

EN LO PRINCIPAL: Presenta Programa de Cumplimiento; **EN EL OTROSÍ:** Se tenga presente.

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE
Fiscal Instructora Señora Gabriela Francisca Tramón Pérez

Don **Boris Navarro Alarcón**, en representación de **Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos S.A.** ("ESSAL"), en el expediente del procedimiento sancionatorio Rol F-040-2021, a usted respetuosamente digo:

Que, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 42 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, vengo en presentar un Programa de Cumplimiento ("PdC") en relación con los cargos formulados mediante la Res. Ex. N° 1/Rol F-040-2021, de fecha 9 de abril de 2021.

Junto al PdC, se acompañan los siguientes documentos (que forman parte integrante del mismo):

- Anexo N°1. Informe análisis de la condición actual del Río Maullín
- Anexo N°2. Informe diagnóstico de la PTAS Llanquihue - Puerto Varas
- Anexo N°3. Informe de evaluación del estado ambiental del Río Maullín
- Anexo N°4. Obras de Mejoramiento de Infraestructura
- Anexo N°5. Ficha Técnica (Pretratamiento)

Por tanto, ruego a usted tener por acompañado el PdC, aprobarlo, suspender el procedimiento administrativo sancionatorio en curso y, una vez ejecutado satisfactoriamente, poner término al procedimiento sancionatorio.

OTROSÍ, sírvase a tener presente que mi representado ha propuesto en el PdC, como acción N° 6 la preparación y presentación ante el Servicio de Evaluación Ambiental de una Consulta de Pertinencia que tenga por objeto que esta autoridad determine si es o no necesario someter a evaluación de impacto ambiental la construcción de una tercera línea de pretratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Llanquihue-Puerto Varas (la "PTAS"), que corresponde a la acción N° 7 del PdC y tiene por objeto actuar como respaldo a las actuales unidades que permita la realización de mantenciones preventivas a las unidades existentes. Se hace presente, sin embargo, que el análisis de pertinencia realizado por mi representada concluye que la construcción de esta tercera línea de pretratamiento no constituye un cambio de consideración respecto de lo autorizado mediante la Resolución Exenta N° 337 del 2 de agosto de 2000, dictada por la Comisión Regional del Medio Ambiente de la región de los Lagos (la "RCA 337/2000"). En efecto, la RCA 337/2000, así como los documentos que componen el expediente de evaluación del proyecto, no establecen una cantidad específica de unidades de pretratamiento, sino que fijan el caudal o volumen de descarga máximo de la PTAS (271,8 l/s), el que no se sobrepasa bajo ningún supuesto con la construcción de una tercera línea de pretratamiento. Esta línea adicional tiene por objeto central robustecer el actual sistema de pretratamiento manteniéndose, como se dijo, el caudal procesado dentro de lo autorizado en la RCA 337/2000 (acápito 3.1.2.). Al respecto, en el Anexo N° 2 que se acompaña al PdC se presenta mayor detalle.

Por otra parte, no se advierte que, en base a otras causales o razones, la ejecución de esta acción puede configurar algún cambio de consideración respecto de la situación actual de la PTAS aprobada mediante la RCA 337/2000.

Téngase presente que la propuesta de PdC se encuentra sujeta a los cambios que usted proponga o sugiera en miras a su aprobación y que, en el improbable caso que la Superintendencia del Medio Ambiente considere que se requieren antecedentes adicionales, aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones, mi representada las acogerá y dará cumplimiento de las mismas con el objeto de que ello permita la aprobación del PdC.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping, sweeping strokes. Below the signature, the identification number "M.544.466-2" is written in the same ink.

Boris Eudaldo Navarro Alarcon
Gerente Asuntos Jurídicos
Essal S.A.

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO

1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS

IDENTIFICADOR DEL HECHO	1
DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN	No informar el seguimiento ambiental de calidad de aguas del río Maullín correspondiente al cuarto trimestre de 2020 (diciembre), al Sistema de Seguimiento Ambiental.
NORMATIVA PERTINENTE	RCA N° 337/2000, que calificó ambientalmente favorable la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto "Planta de tratamiento de aguas servidas de Puerto Varas - Llanquihue". Resolución Exenta N° 223, del 26 de marzo de 2015, de la SMA, Dicta instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental.
DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS	El potencial efecto negativo de no informar el seguimiento ambiental de calidad de aguas del río Maullín correspondiente al cuarto trimestre de 2020 (diciembre) en los plazos establecidos en la RCA N° 337/2000 podría estar asociado a la imposibilidad de la Superintendencia de Medio Ambiente de contar con la información disponible en los plazos establecidos para evaluar el desempeño ambiental del proyecto y, en el evento que los resultados hubiesen sido negativos, adoptar las medidas administrativas que permitieran exigir la protección del río Maullín. Sin embargo, dado que el monitoreo ambiental correspondiente al cuarto trimestre del 2020 fue realizado en los plazos establecidos y que, de acuerdo con el informe de seguimiento ambiental, se concluye que no se evidencia una alteración en el río Maullín a causa del proyecto, es posible descartar la existencia de efectos negativos a causa de esta infracción, por lo que la falta solo reviste un carácter administrativo al no entregar el informe de seguimiento ambiental a la Superintendencia de Medio Ambiente en el plazo establecido en la RCA N° 337/2000. Se adjunta en Anexo N°1 "Informe análisis de la condición actual del Río Maullín" elaborado por la consultora ambiental WSP, mediante el cual se evidencia que no se generaron efectos negativos en el río Maullín, según los resultados obtenidos en el monitoreo realizado durante el cuarto trimestre del 2020 y primer trimestre 2021.
FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS	La presente infracción no configura efectos negativos sobre el medio ambiente o la salud de las personas dado que representa una falta administrativa al no entregar el informe de seguimiento ambiental. Esto significa que no existen efectos negativos que eliminar, contener y/o reducir.

2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS

2.1 METAS

- Ingresar al Sistema de Seguimiento Ambiental de la SMA el informe de calidad de aguas del río Maullín correspondiente al cuarto trimestre de 2020.
- Mejorar el procedimiento interno para el ingreso de información al Sistema de Seguimiento Ambiental de la SMA, con el objeto de asegurar permanentemente la entrega de información de acuerdo con lo establecido en la RCA N° 337/2000.

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN (fechas precisas de inicio y de término)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial)	COSTOS INCURRIDOS (en miles de \$)
1	<p>Acción</p> <p>Reportar a la SMA el informe de seguimiento ambiental del río Maullín correspondiente al cuarto trimestre de 2020</p> <p>Forma de Implementación</p> <p>Ingreso del informe seguimiento ambiental del río Maullín correspondiente al cuarto trimestre de 2020 al Sistema de Seguimiento Ambiental</p>	<p>Inicio: 04/05/2021</p> <p>Término: 04/05/2021</p>	<p>Ingreso efectuado al Sistema de Seguimiento Ambiental el informe correspondiente al cuarto trimestre 2020.</p>	<p>Reporte Inicial</p> <p>Comprobante de ingreso al Sistema de Seguimiento Ambiental del informe de seguimiento ambiental del Río Maullín correspondiente al cuarto trimestre de 2020.</p>	<p>Sin costos asociados</p>

2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN

Incluir todas las acciones que han iniciado su ejecución o se iniciarán antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	FECHA DE INICIO Y PLAZO DE EJECUCIÓN (fecha precisa de inicio para acciones ya iniciadas y fecha estimada para las próximas a iniciarse, y plazo de ejecución)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial, Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
No Aplica	Acción	No Aplica	No aplica	Reporte Inicial		Impedimentos
	No Aplica			No aplica		No aplica
	Forma de Implementación			No aplica		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	No aplica			Reporte final		No aplica
No aplica						

2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
2	Acción	Inicio: 12/05/2021 Término: 30/06/2021	<ul style="list-style-type: none"> - Instructivo de ingreso de información al Sistema de Seguimiento Ambiental elaborado y en funcionamiento. - Capacitación realizada al 100% del personal del Departamento de Medio Ambiente. 	Reportes de avance	\$M 1.000 (costos estimados en base a HH de personal interno ESSAL asignado a la elaboración del instructivo y la capacitación)	Impedimentos
	Mejorar el procedimiento interno para el ingreso de información al Sistema de Seguimiento Ambiental.			<ul style="list-style-type: none"> - Copia de Instructivo de ingreso de información al Sistema de Seguimiento Ambiental. - Nombre y currículum del profesional que efectuará la capacitación. - Nómina del personal a capacitar. - Planificación de la capacitación. - Evidencia de material gráfico de la capacitación. 		No aplica
	Forma de implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	1. Elaborar un instructivo que establezca un procedimiento de validación, los plazos en que se realizan los monitoreos, entrega del informe por parte de la ETFA, revisión de la empresa, envío a la SMA y			<ul style="list-style-type: none"> - Registro fotográfico y/o audiovisual (fecha y hora) de la capacitación vía online al personal. 		No aplica

	<p>plazos internos de verificación de entrega de la información dando cumplimiento a lo establecido en la RCA N° 337/2000.</p> <p>2. Capacitar al personal del Departamento de Medio Ambiente de ESSAL en la aplicación del procedimiento descrito en el punto N°1. La capacitación será dictada por la Gerencia de Asuntos Jurídicos de ESSAL.</p>			- Registro de asistencia de la capacitación.		
--	---	--	--	--	--	--

2.2.4 ACCIONES ALTERNATIVAS

Incluir todas las acciones que deban ser realizadas en caso de ocurrencia de un impedimento que imposibilite la ejecución de una acción principal.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN <small>(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)</small>	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA <small>(N° Identificador)</small>	PLAZO DE EJECUCIÓN <small>(a partir de la ocurrencia del impedimento)</small>	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO <small>(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)</small>	MEDIOS DE VERIFICACIÓN <small>(a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)</small>	COSTOS ESTIMADOS <small>(en miles de \$)</small>
No aplica	Acción	No aplica	No aplica	No aplica	Reportes de avance	No aplica
	No aplica				No aplica	
	Forma de implementación				Reporte final	
	No aplica				No aplica	

1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS

IDENTIFICADOR DEL HECHO	2
DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN	Descarga habitual de aguas servidas sin tratamiento a través del by pass, lo que implica una modificación de consideración respecto al proyecto calificado favorablemente mediante la RCA.
NORMATIVA PERTINENTE	<p>Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente: Artículo 8: “Los proyectos o actividades señalados en el artículo 10 sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido en la presente ley.”</p> <p>Decreto Supremo N° 40/2012 del MMA, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental: Artículo 2.</p>
DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS	<p>De acuerdo con el análisis técnico efectuado, acreditado en los anexos que se acompañan a esta presentación, el efecto negativo generado por la descarga de aguas servidas sin tratamiento a través del by pass se relaciona con:</p> <ul style="list-style-type: none">• Un incremento estacional en los niveles de coliformes fecales en la zona de descarga de la planta de tratamiento y en un tramo aguas abajo de esta.• Alteración visual del río Maullín en la zona de descarga de la planta de tratamiento producto de descargas estacionales de aguas servidas sin tratar. <p>Se adjunta en Anexo N°2 el “Informe diagnóstico de la PTAS Llanquihue - Puerto Varas” donde se detallan, según lo sugerido en reunión de asistencia al cumplimiento, las características de la planta consideradas en su diseño original, las condiciones operativas que gatillaron la necesidad de hacer uso del by pass de la planta de tratamiento, las mejoras realizadas durante el periodo 2018/2019, las obras que están actualmente en ejecución y las obras proyectadas durante 2021 que se describen en este Programa de Cumplimiento y que abordarán los efectos negativos no significativos referidos a los cargos formulados en el presente procedimiento.</p> <p>Adicional a lo anterior, en Anexo N°3, se adjunta informe elaborado por la consultora ambiental Ecos Chile, denominado “Informe de evaluación del estado ambiental del Río Maullín”, con evaluación correspondiente al periodo 2015 - 2020, donde se analizan, en base a los registros del monitoreo y seguimiento efectuado en cumplimiento de la RCA N° 337/2000, los posibles efectos negativos indicados en la formulación de cargos F-040-2021. Este informe concluye en términos generales que, no obstante la superación esporádica de los umbrales establecidos para coliformes fecales en el período 2015 – 2018, la realización de labores de optimización del sistema de tratamiento implementadas por parte de ESSAL (Acción 3 del PdC), ha permitido mantener las concentraciones de todos los parámetros por debajo de los límites normativos y con valores similares a los registrados aguas arriba de la descarga en los últimos años. Por lo anterior, se ha podido constatar que en la actualidad no se han verificado efectos adversos significativos sobre el objeto de protección ambiental.</p> <p>Asimismo, se acompaña el Anexo N°1, informe elaborado por la consultora ambiental WSP Chile, denominado “Informe análisis de la condición actual del Río Maullín”, en el cual se concluye que en la actualidad no se evidencia una alteración significativa en el río Maullín a causa de la operación del proyecto.</p>

FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS

Para eliminar los efectos negativos se ha considerado la ejecución de ciertas obras y acciones que, junto con asegurar que ESSAL dé cumplimiento a la RCA N° 337/2000, se suspendan las descargas de aguas servidas crudas sin tratar a través del by pass de la planta de tratamiento (salvo que en aquellas circunstancias extraordinarias en que la Superintendencia de Servicios Sanitarios (“SISS”) autoriza excepcionalmente el uso del bypass), manteniendo la operación de la planta dentro del límite máximo de caudal de diseño establecido en la RCA N° 337/2000 y en cumplimiento de las demás condiciones establecidas en la evaluación ambiental del proyecto. Para ello, se han considerado las siguientes acciones:

- Mejoramiento y mantenimiento mayor a las unidades existentes de la planta de tratamiento para incrementar su capacidad hidráulica.
- Construir un tercer clarificador secundario en la línea de tratamiento biológico.
- Robustecer el sistema de pretratamiento, incorporando una tercera línea de pretratamiento.
- Robustecer el sistema de desinfección, incorporando una línea de desinfección por cloración complementario al actual sistema de desinfección UV que dispone la planta. El sistema de cloración se diseñará para absorber por sí solo el 100% del caudal considerado en la RCA del proyecto de 271,8 l/s.
- Realizar monitoreos ambientales adicionales en el río Maullín para evidenciar que se han eliminado los efectos negativos, lo anterior en base a la comparación de los resultados de calidad en el cuerpo receptor, aguas arriba de la descarga, punto de descarga y aguas abajo.

2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS

2.1 METAS

- Alcanzar la capacidad de tratamiento de aguas servidas indicada en la RCA N° 337/2000 (271,8 l/s).
- Asegurar el cumplimiento a lo establecido en la RCA N° 337/2000 y Adenda N°2 del Proceso de Evaluación Ambiental y las instrucciones impartidas por la SISS, en lo referente a la utilización del by pass de la planta de tratamiento, una vez implementado el presente Programa de Cumplimiento.

