ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO

“PARQUE HÍBRIDO EÓLICO, SOLAR Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA LAS QUINTAS (PHLQ)”

CAPÍTULO 10.1. PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL DEL ARTÍCULO 138

2026

Sustentable S.A.
Asesoría y Gestión Ambiental
www.sustentable.cl

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 1
2. CONTENIDOS TÉCNICOS Y FORMALES 2
2.1. Descripción del Sistema de Recolección y/o Tratamiento (Art. 138º, letra a) Fase de Construcción 2
2.2. Plano de Localización del Área de Recolección y de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (Art. 138º, letra b) 4
2.3. Generación de Aguas Servidas (Art. 138º, letra c) 16
2.4. Caracterización Físico - Químicas de las Aguas Servidas (Art. 138º, letra d) 17
2.5. Descripción del Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas (Art. 138º, letra e) 18
2.6. Descripción Forma de Disposición Final del Efluente Tratado (Art. 138º, letra f) 36
2.7. Indicación del Período de Retorno Considerado para el Diseño de los Desagües de Aguas Lluvias (Art. 138º, letra g) 37
2.8. Descripción General de la Generación y Manejo de Lodos (Art. 138º, letra i) 38
2.9. Programa de Monitoreo (Art. 138º, letra j) 42
2.10. Plan de Contingencias (Art. 138º, letra k) 43
2.11. Plan de Emergencia (Art. 138º, letra l) 45
3. BIBLIOGRAFÍA 47
ANEXOS
Anexo 1. Planos Plantas de Tratamiento
Anexo 2. Plano Curvas de Nivel
Anexo 3. Fichas Técnicas

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización Proyecto a nivel comunal y regional 2
Figura 2. IF 1 - Ubicación de las PTAS - fase de construcción 6
Figura 3. IF 2 - Ubicación de las PTAS - fase de construcción 7
Figura 4. IF 2 - Planta de Hormigón - ubicación de las PTAS - fase de construcción 8
Figura 5. IF 3 - Ubicación de las PTAS - fase de construcción 1
Figura 6. Distancias entre PTAS a otras edificaciones de la IF 1 1
Figura 7. Distancias entre PTAS a otras edificaciones de la IF 2 1
Figura 8. Distancias entre PTAS a otras edificaciones de la IF 2 - planta de hormigón 2
Figura 9. Distancias entre PTAS a otras edificaciones de la IF 3 3
Figura 10. Distancia entre PTAS de IF 1 y quebrada más cercana 4
Figura 11. Distancia entre PTAS de IF 2 y quebrada más cercana 5

Figura 12. Distancia entre PTAS de IF 3 y quebrada más cercana 6
Figura 13. Distancia entre PTAS de IF 1 y receptores sensibles 7
Figura 14. Distancia entre PTAS de IF 2 y receptores sensibles 8
Figura 15. Distancia entre PTAS de IF 3 y receptores sensibles 9
Figura 16. PTAS Instalaciones de Faena 1 - fase construcción 10
Figura 17. PTAS Instalaciones de Faena 2 - fase construcción 11
Figura 18. PTAS Instalaciones de Faena 3 - fase construcción 12
Figura 19. Fosa séptica - edificio de servicios generales y mantenimiento - fase operación 13
Figura 20. Distancias entre fosa séptica a otras edificaciones - fase de operación 14
Figura 21. Distancia entre fosa séptica y quebrada más cercana 15
Figura 22. Esquema referencia PTAS 21
Figura 23. Diagrama de tratamiento de PTAS – fase construcción 22
Figura 24. Esquema general de la fosa séptica de 3.250 litros 28
Figura 25. Esquema referencia PTAS 32
Figura 26. Diagrama de tratamiento de PTAS – fase cierre 33
Figura 27. Registro tipo funcionamiento fosa séptica 42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen instalaciones temporales - fase construcción 3
Tabla 2. Resumen Instalaciones definitivas – fase operación 3
Tabla 3. Resumen instalaciones temporales – fase cierre 4
Tabla 4. Coordenadas envolventes de PTAS por Instalación de Faena 4
Tabla 5. Coordenadas de localización referenciales de fosa séptica - fase operación 12
Tabla 6. Caudal de aguas servidas instalaciones temporales – fase construcción 16
Tabla 7. Caudal de aguas servidas instalaciones permanentes – fase operación 16
Tabla 8. Caudal de aguas servidas instalaciones temporales – fase cierre 16
Tabla 9. Características de las aguas servidas 17
Tabla 10. Cantidad de usuarios - fase de construcción 19
Tabla 11. Caudales máximos diario y mensual - fase de construcción 20
Tabla 12. PTAS por instalación de faena - fase de construcción 21
Tabla 13. Volumen útil PTAS - fase de construcción 22
Tabla 14. Longitud mínima de drenes - fase de construcción 23
Tabla 15. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de construcción – IF1 23
Tabla 16. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de construcción – IF2 24
Tabla 17. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de construcción – IF2 planta de hormigón 24

Tabla 18. Dimensiones del sistema de infiltración de la etapa de construcción – IF3 25
Tabla 19. Cantidad de usuarios - fase de operación 26
Tabla 20. Caudales máximos diario y mensual - fase de operación 27
Tabla 21. Dimensiones fosa séptica 28
Tabla 22. Cálculo drenes fase operación 29
Tabla 23. Cantidad de usuarios - fase de cierre 30
Tabla 24. Caudales máximos diario y mensual - fase de cierre 31
Tabla 25. PTAS por Instalación de Faena - fase de cierre 32
Tabla 26. Volumen útil PTAS - fase de cierre 33
Tabla 27. Longitud mínima de drenes - fase de cierre 34
Tabla 28. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de cierre – IF1 34
Tabla 29. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de cierre – IF2 35
Tabla 30. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de cierre – IF2 planta de hormigón 35
Tabla 31. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de cierre – IF3 36
Tabla 32. Generación de lodos - fase de construcción 39
Tabla 33. Generación de lodos - fase de cierre 41
Tabla 34. Plan de contingencias - riesgos sísmicos 43
Tabla 35. Plan de contingencias - derrame de aguas servidas 44
Tabla 36. Plan de contingencias - emisión de olores 44
Tabla 37. Riesgo por falla o rebalse del sistema de disposición de aguas servidas o retraso en el retiro de aguas servidas 45

1. INTRODUCCIÓN

Plan 8 Energía Infinita Ltda. (en adelante el "titular") somete a consideración del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) de la Región Metropolitana y Región del Libertador Bernardo O'Higgins, su proyecto "Parque Híbrido Eólico, Solar y Almacenamiento de Energía Las Quintas (PHLQ)" (en adelante "proyecto") ubicado en las comunas de Litueche, Región del Libertador Bernardo O'Higgins y comuna de San Pedro, Región Metropolitana.

Durante la fase de construcción y cierre se utilizarán PTAS y en fase de operación una fosa séptica modular con sistema de infiltración como solución sanitaria para la generación de aguas servidas derivadas de baños e instalaciones sanitarias para el personal.

Respecto a la fase de construcción y cierre del Proyecto, se utilizarán baños químicos portátiles en cada frente de trabajo para el total de trabajadores. Estos baños cumplirán con lo dispuesto en el D.S. N° 594/2000 del MINSAL respecto a sus cantidades y distanciamientos.

En este contexto, el artículo 138º del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA) D.S. Nº 40/12, señala:

> ***Artículo 138.-*** *Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza.*

El permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza, será el establecido en el artículo 71 letra b) primera parte, del Decreto con Fuerza de Ley Nº 725, de 1967, del Ministerio de Salud Pública, Código Sanitario.

El requisito para su otorgamiento consiste en que la disposición de aguas servidas no amenace la salud de la población. Los contenidos técnicos y formales que deben presentarse para acreditar su cumplimiento, y de acuerdo con las características del Proyecto, son los siguientes:

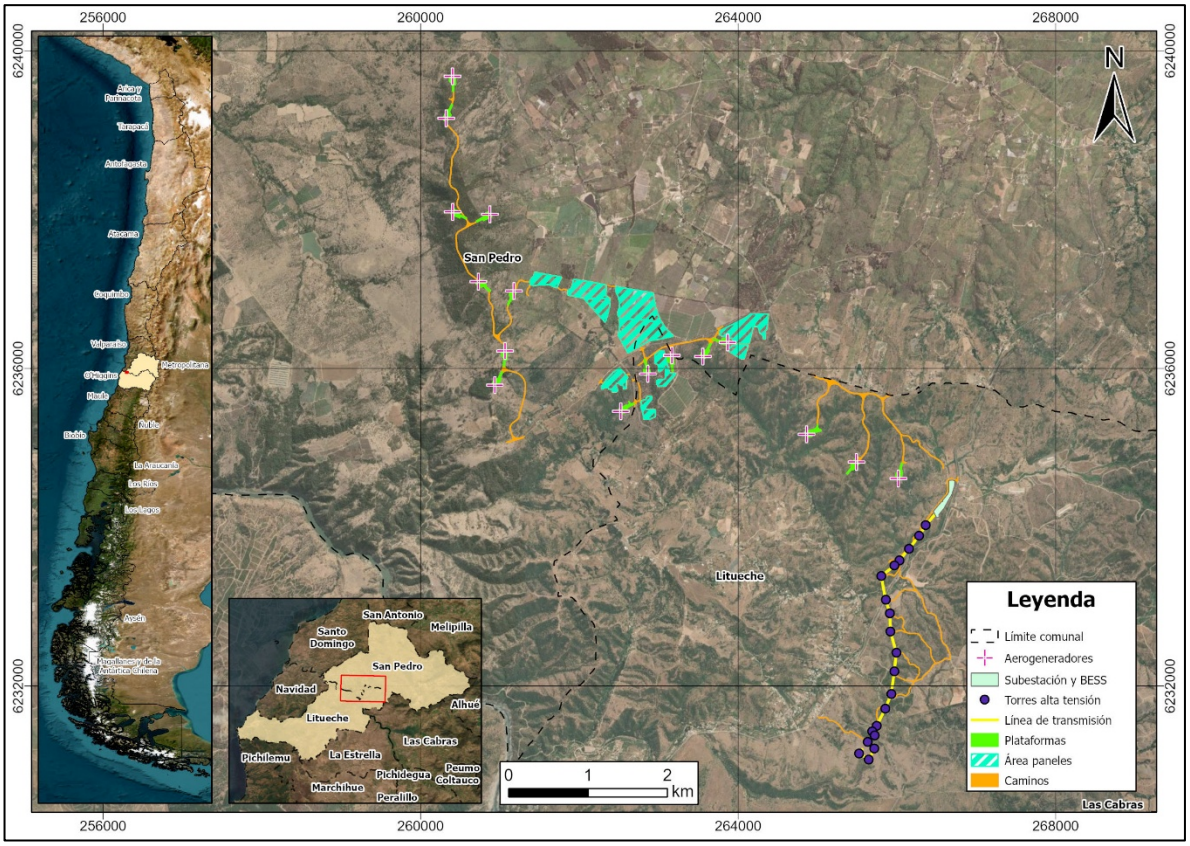
a) Descripción del sistema de recolección y/o tratamiento.
b) Plano de localización del área de recolección y de la planta de tratamiento de aguas servidas.
c) Generación de agua servidas.
d) Caracterización físico-químicas de las aguas servidas.
e) Descripción del sistema de tratamiento de aguas servidas.
f) Descripción de la forma de disposición final del efluente tratado.
g) Indicación del período de retorno considerado para el diseño de los desagües de aguas lluvias.
h) Descripción del sistema de tratamiento de aguas servidas y disposición, de tratarse de una fosa séptica.
i) Descripción general de la generación y manejo de lodos.
j) Programa de monitoreo.
k) Plan de contingencias.
l) Plan de emergencia.

A continuación, se señalan los antecedentes requeridos para solicitar el Permiso Ambiental Sectorial N°138.

2. CONTENIDOS TÉCNICOS Y FORMALES

El Proyecto Parque Híbrido Eólico, Solar y Almacenamiento de Energía Las Quintas (PHLQ)se desarrollará en las comunas de San Pedro, Región Metropolitana y en la comuna de Litueche, Región del Libertador Bernardo O'Higgins, según se visualiza en la Figura 1.

Figura 1. Localización Proyecto a nivel comunal y regional



Fuente: Elaboración propia.

2.1. Descripción del Sistema de Recolección y/o Tratamiento (Art. 138º, letra a) Fase de Construcción

Durante las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto se generarán residuos líquidos correspondientes a las aguas servidas provenientes de los baños y duchas generadas por el personal de la instalación de faena, y el edificio de servicios generales y mantenimiento respectivamente, los distintos sistemas, consideran recolección del tipo gravitacional, descargando cada sistema, en una planta de tratamiento de aguas servidas con fosa séptica.

El proyecto considera la recolección de las aguas servidas a través de una red de tuberías de PVC sanitario, cámaras de inspección de acuerdo con el DTO 50/2002 MOP y plantas elevadoras que conducirán las aguas residuales hacia los distintos sistemas de tratamiento.

En **fase de construcción** se consideran cuatro (4) Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas, de las cuales se ubicará una en cada Instalación de Faena y para el sector de la Planta de Hormigón ubicada en la IIFF2. **Para la fase de operación** se considera el uso de fosa séptica con drenes que permita evacuar las aguas

servidas del edificio de servicios generales y mantenimiento. Y para la **fase de cierre** se considera las mismas cantidades de PTAS en las instalaciones de faenas que en la fase de construcción.

Las fosas sépticas serán de tipo prefabricadas de polietileno con capacidad equivalente al caudal máximo diario de descarga, asegurando un tiempo mínimo de retención de 24 horas.

El efluente de las fosas sépticas tendrá como destino final la infiltración en terreno mediante zanjas drenantes, mientras que, el efluente tratado de las PTAS, en la fase de construcción y cierre, se dispone en estanques de almacenamiento, para poder reutilizarla en labores de humectación para la compactación de terraplenes y bases de pavimento. En caso de no reutilizarse o de no cumplir con los requisitos de agua apta para riego o de permanecer almacenadas por más de 24 horas, las aguas tratadas se dispondrán en drenes de infiltración.

Además, contará con una tubería de ventilación (salida de gases) para evitar malos olores. Es importante señalar que en general, la fosa séptica permite realizar un tratamiento de las aguas servidas mediante dos procesos:

- Separación física: Las partículas pesadas se depositan en el fondo para formar barros, y las más ligeras y las grasas permanecen en suspensión o flotando.
- Fermentación anaerobia: por la acción de bacterias que prosperan en un medio privado de oxígeno, la fosa descompone una parte de la materia orgánica biodegradable. Esta descomposición conlleva producción de gas metano y dióxido de carbono que se acumula en la parte superior de la fosa creando una sobrepresión que se aprovecha para agitar la masa líquida residual y favorecer la licuefacción. Con esto se logra reducir la DBO5 (Demanda Biológica de Oxígeno a los 5 días) en el 35% y los SST (Sólidos en suspensión totales) en un 65%.

A continuación, se resume lo anterior en las Tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1. Resumen instalaciones temporales - fase construcción

Instalación	Fase	Cantidad de Usuarios	Solución Sanitaria
Instalación de Faena 1	Fase construcción	95	PTAS + Estanque de acumulación+ Drenes de Infiltración
Instalación de Faena 2	Fase construcción	190	PTAS + Estanque de acumulación+ Drenes de Infiltración
Instalación de Faena 3	Fase construcción	95	PTAS + Estanque de acumulación+ Drenes de Infiltración

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Resumen Instalaciones definitivas – fase operación

Instalación	Fase	Cantidad de Usuarios	Solución Sanitaria
Edificio de Servicios Generales y Mantenimiento	Fase operación	15	Sistema de Fosa Séptica + Drenes de Infiltración

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Resumen instalaciones temporales – fase cierre

Instalación	Fase	Cantidad de Usuarios	Solución Sanitaria
Instalación de Faena 1	Fase Cierre	40	PTAS + Estanque de acumulación+ Drenes de Infiltración
Instalación de Faena 2	Fase Cierre	70	PTAS + Estanque de acumulación+ Drenes de Infiltración
Instalación de Faena 3	Fase Cierre	40	PTAS + Estanque de acumulación+ Drenes de Infiltración

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Plano de Localización del Área de Recolección y de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (Art. 138º, letra b)

Localización Referencial de cada PTAS - Fase Construcción

- **Instalación de faenas**

A continuación, en la siguiente Tabla, se indican las coordenadas envolventes de las instalaciones 1, 2 y 3, donde se ubicarán las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas, correspondientes a 1 módulo en la IF 1, dos módulos en la IF 2 y un módulo en la IF 3.

Tabla 4. Coordenadas envolventes de PTAS por Instalación de Faena

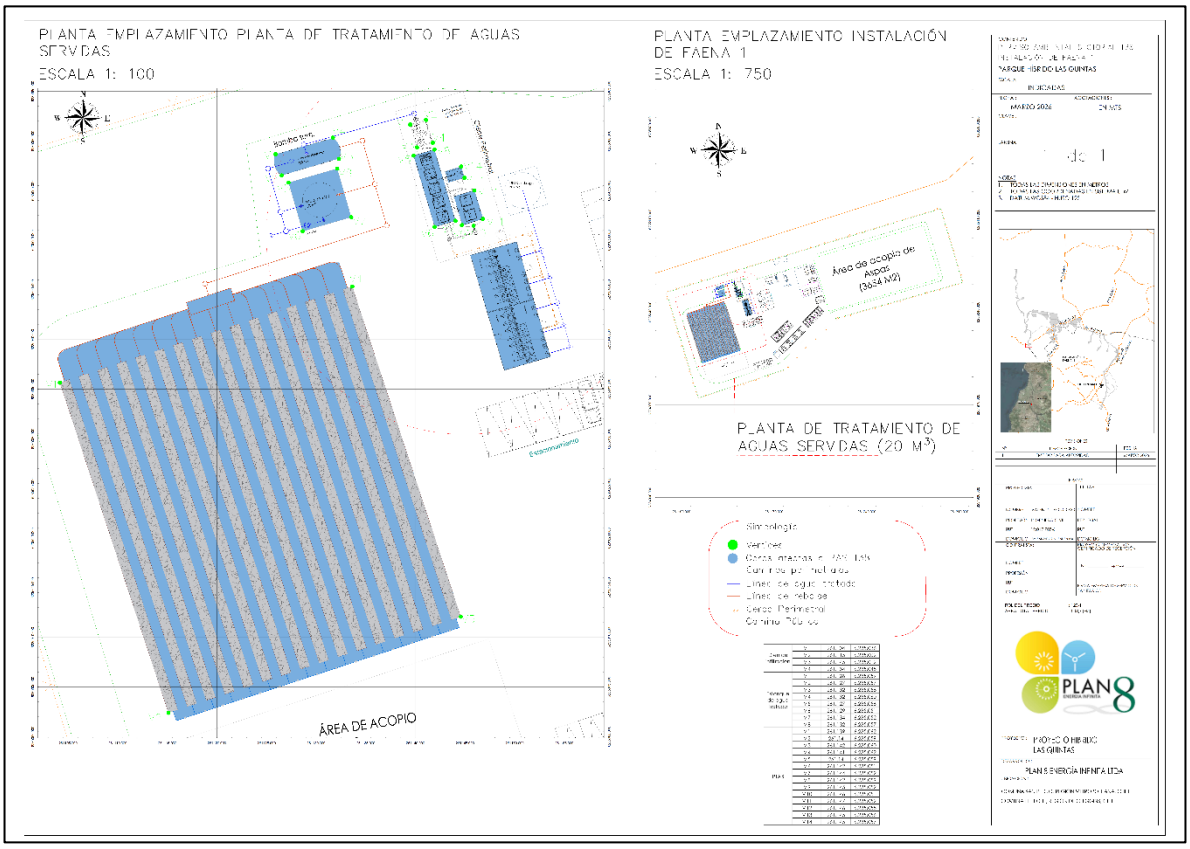
IF	Instalación	Superficie [m2]	Vértice	Coordenadas DATUM WGS 84 Proyección UTM 19S	
IF 1	PTAS	114,301	V1	261.216	6.235.034
			V2	261.177	6.234.996
			V3	261.112	6.234.974
			V4	261.088	6.235.055
			V5	261.296	6.235.118
			V6	261.312	6.235.062
	Drenes de infiltración	1084,342	V1	261.104	6.235.035
			V2	261.133	6.235.045
			V3	261.144	6.235.012
			V4	261.115	6.235.002
IF 2	PTAS	322,118	V1	262.759	6.235.993
			V2	262.745	6.235.983
			V3	262.735	6.236.000
			V4	262.748	6.236.009
		1084,363	V1	262.762	6.235.989

IF	Instalación	Superficie [m2]	Vértice	Coordenadas DATUM WGS 84 Proyección UTM 19S	
	Drenes de infiltración		V2	262.783	6.235.960
			V3	262.757	6.235.942
			V4	262.737	6.235.971
	PTAS Planta Hormigón	307,807	V1	262.728	6.235.926
			V2	262.734	6.235.907
			V3	262.729	6.235.905
			V4	262.731	6.235.897
			V5	262.725	6.235.895
	Drenes de infiltración Planta Hormigón	1149,324	V1	262.733	6.235.931
			V2	262.780	6.235.948
			V3	262.788	6.235.926
			V4	262.741	6.235.909
IF 3	PTAS	260,776	V1	266.689	6.234.731
			V2	266.691	6.234.720
			V3	266.686	6.234.720
			V4	266.689	6.234.703
			V5	266.681	6.234.702
			V6	266.677	6.234.729
	Drenes de infiltración	874,526	V1	266.700	6.234.772
			V2	266.705	6.234.737
			V3	266.680	6.234.734
			V4	266.675	6.234.769

Fuente: Elaboración propia.

