

Acompaña documentos.

SUPERINTENDENCIA DE MEDIO AMBIENTE

José Luis García-Huidobro, en representación de Zero Corp SpA, en el procedimiento sancionatorio Rol D-125-2025, a la Sra. Marie Claude Plumer Bodin, en su calidad de Superintendente del Medio Ambiente, respetuosamente digo:

En virtud de lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 19.880, que le permite a los interesados aportar documentos durante todo el curso del procedimiento administrativo, por este acto, vengo en acompañar los siguientes documentos que sirven de apoyo al Programa de Cumplimiento (PDC) ya ingresado:

- Link para descargar video de vuelo de dron, que fue exigido en la ronda de observaciones al PDC. <https://we.tl/t-PLsllXviWW>
- Plan de gestión y modelación de olores de abril 2025.
- Informe de olores marzo 2025.
- Informe “*Calidad de agua Estero Sin Nombre y Estero Potrerillo Las Yeguas*”, el que en base a análisis realizados en el mes de octubre de 2025 por el Laboratorio ANAM (ETFA), concluye que las aguas de ambos esteros mantienen condiciones naturales y sin indicios de impactos o efectos ambientales atribuible a las operaciones de Zero Corp.

Sin otro particular, se despide atentamente,



José Luis García-Huidobro T.
RUT: 7.514.961-1
Representante Legal
Zero Corp SpA
RUT: 77.203.549-7

INFORME DE RESULTADOS
CALIDAD DE AGUA ESTERO SIN NOMBRE Y ESTERO POTRILLO DE LAS
YEGUAS

Elaborado para:



Informe elaborado por:

Macarena Silva O. Consultora ambiental

Ingeniera en Recursos Naturales Renovables – UCH

Diplomado en Derecho ambiental – PUCV

Noviembre, 2025

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	OBJETIVOS.....	5
3	METODOLOGÍA.....	6
3.1	ENTIDAD A CARGO DE LA EJECUCIÓN	6
3.2	ESFUERZO DE MUESTREO.....	6
3.3	DESCRIPCIÓN HÁBITAT	7
3.4	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL <i>IN SITU</i>	7
3.5	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL MUESTRAS DE LABORATORIO	7
3.6	SEDIMENTOS ACUÁTICOS	8
3.7	PARÁMETROS REFERENCIALES	9
4	RESULTADOS.....	10
4.1	DESCRIPCIÓN HÁBITAT	11
4.1.1	<i>Punto de muestreo E01.....</i>	<i>11</i>
4.1.2	<i>Punto de muestro E02.....</i>	<i>12</i>
4.1.3	<i>Punto de Muestreo E03.....</i>	<i>14</i>
4.2	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL <i>IN SITU</i>	15
4.3	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL MUESTRA DE LABORATORIO	15
4.4	SEDIMENTOS ACUÁTICOS	16
4.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS	17
5	CONCLUSIONES.....	21
6	BIBLIOGRAFÍA.....	22

INDICE TABLAS

Tabla 1. Entidad a cargo de la ejecución.....	6
Tabla 2. Puntos de muestreo	6
Tabla 3. Parámetros de calidad de agua superficial analizados en laboratorio	7
Tabla 4. Clasificación pH	8
Tabla 5. Clasificación de salinidad según la concentración de STD	8
Tabla 6. Metodología de parámetros de sedientos acuáticos	8
Tabla 7. Parámetros referenciales para el análisis de resultados	9
Tabla 8. Características observadas en terreno E01	12
Tabla 9. Características observadas en terreno E02	13
Tabla 10. Características observadas en terreno E03	14
Tabla 11. Parámetros de calidad de agua superficial medidos in situ	15
Tabla 12. Resultados calidad de agua en laboratorio	15
Tabla 13. Resultados Sedimentos en laboratorio	16
Tabla 14. Resultados.....	20

INDICE FIGURAS

Figura 1. Ejecución metodologías en terreno.....	10
Figura 2. Puntos de muestreo y recorrido pedestre ejecutado por los especialistas	11
Figura 3. Punto de muestreo E01	12
Figura 4. Punto de muestreo E02	13
Figura 5. Punto de muestreo E03	14

1 INTRODUCCIÓN

La Planta Crucero (o Centro Crucero), bajo la propiedad de ZeroCorp SpA (en adelante, la Planta), inició sus operaciones en septiembre de 2021, siendo posteriormente ampliada a través de la Resolución Exenta N° 20221000172 del 02 de mayo de 2022. La instalación se dedica al tratamiento y valorización de residuos orgánicos industriales, provenientes de diversas fuentes, incluyendo las industrias sanitaria, láctea, acuícola, cárnica y agroindustrial. El establecimiento está ubicado específicamente en el kilómetro 2,4 de la Ruta U-900, sector Crucero, Lote 1b, Rol N° 669-100, en la comuna de Purranque, Región de Los Lagos.

El proceso principal en la Planta involucra el tratamiento de residuos a través de compostaje, el cual, conforme a la RCA, utiliza Pilas de Aireación Forzada (ASP).

Debido a denuncias ciudadanas por olores molestos y presuntos vertimientos de lixiviados al estero colindante, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), junto con la Autoridad Sanitaria, realizó hasta la fecha, múltiples inspecciones ambientales.

Específicamente, en la fiscalización realizada el 15 de septiembre de 2025, se constató *“(i) en al menos 6 de las 12 Trincheras, la presencia de lixiviados escurriendo desde el interior y por las paredes de las referidas estructuras, hacia el centro del patio donde se encuentran las rejillas de canalización de aguas lluvias, asociado a fracturas en las trincheras de hormigón y la falta de utilización de la unidad mezcladora autorizada ambientalmente, lo que implica un manejo inadecuado del proceso de compostaje y, en definitiva, el incumplimiento de los compromisos aprobados en la RCA, (ii) La existencia de una pluma de característica aceitosa en el punto de conexión del canal de aguas lluvias al estero Sin Nombre, que podría estar originada por el arrastre de la mezcla de lixiviado generado desde las trincheras, hacia la canalización de aguas lluvias, junto con el lavado de compost harneado de la pila, (iii) Empozamiento de lixiviado bajo una pila de compost, que escurre directamente en el estero Sin Nombre, cuerpo hídrico que conecta al Estero Potrillo Las Yeguas. Respecto de este último, se constató que a menos de 40 metros de distancia en línea recta desde el estero existen predios particulares y a 45 metros en línea recta del estero, existe una captación de agua subterránea, solicitada por la empresa sanitaria SURALIS, lo que evidencia un riesgo para la salud de cada una de las personas que podrían utilizar este curso hídrico para fines domésticos en sus viviendas y/o campos de producción, debido a la posible contaminación del estero.”*

Ante la situación constatada, la SMA dictó la Resolución Exenta N° 2256 el 17 de octubre de 2025, ordenando medidas provisionales procedimentales a ZeroCorp SpA.

El presente informe se enmarca en la exigencia establecida en el Punto 4 de la Resolución Exenta N° 2256, que requiere la ejecución de Programas de Monitoreo y Análisis específicos a cargo del infractor en el Estero Sin Nombre y el Estero Potrerillo Las Yeguas.

El mandato de monitoreo, según el Punto 4 de la R. Ex. N° 2256, establece específicamente:

a) *Puntos de monitoreo:*

- *Un punto en el Estero Sin Nombre previo a su descarga al Estero Potrerillo Las Yeguas.*

- *Un punto 100 metros aguas arriba de la confluencia entre Estero Sin Nombre y Estero Potrerillo Las Yeguas.*
- *Un punto 100 metros aguas abajo de dicha confluencia.*

b) Parámetros a monitorear: Se deben monitorear parámetros de laboratorio como Alcalinidad, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Coliformes Fecales, Fósforo, Nitrógeno Amoniacal, Nitrato, Nitrito, Nitrógeno total, Nitrógeno total Kjeldahl (NKT), Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables, pH, Turbiedad y Sólidos Totales Suspendidos. Además, se deben registrar parámetros físicoquímicos in situ como temperatura (C), pH, conductividad eléctrica (S/cm), oxígeno disuelto (mg/L), saturación de oxígeno (%) y sólidos disueltos totales (ppm).

c) Entidad a cargo de la ejecución: El monitoreo, muestreo y análisis debe ser ejecutado por una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA).

d) Plazos: La Resolución N° 2256 establece plazos estrictos para la entrega del informe de resultados y análisis del monitoreo: 20 días corridos desde el término de la ejecución del muestreo.

2 OBJETIVOS

- Identificar mediante recorridos pedestres en terreno evidencias de alteración o afectación directa al Estero sin nombre y Estero Potrerillo de las Yeguas.
- Describir mediante observación directa el estado actual de los esteros en el tramo sujeto a inspección, incluyendo parámetros cualitativos y semicuantitativos medidos *in situ*.
- Describir parámetros de calidad de agua que permitan concluir acerca del estado actual del Estero.
- Describir la composición del sedimento para concluir acerca del estado actual del Estero

3 METODOLOGÍA

3.1 ENTIDAD A CARGO DE LA EJECUCIÓN

Tabla 1. Entidad a cargo de la ejecución

Nombre	Profesión y especialidad	Función
Ruth Oviedo	Técnico Superior en Medio Ambiente/ Técnico ETFA certificado	Toma de muestras en terreno y medición de parámetros de calidad de agua in situ
ANAM	Laboratorio certificación ETFA	Análisis de muestras
Macarena Silva	Ing. En Recursos Naturales Renovables/ Especialista Ambiental	Caracterización del hábitat y elaboración de Informe

Fuente: Elaboración propia

3.2 ESFUERZO DE MUESTREO

Se llevó a cabo la campaña toma de muestras y caracterización del área el día lunes 20 de octubre, donde dos especialistas aplicaron las metodologías de caracterización visual, cualitativas, cuantitativas y toma de muestras en el área de interés.

El esfuerzo de muestreo se concentró en tres puntos estratégicos, conforme a las indicaciones de la autoridad ambiental (Punto 4 de la R. Ex. N° 2256). Estos puntos fueron definidos en relación con la confluencia del Estero Sin Nombre y el Estero Potrerillo Las Yeguas: un punto en el Estero Sin Nombre previo a su descarga en el Estero Potrerillo Las Yeguas; un segundo punto ubicado aguas arriba de la confluencia de ambos esteros; y un tercer punto situado aguas abajo de dicha confluencia.

La ubicación de los puntos de muestreo de detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Puntos de muestreo

Punto de muestreo	Estero	Referencia	Norte (m)	Este (m)
E01	Potrillo de Las Yeguas	Aguas Arriba	5468078	638188
E02	S/N	Previo Descarga	5467953	638155
E03	Potrillo de Las Yeguas	Aguas Abajo	5467938	638180

Fuente: Elaboración propia, Sistema de Coordenadas UTM WGS 84 Huso 18 Sur

3.3 DESCRIPCIÓN HÁBITAT

En los puntos de medición, se realizó una caracterización de las variables estructurales dentro del área de muestreo a través de observaciones directas, considerando la morfología del cauce (Parasiewicz, 2007), presencia de vegetación acuática, vegetación ribereña, tipo de sustrato predominante (Bain *et al.*, 1985), y la percepción olfativa del agua y los sedimentos en el lugar de muestreo.

3.4 CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL *IN SITU*

El análisis de calidad del agua contempló el registro de parámetros fisicoquímicos *in situ*, como temperatura (°C), pH, conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxígeno disuelto (mg/L), saturación de oxígeno (%) y sólidos disueltos totales (ppm), mediante sonda multiparamétrica Hanna HI98494. La calibración de los equipos se realizó de acuerdo a los requisitos establecidos por el sistema de gestión de calidad y competencia técnica, conforme a la Norma Chilena NCh-ISO/IEC 17025:2017. Los parámetros turbiedad, desechos flotantes, aceites, espumas, otros sólidos, sólidos flotantes visibles y espumas no naturales fueron analizados de manera cualitativa en base a observaciones directas.

3.5 CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL MUESTRAS DE LABORATORIO

Se tomaron muestras de agua con el fin de describir la condición limnológica actual del curso de agua, siguiendo las recomendaciones del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017, y las normas chilenas NCh411/1. Of 96 (Diseño y programa de muestreo), NCh411/2. Of 96 (Técnicas de muestreo), NCh411/3. Of 96 (preservación y manejo de muestras), NCh411/4. Of 97 y NCh411/6. Of 98. El análisis de las muestras se realizó en laboratorios acreditados en el sistema Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de normalización, INN, bajo la norma ISO NCh.17025 en el área fisicoquímica para aguas. Los parámetros medidos fueron los solicitados por la autoridad en la Punto 4 de la Resolución Exenta N° 2256.

Tabla 3. Parámetros de calidad de agua superficial analizados en laboratorio

Parámetros	Unidad	LD	Metodología	SP
Alcalinidad	mg/L como CaCO_3	2	SM 2320 B	R.E. N° 2256
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2	SM 5220 D	R.E. N° 2256
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2	SM 5210 B, 4500 O H	R.E. N° 2256
Determinación de coliformes fecales	NMP/100mL	1,8	SM 9221 B	R.E. N° 2256
Fósforo	mg/L	0,0 2	SM 4500 P B4, 4500 P C	R.E. N° 2256
Nitrógeno Amoniacal	$\text{mg N}/\text{L}$	0,1	SM 4500 NH3 D	R.E. N° 2256
Nitrato	mg/L	0,2	SM 4500 NO3 D	R.E. N° 2256
Nitrito	$\text{mg N}/\text{L}$	0,0 3	SM 4500 NO2 B	R.E. N° 2256
Nitrógeno total	$\text{mg N}/\text{L}$	0,2	-	R.E. N° 2256
Nitrógeno total Kjeldahl	$\text{mg N}/\text{L}$	0,1	SM 4500 Norg C	R.E. N° 2256

Parámetros	Unidad	LD	Metodología	SP
Sólidos disueltos totales	mg/L	5	SM 2540 C	R.E. N° 2256
Sólidos sedimentables	ML/L/H	0,1	SM 2540 F	R.E. N° 2256
pH	Unidad de pH	-	SM 4500 H B	R.E. N° 2256
Sólidos totales suspendidos	mg/L	5	SM 2540 D	R.E. N° 2256
Surfactantes aniónicos	mg/L	0,1	SM 5540 C	R.E. N° 2256

LD: Límite de detección, SP: Selección del Parámetro. Fuente: Elaboración propia

Se realizó la clasificación de las aguas según su pH de acuerdo con lo indicado por Hounslow (1995), detallado en la Tabla 4. Mientras que la clasificación de las aguas según la concentración de sólidos totales disueltos se realizó de acuerdo con la clasificación de Davis et al., (1967) y se presenta en la Tabla 5.

Tabla 4. Clasificación pH

Rango	Clasificación
Fuertemente ácido	< 4.0
Moderadamente ácido	4.0-6.5
Neutro	6.5-7.8
Moderadamente alcalino	7.8-9.0
Fuertemente alcalino	>9.0

Fuente: Hounslow (1995)

Tabla 5. Clasificación de salinidad según la concentración de STD

Rango	Clasificación (mg/L)
Dulce	< 1.000
Hiposalino	1.000-10.000
Salino	10.000-100.000
Hipersalino	>100.000

Fuente: Davis et al., (1967)

3.6 SEDIMENTOS ACUÁTICOS

Se tomaron muestras de sedimentos, para posteriormente ser transportadas al laboratorio. Cabe señalar que el análisis de las muestras de sedimentos acuáticos fue realizado en un Laboratorio acreditado en el sistema Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de normalización, INN, bajo la norma ISO NCh.17025. El detalle de parámetros y metodologías se presenta a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6. Metodología de parámetros de sedimentos acuáticos

Parámetros	Unidad	Límite de detección	Referencia de método
Materia orgánica	%	0.1	Subsecretaría de Pesca RES. EXE 3612. Pérdida por calcinación
Granulometría	%	-	Escala de Wentworth. Resolución Exenta N°3612 de 2009, numeral 26, de la subpesca

Fuente: Elaboración propia

3.7 PARÁMETROS REFERENCIALES

Como referencia principal se utilizaron los parámetros cuantitativos establecidos en la Norma Chilena NCh 1333, “Requisitos de calidad del agua para diferentes usos” y “Requisitos de agua para riego”. Asimismo, se consideraron los límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales establecidos en la Tabla 1 del D.S. N°90/2000. Finalmente, para aquellos parámetros que no cuentan con regulación en las normativas mencionadas, los valores obtenidos se compararon con los resultados de la caracterización de la Línea de Base, utilizando los puntos de muestreo más cercanos a los actualmente evaluados.