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS INCURRIDOS
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(fechas precisas de inicio y de término)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reporte Inicial)	(en miles de \$)
3	Acción		100 % de ejecución de las obras descritas.	Reporte Inicial	\$M 270.000

	<p>Mejoramiento operativo de las etapas de pretratamiento y tratamiento biológico de la PTAS Llanquihue – Puerto Varas.</p> <p>Forma de Implementación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento mayor a los puentes desarenadores-desengrasadores de la etapa de pretratamiento. - Refuerzo de la línea de alimentación de afluente pretratado a los reactores biológicos desde el pretratamiento. - Cambio en el sistema de deshidratado de lodos de filtro de bandas a centrífuga. - Incorporación de instrumentación para disponer de un control en línea de la planta. <p>Con la implementación de esta acción, se logró reducir en un 84% el volumen de by pass (ello en base a la comparación entre el volumen by pass entre el año 2018 y el volumen medio de by pass del periodo 2019-2020)</p> <p>Se adjunta en Anexo N°4 el informe “Obras de Mejoramiento de Infraestructura” de la PTAS Llanquihue – Puerto Varas donde se detallan las mejoras realizadas descritas en esta acción.</p>	<p>Inicio: 27/09/2018</p> <p>Término: 31/12/2019</p>		<p>- Informe “Obras de Mejoramiento de Infraestructura” de la PTAS Llanquihue – Puerto Varas donde se detallan las mejoras realizadas descritas en esta acción.</p> <p>- Órdenes de Compra, Estado de Pago, Órdenes de Pago y/o Facturas asociadas a las obras ejecutadas.</p>		
4	<p>Acción</p> <p>Consulta de pertinencia aprobada por el Servicio de Evaluación Ambiental por la construcción de un tercer clarificador secundario según Resolución Exenta N°11 del 16 de enero de 2020.</p> <p>Forma de Implementación</p> <p>Presentación de consulta de pertinencia al SEA.</p>	<p>Inicio: 10/12/2019</p> <p>Término: 16/01/2020</p>	<p>Consulta de Pertinencia aprobada.</p>	<p>Reporte Inicial</p> <p>- Copia de Resolución que da respuesta a la consulta de pertinencia aprobada.</p>	<p>No aplica</p>	

2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN

Incluir todas las acciones que han iniciado su ejecución o se iniciarán antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	FECHA DE INICIO Y PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(fecha precisa de inicio para acciones ya iniciadas y fecha estimada para las próximas a iniciarse, y plazo de ejecución)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reporte Inicial, Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)	(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
5	Acción	Inicio: 04/01/2021 Término: 31/10/2021	100 % de la construcción del tercer clarificador ejecutada. Suspensión definitiva del uso del bypass a partir del 1° de noviembre de 2021, salvo ante la concurrencia las circunstancias extraordinarias en que la SISS excepcionalmente permite su uso.	Reporte Inicial	\$M 1.100.000	Impedimentos
	Construcción de un tercer clarificador secundario en la línea de tratamiento biológico, lo que permitirá incrementar el caudal de procesamiento en la etapa biológica a 271,8 l/s y permitirá asegurar el cumplimiento a lo establecido en la RCA y Adenda N°2 del Proceso de Evaluación Ambiental en lo referente a la utilización del by pass de la planta de tratamiento, una vez implementado el Plan de Cumplimiento.			<ul style="list-style-type: none"> - Bases de licitación. - Actas de adjudicación de obras. - Estados de pago de avance de obras. - Registro fotográfico fechado y georreferenciado que dé cuenta del avance de obras. 		<ul style="list-style-type: none"> 1.- Retraso en la importación de los equipos por problemas de disponibilidad de proveedores no imputables al titular. 2.- Retraso en la importación de los equipos, por causas atribuibles a aduanas y no imputables al titular. 3.- Retraso en la ejecución de obras por condiciones y restricciones sanitarias (COVID-19) en el país. 4- Contagio masivo de COVID-19 de los trabajadores del contratista a cargo de la obra.

	<p>Forma de Implementación</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Registro fotográfico fechado y georreferenciado que acredite el avance de las obras. - Facturas de equipos. - Estados de pago de avance de obras. 		<p>Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño del proyecto de Ingeniería. 2. Licitación y adjudicación de ejecución de obras. 3. Ejecución de obras. 4. Puesta en marcha y puesta en operación de 30 días. 5. Suspensión definitiva del uso del bypass a partir del 1° de noviembre de 2021, salvo ante la concurrencia de las circunstancias extraordinarias en que la SISS excepcionalmente permite su uso. 		<p>Reporte final</p>		<p>Se informará la ocurrencia del impedimento en el marco de los reportes de seguimiento, junto con los antecedentes que la acrediten, las implicancias que tenga y se propondrá a la SMA la extensión de plazo necesaria a cumplir con la justificación correspondiente.</p>
			<p>Resumen de reportes de avances presentados, donde se incluirá la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informe que incluye registro fotográfico fechado y georreferenciado que acredite el término de la ejecución de las obras. - Facturas de equipos. - Estados de pago emitidos durante la ejecución de las obras. <p>Informe que evidencie la suspensión de uso de by pass desde 01 de noviembre de 2021.</p>		

2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
6	Acción	Inicio: 14/05/2021 Término: 31/07/2021	Respuesta a la consulta de pertinencia por parte del SEA.	Reportes de avance	\$1.500 (valor estimado en base a las HH dedicadas)	Impedimentos
	Preparar y presentar Consulta de Pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental ("SEIA") por mejoras en la etapa de pretratamiento con el objeto de confirmar si éstas corresponden o no a un cambio de consideración de acuerdo con lo establecido en el D.S. N°40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente.			Copia de carta conductora con ingreso de consulta de pertinencia al SEA.		1.- Ampliación de los plazos de evaluación por parte del SEA, no imputables al titular. 2.- Exigencia de ingreso al SEIA por parte del SEA.
	Forma de implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	1.- Preparación de consulta de pertinencia y reunión con autoridad competente.			Copia de Resolución que da respuesta a la consulta de pertinencia.		1. Se informará a la SMA en el reporte de seguimiento correspondiente el retraso en la ejecución y se

	<p>2.- Ingreso de consulta de pertinencia ante el Servicio de Evaluación Ambiental con los antecedentes de mejora en la etapa de pretratamiento.</p> <p>3.- Ingreso de respuesta a consulta de pertinencia en el Sistema de Resoluciones de Calificación Ambiental.</p>				<p>propondrá una extensión razonable del plazo.</p> <p>2. Se informará a la SMA en el reporte de seguimiento correspondiente la resolución del Servicio de Evaluación Ambiental determinando la obligación de ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y se entregará una propuesta de cronograma al respecto (Acción alternativa 10).</p>
7	<p>Acción</p> <p>Incorporar una tercera línea de pretratamiento que actúe como respaldo a las actuales unidades que permita la realización de mantenciones preventivas a las unidades existentes. Se adjunta en Anexo N°5 Ficha Técnica del Equipo.</p> <p>Forma de implementación</p>	<p>Inicio: 10/05/2021</p> <p>Término: 31/01/2022</p>	<p>100 % de ejecución de las obras de instalación de la tercera línea de pretratamiento</p>	<p>Reportes de avance</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cotización de los servicios de ingeniería - Contrato y/o Orden de compra por la contratación de servicios de ingeniería para diseño de proyecto. - Actas de adjudicación de obras. - Registro fotográfico fechado y georreferenciado que acrediten el avance de las obras. - Estados de pago. <p>Reporte final</p>	<p>Impedimentos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Retraso en la importación de los equipos por problemas de disponibilidad de proveedores no imputables al titular. 2.- Retraso en la importación de los equipos, por causas atribuibles a aduanas y no imputables al titular. 3.- Retraso en la ejecución de obras por condiciones y restricciones sanitarias (COVID-19) en el país. 4- Contagio masivo por COVID-19 de los trabajadores del contratista a cargo de la obra. <p>Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cotización de los servicios de ingeniería. 2. Contratación de servicios de ingeniería para diseño de proyecto de implementación de la tercera línea de Pretratamiento. 3. Diseño del Proyecto de Ingeniería 4. Licitación y Adjudicación de ejecución de obras. 5. Ejecución de obras. 6. Puesta en marcha y entrada en operación. 			<p>Resumen de reportes de avances presentados, donde se incluirá la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informe que incluye registro fotográfico fechado y georreferenciado que acredite el término de la ejecución de las obras. - Estados de pago emitidos durante la ejecución de las obras. 		<p>Se informará la ocurrencia del impedimento en el marco de los reportes de seguimiento, junto con los antecedentes que la acrediten las implicancias que tenga y se propondrá a la SMA la extensión de plazo necesaria a cumplir con la justificación correspondiente.</p>
8	<p style="text-align: center;">Acción</p> <p>Robustecer la etapa de desinfección ultravioleta con la incorporación de una unidad adicional de desinfección mediante cloración. Esta acción se encuentra respaldada según consulta de pertinencia, ingresada con fecha 21 de diciembre del 2009, y resolución aprobatoria N°958/2010 de la CONAMA Región de Los Lagos.</p>	<p>Inicio: 10/05/2021</p> <p>Término: 31/03/2022</p>	<p>100 % de ejecución de las obras de robustecimiento del sistema de desinfección.</p>	<p style="text-align: center;">Reportes de avance</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resolución N° 958/2010, que indica no ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. - Cotización de los servicios de ingeniería para diseño de proyecto - Contrato y/o Orden de compra por la contratación de servicios de ingeniería para diseño de proyecto - Actas de adjudicación de obras. - Registro fotográfico fechado y georreferenciado que acrediten el avance de las obras. - Estados de pago. 	<p>\$M 500.000</p>	<p style="text-align: center;">Impedimentos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Retraso en la importación de los equipos por problemas de disponibilidad de proveedores no imputables al titular. 2.- Retraso en la importación de los equipos, por causas atribuibles a aduanas y no imputables al titular. 3.- Retraso en la ejecución de obras por condiciones y restricciones sanitarias (COVID-19) en el país. 4- Contagio masivo por COVID de los trabajadores del contratista a cargo de la obra.

Forma de implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cotización de los servicios de ingeniería 2. Contratación de servicios de ingeniería para diseño de proyecto de implementación de la tercera línea de Pretratamiento. 3. Diseño del Proyecto de Ingeniería 4. Licitación y Adjudicación de ejecución de obras. 5. Ejecución de obras. 6. Puesta en marcha y entrada en operación. 			<p>Resumen de reportes de avances presentados, donde se incluirá la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informe que incluye registro fotográfico fechado y georreferenciado que acredite el término de la ejecución de las obras. - Estados de pago emitidos durante la ejecución de las obras. 		<p>Se informará la ocurrencia del impedimento en el marco de los reportes de seguimiento, junto con los antecedentes que la acrediten las implicancias que tenga y se propondrá a la SMA la extensión de plazo necesaria a cumplir con la justificación correspondiente.</p>
Acción			Reportes de avance		Impedimentos
<p>9</p> <p>Monitoreo Ambiental al río Maullín, consistente en monitoreos trimestrales a efectuar en el tramo correspondiente desde aguas arriba de la descarga, en el punto de descarga y aguas abajo.</p>	<p>Inicio: Una vez aprobado el PdC</p> <p>Término: 1 año posterior al término de la ejecución de las obras comprometidas en las acciones N°5, N°7 y N°8</p>	<p>100% de ejecución de los monitoreos comprometidos en los plazos estipulados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de monitoreo - Orden de compra y/o contrato de la contratación de la ejecución de monitoreos a la ETFA. - Informes de monitoreo correspondiente al periodo reportado. 	<p>\$MMM100</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Retraso en la ejecución de los monitoreos por condiciones y restricciones sanitarias (COVID-19) en el país.
Forma de implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento

1.- Diseño del plan de monitoreo, tomando como referencia las 5 estaciones descritas en Tabla 11 de la Res. Ex. N°1/ROL F-040-2021, en consistencia al monitoreo realizado por la SMA en diciembre de 2020 y considerando los puntos sugeridos por la consultora ECOS CHILE, en el Informe que se acompaña en Anexo N°3.

2.- Contratación de empresa para efectuar los monitoreos.

3.- Ejecución de los monitoreos comprometidos con frecuencia trimestral. Se privilegiará realización de monitoreos en los periodos históricos de registro de mayor activación del by pass de la PTAS.

4.- Análisis de los resultados obtenidos.

5.- Remitir resultados de monitoreo a la SMA

- Resumen de reportes de avances presentados.

- Informe final de evaluación de los monitoreos periódicos realizados.

Se informará la ocurrencia del impedimento en el marco de los reportes de seguimiento, junto con los antecedentes que la acrediten y las implicancias que tenga.

2.2.4 ACCIONES ALTERNATIVAS

Incluir todas las acciones que deban ser realizadas en caso de ocurrencia de un impedimento que imposibilite la ejecución de una acción principal.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN <small>(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)</small>	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA <small>(N° Identificador)</small>	PLAZO DE EJECUCIÓN <small>(a partir de la ocurrencia del impedimento)</small>	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO <small>(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)</small>	MEDIOS DE VERIFICACIÓN <small>(a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)</small>	COSTOS ESTIMADOS <small>(en miles de \$)</small>
10	Acción	Acción N°6	El término de la acción será a los 18 meses del ingreso al SEIA	Obtención de RCA favorable	Reportes de avance	\$M 200.000
	Ingreso al Sistema de Evaluación Ambiental de proyecto referido a mejora a la etapa de pretratamiento (acción N° 7).				- Minuta, informe y/o resumen del estado de tramitación en el SEIA.	

				<ul style="list-style-type: none"> - Resoluciones de extensión de plazo emitidas por el SEA en caso de haberlas. - Envío de copia de la resolución que admita a trámite la DIA o el EIA, del o los Informes Consolidados de Solicitudes de Aclaraciones, Rectificaciones y Ampliaciones, de la o las adendas y del Informe Consolidado de Evaluación, según corresponda. 		
	<p>Forma de implementación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Elaboración de la Declaración de Impacto Ambiental ("DIA") o el Estudio de Impacto Ambiental ("EIA"), según corresponda. 2.- Elaboración de estudios complementarios para el ingreso al SEIA. 3.- Ingreso y tramitación del proyecto al SEIA. 			<p>Reporte final</p> <p>Copia de la Resolución de Calificación Ambiental favorable.</p>		

Otras acciones

COMPLETAR PARA LA TOTALIDAD DE LAS INFRACCIONES:

3. PLAN DE SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIONES Y METAS

3.1 REPORTE INICIAL

REPORTE ÚNICO DE ACCIONES EJECUTADAS Y EN EJECUCIÓN.

