

REF: Informe preliminar de cumplimiento de MUT.

ANT: Medida Urgente y Transitoria MP 9-2025

## INFORME CUMPLIMIENTO N°5

Sexta Quincena (lunes 16 de junio de 2025)

---

### I. Antecedentes

Mediante Resolución Exenta N° 479, de 21 de marzo de 2025 (la “Resolución N° 479”), la Superintendencia del Medio Ambiente ha solicitado a Zero Corp SpA (la “Compañía”) implementar ciertas medidas urgentes y transitorias (“MUT”) en relación con su proyecto de compostaje “Ampliación Centro Crucero” (la “Planta de Compostaje”), ubicado en la comuna de Purranque y cuya actividad se encuentra autorizada mediante la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°20221000172, de fecha 10 de mayo de 2022.

### II. Introducción:

El producto acopiado fuera del área del proyecto es compost, **clase B**, dado que no está harneado, es un producto rico en nutrientes y de alto valor agronómico. No es un residuo y está estable.

Este acopio estaba fuera del área del proyecto, debido a los compromisos contraídos con la comunidad y con la Superintendencia del Medio Ambiente (“SMA”) durante el 2024, estos dos compromisos fueron los que alteraron el uso de las superficies:

1. Construir un techo de 6.500 m<sup>2</sup> para evitar que las pilas tengan contacto con las lluvias y se generen molestias en el proceso de harneado.
2. Asfaltar 5.000 m<sup>2</sup> de calles al interior de la planta.

Estas dos medidas, provocaron que durante la construcción de está infraestructura (todo el año 2024 y parte del 2023) no pudiéramos utilizar 1,2 há destinadas en el proyecto para la maduración del producto, y se tuvo que madurar en el costado del proyecto. Hoy sin dudas que con esta infraestructura terminada (desde el mes de enero de 2025) ha permitido una mejor operación, un mejor producto y una salida constante de este, ya que logramos alargar las temporadas de venta de producto de febrero a mayo y de agosto a septiembre.

### **III. Reportes:**

La Resolución N° 479 dispuso efectuar los siguientes reportes quincenales, los cuales son igualmente incluidos en el presente informe:

#### **a. Sección 1.a del Resuelvo N° 1 de la Resolución N° 479:**

En relación con la medida consistente en suspender la presunta actividad de riego con biolíquidos y en retirar los equipos respectivos mientras no se obtengan los permisos sectoriales correspondientes, se requirió a la Compañía efectuar un reporte quincenal, cada lunes, que contenga fotografías fechadas y georreferenciadas y documentos que den cuenta del retiro de los elementos o equipos, así como del transporte y disposición en planta autorizada.

En este sentido, se hace presente que para efectos del presente reporte quincenal – asociado a suspender el riego con fertilizantes biolíquidos–, se tiene por reproducido lo ya informado ante la SMA en presentación de fecha 3 de abril de 2025, relativo a esta misma materia.

#### **b. Sección 2.a del Resuelvo N° 1 de la Resolución N° 479:**

En relación con la medida consistente en implementar mejoras a la carpa del galpón de la zona de maduración, se requirió a la Compañía efectuar un reporte quincenal, cada lunes, donde se dé cuenta de los avances en las mejoras, el que deberá ser acompañado de fotografías fechadas y georreferenciadas.

A la fecha las reparaciones del galpón están realizadas, con sus fotografías entregadas en el informe anterior, y corroboradas en terreno por personal de la SMA.

#### **c. Sección 4.b del Resuelvo N° 1 de la Resolución N° 479:**

En relación a esta medida los sistemas de contención están todos operando, tal cual se presentaron en el informe los informes anteriores

Actualmente se está diseñando un cambio en la planta como las medidas de excelencia operacional.

**d. Sección 4.a del Resuelvo N° 1 de la Resolución N° 479:**

En relación con la medida consistente en el retiro inmediato de los acopios que se encuentran fuera del área del proyecto, se muestran algunas fotografías de cómo está quedando el terreno:



**Fotografías 1:** Áreas limpias, resguardo de árboles y cursos de agua (aprox. 25 m)

Es importante mencionar que se estima en la actualidad un área ocupada fuera de la RCA de alrededor de 2.500 m<sup>2</sup>, lo que significa una disminución del espacio en más de 10.000 m<sup>2</sup>. Este espacio actualmente ocupado se encuentra alejado significativamente de cualquier curso de agua.

Hasta la fecha y una vez terminadas las medidas de contención de olores se han retirado 15.789 m<sup>3</sup>, los cuales han sido vendidos como compost clase B. Se adjunta a este informe:

- Planilla de transportes con montos diarios actualizados

#### **e. Sección 3a y 3b del Resuelvo N° 1 de la Resolución N° 479:**

Efectuar toma de muestras de agua y sedimento en un punto aguas arriba y un punto aguas abajo del estero, en relación con el terreno del proyecto y en el punto de coordenadas UTM DATUM WGS84 HUSO 18 Norte: 5468171, Este: 638102. Se incorporan en el anexo (Informe y resultados de Laboratorio de sedimentos y agua)

En base a los resultados de este muestreo, se deberá presentar y ejecutar un programa de monitoreo de la calidad de las aguas y sedimentos del estero, que considere una frecuencia quincenal, y que establezca como mínimo los parámetros indicados en la Resolución Exenta N°20221000172, de fecha 10 de mayo de 2022, que se consideran para el estero sin nombre, en el informe anexo se prestante el plan de monitoreo propuesto y comprometido en virtud de los resultados obtenidos.

#### **Conclusiones del estudio**

De los resultados obtenidos y los análisis derivados, se concluye que no hay parámetros fuera de normas nacionales o internacionales, ni variaciones que sobrepasen los rangos de mediciones previas en el estero, permitiendo concluir que los parámetros físico-químicos han permanecido estables en el tiempo, por lo que se considera que el estero Potrerillo de las Yeguas constituye un elemento apto para el desarrollo de la vida acuática.

Si bien los parámetros medidos en laboratorio se han mantenido estables en el tiempo en comparación con la información previa a la RCA, al considerar la inspección inicial realizada en febrero de 2025 (“Acta de notificación Resolución Exenta 479” del Expediente MP-009-2025), y comparar los parámetros medidos in situ, se puede identificar que la columna de agua del estero presenta variaciones a lo largo del año, tanto en saturación de oxígeno y oxígeno disuelto, como en la profundidad y ancho de la columna de agua. Estos cambios están estrechamente relacionados con el gran área de aporte a la cuenca que es de origen pluvial, y las variaciones en los montos de precipitación a lo largo del año, lo que deriva en cambios en el flujo del agua en el estero, impactando directamente los parámetros mencionados y generando factores idóneos en verano para la ocurrencia de elementos como la película viscosa similar a biofilm, que en la medición realizada en abril estaba casi ausente dada la mayor oxigenación de las aguas.


Finalmente, se concluye que el Estero Potrerillo de las Yeguas presenta actualmente resultados de calidad de agua que indican un estero en buen estado sanitario, sin alteraciones y relativamente estable en el tiempo, considerando el entorno antropizado en que se encuentra, con actividad silvoagropecuaria.

En base a los resultados de calidad de agua presentados y analizados en este informe, se estima que no es necesario realizar un monitoreo quincenal de la calidad de aguas

del Estero Potrerillo las Yeguas como es solicitado en el punto 3 del primer resuelvo de la resolución exenta N°479 de marzo de 2025 emanada por la SMA, toda vez que se evidencian parámetros en rangos normales para un estero en condiciones naturales de régimen pluvial, plenamente capaz de sostener la vida acuática. Sin embargo, y con la finalidad de comprender y evidenciar los cambios naturales que puede presentar el estero a lo largo del año, se propone un plan de monitoreo de los parámetros medidos en el presente informe, el cual es detallado en el Apéndice 2. Se detalla en él un plan de monitoreo propuesto para el Estero Potrerillo de las Yeguas, que complementa al monitoreo ya establecido por la RCA, y que permita evaluar adecuadamente el componente de interés y sus variaciones en el tiempo.

Se adjunta ha este informe:

- Informe de Resultados Calidad de Agua Estero Potrerillo de las Yeguas, de abril de 2025.
- Informes de Laboratorio (sedimentos y agua)
- Plano área aportante



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

Crucero, 16 de Junio de 2025

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 02-06-2025 15:55

Identificación del Cliente	
Cliente: ECONSULT AMBIENTAL SPA	RUT: 76569433-7
Dirección: Santa Beatriz 111, Oficina 904 - Providencia - Metropolitana de Santiago - Chile	
Contacto: Macarena Silva	Teléfono: ---

N° Muestra: 287054-1/2025.1 - Id: 1877948 - Agua superficial / SMA	
Subárea o producto: Agua superficial	
Término de muestreo: 15-04-2025 13:30	Fecha de Recepción: 16-04-2025 12:08
Tipo de muestra: Puntual	Región: Región de Los Lagos
Comuna: Puerto Varas	Lugar de muestreo: puerto varas
Punto de muestreo: SMA	Dirección de muestreo: Puerto Varas
Instrumento ambiental: ---	Proyecto: ---
Muestreado por: Cliente	

Resultados Analíticos
-----------------------

Análisis Acreditados
----------------------

Parámetro	Resultado	NCh 1333	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Alcalinidad	20,4 mg CaCO <sub>3</sub> /L	Mínimo 20 mg CaCO <sub>3</sub> /L	1 mg CaCO <sub>3</sub> /L	SM 2320 B	16-04-2025 12:12
Determinación de Coliformes fecales	< 1,8 NMP/100 mL	1000 NMP/100mL	1,8 NMP/100 mL	SM 9221 E.1	16-04-2025 12:30
pH	6,15 unidad de pH	5,5-9 unidad de pH	--- unidad de pH	SM 4500 H B	16-04-2025 12:12

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Demanda Bioquímica de Oxígeno	7,93 mg/L	2,00 mg/L	SM 5210 B, 4500 O H	16-04-2025 12:17
Demanda Química de Oxígeno	14,5 mg/L	2,00 mg/L	SM 5220 D	21-04-2025 16:19
Fósforo	< 0,2 mg P/L	0,2 mg P/L	SM 4500 P B4, 4500 P C	17-04-2025 09:30
Nitrato	< 0,2 mg N/L	0,2 mg N/L	SM 4500 NO3 D	16-04-2025 12:20
Nitrito	< 0,03 mg N/L	0,03 mg N/L	SM 4500 NO2 B	16-04-2025 12:23
Nitrógeno amoniacal	0,10 mg N/L	0,10 mg N/L	SM 4500 NH3 D	22-04-2025 09:56
Nitrógeno total Kjeldahl	1,3 mg N/L	0,10 mg N/L	SM 4500 Norg C	22-04-2025 08:06
Sólidos disueltos totales	40 mg/L	5,0 mg/L	SM 2540 C	22-04-2025 13:18
Sólidos sedimentables	< 0,1 mL/L	0,1 mL/L	SM 2540 F	16-04-2025 12:50
Sólidos suspendidos totales	< 5,0 mg/L	5,0 mg/L	SM 2540 D	16-04-2025 12:30
Surfactantes aniónicos	< 0,1 mg/L	0,1 mg/L	SM 5540 C	17-04-2025 10:36
Turbiedad	5,5 UNT	0,5 UNT	SM 2130 B	16-04-2025 12:40

Análisis No Acreditados
-------------------------

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrógeno total	1,30 mg N/L	0,20 mg N/L	---	02-05-2025 10:24

### Especificaciones

**NCh 1333:** Norma Chilena 1333

### Notas

ND: No determinado.

LD: Límite de Detección. LD para todos los ensayos excepto ensayos de cromatografía gaseosa, en el cual se considera Límite de Cuantificación.

SM: *Standard Methods* for the Examination of Water and Wastewater, 24th. Edition 2023.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

El presente informe no es de carácter ETFA.

Laboratorio Hidrolab S.A declara exención de responsabilidad cuando la información del muestreo es proporcionada por el cliente, los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.



**Ximena Cuadros Moya**  
Responsable Técnico/Rep. Legal

**Código de Validación:** c6e52c49a35f474fae36dd6dd63a8d34

La validación de este documento puede ser realizada en: [portal.mylimsweb.cloud](https://portal.mylimsweb.cloud).