Tabla 7. Parámetros referenciales para el análisis de resultados

Análisis	Unidad	N1333 (V.A.)	N1333 (R)	DS 90/2000 Tabla 1	Línea de Base		
					Estero S/N	E. las Yeguas (arriba)	E. las Yeguas (abajo)
Alcalinidad	Mg/L	>20					
Coliformes fecales	Nmp/10 0 ml	-	1000	1000	-	-	-
Conductividad 25°C <i>in situ</i>	uS/cm	-	≤ 750	-	-	-	-
DBO	mg/L	-	-	35	-	-	-
DQO	mg/L	-	-	-	17,6	10,1	22
Fósforo total	mg/L	-	-	10	-	-	-
Nitrato (NO ₃)	mg/L	-	-	-	0,5	0,3	0,3
Nitrito (NO ₂)	mg/L	-	-	-	<0,03	<0,03	<0,03
Nitrógeno amoniacal	mg/L	-	-	-	0,387	0,26	0,504
Nitrógeno total	mg/L	-	-	-	1,5	1	1,6
NKT	mg/L	-	-	50	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L	>5	-	-	-	-	-
pH	Unidad pH	6,0-9	5,5-9	6,0-8,5	-	-	-
Sólidos disueltos totales (104°C)	mg/L	-	≤500	-	-	-	-
Sólidos suspendidos totales	mg/L	-	-	80	-	-	-
Surfactantes aniónicos	mg/L	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1
T° media en terreno	°C	3 ¹	-	35	13,9	15,5	14,4

N1333 (V.A): Vida Acuática, N1333: Riego. Fuente: Elaboración propia

¹ En flujos de agua corriente, no debe aumentar el valor natural en más de 3°C

4 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los distintos puntos de muestreo. Durante la campaña se aplicaron las metodologías correspondientes para la medición de parámetros *in situ* y la toma de muestras de agua y sedimentos (Figura 1). Los puntos de muestreo se definieron conforme a las indicaciones de la autoridad, que establecieron la medición en tres sectores: un punto en el Estero Sin Nombre previo a su descarga en el Estero Potrerillo Las Yeguas, un punto a 100 metros aguas arriba de dicha confluencia y un punto a 100 metros aguas abajo. En este contexto, el punto E01 se ubicó a 108 metros aguas arriba, el punto E02 se realizó en el Estero Sin Nombre previo a su confluencia, conforme a la instrucción de la autoridad, y el punto E03 se efectuó a aproximadamente 40 metros aguas abajo, debido a que el elevado caudal en el sector impedía realizar la colecta de sedimentos de manera segura en sectores más alejados (Figura 2).

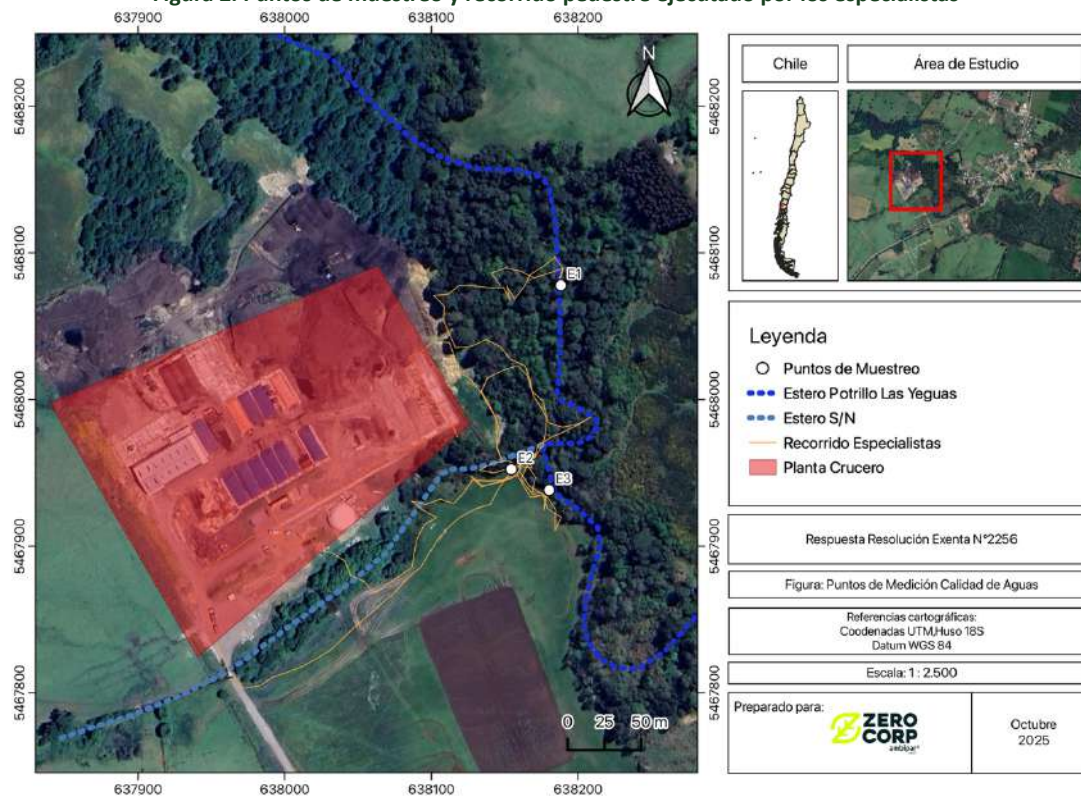
Figura 1. Ejecución metodologías en terreno



A: Toma parámetros in situ, B: Colecta de sedimentos C: colecta muestras calidad de agua.

Fuente: Terreno 20 de octubre

Figura 2. Puntos de muestreo y recorrido pedestre ejecutado por los especialistas



Fuente: Elaboración propia

4.1 DESCRIPCIÓN HÁBITAT

4.1.1 Punto de muestreo E01

El punto de muestreo E01 se sitúa a 100 metros aguas arriba de la descarga del Estero Sin Nombre en el estero Potrillo de las Yeguas. El cauce presenta un flujo permanente de agua con caudal alto, un ancho aproximado de 6 metros y una profundidad promedio de 50 cm.

La columna de agua se caracteriza por ser transparente, con leve color amarillo, y sin olor, mientras que los sedimentos presentan olor a tierra, lo que refleja condiciones naturales del entorno. El sustrato está compuesto principalmente por guijarros (1,7–6,4 cm), favoreciendo una adecuada oxigenación del agua.

La vegetación ribereña se encuentra presente y con alto vigor², aportando estabilidad a las márgenes y mantención del hábitat acuático. No se observaron evidencias de contaminación ni signos de alteración en su estructura o cobertura. En concordancia con las observaciones realizadas en campañas anteriores en el Estero Las Yeguas³, la vegetación mantiene su buen estado y composición, lo que refleja condiciones ambientales estables y sin indicios de afectación.

³ Terrenos 2025

Figura 3. Punto de muestreo E01



Fuente: Terreno 20 octubre 2025

Tabla 8. Características observadas en terreno E01

Características de la columna de agua	
Claridad	Transparente, levemente amarillo ⁴
Olor agua	Sin olor
Olor sedimentos	Olor a tierra
Ancho	6 metros
Profundidad	50 cm
Presenta evidencia de contaminación	No
Vegetación ribereña	Presente con alto vigor
Tipo de sustrato dominante	Guijaros (1,7-6,4 cm)
Observaciones	Flujo constante de agua con caudal alto

Fuente: Terreno 20 octubre 2025

4.1.2 Punto de muestro E02

El punto de muestro E02 corresponde al Estero Sin Nombre, ubicado previo a su confluencia con el estero Potrillo de las Yeguas. La columna de agua se caracterizó por ser transparente con un leve tono amarillo y ausencia de olor perceptible. Los sedimentos presentaron un olor a tierra característico. El ancho aproximado del cauce fue de 2-3 metros y la profundidad alcanzó los 50 cm. No se observó evidencia de contaminación. La vegetación ribereña se encontraba presente, con alto vigor, y el sustrato dominante correspondió a arena (<0,2 mm).

En términos hidrológicos, el sector presentó un caudal alto con baja velocidad de corriente, condición que favoreció la acumulación de sedimentos finos en las márgenes del cauce.

⁴ La estimación de la claridad del agua se realiza a partir de una muestra extraída del cauce, ya que su observación directa puede verse afectada por el sustrato o la profundidad.

Figura 4. Punto de muestreo E02



Fuente: Terreno 20 octubre 2025

Tabla 9. Características observadas en terreno E02

Características de la columna de agua	
Claridad	Transparente, Leve tono amarillo ⁵
Olor agua	Sin olor
Olor sedimentos	Olor a tierra
Ancho	2-3 metros
Profundidad	50 cm
Presenta evidencia de contaminación	No
Vegetación ribereña	Presente con alto vigor
Tipo de sustrato dominante	Arena (<0,2)
Observaciones	Caudal alto con baja velocidad de corriente

Fuente: Terreno 20 octubre 2025

⁵ La estimación de la claridad del agua se realiza a partir de una muestra extraída del cauce, ya que su observación directa puede verse afectada por el sustrato o la profundidad.

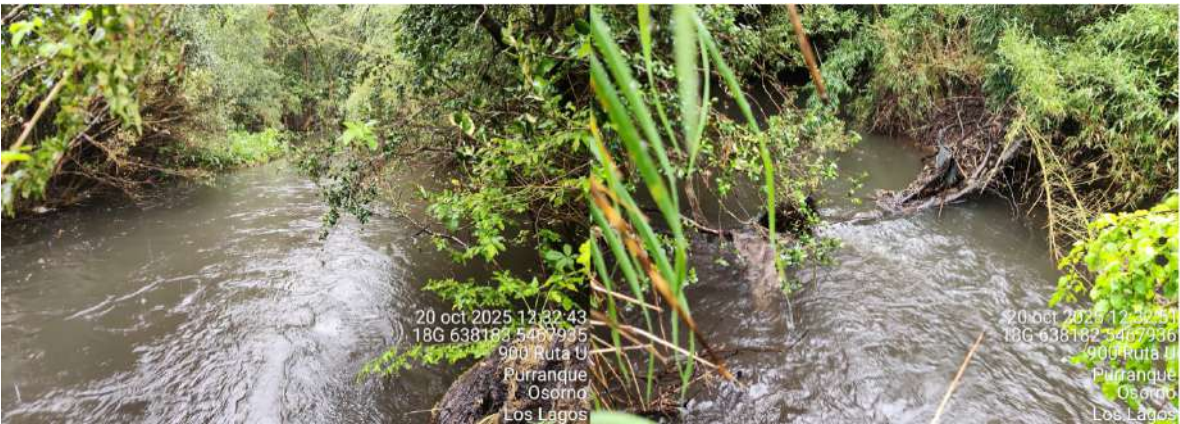
4.1.3 Punto de Muestreo E03

Punto de muestreo se encuentra 40 metros aguas debajo de la descarga del Estero S/N. El cauce presenta un flujo permanente de agua con caudal alto, un ancho aproximado de 6 metros y una profundidad mayor a un metro.

La columna de agua se caracteriza por ser transparente, sin presencia de color aparente, y sin olor, mientras que los sedimentos presentan olor a tierra, lo que refleja condiciones naturales del entorno. El sustrato está compuesto principalmente por guijarros (1,7–6,4 cm), favoreciendo una adecuada oxigenación del agua.

La vegetación ribereña se encuentra presente y con alto vigor, aportando estabilidad a las márgenes y mantención del hábitat acuático. No se observaron evidencias de contaminación ni signos de alteración en su estructura o cobertura. En concordancia con las observaciones realizadas en campañas anteriores en el Estero Las Yeguas⁶ la vegetación mantiene su buen estado y composición, lo que refleja condiciones ambientales estables y sin indicios de afectación.

Figura 5. Punto de muestreo E03



Fuente: Terreno 20 octubre 2025

Tabla 10. Características observadas en terreno E03

Características de la columna de agua	
Claridad	Transparente, sin presencia de color aparente ⁷
Olor agua	Sin olor
Olor sedimentos	Olor a tierra
Ancho	6 metros
Profundidad	>1 metro
Presenta evidencia de contaminación	No
Vegetación ribereña	Presente con alto vigor
Tipo de sustrato dominante	Guijaros (1,7-6,4 cm)
Observaciones	Flujo constante de agua con caudal alto

Fuente: Terreno 20 octubre 2025

⁶ Terreno 2025

⁷ La estimación de la claridad del agua se realiza a partir de una muestra extraída del cauce, ya que su observación directa puede verse afectada por el sustrato o la profundidad.

4.2 CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL *IN SITU*

Los resultados obtenidos mediante el análisis de parámetros de calidad de agua superficial en los diferentes puntos de muestreo ubicados en el Estero Potrerillo de las Yeguas y Estero sin Nombre se detallan a continuación, en la Tabla 11.

Tabla 11. Parámetros de calidad de agua superficial medidos *in situ*

Indicador	Unidad	E01	E02	E03
pH	Unidad	6,61	6,91	6,72
Temperatura	Grados	10,69	12,18	10,97
Conductividad eléctrica	uS/cm	257	450	465
Sólidos disueltos totales (TDS)	Ppm	128	224	232
Sólidos Flotantes visibles y espumas no naturales	Visual (Ausencia/Presencia)	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Aceites y grasas flotantes	Visual (Ausencia/Presencia)	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Aceites y Grasas emulsificadas	Visual (Ausencia/Presencia)	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Oxígeno Disuelto	mg/l	10,69	10,45	10,46
Oxígeno Disuelto	%	98,8	100,5	96,7
Desechos Flotantes, aceites, espumas, otros sólidos	Visual (Ausencia/Presencia)	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Fuente: Terreno 20 octubre 2025

4.3 CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL MUESTRA DE LABORATORIO

Los resultados del análisis de laboratorio de las muestras de agua superficial en los diferentes puntos de muestreo ubicados en el Estero Potrerillo de las Yeguas se detallan y Estero sin nombre se detallan a continuación, en la Tabla 14.

Tabla 12. Resultados calidad de agua en laboratorio

Análisis	Unidad	E01	E02	E03
Alcalinidad total (CaCO₃)	mg/L	7,6	13,9	8,6
Coliformes fecales	Nmp/100 ml	50	500	300
DBO	mg/L	<2	<2	<2
DQO	mg/L	6	12	5
Fósforo total	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1
Materia orgánica (KMnO₄)	mg/L	6	12	<6
Nitrato (NO₃)	mg/L	<0,203	1.5	<0,203
Nitrito (NO₂)	mg/L	<0,039	<0,039	<0,039
Nitrógeno amoniacal	mg/L	0,04	0,08	0,09
Nitrógeno total	mg/L	0,85	1,26	8,28

Análisis	Unidad	E01	E02	E03
NKT	mg/L	<1,00	<1,00	8,28
pH	UN	7,48	7,44	7,4
Sólidos disueltos totales (104°C)	mg/L	37	93	31
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	5	5
Surfactantes aniónicos	mg/L	0,04	0,03	0,04
Turbiedad	NTU	6,21	4,48	3,19

Fuente: Elaboración propia, a partir de Resultados de Laboratorio.

4.4 SEDIMENTOS ACUÁTICOS

Los resultados del análisis de laboratorio de las muestras de agua superficial en los diferentes puntos de muestreo ubicados en el Estero Potrerillo de las Yeguas se detallan y Estero sin nombre se detallan a continuación, en la Tabla 13.

Tabla 13. Resultados Sedimentos en laboratorio

Análisis	Unidad	E01	E02	E03
Material Orgánica	%	4,62%	18,08%	11,44%
Retenido Tamiz 1 - 2 mm	%	3,68%	76,20%	28,12%
Retenido Tamiz 2 - 1mm	%	8,03%	4,82%	17,68%
Retenido Tamiz 3 - 500 um	%	10,64%	1,84%	10,79%
Retenido Tamiz 4 - 250 um	%	28,29%	2,19%	8,67%
Retenido Tamiz 5 - 125 um	%	24,16%	3,02%	11,00%
Retenido Tamiz 6 - 63 um	%	14,21%	2,38%	0,86%
Fango - <62 um	%	10,98%	9,55%	22,87%

Fuente: Elaboración propia, a partir de Resultados de Laboratorio.