PLAZO DEL REPORTE (en días hábiles)	20	Días hábiles desde de la notificación de la aprobación del Programa.
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar
	1	Ingresar al Sistema de Seguimiento Ambiental el informe de calidad de aguas del río Maullín correspondiente al cuarto trimestre de 2020.
	3	Mejoramiento operativo de las etapas de pretratamiento y tratamiento biológico.
	4	Consulta de pertinencia aprobada por el SEA por la construcción de un tercer clarificador secundario.
	5	Construcción de un tercer clarificador secundario en la línea de tratamiento biológico.

3.2 REPORTE DE AVANCE

REPORTE DE ACCIONES EN EJECUCIÓN Y POR EJECUTAR.

TANTOS REPORTE COMO SE REQUIERAN DE ACUERDO A LAS CARÁCTERÍSTICAS DE LAS ACCIONES REPORTADAS Y SU DURACIÓN

PERIODICIDAD DEL REPORTE (Indicar periodicidad con una cruz)	Semanal		A partir de la notificación de aprobación del Programa. Los reportes serán remitidos a la SMA en la fecha límite definida por la frecuencia señalada. Estos reportes incluirán la información hasta una determinada fecha de corte comprendida dentro del periodo a reportar.
	Bimensual (quincenal)		
	Mensual		
	Bimestral		
	Trimestral	X	
	Semestral		
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar	
	2	Mejorar el procedimiento interno para el ingreso de información al Sistema de Seguimiento Ambiental.	
	5	Construcción de un tercer clarificador secundario en la línea de tratamiento biológico.	
	6	Consulta de pertinencia por tercera línea del pretratamiento	

	7	Incorporar una tercera línea de pretratamiento
	8	Robustecer la etapa de desinfección
	9	Monitoreo Ambiental al río Maullín
	10	Ingreso al Sistema de Evaluación Ambiental por mejoras al pretratamiento

3.3 REPORTE FINAL

REPORTE ÚNICO AL FINALIZAR LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA.

PLAZO DE TÉRMINO DEL PROGRAMA CON ENTREGA DEL REPORTE FINAL	30	Días hábiles a partir de la finalización de la acción de más larga data.
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar
	1	Ingresar al Sistema de Seguimiento Ambiental el informe de calidad de aguas del río Maullín correspondiente al cuarto trimestre de 2020.
	2	Mejorar el procedimiento interno para el ingreso de información al Sistema de Seguimiento Ambiental.
	3	Mejoramiento operativo de las etapas de pretratamiento y tratamiento biológico.
	4	Consulta de pertinencia aprobada por el SEA por la construcción de un tercer clarificador secundario.
	5	Construcción de un tercer clarificador secundario en la línea de tratamiento biológico.
	6	Consulta de pertinencia por tercera línea del pretratamiento
	7	Incorporar una tercera línea de pretratamiento
	8	Robustecer la etapa de desinfección
	9	Monitoreo Ambiental al río Maullín
	10	Ingreso al Sistema de Evaluación Ambiental por mejoras al pretratamiento

ENTREGA REPORTES																										
cumplimiento																										
En Meses <input checked="" type="checkbox"/> En Semanas <input type="checkbox"/> Desde la aprobación del programa de																										
Reporte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Inicial	<input checked="" type="checkbox"/>																									
Avance 1				<input checked="" type="checkbox"/>																						
Avance 2							<input checked="" type="checkbox"/>																			
Avance 3										<input checked="" type="checkbox"/>																
Avance 4												<input checked="" type="checkbox"/>														
Avance 5																<input checked="" type="checkbox"/>										
Avance 6																			<input checked="" type="checkbox"/>							
Avance 7																							<input checked="" type="checkbox"/>			
Final																										<input checked="" type="checkbox"/>

Anexo N°1

Informe análisis de la condición actual del Río Maullín



ESSAL S.A.

Informe análisis de la condición actual del Río Maullín

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
SERVIDAS PUERTO VARAS- LLANQUIHUE

mayo, 2021



Informe análisis de la condición actual del Río Maullín

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PUERTO VARAS- LLANQUIHUE

ESSAL S.A.

VERSIÓN V.2
CONFIDENCIAL

ES1152
FECHA: MAYO 2021

WSP
Av. Juan Soler Manfredini 41 Of. 1501 - Puerto
Montt.

+56 65 277 3000 / +56 41 218 6000
wsp.com



Este reporte fue realizado por WSP AMBIENTAL S.A. para proyecto de ESSAL S.A., de acuerdo con el contrato de servicios profesionales. La divulgación de cualquier información contenida en este informe es responsabilidad exclusiva del destinatario. Este material, forma parte del mejor criterio de WSP AMBIENTAL S.A. en relación a la información disponible en el momento de la preparación. Cualquier uso que haga un tercero de este informe, o cualquier dependencia o decisiones que se tomen con base en él, son responsabilidad de tales terceros. WSP AMBIENTAL S.A. no se hace responsable de los daños, si los hubiere, sufridos por terceros como resultado de decisiones tomadas o acciones basadas en este informe. Esta declaración de limitaciones se considera parte de este informe.

El documento original de base tecnológica enviado aquí, ha sido autenticado y será conservado por nuestra empresa por un mínimo de diez años. Dado que el archivo transmitido está fuera de nuestro control y su integridad ya no puede garantizarse, no se puede dar ninguna garantía con respecto a cualquier modificación hecha a este documento.



TABLA DE CONTENIDO

1	RESUMEN	5
2	INTRODUCCIÓN	6
3	OBJETIVOS	7
3.1	OBJETIVO GENERAL	7
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	7
4	METODOLOGÍA.....	8
4.1	ÁREA DE ESTUDIO	8
4.2	ANÁLISIS REALIZADO	8
5	EVALUACIÓN DE POSIBLES EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA DESCARGA DE LA PTAS	10
5.1	COLUMNA DE AGUA	10
5.1.1	Oxígeno disuelto.....	10
5.1.2	Temperatura.....	11
5.1.3	Potencial de hidrógeno	11
5.1.4	Nitrógeno Total Kjeldahl	11
5.1.5	Fósforo total	12
5.1.6	Coliformes fecales.....	12
5.1.7	Aceites y grasas	13
5.1.8	DBO ₅	13
5.1.9	Poder espumógeno	14
5.1.10	Sólidos suspendidos totales.....	14
5.2	FAUNA ÍCTICA.....	15
6	CONCLUSIONES.....	17
7	BIBLIOGRAFÍA.....	18

ANEXOS

A	Informe seguimiento Ambiental T4-2020, T1-2020.....	19
---	---	----



1 Resumen

El presente informe efectúa un análisis del seguimiento ambiental, comprometido en la RCA N°337/2000 de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (en adelante, PTAS) de Puerto Varas-Llanquihue de la empresa ESSAL S.A. Específicamente, se analizó la condición actual del Río Maullín, con los datos obtenidos en la cuarta campaña trimestral del año 2020 y, la primera campaña trimestral del 2021, ambas efectuadas por ECOGESTION Ambiental Ltda., laboratorio autorizado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA).

El objetivo general de este informe es evaluar la condición actual del Río Maullín, en el área donde descarga la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Puerto Varas - Llanquihue y a su vez, determinar si existe un efecto negativo por no informar la cuarta campaña trimestral del año 2020 en los plazos establecidos en la RCA N°337/2000.

El análisis efectuado sobre los resultados de las mediciones y análisis de los distintos parámetros monitoreados se realiza de forma comparativa con la estación aguas arriba de la descarga y bibliográficamente en cuanto al comportamiento y estado general del cuerpo receptor.

Finalmente, es posible concluir que los resultados del monitoreo ambiental, correspondientes al cuarto trimestre del 2020 y primer trimestre 2021, indican que tanto en la descarga, como aguas abajo de ésta, la calidad fisicoquímica es igual y en algunos parámetros mejor que la observada aguas arriba de ésta y, que la presencia de especies nativas de fauna íctica en el hábitat de la zona del área de influencia de la descarga, es señal que la calidad biótica y abiótica del cuerpo de agua está cumpliendo con sus requerimientos especie-específicos. Por ende, se descarta el potencial efecto negativo de no informar el seguimiento ambiental de calidad de aguas del río Maullín correspondiente al cuarto trimestre de 2020 (diciembre) en los plazos establecidos en la RCA N° 337/2000.



2 Introducción

Con fecha 09 de abril del año 2021 mediante Res. Ex. N°1/ROL F-040-2021, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) formula cargos a ESSAL, en particular a la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Puerto Varas-Llanquihue.

Con motivo de la formulación de cargos, ESSAL S.A. presentará un Programa de Cumplimiento (PdC) en el cual, analizará la condición actual del Río Maullín para fundamentar la existencia o inexistencia de efectos negativos, derivados de la infracción establecida en el cargo N°1, que señala:

“No informar el seguimiento ambiental de calidad de aguas del río Maullín correspondiente al cuarto trimestre de 2020 (diciembre), al Sistema de Seguimiento Ambiental”

En relación a lo antes señalado, el potencial efecto negativo, de no informar el seguimiento ambiental de calidad de aguas y fauna íctica del Río Maullín en los plazos establecidos en la RCA N° 337/2000, podría estar asociado a la imposibilidad de la Superintendencia de Medio Ambiente de no contar con la información disponible en los plazos establecidos para evaluar el desempeño ambiental del proyecto y, en el evento que los resultados hubiesen sido negativos, adoptar las medidas administrativas que permitieran exigir la protección del Río Maullín.

Es así, como el presente informe fundamentará la existencia o inexistencia de efectos negativos asociados al cargo N°1, a través de un análisis de la condición actual del Río Maullín.



3 Objetivos

3.1 Objetivo General

Evaluar el estado actual del Río Maullín, expresado en términos de calidad de agua y fauna íctica, en el área de influencia de la descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Puerto Varas – Llanquihue.

3.2 Objetivo Específico

- Analizar las dos últimas campañas trimestrales asociadas al cuerpo receptor, T4-2020 y T1-2021.
- Determinar la existencia o inexistencia de efectos negativos por no informar la cuarta campaña trimestral del año 2020 en los plazos establecidos en la RCA N°337/2000.

4 Metodología

4.1 Área de estudio

El lugar del monitoreo se localiza en la Región de Los Lagos, comuna de Llanquihue, específicamente en el Río Maullín. El área de estudio fue definida en la evaluación ambiental del proyecto que cuenta con Resolución de Calificación Ambiental N°337/2000.

Tabla 1. Ubicación geográfica (coordenadas UTM, Huso H-18S, WGS 84) de las estaciones en el río Maullín, sector de Llanquihue, provincia de Llanquihue.

Estaciones	Descripción	Este	Norte
E1	100 m aguas arriba de la descarga	667317	5430287
E2	100 m aguas abajo de la descarga	664951	5428380
PD	Punto de descarga	665488	5428581

Fuente: Ecogestión Ambiental LTDA.

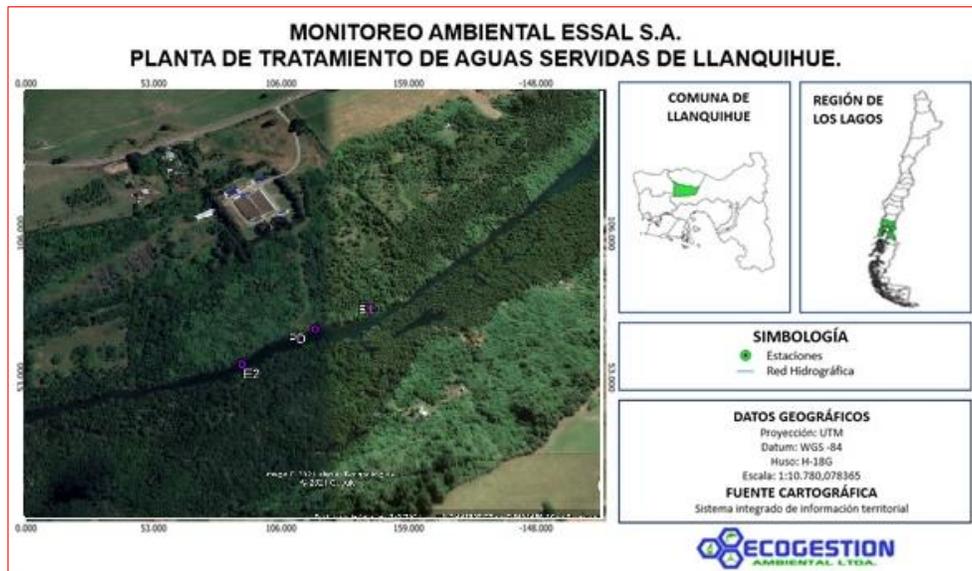


Figura 1 -Mapa de las estaciones de monitoreo ubicadas en el cuerpo de agua receptor asociado al PVA de la empresa ESSAL S.A. Fuente: Ecogestión Ambiental Ltda.

4.2 Análisis realizado

Para evaluar la condición actual del Río Maullín se realizará una revisión de los parámetros ambientales y un análisis comparativo entre las estaciones ubicadas aguas arriba de la



descarga, tanto en calidad de agua como en fauna íctica, en relación a la condición de la estación ubicada en el punto de descarga y en el punto aguas abajo de ésta.

Se utilizarán como referencia los datos obtenidos en los informes PVA ESSAL Llanquihue-Puerto Varas T4 2020 y T1-2021.

5 Evaluación de posibles efectos negativos producidos por la descarga de la PTAS

5.1 Columna de agua

5.1.1 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto (OD) en el agua del tramo del río Maullín se encuentra en rango normales para un curso de agua fluvial. Aguas arriba de la descarga (E1), la cantidad de OD reportada es de 9,1 mg/L y 8,7mg/L, en la campaña T4-2020 y T1-2021, respectivamente. Aguas abajo, es levemente menor, con 8,9 y 8,6 mg/L. Sin embargo, esta variación es mínima si se considerara la incertidumbre asociada a la medición, la cual puede estar cercana a 0,1 mg/L de error. Se debe considerar como referencia, que a la temperatura a la cual fue realizada la medición, un agua completamente pura y a 1 atmósfera de presión habría tenido una concentración de OD cercana a los 10 mg/L (Vega, 2002¹). Es un parámetro que presenta una mínima variación antes y después de la descarga por lo que no reviste efectos ambientales.

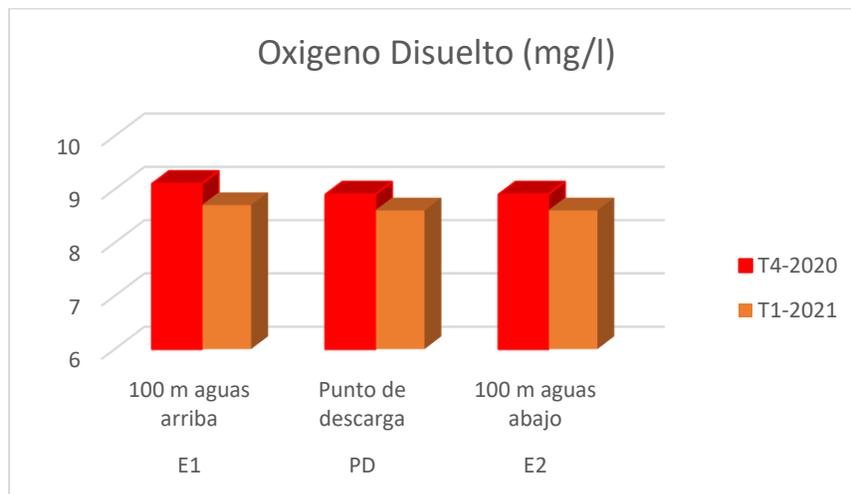


Figura 2. Gráfico comportamiento oxígeno disuelto

¹ Vega de Kuyper, JC. 2002. Química del medio ambiente y de los recursos naturales. Eds. Universidad Católica de Chile. 405 páginas.