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 02-06-2025 15:57

Identificación del Cliente	
Cliente: ECONSULT AMBIENTAL SPA	RUT: 76569433-7
Dirección: Santa Beatriz 111, Oficina 904 - Providencia - Metropolitana de Santiago - Chile	
Contacto: Macarena Silva	Teléfono: ---

N° Muestra: 287050-1/2025.2 - Id: 1877972 - Agua superficial / SMA-B	
Subárea o producto: Agua superficial	
Término de muestreo: 15-04-2025 14:36	Fecha de Recepción: 16-04-2025 12:08
Tipo de muestra: Puntual	Región: Región de Los Lagos
Comuna: Puerto Varas	Lugar de muestreo: puerto varas
Punto de muestreo: BDR-P6	Dirección de muestreo: Puerto Varas
Instrumento ambiental: ---	Proyecto: ---
Muestreado por: Cliente	

Resultados Analíticos
-----------------------

Análisis Acreditados
----------------------

Parámetro	Resultado	NCh 1333	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Alcalinidad	20,7 mg CaCO3/L	Mínimo 20 mg CaCO3/L	1 mg CaCO3/L	SM 2320 B	16-04-2025 12:48
Determinación de Coliformes fecales	< 1,8 NMP/100 mL	1000 NMP/100mL	1,8 NMP/100 mL	SM 9221 E.1	16-04-2025 12:30
pH	6,16 unidad de pH	5,5-9 unidad de pH	--- unidad de pH	SM 4500 H B	16-04-2025 12:48

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Demanda Bioquímica de Oxígeno	7,83 mg/L	2,00 mg/L	SM 5210 B, 4500 O H	16-04-2025 12:17
Demanda Química de Oxígeno	14,5 mg/L	2,00 mg/L	SM 5220 D	21-04-2025 16:19
Fósforo	< 0,2 mg P/L	0,2 mg P/L	SM 4500 P B4, 4500 P C	17-04-2025 09:30
Nitrato	< 0,2 mg N/L	0,2 mg N/L	SM 4500 NO3 D	16-04-2025 12:20
Nitrito	< 0,03 mg N/L	0,03 mg N/L	SM 4500 NO2 B	16-04-2025 12:23
Nitrógeno amoniacal	0,20 mg N/L	0,10 mg N/L	SM 4500 NH3 D	22-04-2025 10:58
Nitrógeno total Kjeldahl	1,1 mg N/L	0,10 mg N/L	SM 4500 Norg C	22-04-2025 09:40
Sólidos disueltos totales	55 mg/L	5,0 mg/L	SM 2540 C	22-04-2025 11:39
Sólidos sedimentables	< 0,1 mL/L	0,1 mL/L	SM 2540 F	16-04-2025 12:50
Sólidos suspendidos totales	< 5,0 mg/L	5,0 mg/L	SM 2540 D	16-04-2025 12:30
Surfactantes aniónicos	< 0,1 mg/L	0,1 mg/L	SM 5540 C	17-04-2025 10:36
Turbiedad	7,3 UNT	0,5 UNT	SM 2130 B	16-04-2025 12:40

Análisis No Acreditados
-------------------------

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrógeno total	1,10 mg N/L	0,20 mg N/L	---	02-05-2025 10:24



### Especificaciones

**NCh 1333:** Norma Chilena 1333

### Notas

ND: No determinado.

LD: Límite de Detección. LD para todos los ensayos excepto ensayos de cromatografía gaseosa, en el cual se considera Límite de Cuantificación.

SM: *Standard Methods* for the Examination of Water and Wastewater, 24th. Edition 2023.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

El presente informe no es de carácter ETFA.

Laboratorio Hidrolab S.A declara exención de responsabilidad cuando la información del muestreo es proporcionada por el cliente, los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.



**Ximena Cuadros Moya**  
Responsable Técnico/Rep. Legal

**Código de Validación:** 45c41ed617aa4b8899e2b2f19533a0b5

La validación de este documento puede ser realizada en: [portal.mylimsweb.cloud](https://portal.mylimsweb.cloud).

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 22-04-2025 15:56

Identificación del Cliente	
Cliente: ECONSULT AMBIENTAL SPA	RUT: 76569433-7
Dirección: Santa Beatriz 111, Oficina 904 - Providencia - Metropolitana de Santiago - Chile	
Contacto: Macarena Silva	Teléfono: ---

N° Muestra: 287051-1/2025.0 - Id: 1768571 - Sedimento / SMA-A	
Subárea o producto: Sedimento	
Término de muestreo: 15-04-2025 12:34	Fecha de Recepción: 16-04-2025 12:08
Región: Región de Los Lagos	Comuna: Puerto Varas
Lugar de muestreo: puerto varas	Punto de muestreo: SMA-A
Dirección de muestreo: Puerto Varas	Tipo de muestra: Puntual
Instrumento ambiental: ---	Proyecto: ---
Muestreado por: Cliente	

Resultados Analíticos
-----------------------

Análisis Acreditados
----------------------

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Materia orgánica	135495 mg/Kg	5 mg/Kg	PFQ-085 Rev.1	21-04-2025 14:03

Notas
ND: No determinado. LD: Límite de Detección. LD para todos los ensayos excepto ensayos de cromatografía gaseosa, en el cual se considera Límite de Cuantificación. SM: <i>Standard Methods</i> for the Examination of Water and Wastewater, 24th. Edition 2023.  Resultados válidos únicamente para la muestra analizada. El presente informe no es de carácter ETFA. Laboratorio Hidrolab S.A declara exención de responsabilidad cuando la información del muestreo es proporcionada por el cliente, los resultados se aplican a la muestra como se recibió Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.  EPA: Compendio SW-846. Environmental Protection Agency Los resultados están expresados en base seca.

Ximena Cuadros Moya  
Responsable Técnico/Rep. Legal**Código de Validación:** 4314c2eb4bd74e92b7efa2355822ba5eLa validación de este documento puede ser realizada en: [portal.mylimsweb.cloud](https://portal.mylimsweb.cloud).

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 22-04-2025 15:55

Identificación del Cliente	
Cliente: ECONSULT AMBIENTAL SPA	RUT: 76569433-7
Dirección: Santa Beatriz 111, Oficina 904 - Providencia - Metropolitana de Santiago - Chile	
Contacto: Macarena Silva	Teléfono: ---

N° Muestra: 287049-1/2025.0 - Id: 1768572 - Sedimento / SMA-B	
Subárea o producto: Sedimento	
Término de muestreo: 15-04-2025 14:36	Fecha de Recepción: 16-04-2025 12:08
Región: Región de Los Lagos	Comuna: Puerto Varas
Lugar de muestreo: puerto varas	Punto de muestreo: BDR-P6
Dirección de muestreo: Puerto Varas	Tipo de muestra: Puntual
Instrumento ambiental: ---	Proyecto: ---
Muestreado por: Cliente	

Resultados Analíticos
-----------------------

Análisis Acreditados
----------------------

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Materia orgánica	57749 mg/Kg	5 mg/Kg	PFQ-085 Rev.1	21-04-2025 14:03

Notas
ND: No determinado. LD: Límite de Detección. LD para todos los ensayos excepto ensayos de cromatografía gaseosa, en el cual se considera Límite de Cuantificación. SM: <i>Standard Methods</i> for the Examination of Water and Wastewater, 24th. Edition 2023.  Resultados válidos únicamente para la muestra analizada. El presente informe no es de carácter ETFA. Laboratorio Hidrolab S.A declara exención de responsabilidad cuando la información del muestreo es proporcionada por el cliente, los resultados se aplican a la muestra como se recibió Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.  EPA: Compendio SW-846. Environmental Protection Agency Los resultados están expresados en base seca.



Ximena Cuadros Moya  
Responsable Técnico/Rep. Legal

**Código de Validación:** fab1f9e1a47c41c3abbfd244f9c0b4caLa validación de este documento puede ser realizada en: [portal.mylimsweb.cloud](https://portal.mylimsweb.cloud).

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 22-04-2025 15:56

Identificación del Cliente	
Cliente: ECONSULT AMBIENTAL SPA	RUT: 76569433-7
Dirección: Santa Beatriz 111, Oficina 904 - Providencia - Metropolitana de Santiago - Chile	
Contacto: Macarena Silva	Teléfono: ---

N° Muestra: 287051-1/2025.0 - Id: 1768571 - Sedimento / SMA-A	
Subárea o producto: Sedimento	
Término de muestreo: 15-04-2025 12:34	Fecha de Recepción: 16-04-2025 12:08
Región: Región de Los Lagos	Comuna: Puerto Varas
Lugar de muestreo: puerto varas	Punto de muestreo: SMA-A
Dirección de muestreo: Puerto Varas	Tipo de muestra: Puntual
Instrumento ambiental: ---	Proyecto: ---
Muestreado por: Cliente	

Resultados Analíticos
-----------------------

Análisis Acreditados
----------------------

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Materia orgánica	135495 mg/Kg	5 mg/Kg	PFQ-085 Rev.1	21-04-2025 14:03

Notas
ND: No determinado. LD: Límite de Detección. LD para todos los ensayos excepto ensayos de cromatografía gaseosa, en el cual se considera Límite de Cuantificación. SM: <i>Standard Methods</i> for the Examination of Water and Wastewater, 24th. Edition 2023.  Resultados válidos únicamente para la muestra analizada. El presente informe no es de carácter ETFA. Laboratorio Hidrolab S.A declara exención de responsabilidad cuando la información del muestreo es proporcionada por el cliente, los resultados se aplican a la muestra como se recibió Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.  EPA: Compendio SW-846. Environmental Protection Agency Los resultados están expresados en base seca.



Ximena Cuadros Moya  
Responsable Técnico/Rep. Legal

**Código de Validación:** 4314c2eb4bd74e92b7efa2355822ba5eLa validación de este documento puede ser realizada en: [portal.mylimsweb.cloud](https://portal.mylimsweb.cloud).

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 03-06-2025 14:06

Identificación del Cliente	
Cliente: ECONSULT AMBIENTAL SPA	RUT: 76569433-7
Dirección: Santa Beatriz 111, Oficina 904 - Providencia - Metropolitana de Santiago - Chile	
Contacto: Macarena Silva	Teléfono: ---

Nº Muestra: 287053-1/2025.1 - Id: 1880147 - Sedimento / SMA	
Subárea o producto: Sedimento	
Término de muestreo: 15-04-2025 13:30	Fecha de Recepción: 16-04-2025 12:08
Región: Región de Los Lagos	Comuna: Puerto Varas
Lugar de muestreo: puerto varas	Punto de muestreo: SMA
Dirección de muestreo: Puerto Varas	Tipo de muestra: Puntual
Instrumento ambiental: ---	Proyecto: ---
Muestreado por: Cliente	

Resultados Analíticos
-----------------------

Análisis Acreditados
----------------------

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Materia orgánica	24835 mg/Kg	5 mg/Kg	PFQ-085 Rev.1	21-04-2025 14:03

Notas
ND: No determinado. LD: Límite de Detección. LD para todos los ensayos excepto ensayos de cromatografía gaseosa, en el cual se considera Límite de Cuantificación. SM: <i>Standard Methods</i> for the Examination of Water and Wastewater, 24th. Edition 2023.  Resultados válidos únicamente para la muestra analizada. El presente informe no es de carácter ETFA. Laboratorio Hidrolab S.A declara exención de responsabilidad cuando la información del muestreo es proporcionada por el cliente, los resultados se aplican a la muestra como se recibió Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.  EPA: Compendio SW-846. Environmental Protection Agency Los resultados están expresados en base seca.



Ximena Cuadros Moya  
Responsable Técnico/Rep. Legal

**Código de Validación:** 1fe89e13be2e4447832bc9da95027d59

La validación de este documento puede ser realizada en: [portal.mylimsweb.cloud](https://portal.mylimsweb.cloud).