4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en los tres puntos de monitoreo (E01, E02 y E03) reflejan condiciones propias de un sistema fluvial natural, con buena oxigenación, baja carga orgánica y sin evidencias analíticas ni visuales que indiquen afectación o contaminación atribuible a la Planta Crucero. En general, los valores registrados se mantienen dentro de los rangos establecidos por la normativa chilena vigente —Norma Chilena N°1333 (para vida acuática y riego) y el Decreto Supremo N°90/2000— y son coherentes con los valores observados en la línea de base histórica del Estero Potrerillo Las Yeguas (Tabla 14).

El **pH** presentó valores de 7,48 en E01, 7,44 en E02 y 7,44 en E03, todos dentro del rango establecido por la NCh 1333 para vida acuática (6,0–9,0) y riego (5,5–9,0), y del D.S. 90/2000 (6,0–8,5), indicando un valor medio neutro (valores entre 6,5–7,8). Las **temperaturas** registradas fueron de 10,69 °C en E01, 12,18 °C en E02 y 10,97 °C en E03, valores bajos y homogéneos que evidencian estabilidad térmica. Según la NCh 1333 para vida acuática, la temperatura del cuerpo receptor no debe aumentar más de 3 °C respecto de su rango natural, condición que se verificó al compararse con la línea de base, sin observar incrementos. Asimismo, los valores medidos se encuentran muy por debajo del límite máximo del D.S. 90/2000 (≤ 35 °C).

El **oxígeno disuelto** presentó concentraciones de 10,69 mg/L en E01, 10,45 mg/L en E02 y 10,46 mg/L en E03, todas superiores al mínimo exigido para vida acuática (>5 mg/L según NCh 1333), reflejando un sistema bien oxigenado y con baja carga orgánica. La **conductividad eléctrica** aumentó gradualmente desde 257 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en E01, a 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en E02 y 465 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en E03, sin superar el límite máximo permitido para riego (≤ 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ según NCh 1333), lo que indica un nivel de sales disueltas bajo.

En cuanto a la **alcalinidad total**, se registraron valores de 7,6 mg/L en E01, 13,9 mg/L en E02 y 8,6 mg/L en E03, los cuales se sitúan por debajo del valor mínimo recomendado por la NCh 1333 para vida acuática (≥ 20 mg/L como CaCO_3). No obstante, esta condición se observa tanto aguas arriba como aguas abajo, reflejando una condición propia del medio.

Los **sólidos disueltos totales** (128 ppm en E01, 224 ppm en E02 y 232 ppm en E03) y los **sólidos suspendidos totales** (10 mg/L, 5 mg/L y 5 mg/L, respectivamente) se mantienen muy por debajo de los límites establecidos para riego (≤ 500 mg/L según NCh 1333) y del D.S. 90/2000 (≤ 80 mg/L), lo que indica una baja carga de material particulado y una buena estabilidad del sistema.

Según la clasificación de salinidad propuesta por Davis et al. (1967), que define aguas dulces con concentraciones de STD menores a 1.000 mg/L, las mediciones obtenidas (128–224–232 mg/L) confirman que el sistema corresponde a un cuerpo de agua dulce, sin indicios de mineralización o aporte de sales.

Por su parte, los **surfactantes aniónicos** presentaron concentraciones de 0,04 mg/L en E01, 0,03 mg/L en E02 y 0,04 mg/L en E03, valores similares y dentro del rango identificado en la línea de base, lo que indica que no se han producido variaciones atribuibles a la operación de la Planta. En conjunto con la ausencia de aceites, grasas y espumas no naturales observada en terreno, estos resultados confirman que no existen aportes de detergentes, hidrocarburos ni otras sustancias tensioactivas, respaldando la no existencia de contaminación superficial ni química en los cursos monitoreados.

Los valores de **DBO** fueron menores a 2 mg/L en todos los puntos, muy inferiores al límite del D.S. 90/2000 (≤ 35 mg/L), mientras que la **DQO** varió entre 6 mg/L en E01, 12 mg/L en E02 y 5 mg/L en E03, dentro de rangos bajos y coherentes con aguas naturales bien oxigenadas. El **fósforo** total presentó valores inferiores a 0,1 mg/L en todos los puntos, muy por debajo del valor de referencia del D.S. 90/2000 (10 mg/L) considerado para eutrofización.

En cuanto a los compuestos nitrogenados, el **nitrato (NO_3^-)** presentó valores de <0,20 mg/L en E01, 1,5 mg/L en E02 y <0,20 mg/L en E03, mientras que el **nitrito (NO_2^-)** fue inferior a 0,03 mg/L en todos los puntos. El **nitrógeno amoniacal (NH_4^+)** registró concentraciones de 0,04 mg/L en E01, 0,08 mg/L en E02 y 0,09 mg/L en E03, niveles bajos y característicos de aguas bien oxigenadas. El **nitrógeno total** alcanzó valores de 0,85 mg/L en E01, 1,26 mg/L en E02 y 8,28 mg/L en E03, mientras que el **nitrógeno Kjeldahl total (NKT)** fue de <1,0 mg/L, <1,0 mg/L y 8,28 mg/L, respectivamente, todos muy por debajo del límite establecido por el D.S. 90/2000 (≤ 50 mg/L) para descargas a aguas superficiales.

El comportamiento conjunto de estas fracciones evidencia un sistema bien oxigenado y ecológicamente equilibrado, donde predomina la forma oxidada del nitrógeno (nitrato) sobre las formas reducidas (amoniacal u orgánica). El leve aumento de nitrato observado en E02 se asocia a procesos naturales de nitrificación, favorecidos por la alta concentración de oxígeno disuelto (10,45 mg/L) y la menor velocidad de corriente que facilita la oxidación del nitrógeno amoniacal. Aguas abajo, en E03, el valor disminuye nuevamente (<0,203 mg/L), lo que sugiere asimilación biológica o retención en el sedimento, manteniendo la estabilidad del sistema.

El incremento de nitrógeno total y NKT en E03 (8,28 mg/L) se interpreta como consecuencia de una mayor acumulación natural de materia orgánica fina en un tramo de menor velocidad y mayor profundidad, más que como un aporte antrópico. Esta interpretación se respalda en la baja DBO (<2 mg/L), DQO (5 mg/L) y la alta concentración de oxígeno disuelto (10,46 mg/L), que descartan procesos de degradación orgánica activa o contaminación. En conjunto, la distribución de los compuestos nitrogenados y la relación entre sus fracciones reflejan un sistema en equilibrio, sin indicios de aporte de lixiviados u otras fuentes externas.

El recuento de **coliformes fecales** fue de 50 NMP/100 ml en E01, 500 NMP/100 ml en E02 y 300 NMP/100 ml en E03, valores bajo el límite establecido por la NCh 1333 para riego (1000 NMP/100 ml).

En cuanto a **los sedimentos**, los resultados muestran contenidos de materia orgánica de 4,62 % en E01, 18,08 % en E02 y 11,44 % en E03. Las fracciones dominantes corresponden a materiales gruesos (guijarros y arenas) en E01 y E03, lo que favorece la aireación del lecho y la estabilidad del cauce, mientras que en E02 se observa una mayor proporción de partículas finas (76,2 % en el tamiz 1–2 mm), atribuible a la menor velocidad de corriente en ese sector. La presencia de materia orgánica moderada y la estructura granulométrica observada son características de cursos naturales, donde las condiciones hidrológicas y el tipo de sustrato regulan la acumulación de material fino.

Las condiciones de hábitat observadas durante la campaña refuerzan la interpretación de estabilidad ecológica del sistema. En todos los puntos se registró un flujo permanente de agua, con caudal alto, ausencia de olores anómalos y vegetación ribereña densa y vigorosa que otorga estabilidad a las márgenes y sombreado al cauce. El sustrato estuvo dominado por gujarros en E01 y E03 y por arena fina en E02, lo que favorece la heterogeneidad de microhábitats y explica las diferencias locales en los

parámetros físico-químicos. No se observaron signos de erosión, arrastre de material, mortandad de fauna ni manchas superficiales que pudieran asociarse a contaminantes o alteraciones de origen antrópico.

En síntesis, los resultados demuestran que el sistema mantiene una buena calidad del agua, con parámetros físico-químicos y biológicos dentro de los rangos naturales y normativos. Si bien la alcalinidad total presenta valores inferiores al mínimo de la NCh 1333, esta condición responde a una condición de ambos esteros. No se observan aumentos significativos de nutrientes, carga orgánica o coliformes que indiquen aporte de lixiviados u otras fuentes externas. En conjunto, la información obtenida permite concluir que no existen evidencias de afectación o contaminación del Estero Sin Nombre ni del Estero Potrillo Las Yeguas atribuibles a las operaciones de la Planta Crucero, manteniéndose las condiciones del hábitat y del recurso hídrico dentro de su variabilidad natural.

Tabla 14. Resultados

Análisis	Unidad	N1333 (vida acuática)	N1333 (riego)	DS 90/2000 Tabla 1	Línea de Base			Puntos de Muestreo		
					Estero S/N	Estero P. Las Yeguas (arriba)	Estero P. Las Yeguas (abajo)	E01	E02	E03
Alcalinidad total (CaCO3)	Mg/L	>20						7,6	13,9	8,6
Coliformes fecales	Nmp/100 ml	-	1000	1000				50	500	300
Conductividad 25°C <i>in situ</i>	uS/cm	-	≤ 750	-				257	450	465
DBO	mg/L	-	-	35				<2	<2	<2
DQO	mg/L	-	-	-	17,6	10,1	22	6	12	5
Fósforo total	mg/L	-	-	10				<0,1	<0,1	<0,1
Nitrato (NO3)	mg/L	-	-	-	0,5	0,3	0,3	<0,20	1,5	<0,20
Nitrito (NO2)	mg/L	-	-	-	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Nitrógeno amoniacal	mg/L	-	-	-	0,387	0,26	0,504	0,04	0,08	0,09
Nitrógeno total	mg/L	-	-	-	1,5	1	1,6	0,85	1,26	8,28
NKT	mg/L	-	-	50				<1,00	<1,00	8,28
Oxígeno disuelto <i>in situ</i>	mg/L	>5	-	-				10,69	10,45	10,46
pH	Unidad pH	6,0-9	5,5-9	6,0-8,5				7,48	7,44	7,4
Sólidos disueltos totales	mg/L	-	≤500	-				37	93	31
Sólidos suspendidos totales	mg/L	-	-	80				10	5	5
Surfactantes aniónicos	mg/L	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	0,04	0,03	0,04
T° <i>in situ</i>	°C	30	-	35	13,9	15,5	14,4	10,69	12,18	10,97

Fuente: Elaboración propia

5 CONCLUSIONES

En función de los objetivos planteados —identificar posibles alteraciones en los esteros, describir su estado actual y analizar los parámetros de calidad de agua y sedimentos—, los resultados obtenidos permiten establecer que no se evidencian impactos atribuibles a descargas desde la Planta Crucero sobre los cuerpos hídricos inspeccionados, y si estos hubieran ocurrido (lo que no se evidencia a partir de los resultados obtenidos), no fueron significativos.

Respecto del primer objetivo, orientado a la identificación de alteraciones o afectaciones directas en el Estero Sin Nombre y el Estero Potrerillo Las Yeguas, durante los recorridos pedestres no se observaron evidencias de contaminación superficial. Los tramos inspeccionados presentaron flujo permanente de agua, ausencia de olores anómalos y vegetación ribereña con buen vigor, condiciones que reflejan estabilidad ecológica y ausencia de alteración visible del hábitat.

En relación con el segundo objetivo, enfocado en describir el estado actual de los esteros mediante observación directa y parámetros in situ, los resultados mostraron valores de pH, oxígeno disuelto, conductividad y temperatura dentro de los rangos normativos establecidos en la NCh 1333 y el D.S. 90/2000, evidenciando baja carga orgánica y buena aireación.

Respecto del tercer objetivo, que consideró el análisis de los parámetros de calidad de agua, los resultados de laboratorio confirman que todos los parámetros cumplen con las normas aplicables, exceptuando la alcalinidad total, cuyos valores (7,6–13,9–8,6 mg/L) se encuentran bajo el mínimo establecido por la NCh 1333 (≥ 20 mg/L). No obstante, esta condición se observa tanto aguas arriba como aguas abajo, reflejando una condición propia del medio.

Finalmente, en cumplimiento del cuarto objetivo, vinculado a la caracterización de los sedimentos, se constató que la composición granulométrica y el contenido de materia orgánica son consistentes con sistemas de drenaje natural. Los valores registrados (4,62–18,08–11,44%) reflejan una variabilidad asociada a diferencias locales en velocidad de corriente y acumulación de material fino, sin evidencia de aporte antrópico o enriquecimiento orgánico anormal.

En síntesis, los resultados de la campaña indican que las aguas del Estero Sin Nombre y del Estero Potrerillo Las Yeguas presentan condiciones acordes a sistemas naturales de baja intervención antrópica, y no se observa que existan efectos o impactos ambientales vinculados a la actividad de ZeroCorp SpA.

6 BIBLIOGRAFÍA

Bain, M. B., Finn, J. T., & Boone, H. E. (1985). Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. *North American Journal of Fisheries Management*, 5(3B), 499-500.

Davis, S.N. & De Wiest, R.J.M. 1967. *Hidrogeología*. Barcelona: Ediciones Ariel. 560 pp

Hounslow, A.W. (1995) *Water Quality Data: Analysis and Interpretation*. CRC Press LLC, Lewis Publishers, Boca Raton.

Parasiewicz, P. (2007). The MesoHABSIM model revisited. *River Research and Applications*, 23(8), 893-903.

Sabater, S., Timoner, X., Borrego, C., & Acuña, V. (2016). Stream biofilm responses to flow intermittency: from cells to ecosystems. *Frontiers in Environmental Science*, 4, 14.



INFORME DE ENSAYO Y/O MEDICIÓN

N° 250247424

Fecha: 03-11-2025


C000049 (Rev.05)

Informe de Ensayo y/o Medición

N° 250247424

Fecha: 03-11-2025

Firmado con firma
electrónica avanzada
por Paulina Andrea
Bustamante Álvarez,
con identificación
15563888-5 y con
fecha 03-11-2025 a
las 11:32:12



- Acreditado INN, Acreditaciones LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 - LE147 - LE148 - LC129 - 01285 - 01286 - 20187.
- Acreditación A2LA, Acreditaciones 6134-01 y 6134-02.
- Autorización como Laboratorio Privado de Caracterización de Residuos Peligrosos, Res. Exenta N° 007455*08.04.2016.
- ANAM es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Santiago N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02.
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de agua potable y serie NCh 411 y NCh ISO 5667, para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE -111 y LE-112 del INN.
- ANAM se encuentra certificado bajo las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001 2018.
- Cuando el muestreo sea realizado por el cliente, Análisis Ambientales S.A., se hace responsable de los resultados emitidos a partir de la muestra recibida.
- Parámetros que acompañan Declaración Jurada se realizan a través de cálculo matemático o aritmético, actividades no establecidas en la Resolución Exenta 126/2019

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. No5)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente Macarena Silva Ortega
Unidad Macarena Silva Ortega
Dirección Del Salvador 750
RUT 19136009-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Sedimento
Programa de Control Solicitud General Muestras
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 250247424 **# Comuna:** Purranque
Descripción: Estero Potrillo La Yeguas 2 – Sedimento
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente **Método:**
Fecha Muestreo: 20-10-2025 11:41 **Fecha Recepcion:** 20-10-2025 16:50 **# Responsable** CLIENTE
Proyecto: **Muestreo:**

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 250247424					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Fango Cálculo(*)	Inicio 24-10-2025 10:00	22,87	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:08				
Materia Orgánica MQC000059 basado en TMECC 05.0	Inicio 22-10-2025 15:30	11,44	%	---	0,28
	Fin 29-10-2025 10:42				
Retenido Tamiz 1 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	28,12	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:08				
Retenido Tamiz 2 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	17,68	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:08				
Retenido Tamiz 3 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	10,79	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:08				
Retenido Tamiz 4 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	8,67	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:08				
Retenido Tamiz 5 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	11,00	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:08				

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 250247424					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Retenido Tamiz 6 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00 Fin 28-10-2025 15:08	0,86	%	- - -	-

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.