5.1.2 Temperatura

La temperatura se mantiene en 14.3 °C en todas las estaciones de monitoreo en la campaña T4-2020 y en 14,8 y 14,9°C en campaña T1-2021; valor normal para las épocas de la medición. Es un parámetro que se mantiene invariable antes y después de la descarga.

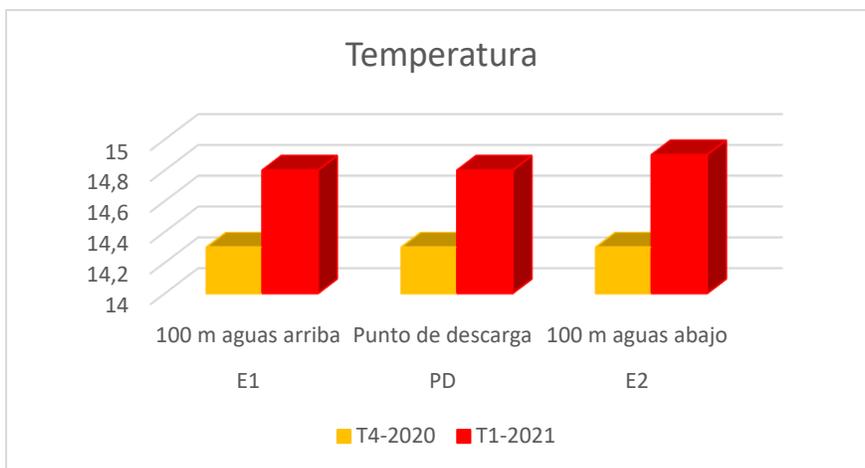


Figura 3. Gráfico comportamiento temperatura

5.1.3 Potencial de hidrógeno

La campaña T4-2020 registra que el pH se encuentra en un rango de variación normal, entre 7,3 y 7,4, siendo muy levemente menor aguas arriba de la descarga, variación que no reviste mayor importancia ambiental, pero que podría explicarse producto de la calidad del agua de E1. Por otro lado, la campaña T1-2021 refleja un rango similar e invariable entre cada una de las estaciones, siendo igual a 7,4 en las tres estaciones. Por este motivo, es un parámetro que no reviste efectos ambientales.

5.1.4 Nitrógeno Total Kjeldahl

Los resultados de la campaña T4-2020 indican que antes de la descarga, en E1, el agua contiene 1,78 mg/L de Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK). En la descarga (PD) se aprecia una disminución importante del NTK, llegando a 0,6 mg/L; disminución que continúa aguas abajo de la descarga (E2) alcanzando los 0,466 mg/L. Dado el pH del sector (sobre 7,0) y considerando que el NTK es la suma del nitrógeno amoniacal y nitrógeno orgánico (von Sperling, 2007, MMA, 2017), estos resultados indican que aguas arriba de la descarga (E1) predomina probablemente el nitrógeno en su forma de amonio ($N-NH_4^+$). Sumado a lo anterior, las bajas concentraciones de NTK en el punto de la descarga (PD), evidencia a su vez que los efluentes de la planta de tratamiento aportan una baja concentración de nitrógeno amoniacal y nitrógeno orgánico al río, y como resultado de este bajo aporte de nitrógeno se explicaría la menor concentración de NTK en el punto de la descarga (PD), y

consecuentemente aguas abajo de la descarga. Lo antes mencionado, se condice con los resultados obtenido en la campaña T1-2021 donde se observa nuevamente que E1 tiene una concentración mayor, 0,571mg/l, que el punto de la descarga y que el punto aguas debajo de la descarga. En síntesis, es un parámetro que mejora bastante respecto a la calidad registrada antes de la descarga.

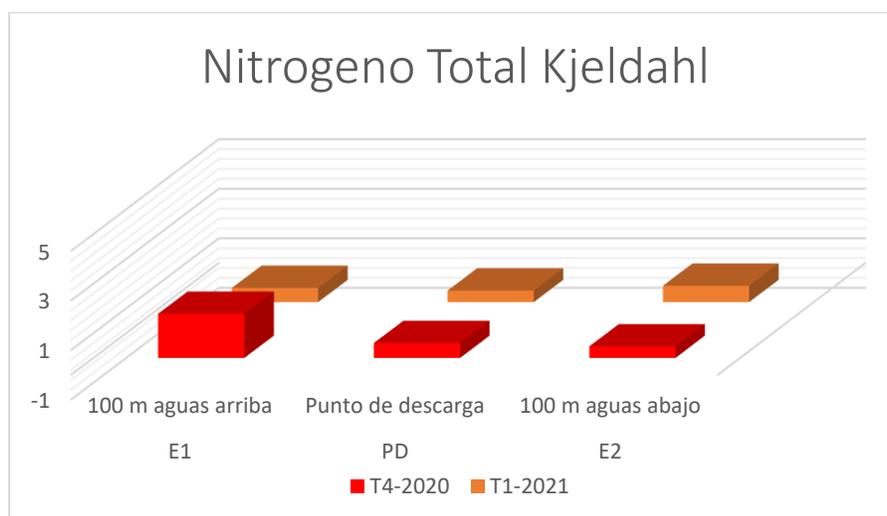


Figura 4. Gráfico comportamiento nitrógeno kjeldahl

5.1.5 Fósforo total

Para el caso del fósforo total, en ambas campañas, todos los resultados se presentaron bajo el límite de detección (0,2 mg/L), es decir, tanto el punto de la descarga (PD) y como el ubicado aguas abajo de la descarga (E2) no difieren de la calidad de agua que presenta la estación localizada antes de la descarga (E1). Dado el bajo aporte de NTK inferido por los resultados del monitoreo, se puede inferir una baja concentración de fósforo total en el medio receptor. Es un parámetro que se mantendría invariable antes y después de la descarga.

5.1.6 Coliformes fecales

Todos los resultados, de la campaña T4-2020, se presentaron bajo el límite de detección (1,8 NMP/100 ml), es decir, tanto el punto de la descarga (PD) y como el ubicado aguas abajo de la descarga (E2) no difieren de la calidad de agua que presenta la estación localizada antes de la descarga (E1). Para el caso de la campaña T1-2021, los resultados fueron igual en las tres estaciones, 23NMP/100ml, por lo que es un parámetro que se mantiene invariable antes y después de la descarga.

5.1.7 Aceites y grasas

Todos los resultados, tanto en la campaña T4-2020 como en la campaña T1-2021, se presentaron bajo el límite de detección (0,5 mg/L), es decir, tanto el punto de la descarga (PD) y como el ubicado aguas abajo de la descarga (E2) no difieren de la calidad de agua que presenta la estación localizada antes de la descarga (E1). Es un parámetro que se mantiene invariable antes y después de la descarga.

5.1.8 DBO₅

Los resultados indican que antes de la descarga (en E1), el agua tiene una demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) de 2,3 mg/L y 4,48, en la campaña T4-2020 y T1-2021, respectivamente. En la descarga, en ambas campañas se aprecia una disminución que hace que la DBO₅ esté bajo el límite de detección de la técnica analítica (LD), para el caso de la campaña T4-2020 y que se reduzca en un 40%, en el caso de la campaña T1-2021. Teniendo presente que aguas arriba de la descarga (E1) hay un mayor contenido de NTK, esta pequeña variación en la DBO₅ se explica porque el nitrógeno amoniacal puede incrementar la demanda bioquímica de oxígeno (von Sperling, 2007). Por su parte, la zona de la descarga al tener un menor NTK explicaría una DBO₅ cercana al LD de la técnica. Aguas abajo de la descarga, se mantiene en ambas campañas con valores cercanos al LD. La DBO₅ es un parámetro cuyas diferencias se dan en beneficio de la calidad del cuerpo receptor, específicamente en la zona de la descarga, por ende, no revisten un efecto ambiental sobre la biota.

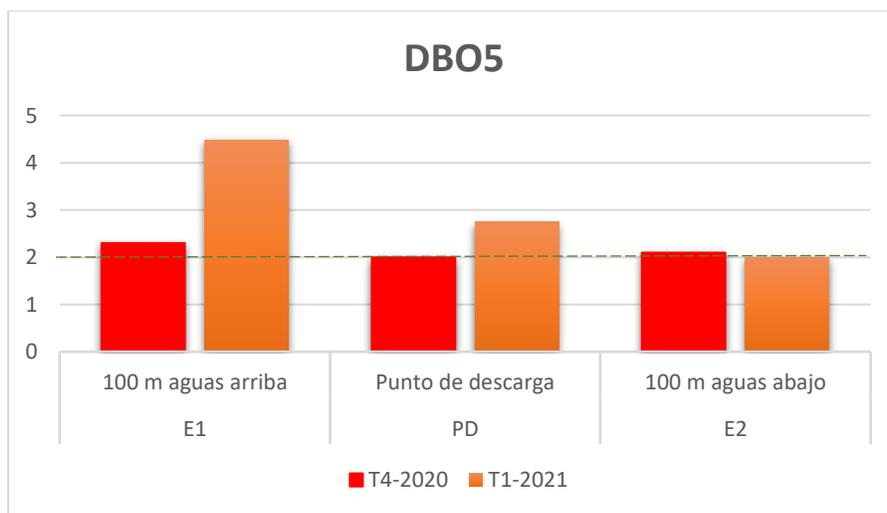


Figura 5. Gráfico comportamiento DBO₅

*Línea punteada corresponde al Límite de detección



5.1.9 Poder espumógeno

Todos los resultados, en ambas campañas, se presentaron bajo el límite de detección (2 mm), es decir, tanto el punto de la descarga (PD) y como el ubicado aguas abajo de la descarga (E2) no difieren de la calidad de agua que presenta la estación localizada antes de la descarga (E1). Es un parámetro que se mantiene invariable antes y después de la descarga.

5.1.10 Sólidos suspendidos totales

Todos los resultados, en ambas campañas, se presentaron bajo el límite de detección (5 mg/L), es decir, tanto el punto de la descarga (PD) y como el ubicado aguas abajo de la descarga (E2) no difieren de la calidad de agua que presenta la estación localizada antes de la descarga (E1). Es un parámetro que se mantiene invariable antes y después de la descarga.

5.2 Fauna íctica

Todo el sector monitoreado presenta una alta diversidad de fauna íctica. Al mismo tiempo, tanto los resultados del monitoreo de diciembre del 2020 como el de marzo del 2021, los resultados indican que el hábitat con más preferencia por parte de las especies nativas se encuentra en la zona de la descarga (PD) y aguas abajo de la descarga (E2). Ambas estaciones de monitoreo (PD y E2) presentan 1 especie nativa más que la estación que se encuentra aguas arriba de la descarga (E1).

Este patrón observado se refuerza con los resultados de los índices comunitarios calculados en este monitoreo. Comparado con E1, los mejores índices se detectaron en el punto de la descarga (PD) y en aguas abajo de la descarga (E2). De las tres estaciones monitoreadas, el punto de descarga (PD) presentó el mejor índice de uniformidad ($J' = 0,84$ y $0,89$) en ambas campañas, la menor dominancia ($\lambda = 0,32$ y $\lambda = 0,328$) y la mayor diversidad ($H' = 1,96$). Esto es indicativo que la estación correspondiente a la descarga (PD) presenta la mejor diversidad de las tres monitoreadas, seguido por aguas abajo de la descarga.

Como evidencia de lo anterior, en ambas estaciones destaca la presencia de 2 especies cuya preferencia de hábitat suele ser amplia y tolerante como es el caso de *Trichomycterus areolatus*² (Habit et al., 2005) pero también muy susceptible a la perturbación ambiental como es el caso de *Aplocheilichthys zebra*³ (Habit et al., 2010). En este contexto, la ocurrencia de estas especies en el hábitat de estas dos estaciones del área de influencia de la descarga es señal que la calidad biótica y abiótica del cuerpo de agua está cumpliendo con sus requerimientos especie-específicos.

Por lo tanto, la fauna íctica es un parámetro que evidencia que la descarga de la sanitaria no genera efectos sobre la distribución y abundancia de la fauna íctica, y el hábitat disponible en la descarga está siendo utilizado por especies nativas.

² http://especies.mma.gob.cl/cnmweb/web/webciudadana/ficha_independ.aspx?especieid=192

³ http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/ficha_independ.aspx?EspecieId=818

Tabla 2. Abundancia total y parámetros comunitarios de la ictiofauna colectada en el área de estudio asociada al monitoreo de la empresa ESSAL S.A., en el río Maullín, comuna de Llanquihue, región de Los Lagos.

Clase	Familia	Nombre científico	T4-2020			T1-2021		
			E1	PD	E2	E1	PD	E2
Actinopterygii	Galaxiidae	<i>Aplochiton zebra</i>	1	3	1	0	3	1
Actinopterygii	Galaxiidae	<i>Galaxias maculatus</i>	18	5	9	21	5	7
Actinopterygii	Galaxiidae	<i>Galaxias platei</i>	7	13	9	5	10	8
Actinopterygii	Poeciliidae	<i>Gambusia holbrooki</i>	2	0	0	0	0	0
Actinopterygii	Salmonidae	<i>Salmo trutta</i>	0	2	1	0	2	1
Actinopterygii	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	0	0	0	0	1
Actinopterygii	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus areolatus</i>	0	3	3	0	3	3
Riqueza (N° de taxa)			4	5	5	2	5	6
Abundancia (ind.)			28	26	23	26	23	21
Uniformidad (J')			0,68	0,84	0,79	0,71	0,89	0,81
Diversidad (H')			1,35	1,96	1,84	0,71	2,07	2,09
Dominancia (λ)			0,48	0,32	0,33	0,69	0,28	0,28

Fuente: Ecogestión Ambiental Ltda.



6 Conclusiones

El análisis de los resultados del monitoreo ambiental correspondiente al cuarto trimestre del 2020 y al primer trimestre 2021, indican que, tanto en la descarga como aguas abajo de ésta, la calidad fisicoquímica es igual y en algunos parámetros mejor que la observada aguas arriba de la descarga.