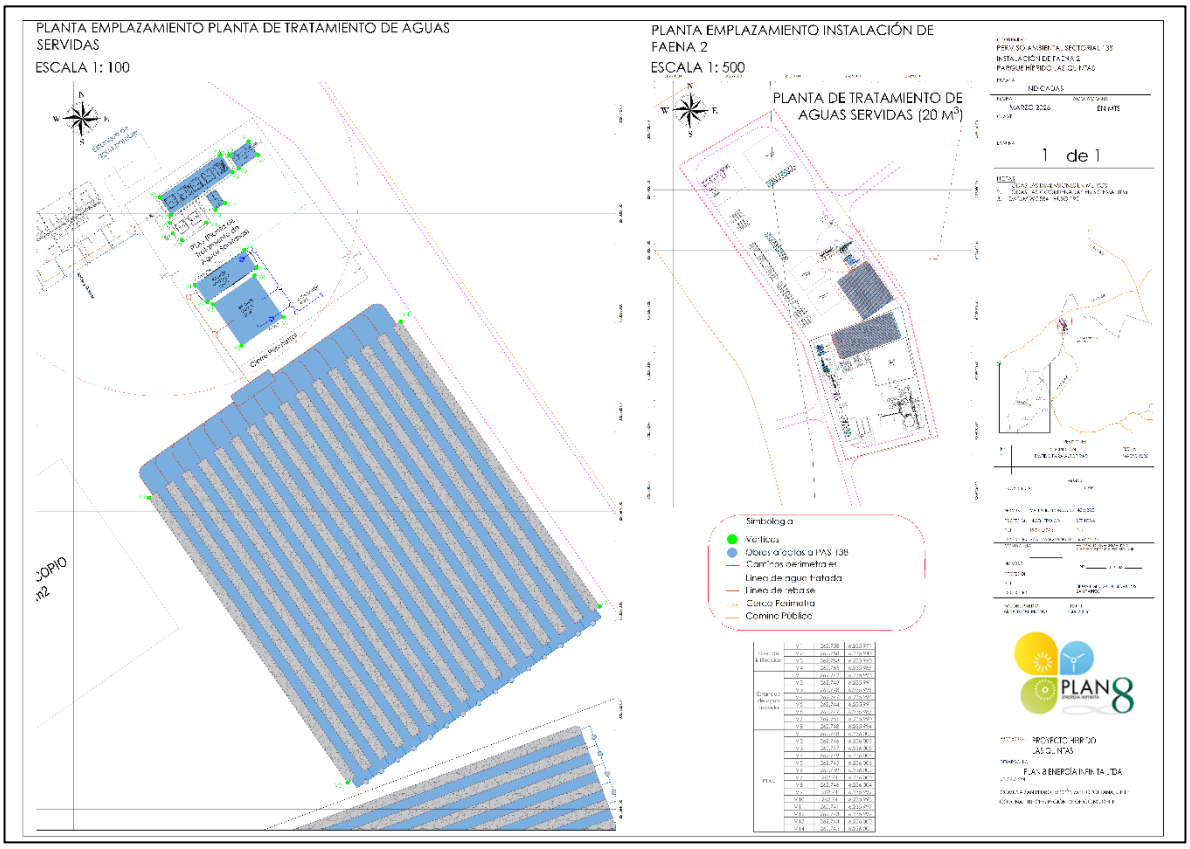
Por su parte, en las Figuras 2, 3 y 4 se presenta a modo referencial la ubicación al interior de la IF 1, IF 2 e IF3, de los componentes de sistema de tratamiento de aguas servidas propuesto para la fase de construcción del Proyecto. Mientras que en el Anexo 1 se presentan el plano de emplazamiento general y planos de detalle del sistema propuesto (IF1, IF2 e IF3) y de las unidades que lo conforman. Además, en las siguientes Figuras se indican las obras habitables en el entorno inmediato, el destino de cada una de ellas y sus distanciamientos.

Figura 2. IF 1 - Ubicación de las PTAS - fase de construcción



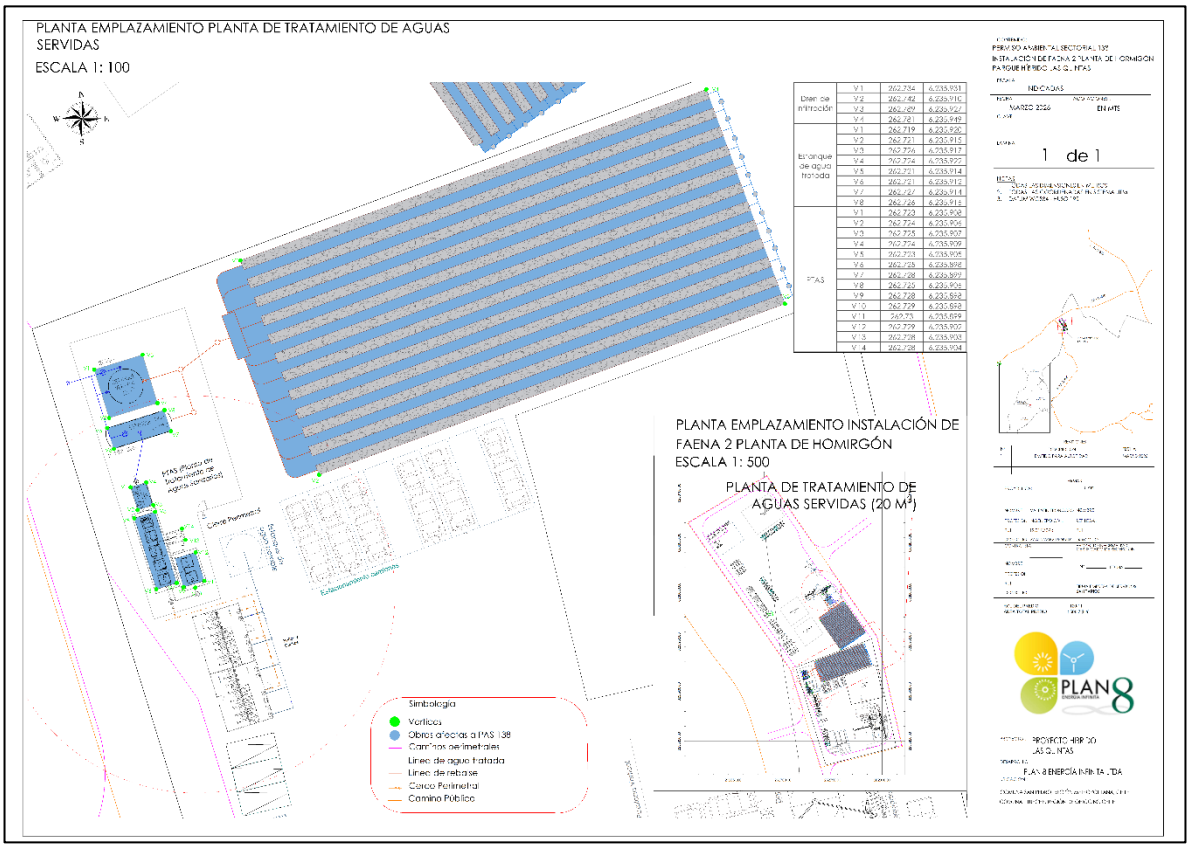
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. IF 2 - Ubicación de las PTAS - fase de construcción



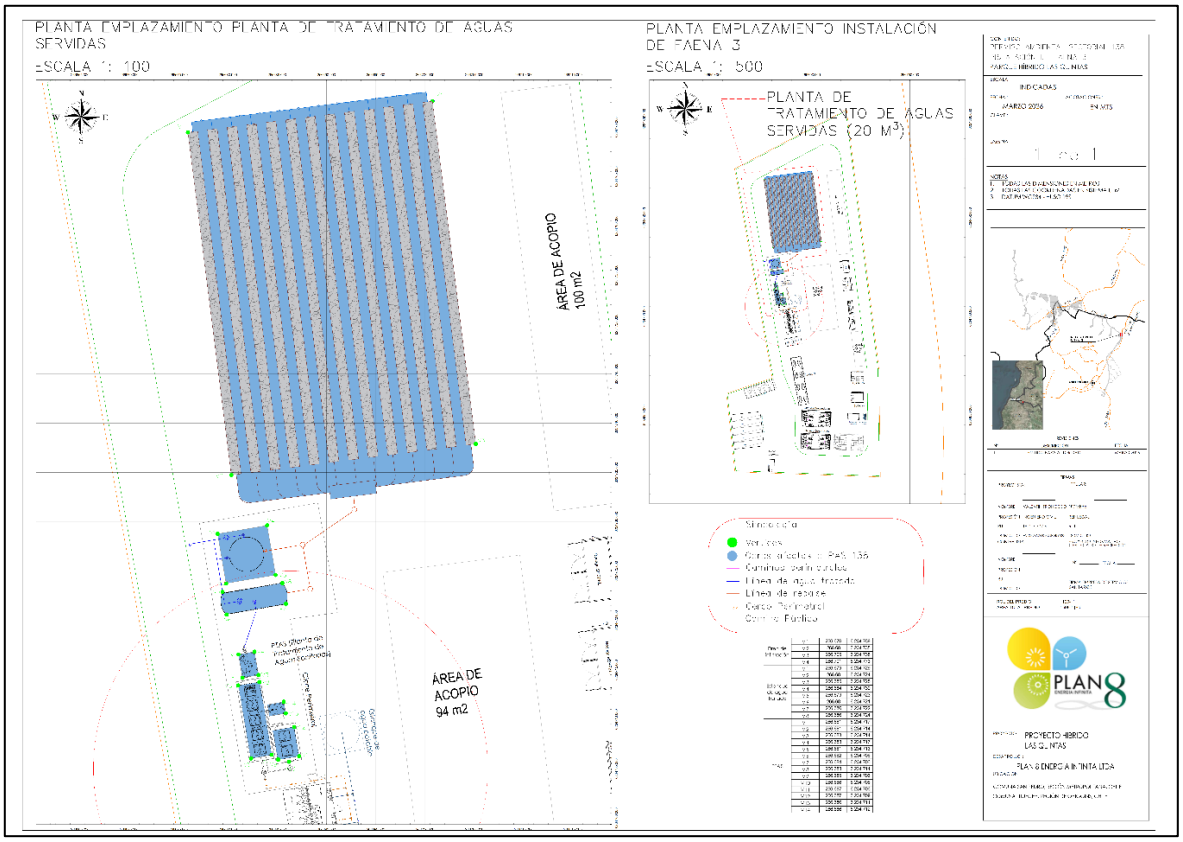
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. IF 2 - Planta de Hormigón - ubicación de las PTAS - fase de construcción



Fuente: Elaboración propia.

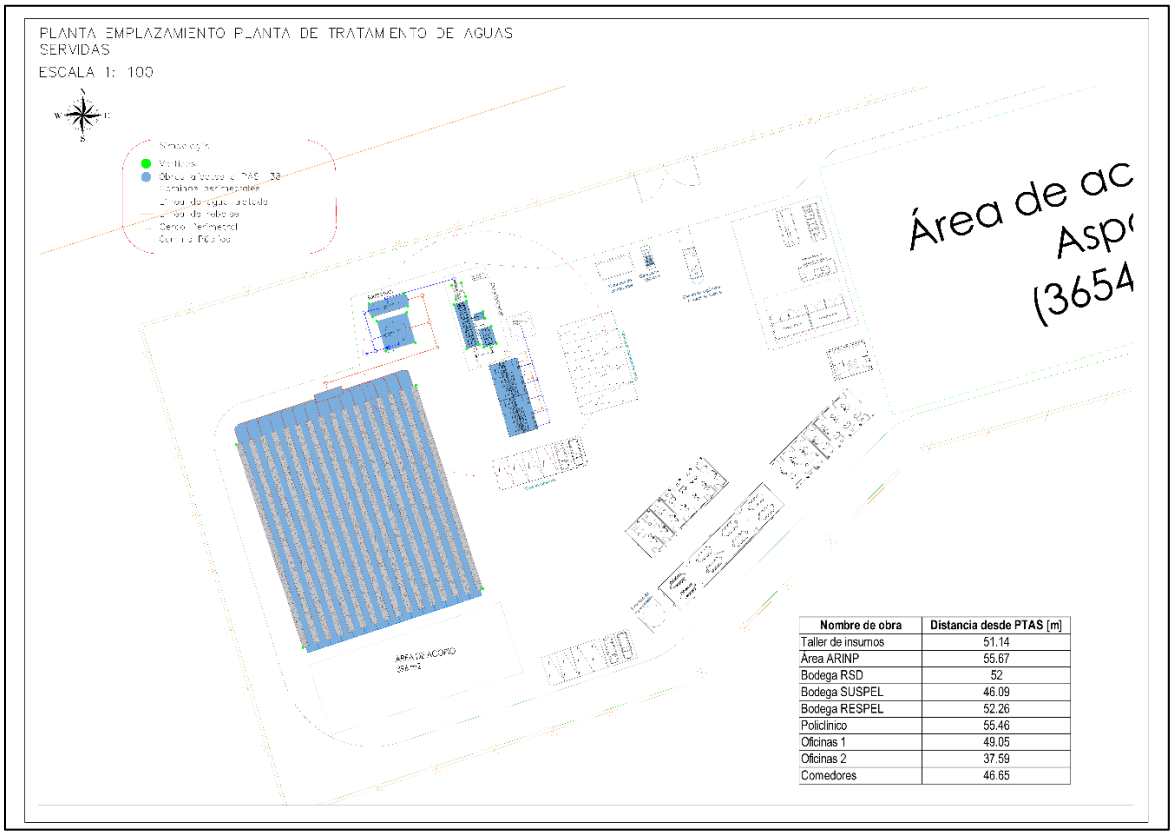
Figura 5. IF 3 - Ubicación de las PTAS - fase de construcción



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra una figura por instalación faena, las que indican las PTAS y las distancias mínimas a las instalaciones vulnerables del entorno, considerando tanto las internas como las externas.

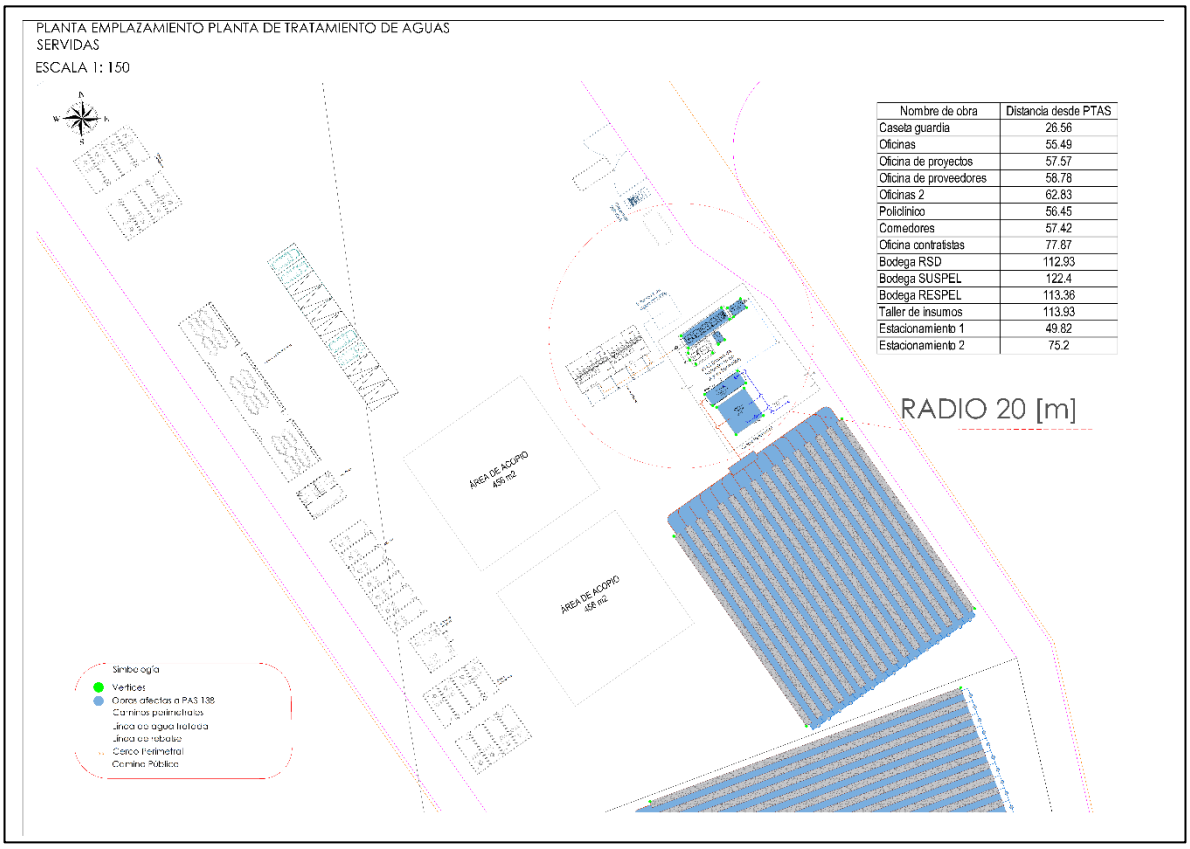
Figura 6. Distancias entre PTAS a otras edificaciones de la IF 1



Nombre de obra	Distancia desde PTAS [m]
Taller de insumos	51.14
Área ARINP	55.67
Bodega RSD	52
Bodega SUSPEL	46.09
Bodega RESPEL	52.26
Policlínico	55.46
Oficinas 1	49.05
Oficinas 2	37.59
Comedores	46.65