(#) Datos suministrados por el cliente, cuando el es el reponsable del muestreo.

Fecha ensayo (Fin) es la fecha de ingreso del resultado en el sistema informático.

GRANULOMETRÍA					
N° Tamiz	Abertura (mm)	N° Malla	Tipo de Material	Diámetro de Partículas (mm)	Escala Phi Ø
1	2,000	10	Otras gravas	4 a 2	-1
2	1,000	18	Arena muy gruesa	2 a 1	0
3	0,500	35	Arena gruesa	1 a 0,5	1
4	0,250	60	Arena mediana	0,5 a 0,25	2
5	0,125	120	Arena fina	0,25 a 0,125	3
6	0,063	230	Arena muy fina	0,125 a 0,063	4
-	-	-	Fango (Limo-Arcilla)	<0,062	>8





INFORME DE ENSAYO Y/O MEDICIÓN

N° 250247426

Fecha: 03-11-2025


C000049 (Rev.05)

Informe de Ensayo y/o Medición

N° 250247426

Fecha: 03-11-2025

Firmado con firma
electrónica avanzada
por Paulina Andrea
Bustamante Álvarez,
con identificación
15563888-5 y con
fecha 03-11-2025 a
las 11:32:14



- Acreditado INN, Acreditaciones LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 - LE147 - LE148 - LC129 - 01285 - 01286 - 20187.
- Acreditación A2LA, Acreditaciones 6134-01 y 6134-02.
- Autorización como Laboratorio Privado de Caracterización de Residuos Peligrosos, Res. Exenta N° 007455*08.04.2016.
- ANAM es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Santiago N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02.
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de agua potable y serie NCh 411 y NCh ISO 5667, para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE -111 y LE-112 del INN.
- ANAM se encuentra certificado bajo las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001 2018.
- Cuando el muestreo sea realizado por el cliente, Análisis Ambientales S.A., se hace responsable de los resultados emitidos a partir de la muestra recibida.
- Parámetros que acompañan Declaración Jurada se realizan a través de cálculo matemático o aritmético, actividades no establecidas en la Resolución Exenta 126/2019

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. No5)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente Macarena Silva Ortega
Unidad Macarena Silva Ortega
Dirección Del Salvador 750
RUT 19136009-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Sedimento
Programa de Control Solicitud General Muestras
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 250247426 **# Comuna:** Purranque
Descripción: Estero Potrillo La Yeguas 1 – Sedimento
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente **Método:**
Fecha Muestreo: 20-10-2025 14:05 **Fecha Recepcion:** 20-10-2025 16:50 **# Responsable** CLIENTE
Proyecto: **Muestreo:**

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 250247426					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Fango Cálculo(*)	Inicio 24-10-2025 10:00	10,98	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:42				
Materia Orgánica MQC000059 basado en TMECC 05.0	Inicio 22-10-2025 15:30	4,62	%	---	0,28
	Fin 29-10-2025 10:43				
Retenido Tamiz 1 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	3,68	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:41				
Retenido Tamiz 2 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	8,03	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:42				
Retenido Tamiz 3 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	10,64	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:42				
Retenido Tamiz 4 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	28,29	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:42				
Retenido Tamiz 5 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	24,16	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:42				

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 250247426					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Retenido Tamiz 6 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00 Fin 28-10-2025 15:42	14,21	%	- - -	-

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.

(#) Datos suministrados por el cliente, cuando el es el reponsable del muestreo.

Fecha ensayo (Fin) es la fecha de ingreso del resultado en el sistema informático.

GRANULOMETRÍA					
N° Tamiz	Abertura (mm)	N° Malla	Tipo de Material	Diámetro de Partículas (mm)	Escala Phi Ø
1	2,000	10	Otras gravas	4 a 2	-1
2	1,000	18	Arena muy gruesa	2 a 1	0
3	0,500	35	Arena gruesa	1 a 0,5	1
4	0,250	60	Arena mediana	0,5 a 0,25	2
5	0,125	120	Arena fina	0,25 a 0,125	3
6	0,063	230	Arena muy fina	0,125 a 0,063	4
-	-	-	Fango (Limo-Arcilla)	<0,062	>8





INFORME DE ENSAYO Y/O MEDICIÓN

N° 250247425

Fecha: 03-11-2025


C000049 (Rev.05)

Informe de Ensayo y/o Medición

N° 250247425

Fecha: 03-11-2025

Firmado con firma
electrónica avanzada
por Paulina Andrea
Bustamante Álvarez,
con identificación
15563888-5 y con
fecha 03-11-2025 a
las 11:32:13



- Acreditado INN, Acreditaciones LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 - LE147 - LE148 - LC129 - 01285 - 01286 - 20187.
- Acreditación A2LA, Acreditaciones 6134-01 y 6134-02.
- Autorización como Laboratorio Privado de Caracterización de Residuos Peligrosos, Res. Exenta N° 007455*08.04.2016.
- ANAM es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Santiago N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02.
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de agua potable y serie NCh 411 y NCh ISO 5667, para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE -111 y LE-112 del INN.
- ANAM se encuentra certificado bajo las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001 2018.
- Cuando el muestreo sea realizado por el cliente, Análisis Ambientales S.A., se hace responsable de los resultados emitidos a partir de la muestra recibida.
- Parámetros que acompañan Declaración Jurada se realizan a través de cálculo matemático o aritmético, actividades no establecidas en la Resolución Exenta 126/2019

Análisis Ambientales S.A.

Av. Américo Vespucio 451, Quilicura, Santiago - Tel +56 2 2569 4400

www.anam.cl

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. No5)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente Macarena Silva Ortega
Unidad Macarena Silva Ortega
Dirección Del Salvador 750
RUT 19136009-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Sedimento
Programa de Control Solicitud General Muestras
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 250247425 **# Comuna:** Purranque
Descripción: Estero Potrillo La Yeguas – Sedimento - estereo sin nombre
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente **Método:**
Fecha Muestreo: 20-10-2025 12:50 **Fecha Recepcion:** 20-10-2025 16:50 **# Responsable** CLIENTE
Proyecto: **Muestreo:**

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 250247425					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Fango Cálculo(*)	Inicio 24-10-2025 10:00	9,55	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:10				
Materia Orgánica MQC000059 basado en TMECC 05.0	Inicio 22-10-2025 15:30	18,08	%	---	0,28
	Fin 29-10-2025 10:42				
Retenido Tamiz 1 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	76,20	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:10				
Retenido Tamiz 2 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	4,82	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:10				
Retenido Tamiz 3 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	1,84	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:10				
Retenido Tamiz 4 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	2,19	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:10				
Retenido Tamiz 5 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00	3,02	%	---	-
	Fin 28-10-2025 15:10				

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 250247425					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Retenido Tamiz 6 MQC000073 rev.01 basado en AST	Inicio 24-10-2025 10:00 Fin 28-10-2025 15:10	2,38	%	- - -	-

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.

(#) Datos suministrados por el cliente, cuando el es el reponsable del muestreo.

Fecha ensayo (Fin) es la fecha de ingreso del resultado en el sistema informático.

GRANULOMETRÍA					
N° Tamiz	Abertura (mm)	N° Malla	Tipo de Material	Diámetro de Partículas (mm)	Escala Phi Ø
1	2,000	10	Otras gravas	4 a 2	-1
2	1,000	18	Arena muy gruesa	2 a 1	0
3	0,500	35	Arena gruesa	1 a 0,5	1
4	0,250	60	Arena mediana	0,5 a 0,25	2
5	0,125	120	Arena fina	0,25 a 0,125	3
6	0,063	230	Arena muy fina	0,125 a 0,063	4
-	-	-	Fango (Limo-Arcilla)	<0,062	>8





INFORME DE ENSAYO Y/O MEDICIÓN

N° 250247421

Fecha: 03-11-2025


C000049 (Rev.05)

Informe de Ensayo y/o Medición

N° 250247421

Fecha: 03-11-2025

Firmado con firma
electrónica avanzada
por Paulina Andrea
Bustamante Álvarez,
con identificación
15563888-5 y con
fecha 03-11-2025 a
las 11:32:07



- Acreditado INN, Acreditaciones LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 - LE147 - LE148 - LC129 - 01285 - 01286 - 20187.
- Acreditación A2LA, Acreditaciones 6134-01 y 6134-02.
- Autorización como Laboratorio Privado de Caracterización de Residuos Peligrosos, Res. Exenta N° 007455*08.04.2016.
- ANAM es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Santiago N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02.
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de agua potable y serie NCh 411 y NCh ISO 5667, para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE -111 y LE-112 del INN.
- ANAM se encuentra certificado bajo las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001 2018.
- Cuando el muestreo sea realizado por el cliente, Análisis Ambientales S.A., se hace responsable de los resultados emitidos a partir de la muestra recibida.
- Parámetros que acompañan Declaración Jurada se realizan a través de cálculo matemático o aritmético, actividades no establecidas en la Resolución Exenta 126/2019

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. No5)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente Macarena Silva Ortega
Unidad Macarena Silva Ortega
Dirección Del Salvador 750
RUT 19136009-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Residual
Programa de Control Solicitud General Muestras
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 250247421 **# Comuna:** Purranque
Descripción: Estero Potrillo Las Yeguas – AR - estereo sin nombre
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente **Método:**
Fecha Muestreo: 20-10-2025 12:50 **Fecha Recepcion:** 20-10-2025 16:50 **# Responsable** CLIENTE
Proyecto: **Muestreo:**

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 250247421					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Alcalinidad total (CaCO ₃) SM 2320 B Ed. 23	Inicio 21-10-2025 9:10 Fin 23-10-2025 16:17	13,9	mg CaCO ₃ /L	---	1,2
Coliformes Fecales NCh 2313/22 Of. 95(S1)	Inicio 20-10-2025 17:00 Fin 25-10-2025 14:38	500	NMP/100mL	---	2
Demanda Bioquímica de Oxígeno NCh 2313/5 Of. 2005(S1)	Inicio 20-10-2025 17:15 Fin 27-10-2025 10:07	<2	mg/L	---	2
Demanda Química de Oxígeno (DQO) NCh 2313/24 Of. 97(S1)	Inicio 20-10-2025 17:15 Fin 23-10-2025 9:36	12	mg/L	---	2
Fósforo (P) NCh 2313/15 Of.2009(S1)	Inicio 23-10-2025 14:25 Fin 24-10-2025 15:34	<0,1	mg/L	---	0,1
Materia Orgánica (KMnO ₄) NCh 2313/24 Of. 97(*)	Inicio 20-10-2025 17:15 Fin 23-10-2025 17:23	12	mg/L	---	6
Nitrato (NO ₃) SM 4110 B 24° Edición 2023	Inicio 20-10-2025 17:18 Fin 24-10-2025 17:18	1,500	mg/L	---	0,203

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 250247421					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Nitrato (NO₂) SM 4110 B 24° Edición 2023	Inicio 20-10-2025 17:18 Fin 24-10-2025 17:18	<0,039	mg/L	---	0,039
Nitrógeno amoniacal (NH₄⁺) NCh 2313/16 Of. 2010(S1)	Inicio 22-10-2025 13:00 Fin 22-10-2025 17:40	0,08	mg/L	---	0,03
Nitrógeno total (NT) Cálculo(*)	Inicio 22-10-2025 11:30 Fin 27-10-2025 9:42	1,26	mg/L	---	0,23
Nitrógeno Total Kjeldhal (NKT) NCh 2313/28 2015(S1)	Inicio 22-10-2025 11:30 Fin 27-10-2025 9:20	<1,00	mg/L	---	1,00
pH NCh2313/1:2021(S1)	Inicio 20-10-2025 17:35 Fin 30-10-2025 9:57	7,44	UNID	---	-
SAAM NCh 2313/27 Of. 98(S1)	Inicio 22-10-2025 10:00 Fin 27-10-2025 17:52	0,03	mg/L	---	-
Sólidos Disueltos Totales SM 2540 C 24° Ed2023(S1)	Inicio 22-10-2025 11:00 Fin 23-10-2025 14:53	93,0	mg/L	---	5
Sólidos Suspensos Totales NCh 2313/3 Of. 95(S1)	Inicio 21-10-2025 10:00 Fin 23-10-2025 13:47	5	mg/L	---	1
Turbiedad SM 2130 B Ed. 23(S1)	Inicio 20-10-2025 17:00 Fin 21-10-2025 10:14	4,48	NTU	---	0,07

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.

(#) Datos suministrados por el cliente, cuando el es el responsable del muestreo.

Fecha ensayo (Fin) es la fecha de ingreso del resultado en el sistema informático.





INFORME DE ENSAYO Y/O MEDICIÓN

N° 250247423

Fecha: 03-11-2025


C000049 (Rev.05)

Informe de Ensayo y/o Medición

N° 250247423

Fecha: 03-11-2025

Firmado con firma
electrónica avanzada
por Paulina Andrea
Bustamante Álvarez,
con identificación
15563888-5 y con
fecha 03-11-2025 a
las 11:32:09



- Acreditado INN, Acreditaciones LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 - LE147 - LE148 - LC129 - 01285 - 01286 - 20187.
- Acreditación A2LA, Acreditaciones 6134-01 y 6134-02.
- Autorización como Laboratorio Privado de Caracterización de Residuos Peligrosos, Res. Exenta N° 007455*08.04.2016.
- ANAM es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Santiago N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02.
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de agua potable y serie NCh 411 y NCh ISO 5667, para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE -111 y LE-112 del INN.
- ANAM se encuentra certificado bajo las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001 2018.
- Cuando el muestreo sea realizado por el cliente, Análisis Ambientales S.A., se hace responsable de los resultados emitidos a partir de la muestra recibida.
- Parámetros que acompañan Declaración Jurada se realizan a través de cálculo matemático o aritmético, actividades no establecidas en la Resolución Exenta 126/2019

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. No5)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente Macarena Silva Ortega
Unidad Macarena Silva Ortega
Dirección Del Salvador 750
RUT 19136009-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Residual
Programa de Control Solicitud General Muestras
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 250247423 **# Comuna:** Purranque
Descripción: Estero Potrillo Las Yeguas 1 – AR
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente **Método:**
Fecha Muestreo: 20-10-2025 14:05 **Fecha Recepcion:** 20-10-2025 16:50 **# Responsable** CLIENTE
Proyecto: **Muestreo:**

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 250247423					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Alcalinidad total (CaCO ₃) SM 2320 B Ed. 23	Inicio 21-10-2025 9:10 Fin 23-10-2025 16:17	7,6	mg CaCO ₃ /L	---	1,2
Coliformes Fecales NCh 2313/22 Of. 95(S1)	Inicio 20-10-2025 17:00 Fin 25-10-2025 14:39	50	NMP/100mL	---	2
Demanda Bioquímica de Oxígeno NCh 2313/5 Of. 2005(S1)	Inicio 20-10-2025 17:15 Fin 27-10-2025 10:07	<2	mg/L	---	2
Demanda Química de Oxígeno (DQO) NCh 2313/24 Of. 97(S1)	Inicio 20-10-2025 17:15 Fin 23-10-2025 9:36	6	mg/L	---	2
Fósforo (P) NCh 2313/15 Of.2009(S1)	Inicio 23-10-2025 14:25 Fin 24-10-2025 15:35	<0,1	mg/L	---	0,1
Materia Orgánica (KMnO ₄) NCh 2313/24 Of. 97(*)	Inicio 20-10-2025 17:15 Fin 23-10-2025 17:24	6	mg/L	---	6
Nitrato (NO ₃) SM 4110 B 24° Edición 2023	Inicio 20-10-2025 17:18 Fin 24-10-2025 17:18	<0,203	mg/L	---	0,203

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 250247423					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Nitrógeno (NO₂) SM 4110 B 24° Edición 2023	Inicio 20-10-2025 17:18 Fin 24-10-2025 17:18	<0,039	mg/L	---	0,039
Nitrógeno amoniacal (NH₄⁺) NCh 2313/16 Of. 2010(S1)	Inicio 22-10-2025 13:00 Fin 22-10-2025 17:41	0,04	mg/L	---	0,03
Nitrógeno total (NT) Cálculo(*)	Inicio 22-10-2025 11:30 Fin 27-10-2025 9:43	0,85	mg/L	---	0,23
Nitrógeno Total Kjeldhal (NKT) NCh 2313/28 2015(S1)	Inicio 22-10-2025 11:30 Fin 27-10-2025 9:21	<1,00	mg/L	---	1,00
pH NCh2313/1:2021(S1)	Inicio 20-10-2025 17:35 Fin 30-10-2025 9:57	7,48	UNID	---	-
SAAM NCh 2313/27 Of. 98(S1)	Inicio 22-10-2025 10:00 Fin 27-10-2025 17:52	0,04	mg/L	---	-
Sólidos Disueltos Totales SM 2540 C 24° Ed2023(S1)	Inicio 22-10-2025 11:00 Fin 23-10-2025 14:53	37,0	mg/L	---	5
Sólidos Suspendidos Totales NCh 2313/3 Of. 95(S1)	Inicio 21-10-2025 10:00 Fin 23-10-2025 13:47	10	mg/L	---	1
Turbiedad SM 2130 B Ed. 23(S1)	Inicio 20-10-2025 17:00 Fin 21-10-2025 10:16	6,21	NTU	---	0,07

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.