La fauna íctica evidencia que las propiedades físicas y químicas del efluente no generan efectos sobre la distribución y abundancia de la fauna íctica del sector de la descarga y aguas debajo de ésta, lo que ha mejorado la disponibilidad de hábitat para especies nativas. En este contexto, la presencia de estas especies en el hábitat de la zona del área de influencia de la descarga es señal que la calidad biótica y abiótica del cuerpo de agua está cumpliendo con sus requerimientos especie-específicos.

Dado que el monitoreo ambiental correspondiente al cuarto trimestre del 2020 no presenta desviaciones en los resultados de calidad de agua y fauna íctica, al igual que la campaña del primer semestre del 2021, se concluye que no se evidencia una alteración en el río Maullín a causa del proyecto.

Por lo tanto, es posible descartar la existencia de efectos negativos por no informar el seguimiento ambiental de calidad de aguas del río Maullín correspondiente al cuarto trimestre de 2020 (diciembre) en los plazos establecidos en la RCA N° 337/2000.



7 Bibliografía

- Habit E., P. Victoriano & H. Campos. 2005. Ecología trófica y aspectos reproductivos de *Trichomycterus areolatus* (Pisces, Trichomycteridae) en ambientes lóticos artificiales. *Rev. biol. trop* vol.53 n.1-2.
- Habit, E., Piedra, P., Ruzzante, D., Walde, S., Belk, M., Cussac, V., González, J., & Colin, N. 2010. Changes in the distribution of native fishes in response to introduced species and other anthropogenic effects. *Global Ecology & Biogeography* 19: 697-710.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2017. Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Vega de Kuyper, JC. 2002. Química del medio ambiente y de los recursos naturales. Eds. Universidad Católica de Chile. 405 páginas.
- von Sperling, M. 2007. Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal. Volume 1. Biological Wastewater Treatment series. IWA Publishing. 306 páginas.

ANEXOS

A Informe
seguimiento
Ambiental T4-
2020, T1-2020

Anexo N°2

Informe diagnóstico de la PTAS Llanquihue - Puerto Varas

Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
Puerto Varas – Llanquihue



1. INTRODUCCIÓN.

La presente minuta (la “**Minuta**”) fue elaborada internamente por la Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos S.A. (“**ESSAL**”) en el contexto del procedimiento sancionatorio iniciado por la Superintendencia del Medio Ambiente (“**SMA**”) en su contra, que rola en el expediente F-040-2021. En efecto, con fecha 28 de abril del 2021, se llevó a cabo mediante videoconferencia una Reunión de Asistencia al Cumplimiento encabezada por doña Gabriela Tramón Pérez, Fiscal Instructora del Departamento de Sanción y Cumplimiento de la SMA que lleva el procedimiento F-040/2021, y por doña Carla Lostarnau Varas, analista técnica del Departamento de Sanción y Cumplimiento de la SMA. En representación de ESSAL, participaron en dicha reunión doña María Janett Chávez González, don Marcelo Cofré Baeza y don Boris Navarro Alarcón. En dicha reunión, se revisó y comentó la propuesta de Programa de Cumplimiento (el “**PDC**”) que ESSAL en forma previa presentó a la SMA en formato de borrador. Entre sus observaciones, la SMA solicitó a ESSAL que acompañe al PDC un informe en que se expliquen las razones del uso de los aliviadores de tormenta (el “**Bypass**”) de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Llanquihue-Puerto Varas (la “**PTAS**”).

ESSAL hace presente que esta Minuta no constituye un documento de defensa ni pretende que la información aquí contenida sirva de justificación de eventuales infracciones. En efecto, ESSAL preparó, y acompaña al PDC, la presente minuta con el único objeto de cumplir con la solicitud de la SMA referida en el párrafo y aportar los antecedentes y causas objetivas que, en los hechos, han gatillado el uso del Bypass de la PTAS, las condiciones operacionales y administrativas bajo las cuales éste fue habilitado y ha operado y las medidas adoptadas por ESSAL para restringir su uso.

A modo de contextualizar el contenido de la Minuta, ésta comienza con una explicación preliminar del estado y circunstancias en que se encontraban los servicios sanitarios en Chile a la época en que se autorizó ambientalmente la PTAS (mediante la Resolución Exenta N° 337 del 2 de agosto de 2000 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Los Lagos, la “**RCA 337/2000**”).

Posteriormente, la Minuta da cuenta de los criterios y consideraciones de diseño que se tuvieron en cuenta para el dimensionamiento de la PTAS y que conllevó a su construcción el año 2000, y cómo opera en la actualidad.

Luego, se presentan los antecedentes técnicos asociados a las mejoras y optimizaciones operacionales que fueron ejecutadas durante en el periodo 2018-2019 y que permitieron maximizar la operación de la PTAS originalmente construida y, con ello, disminuir significativamente el uso del Bypass, tanto en frecuencia como en cantidad, limitando su ocupación solo a episodios de alta pluviosidad. En efecto, esto se ha traducido en que la PTAS ha podido procesar un mayor porcentaje de aguas lluvias que se incorporan a la red de alcantarillado.

Finalmente, se presentan antecedentes de las obras que actualmente se encuentran en desarrollo (periodo 2020-2021) y que permitirán alcanzar el caudal comprometido en la RCA del proyecto y suspender definitivamente el uso del Bypass, salvo en las circunstancias extraordinarias que la Superintendencia de Servicios Sanitarios (la “**SISS**”) autoriza excepcionalmente su uso.

2. CONTEXTO. EXPLICACIÓN PRELIMINAR.

2.1. Consideraciones geográficas en donde opera ESSAL.

ESSAL es una compañía prestadora de los servicios públicos sanitarios de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas en las regiones Los Lagos y de Los Ríos.

Dentro de las ciudades en que ESSAL opera, se encuentran Llanquihue y Puerto Varas, que presentan un altísimo nivel de precipitaciones –siendo, de hecho, uno de los más altos de todo el país–. Esta circunstancia, sumada a que se trata de ciudades que presentan una napa muy superficial, produce que importantes caudales de aguas provenientes de dicha napa, así como también de aguas lluvias, se incorporen inevitablemente a sus sistemas de alcantarillado, a través de las instalaciones interiores de gran parte de los domicilios y de la infraestructura pública.

La incorporación de estos importantes caudales de agua provoca el colapso de los sistemas de recolección y disposición y tratamiento de aguas servidas, con la consiguiente necesidad de vertido de aguas servidas crudas mezcladas con aguas lluvias (“Aguas Mixtas”) en cuerpos receptores a través del Bypass que considera la PTAS.

2.2. Políticas sobre tratamiento de aguas servidas y sobre sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

Antes de la implementación de los sistemas de tratamiento de aguas servidas en nuestro país, no se reparaba en este problema porque los sistemas de alcantarillado vertían las aguas servidas crudas en cuerpos receptores tales como ríos, lagos y el mar. Es en este contexto en el que, en el año 1999, ESSAL ingresa al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental la Declaración de Impacto Ambiental que dio lugar, en el año 2000, a la RCA 337/2000.

Sin embargo, a partir de la década del 2000, Chile se embarcó en un ambicioso proceso de inversión de sistemas de tratamiento de aguas servidas en áreas urbanas, pasando de un 2% de cobertura de este servicio en el año 1998, a un 100% de cobertura una década después. Sin duda, estamos frente a una de las políticas públicas más exitosas implementadas en las últimas décadas.

Paralelamente, el año 1997 se dictó la Ley N° 19.525, que impuso al Estado la obligación de diseñar, ejecutar y operar los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias en las ciudades y centros poblados de Chile.

Teóricamente, la implementación combinada de ambas políticas públicas, la de tratamiento de las aguas servidas más la de implementación de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias en centros urbanos, debió haber resuelto el problema de la infiltración de aguas lluvias en el alcantarillado de aguas servidas y el posterior vertido de aguas mixtas en la vía pública y cuerpos receptores. Sin embargo, ello no ocurrió principalmente porque el Estado no ha cumplido con la obligación que le impuso la Ley N° 19.525 de implementar sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias en los centros urbanos del País y, aunque hubiera cumplido, la parte más importante de la intrusión de aguas lluvias e infiltración de napa se produce

en terrenos privados, la que no será evitada con los sistemas de evacuación y drenaje a los que se refiere la Ley N° 19.525.

2.3. La situación de ESSAL respecto de las aguas lluvias.

ESSAL ha debido enfrentar estas condiciones de entorno que afectan la calidad y la continuidad de los servicios públicos sanitarios de recolección, disposición y tratamiento de aguas servidas que presta, y en muchísimo mayor medida que otras empresas sanitarias del país, considerando los altísimos niveles de pluviosidad de la zona en la que opera.

En una primera etapa, la SISS toleró e incluso reguló la activación de los bypass de plantas elevadoras y de tratamiento aguas servidas durante los días de lluvia, y en las 72 horas posteriores, para hacerse cargo de los excesos de caudal generados por la infiltración de aguas lluvia en los colectores (Oficio SISS N° 3.104/2011). Sin embargo, esta situación comenzó a cambiar debido a reclamos y denuncias reiteradas de vertidos de aguas mixtas en cuerpos receptores, con lo que ESSAL se ha visto obligada a ejecutar obras para impedir los vertidos de aguas mixtas en la vía pública y en cuerpos receptores.

En estricto rigor, estas circunstancias le fijaron a ESSAL un cambio en los estándares de calidad aplicables a los servicios de recolección y disposición y tratamiento de aguas servidas, obligándola a hacerse cargo de los efectos que las condiciones de entorno, consistentes en la intrusión de aguas lluvias e infiltración de napa en sus colectores de aguas servidas, de manera de garantizar la calidad y la continuidad de los referidos servicios, a través de la ejecución de obras específicas ordenadas por la autoridad.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA ORIGINAL.

El diseño y construcción de la PTAS original se llevó a cabo el año 2000, entrando en operación durante el año 2001.

En el diseño y construcción de la PTAS se efectuó en base a las proyecciones de demanda establecidas en el Plan de Desarrollo aprobado por la SISS y que se encontraba vigente al año 2000.

De acuerdo con lo anterior, los caudales de diseño adoptados para el diseño de la PTAS correspondieron a: Caudal medio 117,5 l/s y Caudal máximo 215 l/s.

Por otra parte, para el dimensionamiento de la PTAS, se adoptaron las siguientes consideraciones de diseño:

Tabla 1: Criterios de Diseño PTAS Llanquihue

CRITERIOS DE DISEÑO.	Valor	Unidad
Rendimiento necesario en DBO5	93,55	%
Carga másica necesaria	0,10	Kg DBO5/Kg MLSS
Tipo de proceso	Lodos Activados "Aireación Prolongada"	
Aireación tipo	Difusores de Burbuja Fina, En Flujo Pistón.	
M.L.S.S.	4,50	Kg/m3.
Oxígeno disuelto a mantener	2,00	mg/l.
Aporte específico mínimo de aire sin necesidad de agitación suplementaria	2,19	m3/h/m2.

Con estos criterios básicos la Planta finalmente quedo construida con las siguientes características:

3.1. Pretratamiento.

Este sistema opera sobre una estructura de hormigón armado, en el cual se ejecutan las etapas de cribaje grueso, los cuales alimentan al sistema de desbaste de finos y que, luego de su paso, alimentan la etapa de desarenado/desengrasado. En forma paralela a estas unidades, existe una tercera línea compuesta por una reja de finos del tipo step screen que, de igual modo, descarga hacia la etapa de desarenado desengrasado.

Posterior al cribado se encuentran dos canales de hormigón armado, en los cuales se realiza el desarenado y desengrasado, previo al ingreso del agua a los reactores.

Previo al ingreso a la etapa de desbaste se encuentra un vertedero no modificable, el cual permite desviar automáticamente, y sin intervención de terceros, el exceso de caudal, gracias a la consideración del perfil hidráulico, cuyo nivel aumenta al aumentar el caudal (Bypass de la PTAS).

Tabla 2: Criterios de Diseño Pretratamiento sistema de desbaste

Desbaste de Grueso		
Separación de barros	50,00	mm
Número de rejillas en funcionamiento	3,00	Uds
Caudal unitario	107,60	l/s
Desbaste Fino		
Paso de tambor filtrante	1,50	mm
N=Número de tamices en funcionamiento	2,00	Uds
Qun=Caudal unitario	107,60	l/s

De acuerdo con la tabla anterior y considerando que cada unidad permite procesar un caudal máximo de 107 l/s, con las tres líneas operando en forma simultánea, es factible procesar el caudal establecido en la RCA 337/2000.

Figura 1: Rejas Gruesas y Finas (Rotofiltros)



Tabla 3: Criterios de Diseño Pretratamiento sistema de desarenado/desengrasado

Desarenador – Desengrasador		
Número de unidades	2,00	Uds
Superficie unitaria canal desarenador	25,00	m ²
Altura total desarenador	5,00	m
Cargas de diseño:		
Carga a Q _m	10,00	m ³ /m ² /h
Carga a Q _{máx}	25,00	m ³ /m ² /h
Tiempo de retención:		
Tr Q _m	25,00	min
Tr Q _{máx}	10,00	min

En base a la tabla anterior y considerando la carga hidráulica de diseño media (10 m³/m²/h) y máxima (25 m³/m²/h) y la superficie de cada canal desarenador/desengrasador (25 m² de cada canal), se tiene que el caudal medio y máximo a procesar es de 138 l/s y de 347 l/s, respectivamente.

Figura 2: Canales Desarenadores- Desgrasadores



3.2. Tratamiento Secundario.

El tratamiento secundario o de remoción de carga orgánica está compuesto por dos líneas de tratamiento independientes, dividiéndose los caudales en la cámara de recirculación y mezcla, que es donde se forma el licor mezclado y se distribuye equitativamente a cada reactor, el cual esta interconectado con un clarificador.

Tabla 4: Criterios de Diseño Reactor Biológico

Dimensiones Reactores:

Tipo de reactor	Rectangular, flujo pistón	
Volumen unitario útil	4400	m ³
Profundidad Util	4	m
Longitud adoptada	50	m
Ancho Canal adoptado	11	m
Numero de canales	2	
Número de reactores / líneas	2	
Volumen total útil	8800	m ³

Figura 3: Vista de Reactor A



Tabla 5: Criterios de Diseño Sedimentadores Secundarios

Dimensiones Sedimentadores

Superficie adoptada	1057,5	m ²
Número de unidades (líneas)	2	Uds
Diámetro adoptado	26	m
Superficie real unitaria	530,9	m ²
Superficie total	1061,9	m ²

Figura 4: Vista de Sedimentador A



3.3. Desinfección.

En la actualidad, la desinfección del efluente de la PTAS se realiza mediante la dosificación de UV. El sistema está compuesto por un canal de hormigón, bancos de lámparas UV y vertedero de control de caudal. En la siguiente figura se presenta una vista de las instalaciones de desinfección del efluente.

Figura 4: Banco de Lámparas UV en serie



3.4. Descarga.

La descarga se realiza al río Maullín según los parámetros establecidos en el Decreto Supremo N° 90 de 2000 del Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia, a través de una tubería sumergida, según lo autoriza la RCA 337/2000.