**INFORME DE RESULTADOS**  
**CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS**

**Elaborado para:**



**CUADRO DE REVISIONES**

<b>Rev.</b>	<b>Elaborado por</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>
0	Ignacio Parra Fecha: 26-05-2025	Ítalo Pérez Fecha: 09-06-2025	Marcelo Hurtado Fecha: 09-06-2025

**Junio, 2025**

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>3</b>
2.1	EQUIPO DE TRABAJO .....	3
2.2	ESFUERZO DE MUESTREO .....	3
2.3	DESCRIPCIÓN DEL HABITAT ASOCIADO AL CUERPO DE AGUA.....	4
2.4	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL <i>IN SITU</i> .....	4
2.5	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL MUESTRAS DE LABORATORIO .....	5
2.6	SEDIMENTOS ACUÁTICOS .....	6
2.7	PARÁMETROS REFERENCIALES .....	8
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>10</b>
3.1	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT ASOCIADO AL CUERPO DE AGUA.....	11
3.1.1	Punto de muestreo E01.....	12
3.1.2	Punto de muestreo E02.....	13
3.1.3	Punto de muestreo E03.....	14
3.2	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL <i>IN SITU</i> .....	15
3.3	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL MUESTRAS DE LABORATORIO .....	16
3.4	SEDIMENTOS ACUÁTICOS .....	16
3.5	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	17
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>APÉNDICES .....</b>	<b>23</b>
	APÉNDICE 1. ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES PROYECTO “AMPLIACIÓN CENTRO CRUCERO” .....	23
	APÉNDICE 2. PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES Y SEDIMENTOS.....	24
	APÉNDICE 3. ARCHIVOS CARTOGRÁFICOS .....	27
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>27</b>
	ANEXO 1: INFORME DE LABORATORIO .....	27
	ANEXO 2: PLANO ÁREA APORTANTE Y PARÁMETROS MORFOLÓGICOS DE LA CUENCA .....	27



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Equipo profesional involucrado en la inspección ambiental ejecutada .....	3
Tabla 2. Puntos de muestreo (Sistema de coordenadas UTM WGS 84 Huso 18 Sur) .....	3
Tabla 3. Parámetros de calidad de agua superficial analizados en laboratorio .....	5
Tabla 4. Clasificación de pH .....	6
Tabla 5. Clasificación de salinidad según la concentración de sólidos totales disueltos.....	6
Tabla 6. Parámetros referenciales considerados para el análisis de resultados .....	9
Tabla 7. Ficha descriptiva Punto E01.....	12
Tabla 8. Ficha descriptiva Punto E02.....	13
Tabla 9. Ficha descriptiva Punto E03.....	14
Tabla 10. Parámetros de calidad de agua superficial medidos <i>in situ</i> .....	15
Tabla 11. Resultados calidad de agua en laboratorio (abril de 2025).....	16
Tabla 12. Resultados de materia orgánica en sedimento (abril de 2025) .....	16
Tabla 13. Contraste entre resultados de abril de 2025, NCH1333- vida acuática, Normativa Internacional y Caracterización Inicial .....	19

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de Puntos de Muestreo en el Área de Interés.....	4
Figura 2. Algunas metodologías desarrolladas en el Área de interés.....	7
Figura 3. Recorrido de los Especialistas en Terreno .....	10
Figura 4. Área aportante Estero Potrerillo de las Yeguas .....	11



	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

## 1 INTRODUCCIÓN

La planta Crucero (en adelante, la Planta), propiedad de ZeroCorp SpA, está en operación desde septiembre del año 2021, y fue ampliada mediante RCA aprobada en Resolución Exenta N° 20221000172 del 02 de mayo de 2022. La Planta trata residuos orgánicos industriales provenientes de las industrias sanitaria, láctea, acuícola, cárnica y agroindustrial, entre otros y está ubicada en la Región de los Lagos, Provincia de Osorno, Comuna de Purranque.

El día 7 de febrero de 2025, la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), en conjunto con la Autoridad Sanitaria, efectuó una inspección ambiental a la Planta por motivo de una denuncia ciudadana por olores molestos y vertimiento de lixiviados al estero colindante. En el acta de inspección ambiental (AIA) se constatan malos olores en el sector y, específicamente en el detalle acerca del tramo que visitaron del Estero Potrerillo de Las Yeguas, donde se señala lo siguiente:

*“Previo al ingreso a la UF (unidad fiscalizable), se visitó el Estero Potrerillo de Las Yeguas, el cual se encuentra a menos de 100 metros en línea recta a la canalización de aguas lluvias del lado Este de la Unidad Fiscalizable Ampliación Centro Crucero.*

*Se realizó un recorrido por el curso de agua superficial equivalente a 176 metros; comenzando en el punto de coordenadas geográficas WGS 84 Huso 18 N 5468171 E 638102 y terminando en el punto N 5468255 E 637876, se constata que en gran parte de este recorrido la coloración del curso de agua es de tonalidad café oscura, se percibe en este sector al olfato de los fiscalizadores el mismo olor molesto que se percibió en la estación 1.*

*En el sector habían 2 perros que ingresaron al estero, lo que produjo que al remover el agua se sintiera el mismo olor nauseabundo que se sintió a la llegada al curso de agua, al igual que en la estación 1 pero, muy intenso. Al salir los perros del estero su pelaje expelía un fuerte olor a lodo.*



*En el punto georreferenciado N 5468206 y E 638116 es visible en la superficie manchas oleosas y además se sigue percibiendo olor a lodo a olfato del fiscalizador.*

*El mismo olor que se sintió en el sector del estero Potrerillo de Las Yeguas, se percibió en el sitio de un vecino colindante a este curso de agua”.*

Posterior a la visita y a las instancias de apelación derivadas de ella, la SMA publicó la Resolución Exenta N° 479, que “ordena medidas urgentes y transitorias que indica a ZERO CORP SPA en relación al proyecto Ampliación Centro Crucero”. Entre las medidas indicadas en dicha resolución, se encuentra la siguiente:

*“3. Sobre el estero Potrerillo Las Yeguas, se deben implementar las siguientes medidas:*

*a) Efectuar toma de muestras de agua y sedimento en un punto aguas arriba y un punto aguas abajo del estero, en relación al terreno del proyecto y en el punto de coordenadas UTM DATUM WGS84 HUSO 18 Norte: 5468171, Este: 638102.*

 <b>ECONSULT</b> AMBIENTAL	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

b) *En base a los resultados de este muestreo, se deberá presentar y ejecutar un programa de monitoreo de la calidad de las aguas y sedimentos del estero, que considere una frecuencia quincenal, y que establezca como mínimo los parámetros indicados en la Resolución Exenta N°20221000172, de fecha 10 de mayo de 2022, que se consideran para el estero sin nombre.*



Medios de verificación: *documento que contenga el programa de monitoreo; informes de ensayo de laboratorio con los resultados de los monitoreos; fotografías fechadas y georreferenciadas de los muestreos; análisis de los resultados de los monitoreos y acciones a realizar de ser necesario.*

Plazo de ejecución: *90 días corridos contados desde la notificación de la presente resolución.”*

El presente informe describe los resultados de los análisis de laboratorio en tres puntos de muestreo a lo largo del Estero Potrerillo Las Yeguas, tras una campaña de terreno ejecutada por un equipo de especialistas ambientales, dando cuenta del estado actual de la calidad de agua y del estado del sedimento en los puntos indicados por la Autoridad Ambiental.

Los objetivos específicos de este informe son los siguientes:

- Identificar mediante recorridos pedestres en terreno evidencias de alteración o afectación directa al Estero Potrerillo de las Yeguas.
- Describir mediante observación directa el estado actual del Estero 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.
- Proponer un plan de monitoreo acorde a los resultados de terreno y a la solicitud de la SMA.

	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 EQUIPO DE TRABAJO

**Tabla 1. Equipo profesional involucrado en la inspección ambiental ejecutada**

Nombre	Profesión y especialidad	Función
Ítalo Pérez	Ing. Forestal / Especialista Ambiental	Caracterización del hábitat y caracterización ambiental. Control de calidad y supervisión del servicio
Ruth Oviedo	Técnico Superior en Medio Ambiente / Técnico ETFA certificado	Toma de muestras en terreno y medición de parámetros de calidad de aguas <i>in situ</i>
Macarena Silva	Ing. En Recursos Naturales Renovables Diplomada Derecho ambiental / Especialista Ambiental	Control de calidad y supervisión del servicio
Ignacio Parra	Ing. Forestal / Especialista ambiental	Elaboración de Informe

*Fuente: Elaboración propia.*

### 2.2 ESFUERZO DE MUESTREO

Con el objetivo de recopilar la información necesaria en terreno y de tomar las muestras para los análisis de laboratorio, se llevó a cabo una campaña de terreno el día 15 de abril de 2025 donde se levantó la información necesaria, para luego enviar el mismo día las muestras al laboratorio encargado de los análisis. En terreno, participaron dos especialistas, donde se aplicaron las metodologías de caracterización visual, cualitativas y cuantitativas y toma de muestras en el área de interés.

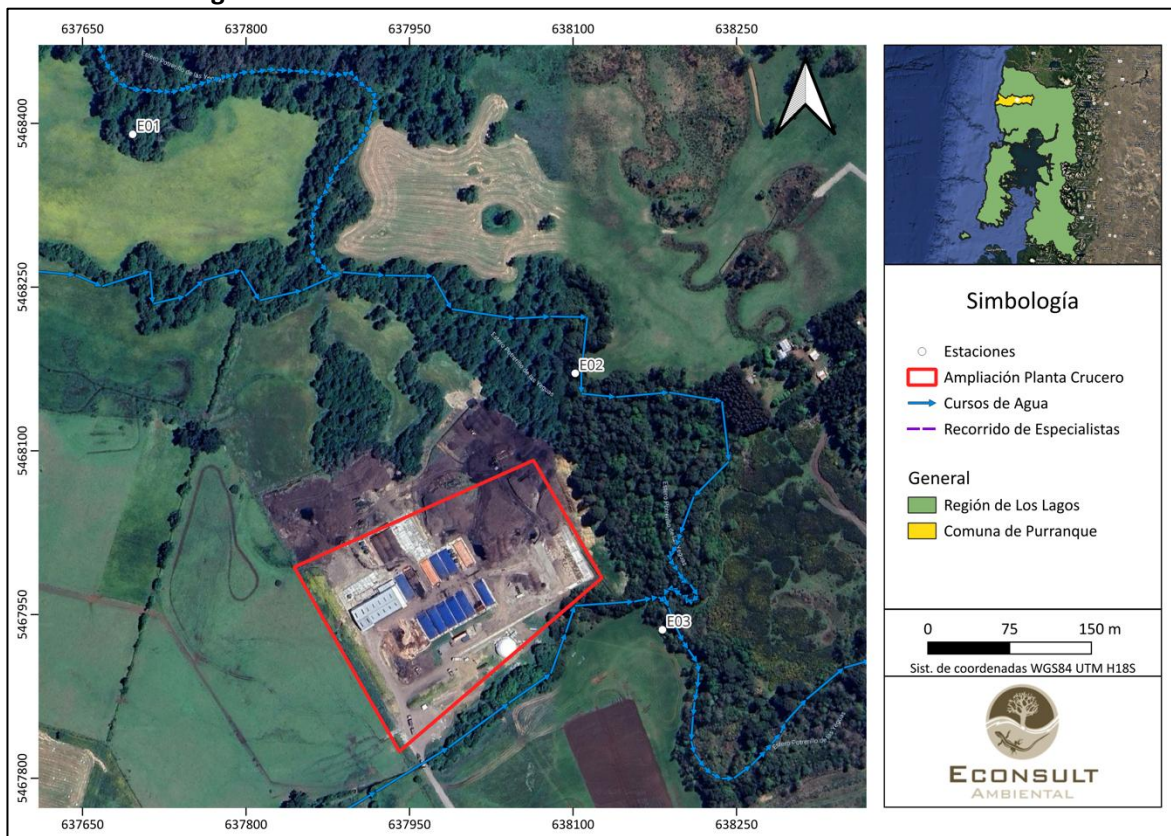
Se tomaron muestras de agua y sedimentos en 3 puntos a lo largo del Estero Potrerillo de las Yeguas (Tabla 2 - Figura 1), siguiendo las prescripciones solicitadas por la Autoridad, en un punto aguas arriba y un punto aguas abajo, en relación con el emplazamiento del proyecto, y en el punto al medio entre ambas con coordenadas de referencia indicadas por la SMA.

**Tabla 2. Puntos de muestreo (Sistema de coordenadas UTM WGS 84 Huso 18 Sur)**

Puntos de muestreo	Sector	Norte (m)	Este (m)
E01	Aguas arriba	5468390	637696
E02	Punto de referencia SMA	5468171	638102
E03	Aguas abajo	5467936	638182

*Fuente: Elaboración propia.*

**Figura 1. Distribución de Puntos de Muestreo en el Área de Interés**





Fuente: Elaboración propia. Las flechas indican la dirección del flujo de cada curso de agua.

## 2.3 DESCRIPCIÓN DEL HABITAT ASOCIADO AL CUERPO DE AGUA

Respecto a la descripción del hábitat asociado al Estero Potrerillo de las Yeguas, 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.

## 2.4 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 (µS/cm), oxígeno disuelto (mg/L), saturación de oxígeno (%) y sólidos disueltos totales (ppm), mediante sonda multiparamétrica Hanna 9811-5 (Rhode Island, USA). 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 y anexadas en la descripción del hábitat.