(#) Datos suministrados por el cliente, cuando el es el responsable del muestreo.

Fecha ensayo (Fin) es la fecha de ingreso del resultado en el sistema informático.





INFORME DE ENSAYO Y/O MEDICIÓN

N° 250247422

Fecha: 03-11-2025


C000049 (Rev.05)

Informe de Ensayo y/o Medición

N° 250247422

Fecha: 03-11-2025

Firmado con firma
electrónica avanzada
por Paulina Andrea
Bustamante Álvarez,
con identificación
15563888-5 y con
fecha 03-11-2025 a
las 11:32:08



- Acreditado INN, Acreditaciones LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 - LE147 - LE148 - LC129 - 01285 - 01286 - 20187.
- Acreditación A2LA, Acreditaciones 6134-01 y 6134-02.
- Autorización como Laboratorio Privado de Caracterización de Residuos Peligrosos, Res. Exenta N° 007455*08.04.2016.
- ANAM es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Santiago N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02.
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de agua potable y serie NCh 411 y NCh ISO 5667, para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE -111 y LE-112 del INN.
- ANAM se encuentra certificado bajo las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001 2018.
- Cuando el muestreo sea realizado por el cliente, Análisis Ambientales S.A., se hace responsable de los resultados emitidos a partir de la muestra recibida.
- Parámetros que acompañan Declaración Jurada se realizan a través de cálculo matemático o aritmético, actividades no establecidas en la Resolución Exenta 126/2019

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. No5)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente Macarena Silva Ortega
Unidad Macarena Silva Ortega
Dirección Del Salvador 750
RUT 19136009-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Residual
Programa de Control Solicitud General Muestras
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 250247422 **# Comuna:** Purranque
Descripción: Estero Potrillo Las Yeguas 2 – AR
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente **Método:**
Fecha Muestreo: 20-10-2025 11:41 **Fecha Recepcion:** 20-10-2025 16:50 **# Responsable** CLIENTE
Proyecto: **Muestreo:**

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 250247422					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Alcalinidad total (CaCO ₃) SM 2320 B Ed. 23	Inicio 21-10-2025 9:10 Fin 23-10-2025 16:17	8,6	mg CaCO ₃ /L	---	1,2
Coliformes Fecales NCh 2313/22 Of. 95(S1)	Inicio 20-10-2025 17:00 Fin 25-10-2025 14:39	300	NMP/100mL	---	2
Demanda Bioquímica de Oxígeno NCh 2313/5 Of. 2005(S1)	Inicio 20-10-2025 17:15 Fin 27-10-2025 10:07	<2	mg/L	---	2
Demanda Química de Oxígeno (DQO) NCh 2313/24 Of. 97(S1)	Inicio 20-10-2025 17:15 Fin 23-10-2025 9:36	5	mg/L	---	2
Fósforo (P) NCh 2313/15 Of.2009(S1)	Inicio 23-10-2025 14:25 Fin 24-10-2025 15:32	<0,1	mg/L	---	0,1
Materia Orgánica (KMnO ₄) NCh 2313/24 Of. 97(*)	Inicio 20-10-2025 17:15 Fin 23-10-2025 17:22	<6	mg/L	---	6
Nitrato (NO ₃) SM 4110 B 24° Edición 2023	Inicio 20-10-2025 17:17 Fin 24-10-2025 17:17	<0,203	mg/L	---	0,203

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 250247422					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Nitrógeno (NO₂) SM 4110 B 24° Edición 2023	Inicio 20-10-2025 17:17 Fin 24-10-2025 17:17	<0,039	mg/L	---	0,039
Nitrógeno amoniacal (NH₄⁺) NCh 2313/16 Of. 2010(S1)	Inicio 22-10-2025 13:00 Fin 22-10-2025 17:40	0,09	mg/L	---	0,03
Nitrógeno total (NT) Cálculo(*)	Inicio 22-10-2025 11:30 Fin 27-10-2025 9:40	8,28	mg/L	---	0,23
Nitrógeno Total Kjeldhal (NKT) NCh 2313/28 2015(S1)	Inicio 22-10-2025 11:30 Fin 27-10-2025 9:19	8,28	mg/L	---	1,00
pH NCh2313/1:2021(S1)	Inicio 20-10-2025 17:35 Fin 30-10-2025 9:57	7,40	UNID	---	-
SAAM NCh 2313/27 Of. 98(S1)	Inicio 22-10-2025 10:00 Fin 27-10-2025 17:52	0,04	mg/L	---	-
Sólidos Disueltos Totales SM 2540 C 24° Ed2023(S1)	Inicio 22-10-2025 11:00 Fin 23-10-2025 14:53	31,0	mg/L	---	5
Sólidos Suspendidos Totales NCh 2313/3 Of. 95(S1)	Inicio 21-10-2025 10:00 Fin 23-10-2025 13:47	5	mg/L	---	1
Turbiedad SM 2130 B Ed. 23(S1)	Inicio 20-10-2025 17:00 Fin 21-10-2025 10:15	3,19	NTU	---	0,07

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.

(#) Datos suministrados por el cliente, cuando el es el responsable del muestreo.

Fecha ensayo (Fin) es la fecha de ingreso del resultado en el sistema informático.



INFORME TÉCNICO

Plan de Gestión de Olores en Planta de Compostaje en
Localidad de Crucero, Purranque, Región de los Lagos:

Etapas I Diagnóstico

Elaborado para: **ZERO CORP SPA**

MARZO 2025

1. PRESENTACIÓN	1
2. ANTECEDENTES GENERALES	1
3. OBJETIVO GENERAL	2
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
4. METODOLOGÍA.....	3
4.1. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR DENTRO DE LA INSTALACIÓN.....	3
4.2. ANTECEDENTES DEL ENTORNO DE LA INSTALACIÓN.	3
4.3. ANTECEDENTES DE LAS EMISIONES DE OLOR.	3
5. RESULTADOS	4
5.1. IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN	4
5.2. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE OPERACIÓN Y PROCESOS DE LA INSTALACIÓN.	4
5.3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES EMISIONES.	8
5.4. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE GENERAR IMPACTO DE OLOR.	8
5.5. CARACTERIZACIÓN DEL TIPO DE USO DE SUELO.....	10
5.6. REGISTROS DE DENUNCIAS POR OLORES	11
5.7. IDENTIFICACIÓN DE OTRAS FUENTES DE OLOR.....	11
5.8. ANTECEDENTES DE RECEPTORES MÁS CERCANOS. HISTORIAL DE RECLAMOS.....	11
6. CONCLUSIONES	12
6.1. VISITA A INSTALACIONES.....	12
6.2. MONITOREO DE OLORES	12
7. PLAN DE ACCIÓN	13

1. Presentación

El presente documento corresponde al informe técnico realizado luego de la visita para la ejecución de la etapa inicial del desarrollo de un Plan de Gestión de Olores en las instalaciones de la Planta de manejo y tratamiento de residuos orgánicos de Zero Corp. Spa, Ruta U-900 km 2,4 lote 1B Crucero, Purranque, Región de los Lagos.

2. Antecedentes Generales

La Planta de manejo y tratamiento de residuos orgánicos se encuentra aproximadamente a 1 km de la localidad de Crucero, Purranque. Debido a esta escasa distancia con la comunidad se genera un potencial intrínseco de molestia por impacto por malos olores producto del proceso de descomposición orgánica que conlleva la generación de olores en mayor o menor grado.

Durante la visita se desarrolló la etapa de diagnóstico correspondiente a la primera de cuatro etapas del Plan de Gestión de Olores recomendado por el Ministerio del Medio Ambiente. Esta etapa de diagnóstico corresponde a una recopilación de información relacionada con la ubicación, operación y emisión de olor de las instalaciones incluyendo el monitoreo de olor en terreno basado en metodologías estandarizadas recomendadas por la Autoridad Medioambiental.

3. Objetivo General

Realización de la etapa de diagnóstico para definir la situación odorante, dentro y en el entorno de las instalaciones, y posteriormente desarrollar el Plan de Gestión de Olores en la Planta de Compostaje en la localidad de Crucero Purranque.

3.1. Objetivos Específicos

- Recopilar antecedentes de la ubicación, operación, procesos, fuentes de olor y potencial de generación de impacto en la comunidad por la Planta de Compostaje.
- Recopilar antecedentes del entorno de la Planta de Compostaje como tipo de uso de suelo, registros de denuncias por olores, identificación de fuentes de olores externas a la Planta de Compostaje y antecedentes relacionados a los receptores más cercanos a las instalaciones
- Recopilar antecedentes sobre las emisiones de olor a partir de los resultados entregados por las narices electrónicas y por monitoreo de olor en terreno para conocer el riesgo de generar impacto.

4. Metodología

La etapa de diagnóstico propuesta se desglosa en diversas metodologías y actividades para obtener resultados válidos que permitan ejecutar el Plan de Gestión de Olores:

4.1. Actividades por desarrollar dentro de la instalación.

- Identificación de la Instalación.
- Identificar el tipo de operación y procesos de la instalación
- Identificar las principales emisiones
- Identificar y caracterizar las fuentes emisoras según norma NCh3386:2015 “Muestreo estático para olfatometría”
- Caracterizar el olor
- Identificar la probabilidad de generar impacto de olor

4.2. Antecedentes del entorno de la instalación.

- Caracterización del tipo de uso de suelo
- Registro de denuncias por olores
- Identificación de otras fuentes de olor
- Antecedentes de receptores más cercanos. Historial de reclamos

4.3. Antecedentes de las emisiones de olor.

- Desarrollar monitoreo de olor en terreno según NCh3533/2:2017 Medición del impacto de olor mediante inspección de campo – Medición de la frecuencia del impacto de olores reconocibles- Parte 2: Método de la pluma.
- Definir el alcance odorante
- Definir la situación odorante

El cumplimiento de los objetivos estipulados permitirá desarrollar la etapa II correspondiente a las medidas de implementación para el control de olores.

5. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del diagnóstico realizado entre el 30 de enero y el 2 de febrero del 2025. De dicha información es posible indicar que las actividades operacionales de la Planta de Compostaje causan impacto odorante en la población de la localidad de Crucero.

5.1. Identificación de la instalación

Ubicación	Ruta U 900 km 2,4, Crucero, comuna de Purranque
Georreferencia del punto central de la instalación	40°55'39.86"S - 73°21'39.80"O
Sector productivo	Tratamiento de residuos sólidos mediante compostaje
Funcionamiento de las operaciones	Lunes a viernes 8:00 a 18:00 hrs. Sábado 8:00 a 14:00 hrs.



Imagen 1 Ubicación de las Instalaciones
Fuente Google Earth Pro 7.3.6.10201 (64-bit)

5.2. Identificación del tipo de operación y procesos de la instalación.

Las operaciones de la planta transforman los residuos orgánicos industriales provenientes de las industrias sanitaria, láctea, acuícola, cárnica y agroindustrial que, a través de un proceso de compostaje utilizando pilas de aireación forzada, se logra producir un compost el cual puede ser usado como una enmienda agrícola, como un material estructurante o un mejorador de suelos.

A continuación, se detallan las principales etapas del proceso:

- **Recepción:** La materia prima proveniente de los residuos orgánicos de la industria sanitaria, láctea, acuícola, cárnica y agroindustrial es transportada por camiones hasta el galpón de recepción donde es vaciada al andén para posteriormente ser mezclada con biomasa.



Imagen 2 Recepción

- Homogenización: La mezcla de materia prima con biomasa se homogeniza para que el proceso de compostaje se realice de manera óptima. Luego la mezcla se lleva, por medio de retroexcavadoras, hasta las trincheras de aireación.



Imagen 3 Homogenización

- Apilado en trincheras de aireación forzada: Se realiza el apilado en las trincheras hasta completar su capacidad, posterior al llenado se cubre con membranas para estabilizar y controlar el proceso de compostaje mediante la aireación de la pila por 25 días y además evitar la emanación de olores.



Imagen 4 Apilado en trinchera de aireación

- Apilado en pilas en tránsito a PEP: Luego de los 25 días en las pilas con membrana, el compost se acumula en una nueva pila transitoria con aireación antes de finalizar el proceso de compostaje.



Imagen 5 Pilas de aireación transitorias

- Recolección de lixiviados: durante el proceso de aireación se realiza la recolección de lixiviados generados por las pilas. Estos líquidos se acumulan en estanques para su posterior disposición



Imagen 6 Estanques de acumulación de lixiviados

- Formación de pilas en proceso (PEP): Finalizado el proceso de compostaje las pilas se acumulan bajo un galpón a la espera de ser tamizadas para separar la biomasa del compost final.



Imagen 7 Galpón PEP

- Harneado de compost final: En esta etapa se separa el compost final de la biomasa, para formar pilas de producto terminado listas para despacho. La biomasa separada se reutiliza en la formación de nuevas pilas.