Figura 5: Descarga al Río Maullín.



3.5. Descarte de Lodos – Espesador de Lodos.

De acuerdo con la RCA 337/2000, los lodos generados en el proceso son enviados a un estanque espesador, el cual permite aumentar la concentración de lodos previo al deshidratado.

Figura 6: Espesador Gravitacional.



3.6. Deshidratado de lodos.

El sistema de deshidratado de lodos consta de un sistema de deshidratado de lodos del tipo mecánico, mediante el cual el lodo espesado es sometido a un proceso de separación mecánica del agua a objeto de reducir el contenido de agua.

Figura 7: Centrifuga de Lodos



3.7. Encalado y almacenamiento de lodos.

De forma posterior a la etapa de deshidratado, el lodo es encalado y enviado a un silo para su acumulación previo a su envío a disposición final.

3.8. Bypass general del sistema.

Finalmente, conforme a lo establecido en el punto 3.1 de la RCA 337/00, la PTAS dispone del Bypass.

Dicho dispositivo, conforme a los criterios internacionales de diseño, se considera fundamental para este tipo de instalaciones. En el ámbito nacional, la misma SISS reconoce la importancia de poder derivar parte o la totalidad del caudal de ingreso en los casos extraordinarios o de emergencia. Estos casos excepcionales, de acuerdo a la SISS, corresponden, por ejemplo, a una falla generalizada de la PTAS, por infiltración excesiva de aguas subterráneas o aguas lluvias al sistema de alcantarillado o por la descarga de alguna sustancia toxica que ponga en riesgo el funcionamiento del sistema (entendiéndose riesgos toda aquella situación que pueda generar la interrupción parcial o total de la planta de tratamiento a causa del daño ocasionado). En definitiva, se trata de una infraestructura que en condiciones normales no debe operar y su operación debe restringirse a situaciones de emergencia con el objeto de evitar un efecto negativo aun mayor, como lo es un daño en el proceso de depuración que se lleva a cabo en la PTAS, lo cual debido a la naturaleza del tipo de tratamiento (del tipo biológico), puede implicar prolongados tiempos sin estar prestando el servicio de depuración.

Lo anteriormente expuesto ha sido materia regulada por la SISS, mediante diferentes instructivos, siendo el más relevante el Ord 3104/11, el cual establece “La existencia de aliviaderos de tormenta o de emergencia en los sistemas de recolección de aguas servidas, plantas elevadoras y plantas de tratamiento está destinada a evitar que los colectores entren en presión y las aguas servidas rebasen, ya sea por la vía pública o por las viviendas ubicadas en cotas más desfavorables y, en el caso de las plantas de tratamiento de aguas servidas, que los sistemas biológicos colapsen por arrastre de la biomasa y/o los sistemas de decantación queden fuera de servicio por colmatación.”

4. ANÁLISIS DE CAUDALES.

Los caudales considerados para el diseño de una PTAS deben considerar, además de lo establecido en la respectiva RCA 337/2000 (de existir), la normativa establecida por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (“SISS”), la que indica que en **“situaciones normales las plantas de tratamiento de aguas servidas deben ser capaces de recibir los caudales provenientes del respectivo concesionario de recolección que incluye las aguas servidas domésticas, las aguas provenientes de establecimientos industriales conectados a las redes de recolección y las aguas provenientes de infiltraciones de napas que se incorporan a las redes conforme al estado estructural de éstas”**¹. Es decir, la SISS ha determinado respecto al diseño de las plantas de tratamiento de aguas servidas que éste no debe considerar eventos excepcionales de alta pluviosidad y, en consecuencia, teniendo en consideración que existe ingreso de aguas lluvias al sistema de alcantarillado, que dichos excedentes de aguas deben ser by paseados.

De este modo, si bien a nivel de Declaración de Impacto Ambiental y de la RCA 337/2000 se contemplaron determinados caudales para efectos de determinar las potenciales emisiones al cuerpo receptor, luego, a la hora de construir la PTAS, se tuvieron en cuenta los caudales de aguas servidas establecidos en el Plan de Desarrollo vigente para el periodo de construcción de la PTAS (año 2000).

¹ ORD. 3104/2011. Imparte Instrucciones Existencia y uso de aliviaderos de emergencia

En directa relación con lo anterior, cabe señalar que el Plan de Desarrollo es el principal instrumento de planificación que permite y orienta, a todas las empresas del sector sanitario, a identificar la programación y ejecución de las obras de infraestructura necesarias para satisfacer la demanda y cumplir adecuadamente con la prestación de los servicios sanitarios. Los planes de desarrollo se someten a la revisión y aprobación de la SISS en los términos regulados por el Decreto con Fuerza de Ley N° 382 de 1989, en especial la letra k) del artículo 53, que lo define como “el programa de inversiones para un horizonte de tiempo dado, cuyo objeto es permitir al prestador reponer, extender y ampliar sus instalaciones, a fin de responder a los requerimientos de la demanda del servicio”.

Por otra parte, la normativa vigente no contempla que los concesionarios sanitarios se hagan cargo de las aguas lluvias –según lo dispuesto en la ya mencionada Ley N° 19.525 “Ley de Aguas Lluvias, dicha responsabilidad recae en el Estado de Chile”-, a la hora de elaborar los Planes de Desarrollo para que estos sean sometidos a la aprobación de la SISS, en las proyecciones de demanda solo debió considerarse aguas servidas, excluyendo cualquier aporte de agua ajena a estas, conforme lo establece la propia Ley General de Servicios Sanitarios (DFL 382/89).

Además, al comparar la capacidad instalada de la PTAS, conforme al proyecto original (según la información aportada en el capítulo 2 de este documento), con las proyecciones de demanda de aguas servidas establecidas en el Plan de Desarrollo vigente (se debe tener en consideración, que los planes de desarrollo se actualizan cada 5 años), es posible apreciar que el proyecto original permite satisfacer estas demandas de aguas servidas, según se puede observar en la tabla siguiente, en la que se presentan las proyecciones de demanda del Plan de Desarrollo vigente (2015-2020):

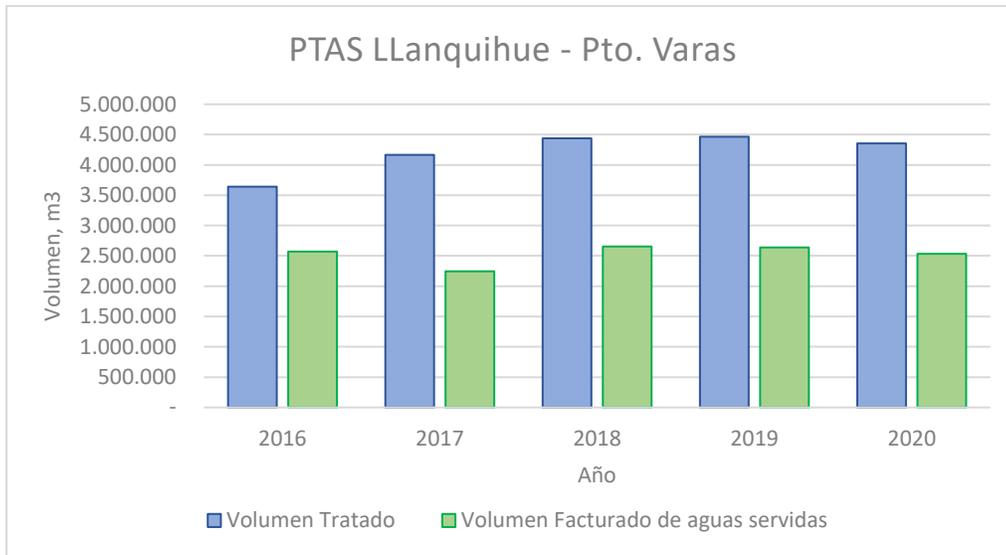
Tabla 7: Caudales Aprobados por la SISS en PD vigente.

AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS			Q Infiltr (l/s) (1)	Q A. Lluvia (l/s) (*)	Total (l/s)		Carga Proy kgDBO5/dia (2)
Año	Población Saneada A.S. (hab)	Cientes Servidos (Clientes)			Q Medio Total (l/s)	Q Max Hor (l/s)	
2015	33.728	11.473	22,9	0	89,86	185,44	2.259,79
2016	34.131	11.796	22,9	0	91,52	189,13	2.286,77
2017	34.484	12.168	22,9	0	93,09	192,62	2.310,46
2018	34.802	12.674	22,9	0	94,06	194,71	2.331,71
2019	35.091	13.096	22,9	0	95,67	198,33	2.351,10
2020	35.358	13.445	22,9	0	97,27	201,95	2.368,99
2021	35.469	13.799	22,9	0	98,21	204,12	2.376,45
2022	35.571	14.166	22,9	0	99,12	206,21	2.383,23
2023	35.599	14.544	22,9	0	100	208,32	2.385,12
2024	35.616	14.935	22,9	0	100,99	210,68	2.386,27
2025	35.623	15.338	22,9	0	101,98	213,05	2.386,77
2026	35.623	15.755	22,9	0	102,96	215,41	2.386,71
2027	35.614	16.186	22,9	0	103,95	217,79	2.386,16
2028	35.600	16.630	22,9	0	104,95	220,22	2.385,17
2029	35.579	17.090	22,9	0	105,98	222,71	2.383,79
2030	35.553	17.565	22,9	0	107,02	225,23	2.382,07

Como se puede observar el caudal máximo para este sistema de tratamiento es, para el año 2021, de 204 l/s, con un volumen diario de tratamiento de 8485 m3/d.

No obstante lo anterior, a causa de la incorporación de aguas lluvias y napas en la red de alcantarillado, la PTAS ha estado sometida permanentemente a caudales sustancialmente superiores a los caudales de aguas servidas que se producen en las ciudades de Puerto Varas y Llanquihue en su conjunto, tal cual es factible apreciar en la siguiente gráfica, en la cual se representa una comparación entre el volumen de aguas servida producido versus el volumen efectivamente procesado en la PTAS. Al respecto, del grafico siguiente es posible observar que, el volumen de agua que fue debidamente procesado en la PTAS, en la totalidad de los años fue siempre sustancialmente superior al volumen de aguas servidas generado en las ciudades de Puerto Varas y Llanquihue y que, en definitiva, el uso del Bypass ha tenido su génesis en el ingreso excesivo, irregular e ilegal de aguas lluvias al alcantarillado. Como es obvio, resulta materialmente imposible controlar esta situación mientras no exista infraestructura construida y operativa que tenga como objeto recolectar y conducir las aguas lluvias.

Figura 9: Gráfica de Volúmenes Anuales



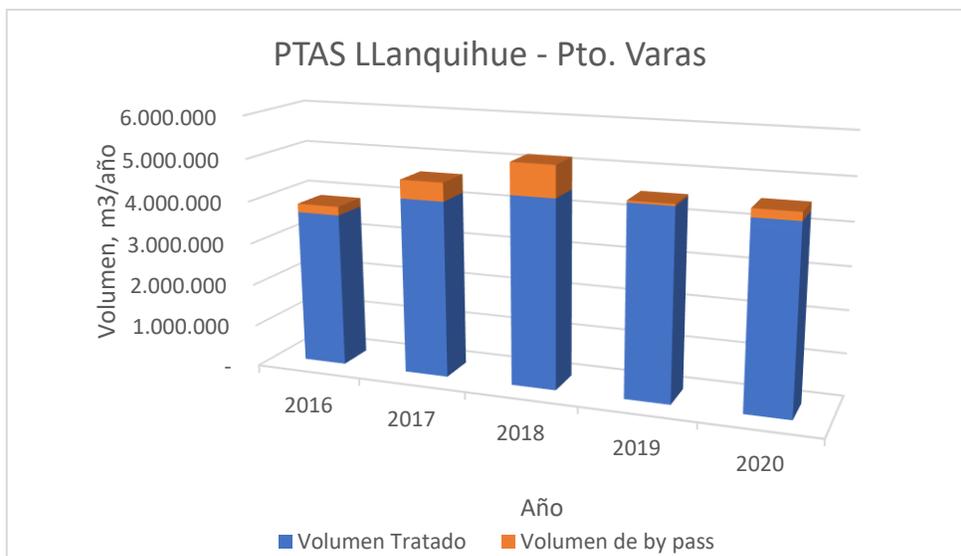
Según los datos operacionales registrados el volumen promedio tratado para la PTAS es:

Tabla 8: Caudales Promedio Tratados en PTAS Puerto Varas Llanquihue

Año	Promedio Diario (QmD l/s)	Volumen Promedio Diario m3/d
2017	132	11.445
2018	141	12.151
2019	142	12.232
2020	138	11.882

Como se observa, al analizar solo los datos promedios, se puede ver que la PTAS trató un 18% más de agua que la aprobada por la SISS, como promedio de los 4 últimos años.

La diferencia entre los caudales medios proyectados y los valores reales es mucho mayor durante los meses de invierno, fenómeno explicado por la alta intrusión de aguas lluvias a las redes de alcantarillado de aguas servidas.



En el año 2019, el uso de Bypass se redujo significativamente. Prácticamente, se utilizó solo bajo presencia de lluvias intensas y continuas (como fue el caso de junio de 2019), aun cuando durante los otros meses del año se registraron precipitaciones. Lo anterior se debió a diversas mejoras estructurales y de equipamiento, según se describe en la sección siguiente.

En el año 2020, el uso de Bypass se concentró solo en los meses de mayor pluviometría. El aumento de activación del aliviadero de tormenta, respecto del año 2019, se debe a precipitaciones más intensas.

En resumen, el uso de Bypass en la PTAS, en los últimos años, está estrictamente vinculado a las precipitaciones, que provocan la intrusión de aguas lluvias a las redes de alcantarillado, que no fueron diseñados para recibir estas aguas, que deberían ser conducidas por sistemas de drenaje urbano de aguas lluvias, inexistentes a la fecha, cuya responsabilidad, como se mencionó anteriormente, le corresponde al Estado.

5. MEJORAS AL SISTEMA DE TRATAMIENTO PERIODO 2018-2019

El sistema de tratamiento en análisis ha sufrido varias mejoras en los últimos años, con el objeto de aumentar su nivel de seguridad operativa, las cuales son:

- Instalación de Sensores para control de Procesos.
Objetivo mejorar el control de proceso a través del control de variables como OD, Nitrógeno y SSLM
- Mejoras a Recirculación y Purga de Lodos
Objetivo: Mejorar la capacidad de bombeo, de modo de tener un mayor control sobre la recirculación y la purga de lodos.
- Cambio de Sistema de Deshidratado, de filtro banda a Centrifuga.

Objetivo: Mejorar el control sobre los sólidos suspendidos en el reactor, permitiendo aumentar el descarte de lodos, en la medida que aumentan las cargas.