 <b>ECONSULT</b> AMBIENTAL	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

## 2.5 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. La elección de los parámetros a analizar se realizó en base a aquellos utilizados para la caracterización del Estero Potrerillo de las Yeguas en el marco de la Adenda del Proyecto “Ampliación Planta Crucero” RCA 20221000172, y el plan de seguimiento ambiental respecto de los potenciales impactos sobre la calidad de las aguas superficiales, Expediente SNIFA 1064941 (Apéndice 1). Adicionalmente, se incorporaron parámetros normados para la calidad de aguas destinadas a vida acuática de la NCH1333 para calidad de agua de diferentes usos. Los certificados de ensayo son presentados en Anexo 1 de este documento, mientras que el detalle de parámetros y metodologías se presenta a continuación en la Tabla 3.

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



Parámetros	Unidad	LD	Metodología	Selección del Parámetro
Alcalinidad	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	2	SM 2320 B	NCH1333 Vida acuática
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2	SM 5220 D	Registros previos
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2	SM 5210 B, 4500 O H	Registros previos
Determinación de coliformes fecales	NMP/100mL	1,8	SM 9221 B	Registros previos
Fósforo	mg/L	0,02	SM 4500 P B4, 4500 P C	Registros previos
Nitrógeno Amoniacal	mg N/L	0,1	SM 4500 NH3 D	Registros previos
Nitrato	mg/L	0,2	SM 4500 NO3 D	Registros previos
Nitrito	mg N/L	0,03	SM 4500 NO2 B	Registros previos
Nitrógeno total	mg N/L	0,2	-	Registros previos
Nitrógeno total Kjeldahl	mg N/L	0,1	SM 4500 Norg C	Registros previos
Sólidos disueltos totales	mg/L	5	SM 2540 C	Registros previos
Sólidos sedimentables	ML/L/H	0,1	SM 2540 F	Registros previos
pH	Unidad de pH	-	SM 4500 H B	Registros previos / NCH1333 Vida acuática
Turbiedad	NTU	0,5	SM 2130 B	Registros previos
Sólidos totales suspendidos	mg/L	5	SM 2540 D	Registros previos
Materia orgánica	mg/K	5	PFQ-085 Rev.1	Registros previos
Surfactantes aniónicos	mg/L	0,1	SM 5540 C	Registros previos

LD: Límite de detección.

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) (Tabla 5).

	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

**Tabla 4. Clasificación de 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 sólidos totales disueltos**

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).*

## 2.6 SEDIMENTOS ACUÁTICOS

Se tomaron muestras de sedimentos directamente del lecho del estero, recolectando aproximadamente 500 gramos por estación de muestreo, los cuales fueron colocados en frascos específicos proporcionados por el laboratorio. Posteriormente, las muestras fueron transportadas al laboratorio para su análisis. Es importante destacar que el análisis de las muestras de sedimentos acuáticos se llevó a cabo en un laboratorio acreditado por el Sistema Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de Normalización (INN), conforme a la norma ISO NCh. 17025, donde se analizó el contenido de materia orgánica en el sedimento de cada estación de muestreo.

Finalmente, a modo de respaldo, se incorpora en la Figura 2 algunas fotografías fechadas y georreferenciadas que muestran el trabajo realizado en terreno.





**Figura 2. Algunas metodologías desarrolladas en el Área de interés**



A y B: Preparación de los frascos para la toma de muestras. C: Medición de parámetros in situ; D: Toma de muestra del sedimento en el lecho del estero; E: Toma de muestra para análisis de coliformes fecales; F: Llenado de frascos en terreno para análisis de calidad de agua en Laboratorio.

Fuente: Archivo fotográfico Econsult.

	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

## 2.7 PARÁMETROS REFERENCIALES

Como elemento comparativo principal se utilizaron los parámetros cuantitativos que se encuentran normados por la NCH1333 “Requisitos de calidad del agua para diferentes usos”, específicamente para aguas dulces destinadas a la vida acuática. Sin embargo, dicha normativa establece rangos para tan solo 3 de los parámetros medidos, que corresponden a un mínimo de 5 mg/L de oxígeno disuelto en el agua, un pH entre 6 y 9, y un mínimo de 20 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .

Para aquellos parámetros medidos que no se encuentran acogidos por la norma anterior, se utilizó una sistematización de normas internacionales recopiladas por Sanhueza (2021) y por SEA (2023). El trabajo realizado por Sanhueza (2021) corresponde a una recopilación de exigencias en la normativa internacional para países como Australia, Nueva Zelanda, Canadá, Estados Unidos y la Unión Europea, que también corresponden a los valores de referencia de calidad de agua superficial presentados en el marco de la Adenda del Proyecto “Ampliación Planta Crucero” RCA 20221000172. En dicha recopilación, se utilizan los rangos para clasificar la calidad de aguas superficiales presentados en la **Tabla 6**.

**Tabla 6. Clases de calidad de agua a partir de normativas internacionales**



Clase	Calidad de agua	Cualidades del agua
1	Muy buena	Adecuada para conservación de al menos 99%
2	Buena	Adecuada para conservación de al menos 95%, indica aguas aptas para el riego irrestricto y para los usos comprendidos en las clases 3 y 4
3	Regular	Adecuada para conservación de al menos 90%, indica aguas adecuadas para el desarrollo de la pesca deportiva y recreativa, y para los usos comprendidos en la clase 4
4	Mala	Adecuada para conservación de al menos 80%, puede ser utilizada para bebida de animales y para riego restringido

*Fuente: Elaborado a partir de Sanhueza, 2021.*

Para efectos de los análisis en el Estero Potrerillo de las Yeguas, se consideran las clases 1 y 2 como el rango ideal para la calidad del agua superficial, estableciendo como rango referencial el valor límite de la clase 2.

Para complementar los valores referenciales de la normativa internacional mencionados previamente, se incorporaron los datos de la sistematización de normas primarias y secundarias de calidad de agua de 5 países (SEA, 2023), considerando a “Ecosistema” como objeto de protección primario, y seleccionando los objetos de protección que guardan mayor relación con el contexto del presente informe (Agua superficial, Ríos, Agua dulce, Agua superficial y subterránea, Ríos y lagos, Ríos (costa y sierra). En función de lo mencionado anteriormente, y de los parámetros medidos, se definen como límites referenciales en cuanto a la normativa internacional un valor máximo de 9,3mg/L de Nitrato, de 10 mg/L para Demanda bioquímica de oxígeno, de 0,05 mg/L de Fósforo, de 0,67 mg/L de Nitrógeno total, de 0,05 mg/L de Nitrito, de 100 mg/L de Sólidos suspendidos totales, y de 300 NMP/100mL en la Determinación de Coliformes fecales.



 <b>ECONSULT</b> AMBIENTAL	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

Aquellos parámetros medidos que no se encuentran regulados bajo los elementos mencionados previamente, se compararon con datos levantados en dos puntos del cauce del Estero Potrerillo de las Yeguas (E3 y E4) correspondiente a una caracterización inicial de Línea Base realizada en diciembre del año 2021, que fue solicitada por la autoridad en el marco de la Adenda del Proyecto “Ampliación Planta Crucero” RCA 20221000172 (Apéndice 1). A continuación, en la Tabla 7 se presentan los parámetros considerados con su respectivo rango de comparación y fuente.

**Tabla 7. Parámetros referenciales considerados para el análisis de resultados**

Medición	Identificación del Análisis	Unidad de Medición de Análisis	NCH1333 Vida acuática	*Normativa Internacional	Caracterización Línea Base
Laboratorio	Alcalinidad total	mg/L	20 mínimo	-	-
	pH	unidad de pH	[6 – 9]	-	[6,9 – 7]
	Nitrato	mg/L	-	<9,3	-
	Sólidos disueltos totales	mg/L	-	-	[20 – 34]
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	-	<10	[6,8 – 7,4]
	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	-	-	[10,1 – 22]
	Fósforo	mg/L	-	<0,05	< 0,2
	Nitrógeno total	mg/L	-	<0,67	[1 – 1,6]
	Nitrito	mg/L	-	<0,05	<0,03
	Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	-	-	[0,748 – 1,3]
	Nitrógeno amoniacal	mg/L	-	-	[0,026 – 0,504]
	Sólidos suspendidos totales	mg/L	-	<100	[5 – 32]
	Surfactantes aniónicos	mg/L	-	-	<0,1
	Determinación de Coliformes fecales	NMP/100 mL	-	<300	<22
In situ	Conductividad	uS/cm	-	-	[53,9 – 54,8]
	Oxígeno disuelto	mg/L	5 mínimo	-	[3,56 – 15,3]
	T°	°C	-	-	[13,9 – 14,4]

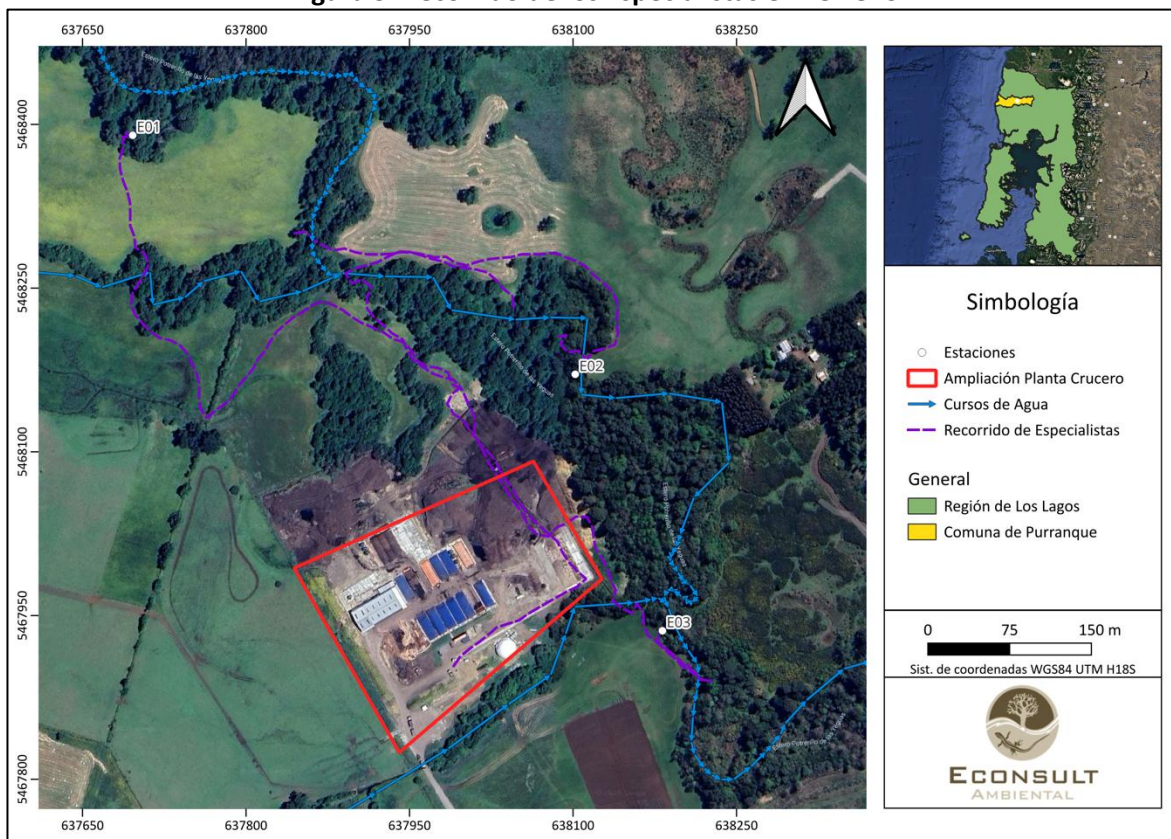
Fuente: elaboración propia a partir de NCH1333 para vida acuática, Sanhueza (2021), SEA (2023) y Apéndice 1.

(\*): Recopilación de Sanhueza (2021) y SEA (2023)

### 3 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los diferentes puntos de muestreo a lo largo del Estero Potrerillo de las Yeguas. En la Figura 3 se representa cartográficamente el recorrido realizado por los especialistas en terreno. Más adelante, se detallan los parámetros analizados en cada estación y se resaltan las principales características observadas.