Imagen 8 Harnero

5.3. Identificación y caracterización de las principales emisiones.

Durante el reconocimiento del proceso productivo se identificaron las principales fuentes emisoras de olores que podrían impactar en el exterior de la planta de compost:

Tabla 1 Fuentes emisoras de olor

Fuentes	Tipo de fuente	Frecuencia de emisión	Caracterización del olor
Recepción	Puntual y fugitivas	Discontinuo	Descomposición, pescado, rancio, grasa, séptico
Homogenización	Puntual	Discontinuo	Descomposición, pescado, rancio, grasa, madera, pino
Apilado en trincheras con membrana	Difusa	Continuo	Descomposición, agrio, rancio, leche agria, grasa, cacao, tierra, fermentación, amoniaco
Pilas en transito a PEP	Difusa	Continuo	Agrio, cacao, fermentación, tierra, mentol, descomposición, dulce, amoniaco
PEP	Volumen y fugitivas	Continuo	Tierra, cacao, tabaco, tostado, fermentación, agrio, amoniaco
Harnero	Volumen	Discontinuo	Tierra, cacao, tabaco, tostado, fermentación, agrio, amoniaco
Compost terminado	Difusa	Continuo	Tierra, tabaco, tostado

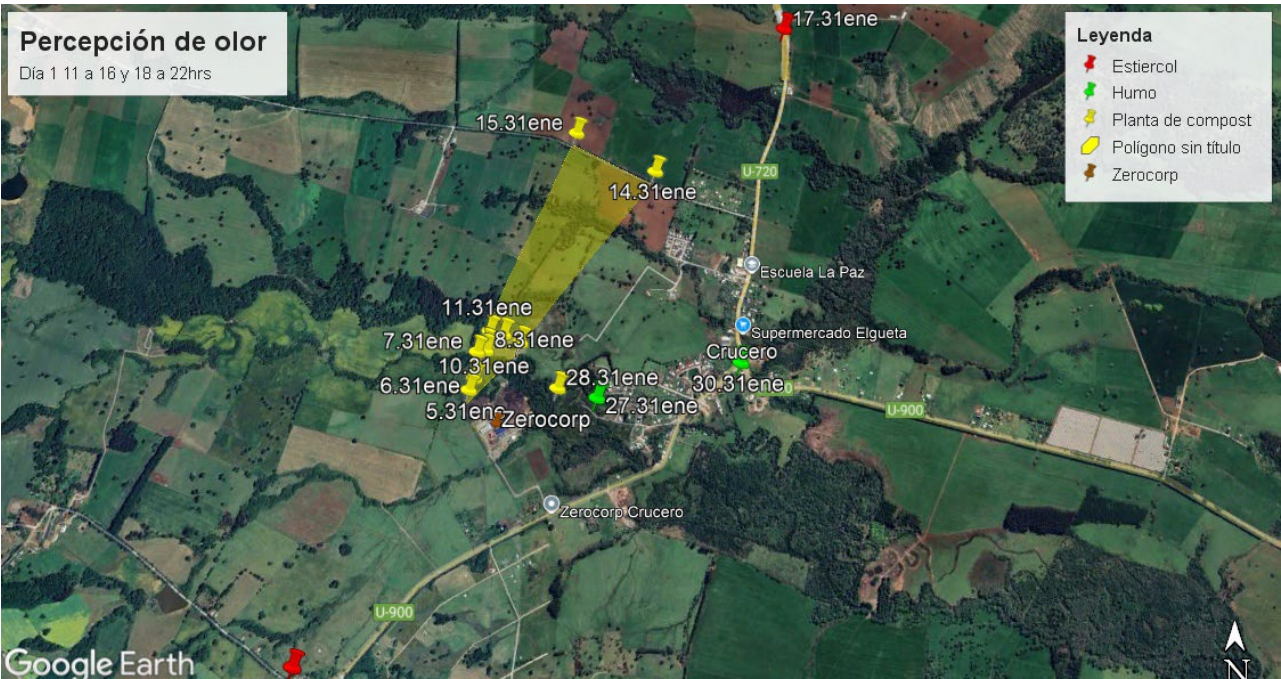
Los tipos de fuentes se identificaron de acuerdo con la norma NCh3386:2015 “Muestreo estático para olfatometría”. Las notas de olor percibidas corresponden a notas de olor características del proceso de formación de compost.

5.4. Identificación de la probabilidad de generar impacto de olor.

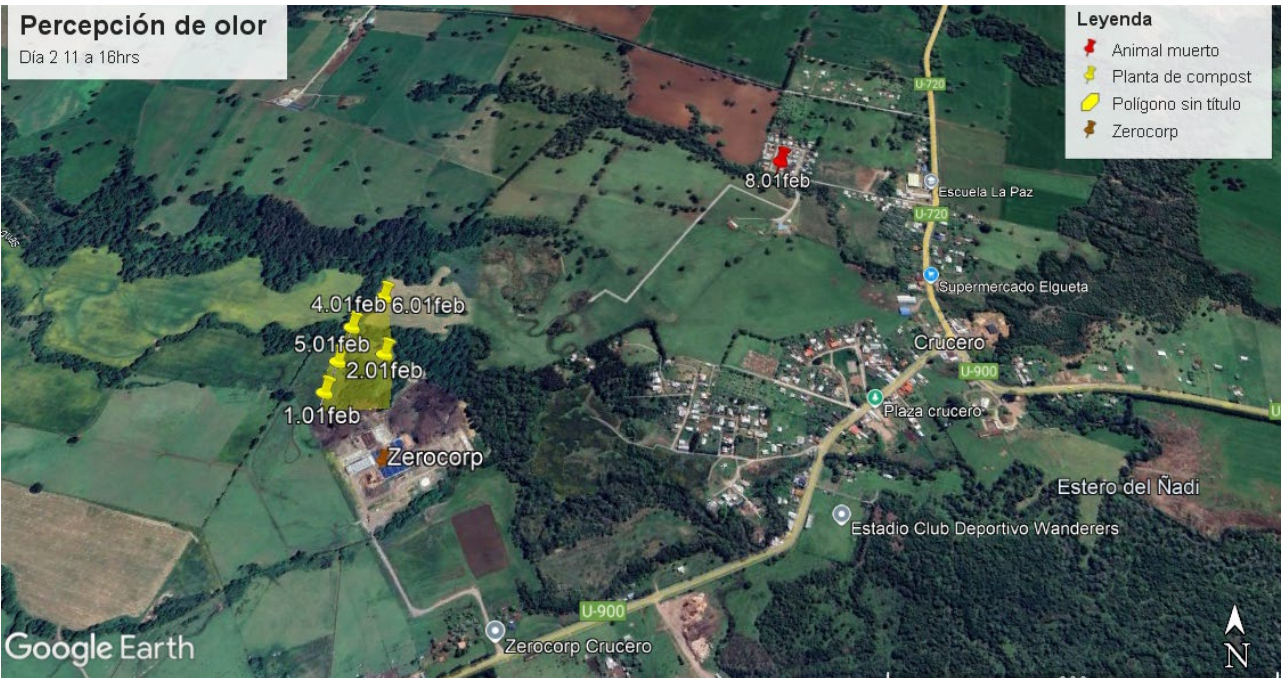
Para determinar el impacto de las fuentes de olor se realizó un monitoreo de olor en terreno durante tres jornadas bajo la norma NCh3533/2:2017 Medición del impacto de olor mediante inspección de

campo – Medición de la frecuencia del impacto de olores reconocibles- Parte 2: Método de la pluma. Los puntos con percepción de olor formaron las siguientes “plumas de olor”:

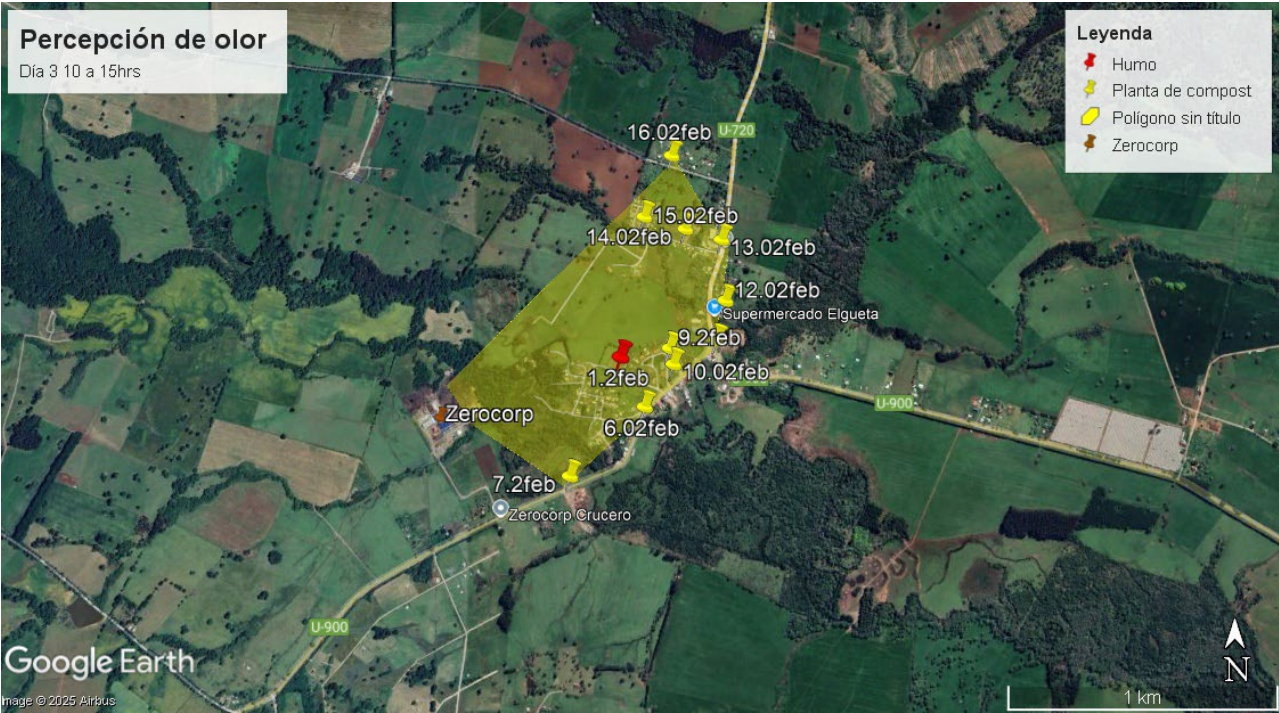
Jornada 1



Jornada 2



Jornada 3



Durante las tres jornadas de monitoreo hubo percepción de olores provenientes de la plana de compost, la percepción de olor llegó hasta 1,3 Km abarcando la comunidad de Crucero. Las notas de olor percibidas fueron asociadas a la Recepción Pilas en tránsito a PEP y las Pilas PEP.

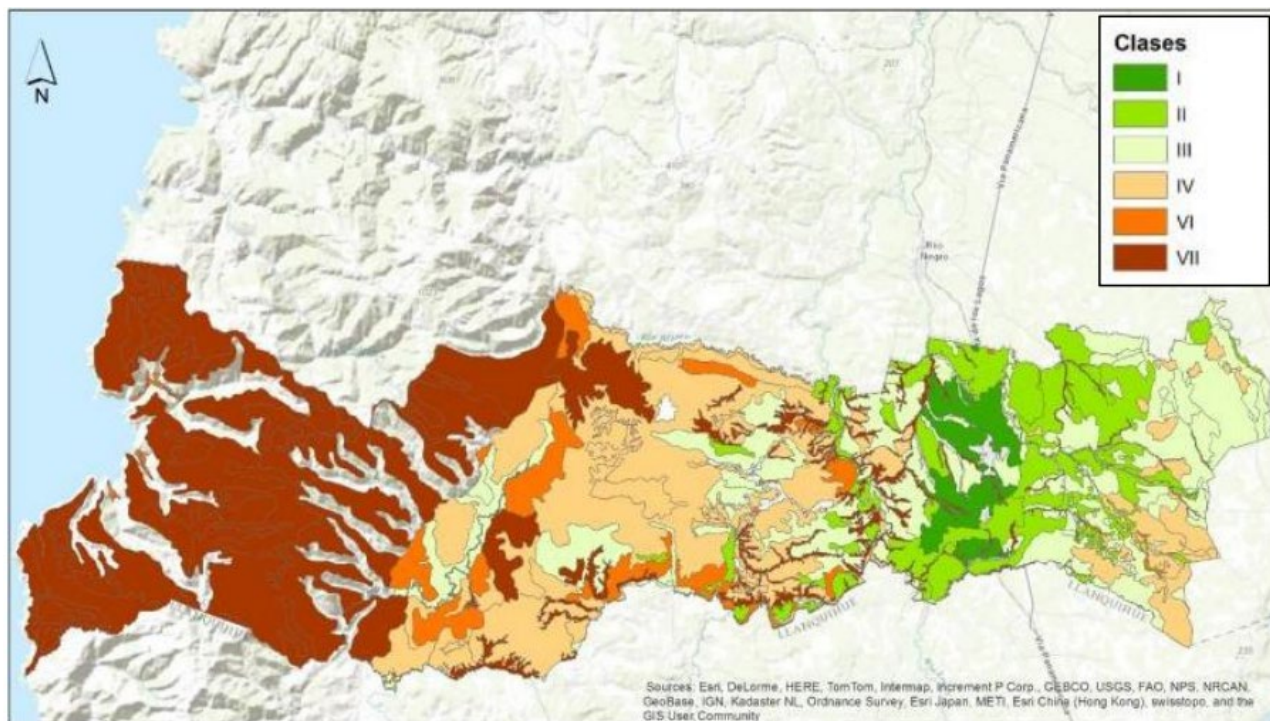
De acuerdo con el monitoreo e identificación de las fuentes se determinó la probabilidad de generar impacto de olor. La siguiente tabla muestra dicha información:

Tabla 2 Probabilidad de generación de olor de fuentes identificadas

Fuentes	Medidas de mitigación	Probabilidad de generar impacto	Percepción en exterior	Percepción en comunidad
Recepción	Biofiltro, cortina de aire	Moderada por fuentes fugitivas	Si	No
Homogenización	Biofiltro, cortina de aire	Leve	No	No
Apilado en trincheras con membrana	Membranas	Leve	No	No
Pilas en transito a PEP	Nada	Alta	Si	Si
PEP	Galpon de tela	Moderada por fuentes fugitivas	Si	Probablemente
Harnero	Nada	Alta	No	No
Compost terminado	Nada	Baja	No	No

5.5. Caracterización del tipo de uso de suelo

Suelo de capacidad de uso tipo II



*Imagen 9 Caracterización de tipo de uso de suelo
Fuente Plan regulador Purranque*

5.6. Registros de denuncias por olores

SMA ha informado 12 denuncias ciudadanas vinculadas a percepción de malos olores.

5.7. Identificación de otras fuentes de olor

Durante el monitoreo en terreno hubo percepción de olores asociados a la crianza de animales que están en los alrededores de la localidad de Crucero, específicamente ganado vacuno, la nota de olor identificada fue estiércol. Además, durante la visita a los alrededores, se visitó la planta de tratamiento de aguas de la localidad de Crucero, sin embargo, no hubo percepción de sus procesos en el exterior.

5.8. Antecedentes de receptores más cercanos. Historial de reclamos.

Existe un registro de quejas elaborado por practicantes entre enero y febrero del 2023 donde se reportaron 6 reclamos por parte de la comunidad. Además, Zerocorp mantiene contacto con los receptores cercanos realizando reuniones coordinadas con las Junta de Vecinos de la comunidad.

6. Conclusiones

6.1. Visita a Instalaciones

- Se identificaron las fuentes y su probabilidad de generar impacto en el exterior. La Recepción, Pilas en tránsito y pilas PEP son las fuentes que tienen mayor probabilidad de generar impacto odorante. Durante la visita una de las cortinas de aire de encontraba sin funcionamiento, el choque de un camión provocó un orificio en el galpón formándose una fuente fugitiva. Debido a la alta intensidad y ofensividad de los olores percibidos, cualquier desperfecto en las medidas de mitigación podrían provocar un alto impacto en los exteriores de la planta.
- Con respecto a la Recepción de materias primas, existen diferencias odorantes en cuanto al tipo de residuo recibido debido a su composición orgánica y su estado de descomposición, esto podría influir en el tiempo en que disminuya la intensidad y ofensividad del olor en las pilas de compost terminado.
- Existen fuentes de olor que no tienen medidas de mitigación de olor como las pilas en tránsito a PEP y harnero. Estas fuentes tienen un alto potencial de impactar en la comunidad si es que el proceso de formación de compost no se realiza de manera óptima.
- La calidad del compost que sale de las pilas con membranas influye en la percepción de olor del exterior. Mientras más cercano al punto de termino, se genera menores notas de olor ofensivas.

6.2. Monitoreo de Olores

- Las notas de olor que fueron percibidas en el exterior de la planta pueden asociarse a los procesos de Recepción y Pilas en tránsito a PEP. Las notas de olor asociadas a las pilas en tránsito a PEP fueron percibidas en la comunidad de Crucero lo que hace un punto crítico en el proceso con respecto al impacto odorante. La percepción de esta fuente fue en la jornada de monitoreo en que la Planta no estaba en operaciones por lo que podría haber influencia en los aireadores que funcionan bajo las pilas.
- El punto más lejano de percepción fue a 1.3 km de la Planta de Compostaje, este radio de percepción cubre a toda la comunidad de Crucero.
- La percepción del olor causa molestia debido a las notas de olor percibidas, que son características a la formación de compost, en conjunto con la alta frecuencia en algunos puntos, alta intensidad y ofensividad.