- Cambio de estructura de Galpón de Deshidratado.
Objetivo: Mejorar las condiciones de seguridad del personal.
- Mantenimiento Mayor a Sistema de Pretratamiento.
Objetivo: Mejorar la eficiencia de remoción de arenas, aceites y grasas, previo a su ingreso al reactor. La mejora considero la instalación de difusores y reparación de ambos puentes barredores.
- Modificación en línea de alimentación de afluente a reactores.
Objetivo: Poder ingresar mayor caudal hacia los reactores disminuyendo las pérdidas de carga que se encuentran en la línea hacia la cámara de mezcla.

6. MEJORAS EN DESARROLLO PERIODO 2020-2021.

Para permitir el mayor ingreso de aguas residuales al sistema de tratamiento, ESSAL está desarrollando obras asociadas a la línea hidráulica, las que consisten principalmente en la construcción de un nuevo sedimentador y sus obras auxiliares, que son:

- Cámara de Unificación de efluentes de pretratamiento.
- Cámara de distribución, que permite alimentar a los tres sedimentadores.
- Nuevo Sedimentador de 26 m de diámetro.
- Planta Elevadora de Recirculación y Descarte de Lodos (RAS/WAS)
- Interconexiones hidráulicas, de fuerza y control necesarias para él sistema.

Así la PTAS quedará con una superficie de sedimentación de **1592,8 m²**, lo que permitirá operar con caudales superiores a los actuales.

La verificación de lo señalado se realiza con los criterios de la norma alemana ATV 131, edición de mayo de 2000, de la ATV (Abwassertechnische Vereinigung e.V.), para diseño de estas unidades, con la cual se pueden verificar los caudales a los que podría operar la planta:

$$T S_{max} \left[\frac{m}{h} \right] * IVLD \left[\frac{l}{kg} \right] * SSTLM \left[\frac{kg}{m^3} \right] \leq 500 \left[\frac{L}{m^2 h} \right]$$

Donde,

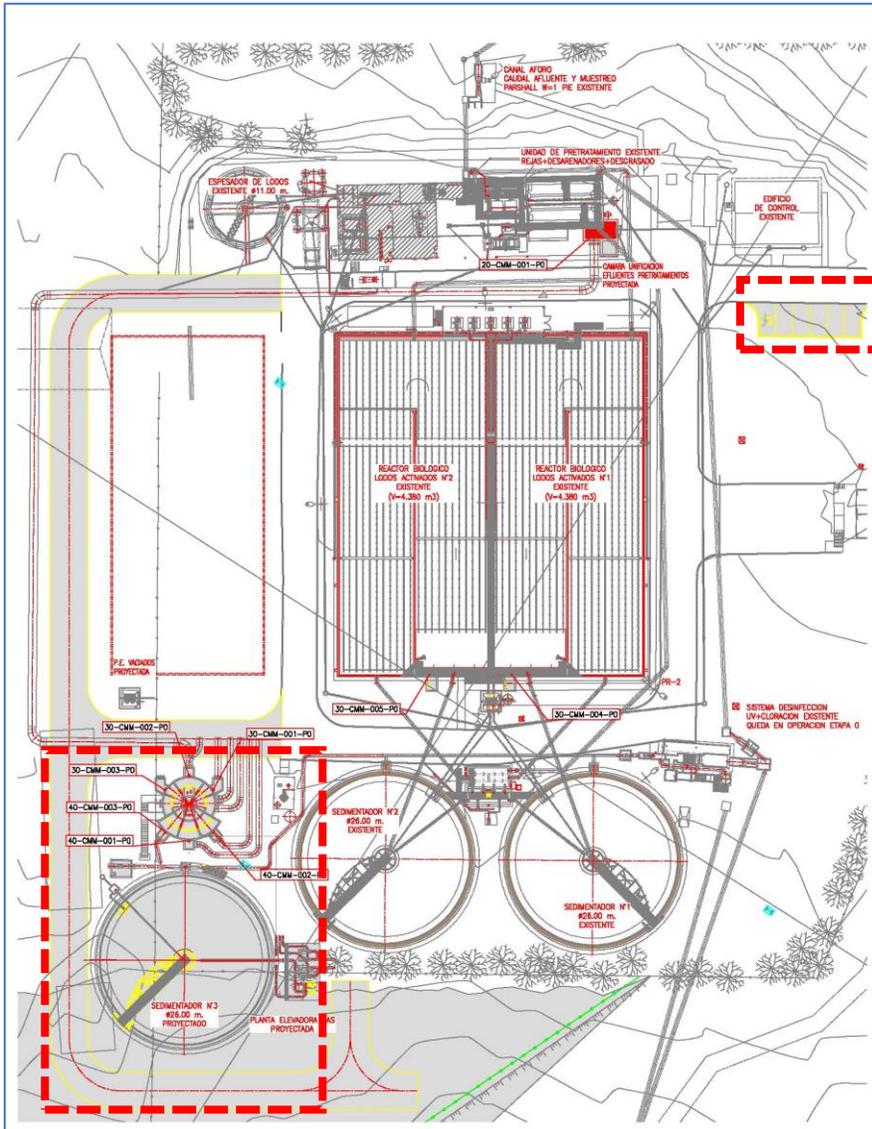
TSmáx :Tasa hidráulica superficial a caudal máximo horario total, (Qmt/A), [m³/m²/hr]

IVLD : Índice Volumétrico de Lodos Diluido , [ml/g o l/Kg], (180 ml/g definición ESSAL).

SSTLM : Sólidos Suspendidos del Licor de Mezcla, [mg/l o Kg/m³]

Las obras que se encuentran en desarrollo, que tienen un costo superior a los 1.000 MM\$, estarán operativas durante el 2021.

Figura 11: Layout de Nuevo Sedimentador y Cámara de Distribución



De igual modo, se tiene previsto construir un reforzamiento al sistema de pretratamiento consistente en una tercera línea (adicional a las 2 existentes). En efecto, si bien tal cual se presentó en el punto 2 de este documento, el actual sistema permite alcanzar el caudal establecido en la RCA 337/2000, de igual modo se contempla implementar esta tercera línea (de respaldo) de forma tal de darle mayor robustez al sistema de pretratamiento, permitiendo hacer frente a necesidades de mantención que demandan este tipo de unidades.

Por otra parte, se tiene contemplado robustecer el actual sistema de desinfección mediante luz ultravioleta con un sistema de desinfección, como complemento al UV, pero siendo capaz de soportar por sí solo el caudal de diseño comprometido en la RCA 337/2000.

Finalmente, y una vez completadas las obras y mejoras anteriormente descritas, ESSAL tiene contemplado suspender de forma definitiva el uso del Bypass, salvo para aquellos casos extraordinarios en que excepcionalmente la SISS autoriza su uso.

6 CONCLUSIONES

Durante todo el periodo de operación de la PTAS se ha procesado un volumen de agua sustancialmente mayor al volumen de aguas servidas generado en las ciudades de Puerto Varas y Llanquihue, especialmente en la época invernal. Como se ha explicado, dicho excedente corresponde a aguas lluvias y de napas que se incorporan de forma indebida a las redes de alcantarillado, tanto de la propiedad pública como privada.

Dado que el volumen de aguas lluvias, especialmente en invierno, es de carácter significativo, se ha debido usar el Bypass de la PTAS para evitar que el sistema colapse.

Desde fines del año 2018, ESSAL ha realizado inversiones en la PTAS tendientes a robustecerla de forma tal que permita procesar una mayor cantidad de aguas lluvias y, de este modo, disminuir considerablemente el uso del Bypass, situación que ha quedado demostrada logrando reducciones significativas del volumen by paseado.

Actualmente, se están desarrollando obras que permitirán aumentar el caudal de diseño de la PTAS y, con ello, será posible tratar la totalidad de las aguas lluvias y de napas que ingresen a las PTAS, de modo que pueda suspenderse de manera definitiva el uso del Bypass (salvo en caso de circunstancias extraordinarias en que la SISS autoriza excepcionalmente su uso).

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Andrés", is written over two horizontal lines.

Andrés Duarte Pino
Gerente Técnico
ESSAL S. A.

Anexo N°3

Informe de evaluación del estado ambiental del Río Maullín

ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES

RESOLUCIÓN EXENTA N° 1/ROL F-040-2021



Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Puerto Varas -
Llanquihue

Servicios Sanitarios de Los Lagos S.A.

Abril, 2021



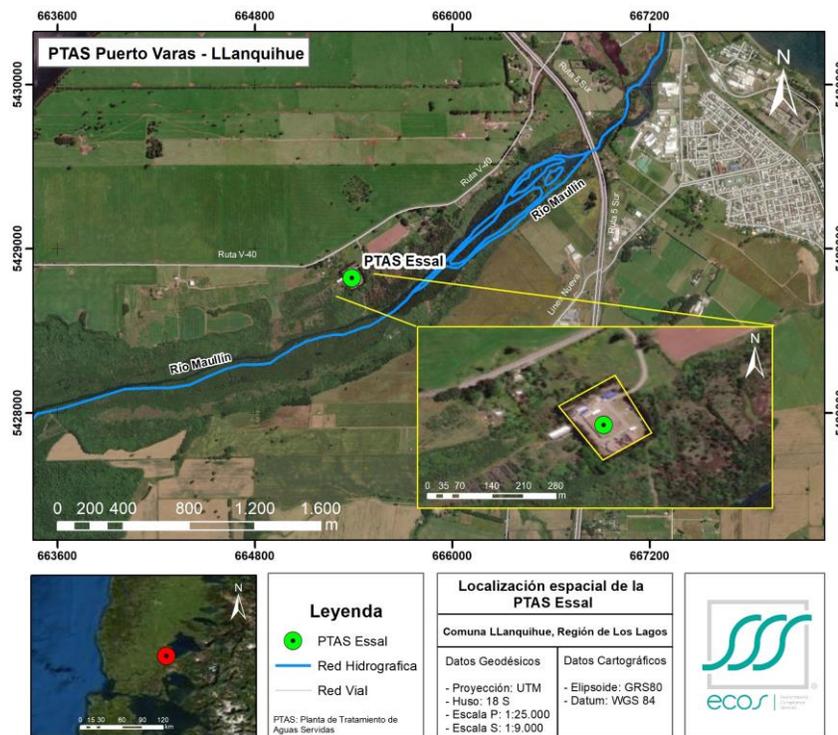
INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETO DE PROTECCIÓN DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA	3
3	POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES	4
4	MARCO TEÓRICO Y ENFOQUE METODOLÓGICO	5
4.1	Importancia del monitoreo ambiental.....	5
4.2	Uso de Bypass en Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas.....	6
4.3	Parámetros fisicoquímicos relevantes para la salud de los ecosistemas acuáticos.....	8
4.4	Metodología utilizada	10
5	RESULTADOS.....	12
5.1	Caracterización uso del bypass	12
5.2	Análisis calidad del agua río Maullín.....	14
5.3	Análisis Fauna Íctica	20
6	DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES	23
7	CONCLUSIONES.....	24
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

1 INTRODUCCIÓN

Con fecha 9 de abril de 2021 se inició un procedimiento sancionatorio a través de la Res. Ex. N° 1/Rol F-040-2021 de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), formulándose cargos al proyecto¹ "Planta de tratamiento de aguas servidas de Puerto Varas - Llanquihue" (en adelante PTAS Puerto Varas, Figura 1), del titular Servicios Sanitarios de Los Lagos S.A. (en adelante ESSAL) por haber incurrido en hechos, actos u omisiones que constituyen una infracción, de acuerdo con lo indicado en el artículo 35 de la Ley N° 20.417, que crea el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

Figura 1: Localización de la Unidad Fiscalizable



Fuente: Elaboración propia.

¹ La notificación de la formulación de cargos ocurre con fecha del 16 de abril de 2021, según la Res. Ex. N° 2/ ROL F-040-2021 del 26 de abril de 2021.



En cumplimiento con lo indicado en el artículo 7 del Decreto Supremo N°30 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece que los Programas de Cumplimiento debe contener una “*descripción de los hechos actos u omisiones que constituyen la infracción en que se ha incurrido, **así como de sus efectos***”, mediante el presente informe se realiza el análisis y estimación de los potenciales efectos ambientales derivados de la infracción imputada en el **Cargo N°2** del procedimiento sancionatorio ROL F-040-2021.

La formulación de cargos se funda en los antecedentes presentados en el informe técnico de fiscalización ambiental (IFA) DFZ-2018-1678-X-RCA. Este informe, da cuenta de los resultados de la inspección realizada en junio de 2018, en las dependencias de la PTAS Puerto Varas y en el río Maullín, por la SMA en conjunto con la Gobernación Marítima de Puerto Montt. Los antecedentes levantados por la autoridad guardan relación con descargas de aguas servidas mezcladas con aguas lluvias (en adelante, “aguas mixtas”) sin tratamiento a través de un “by pass” al río Maullín y por no informar el seguimiento ambiental de calidad de aguas en el plazo establecido para el monitoreo del cuarto trimestre del 2020, según lo estipulado en la Resolución de Calificación Ambiental N° 337 del año 2000 que calificó ambientalmente favorable el proyecto.

Cabe señalar que el año 2010 el río Maullín fue incluido, bajo el ambiente de humedal continental, en el registro de sitios prioritarios para la conservación en el sistema de evaluación de impacto ambiental (Ord. N° 298/2010 del Ministerio del Medio Ambiente). Adicionalmente durante el año 2020 y en el marco del Plan Nacional de Protección de Humedales, se creó el Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín, abarcando una superficie de 8.117 hectáreas.

El cargo N°2 de la formulación de cargos contenida en Res. Ex. N° 1/Rol F-040-2021 fue calificado como gravísimo y esta expresado de la siguiente manera:

"Descarga habitual de aguas servidas sin tratamiento a través del by pass, lo que implica una modificación de consideración respecto al proyecto calificado favorablemente mediante la RCA"

De esta forma, para analizar los potenciales efectos ambientales asociados a los hechos constitutivos de infracción descritos, se debe considerar el objeto de protección de la exigencia infringida, así como los antecedentes que permitan verificar la conformidad con ésta.



2 OBJETO DE PROTECCIÓN DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA

Para definir el objeto de protección de la exigencia es necesario la revisión de las condiciones, normas y/o medidas que se estiman infringidas, las que de acuerdo con la Res. Ex. N° 1/Rol F-040-2020 de la SMA. Conforme lo indicado en el capítulo de introducción, en el presente informe se aborda el cargo N°2, cuya normativa considerada infringida corresponde a las señaladas a continuación:

- **Cargo 2**

Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente:

Artículo 8: “Los proyectos o actividades señalados en el artículo 10 sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido en la presente ley.”