**Figura 3. Recorrido de los Especialistas en Terreno**

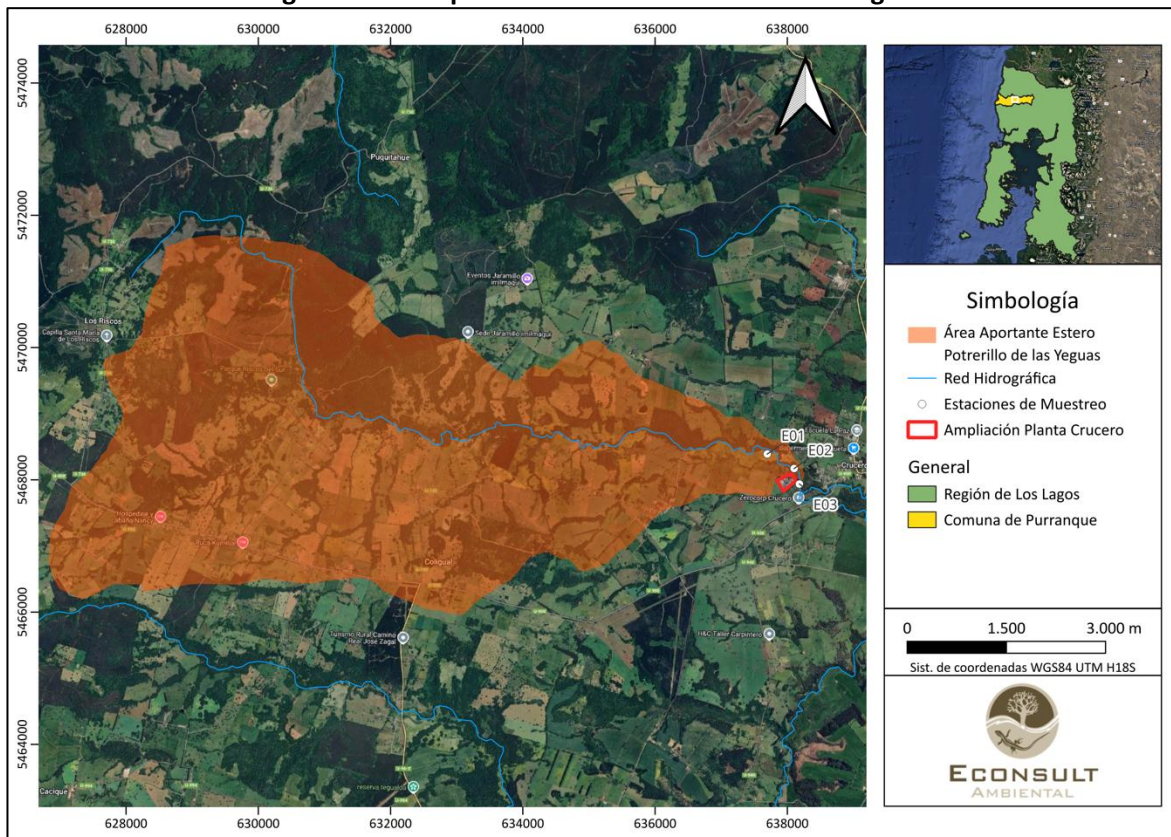


*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT ASOCIADO AL CUERPO DE AGUA



El Estero Potrerillo de las Yeguas fluye al Este de la Planta, e inmediatamente aguas abajo de la Planta confluye con el Estero Sin Nombre. En el permiso ambiental sectorial PAS158 presentado en el marco de la adenda complementaria del proyecto “Ampliación Planta Crucero” RCA 20221000172 (Anexo 2), se indica que debido a que la línea de nieve se encuentra sobre los 1.300 m.s.n.m., y la cota máxima de la cuenca es de 293 m.s.n.m. para el Estero Potrerillo de las Yeguas, la cuenca a la que pertenece el área de estudio es del tipo pluvial, con un área aportante de 26, 21 km<sup>2</sup> y una longitud principal del cauce de 14,5 kilómetros. Al respecto, varios autores (Coscarón *et al*, 2000; Forero & Palacios, 2021; Barría, 2011) convergen en que el caudal de una columna de agua inserta en una cuenca del tipo pluvial está estrechamente relacionado con el régimen local de precipitaciones.

**Figura 4. Área aportante Estero Potrerillo de las Yeguas**



Fuente: elaboración propia a partir de archivos vectoriales presentados para proyecto “Ampliación Planta Crucero” RCA 20221000172

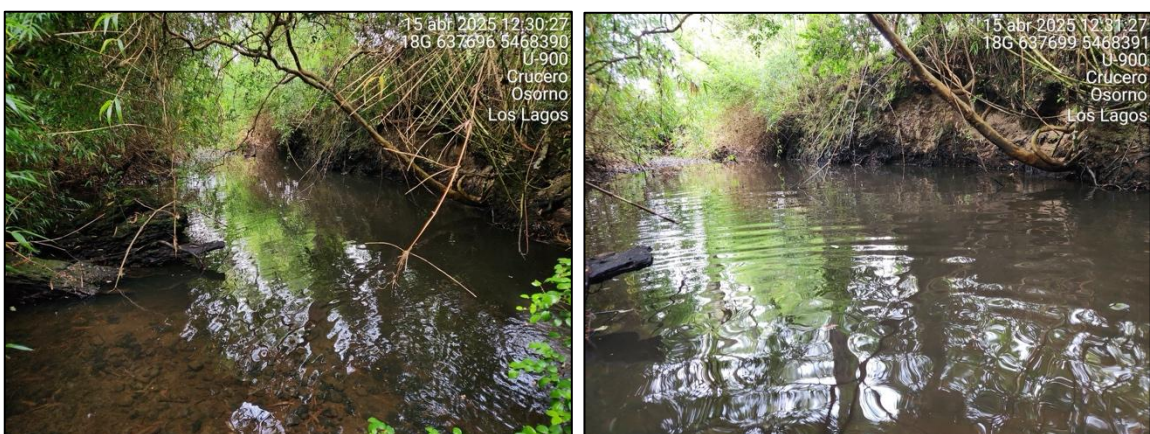


 <b>ECONSULT</b> AMBIENTAL	INFORME DE RESULTADOS	 <b>ZERO CORP</b> ambipar®
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	



### 3.1.1 Punto de muestreo E01

El punto de muestreo E01 se sitúa en la porción superior del Estero Potrerillo de las Yeguas, en la que se observó un cauce de flujo constante y una leve tonalidad amarilla permitiendo ver el fondo a una profundidad de 1 metro, y sin percibir olores tanto en el agua como del sustrato. En el momento de la visita a la estación de muestreo se observó que la columna de agua abarcaba 4 metros de ancho, identificando en el borde una vegetación dominada por *Chusquea quila* y acompañada por *Luma apiculata*, presentando un óptimo estado fitosanitario.

**Tabla 8. Ficha descriptiva Punto E01**

Nombre de punto de muestreo	E01
Coordenadas UTM (H18 WGS84)	637696 - 5468390
	
Características de la columna de agua	Claridad: Leve tonalidad amarilla Olor agua: Sin olor Olor sedimentos: Olor a tierra Ancho: 4 metros Profundidad: 1 metro
Presenta evidencia de contaminación	No
Observaciones	Flujo constante de agua y ausencia de película viscosa similar a biofilm en la superficie.



Fuente: Elaboración propia.

 <b>ECONSULT</b> AMBIENTAL	INFORME DE RESULTADOS	 <b>ZERO</b> <b>CORP</b> ambipar® <small>GROUP</small>
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	



### 3.1.2 Punto de muestreo E02

El punto de muestreo E02 se sitúa en la sección media del área de interés, y corresponde al punto de referencia visitado por la SMA. Al momento de la visita se identificó una columna de agua de flujo constante con una profundidad de 1,5 metros permitiendo observar parcialmente el fondo. Respecto a olores, el agua no presentó aroma, y del sustrato sólo se percibió aroma a tierra. Se observó un cauce con un ancho de 7 metros, y en el borde de este se identifica una comunidad vegetal con gran cobertura y óptimo estado fitosanitario de las especies *Rubus ulmifolius* y *Chusquea quila*.

**Tabla 9. Ficha descriptiva Punto E02**

Nombre de punto de muestreo	E02
Coordenadas UTM (H18 WGS84)	638102 - 5468171
<div>   </div>	
Características de la columna de agua	Claridad: Leve tonalidad amarilla Olor agua: Sin olor Olor sedimentos: Olor a tierra Ancho: 7 metros Profundidad: 1,5 metros
Presenta evidencia de contaminación	No
Observaciones	Flujo constante de agua y escasa presencia de película viscosa similar a biofilm asociada a sectores de acumulación de hojas y ramas en el borde del curso de agua.

*Fuente: Elaboración propia.*

 <b>ECONSULT</b> AMBIENTAL	INFORME DE RESULTADOS	 <b>ZERO</b> <b>CORP</b> ambipar® <small>GROUP</small>
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

### 3.1.3 Punto de muestreo E03



El punto de muestreo E03 se ubica en la sección del Estero aguas abajo de la Planta de ZeroCorp, donde se identificó una columna de agua de flujo constante y una profundidad de 0,8 metros permitiendo ver el fondo. Se observó un cauce con un ancho de 3 metros bordeado por una vegetación compuesta principalmente por *Chusquea quila* y *Myrceugenia exsucca*, acompañadas por *Rubus ulmifolius* y presencia ocasional de *Lapageria rosea* identificando un óptimo estado fitosanitario de la flora presente.

**Tabla 10. Ficha descriptiva Punto E03**

Nombre de punto de muestreo	E03
Coordenadas UTM (H18 WGS84)	638182 - 5467936
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
Características de la columna de agua	Claridad: Leve tonalidad amarilla Olor agua: Sin olor Olor sedimentos: Olor a tierra Ancho: 3 metros Profundidad: 0,8 metros
Presenta evidencia de contaminación	No
Observaciones	Flujo constante de agua y ausencia de película viscosa similar a biofilm en la superficie.

*Fuente: Elaboración propia.*



 <b>ECONSULT</b> AMBIENTAL	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	



### 3.2 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 se detallan a continuación, en la Tabla 11.

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

Parámetro	Unidad	Punto de muestreo		
		E01	E02	E03
pH	-	7,26	6,81	6,36
Temperatura	°C	10,6	10,9	10,9
Conductividad eléctrica	μS/cm	65	63	72
Sólidos disueltos totales (TDS)	Ppm	32	31	36
Sólidos flotantes visibles y espumas no naturales (ausencia o presencia)	Visual	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Aceites y grasas flotantes	Visual	Ausencia	Presencia leve	Ausencia
Aceites y grasas emulsificadas	Visual	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Color	Visual	Leve tonalidad amarilla	Leve tonalidad amarilla	Leve tonalidad amarilla
Turbiedad	Visual	1/4	1/2	1/4
Oxígeno disuelto	mg/L	10,23	8,92	8,72
Saturación de oxígeno	%	92,9	89,1	90,4
Desechos flotantes, aceites, espumas, otros sólidos	Presencia (visual)	Hojas y palos superficiales	Hojas y palos superficiales	Hojas y palos superficiales
Profundidad de la muestra	Metros	0,3	0,5	0,5
Ancho del río	Metros	4	7	3
Profundidad del río	Metros	1	1,5	0,8

*Fuente: Elaboración propia*

	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

### 3.3 CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL MUESTRAS DE LABORATORIO

La Tabla 12 muestra los resultados obtenidos en laboratorio para cada una de las estaciones de muestreo, y en el Anexo 1 se adjunta el certificado de análisis de muestras emitido por el laboratorio.

**Tabla 12. Resultados calidad de agua en laboratorio (abril de 2025)**

Identificación del Análisis	Unidad de Medición de Análisis	Límite de Detección	Punto de Muestreo		
			E01	E02	E03
Alcalinidad total	mg/L	1	22,5	20,4	20,7
pH	unidad de pH	-	6,13	6,15	6,16
Nitrato	mg/L	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Sólidos disueltos totales	mg/L	5	45	40	55
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2	8,67	7,93	7,83
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2	12,8	14,5	14,5
Fósforo	mg/L	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Nitrógeno total	mg/L	0,2	1,00	1,30	1,10
Nitrito	mg/L	0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	0,1	1,0	1,3	1,1
Nitrógeno amoniacal	mg/L	0,1	0,12	0,10	0,20
Sólidos suspendidos totales	mg/L	5	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Surfactantes aniónicos	mg/L	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Determinación de Coliformes fecales	NMP/100 mL	1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8

*Fuente: Elaboración propia a partir de Anexo 1.*

### 3.4 SEDIMENTOS ACUÁTICOS



Los certificados de análisis de las muestras de sedimento emitidos por el laboratorio se encuentran en el Anexo 1, y en la Tabla 13 se resume el contenido de materia orgánica registrada en el sedimento de los diferentes puntos visitados.