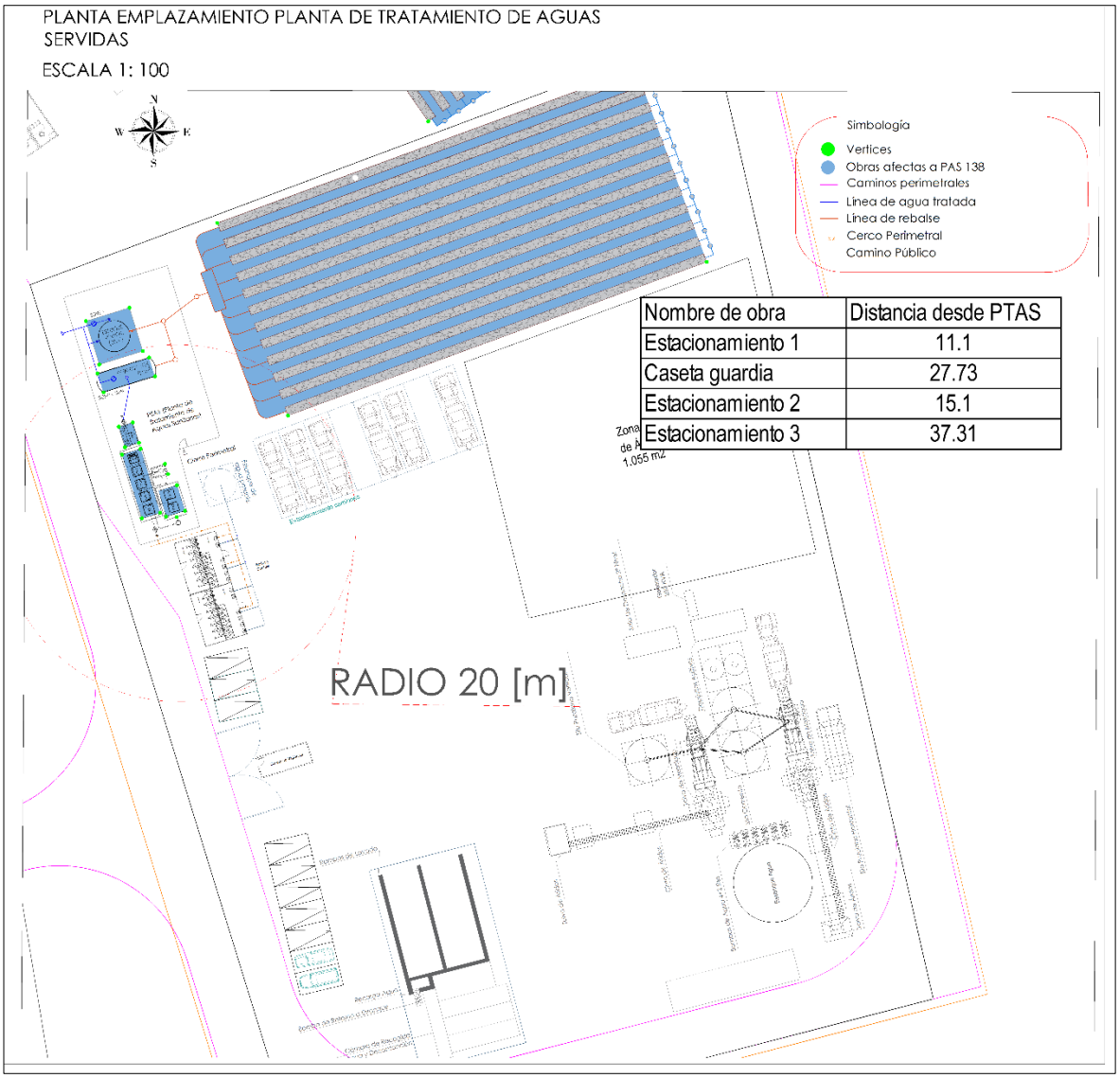
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Distancias entre PTAS a otras edificaciones de la IF 2



Fuente: Elaboración propia.

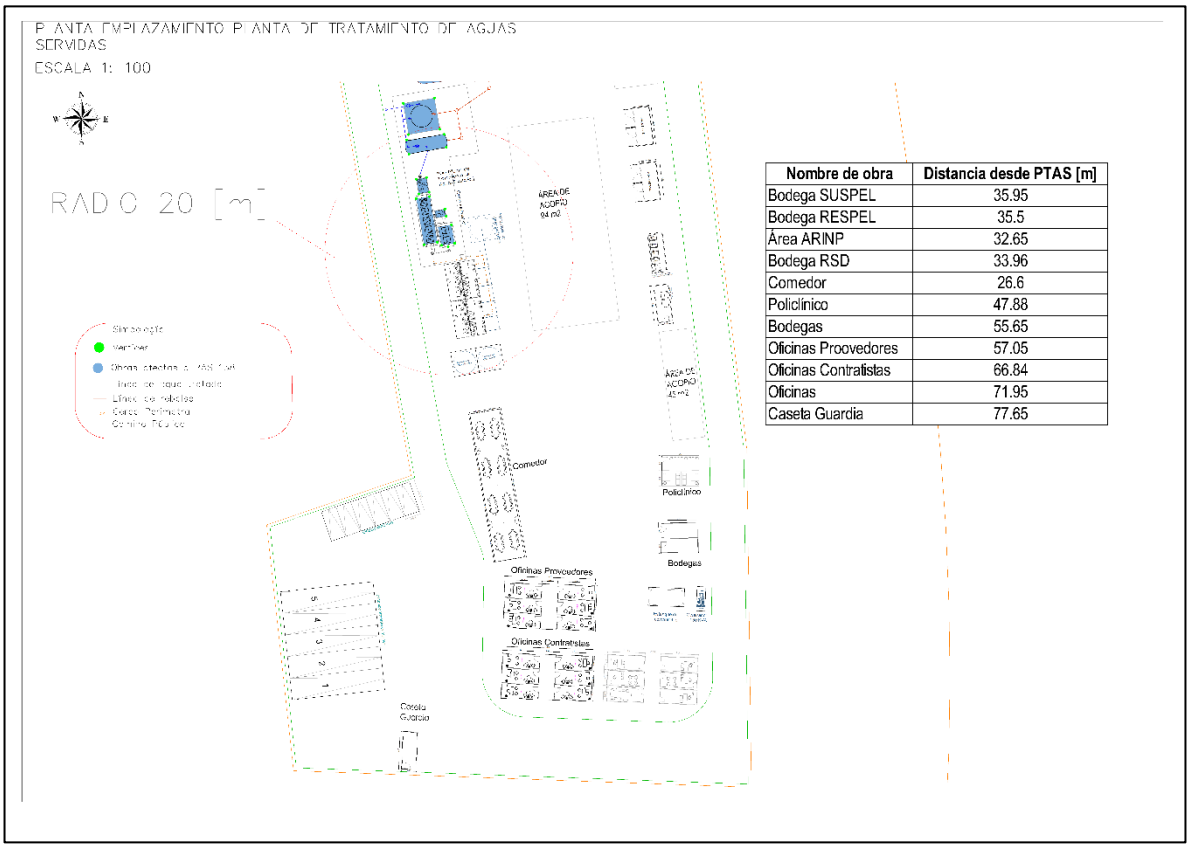
Figura 8. Distancias entre PTAS a otras edificaciones de la IF 2 - planta de hormigón



Nombre de obra	Distancia desde PTAS
Estacionamiento 1	11.1
Caseta guardia	27.73
Estacionamiento 2	15.1
Estacionamiento 3	37.31

Fuente: Elaboración propia.

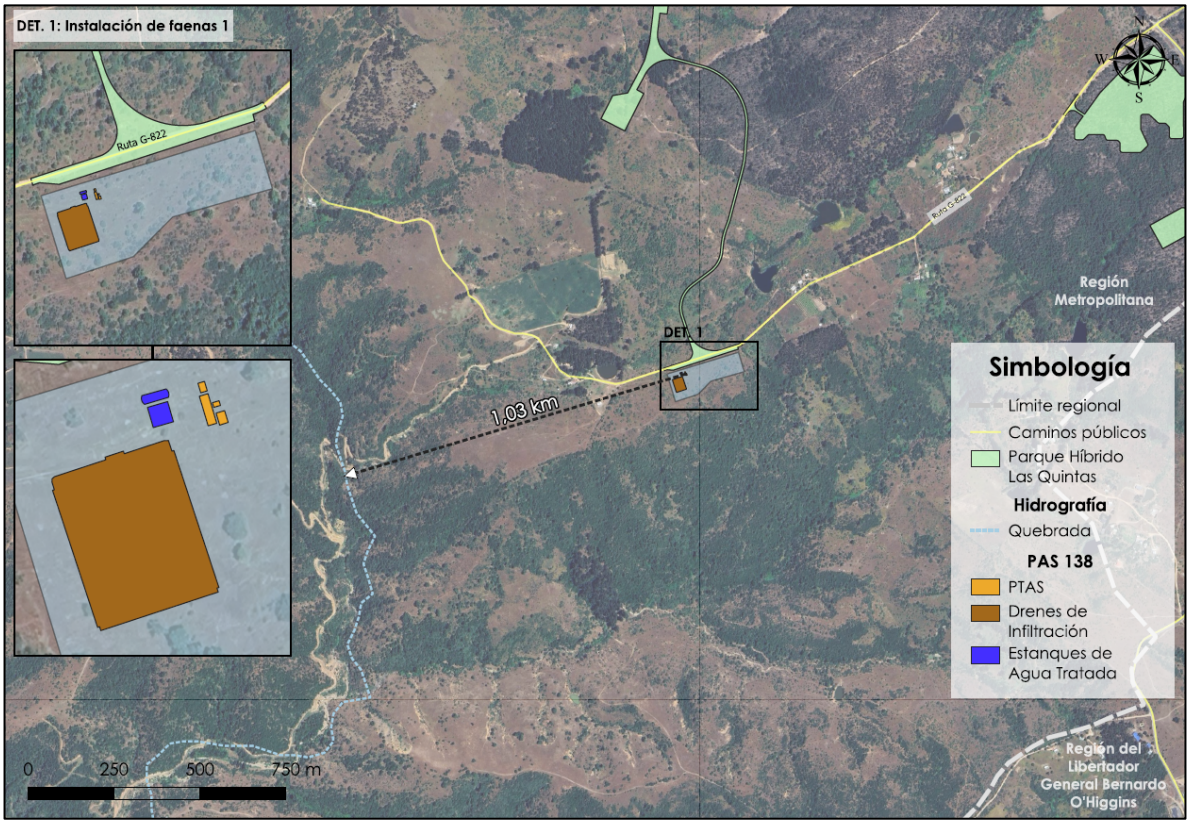
Figura 9. Distancias entre PTAS a otras edificaciones de la IF 3



Nombre de obra	Distancia desde PTAS [m]
Bodega SUSPEL	35.95
Bodega RESPEL	35.5
Área ARINP	32.65
Bodega RSD	33.96
Comedor	26.6
Policlínico	47.88
Bodegas	55.65
Oficinas Proovedores	57.05
Oficinas Contratistas	66.84
Oficinas	71.95
Caseta Guardia	77.65

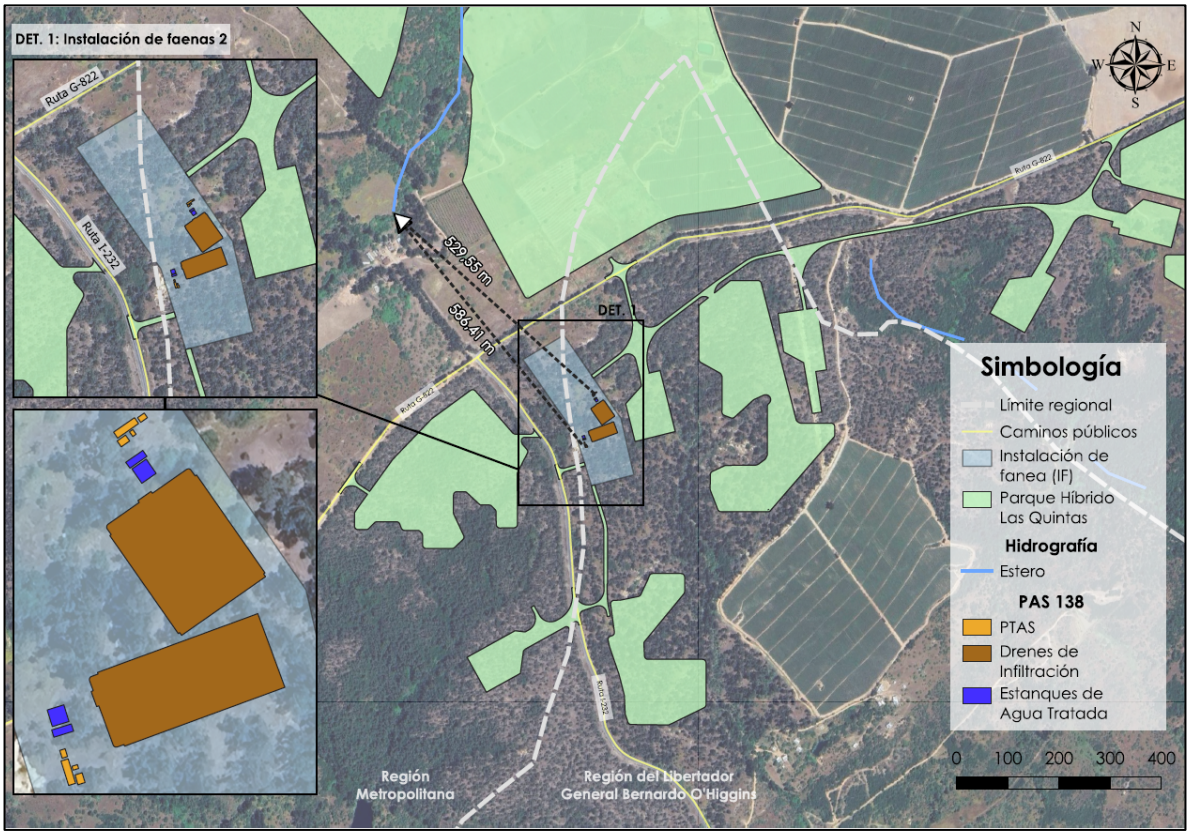
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Distancia entre PTAS de IF 1 y quebrada más cercana



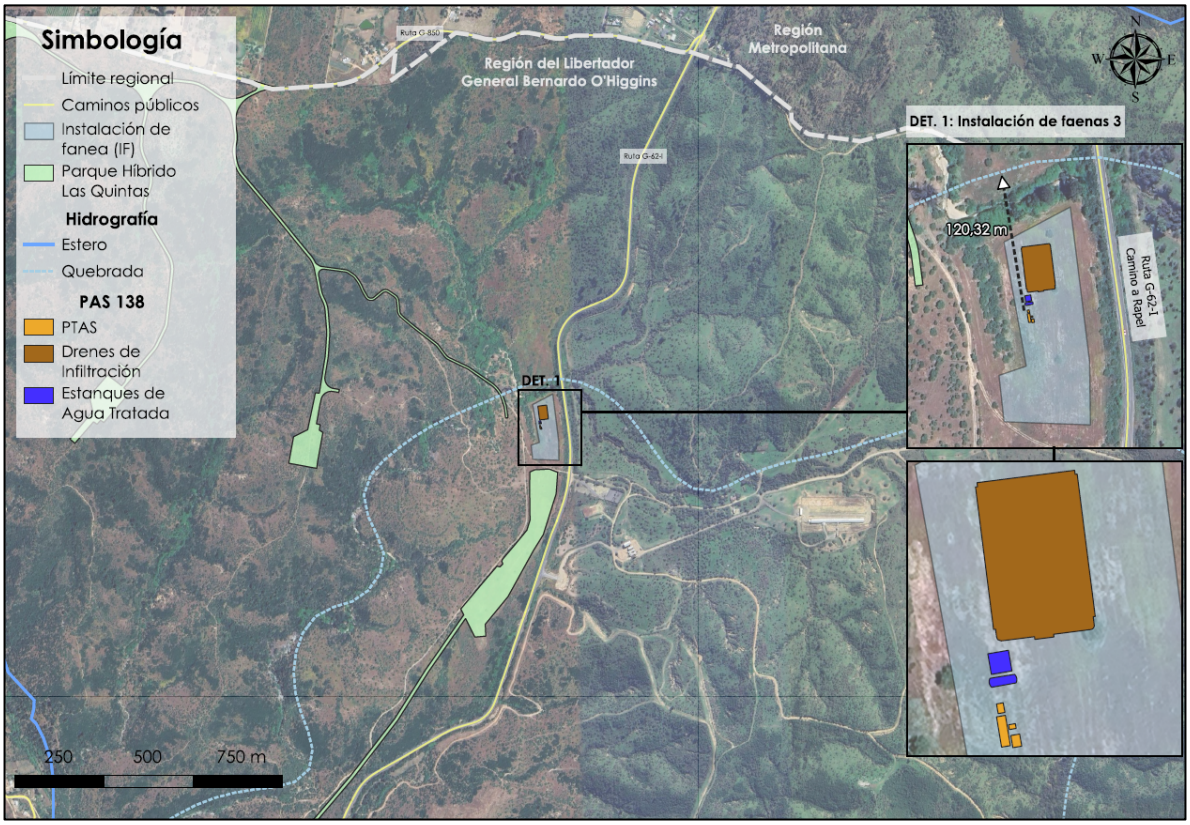
Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Distancia entre PTAS de IF 2 y quebrada más cercana



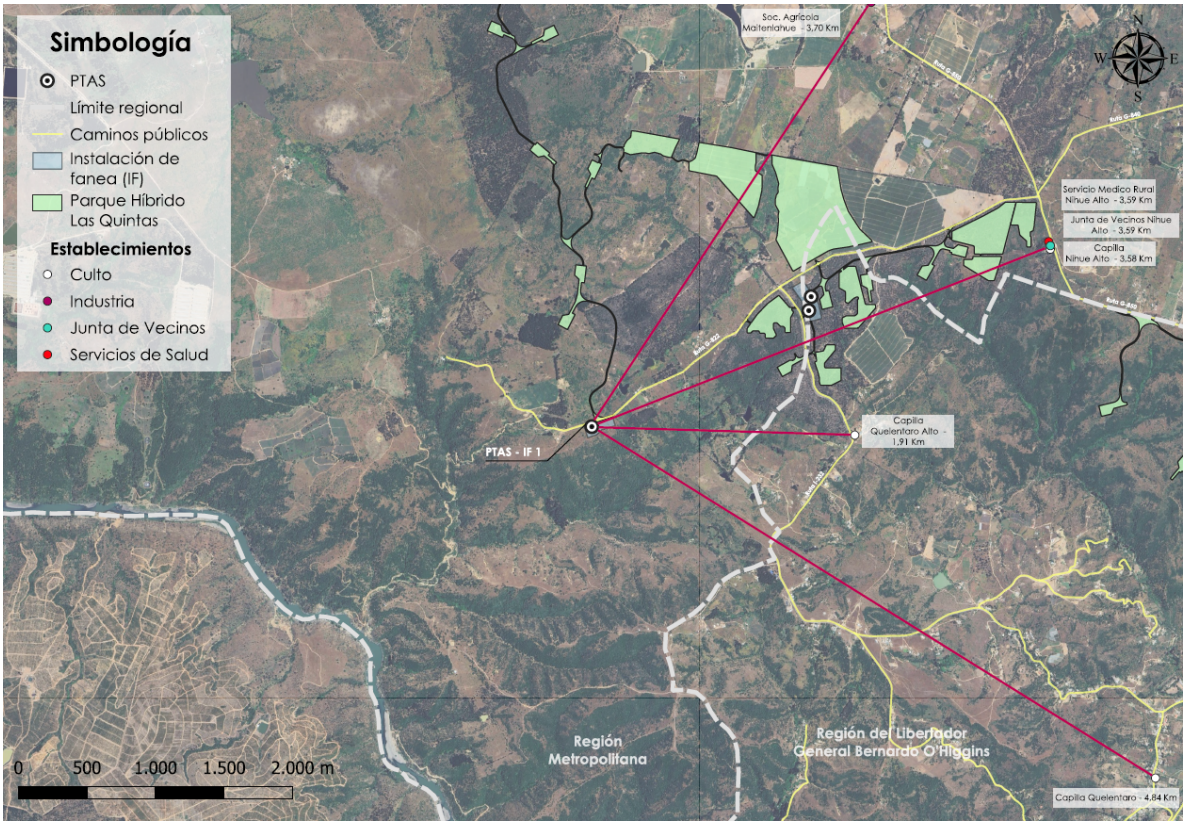
Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Distancia entre PTAS de IF 3 y quebrada más cercana