7. Plan de Acción

De acuerdo con el diagnóstico realizado durante la visita a las instalaciones productivas de Zerocorp se recomienda ejecutar el siguiente plan de acción

Tabla 3 Recomendaciones

Medidas a implementar		Resultados esperados
Mejoras operacionales	Plan de mantenciones preventivas (biofiltros, cortinas de aire)	Evitar fuentes fugitivas de olor que puedan impactar en la comunidad
	Obtener una pila inicial lo más homogénea posible	Degradación homogénea de la pila, disminución de notas ofensivas al final del proceso de apilado en membranas
	Obtención de un compost más "terminado" luego de la etapa de apilado en membrana	Disminución de notas ofensivas, menos impacto en la comunidad
	Realizar acciones para mitigar el olor de las pilas en tránsito a PEP debido a que es la fuente de olor más crítica por su percepción en el exterior	Menor impacto en la comunidad
	Mejorar aireación en pilas con membrana (consultar con especialista)	Disminución de notas ofensivas
Monitoreo	Realizar monitoreos de forma periódica de acuerdo con normativas propuesta por el MMA para conocer el impacto que generan las mejoras del proceso	Conocer impacto en la comunidad con parámetros como frecuencia, intensidad, ofensividad, notas de olor. Verificación de reclamos
	Trabajo en conjunto de monitoreo en terreno con narices electrónicas que permitan lecturas en la inmisión, se sugiere que las narices estén ubicadas en puntos estratégicos en la comunidad) colegio, casa de colaboradores) o cercana a ella (límites de la planta de compost evitando cercanía a fuentes de olor)	Conocer impacto en la comunidad, correlacionar información con reclamos de vecinos
	Realizar control mediante nariz electrónica o similar para el control de las fuentes de olor especialmente las pilas en tránsito a PEP	Conocer el posible impacto por olor
Capacitación y trabajo con comunidad	Taller de medición de olores: este taller se puede realizar con colaboradores y representantes de la comunidad	Participación de la comunidad como sensor de olor, establecer vínculo y participación directa
	Monitoreo participativo: monitoreo que incluya representantes de la comunidad de Crucero (se debe pasar por un entrenamiento previo)	Participación directa de la comunidad como sensor
	Encuesta de olores: Encuesta realizada bajo norma a la comunidad para conocer el impacto real del olor	Conocimiento de la afectación a la salud de la comunidad
	Crear Plan de contingencia ante	Respuesta rápida ante situaciones

	situaciones anormales	inesperadas
Neutralizadores de olor	Aplicación de neutralizador adecuado donde se encapsula el olor en el sector del arroyo del bosque	Disminución de notas de olor ofensivas que potencialmente puedan afectar a la comunidad

INFORME TÉCNICO

Plan de Gestión de Olores en Planta de Compostaje en
Localidad de Crucero, Purranque, Región de los Lagos:
Etapa II Medidas a Implementar: Monitoreo de Olores en
Terreno

Elaborado para: ZERO CORP SPA

ABRIL 2025

CONTENIDO

1. RESUMEN	3
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo General.....	4
2.2. Objetivos Específicos	4
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
3.1. Descripción del área de estudio	5
3.2. Método de la Grilla.....	5
3.3. Metodología de la pluma	7
3.4. Fechas de monitoreo	10
4. RESULTADOS	11
4.1. Metodología de la Grilla.....	11
4.2. Metodología de la Pluma	13
4.3. Condición climática	14
5. CONCLUSIONES.....	16
5.1. Respecto del monitoreo.....	16
5.2. Respecto de los resultados	16

1. RESUMEN

Con el objetivo de desarrollar una de las etapas del plan de acción propuesto en la etapa de diagnóstico del Plan de Gestión de Olores se han desarrollado metodologías basadas en las normas NCh 3533/1:2017 Medición del impacto de olor mediante inspección de campo - Medición de la frecuencia del impacto de olores reconocibles - Parte 1: Método de la Grilla y NCh 3533/2 Medición del impacto de olor mediante inspección de campo - Medición de la frecuencia de Impacto de olores reconocibles - Parte 2 Método de la pluma, de forma que se abarque tanto la zona de los alrededores de la Planta de Compost como zonas residenciales que pudieran verse afectadas.

El monitoreo de pluma se desarrolló bajo diferentes condiciones operacionales en la Planta de Compost, con el fin de evidenciar qué procesos son los que más afectan a la percepción de olores en los alrededores y la comunidad de Crucero.

El monitoreo de grilla se ejecutó basado la elaboración de una red de puntos estratégicos en la comunidad de Crucero los cuales se monitorearon en cuatro rutas.

Los resultados muestran que durante los días de monitoreo se registró olor asociado a la Planta de Compost, tanto para la metodología de pluma como de grilla. Además, hubo percepción de notas de olor de origen externo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Ejecutar el plan de acción correspondiente al Plan de Gestión de Olor, implementado por Zerocorp, en su etapa de monitoreo para el apoyo en la implementación de medidas mitigadoras.

2.2. Objetivos Específicos

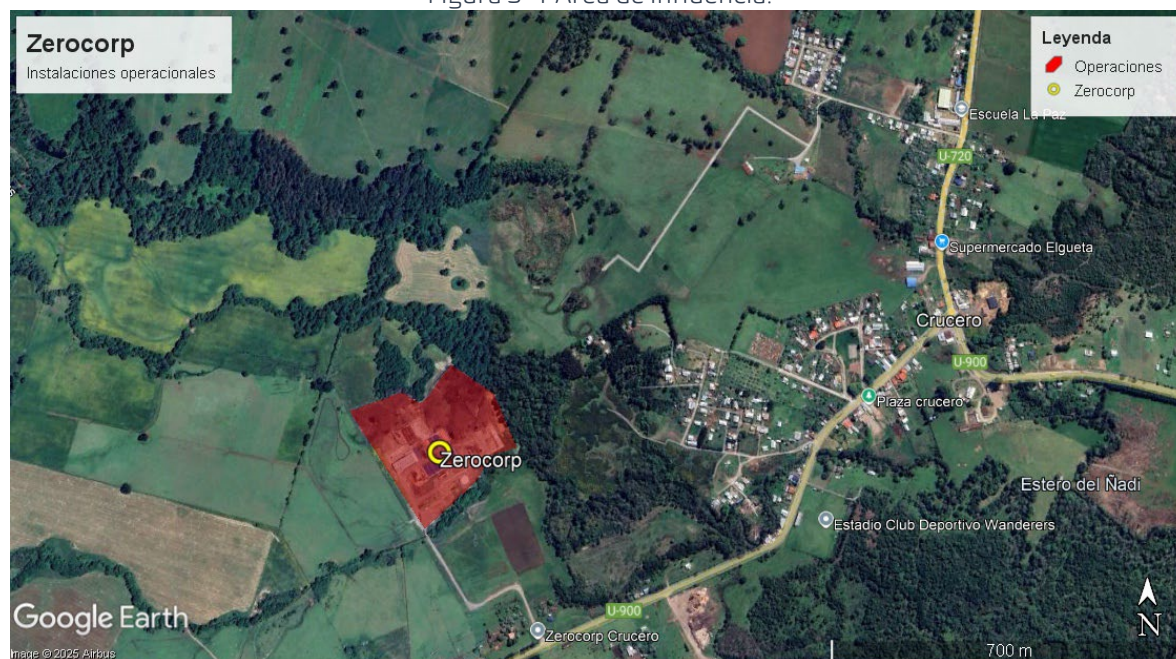
- Realizar el monitoreo de olores tomando consideraciones establecidas en la norma NCh 3533/1 Medición del Impacto de Olor Mediante Inspección de Campo. Medición de la Frecuencia del Impacto de Olores Reconocibles Parte 1: Método de la grilla.
- Realizar el monitoreo de olores tomando consideraciones establecidas en la norma NCh 3533/2 Medición del Impacto de Olor Mediante Inspección de Campo. Medición de la Frecuencia del Impacto de Olores Reconocibles Parte 2: Método de la pluma.
- Caracterizar la percepción de olores indicando la intensidad, tono hedónico y descriptores de olor cuando se logran percibir olores potencialmente molestos, para complementar el impacto que produce el tiempo de olor y frecuencia de percepción de las diferentes fuentes.
- Relacionar el impacto odorante en la comunidad con los procesos productivos que se desarrollan en la Planta de Compost para implementar medidas operacionales de mitigación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

El área de influencia se sitúa en las comunas de Purranque, en la localidad de Crucero, Región de Los Lagos. La Figura 3-1 presenta el contexto territorial de análisis.

Figura 3-1 Área de influencia.



Fuente: Google Earth Pro-7.3.4.8248 (64bit)

3.2. Método de la Grilla

La metodología de la grilla es un método de evaluación estadística, en el cual, durante un periodo determinado, entre seis meses y un año, los evaluadores registran los olores detectados en los puntos de intersección de la grilla, en el área de evaluación, de acuerdo con una metodología determinada. Los resultados se usan para calcular la característica del impacto del olor para las cuadrículas de evaluación en el área de estudio.

Los puntos de monitoreo para desarrollar la metodología de Grilla se ubicaron en las zonas pobladas en los alrededores de la planta de Zerocorp.

La figura a continuación muestra los puntos de monitoreo de la grilla.

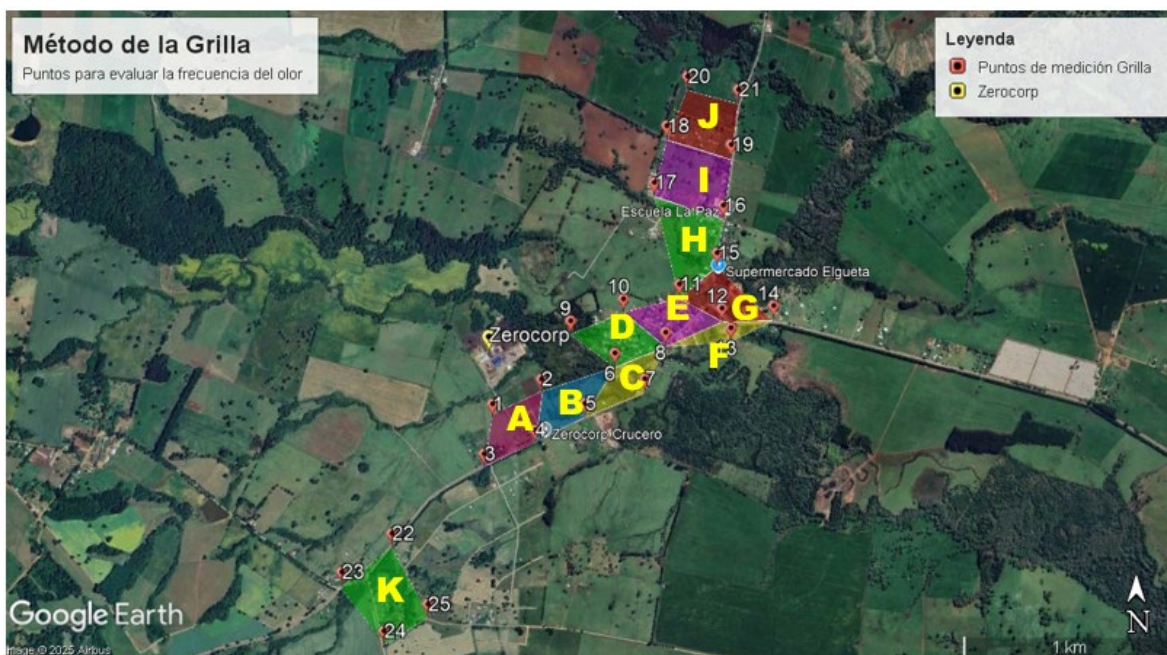


Figura 3-2 Puntos de monitoreo localidad de Crucero
Fuente: Google Earth Pro-7.3.4.8248 (64bit)

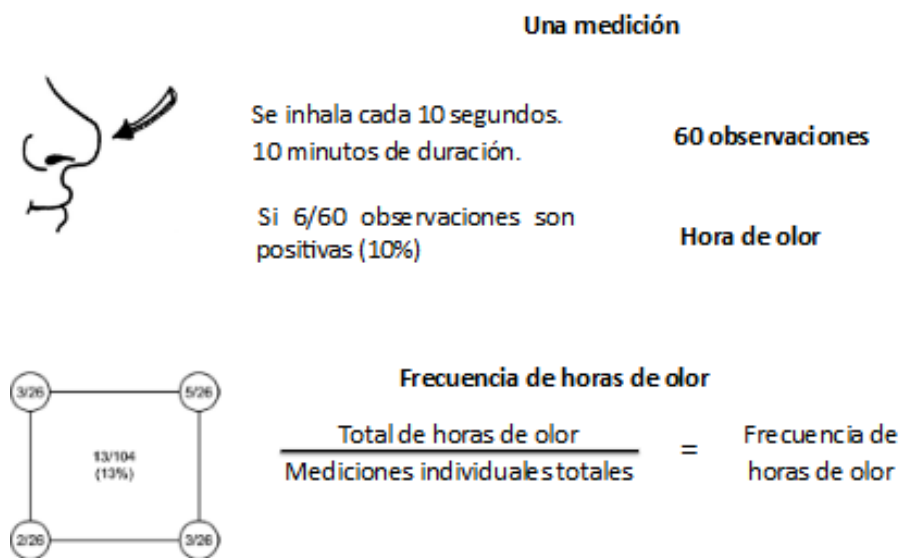
Los puntos de monitoreo de la grilla corresponden a 25 ubicaciones definidas en 11 cuadrículas (de la letra A hasta la K), con el fin de abarcar el área de influencia de forma homogénea. Estos fueron definidos según las recomendaciones de la Norma NCh 3533/1 (250 m entre puntos), distancia que puede variar considerando que los panelistas tuvieran las mejores condiciones para realizar la medición. Además, se crearon 4 rutas para el monitoreo de los puntos en conformidad con la Norma.

Tabla 3-1 Rutas de monitoreo de la grilla

Puntos	Ruta 1	Ruta 2	Ruta 3	Ruta 4
	1	2	3	12
	4	7	5	15
	6	9	8	19
	18	11	14	20
	13	16	21	17
	25	24	23	10
				22

Los resultados son usados para calcular el impacto de olor característico (número de horas por año del impacto de olores) en los cuadros evaluados en el área analizada. Las mediciones se realizan de modo regular cada 10 segundos durante 10 minutos (60 mediciones por punto). La siguiente figura muestra como se realiza el cálculo del tiempo de olor.

Figura 3-3 Esquema para el cálculo de las horas de olor en la grilla



Fuente: Guía básica del olor, AMIGO, 2019

3.3. Metodología de la pluma

Para complementar la información obtenida de la medición efectuada durante la etapa de diagnóstico, se realizaron, en diferentes jornadas, mediciones de pluma, donde los panelistas siguieron la metodología indicada en la norma NCh 3533/2 Medición del Impacto de Olor Mediante Inspección de Campo. Medición de la Frecuencia del Impacto de Olores Reconocibles Parte 2: Método de la pluma.

La medición de olores en la pluma se realiza en la dirección de dispersión del olor. Los evaluadores deben permanecer un tiempo de 10 minutos en el mismo lugar para registrar una respuesta positiva al olor y posteriormente avanzar en dirección de la corriente del viento.

Con esta medición se obtiene una estimación de la emisión de las fuentes para un escenario actual. Es por esto que se ejecutó la medición bajo ciertas condiciones operacionales para revisar la influencia odorante de las fuentes Recepción Pilas en tránsito a PEP y Harnero. Además, se monitoreó la influencia del traslado de las pilas por parte de las máquinas retroexcavadoras

3.3.1. Desarrollo de la medición

Previo a la ejecución del monitoreo se realizó una visita previa a las instalaciones del Zerocorp para conocer las fuentes de olor y realizar el reconocimiento de las notas por parte de los panelistas. La Tabla 3-3 muestra las notas de olor percibidas durante la visita.

Tabla 3-1 Notas de olor.

Fuentes	Caracterización del olor
Recepción	Descomposición, pescado, rancio, grasa, séptico
Homogenización	Descomposición, pescado, rancio, grasa, madera, pino
Apilado en trincheras con membrana	Descomposición, agrio, rancio, leche agria, grasa, cacao, tierra, fermentación, amoniacó
Pilas en tránsito a PEP	Agrio, cacao, fermentación, tierra, mentol, descomposición, dulce, amoniacó
PEP	Tierra, cacao, tabaco, tostado, fermentación, agrio, amoniacó
Harnero	Tierra, cacao, tabaco, tostado, fermentación, agrio, amoniacó
Compost terminado	Tierra, tabaco, tostado

Fuente: Haendel 2025

3.3.2. Evaluación Sensorial

Además, el panel sensorial realizó la evaluación de intensidad y ofensividad de las notas de olor percibidas.