**Tabla 13. Resultados de materia orgánica en sedimento (abril de 2025)**

Punto de Muestreo	Unidad de Medida	Límite de Detección	Materia Orgánica
E01	mg/Kg	5	135.495
E02	mg/Kg	5	24.835
E03	mg/Kg	5	57.749

*Fuente: Elaboración propia a partir de Anexo 1.*





	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

### 3.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Como fue mencionado previamente, los resultados obtenidos se contrastaron con tres principales elementos; la NCH1333 “Requisitos de calidad de agua para diferentes usos”, específicamente para aguas dulces destinadas a vida acuática; una sistematización de normas internacionales para calidad de aguas superficiales (Sanhueza, 2021; SEA, 2023); y una caracterización inicial de Línea Base realizada en el Estero Potrerillo de las Yeguas. Lo anterior se integró en una tabla que permite contrastar los elementos mencionados previamente con los resultados obtenidos de las diferentes porciones del estero Potrerillo de las Yeguas en abril de 2025 (Tabla 14).

Para la alcalinidad total los valores medidos en abril de 2025 se encuentran sobre el mínimo establecido en la NCH1333 para vida acuática. El pH medido se encuentra dentro del rango normado por la NCH1333 para vida acuática, y cercano a los valores obtenidos en la caracterización inicial del estero. Respecto a los sólidos disueltos totales, si bien se encuentran levemente por sobre los valores obtenidos en la caracterización inicial, según la clasificación de Davis *et al.* (1967) los resultados indican una clasificación dulce, al igual que los valores medidos previamente. La demanda bioquímica de oxígeno se encuentra dentro del límite de la normativa internacional revisada. Los valores obtenidos para demanda química de oxígeno se encuentran dentro de los valores obtenidos en la caracterización inicial. En lo que respecta al fósforo, se encuentra por debajo del límite de detección, que fue también el resultado obtenido en la caracterización inicial. Por otra parte, si bien los resultados de nitrógeno total obtenidos están por sobre el valor referencial de la normativa internacional, estos valores se encuentran dentro de los resultados obtenidos en la caracterización inicial del estero, y se muestran relativamente constantes a lo largo de los sectores muestreados. El nitrito se registró bajo el límite de detección, situándose bajo el límite referencial de acuerdo con la normativa internacional. Respecto al nitrógeno total Kjeldahl y el nitrógeno amoniacal, se obtuvieron resultados dentro del rango de valores medidos previamente para estos parámetros. Los resultados obtenidos tanto para sólidos suspendidos totales como para determinación de coliformes fecales se encuentran bajo el límite de detección y dentro del límite referencial de la normativa internacional. Por último, los valores medidos para surfactantes aniónicos resultaron bajo el límite de detección, al igual que en la caracterización inicial.

En lo que respecta a los parámetros de calidad de agua medidos *in situ*, se observan valores de pH relativamente neutros y constantes a lo largo del cauce estudiado. Se midió en terreno una alta saturación de oxígeno que rodeaba el 90%, y un promedio de 9,29 mg/l de oxígeno disuelto, situado sobre el mínimo establecido en la NCH1333 para vida acuática. Referente a los parámetros de prospección visual, cabe destacar una leve presencia de una película viscosa similar a biofilm únicamente en la estación E02, que fue asociada al parámetro “Aceites y grasas flotantes”. También, se destaca la ausencia de elementos no naturales (como por ejemplo hidrocarburos), o desechos domésticos visibles en el recorrido realizado, donde se observó una turbiedad natural del 1/4 en las estaciones E01 y E03, y del 1/2 en la estación E02. En febrero de 2025 se realizó una caracterización inicial del área de interés que fue entregada a la autoridad mediante el “Acta de notificación Resolución Exenta 479” del Expediente MP-009-2025, en adelante “La inspección inicial”, donde se tomaron datos cualitativos del cuerpo de agua y de los elementos a su alrededor, además de realizar mediciones *in situ* de parámetros de calidad de agua superficial. En la caracterización realizada en



	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

abril de 2025 se identificaron grandes diferencias respecto a dicha inspección inicial, en esa oportunidad se observó un cauce de menor movimiento y profundidad, además de valores de oxígeno disuelto y saturación de oxígeno considerablemente menores. En la inspección inicial se identificó una película viscosa similar a biofilm en la superficie del agua para la mayoría de los puntos visitados, la cual en la visita realizada en abril de 2025 fue escasamente evidenciada. Al respecto, se considera relevante destacar la relación que hay entre los cambios identificados en el caudal de la columna de agua mediante las visitas realizadas en febrero y abril de 2025, y la naturaleza pluvial de la cuenca que supone una estrecha relación entre el caudal y el régimen local de precipitaciones.

Respecto del contenido de materia orgánica en el sedimento, es posible identificar que el punto con mayor acumulación de materia orgánica corresponde al punto situado aguas arriba de la planta, y aquel con menor acumulación de materia orgánica corresponde al punto de referencia ubicado a la altura de la planta. Este parámetro no se ha analizado previamente y no corresponde a un parámetro sujeto a alguna normativa vigente, por lo que no se cuenta con valores de comparación.

Para generar concordancia entre este muestreo y los esfuerzos de monitoreo ya ejecutados por el Titular del Proyecto (ver Apéndice 1), es necesario vincular estos resultados con los monitoreos comprometidos en la RCA. Dichos monitoreos corresponden a toma de muestras de agua en cuatro puntos de muestreo, dos de los cuales se encuentran en el Estero Potrerillo de las Yeguas. Al comparar los resultados de este muestreo con los valores obtenidos en los monitoreos posteriores a la RCA, se observa un comportamiento del estero relativamente estable en el tiempo en la mayoría de los parámetros estudiados, siendo los coliformes fecales corresponden al parámetro con mayor variación en el tiempo, aunque en el muestreo ejecutado en abril de 2025 se presentaron en concentraciones bajo el límite de detección.



De manera general, el Estero Potrerillo de las Yeguas cuenta con parámetros de calidad de agua que se mantienen estables a lo largo de su curso en abril de 2025, y posicionados dentro de los rangos esperables para un curso de agua en estado natural en un entorno antropizado y con fuerte presión silvoagropecuaria.

	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

**Tabla 14. Contraste entre resultados de abril de 2025, NCH1333- vida acuática, Normativa Internacional y Caracterización Inicial**

Medición	Identificación del Análisis	Unidad de Medición de Análisis	Límite de Detección	NCH1333 Vida acuática	Normativa Internacional Sanhueza (2021) y SEA (2023)	Caracterización Inicial Línea Base	Puntos de Muestreo		
							E01	E02	E03
Laboratorio	Alcalinidad total	mg/L	1	20 mínimo	-	-	22,5	20,4	20,7
	pH	unidad de pH	-	[6 – 9]	-	[6,9 – 7]	6,13	6,15	6,16
	Nitrato	mg/L	0,2	-	<9,3	-	< 0,2	< 0,2	< 0,2
	Sólidos disueltos totales	mg/L	5	-	-	[20 – 34]	45	40	55
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2	-	<10	[6,8 – 7,4]	8,67	7,93	7,83
	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2	-	-	[10,1 – 22]	12,8	14,5	14,5
	Fósforo	mg/L	0,2	-	<0,05	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
	Nitrógeno total	mg/L	0,2	-	<0,67	[1 – 1,6]	1,00	1,30	1,10
	Nitrito	mg/L	0,03	-	<0,05	<0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
	Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	0,1	-	-	[0,748 – 1,3]	1,0	1,3	1,1
	Nitrógeno amoniacal	mg/L	0,1	-	-	[0,026 – 0,504]	0,12	0,10	0,20
	Sólidos suspendidos totales	mg/L	5	-	<100	[5 – 32]	< 5,0	< 5,0	< 5,0
	Surfactantes aniónicos	mg/L	0,1	-	-	<0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	Determinación de Coliformes fecales	NMP/100 mL	1,8	-	<300	<22	< 1,8	< 1,8	< 1,8
In situ	Conductividad	uS/cm	-	-	-	[53,9 – 54,8]	65	63	72
	Oxígeno disuelto	mg/L	-	5 mínimo	-	[3,56 – 15,3]	10,23	8,92	8,72
	T°	°C	-	-	-	[13,9 – 14,4]	10,6	10,9	10,9

Fuente: elaboración propia a partir de NCH1333 para vida acuática, Sanhueza (2021), SEA (2023) y Apéndice 1.

	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	



#### 4 CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y los análisis derivados, se concluye que no hay parámetros fuera de normas nacionales o internacionales, ni variaciones que sobrepasen los rangos de mediciones previas en el estero, permitiendo concluir que los parámetros físico-químicos han permanecido estables en el tiempo, por lo que se considera que el estero Potrerillo de las Yeguas constituye un elemento apto para el desarrollo de la vida acuática.

Si bien los parámetros medidos en laboratorio se han mantenido estables en el tiempo en comparación con la información previa a la RCA, al considerar la inspección inicial realizada en febrero de 2025 (“Acta de notificación Resolución Exenta 479” del Expediente MP-009-2025), y comparar los parámetros medidos *in situ*, se puede identificar que la columna de agua del estero presenta variaciones a lo largo del año, tanto en saturación de oxígeno y oxígeno disuelto, como en la profundidad y ancho de la columna de agua. Estos cambios están estrechamente relacionados con el gran área de aporte a la cuenca que es de origen pluvial, y las variaciones en los montos de precipitación a lo largo del año, lo que deriva en cambios en el flujo del agua en el estero, impactando directamente los parámetros mencionados y generando factores idóneos en verano para la ocurrencia de elementos como la película viscosa similar a biofilm, que en la medición realizada en abril estaba casi ausente dada la mayor oxigenación de las aguas.

Finalmente, se concluye que el Estero Potrerillo de las Yeguas presenta actualmente resultados de calidad de agua que indican un estero en buen estado sanitario, sin alteraciones y relativamente estable en el tiempo, considerando el entorno antropizado en que se encuentra, con actividad silvoagropecuaria.

En base a los resultados de calidad de agua presentados y analizados en este informe, se estima que no es necesario realizar un monitoreo quincenal de la calidad de aguas del Estero Potrerillo las Yeguas como es solicitado en el punto 3 del primer resuelto de la resolución exenta N°479 de marzo de 2025 emanada por la SMA, toda vez que se evidencian parámetros en rangos normales para un estero en condiciones naturales de régimen pluvial, plenamente capaz de sostener la vida acuática. Sin embargo, y con la finalidad de comprender y evidenciar los cambios naturales que puede presentar el estero a lo largo del año, se propone un seguimiento de los parámetros medidos en el presente informe, el cual es detallado en el Apéndice 2. Se detalla en él un plan de monitoreo propuesto para el Estero Potrerillo de las Yeguas, que complementa al monitoreo ya establecido por la RCA, y que permita evaluar adecuadamente el componente de interés y sus variaciones en el tiempo.

 <b>ECONSULT</b> AMBIENTAL	INFORME DE RESULTADOS	 <b>ZERO</b> <b>CORP</b> ambipar® <small>GROUP</small>
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

## 5 BIBLIOGRAFÍA

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

Barría. (2011). Variación temporal del caudal y transporte de sedimentos en una Cuenca con suelo granítico en cordillera de la costa en la Región del Bío-Bío. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil en Obras Civiles. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 87p.

Chun, A. L., Mosayyebi, A., Butt, A., Carugo, D., & Salta, M. (2022). Early biofilm and streamer formation is mediated by wall shear stress and surface wettability: A multifactorial microfluidic study. *Microbiologyopen*, 11(4), e1310.

Coscarón, S., Coscarón-Arias, C. L., & Porcaro, G. (2000). Simuliidae (Diptera) del río Quequén grande en las cascadas, (Buenos Aires, Argentina): variación poblacional y relación con temperatura, caudal y precipitaciones. *Acta entomológica chilena*, 24, 29-36.

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

Forero & Palacios. (2021). Propuesta de optimización de la Cuenca del río El Añil mediante herramientas computacionales. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Colombia. [En Línea] <https://portal.amelica.org/ameli/journal/671/6713631005/>

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



Ice, G. G., Hale, V. C., Light, J. T., Muldoon, A., Simmons, A., & Bousquet, T. (2021). Understanding dissolved oxygen concentrations in a discontinuously perennial stream within a managed forest. *Forest Ecology and Management*, 479, 118531.

Krishna, M. P., & Mohan, M. (2017). Litter decomposition in forest ecosystems: a review. *Energy, Ecology and Environment*, 2, 236-249

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.



Sanhueza. (2021). Propuesta de anteproyecto de Norma Secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas superficiales del sistema Laguna Chica , Laguna Grande y Humedal Los Batros. Habilitación presentada para optar al título de Ingeniero Ambiental. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Ambientales. 147p.