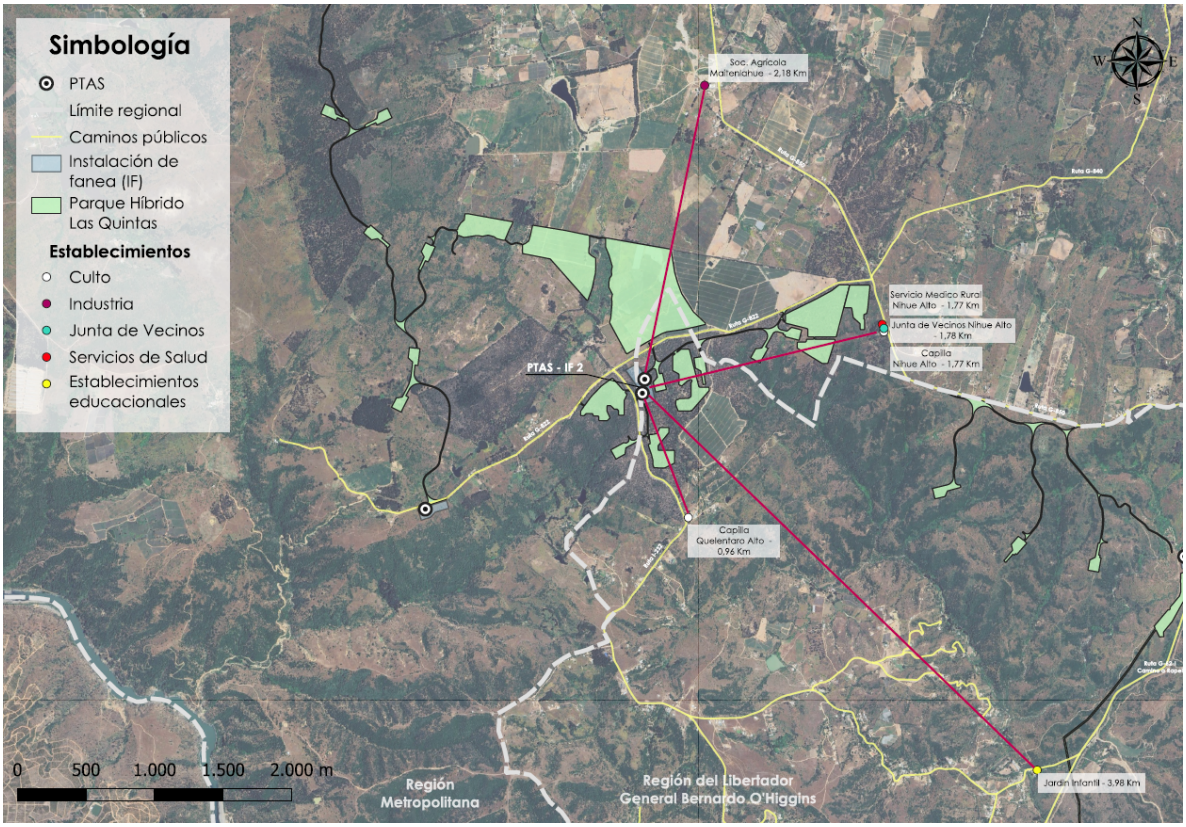
Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Distancia entre PTAS de IF 1 y receptores sensibles



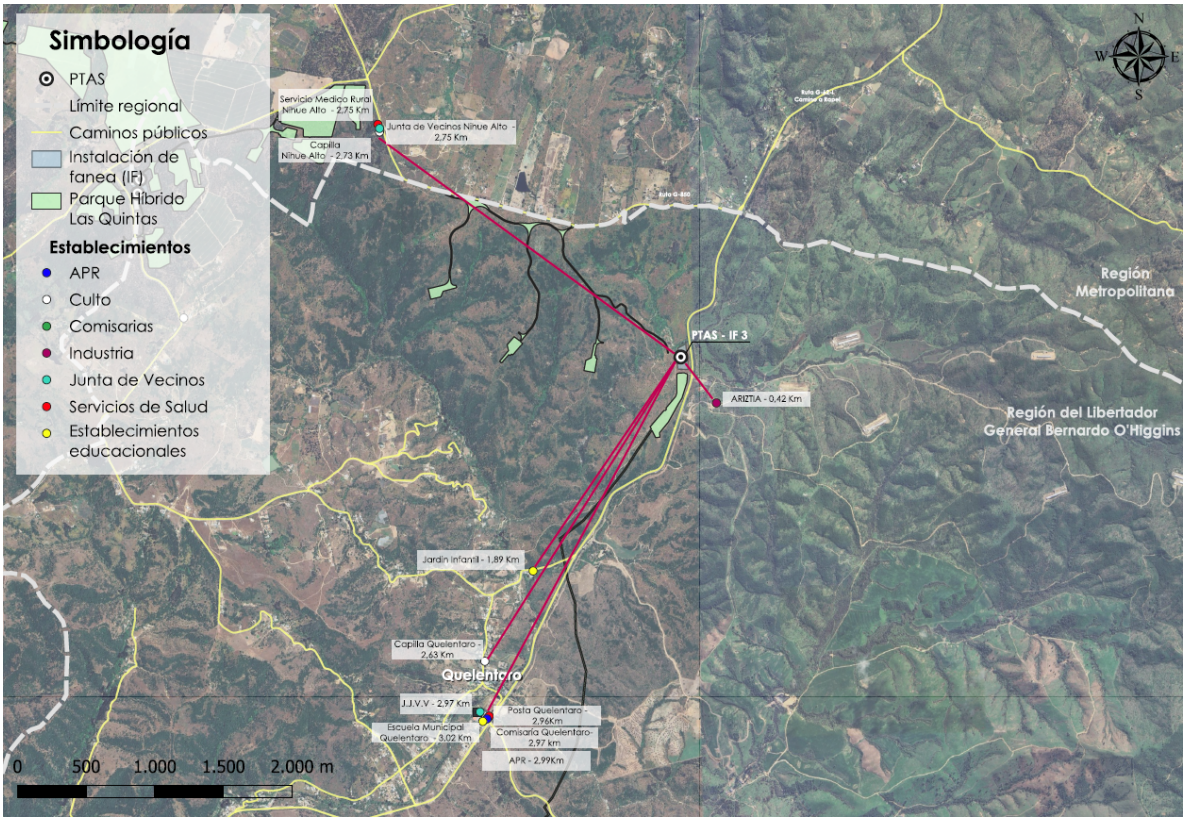
Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Distancia entre PTAS de IF 2 y receptores sensibles



Fuente: Elaboración propia.

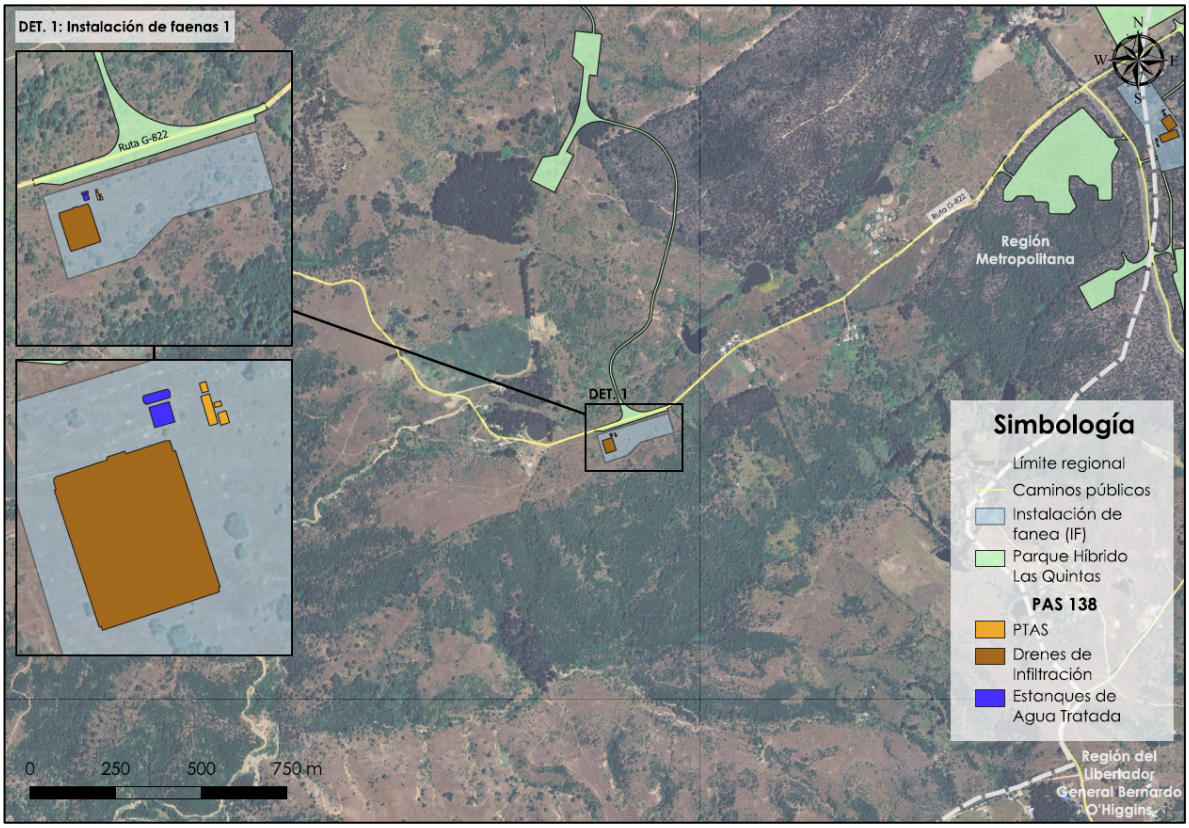
Figura 15. Distancia entre PTAS de IF 3 y receptores sensibles



Fuente: Elaboración propia.

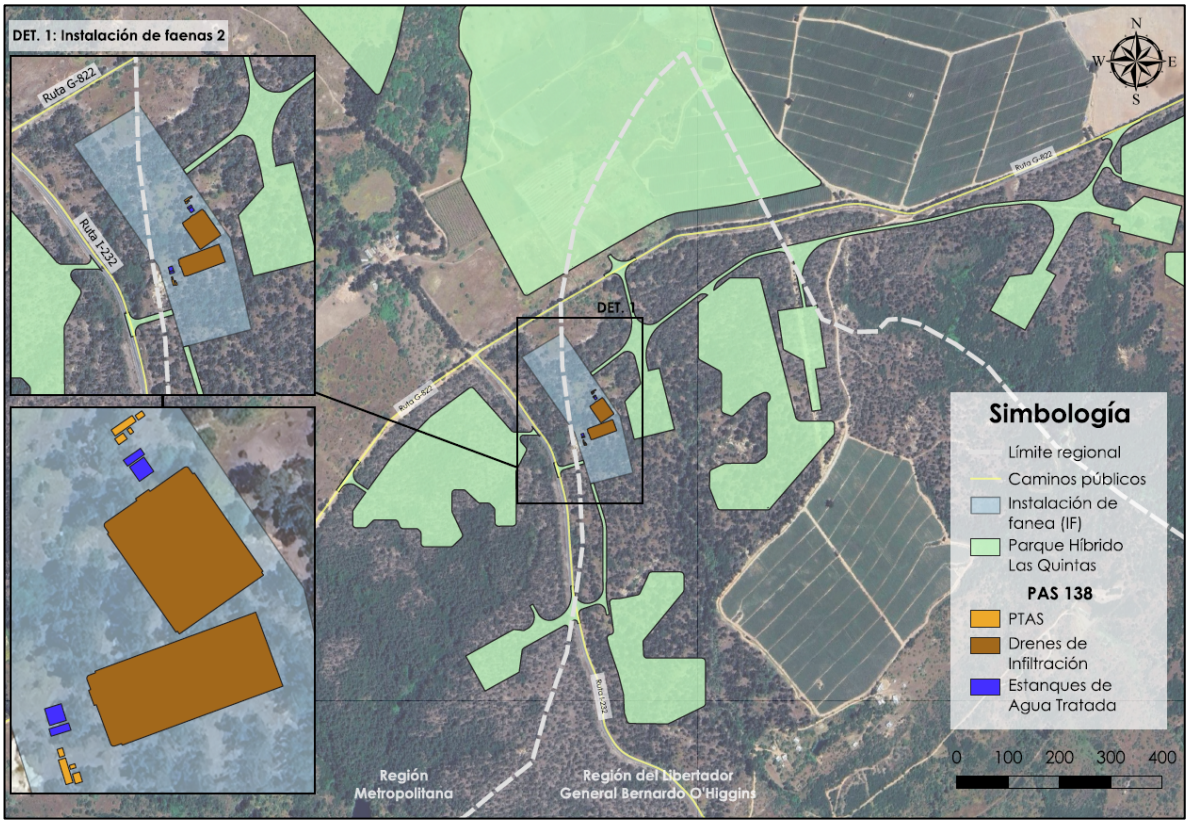
En el Anexo 1 se presenta el plano de planta y elevación del sistema de tratamiento, evacuación y eliminación de aguas servidas, detallando cada una de las unidades que lo conforman y el equipamiento considerado.

Figura 16. PTAS Instalaciones de Faena 1 - fase construcción



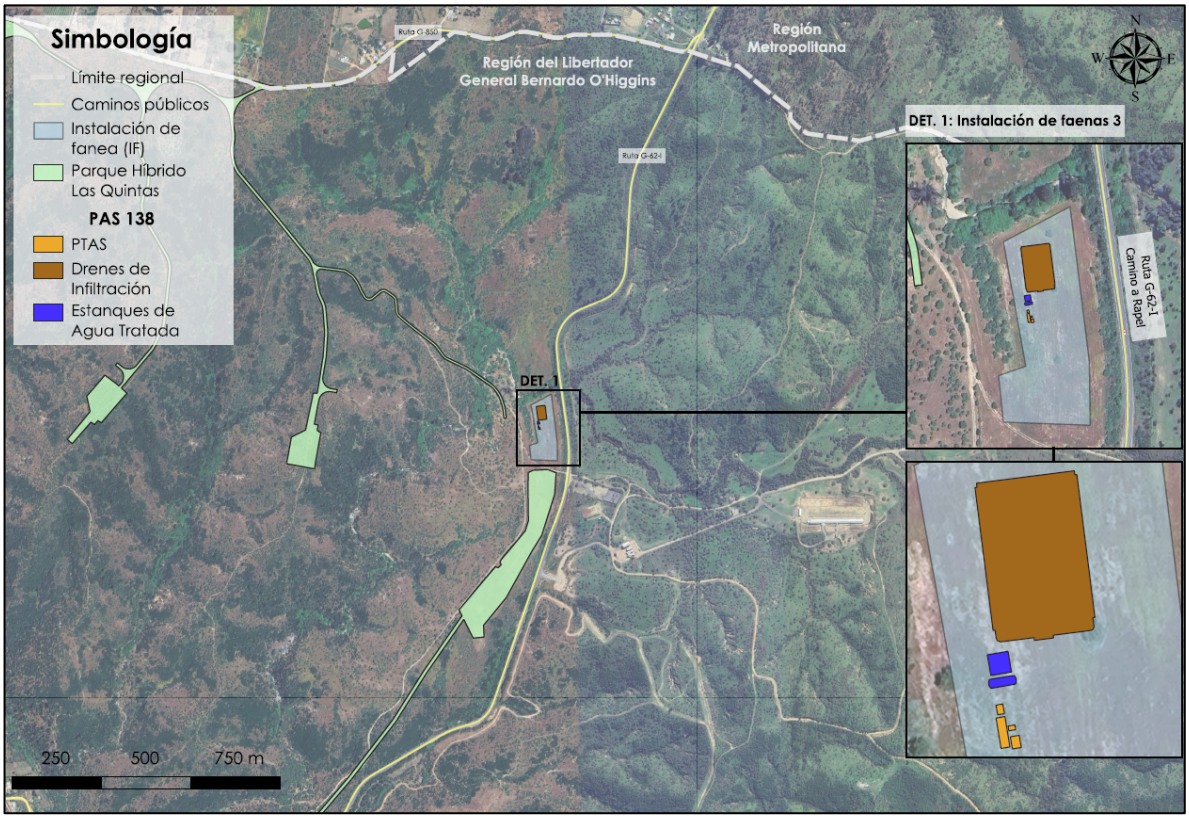
Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. PTAS Instalaciones de Faena 2 - fase construcción



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. PTAS Instalaciones de Faena 3 - fase construcción



Fuente: Elaboración propia.

- **Localización Referencial Fosa Séptica Definitiva – Fase Operación**

A continuación, se presentan las coordenadas referenciales de localización de la fosa séptica a implementar en la fase de operación del Proyecto.

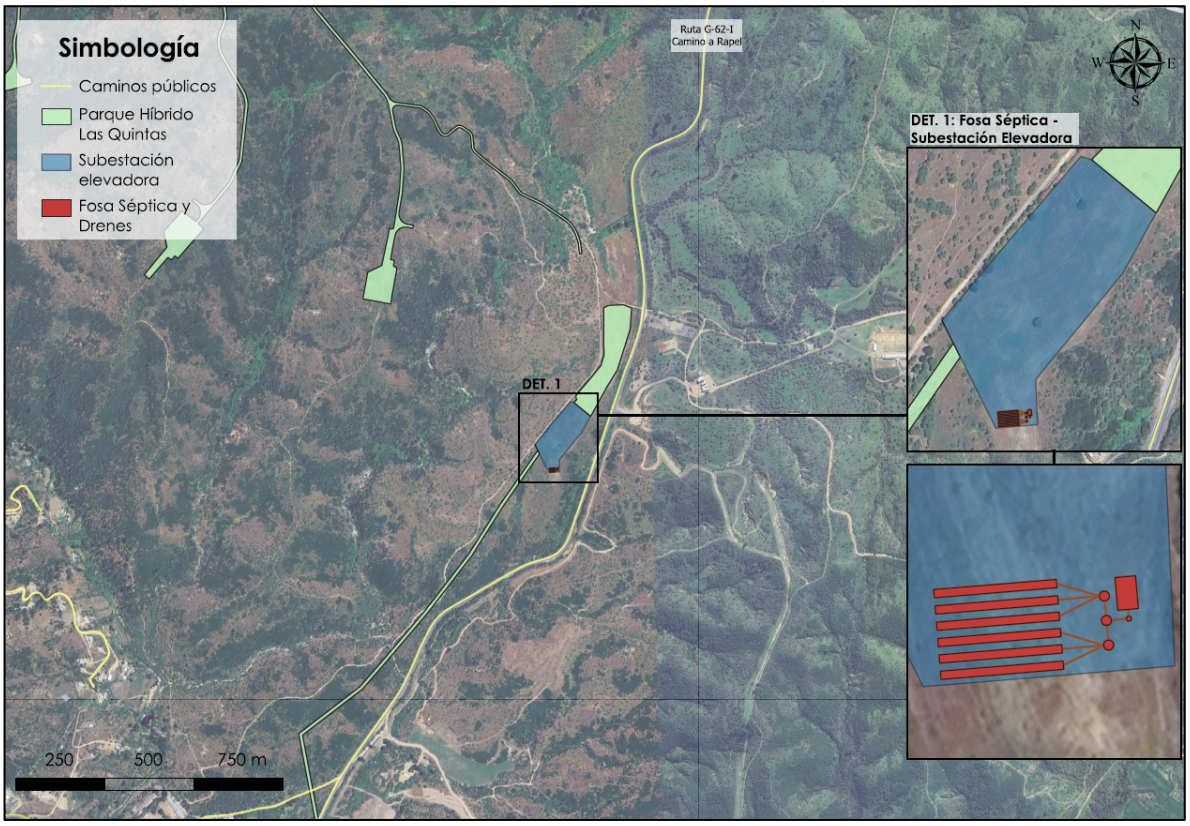
Tabla 5. Coordenadas de localización referenciales de fosa séptica - fase operación

Instalación	Instalación Sanitaria	Fase	Vértice	Coordenadas UTM - WGS84 Huso 19S	
				Este (m)	Norte (m)
Fosa Séptica - Edificio de Servicios Generales y Mantenimiento	Fosa séptica	Operación	1	266.525	6.234.136
			2	266.525	6.234.136
			3	266.523	6.234.132
			4	266.523	6.234.132
	Drenes de infiltración	Operación	1	266.515	6.234.136
			2	266.516	6.234.125
			3	266.501	6.234.124
			4	266.500	6.234.135

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, en la siguiente Figura se presenta a modo referencial la ubicación al interior del Edificio O&M, de los componentes de sistema de tratamiento de aguas servidas (Fosa Séptica) propuesto para la fase de operación del Proyecto. Mientras que en el Anexo 1 se presenta el plano de emplazamiento general del sistema propuesto y de las unidades que lo conforman.

