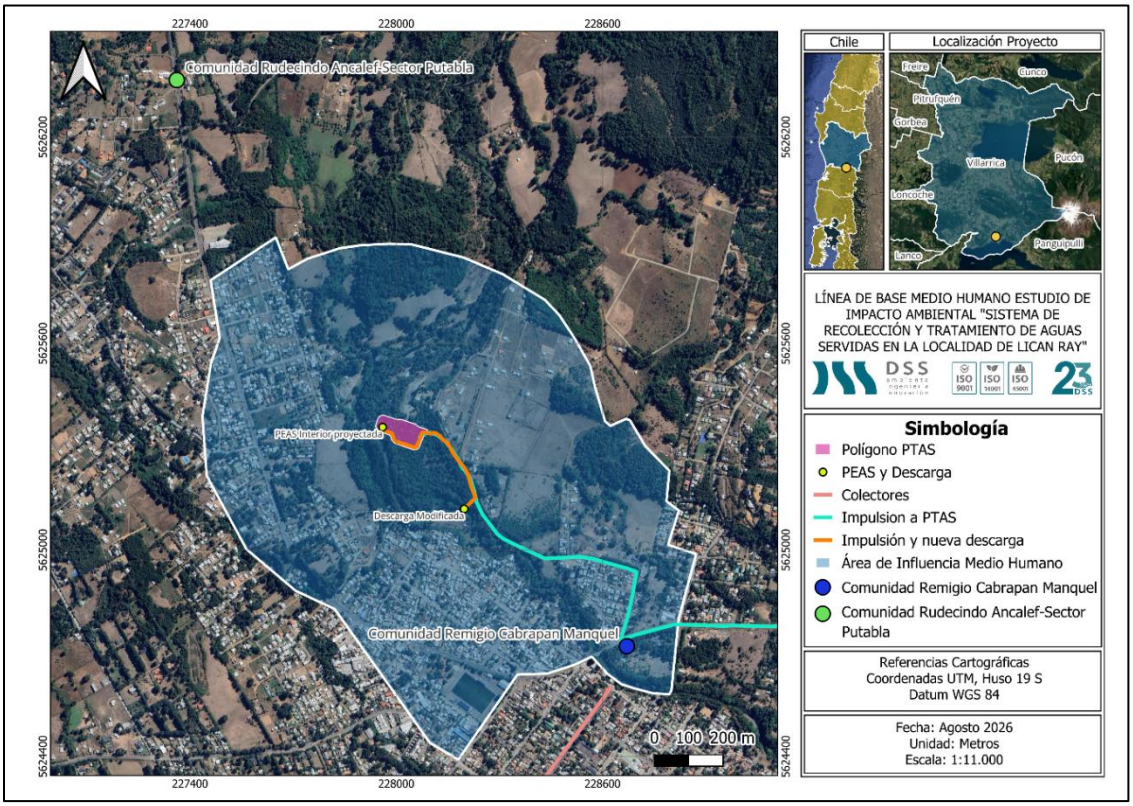

Figura 65 Comunidades indígenas cercanas al Proyecto

En términos ambientales, la modificación del punto de descarga del agua tratada cambia el escenario original, donde existía una potencial interacción entre la descarga y el sitio ceremonial, a uno nuevo, donde la obra se localiza aguas abajo del área del We Tripantu. Esto elimina cualquier intervención directa sobre el espacio donde se realiza dicha manifestación cultural.

El cambio del diseño y la ubicación de la descarga del efluente tratado evita la interacción directa de las partes y obras de la descarga con los sitios de significancia cultural reduciendo de esta manera la posibilidad de que la infraestructura sanitaria interfiera con el desarrollo de la manifestación cultural.

Partes y obras del proyecto y su relación con sitios ceremoniales.

En la etapa de **construcción**, las actividades de la nueva descarga se emplazarán fuera del perímetro del We Tripantu, evitando impactos directos en el espacio ceremonial. Adicionalmente, las obras se ejecutarán por tramos acotados y de forma sectorizada para asegurar la conectividad vial y el acceso a los predios.

Así, la reubicación de la descarga y la constructividad planificada de las obras descartan cualquier interferencia con el sitio de significación cultural durante las faenas.

Respecto a la fase de **operación**, la reubicación de la descarga es clave porque evita establecer infraestructura fija en el sector del We Tripantu. Al desplazar la obra, se elimina la ocupación física directa del espacio ceremonial. En consecuencia, la operación de la infraestructura sanitaria no restringe el acceso ni clausura el lugar, garantizando que el Proyecto no interferirá con la realización habitual de la festividad ni generará alteraciones permanentes en el sitio comunitario.

Si bien el We Tripantu constituye la manifestación cultural más directamente relacionada con el sitio identificado en la ribera poniente del estero Melilahuén, también se reconocen otras expresiones culturales mapuche en el territorio, entre ellas el **Nguillatun y distintas formas de rogativa**, relacionadas con principios de respeto, reciprocidad y equilibrio con el territorio, pero respecto de ellas, no se verán afectadas por el emplazamiento de la PTAS y sus respectivas obras de impulsión, aducción y descarga.

De acuerdo con la información presentada, el cambio de ubicación del punto de descarga constituye el elemento de diseño que permite eliminar la interacción directa entre la infraestructura sanitaria y el sitio ceremonial del We Tripantu, descartándose la afectación prevista en el artículo 10 literal c).

Conclusión: En relación con los antecedentes mencionados, se puede concluir que, de acuerdo con el Artículo 10 del Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental, el proyecto se localiza en un sitio con valor antropológico y perteneciente al patrimonio cultural, en el lugar que se pretende emplazar la PTAS perteneciente al proyecto. Es por ello que el presente proyecto debe ingresar bajo la modalidad de ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, en conformidad con lo establecido en la letra f) del artículo 11 de la LBGMA, y la letra c) del artículo 10 del Reglamento del SEIA.

2 CONCLUSIONES DE LA DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE EFECTOS CARACTERISTICAS O CIRCUNSTANCIAS DEL ARTICULO 11 DE LBMA.

De acuerdo con la evaluación de los literales del artículo 11 de la ley 19.300 y los artículos del 5 al 10 se establece que los siguientes artículos del D.S. N°40/2012 tendrán un efecto adverso significativo:

- Artículo 7: Literal a)
- Artículo 8:

Por lo anteriormente expuesto es pertinente ingresar el proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a través del instrumento Estudio de Impacto Ambiental.