 <b>ECONSULT</b> AMBIENTAL	INFORME DE RESULTADOS	 <b>ZERO</b> <b>CORP</b> ambipar® <small>GROUP</small>
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

SEA. (2023). Normas de Calidad y Valores Referenciales. Servicio de Evaluación Ambiental. [En Línea]  
<https://www.sea.gob.cl/normas-de-calidad-y-valores-referenciales>

Shah, N. W., Baillie, B. R., Bishop, K., Ferraz, S., Högbom, L., & Nettles, J. (2022). The effects of forest management on water quality. *Forest Ecology and Management*, 522, 120397

Von Schiller, D., Acuña, V., Aristi, I., Arroita, M., Basaguren, A., Bellin, A., ... & Elosegí, A. (2017). River ecosystem processes: A synthesis of approaches, criteria of use and sensitivity to environmental stressors. *Science of the Total Environment*, 596, 465-480

	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

## 6 APÉNDICES

### Apéndice 1. Estudio de Calidad de Aguas Superficiales Proyecto “Ampliación Centro Crucero”

Análisis	Unidad	16-12-21 <sup>1</sup>				18-11-22 <sup>2</sup>				02-11-23 <sup>3</sup>				04-11-24 <sup>4</sup>			
		E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
Coliformes fecales	Nmp/100ml	330	<1,8	22	<1,8	9200	1100	790	230	330	3500	790	330	1300	3500	1300	1800
Conductividad 25°C (med. <i>In situ</i> )	uS/cm	73,5	73	54,8	53,9	62	63	50	56	52	54	48	55	8	14	23	24
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	9,78	7,83	7,4	6,8	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	22,4	17,6	22	10,1	10	11	7	8	20	18	8	44	14	15	15	18
Fósforo total	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,012	0,016	0,007	0,007	0,013	0,026	0,031	0,011	0<2	0,1	0,1	0,2
Nitrato (NO3)	mg/L	-	-	-	-	2,022	2,109	2,666	<0,203	<0,203	<0,203	<0,203	<0,203	0,148	0,187	<0,003	<0,003
Nitrito (NO2)	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	<0,039	-	-	-	-
Nitrógeno amoniacal	mg/L	0,415	0,387	0,504	0,26	0,094	0,115	0,052	0,058	0,023	0,161	0,046	0,034	0,05	0,08	0,04	0,14
Nitrógeno total	mg/L	1,4	1,5	1,6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NKT	mg/L	0,967	1	1,3	0,748	0,106	0,134	0,056	0,063	0,026	0,172	0,048	0,04	<1	<1	<1	<1
Oxígeno disuelto	mg/L	12,4	8,6	7,9	8,4	9,98	9,29	9,53	9,53	10,2	12,3	13,9	15,3	3,56	3,68	4,07	4,14
pH	Unidad de pH	7,4	7,2	6,9	7	5,45	5,67	5,75	5,75	6,37	5,56	5,29	5,63	5,76	6,01	5,86	5,5
Sólidos disueltos totales (104°C)	mg/L	43	41	34	20	54	82	142	56	45	22	96	76	46	66	80	98
Sólidos suspendidos totales	mg/L	14	5	32	5	6	8	17	6	6	12	15	3	6	10	3	12
Surfactantes aniónicos	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T° medida en terreno	°C	8,9	17,5	14,4	13,9	16,11	16,18	13,84	13,84	13,5	12,1	10,5	10,5	12,1	12,1	9,8	10,2

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio de Calidad de Agua Superficial Proyecto Ampliación Centro Crucero. En verde se destacan los datos levantados en el Estero Potrerillo de las Yeguas.

<sup>1</sup> Caracterización de aguas superficiales en el marco de la Adenda N°1 del Proyecto “Ampliación Centro Crucero” RCA 20221000172.

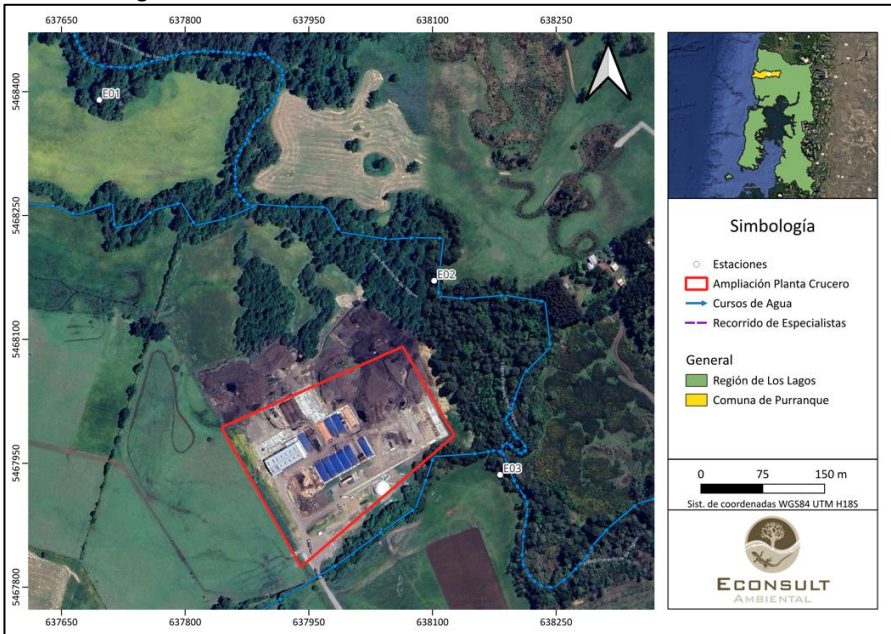
<sup>2</sup> Plan de seguimiento ambiental respecto de los potenciales impactos sobre la calidad de las aguas superficiales. Expediente SNIFA: 1064941.

<sup>3</sup> Plan de seguimiento ambiental respecto de los potenciales impactos sobre la calidad de las aguas superficiales. Expediente SNIFA: 1064941.



<sup>4</sup> Plan de seguimiento ambiental respecto de los potenciales impactos sobre la calidad de las aguas superficiales. Expediente SNIFA: 1064941.



## Apéndice 2. Programa de Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales y Sedimentos

	<p>Aplicados al Programa de Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales y Sedimentos</p>																
Descripción	<p>En el marco de los requerimientos formulados por la autoridad y en concordancia con las conclusiones del presente informe, se propone la implementación del siguiente programa de monitoreo de calidad de aguas superficiales y sedimentos. Este programa tendrá por objetivo evaluar el estado de la calidad del agua en el Estero Potrerillo Las Yeguas en distintas condiciones del año, permitiendo detectar posibles alteraciones en los parámetros fisicoquímicos de sus aguas. Es importante indicar que este monitoreo no reemplaza al establecido en la RCA del Proyecto, es un complemento.</p> <p>El monitoreo de calidad de aguas superficiales y sedimentos se realizará durante de un año considerando la época de mayor caudal y la de estiaje. Esta frecuencia se considera técnicamente representativa para evaluar adecuadamente el comportamiento hidrológico del estero ya que permite abarcar sus distintas fases estacionales. De esta manera, se asegura una caracterización integral y pertinente de su dinámica natural y de su posible sensibilidad frente a las intervenciones proyectadas.</p>																
Metodología	<p><b>Esfuerzo de Muestreo:</b> Se tomarán muestras de agua y sedimentos en 3 puntos a lo largo del Estero Potrerillo de las Yeguas (Tabla 1 – Figura 1), siguiendo las prescripciones solicitadas por la Autoridad, en un punto aguas arriba y un punto aguas abajo, en relación con el emplazamiento del proyecto, y en el punto al medio entre ambas con coordenadas de referencia UTM WGS84 H18S Norte: 5.468.171, Este: 638.102.</p> <table><caption>Tabla 1. Puntos de muestreo (Sistema de coordenadas UTM WGS 84 Huso 18 Sur)</caption><thead><tr><th>Puntos de muestreo</th><th>Sector</th><th>Norte (m)</th><th>Este (m)</th></tr></thead><tbody><tr><td>E01</td><td>Aguas arriba</td><td>5468390</td><td>637696</td></tr><tr><td>E02</td><td>Punto de referencia SMA</td><td>5468171</td><td>638102</td></tr><tr><td>E03</td><td>Aguas abajo</td><td>5467936</td><td>638182</td></tr></tbody></table> <p>Fuente: Elaboración propia.</p> <p><b>Figura 1. Distribución de Puntos de Muestreo en el Área de Interés</b></p>  <p>Fuente: Elaboración propia.</p>	Puntos de muestreo	Sector	Norte (m)	Este (m)	E01	Aguas arriba	5468390	637696	E02	Punto de referencia SMA	5468171	638102	E03	Aguas abajo	5467936	638182
Puntos de muestreo	Sector	Norte (m)	Este (m)														
E01	Aguas arriba	5468390	637696														
E02	Punto de referencia SMA	5468171	638102														
E03	Aguas abajo	5467936	638182														



 <b>ECONSULT</b> AMBIENTAL	INFORME DE RESULTADOS	
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

**Descripción del Hábitat:** Respecto a la descripción del hábitat asociado al Estero Potrerillo de las Yeguas, se realizará una caracterización de las variables estructurales dentro del área de muestreo a través de observaciones directas, considerando la morfología del cauce (Parasiewicz, 2007)<sup>5</sup>, presencia de vegetación acuática, vegetación ribereña, tipo de sustrato predominante (Bain *et al.*, 1985)<sup>6</sup>, y la percepción olfativa del agua y los sedimentos en el lugar de muestreo.

**Calidad de Agua Superficial *in situ*:** El análisis de calidad del agua contemplará el registro de parámetros fisicoquímicos *in situ*, como temperatura (°C), pH, conductividad eléctrica (μS/cm), oxígeno disuelto (mg/L), saturación de oxígeno (%) y sólidos disueltos totales (ppm), mediante sonda multiparamétrica Hanna 9811-5 (Rhode Island, USA). La calibración de los equipos se realiza 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 serán analizados de manera cualitativa en base a observaciones directas.

**Calidad de Agua Superficial Muestras de Laboratorio:** Se tomarán muestras de agua con el fin de describir la condición limnológica del curso de agua al momento de tomar la muestra, 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 realizará 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. Cuyos certificados de ensayo serán entregados junto a los informes emitidos. En la siguiente tabla se muestran los parámetros que serán monitoreados:

**Tabla 2. Parámetros de calidad de agua superficial analizados en laboratorio**

Parámetros	Unidad	LD	Metodología
Alcalinidad	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	2	SM 2320 B
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2	SM 5220 D
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2	SM 5210 B, 4500 O H
Determinación de coliformes fecales	NMP/100mL	1,8	SM 9221 B
Fósforo	mg/L	0,02	SM 4500 P B4, 4500 P C
Nitrógeno Amoniacal	mg N/L	0,1	SM 4500 NH3 D
Nitrato	mg/L	0,2	SM 4500 NO3 D
Nitrito	mg N/L	0,03	SM 4500 NO2 B
Nitrógeno total	mg N/L	0,2	-
Nitrógeno total Kjeldahl	mg N/L	0,1	SM 4500 Norg C
Sólidos disueltos totales	mg/L	5	SM 2540 C
Sólidos sedimentables	ML/L/H	0,1	SM 2540 F
pH	Unidad de pH	-	SM 4500 H B
Turbiedad	NTU	0,5	SM 2130 B
Sólidos totales suspendidos	mg/L	5	SM 2540 D
Materia orgánica	mg/K	5	PFQ-085 Rev.1
Surfactantes aniónicos	mg/L	0,1	SM 5540 C

LD: Límite de detección.

Fuente: Elaboración propia.

El pH del agua será clasificado de acuerdo con lo indicado por Hounslow (1995)<sup>7</sup>, detallado en la

<sup>5</sup> Parasiewicz, P. (2007). The MesoHABSIM model revisited. *River Research and Applications*, 23(8), 893-903.

<sup>6</sup> Bain, M. B., Finn, J. T., & Booke, H. E. (1985). Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. *North American Journal of Fisheries Management*, 5(3B), 499-500.

<sup>7</sup> Hounslow, A.W. (1995) Water Quality Data: Analysis and Interpretation. CRC Press LLC, Lewis Publishers, Boca Raton.

Tabla 4. Mientras que la clasificación de las aguas según la concentración de sólidos totales disueltos se realizará de acuerdo con la clasificación de Davis *et al.*, (1967)<sup>8</sup> (Tabla 5).