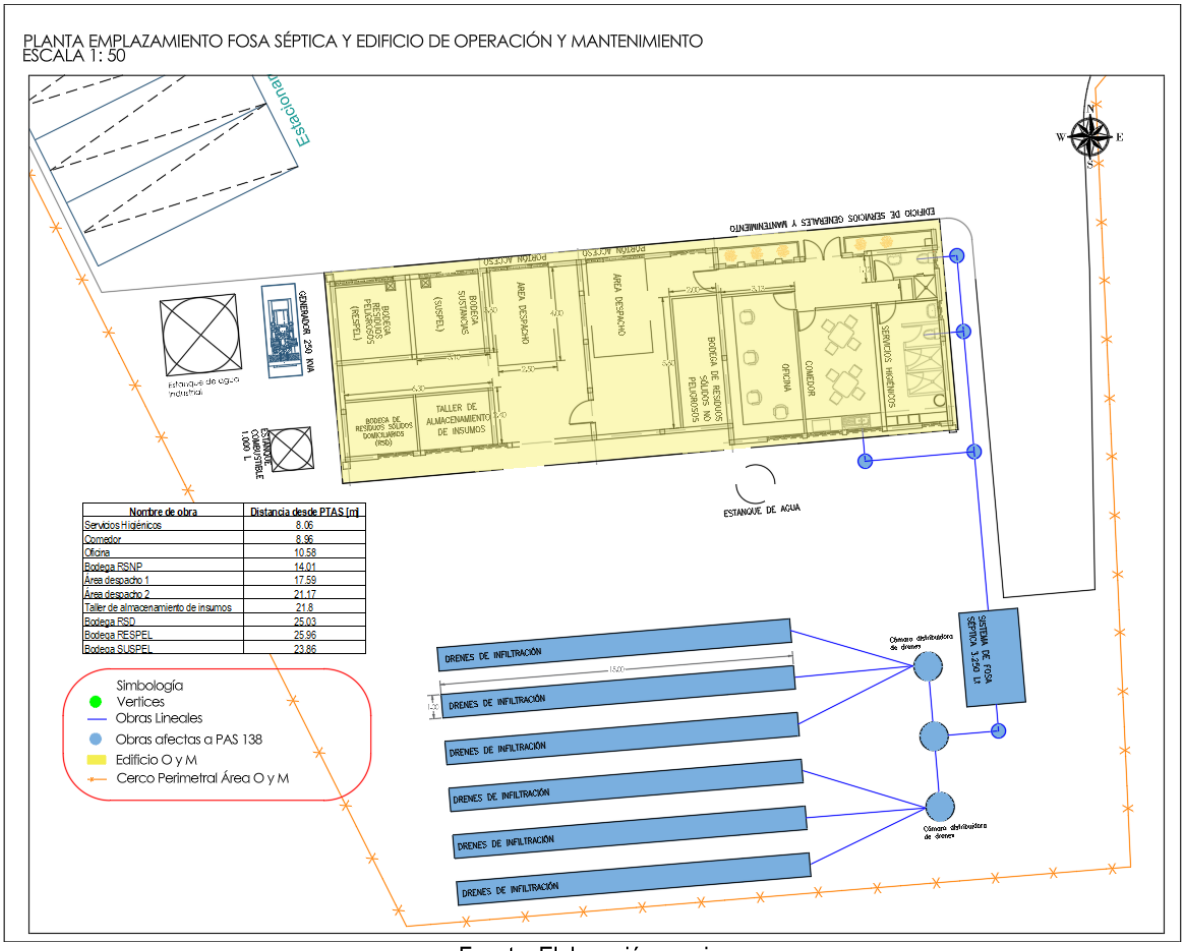
Figura 19. Fosa séptica - edificio de servicios generales y mantenimiento - fase operación



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el distanciamiento entre drenes a cursos de agua, y otras obras del sector O&M, y fuentes destinadas a producción de agua para consumo humano.

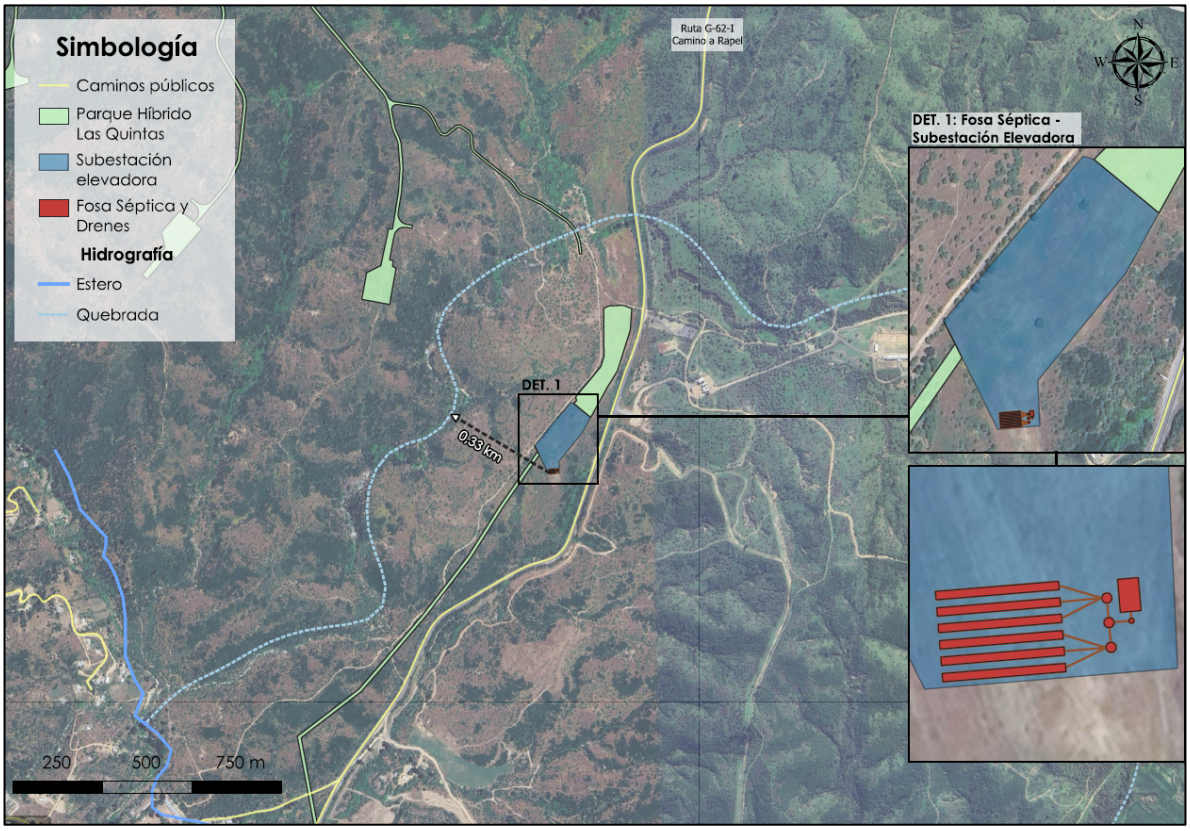
Figura 20. Distancias entre fosa séptica a otras edificaciones - fase de operación



Nombre de obra	Distancia desde PTAS [m]
Servicios Higiénicos	8.06
Comedor	8.96
Oficina	10.58
Bodega RSNP	14.01
Área despacho 1	17.59
Área despacho 2	21.17
Taller de almacenamiento de insumos	21.8
Bodega RSD	25.03
Bodega RESPEL	25.96
Bodega SUSPEL	23.86

Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Distancia entre fosa séptica y quebrada más cercana



Fuente: Elaboración propia.

- **Localización Referencial PTAS – Fase de Cierre**

Durante la fase de cierre del Proyecto se habilitarán las mismas instalaciones de Faena, en los mismos términos y condiciones que las habilitadas en la fase de construcción. Por esta razón las PTAS considerada para la fase de cierre, tendrá la misma ubicación indicada para la fase de construcción en el literal b) del presente documento asociada a la IF1, IF2 e IF3.

2.3. Generación de Aguas Servidas (Art. 138º, letra c)

Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán tener capacidad de tratamiento para sus respectivas generaciones de aguas servidas en cada sector, según se presentan en la siguientes Tablas.

Tabla 6. Caudal de aguas servidas instalaciones temporales – fase construcción

Instalación	Instalación Sanitaria	Fase	Mano de obra peak	Consumo de agua (L/persona/día)	Factor de recuperación (%)	Generación (m^3/día)
Instalación de Faena 1	PTAS + Estanque de acumulación	Construcción	380	150	100	57
Instalación de Faena 2	PTAS + Estanque de acumulación	Construcción		150	100	
Instalación de Faena 3	PTAS + Estanque de acumulación	Construcción		150	100	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Caudal de aguas servidas instalaciones permanentes – fase operación

Instalación	Instalación Sanitaria	Fase	Mano de obra peak	Consumo de agua (L/persona/día)	Factor de recuperación (%)	Generación (m^3/día)
Edificio de Servicios Generales de Mantenimiento	Sistema Fosa séptica	Operación	15	150	100	2,25

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Caudal de aguas servidas instalaciones temporales – fase cierre

Instalación	Instalación Sanitaria	Fase	Mano de obra peak	Consumo de agua (L/persona/día)	Factor de recuperación (%)	Generación (m^3/día)
Instalación de Faena 1	PTAS + Estanque de acumulación	Cierre	150	150	100	22,5
Instalación de Faena 2	PTAS + Estanque de acumulación	Cierre		150	100	

Instalación	Instalación Sanitaria	Fase	Mano de obra peak	Consumo de agua (L/persona/día)	Factor de recuperación (%)	Generación (m^3/día)
Instalación de Faena 3	PTAS + Estanque de acumulación	Cierre		150	100	

Fuente: Elaboración propia.

Cada solución de alcantarillado particular considera como capacidad mínima de tratamiento, el caudal indicado de aguas servidas, cuyas dimensiones finales dependerán del proveedor de la tecnología.

2.4. Caracterización Físico - Químicas de las Aguas Servidas (Art. 138º, letra d)

Las aguas servidas serán exclusivamente del tipo domiciliaria. En la siguiente Tabla se indican las características fisicoquímicas tipo de las aguas servidas domiciliarias generadas.

Tabla 9. Características de las aguas servidas

Contaminante o Indicador	Valor Esperado	Unidad
DBO5	120-300	mg/L
Detergentes	1	mg/L SAAM
Fósforo total	10	mg/L P
Nitratos	0,03	mg/L N-NO3
Nitritos	< 0,01	mg/L N-NO2
Nitrógeno amoniacal	15 - 30	mg/L N-NH3
Nitrógeno total	30 - 60	mg/L N
pH	7,5 - 8,0	-
Sólidos Suspendidos Totales	100 - 250	mg/L
Temperatura	10 - 12	ºC
Temperatura aceites y grasas totales	25 - 50	mg/L A y G
Nitrógeno Kjeldahl	30 - 60	mg/L N
Coliformes fecales	E+06 - E+07	NPM/100 mL

Fuente: Metcalf & Eddy, 1995. Ingeniería de aguas residuales. Volumen 1: Tratamiento, vertido y reutilización.

Cabe destacar que el valor indicado de aguas servidas es el valor antes de pasar por el proceso de tratamiento, por lo que ese valor podría disminuir de acuerdo con las especificaciones técnicas del sistema de tratamiento.

2.5. Descripción del Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas (Art. 138º, letra e)

Fase de Construcción:

Los sistemas de Plantas de Tratamientos de Aguas Servidas estarán compuestos por una red de alcantarillado de tuberías de PVC, las que recogerán las aguas de los respectivos servicios higiénicos (baños y camarines) y comedor, dispuestos en cada área de instalaciones de faenas del parque, estas serán transportadas a una cámara de inspección sanitaria y luego descargadas a una planta de tratamiento de agua residual.

A continuación, se describen las distintas etapas de tratamiento de las aguas servidas, de acuerdo con el sistema biológico convencional una vez las aguas residuales sean descargadas al Sistema de Tratamiento:

- Etapa de pretratamiento: considera una separación por tamaño (reja o malla) de los sólidos de gran tamaño o inorgánicos de gran tamaño que perjudican la eficiencia del proceso de tratamiento biológico. Las aguas provenientes de la cocina serán sometidas a separación de grasas previo al ingreso a la planta.
- Etapa de ecualización y aireación: Las variaciones de caudal de las aguas a tratar son ecualizadas o controladas para evitar que los caudales punta afecten el normal funcionamiento de la planta de tratamiento. La etapa de ecualización considera la incorporación de aire para evitar la descomposición anaeróbica. Posteriormente los caudales ecualizados son enviadas por medio de bombas a la primera etapa del proceso biológico.
- Proceso/Reactor biológico: Los microrganismos o bacterias del sistema degradan la materia orgánica de las aguas servidas transformando los desechos en productos inocuos.
- Etapa de separación secundaria: En ésta se produce la separación de las bacterias, las cuales son devueltas a la etapa de aireación para evitar que escapen del sistema, en esta etapa se obtiene un líquido clarificado y sin malos olores.
- Etapa de desinfección: La desinfección se realizará utilizando cloro y que tiene por función eliminar los elementos patógenos que pueden estar presentes en el agua tratada.
- Etapa de acumulación de aguas tratadas: El agua ya tratada se dispone en estanques de almacenamiento, para poder reutilizarla en labores de humectación para la compactación de terraplenes y bases de pavimento. En caso de no reutilizarse o de no cumplir con los requisitos de agua apta para riego o de permanecer almacenadas por más de 24 horas, las aguas tratadas se dispondrán en drenes de infiltración.

A continuación, se presenta la memoria de cálculo del sistema de tratamiento:

- **Determinación de caudal**

Para la fase de construcción del Proyecto se considera una dotación máxima de 380 trabajadores. En este contexto distribuidos en 95 personas para la IIFF 1, 190 para la IIFF 2 y 95 para la IIFF 3. Las aguas servidas generadas durante esta fase provendrán del comedor y los servicios higiénicos tales como duchas, baños y la sala de cambio, que se implementarán al interior de las instalaciones de faenas (IF1, IF2 e IF3), la cual albergara la cantidad de trabajadores que se indica en la Tabla 10.

Tabla 10. Cantidad de usuarios - fase de construcción

Instalación	Cantidad de Usuarios	Solución Sanitaria
Instalación de Faena 1	95	PTAS + Estanque de acumulación + Drenes de infiltración
Instalación de Faena 2	190	PTAS + Estanque de acumulación+ Drenes de infiltración
Instalación de Faena 3	95	PTAS + Estanque de acumulación+ Drenes de infiltración

Fuente: Elaboración propia.

El caudal máximo por tratar para las plantas se puede estimar mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{diseño} = D * C * P$$

Dónde:

$Q_{diseño}$: Caudal a tratar

P: Número de trabajadores.

D: Dotación (l/hab/día).

C: Coeficiente de recuperación (0-1).

Cabe indicar, que el factor de recuperación representa la fracción de agua efectiva que se descarga hacia la planta y en este caso se considera un coeficiente de 100% de recuperación. Así también, se establece una dotación de 150 (litros/persona/día) para dar cumplimiento a los valores referenciales de consumos máximos diarios establecido para operarios por turnos en el Decreto N°50/2009 (RIDDA).

De acuerdo con la ecuación 1, el caudal de las PTAS queda definido de la siguiente manera.

Instalación de Faena 1:

D=150 $[\frac{L}{trabajador*día}]$

C=1

P= 95 $trabajadores$

Evaluando, para el caudal a tratar se obtienen los siguientes resultados:

$$Q_{diseño}=150\ [\frac{L}{trabajador*día}]*\ 1*95\ trabajadores$$

$$Q_{diseño}=14.250\ [\frac{L}{día}]=14{,}25\ [\frac{m^3}{día}]$$

Instalación de Faena 2:

D=150 $[\frac{L}{trabajador*día}]$

C=1

P=190 $trabajadores$

Evaluando, para el caudal a tratar se obtienen los siguientes resultados:

$$Q_{diseño}=150\ [\frac{L}{trabajador*día}]*\ 1*190\ trabajadores$$

$$Q_{diseño}\ =28.500\ [\frac{L}{día}]\ =28,50\ [\frac{m^3}{día}]$$

Instalación de Faena 3:

D=150 $[\frac{L}{trabajador*día}]$

C=1

P=90 $trabajadores$

Evaluando, para el caudal a tratar se obtienen los siguientes resultados:

$$Q_{diseño}=150\ [\frac{L}{trabajador*día}]*\ 1*90 trabajadores$$

$$Q_{diseño}\ =14.250\ [\frac{L}{día}]\ =14,25\ [\frac{m^3}{día}]$$

La siguiente Tabla muestra los caudales máximos diario y mensual para cada instalación de faena.

Tabla 11. Caudales máximos diario y mensual - fase de construcción

Ítem	Caudal máximo diario [m3/día]	Caudal máximo mensual [m3/mes]
Instalación de faena 1	14,25	342
Instalación de faena 2	28,50	684
Instalación de faena 3	14,25	342

Fuente: Elaboración propia.

- **Planta de Tratamiento de Agua Servida**

En relación con los resultados obtenidos en la sección anterior, se definen los siguientes modelos de PTAS resumidos a continuación, en la siguiente Tabla, por instalación de faena. Además, se debe considerar que la IF2 presenta 2 sectores destinados a servicios higiénicos, por lo que se presentan 2 PTAS para dicha instalación.

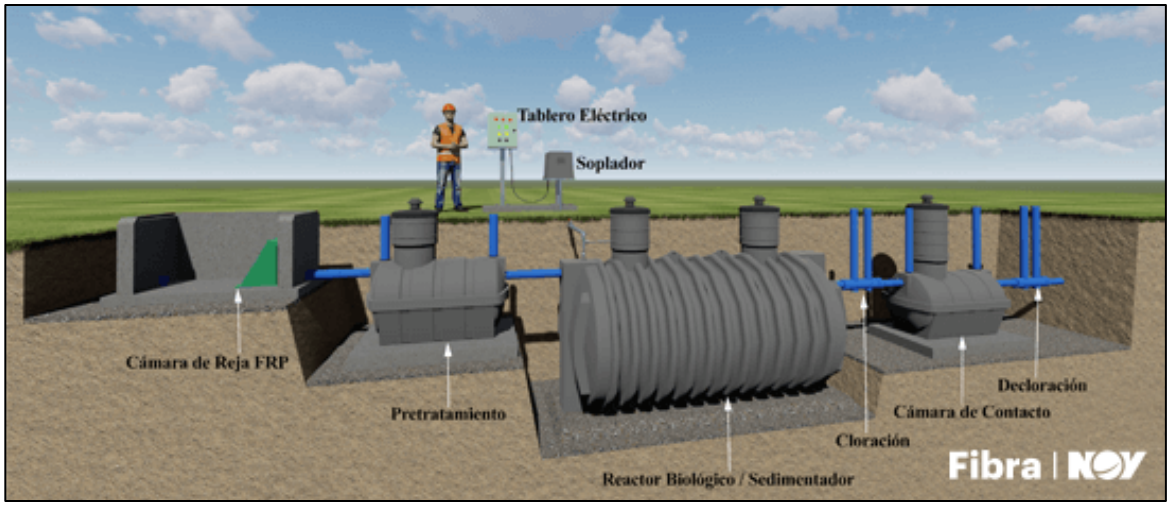
Tabla 12. PTAS por instalación de faena - fase de construcción

Ítem	Caudal máximo diario [m3/día]	Caudal máximo mensual [m3/mes]	Capacidad PTAS [m³]
Instalación de faena 1	14,25	342	20
Instalación de faena 2	14,25	342	20
	14,25	342	20
Instalación de faena 3	14,25	342	20

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente Figura muestra un esquema referencial, además, en el Acápite A se muestran los detalles de cada modelo.