La intensidad de olor representa a la “fuerza” con que el olor es percibido. De acuerdo con el umbral de detección de cada panelista entrenado se registra la intensidad según la tabla diseñada para esta medición.

Tabla 3-2 Descripción de la escala de intensidad.

Intensidad		Descripción
Sin olor	0	Sin percepción
Muy débil	1	Percepción confusa
Débil	2	Percepción débil, se genera alerta
Media	3	Percepción distinguible
Fuerte	4	Percepción clara y bien definida
Muy Fuerte	5	Percepción casi pura del olor

La ofensividad se ubica dentro de la escala de tono hedónico, que es la propiedad de un olor relativa a su agrado o desagrado, es decir, es un juicio de categoría del placer o no-placer relativo del olor. El grado de agrado o desagrado en la evaluación es determinado siempre dependiendo de experiencias personales y asociaciones emocionales de cada miembro del panel.

Tabla 3-3 Tabla de tono hedónico.

Tono Hedónico	
Extremadamente agradable	4
Muy agradable	3
Agradable	2
Levemente agradable	1
Neutro	0
Levemente Ofensivo	-1
Ofensivo	-2
Muy Ofensivo	-3
Extremadamente Ofensivo	-4

Además, se evaluó la calidad del olor, es decir describir el olor percibido, dentro del ciclo de medición de acuerdo con las notas de olor percibidas en la visita previa.

Finalmente se determinaron la dirección y velocidad del viento, temperatura ambiente y posición geográfica mediante el uso de anemómetros, termómetros ambientales, sistema de GPS y el apoyo de la estación meteorológica ubicada en la Planta de Compost. Es importante registrar las condiciones ambientales durante los monitoreos en terreno, ya que es un factor determinante en la dispersión del olor desde la fuente, lo que puede afectar la percepción de los panelistas.

3.4. Fechas de monitoreo

El monitoreo se realizó durante cuatro días divididos en 6 turnos abarcando jornadas de mañana tarde y noche.

Tabla 3-4 Fechas y horarios de monitoreo.

Fechas	Horario turno
18 de marzo	10:00 a 13:00 y 14:30 a 17:30
19 de marzo	9:30 a 13:30
20 de marzo	0:00 a 3:00 y 15:00 a 17:30
21 de marzo	11:30 a 14:30

4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del monitoreo en terreno realizado por el panel sensorial durante las jornadas del mes de marzo del 2025.

4.1. Metodología de la Grilla

Durante el monitoreo de esta metodología se registró olor que podría provenir del Compost en 6 de los 25 puntos que componen la grilla. Además, hubo percepción de otras notas de olor provenientes de fuentes externas al Compost en 4 puntos.

4.1.1. Frecuencia de Olor

Para determinar la frecuencia de olor de notas asociadas a la Planta de Compostaje, se determinó el impacto de olor percibido en un punto, en forma de porcentaje de olor durante la medición, en este caso y en conformidad con la Norma NCh 3533:2017 parte 1, todos los puntos individuales cuya frecuencia sea superior al 10% se va a considerar como una hora de olor.

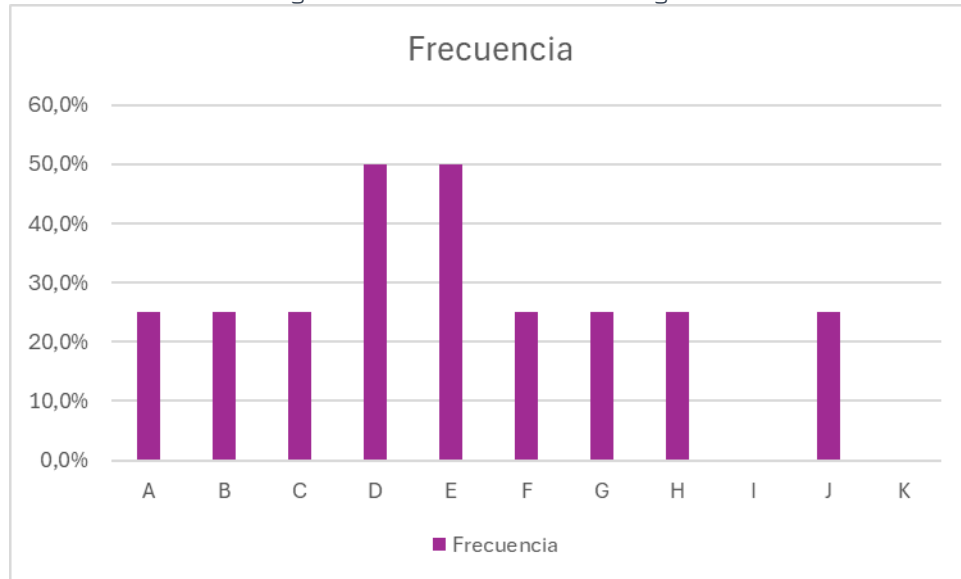
La siguiente tabla considera los resultados obtenidos luego de la primera medición en los puntos de la grilla. Cabe destacar que la Norma sugiere que se realicen por lo menos 26 mediciones.

Tabla 4-1 Cálculo de frecuencia de olor en grilla de monitoreo

Grilla	Puntos	% Observaciones	Horas de olor	Frecuencia
A	1	0,0%	0	25,0%
	2	24,2%	1	
	3	0,0%	0	
	4	0,0%	0	
B	2	24,2%	1	25,0%
	4	0,0%	0	
	5	5,8%	0	
	6	0,0%	0	
C	5	5,8%	0	25,0%
	6	0,0%	0	
	7	0,0%	0	
	8	25,3%	1	
D	6	0,0%	0	50,0%
	8	25,3%	1	
	9	100,0%	1	
	10	0,0%	0	
E	8	25,3%	1	50,0%
	10	0,0%	0	
	11	11,3%	1	
	12	0,0%	0	
F	8	25,3%	1	25,0%
	12	0,0%	0	
	13	0,0%	0	
	14	0,0%	0	
G	11	11,3%	1	25,0%
	12	0,0%	0	
	14	0,0%	0	
	15	0,0%	0	
H	11	11,3%	1	25,0%
	15	0,0%	0	
	16	0,0%	0	
	17	0,0%	0	
I	16	0,0%	0	0,0%
	17	0,0%	0	
	18	0,0%	0	
	19	0,0%	0	
J	18	0,0%	0	25,0%
	19	0,0%	0	
	20	100,0%	1	
	21	0,0%	0	
K	22	0,0%	0	0,0%
	23	0,0%	0	
	24	0,0%	0	
	25	0,0%	0	

Por lo tanto, la frecuencia de olor hasta el momento en cada una de las grillas corresponde a la siguientes:

Figura 4-1 Frecuencia de olor en grilla



Fuente: Google Earth Pro-7.3.4.8248 (64bit)

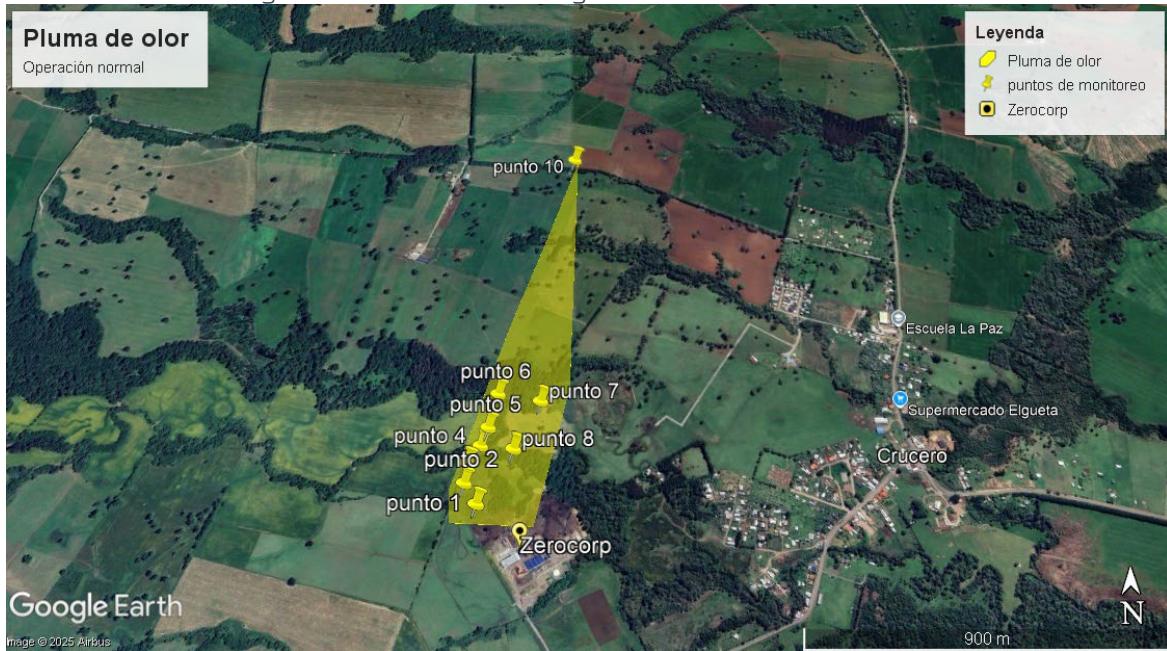
4.2. Metodología de la Pluma

Para evaluar el impacto del olor en el exterior bajo ciertas condiciones operacionales se utilizó la metodología de la pluma. Se realizó la medición en 24 puntos en los alrededores de la Planta de Compostaje.

Durante la primera jornada de monitoreo realizada el 18 de marzo, las condiciones operacionales fueron normales y se registró percepción de olores que podrían asociarse a la Planta de Compostaje a una distancia de 1,4 KM. Las notas de olor percibidas fueron características a pilas de olor en formación como Descomposición, ácido, fermentación, cacao, tierra, grasa, rancio, pescado descompuesto. La intensidad del olor llegó a percibirse entre muy suave y medio, mientras que la ofensividad del olor llegó a percibirse entre poco ofensivo y muy ofensivo.

La distribución de los puntos registrados se muestra a continuación:

Figura 4-2 Puntos de Olor registrados durante Pluma de Olor



Fuente: Google Earth Pro-7.3.4.8248 (64bit)

Durante la segunda jornada de monitoreo realizada el 19 de marzo, las condiciones operacionales fueron con funcionamiento de la recepción, retroexcavadoras y harnero. Sólo se apagaron los sistemas de aireación de las pilas. La percepción de olores que podrían asociarse a la Planta de Compostaje llegó una distancia de 3 KM. Las notas de olor percibidas fueron características a pilas de olor en formación como Descomposición, ácido, fermentación, cacao, tierra, grasa, rancio, pescado descompuesto. La intensidad del olor llegó a percibirse entre muy suave y medio, mientras que la ofensividad del olor llegó a percibirse entre poco ofensivo y muy ofensivo.

Finalmente hubo percepción de notas de olor de procedencia externa a la Planta de Compost como estiércol y humo.

4.3. Condición climática

En la siguiente tabla se muestra el detalle de las condiciones climáticas registradas durante las jornadas de medición.

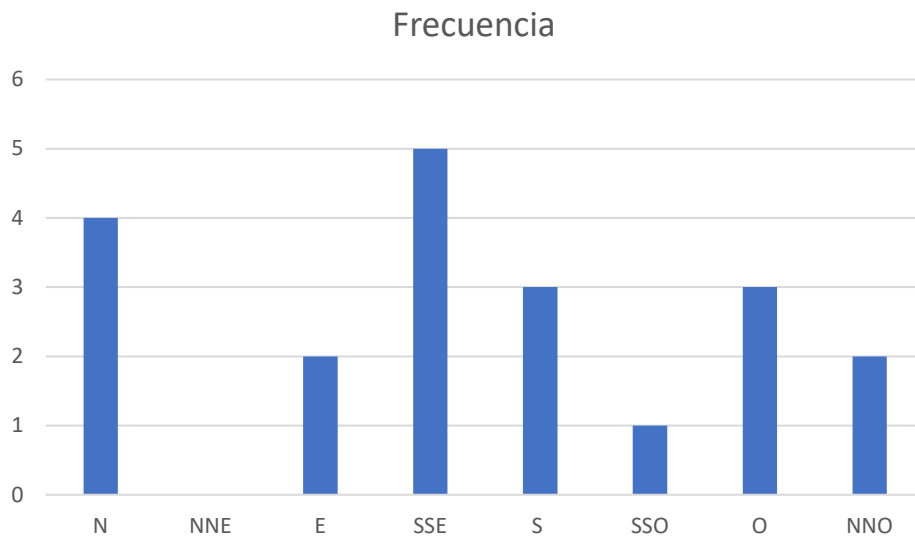
Tabla 4-2 Condición climática durante el monitoreo

Fecha	Horario	Temperatura °C		% Humedad	
		Min	Max	Min	Max
18-mar	am	13,2	15,9	72%	82%
18-mar	pm	19,2	21,5	63%	52%
19-mar	am	10,1	16,5	99%	76%
20-mar	noche	13,2	14	99%	99%
20-mar	pm	22,2	23,2	71%	73%
21-mar	am/pm	15,3	17,1	71%	87%

Haendel 2025

La frecuencia de la dirección del viento mientras hubo percepción de olor atribuible a la Planta de Compost se muestra en la siguiente tabla. Con respecto a la afectación a la comunidad, la percepción con los vientos N y NNO afectó a un sector de casas en parcelas ubicadas al sur de la Planta de Compost. La percepción con vientos S, SSO y O afectó a la comunidad de Crucero.

Figura 4-3 Condición de Vientos durante la percepción de olor en los monitoreos



Fuente: Haendel 2025

5. CONCLUSIONES

5.1. Respecto del monitoreo

El monitoreo realizado entre los días 18 y 21 de marzo de 2025 se ajustó a las metodologías establecidas en la NCh 3533/1 Medición del Impacto de Olor Mediante Inspección de Campo. Medición de la Frecuencia del Impacto de Olores Reconocibles Parte 1: Método de la grilla y NCh 3533/2 Medición del Impacto de Olor Mediante Inspección de Campo. Medición de la Frecuencia del Impacto de Olores Reconocibles Parte 2: Método de la Pluma, no existiendo desviaciones al respecto.

Las mediciones se realizaron en diferentes turnos cubriendo horarios am, pm y noche. Además, se realizaron mediciones con diferentes condiciones operacionales.

5.2. Respecto de los resultados

En las jornadas de monitoreo hubo percepción de olores que podrían asociarse a la Planta de Compostaje en los alrededores, afectando a la localidad de Crucero y algunas parcelaciones ubicadas hacia el sur de la Planta. En estas jornadas la percepción del olor llegó hasta una distancia de 3 kilómetros.

Con respecto al monitoreo de Grilla, los resultados indican que las cuadrículas D y E fueron las más afectadas con el olor con una frecuencia del 50%. Se debe señalar que los resultados bajo esta metodología son parciales debido a que la Norma sugiere que se deben realizar entre 26 y 52 mediciones. Al final de estas mediciones la frecuencia de las horas de olor debe ser menor al 10% para considerarse que el impacto no tiene significancia

Durante las mediciones utilizando la metodología de la pluma, se registraron notas de olor que se asocian a la Planta de Compostaje. Esta percepción tuvo mayor significancia durante la jornada de medición del 19 de marzo (jornada am) donde la percepción del olor fue más notoria y con la mayor distancia. Las notas de olor fueron características a formación de compost, sin embargo, se debe considerar que hubo percepción de la nota de olor pescado descompuesto. Esta nota de olor se considera de gran ofensividad y causa gran molestia dentro de la comunidad.

Debido a que en el proceso de formación de compost en esta Planta las moléculas que dan forma al componente que forma el olor a pescado descompuesto no se alcanzan a descomponer y disiparse se recomienda no utilizar este tipo de materia prima hasta tener un control optimizado en la etapa de Recepción para que los productos de origen acuícola se reciban en menor volumen o de forma parcializada.