**Tabla 3. Clasificación de 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 4. Clasificación de salinidad según la concentración de sólidos totales disueltos**

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).*

**Sedimentos Acuáticos:** Se tomarán muestras de sedimentos directamente del lecho del estero, recolectando aproximadamente 500 gramos, los cuales serán colocados en frascos específicos proporcionados por el laboratorio. Posteriormente, las muestras serán transportadas al laboratorio para su análisis. Es importante destacar que el análisis de las muestras de sedimentos acuáticos se realizará en un laboratorio acreditado por el Sistema Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de Normalización (INN), conforme a la norma ISO NCh. 17025.

Se propone realizar un monitoreo durante un periodo de 1 año que contemple tanto la época de mayor caudal como la de estiaje, sujeto a evaluación tras los análisis de resultados de la campaña de febrero de 2026. De esta manera, se podrá recopilar información del estero en estaciones contrastantes del año captando la variabilidad natural que pudiese tener la columna de agua. Se compromete la entrega a la Superintendencia del Medio Ambiente de un informe de resultados posterior a cada visita con un plazo de un mes desde la visita a terreno, que reporte los resultados obtenidos e integre al análisis los resultados previos. A continuación, se presenta el cronograma propuesto para el monitoreo:



**Tabla 5. Cronograma propuesto para plan de monitoreo Estero Potrerillo de las Yeguas**

Actividades	Año 2025									Año 2026		
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Campaña de Terreno	X					X					X	
Elaboración de Informe	X					X					X	
Entrega de informe		X					X					X

*Fuente: elaboración propia*

Frecuencia y Reportabilidad Monitoreo

<sup>8</sup> DAVIS, S.N. & DE WIEST, R.J.M. 1967. Hidrogeología. Barcelona: Ediciones Ariel. 560 pp

 <b>ECONSULT</b> AMBIENTAL	INFORME DE RESULTADOS	 <b>ZERO</b> <b>CORP</b> ambipar® <small>GROUP</small>
	CALIDAD DEL AGUA ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS	

### **Apéndice 3. Archivos cartográficos**

Se adjuntan en entrega *track* recorrido por especialistas y puntos de muestreo en formato Shape y KMZ.

## **7 ANEXOS**

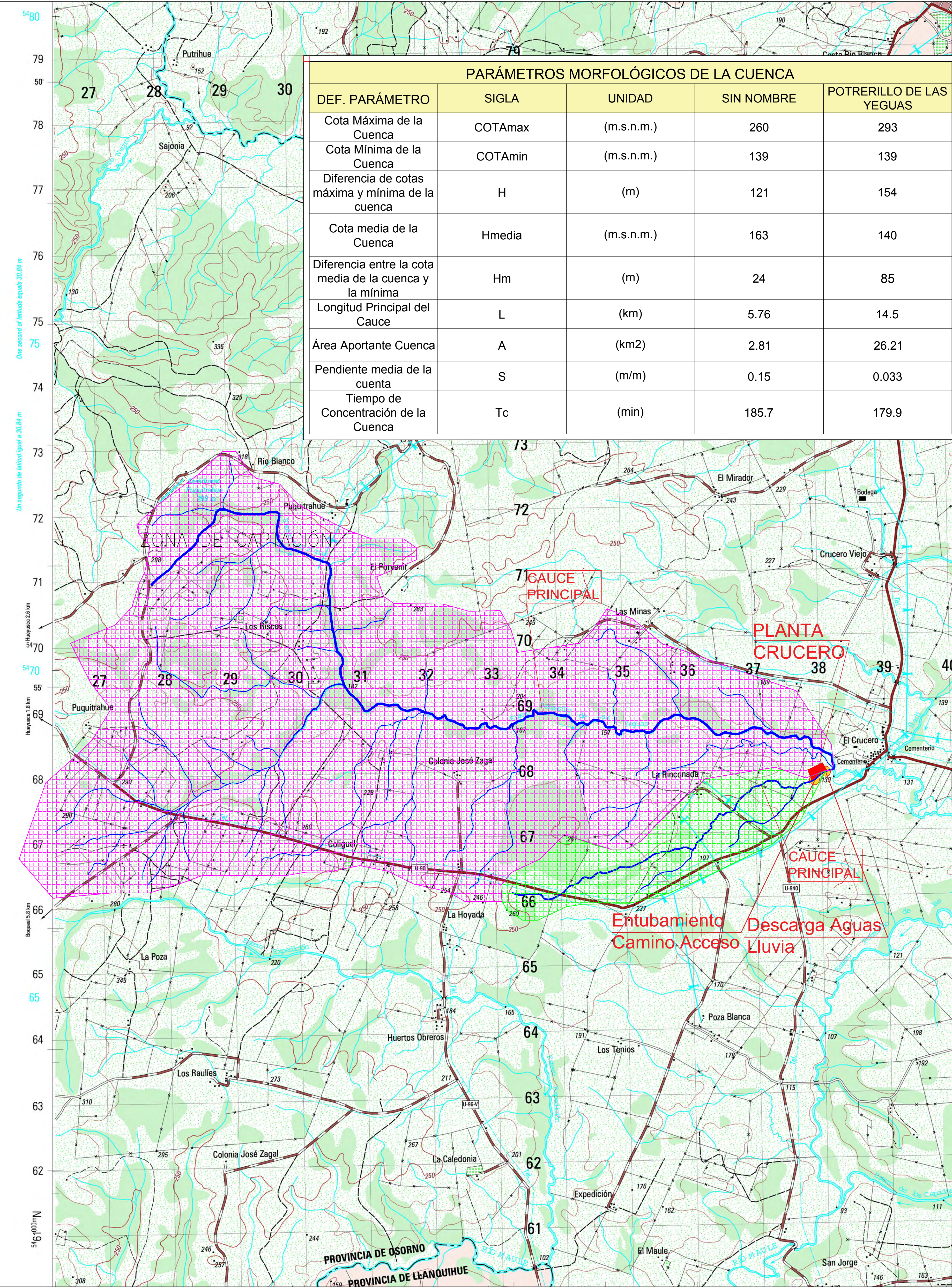
### **Anexo 1: Informe de Laboratorio**

Se adjunta en entrega.

### **Anexo 2: Plano Área Aportante y Parámetros Morfológicos de la Cuenca**

Se adjunta en entrega.



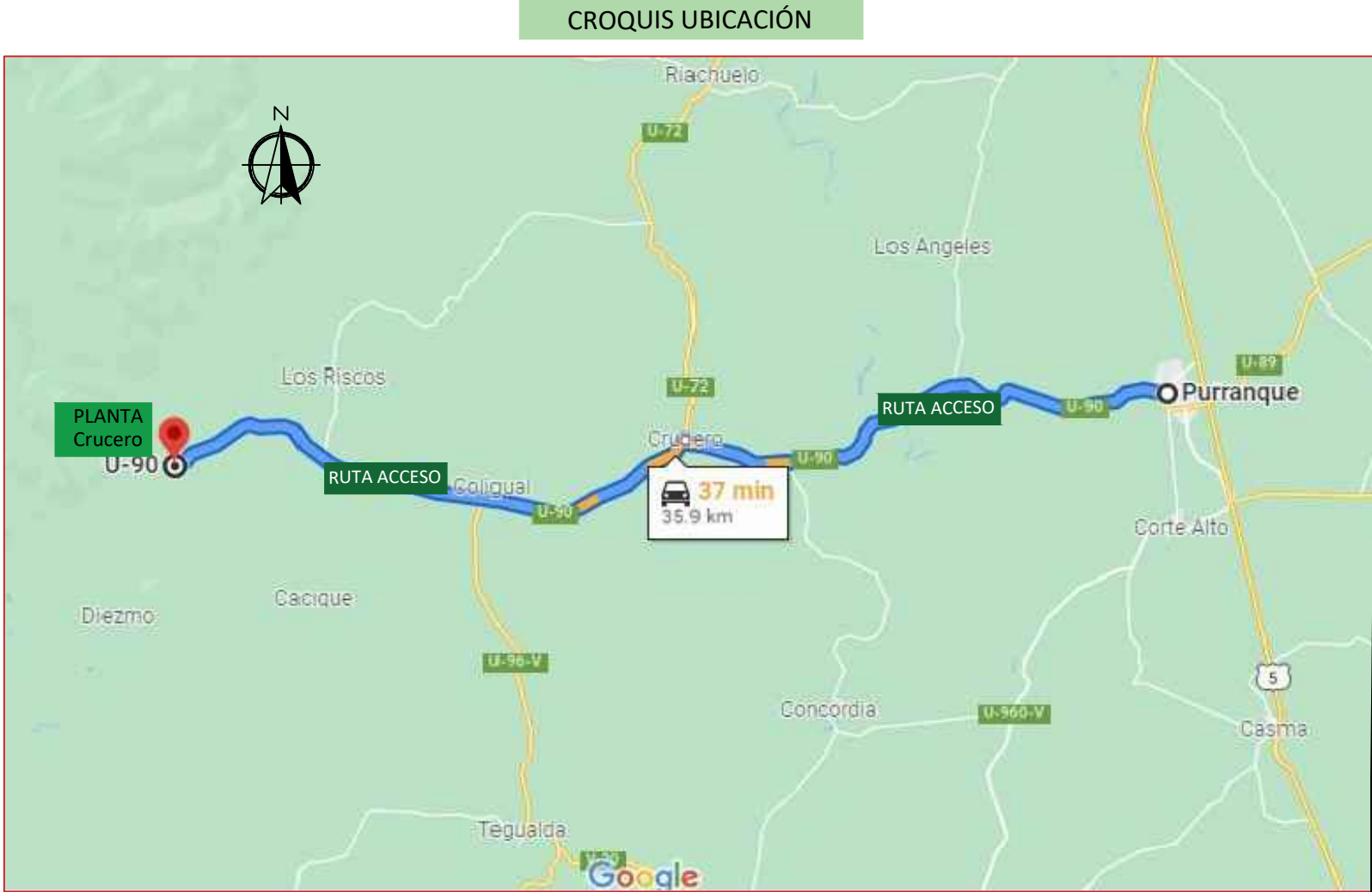


PARÁMETROS MORFOLÓGICOS DE LA CUENCA				
DEF. PARÁMETRO	SIGLA	UNIDAD	SIN NOMBRE	POTRERILLO DE LAS YEGUAS
Cota Máxima de la Cuenca	COTAmox	(m.s.n.m.)	260	293
Cota Mínima de la Cuenca	COTamin	(m.s.n.m.)	139	139
Diferencia de cotas máxima y mínima de la cuenca	H	(m)	121	154
Cota media de la Cuenca	Hmedia	(m.s.n.m.)	163	140
Diferencia entre la cota media de la cuenca y la mínima	Hm	(m)	24	85
Longitud Principal del Cauce	L	(km)	5.76	14.5
Área Aportante Cuenca	A	(km2)	2.81	26.21
Pendiente media de la cuenta	S	(m/m)	0.15	0.033
Tiempo de Concentración de la Cuenca	Tc	(min)	185.7	179.9

CARTA IGM RIACHUELO H-031 (40°45' - 73°15')  
SEGUNDA EDICIÓN 2009

ÁREA APORTANTE  
ESCALA 1:30.000

COORDENADAS UTM(m) DWG 1984 Datum 18G		
	NORTE (m)	ESTE (m)
Entubamiento	5.504.227	658.657
Descarga Aguas Lluvia	5.467.904	638.078
Referencia Planta	5.467.952	637.951



1	DIC. 2021	EMITIDO PARA DGA	S.U.	M.R.	J.L.G.
REV.	FECHA	M O D I F I C A C I O N E S	EMITID	REVISID	APROBID
PROYECTO:					
AMPLIACIÓN CENTRO CRUCERO COMUNA PURRANQUE, REGIÓN DE LOS LAGOS					
ÁREA		HIDRAULICA			
ESTUDIO		HIDRAULICA			
UNIDAD:	INDICADAS		ESCALA:	INDICADAS	
CONTENIDO:					
ZONA PLANTA CRUCERO ÁREA APORTANTE ESTERO SIN NOMBRE ÁREA APORTANTE ESTERO POTRERILLO DE LAS YEGUAS					
DIBUJO:		INGENIERO PROYECTO:		JEFE DE PROYECTO:	
SANTIAGO		MACARENA RIVERA		JOSÉ LUIS GARCÍA HUIDOGRÓ	
ARCHIVO: Área Aportante-Planta Crucero.PDF					
FECHA diciembre-2021		REV. 1	FOR. A1		
LAMINA:		PLANO N°		1 - 1	
Área Aportante				 www.vercecorp.cl	