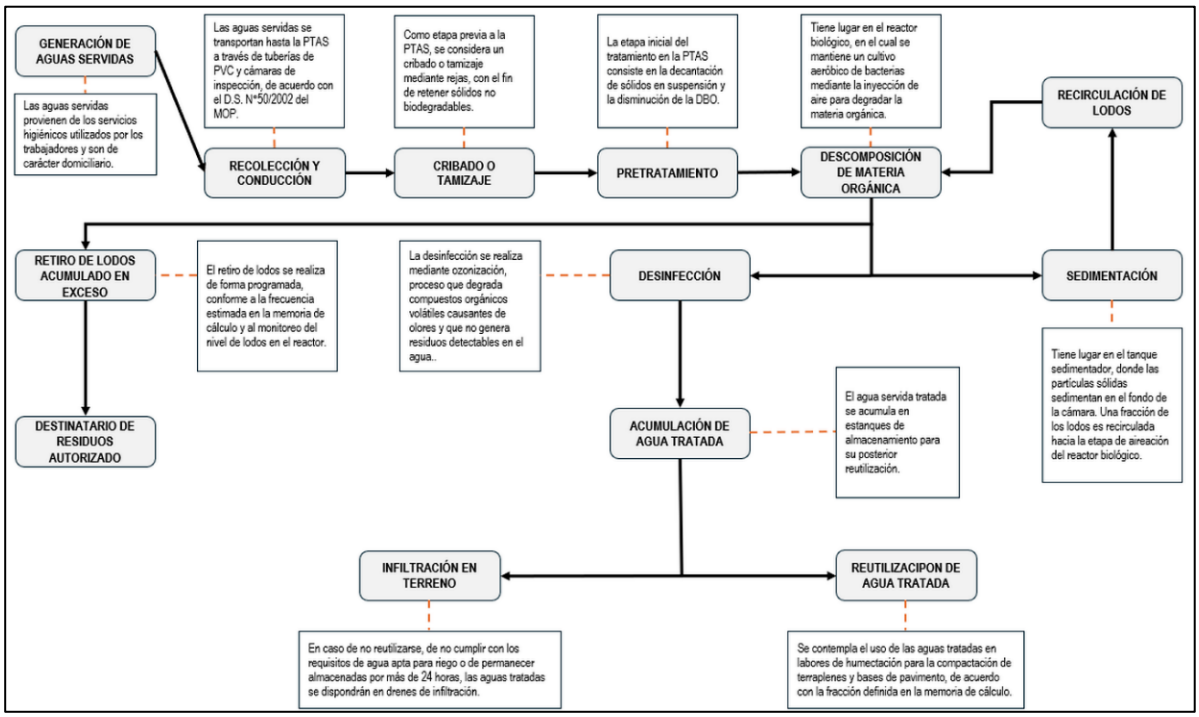
Figura 22. Esquema referencia PTAS



Fuente: Fibra.

A continuación, se muestra el diagrama que detalla el tratamiento de las PTAS.

Figura 23. Diagrama de tratamiento de PTAS – fase construcción



Fuente: Elaboración propia.

- **Volumen útil**

El volumen útil de almacenamiento se determina aplicando un factor de capacidad operativa al volumen nominal total de los estanques, según la expresión:

$$V_{util} = f_u * \sum V_{nom}$$

Se adopta un factor $f_u = 0{,}75$, con el objeto de descontar el volumen no operativo asociado a freeboard, interferencias hidráulicas y margen de seguridad. En consecuencia, para cada instalación de faena, el volumen útil corresponde a.

Tabla 13. Volumen útil PTAS - fase de construcción

Ítem	Caudal máximo diario [m³/día]	Capacidad PTAS [m³]	Volumen útil [m³]
Instalación de faena 1	14,25	20	15
Instalación de faena 2	14,25	20	15
	14,25	20	15
Instalación de faena 3	14,25	20	15

Fuente: Elaboración propia.

- **Longitud mínima drenes**

El ensayo de infiltración realizado según el D.S. 236/26 registró un tiempo medio de abatimiento de 10 minutos; en efecto, se emplearán zanjas de drenaje respectivas a un coeficiente de absorción de diseño mostradas en la siguiente Tabla, luego, la longitud mínima (L_{min}) de drenes calculada para un ancho B=1,0 m corresponde:

$$L_{mín} = 50\% * \frac{Q_{md}}{B\ x\ K}$$

Los resultados se muestran a continuación en la siguiente Tabla.

Tabla 14. Longitud mínima de drenes - fase de construcción

Ítem	Caudal máximo diario [L/día]	Ancho [m]	Coeficiente de absorción de diseño [L/m²/día]	Longitud mínima [m]	Longitud de la zanja [m]	Cantidad de zanjas [m]
Instalación de faena 1	14.250	1	26,8	531,7	35	16
Instalación de faena 2	14.250	1	26,2	543,9	35	16
	14.250	1	25	570	50	12
Instalación de faena 3	14.250	1	31,5	452,4	35	13

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes Tablas se presentan las dimensiones del sistema de infiltración de la fase de construcción.

Tabla 15. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de construcción – IF1

Dimensionamiento sistema de infiltración	Cantidad o tipo	Unidades
Tipo de sistema de infiltración	Zanja	[Unidad]
Volumen total de descarga diaria	14250	[L/día]
Sistema con reutilización de las aguas tratadas		
Se considera un sistema de infiltración de aguas al suelo con capacidad del 50% del caudal máximo diario		
Índice de absorción requerida para zanja	26,8	[L/m2/día]
Superficie de absorción requerida para zanja	531,7	[m2]
Dimensionamiento de zanjas	**Cantidad o tipo**	**Unidades**
Cantidad de zanjas	16	[Unidad]
Largo requerido	35	[m]
Ancho	1	[m]
Alto	1	[m]
Se considera como superficie drenante, únicamente el fondo de zanja		
Superficie drenante (largo x ancho x cantidad)	560	[m2]

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de construcción – IF2

Dimensionamiento sistema de infiltración	Cantidad o tipo	Unidades
Tipo de sistema de infiltración	Zanja	[Unidad]
Volumen total de descarga diaria	14250	[L/día]
Sistema con reutilización de las aguas tratadas		
Se considera un sistema de infiltración de aguas al suelo con capacidad del 50% del caudal máximo diario		
Índice de absorción requerida para zanja	26,2	[L/m2/día]
Superficie de absorción requerida para zanja	543,8	[m2]
Dimensionamiento de zanjas	**Cantidad o tipo**	**Unidades**
Cantidad de zanjas	16	[Unidad]
Largo requerido	35	[m]
Ancho	1	[m]
Alto	1	[m]
Se considera como superficie drenante, únicamente el fondo de zanja		
Superficie drenante (largo x ancho x cantidad)	560	[m2]

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de construcción – IF2 planta de hormigón

Dimensionamiento sistema de infiltración	Cantidad o tipo	Unidades
Tipo de sistema de infiltración	Zanja	[Unidad]
Volumen total de descarga diaria	14250	[L/día]
Sistema con reutilización de las aguas tratadas		
Se considera un sistema de infiltración de aguas al suelo con capacidad del 50% del caudal máximo diario		
Índice de absorción requerida para zanja	26,2	[L/m2/día]
Superficie de absorción requerida para zanja	543,8	[m2]
Dimensionamiento de zanjas	**Cantidad o tipo**	**Unidades**
Cantidad de zanjas	12	[Unidad]
Largo requerido	50	[m]
Ancho	1	[m]
Alto	1	[m]
Se considera como superficie drenante, únicamente el fondo de zanja		
Superficie drenante (largo x ancho x cantidad)	600	[m2]

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Dimensiones del sistema de infiltración de la etapa de construcción – IF3

Dimensionamiento sistema de infiltración	Cantidad o tipo	Unidades
Tipo de sistema de infiltración	Zanja	[Unidad]
Volumen total de descarga diaria	14250	[L/día]
Sistema con reutilización de las aguas tratadas		
Se considera un sistema de infiltración de aguas al suelo con capacidad del 50% del caudal máximo diario		
Índice de absorción requerida para zanja	31,5	[L/m2/día]
Superficie de absorción requerida para zanja	452,4	[m2]
Dimensionamiento de zanjas	**Cantidad o tipo**	**Unidades**
Cantidad de zanjas	13	[Unidad]
Largo requerido	35	[m]
Ancho	1	[m]
Alto	1	[m]
Se considera como superficie drenante, únicamente el fondo de zanja		
Superficie drenante (largo x ancho x cantidad)	455	[m2]

Fuente: Elaboración propia.

Fase de Operación:

El sistema consiste en una fosa séptica convencional que consta de una primera cámara donde se lleva a cabo un proceso de separación de los sólidos mediante un proceso de decantación natural y una degradación anaeróbica de la materia orgánica. Posteriormente, en una segunda cámara se produce una nueva clarificación de las aguas, de la forma en que los sólidos decanten al fondo del estanque. Finalmente, el líquido clarificado es dirigido a un dren para su infiltración en el terreno.

Sistema de fosa séptica

Durante la fase de operación del Proyecto las aguas servidas serán tratadas a través de una fosa séptica, esta permite realizar un primer tratamiento de las aguas servidas mediante dos procesos:

Separación física:

Las partículas pesadas se depositan en el fondo para formar barros y las más ligeras, las grasas, permanecen en suspensión o flotando.

Fermentación anaerobia:

Por la acción de bacterias que prosperan en un medio privado de oxígeno, la Fosa descompone una parte de la materia orgánica biodegradable del barro y los flotantes. Esta descomposición conlleva producción de gas metano y dióxido de carbono que se acumula en la parte superior de la Fosa creando una sobrepresión que se aprovecha para agitar la masa líquida residual y favorecer la licuefacción. Con esto se logra reducir la DBO5 (Demanda Biológica de Oxigeno) y los SST (Sólidos en suspensión totales).

El efluente tratado sale de la fosa séptica cargado con materia orgánica en suspensión, finamente dividida, en estado coloidal y en solución, el que debe ser sometido a un tratamiento posterior (secundario) que en este caso corresponde a la infiltración a través zanjas de infiltración.

Respecto de los lodos a generar, éstos serán estabilizados anaeróbicamente y serán retirados por empresas externas autorizadas (del tipo limpia fosas) para el traslado de lodos, con una frecuencia de 12 meses.

En cuanto al tamaño de la fosa séptica a ser implementada para las oficinas de operaciones, a continuación, se indican los parámetros de diseño considerados.

- **Determinación de caudal**

Para la fase de operación del Proyecto se considera una dotación máxima de 15 trabajadores. Las aguas servidas generadas durante esta fase provendrán del Edificio de Servicios Generales y Mantenimiento, la cual albergara la cantidad de trabajadores que se indica en la siguiente Tabla.

Tabla 19. Cantidad de usuarios - fase de operación

Instalación	Cantidad de Usuarios	Solución Sanitaria
Edificio de Servicios Generales y Mantenimiento	15	Sistema de Fosa Séptica + Drenes de Infiltración

Fuente: Elaboración propia.

El caudal máximo por tratar para las plantas se puede estimar mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{diseño} = D * C * P$$

Dónde:

$Q_{diseño}$: Caudal a tratar.

P: Número de trabajadores.

D: Dotación (l/hab/día).

C: Coeficiente de recuperación (0-1).

Cabe indicar, que el factor de recuperación representa la fracción de agua efectiva que se descarga hacia la planta y en este caso se considera un coeficiente de 100% de recuperación. Así también, se establece una dotación de 150 (litros/persona/día) para dar cumplimiento a los valores referenciales de consumos máximos diarios establecido para operarios por turnos en el Decreto N°50/2009 (RIDDA).

De acuerdo con la ecuación 1, el caudal de las PTAS queda definido de la siguiente manera.

Instalación de Faena 1:

D=150 $[\frac{L}{trabajador*día}]$

C=1

P=15 $trabajadores$

Evaluando, para el caudal a tratar se obtienen los siguientes resultados:

$$Q_{diseño}=150\ [\frac{L}{trabajador*día}]*\ 1*15\ trabajadores$$

$$Q_{diseño}\ =2.250\ [\frac{L}{día}]\ =2{,}25\ [\frac{m^3}{día}]$$

Tabla 20. Caudales máximos diario y mensual - fase de operación

Ítem	Caudal máximo diario [m3/día]	Caudal máximo mensual [m3/mes]
Edificio de Servicios Generales y Mantenimiento	2,25	54

Fuente: Elaboración propia.

- **Volumen útil**

El sistema consiste en una fosa séptica convencional que consta de una primera cámara donde se lleva a cabo un proceso de separación de los sólidos mediante un proceso de decantación natural y una degradación anaeróbica de la materia orgánica. Posteriormente, en una segunda cámara se produce una nueva clarificación de las aguas, de la forma en que los sólidos decanten al fondo del estanque. Finalmente, el líquido clarificado es dirigido a un dren para su infiltración en el terreno.

La unidad será dimensionada de acuerdo con la Guía de presentación de proyectos para sistemas particulares de aguas servidas (Seremi de Salud); en efecto, se adoptará una relación volumétrica de lodos equivalente al 20% el volumen medio generado de aguas servidas (Qmd), junto con un tiempo de retención hidráulico T_R=1,0.

$$Q_{md}\ =1x15x150=2.250\ \left[\frac{L}{Día}\right]\rightarrow V_F=1{,}2xV_{md}xT_R=2.700\ [L]$$

- **Determinación de la fosa séptica**

Con el objetivo de garantizar la estanquidad de la fosa a largo plazo, se considera pertinente proyectar un estanque prefabricado en material polimérico; en efecto, de acuerdo con la oferta comercial en Chile, se proyectará una fosa séptica 3.250 L con capacidad útil, cuyo detalle en planta y elevación se presenta en el Anexo 1.

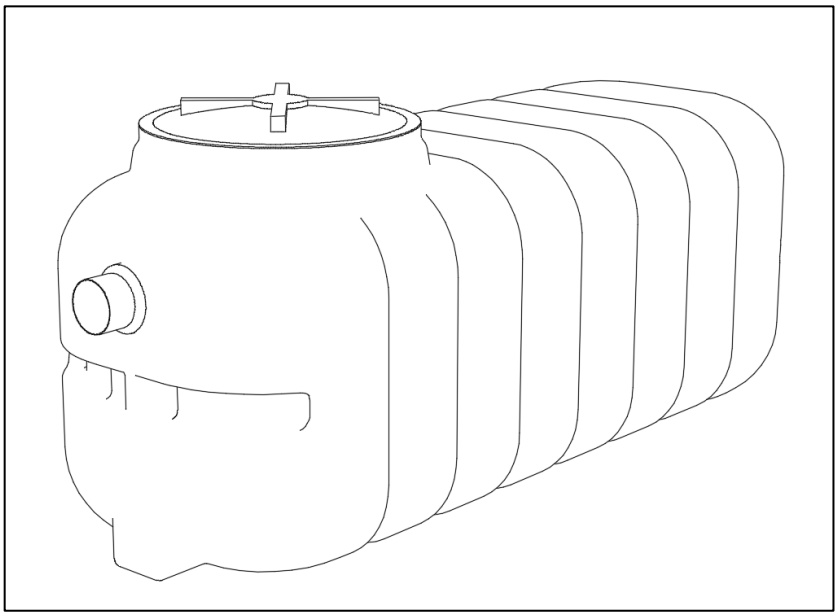
A continuación, en la Figura 24 se presenta una imagen referencial de la fosa séptica a utilizar. En la Tabla 21 se indican las dimensiones referenciales de la fosa séptica de 3.250 L.

Tabla 21. Dimensiones fosa séptica

Atributo	Detalle
Altura [mm]	1.500
Ancho [mm]	1.400
Largo [mm]	2.000
Volumen total [L]	3.250

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. Esquema general de la fosa séptica de 3.250 litros



Fuente: Bioplastic.

- **Cálculo de drenes**

El ensayo de infiltración realizado según el D.S. 236/26 registró un tiempo medio de abatimiento de 10 minutos; en efecto, se emplearán zanjas de drenaje respectivas a un coeficiente de absorción de diseño mostradas en la Tabla 21; luego, la longitud mínima (L_{min}) de drenes calculada para un ancho B=1,0 m corresponde:

$$L_{mín} = 50\% * \frac{Q_{md}}{B\ x\ K}$$

Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 22.

Tabla 22. Cálculo drenes fase operación

Ítem	Caudal máximo diario [L/día]	Ancho [m]	Coeficiente de absorción de diseño [L/m²/día]	Longitud mínima [m]	Longitud de la zanja [m]	Cantidad de zanjas [m]
Edificio O&M	2.250	1	25	90	15	6

Fuente: Elaboración propia.

Fase de Cierre:

Los sistemas de Plantas de Tratamientos de Aguas Servidas estarán compuestos por una red de alcantarillado de tuberías de PVC, las que recogerán las aguas de los respectivos servicios higiénicos (baños y camarines) y comedor, dispuestos en cada área de instalaciones de faenas del parque, estas serán transportadas a una cámara de inspección sanitaria y luego descargadas a una planta de tratamiento de agua residual.

A continuación, se describen las distintas etapas de tratamiento de las aguas servidas, de acuerdo con el sistema biológico convencional una vez las aguas residuales sean descargadas al Sistema de Tratamiento:

- Etapa de pretratamiento: considera una separación por tamaño (reja o malla) de los sólidos de gran tamaño o inorgánicos de gran tamaño que perjudican la eficiencia del proceso de tratamiento biológico. Las aguas provenientes de la cocina serán sometidas a separación de grasas previo al ingreso a la planta.
- Etapa de ecualización y aireación: Las variaciones de caudal de las aguas a tratar son ecualizadas o controladas para evitar que los caudales punta afecten el normal funcionamiento de la planta de tratamiento. La etapa de ecualización considera la incorporación de aire para evitar la descomposición anaeróbica. Posteriormente los caudales ecualizados son enviadas por medio de bombas a la primera etapa del proceso biológico.
- Proceso/Reactor biológico: Los microrganismos o bacterias del sistema degradan la materia orgánica de las aguas servidas transformando los desechos en productos inocuos.
- Etapa de separación secundaria: En ésta se produce la separación de las bacterias, las cuales son devueltas a la etapa de aireación para evitar que escapen del sistema, en esta etapa se obtiene un líquido clarificado y sin malos olores.
- Etapa de desinfección: La desinfección se realizará utilizando cloro y que tiene por función eliminar los elementos patógenos que pueden estar presentes en el agua tratada.
- Etapa de acumulación de aguas tratadas: El agua ya tratada se dispone en estanques de almacenamiento, para poder reutilizarla en labores de humectación para la compactación de terraplenes y bases de pavimento. En caso de no reutilizarse o de no cumplir con los requisitos de agua apta para riego o de permanecer almacenadas por más de 24 horas, las aguas tratadas se dispondrán en drenes de infiltración.

A continuación, se presenta la memoria de cálculo del sistema de tratamiento.

- **Determinación de caudal**

Para la fase de cierre del Proyecto se considera una dotación máxima de 150 trabajadores. En este contexto distribuidos en 40 personas para la IIFF 1, 70para la IIFF 2 y 40 para la IIFF 3. Las aguas servidas generadas durante esta fase provendrán del comedor y los servicios higiénicos tales como duchas, baños y la sala de cambio, que se implementarán al interior de las instalaciones de faenas (IF1, IF2 e IF3), la cual albergara la cantidad de trabajadores que se indica en la Tabla 23.

Tabla 23. Cantidad de usuarios - fase de cierre

Instalación	Cantidad de Usuarios	Solución Sanitaria
Instalación de Faena 1	40	PTAS + Estanque de acumulación + Drenes de infiltración
Instalación de Faena 2	70	PTAS + Estanque de acumulación + Drenes de infiltración
Instalación de Faena 3	40	PTAS + Estanque de acumulación + Drenes de infiltración

Fuente: Elaboración propia.

El caudal máximo por tratar para las plantas se puede estimar mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{diseño} = D * C * P$$

Dónde:

$Q_{diseño}$: Caudal a tratar

P: Número de trabajadores.

D: Dotación (l/hab/día).

C: Coeficiente de recuperación (0-1).

Cabe indicar, que el factor de recuperación representa la fracción de agua efectiva que se descarga hacia la planta y en este caso se considera un coeficiente de 100% de recuperación. Así también, se establece una dotación de 150 (litros/persona/día) para dar cumplimiento a los valores referenciales de consumos máximos diarios establecido para operarios por turnos en el Decreto N°50/2009 (RIDDA).

De acuerdo con la ecuación 1, el caudal de las PTAS queda definido de la siguiente manera:

Instalación de Faena 1:

D=150 $[\frac{L}{trabajador*día}]$

C=1

P= 40 trabajadores

Evaluando, para el caudal a tratar se obtienen los siguientes resultados:

$$Q_{diseño}=150\ [\frac{L}{trabajador*día}]*\ 1*40\ trabajadores$$

$$Q_{diseño}=6.000\ [\frac{L}{día}]=6\ [\frac{m^3}{día}]$$

Instalación de Faena 2:

D=150 $[\frac{L}{trabajador*día}]$

C=1

P=70 trabajadores

Evaluando, para el caudal a tratar se obtienen los siguientes resultados:

$$Q_{diseño}=150\ [\frac{L}{trabajador*día}]*\ 1*70\ trabajadores$$

$$Q_{diseño}=10.500\ [\frac{L}{día}]=10,5\ [\frac{m^3}{día}]$$

Instalación de Faena 3:

D=150 $[\frac{L}{trabajador*día}]$

C=1

P=40 $trabajadores$

Evaluando, para el caudal a tratar se obtienen los siguientes resultados:

$$Q_{diseño}=150\ [\frac{L}{trabajador*día}]*\ 1*40 trabajadores$$

$$Q_{diseño}=6.000\ [\frac{L}{día}]=6\ [\frac{m^3}{día}]$$

La siguiente Tabla muestra los caudales máximos diario y mensual para cada instalación de faena.

Tabla 24. Caudales máximos diario y mensual - fase de cierre

Ítem	Caudal máximo diario [m3/día]	Caudal máximo mensual [m3/mes]
Instalación de faena 1	6	144
Instalación de faena 2	10,5	252
Instalación de faena 3	6	144

Fuente: Elaboración propia.

- **Planta de Tratamiento de Agua Servida**

En relación con los resultados obtenidos en la sección anterior, se definen los siguientes modelos de PTAS resumidos a continuación, en la siguiente Tabla, por instalación de faena. Además, se debe considerar que la IF2 presenta 2 sectores destinados a servicios higiénicos, por lo que se presentan 2 PTAS para dicha instalación.

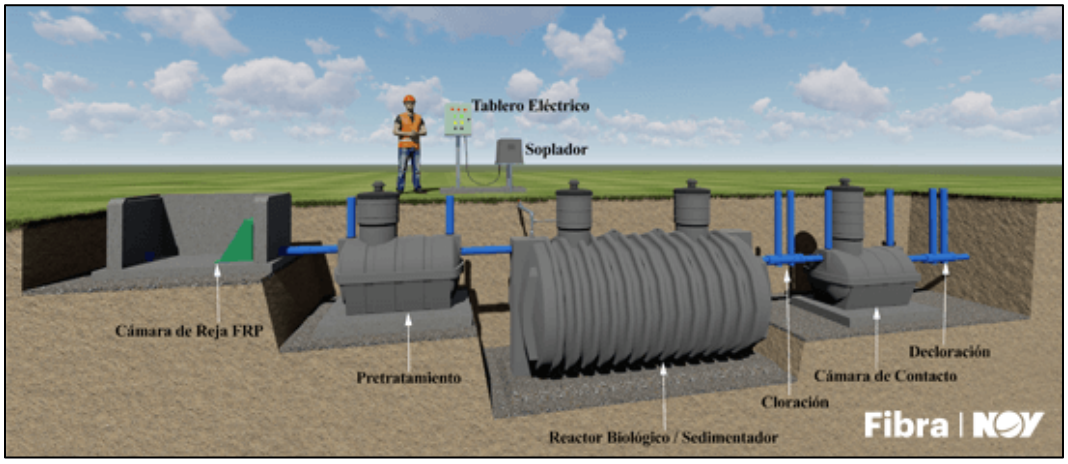
Tabla 25. PTAS por Instalación de Faena - fase de cierre

Ítem	Caudal máximo diario [m3/día]	Caudal máximo mensual [m3/mes]	Capacidad PTAS [m³]
Instalación de faena 1	6	144	20
Instalación de faena 2	5,25	126	20
	5,25	126	20
Instalación de faena 3	6	144	20

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente Figura muestra un esquema referencial, además, en el Anexo 3. Fichas Técnicas, se muestran los detalles de cada modelo.

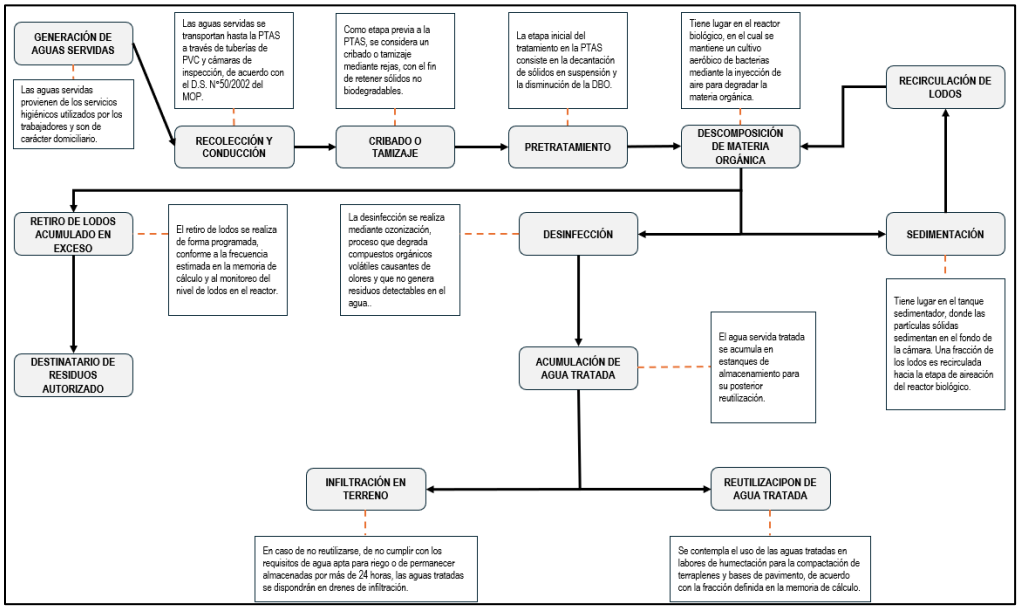
Figura 25. Esquema referencia PTAS



Fuente: Fibra.

A continuación, se muestra el diagrama que detalla el tratamiento de las PTAS.

Figura 26. Diagrama de tratamiento de PTAS – fase cierre



Fuente: Elaboración propia.

- **Volumen útil**

El volumen útil de almacenamiento se determina aplicando un factor de capacidad operativa al volumen nominal total de los estanques, según la expresión:

$$V_{util} = f_u * \sum V_{nom}$$

Se adopta un factor $f_u = 0{,}75$, con el objeto de descontar el volumen no operativo asociado a freeboard, interferencias hidráulicas y margen de seguridad. En consecuencia, para cada instalación de faena, el volumen útil corresponde a:

Tabla 26. Volumen útil PTAS - fase de cierre

Ítem	Caudal máximo diario [m³/día]	Capacidad PTAS [m³]	Volumen útil [m³]
Instalación de faena 1	6	20	15
Instalación de faena 2	5,25	20	15
	5,25	20	15
Instalación de faena 3	6	20	15

Fuente: Elaboración propia.

- **Longitud mínima drenes**

El ensayo de infiltración realizado según el D.S. 236/26 registró un tiempo medio de abatimiento de 10 minutos; en efecto, se emplearán zanjas de drenaje respectivas a un coeficiente de absorción de diseño mostradas en la Tabla 26; luego, la longitud mínima ($L_{mín}$) de drenes calculada para un ancho B=1,0 m corresponde:

$$L_{mín} = 50\% * \frac{Q_{md}}{B\ x\ K} =$$

Los resultados se muestran a continuación en la siguiente Tabla.

Tabla 27. Longitud mínima de drenes - fase de cierre

Ítem	Caudal máximo diario [L/día]	Ancho [m]	Coeficiente de absorción de diseño [L/m²/día]	Longitud mínima [m]	Longitud de la zanja [m]	Cantidad de zanjas [m]
Instalación de faena 1	6.000	1	26,8	224	35	16
Instalación de faena 2	5.250	1	26,2	200,4	35	16
	5.250	1	25	200,4	50	12
Instalación de faena 3	6.000	1	31,5	190,5	35	13

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes Tablas se presentan las dimensiones del sistema de infiltración de la fase de cierre.

Tabla 28. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de cierre – IF1

Dimensionamiento sistema de infiltración	Cantidad o tipo	Unidades
Tipo de sistema de infiltración	Zanja	[Unidad]
Volumen total de descarga diaria	6000	[L/día]
Sistema con reutilización de las aguas tratadas		
Se considera un sistema de infiltración de aguas al suelo con capacidad del 50% del caudal máximo diario		
Índice de absorción requerida para zanja	26,8	[L/m2/día]
Superficie de absorción requerida para zanja	224	[m2]
Dimensionamiento de zanjas	**Cantidad o tipo**	**Unidades**
Cantidad de zanjas	16	[Unidad]
Largo requerido	35	[m]
Ancho	1	[m]
Alto	1	[m]
Se considera como superficie drenante, únicamente el fondo de zanja		
Superficie drenante (largo x ancho x cantidad)	560	[m2]

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de cierre – IF2

Dimensionamiento sistema de infiltración	Cantidad o tipo	Unidades
Tipo de sistema de infiltración	Zanja	[Unidad]
Volumen total de descarga diaria	5250	[L/día]
Sistema con reutilización de las aguas tratadas		
Se considera un sistema de infiltración de aguas al suelo con capacidad del 50% del caudal máximo diario		
Índice de absorción requerida para zanja	26,2	[L/m2/día]
Superficie de absorción requerida para zanja	200,4	[m2]
Dimensionamiento de zanjas	**Cantidad o tipo**	**Unidades**
Cantidad de zanjas	16	[Unidad]
Largo requerido	35	[m]
Ancho	1	[m]
Alto	1	[m]
Se considera como superficie drenante, únicamente el fondo de zanja		
Superficie drenante (largo x ancho x cantidad)	560	[m2]

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de cierre – IF2 planta de hormigón

Dimensionamiento sistema de infiltración	Cantidad o tipo	Unidades
Tipo de sistema de infiltración	Zanja	[Unidad]
Volumen total de descarga diaria	5250	[L/día]
Sistema con reutilización de las aguas tratadas		
Se considera un sistema de infiltración de aguas al suelo con capacidad del 50% del caudal máximo diario		
Índice de absorción requerida para zanja	26,2	[L/m2/día]
Superficie de absorción requerida para zanja	200,4	[m2]
Dimensionamiento de zanjas	**Cantidad o tipo**	**Unidades**
Cantidad de zanjas	12	[Unidad]
Largo requerido	50	[m]
Ancho	1	[m]
Alto	1	[m]
Se considera como superficie drenante, únicamente el fondo de zanja		
Superficie drenante (largo x ancho x cantidad)	600	[m2]

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Dimensiones del sistema de infiltración de la fase de cierre – IF3

Dimensionamiento sistema de infiltración	Cantidad o tipo	Unidades
Tipo de sistema de infiltración	Zanja	[Unidad]
Volumen total de descarga diaria	14250	[L/día]
Sistema con reutilización de las aguas tratadas		
Se considera un sistema de infiltración de aguas al suelo con capacidad del 50% del caudal máximo diario		
Índice de absorción requerida para zanja	31,5	[L/m2/día]
Superficie de absorción requerida para zanja	190,5	[m2]
Dimensionamiento de zanjas	**Cantidad o tipo**	**Unidades**
Cantidad de zanjas	13	[Unidad]
Largo requerido	35	[m]
Ancho	1	[m]
Alto	1	[m]
Se considera como superficie drenante, únicamente el fondo de zanja		
Superficie drenante (largo x ancho x cantidad)	455	[m2]

Fuente: Elaboración propia.

2.6. Descripción Forma de Disposición Final del Efluente Tratado (Art. 138º, letra f)

Fase de Construcción:

En la fase de construcción, el efluente tratado en las PTAS será almacenado en estanques de 20 m^3 de capacidad y será empleado para la humectación de caminos públicos, frentes de trabajo, por lo cual deberá cumplir con la NCh 1.333/78.

Como sistema de emergencia, se consideran drenes de infiltración donde se dispondrá el efluente tratado que no pueda ser reutilizado. Dicho efluente es previamente clarificado en el Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas correspondiente a la fase de cierre y posteriormente conducido al sistema de absorción, el cual consiste en drenes de infiltración. En esta área de drenaje se forma una capa biológica que contribuye a la distribución uniforme del efluente en toda el área de drenes.

El sistema de drenes estará constituido por una red de tuberías perforadas ubicadas a baja profundidad sobre un lecho de grava; sobre la tubería también se deposita una capa de grava y un geotextil que mantiene la grava libre del material final de relleno de la zanja; la grava que rodea la tubería perforada por donde sale el efluente genera las condiciones mencionadas anteriormente que dan cuenta de la presencia de una capa biológica que completa la labor de depuración.

Fase de Operación:

La totalidad del efluente de la fosa séptica dispuesto mediante infiltración en el subsuelo mediante zanjas de infiltración. El ensayo de infiltración realizado según el D.S 236/26 registró un coeficiente de absorción para las zanjas de infiltración de K=25 L/m²/día.

El efluente proveniente de la fosa séptica se repartiría en 6 zanjas de 15 metros de largo, 1 metro de ancho y 1 metro de profundidad, según lo descrito en el ítem 2.5.

Fase de Cierre:

El efluente de la PTAS será empleado para la mezcla de solución salina (estabilización de caminos), por lo cual deberá cumplir con la NCh 1.333/78, Tabla N° 1.

Para la PTAS se contará con un sistema de acumulación consistente en dos (2) estanques de 20 m^3 cada uno de capacidad, y el tiempo máximo de retención del efluente tratado en cada PTAS, no superará las 24 horas. Para mayores detalles, en el Anexo 1 se presenta un plano de planta del sistema de tratamiento de aguas servidas contemplado para la fase de cierre del Proyecto (PTAS de IF), en el que se grafica el sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas, sus unidades, componentes, elementos y accesorios.

Como sistema de emergencia, se consideran drenes de infiltración donde se dispondrá el efluente tratado que no pueda ser reutilizado. Dicho efluente es previamente clarificado en el Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas correspondiente a la fase de cierre y posteriormente conducido al sistema de absorción, el cual consiste en drenes de infiltración. En esta área de drenaje se forma una capa biológica que contribuye a la distribución uniforme del efluente en toda el área de drenes.

El sistema de drenes estará constituido por una red de tuberías perforadas ubicadas a baja profundidad sobre un lecho de grava; sobre la tubería también se deposita una capa de grava y un geotextil que mantiene la grava libre del material final de relleno de la zanja; la grava que rodea la tubería perforada por donde sale el efluente genera las condiciones mencionadas anteriormente que dan cuenta de la presencia de una capa biológica que completa la labor de depuración.

2.7. Indicación del Período de Retorno Considerado para el Diseño de los Desagües de Aguas Lluvias (Art. 138º, letra g)

Fase de Construcción:

El sistema de manejo de las aguas servidas corresponderá a un sistema cerrado, por lo que no se prevé el contacto de estos residuos líquidos con aguas lluvias.

Fase de Operación:

El sistema de manejo de las aguas servidas corresponderá a un sistema cerrado, por lo que no se prevé el contacto de estos residuos líquidos con aguas lluvias.

Fase de Cierre:

El sistema de manejo de las aguas servidas corresponderá a un sistema cerrado, por lo que no se prevé el contacto de estos residuos líquidos con aguas lluvias.

2.8. Descripción General de la Generación y Manejo de Lodos (Art. 138º, letra i)

Fase de Construcción:

Debido a que la PTAS a implementar sólo tratará efluentes del tipo domésticos, los lodos generados no poseerán sustancias reactivas o tóxicas, ni tampoco presentarán características de peligrosidad.

El efluente tratado será almacenado en estanques de acumulación, cuya capacidad de diseño corresponderá al menos a dos días y medios (2,5) del volumen de generación diaria de la población máxima esperada. Adicionalmente, como medida de respaldo se adicionarán drenes de infiltración para la gestión de contingencias, los cuales se detallan a continuación.

- Sistema de tratamiento: Se implementarán cuatro (4) PTAS de 20m³ en la IIFF 1, IIFF 2 e IIFF3. Se debe tener en cuenta que en la IIFF2 se considerando 2 PTAS, debido a que una es propia de la instalación de faena y segunda es para la planta de hormigón.
- En todas IIFF y planta de hormigón se dispondrá un estanque horizontal enterrado de 20m^3. Los estanques recibirán por gravedad el efluente tratado, y estarán dotado con bombas sumergibles para la extracción del efluente mediante camión aljibe. Adicionalmente, en vista de la disposición de estanques para uso industrial, estos se ubican adyacentes al estanque enterrado con el objetivo de poder aprovechar el efluente tratado para el uso industrial que sea pertinente según la calidad de riego. El rebalse y despiche de todos los estanques está conectado al sistema de infiltración de respaldo.
- Campo de infiltración: Como medida de emergencias se dispondrán los drenes de infiltración. Para la IIFF 1 el sistema de infiltración corresponderá a 16 zanjas de 35m de longitud y 1m de ancho, dimensionadas con coeficiente de 26,8 L/m²/día obtenido para el ensayo de infiltración para este punto, por lo tanto, el campo tendrá una superficie de 560m². Para la IIFF 2, se emplearán zanjas de drenaje respectivas a un coeficiente de absorción de diseño K=26,2 L/m²/día, por lo tanto, se contará de igual forma con 16 zanjas de 35 m de longitud cada una, por lo que el campo tendrá una superficie de 560 m^2. En relación a la planta de hormigón se dispondrá de un sistema compuesto por 12 zanjas de 50m de longitud y de 1 m de ancho, con un coeficiente de infiltración de 25 L/m^2/día, utilizando una superficie de 600 m^2. Por último, la IIFF 3 corresponderá a 13 zanjas de 35m de longitud y 1m de ancho, dimensionadas con coeficiente de 31,5 L/m²/día obtenido para el ensayo de infiltración para este punto, por lo tanto, el campo tendrá una superficie de 455m².

Respecto al sistema de almacenamiento en estanques, según la profundidad esperada la entrega de la tubería efluente, dadas las características topográficas del área del proyecto, se establece que el estanque corresponderá a depósito horizontal enterrado, con el objetivo de recibir gravitacionalmente las aguas tratadas.

Consecuentemente, este contará con bombas sumergibles para su vaciado. De esta manera, una vez el almacenamiento principal llegué a cubrir su capacidad instalada, las bombas liberaran al menos el 50% de su volumen en los depósitos superficiales, proporcionando un periodo de respuesta máximo de 24 horas para ejecutar su vaciado mediante el retiro por gestores autorizados. En efecto, el sistema de acumulación dispondrá de una autonomía para gestionar hasta 72 horas del volumen de generación máximo.

El volumen almacenado deberá ser evacuado diariamente mediante gestores autorizados, y se implementará una bitácora del retiro, la cual deberá registrar el volumen, operador y sitio de disposición final del efluente.

En cuanto a la producción general de lodos durante el tratamiento de aguas servidas, se puede señalar que éstos se generan después del tratamiento primario y consisten en partículas sólidas, básicamente de naturaleza orgánica, y después del tratamiento secundario, los lodos corresponden fundamentalmente a la biomasa en exceso producida en los procesos biológicos. Estos lodos son tratados con la finalidad de reducir o eliminar posibles malos olores, reducir el volumen de líquido o masa de sólidos a tratar y reducir bacterias patógenas.

De acuerdo con lo anterior, dado que las PTAS corresponde a un sistema de lodos activados en aireación extendida (es decir no considera sedimentación primaria), los lodos a generar corresponden a lodos secundarios (biomasa en exceso), que provienen de las etapas de tratamiento secundario (reactor o cámara de aireación y cámara de sedimentación).

La cantidad producida de lodos secundarios depende de varios factores: eficiencia del tratamiento primario, relación de SST (Sólidos Suspendidos Totales) a DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), cantidad de sustrato soluble, remoción de nutrientes y criterios de diseño del tratamiento.

A continuación, en la siguiente tabla se indica una estimación de la cantidad de lodos a producir en la fase de construcción, y las características de estos.

Tabla 32. Generación de lodos - fase de construcción

Parámetro	Unidades	Valores de entrada/resultado		
		IF 1	IF 2	IF 3
Población	[trabajadores]	95	190	95
Carga DBO5 Per Cápita	[kgDBO/trab*día]	0,025	0,025	0,025
Carga DBO5	[kgDBO/día]	2,375	4,75	2,375
Tasa de producción de lodos	[kg/kg DBO5]	0,8	0,8	0,8
Producción de lodos	[kg/día en base seca]	1,9	3,8	1,9

Fuente: Elaboración propia.

La limpieza y retiro de los lodos de las PTAS se realizarán a través de un camión limpia fosas por medio de la contratación de una empresa que cuente con autorización sanitaria para realizar el transporte de dichos residuos retirados hacia una planta de tratamiento autorizada.

La frecuencia de limpieza se realizará de acuerdo con lo recomendado por el fabricante. Para la fase de construcción la periodicidad de retiro será semestral, en caso de que se detecte alguna anomalía, se solicitará inmediatamente limpieza de la PTAS.

En faena se mantendrán los medios de verificación que acrediten la autorización sanitaria de las empresas que realizarán el retiro y de los sitios de disposición final de los lodos generados en la fase de construcción del Proyecto.

Fase de Operación:

Respecto de los lodos a generar, éstos serán estabilizados anaeróbicamente, por lo mismo, la Fosa séptica contempla que los lodos generados tengan un tiempo de residencia de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Las aguas tratadas corresponden a efluentes domiciliarios, por tanto, los lodos generados por el tratamiento de éstas se caracterizan por poseer un alto contenido de materia orgánica y nutrientes, y no contendrán sustancias reactivas o tóxicas, ni presentarán características de peligrosidad señaladas del D.S. Nº 148/03 "Reglamento sobre manejo de residuos peligrosos".

En tanto al volumen de lodos, la contribución de lodos frescos se obtiene mediante la siguiente ecuación, extraída del documento "Manual para Diseñar Sistemas Tradicionales de Alcantarillado Particular (Patricio Pacheco)":

$$V_{LF} = 100\ x\ N\ x\ LF$$

Donde:

- N: Número de trabajadores
- LF: Volumen promedio de lodos per cápita [L/habitante]

$$LF = 1{,}8\ x\ 10^{-3} x Dotación\ de\ agua\ potable\ por\ persona$$

Calculando LF:

$$LF = 1{,}8\ x\ 10^{-3} x\ 150\ [\frac{L}{Persona}]$$

$$LF = 0{,}27\ [\frac{L}{Persona}]$$

Por lo tanto:

$$V_{LF} = 100\ x\ N\ x\ LF$$

$$V_{LF} = 100\ x\ 15\ x\ 0{,}27$$

$$V_{LF} = 405\ [L]$$

Sobre la disposición final de lodos durante todas las fases del Proyecto, la limpieza y retiro de los lodos de la fosa séptica se realizarán a través de un camión limpia fosas por medio de la contratación de una empresa que cuente con autorización sanitaria para realizar el transporte de dichos residuos retirados hacia una planta de tratamiento autorizada.

La frecuencia de limpieza se realizará de acuerdo con lo recomendado por el fabricante. Para la fase de operación el retiro tendrá una frecuencia de 1 vez al año.

En caso de que se detecte alguna anomalía, se solicitará inmediatamente limpieza de la Fosa Séptica según corresponda. El titular mantendrá en sus instalaciones los registros que permitan acreditar lo anterior.

Fase de Cierre:

Debido a que la PTAS a implementar sólo tratará efluentes del tipo domésticos, los lodos generados no poseerán sustancias reactivas o tóxicas, ni tampoco presentarán características de peligrosidad. Estos lodos se estabilizarán en la cámara de digestión de la PTAS para luego ser retirados de manera semestral, por empresas autorizadas por la Autoridad Sanitaria de la región, cumpliendo el Decreto N° 4/2009 "Reglamento para el manejo de lodos generados en planta de tratamiento de aguas servidas", MINSEGPRES y dispuestos en sitios de disposición final igualmente autorizados.

En cuanto a la producción general de lodos durante el tratamiento de aguas servidas, se puede señalar que éstos se generan después del tratamiento primario y consisten en partículas sólidas, básicamente de naturaleza orgánica, y después del tratamiento secundario, los lodos corresponden fundamentalmente a la biomasa en exceso producida en los procesos biológicos. Estos lodos son tratados con la finalidad de reducir o eliminar posibles malos olores, reducir el volumen de líquido o masa de sólidos a tratar y reducir bacterias patógenas.

De acuerdo con lo anterior, dado que esta planta corresponde a un sistema de lodos activados en aireación extendida (es decir no considera sedimentación primaria), los lodos a generar corresponden a lodos secundarios (biomasa en exceso), que provienen de las etapas de tratamiento secundario (reactor o cámara de aireación y cámara de sedimentación).

La cantidad producida de lodos secundarios depende de varios factores: eficiencia del tratamiento primario, relación de SST (Sólidos Suspendidos Totales) a DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), cantidad de sustrato soluble, remoción de nutrientes y criterios de diseño del tratamiento.

En la Tabla 33 se indica una estimación de la cantidad de lodos a producir en la etapa de cierre del Proyecto, y las características de estos.

Tabla 33. Generación de lodos - fase de cierre

Parámetro	Unidades	Valores de entrada/resultado		
		IF 1	IF 2	IF 3
Población	[trabajadores]	40	70	40
Carga DBO5 Per Cápita	[kgDBO/trab*día]	0,025	0,025	0,025
Carga DBO5	[kgDBO/día]	1	1,75	1
Tasa de producción de lodos	[kg/kg DBO5]	0,8	0,8	0,8
Producción de lodos	[kg/día en base seca]	0,8	1,4	0,8

Fuente: Elaboración propia.

La limpieza y retiro de los lodos de las PTAS se realizarán a través de un camión limpia fosas por medio de la contratación de una empresa que cuente con autorización sanitaria para realizar el transporte de dichos residuos retirados hacia una planta de tratamiento autorizada.

La frecuencia de limpieza se realizará de acuerdo con lo recomendado por el fabricante. Para la fase de cierre la periodicidad de retiro será semestral, en caso de que se detecte alguna anomalía, se solicitará inmediatamente limpieza de la PTAS.

En faena se mantendrán los medios de verificación que acrediten la autorización sanitaria de las empresas que realizarán el retiro y de los sitios de disposición final de los lodos generados en la fase de construcción del Proyecto.

2.9. Programa de Monitoreo (Art. 138º, letra j)

Fase de Construcción:

Durante la fase de construcción, se implementará un autocontrol mediante un monitoreo mensual para verificar el cumplimiento de la NCh 1.333, cuyo reporte se entregará a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) de forma semestral o cuando indique la Autoridad.

Fase de Operación:

Durante los 3 primeros meses de operación del sistema de tratamiento de aguas servidas, (según el que corresponda en cada fase), se realizará un monitoreo mensual a través de la cámara de inspección, y posteriormente se realizará un monitoreo de forma semestral. Los registros serán almacenados junto con la documentación de la planta de tratamiento y estarán disponibles para su revisión en caso de que así lo solicite la autoridad competente.

Fase de Cierre:

Durante la fase de cierre se implementará un autocontrol mediante un monitoreo mensual para verificar el cumplimiento de la NCh 1.333, Tabla N°1, cuyo reporte se entregará a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) de forma semestral o cuando indique la Autoridad.

Figura 27. Registro tipo funcionamiento fosa séptica

Fecha de Retiro	Empresa Contratista	N° Patente Vehículo que retira	Modelo y Marca del Vehículo que Retira	Nombre del Conductor	Denominación Interna de Residuos	Cantidad (kg)	Timbre y Firma	Fecha de Ingreso a Disposición Final

Fuente: Elaboración propia.

2.10. Plan de Contingencias (Art. 138º, letra k)

El Plan de Contingencia permite definir la organización y el conjunto de procedimientos de actuación, dirigidos a prevenir las eventuales situaciones de contingencia operacional, y mitigar los posibles efectos al personal y las instalaciones asociados al funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas servidas.

En relación con la Fosa Séptica, la mayor probabilidad de que ocurra una contingencia refiere a una deficiencia o fallo durante su funcionamiento que pudiera dar lugar a un rebalse de las aguas servidas o fuga de líquido por rotura o falla en las tuberías de recolección, por lo que se realizarán las siguientes medidas de prevención y control.

- Se operará y realizarán mantenciones por personal idóneo y capacitado para estos fines

  Se realizará periódicamente el mantenimiento de unidades y equipos de los sistemas de tratamiento de aguas servidas. Además, se realizará periódicamente una inspección visual con el objeto de verificar que no existan problemas operativos como fisuras, roturas o fugas
- Se programarán los retiros de lodos y aguas tratadas con la periodicidad suficiente para no sobrepasar la capacidad de las fosas sépticas y estanques de almacenamientos.
- Se tendrá registró de una o más empresas alternativas a la contratada como respaldo en caso de retraso en el servicio

Cabe señalar que el Proyecto cuenta con un Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias, el cual se encuentra en el Capítulo 8 del presente EIA.

Además, dentro de las contingencias identificadas comúnmente se consideran eventos sísmicos, posibles fallas en el sistema de tratamiento y derrames de aguas servidas, los cuales pueden originarse por distintas causas, tales como ruptura de la infraestructura, rebalses o la ejecución inadecuada de procedimientos durante el trasvasije o transporte. A continuación, se presentan las acciones a seguir frente a los riesgos identificados.

Tabla 34. Plan de contingencias - riesgos sísmicos

Riesgos Sísmicos	
Fase del Proyecto a la que aplica	Todas las Fases del Proyecto.
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Toda el área del Proyecto.
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	- Previo al inicio de cada Fase del Proyecto, se dispondrá de planes de evacuación para estos eventos, indicando cuales son los sectores más susceptibles de ser afectados, lo que será difundido al personal. - Se definirán zonas de seguridad y se elaborará un Plan de Evacuación de Emergencia para subcontratos, el que incluirá un programa de comunicaciones, cuyo cumplimiento será verificado y controlado por el asesor en prevención de riesgos del Titular. - En cada una de las fases del Proyecto, se capacitará al personal, adoptando acciones físicas, emocionales y técnicas que permitan proteger la integridad de todas las personas expuestas a los eventos, con objeto que puedan desarrollar sus respectivos trabajos con total normalidad. - El diseño de ingeniería y la construcción de las Instalaciones del Proyecto, obedecerán a normas o estándares nacionales e internacionales de resistencia sísmica. - En el caso de ocurrir un sismo, en cualquiera de las Fases del Proyecto, se activará el Plan

Riesgos Sísmicos	
	de Emergencias. Asimismo, se realizará un monitoreo del área afectada para evaluar y se informará de los daños a la Autoridad Pertinente. - Se realizarán simulacros en los cuales deberán participar todos los trabajadores de forma obligatoria con una frecuencia de al menos una vez al año.
Forma de control y seguimiento	Existirá registro de todos los procedimientos de simulacros y de capacitaciones realizadas. Este registro se encontrará presente en planta y/o en zona de instalación de faenas según la fase que se esté ejecutando.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. Plan de contingencias - derrame de aguas servidas

Derrame de aguas servidas	
Fase del Proyecto a la que aplica	Todas las Fases del Proyecto
Emplazamiento parte, obra o acción asociada	Todas las actividades
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	- Se detendrá el funcionamiento del sistema y se dará aviso al jefe de obra o al jefe de planta, según corresponda a la fase en la que ocurre el imprevisto. - Se indicará a los trabajadores que los servicios higiénicos no podrán ser utilizados hasta que se solucione el problema. En su reemplazo se habilitarán baños químicos para solucionar la contingencia. - Se realizará la inspección del sistema para verificar la causa del problema y se tomarán las medidas correspondientes para solucionar el imprevisto. - Una vez solucionado el problema y comprobado el funcionamiento del sistema, se comunicará a los trabajadores que los servicios higiénicos se encuentran habilitados. - Luego de la restitución del servicio se evaluará si el sistema requiere alguna modificación para evitar un nuevo evento de este tipo.
Forma de control y seguimiento	- Charlas Obligación de Informar (ODI). - Capacitación de los Planes de Emergencias.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Plan de contingencias - emisión de olores

Emisión de olores	
Fase del Proyecto a la que aplica	Todas las Fases del Proyecto
Emplazamiento parte, obra o acción asociada	Área de generación de aguas servidas
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	Las acciones o medidas a implementar están enfocadas a la generación de aguas servidas, ya que tienen probabilidad de generar olores molestos, para evitar este riesgo se realizará las siguientes medidas: - Durante la Fase de Construcción y Cierre los servicios higiénicos se conectarán a una PTAS para el tratamiento de las aguas servidas. - Durante la Fase de Operación los servicios higiénicos se conectarán a una fosa séptica para el tratamiento primario de las aguas servidas.

Emisión de olores	
Forma de control y seguimiento	- Se llevará un registro de las empresas que provean el transporte de residuos y se mantendrá copia de la resolución sanitaria que permita su funcionamiento. - Se mantendrá un calendario mensual, en el cual se indiquen los días de retiro, el cual deberá ser enviado a la empresa que provea el servicio de forma tal de coordinar con anticipación el retiro de los residuos.

Fuente: Elaboración propia.

2.11. Plan de Emergencia (Art. 138º, letra l)

Para disminuir las posibles afecciones sobre el medio ambiente y la salud de la población ante una situación de emergencia se tomarán las siguientes medidas.

Tabla 37. Riesgo por falla o rebalse del sistema de disposición de aguas servidas o retraso en el retiro de aguas servidas

Riesgo o contingencia	Riesgo por falla o rebalse del sistema de disposición de aguas servidas o en retraso en el retiro de aguas servidas
Fase del proyecto a la que aplica	Fases de construcción, operación y cierre
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Planta de tratamiento de aguas servidas (Construcción y Cierre) & Fosa Séptica (Operación)
Relación con aspectos de cambio climático	El aumento de eventos climáticos extremos como lluvias intensas y olas de calor puede dificultar la recolección oportuna y acelerar la descomposición y generación de gases u olores, incrementando la proliferación de vectores y afectando la salud pública
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	• El sistema de evacuación de aguas servidas contará con autorización sanitaria de funcionamiento, previo a su uso. • Se operará y realizarán mantenciones por personal idóneo y capacitado para estos fines. • Se realizará periódicamente el mantenimiento de unidades y equipos de los sistemas de tratamiento de aguas servidas. Además, se realizará periódicamente una inspección visual con el objeto de verificar que no existan problemas operativos como fisuras, roturas o fugas. • Se programarán los retiros de lodos y aguas tratadas con la periodicidad suficiente para no sobrepasar la capacidad de las fosas sépticas y estanques de almacenamientos. • Se tendrá registro de una o más empresas alternativas a la contratada como respaldo en caso de retraso en el servicio.
Forma de control y seguimiento	• Registro de mantención de sistema de tratamiento de aguas servidas. • Registro de retiro de lodos. • Registro de capacitaciones.
Acciones o medida a implementar para controlar la emergencia	• Se suspenderán el uso y las descargas al sistema sanitario, cerrando el suministro de agua y cancelando de manera temporal las instalaciones sanitarias. • En caso de no poder limpiar la tubería de desagüe obstruida, solicitar de inmediato los servicios del contratista a cargo de la mantención. • Deberán iniciarse las acciones correctivas como: reparaciones de equipos, la reposición del servicio eléctrico y las coordinaciones internas necesarias, según corresponda.

Riesgo o contingencia	Riesgo por falla o rebalse del sistema de disposición de aguas servidas o en retraso en el retiro de aguas servidas
	• En el caso de que existan desbordes de aguas servidas desde los sistemas de tratamiento al suelo, se deberá evitar en todo momento que sea un foco de infección posterior. Realizando la limpieza y sanitización de las áreas afectadas por una eventual fuga o rebalse. • Se realizará el retiro de materiales contaminados y disposición final en lugar autorizado. • El personal a cargo de las maniobras deberá evitar el contacto con el residuo derramado, tanto por ellos como del resto del personal que pueda estar en el área. Además, utilizarán los equipos de protección personal adecuados: calzado impermeable, ropa de protección impermeable y guantes. • Se realizará una investigación del incidente o fuga, se tomarán medidas correctivas y/o preventivas según corresponda ante el resultado de la investigación, para prevenir la ocurrencia futura del hecho. • En caso de retraso o falta de la empresa encargada del retiro de lodos y aguas servidas, se deberá comunicar con una de las empresas de respaldo para que realicen el retiro a la brevedad posible y previo a alcanzar la capacidad máxima del sistema. • Restitución del servicio y evaluación si se requiere algún tipo de modificación al sistema para evitar la nueva ocurrencia de este tipo de evento.
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la activación del Plan de emergencia.	Oportunidad de comunicación: Posterior al término de la emergencia, de acuerdo con los procedimientos del Proyecto. Vías de comunicación: • Módulo de Avisos, Contingencias e Incidentes del Sistema Electrónico de Seguimiento Ambiental de la Superintendencia del Medio Ambiente. • Vía correo electrónico: snifa@sma.gob.cl. • SEREMI de Medio Ambiente, Organismos competentes.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que el Proyecto cuenta con un Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias, el cual se encuentra en el Capítulo 8 del presente EIA.

3. BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2012). Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA). D.S. N°40/2012.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2025). Guía Trámite PAS 138: Permiso para la construcción, Reparación, Modificación y Ampliación de Cualquier Obra Pública o Particular Destinada a la Evacuación, Tratamiento o Disposición Final de Desagües, Aguas Servidas de Cualquier Naturaleza.