Decreto Supremo N° 40/2012 del MMA, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental:

Artículo 2: “Definiciones. Para los efectos de este Reglamento se entenderá por:

[...]g) Modificación de proyecto o actividad: Realización de obras, acciones o medidas tendientes a intervenir o complementar un proyecto o actividad, de modo tal que éste sufra cambios de consideración. Se entenderá que un proyecto o actividad sufre cambios de consideración cuando:

[...]g.3. Las obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad modifican sustantivamente la extensión, magnitud o duración de los impactos ambientales del proyecto o actividad; [...]”.

Durante el proceso de evaluación ambiental del proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Puerto Varas – Llanquihue y conforme a la naturaleza del mismo, se establecieron exigencias asociadas a la calidad descargas del efluente del sistema hacia el río Maullín y a los seguimientos a efectuar en el cuerpo receptor para verificar los eventuales impactos generados por dichas descargas.



Se entiende entonces que la regulación esgrimida en los considerandos citados dice relación con el resguardo de la calidad de las aguas en el río Maullín y de la Fauna Íctica asociada.

De este modo, el análisis de la infracción levantada en la formulación de cargos, en conjunto con la identificación de las exigencias establecidas en las evaluaciones ambientales del Proyecto, en adición con el análisis del proceso productivo llevado a cabo, permite concluir que el objeto de protección de las medidas infringidas corresponde al **Medio Ambiente Calidad del Agua y Fauna Íctica**.

3 POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES

A partir del análisis de la información disponible asociada al caso y considerando los hechos infraccionales levantados por la autoridad mediante el Cargo N° 2, la determinación de los potenciales efectos sobre el objeto de protección identificado se estipulará mediante la formulación de una hipótesis basada en la evidencia presentada por la autoridad ambiental. Lo anterior con el objeto de desarrollar una metodología para analizar la información recopilada y dar respuesta a las hipótesis planteadas.

El planteamiento de esta hipótesis considera los aspectos técnicos relativos tanto al marco regulatorio indicado en la formulación de cargo y en el acápite 2, de este documento; como en el informe de fiscalización ambiental denominado DFZ-2018-1678-X-RCA o los informes del Plan de Vigilancia Ambiental, autocontroles y avisos de descargas a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

De acuerdo con lo anterior, y dada la naturaleza de los hechos infraccionales aquí analizados, **las hipótesis a testear, en el marco del procedimiento sancionatorio, es:**

Dado a que el cuerpo receptor del efluente emitido por la PTAS Puerto Varas-Llanquihue, corresponde únicamente al río Maullín y en un único punto de descarga, se presume que la descarga de efluentes mediante el bypass de la planta ha generado un efecto sobre este objeto de protección.



4 MARCO TEÓRICO Y ENFOQUE METODOLÓGICO

4.1 Importancia del monitoreo ambiental

La evaluación de impacto ambiental de un proyecto es considerada como un conjunto de pautas y mecanismos con el objeto de alcanzar el cumplimiento de metas ambientales prefijadas (Espinoza, 2007). En este contexto, la etapa de seguimiento ambiental juega un importante rol en la implementación del proyecto, ya que permite asegurar que las medidas comprometidas velen por la protección del medio ambiente. Dentro de estas medidas se incluye, entre otras, la presentación periódica de informes sobre las variables ambientales monitoreadas, asegurándose que las actividades del proyecto no tienen impactos sobre estas o sobre los objetos de protección del cual hacen resguardo.

Al respecto, el continuo control de las actividades del proyecto a través del tiempo es el mecanismo por el cual se verifica el cumplimiento de las políticas de protección al medio ambiente (Espinoza, 2007). El mismo autor plantea que los resultados y seguimiento de los datos se utilizan para evaluar: i. el grado y gravedad de los impactos ambientales contra los impactos predichos, ii. el cumplimiento de las medidas de protección ambiental o la conformidad con regulaciones pertinentes, iii. las tendencias de los impactos, y iv. la eficacia del plan de manejo ambiental. La evaluación de estos criterios es parte de una secuencia lógica de etapas organizadas y relacionadas entre sí, las cuales se establecen dentro de la evaluación ambiental y puesta en marcha de un proyecto.

De esta forma, el monitoreo ambiental es uno de los instrumentos que posibilita la constante evaluación del proceso de gestión ambiental, ya que verifica que las medidas preventivas o correctivas de un proyecto se hayan aplicado, evitando de esta manera, los impactos negativos sobre los componentes del medioambiente previamente identificados. El monitoreo mediante indicadores ambientales adecuados vela por el cumplimiento de los estándares normativos aplicados (Hernández et al., 2019) y su efectividad radica principalmente en la calidad y cantidad de datos, reflejado a su vez en la suficiencia, eficiencia y representatividad de la información, obtenida en gran medida mediante sistemas de monitoreo ambiental (Perevochtchikova, 2013).

La vigilancia, monitoreo y cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos por el titular de un proyecto son los propósitos principales del proceso



del Seguimiento Ambiental, etapa donde también se verifica la eficacia del análisis ambiental, el cual proporciona, además, oportunidades de aprendizaje en el marco de un proceso de mejora continua.

Debido a lo anterior, es que el proceso requiere de una permanente participación con las acciones y compromisos a ejecutarse, sobre todo en las etapas de operación y abandono de un proyecto, obteniendo como resultado el conocimiento de la relación entre el proyecto y el medio ambiente (Espinoza, 2007).

En consecuencia, la ausencia o baja coherencia de cualquier etapa, tal como el seguimiento y cumplimiento de las exigencias comprometidas, puede llevar a un análisis incompleto en una evaluación y seguimiento ambiental de un proyecto. Por el contrario, el contar con un monitoreo sistemático de los componentes, variables y parámetros objeto de seguimiento permite evaluar la evolución de los objetos de protección en el tiempo e identificar impactos persistentes o temporales.

4.2 Uso de Bypass en Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas

La existencia y uso de aliviadero de tormenta o bypass para descargar aguas servidas o mixtas en forma previa a su paso por el Sistema de Tratamiento, materia objeto del cargo abordado en el presente informe, se encuentra regulado en la normativa sectorial respectiva.

Así, el D.S. N°1119/2005 del Ministerio de Obras Públicas que aprueba el reglamento de las concesiones sanitarias de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas y de las normas sobre calidad de atención a los usuarios de estos servicios, establece en su artículo 99 la obligatoriedad para la empresa concesionaria de mantener disponible y sin interrupción la red pública para la evacuación de las aguas servidas de los inmuebles, de modo que tal red no produzca inundaciones, filtraciones, daños u otros efectos, salvo causa de fuerza mayor.

En forma complementaria, mediante Ordinario N°3104 de 2011, la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) precisó las condiciones en las cuales está permitida la operación de aliviaderos de tormenta o de emergencia en



sistemas de recolección de aguas servidas, plantas elevadoras y plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS), señalando:

- La existencia de aliviaderos de tormenta o de emergencia en los sistemas de recolección de aguas servidas, plantas elevadoras y plantas de tratamiento está destinada a evitar que los colectores entren en presión y las aguas servidas rebasen, ya sea por la vía pública o por las viviendas ubicadas en cotas más desfavorables y, **en el caso de las plantas de tratamiento de aguas servidas, que los sistemas biológicos colapsen por arrastre de la biomasa y/o los sistemas de decantación queden fuera de servicio por colmatación.**
- Dado que las capacidades de diseño de las PTAS y su manejo en las diferentes situaciones de precipitación son características de la infraestructura de cada planta, las empresas sanitarias deben informar a la SISS la forma de operación de los diferentes escenarios de lluvias.
- Los aliviaderos de PTAS deben operar sólo en situaciones de fuerza mayor, circunscrito a situaciones de alta pluviosidad, en que se sobrepase el caudal máximo que pueda recibir la planta de tratamiento en conformidad a lo determinado en cada instalación.
- Los aliviaderos de tormenta o de emergencia en el caso de uso por lluvias no podrán estar funcionando más allá de 72 horas después de finalizada una lluvia, debiendo informarse a la SISS cualquier uso de aliviaderos por causas diferentes a eventos de alta pluviosidad.

En resumen, la normativa existente permite concluir que la existencia de sistemas de desvío y descarga de las aguas sin tratar en las PTAS corresponde a una obligación y práctica común en la industria tendiente a asegurar el permanente y óptimo funcionamiento del sistema, encontrándose restringido su uso a situaciones de alta pluviosidad y eventos excepcionales que deben ser informadas a la autoridad.

4.3 Parámetros fisicoquímicos relevantes para la salud de los ecosistemas acuáticos

La Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea estableció que las aguas a ser vertidas deben alcanzar un buen estado ecológico y químico, para proteger la salud humana, el suministro, los ecosistemas naturales y la biodiversidad. Al respecto, la definición de estado ecológico hace referencia a la abundancia de flora acuática y fauna piscícola, al contenido de nutrientes y a aspectos tales como la salinidad, la temperatura y la presencia de contaminantes químicos. Asimismo, se tienen en cuenta características morfológicas, como la cantidad de agua, el caudal, la profundidad y la estructura de los lechos fluviales (Dirección General de Medio Ambiente, Comisión Europea, 2014).

Las aguas servidas, debido a su origen, presentan naturalmente altas concentraciones de compuestos orgánicos (como DBO₅), nutrientes (N y P) y coliformes fecales (CF) (Tabla 1, en base a D.S. N°90/2000 del Ministerio de Obras Públicas). De esta manera, el potencial efecto sobre la calidad del agua de un cuerpo receptor producido por las descargas tanto de aguas servidas tratadas, como de aguas mixtas, se vería reflejado en un aumento en la concentración de estos parámetros, lo que eventualmente podría generar efectos ambientales.

Tabla 1. Composición típica de aguas residuales domiciliarias.

Parámetro	Valor característico (mg/L)
DBO₅¹	250
Nitrógeno total Kjeldahl	50
Fósforo total¹	10
CF (NMP/ 100 ml)¹	10 ⁷

Fuente: Elaboración propia.

En complemento a lo anterior, la Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas (Ministerio del Medio Ambiente, 2017) indica que los principales parámetros que se encuentran en los cursos naturales debidos a descargas de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas son: DQO, DBO₅, nitrógeno, fósforo, pH, trihalometanos y coliformes fecales. En consecuencia, dada la naturaleza de la PTAS de Puerto Varas-Llanquihue, los



parámetros relevantes de medir, recogidos en el plan de seguimiento establecido mediante RCA 337/2000, corresponden a pH, Temperatura, Aceites y Grasas, DBO5, Coliformes Fecales, Fósforo, Nitrógeno Total Kjeldahl, Poder Espumógeno, Sólidos Suspendidos totales y triclorometano.

Conforme lo indicado en el párrafo precedente, se describen los principales parámetros de calidad de agua relacionados con los potenciales efectos asociados al presente procedimiento sancionatorio:

- a) pH: dentro de este set de parámetros, el potencial de Hidrógeno (pH) se define como una medida del contenido del ion hidrógeno en medio acuoso. Las aguas que poseen un valor de pH superior a siete son alcalinas, y si es inferior son ácidas. El agua de los ríos que no está afectada por la contaminación presenta un pH entre 6,5 y 8,5, dentro del cual los organismos acuáticos capturan y liberan dióxido de carbono durante la fotosíntesis y respiración, respectivamente, fuera de este rango se reduce la diversidad por estrés fisiológico y la reproducción (Hem, 1985)
- b) La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una medida de la valoración de la cantidad de materia orgánica que se encuentra en un cuerpo de agua. El exceso de materia orgánica agota el oxígeno en el agua; bajo estas condiciones el agua tiene apariencia de color turbio, grisáceo y olores característicos de huevos podridos (ácido sulfhídrico). Este efecto causa una baja diversidad. Las aguas naturales no contaminadas poseen por lo general bajas concentraciones de materia orgánica disuelta. La contaminación por desechos domésticos o industriales puede agotar el oxígeno en el agua, pues la materia orgánica lo requiere para su descomposición (Cortolima, 2008)
- c) Nitrógeno. El nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento de algas y causa un aumento en la demanda de oxígeno al ser oxidado por bacterias reduciendo por ende los niveles de este. Las diferentes formas del nitrógeno son importantes en determinar para establecer el tiempo transcurrido desde la polución de un cuerpo de agua. En el tratamiento biológico de aguas residuales, los datos de nitrógeno amoniacal y orgánico son importantes para determinar si el residuo contiene suficiente nitrógeno para nutrir a los organismos (Cortolima, 2008)

- d) Fósforo. El fósforo permite la formación de biomasa, la cual requiere un aumento de la demanda biológica de oxígeno para su oxidación aeróbica, además de los procesos de eutrofización. El fósforo en forma de ortofosfato es nutriente de organismos fotosintetizadores y por tanto un componente limitante para el desarrollo de las comunidades. Su determinación es necesaria para en estudios de polución de ríos, así como en procesos químicos y biológicos de purificación y tratamiento de aguas (Roldán, 2003)
- e) Sólidos totales. Se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter el agua a un proceso de evaporación. Los sólidos totales incluyen disueltos y suspendidos, los sólidos disueltos son aquellos que quedan después del secado de una muestra de agua previa filtración de las partículas de mayor tamaño (Cortolima, 2008).
- f) Coliformes Fecales. El análisis bacteriológico es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación de agua, el ensayo se basa en que todas las aguas contaminadas por aguas residuales son potencialmente peligrosas, por tanto en control sanitario se realiza para determinar la presencia de contaminación fecal. La determinación de la presencia del grupo coliforme se constituye en un indicio de polución así como la eficiencia y la purificación y potabilidad del agua (Roldán, 2003).

4.4 Metodología utilizada

Conforme a lo expresado en las secciones anteriores, para evaluar las hipótesis planteadas y poder identificar los eventuales efectos ambientales que pudieron haber ocurrido producto del **incumplimiento de compromisos en relación con la descarga habitual de efluentes no tratados**, se ha llevado a cabo un análisis de la ocurrencia de efectos relacionadas a los parámetros de calidad de aguas superficiales para el periodo de evaluación (2015-2021), basándose en la sintomatología descrita precedentemente.

Así, Para determinar la existencia (o no) de potenciales efectos ambientales producidos por la descarga de aguas mixtas sin tratar desde la Planta de Tratamiento de Puerto Varas-Llanquihue, mediante sistema Bypass, se realizaron las siguientes actividades:

- a) Caracterización de uso de bypass con el objeto de analizar la evolución en el tiempo de las descargas de aguas mixtas sin tratar y la eficiencia de las acciones implementadas a la fecha por ESSAL.
- b) Análisis de la calidad del agua del río Maullín, para evaluar si se constata una alteración directa sobre el cuerpo receptor (objeto de protección) que pueda ser vinculado a las descargas desde el bypass y, en caso de existir, verificar si esta permanece en la actualidad. Para lo anterior se comparan los resultados de calidad de aguas obtenidos en los distintos puntos de monitoreo y se evalúa el cumplimiento de límites normativos establecidos tanto para la vida acuática, como para la realización de actividades con contacto directo².
- c) Análisis fauna íctica del río Maullín. En forma similar a la evaluación anterior, se plantea una caracterización de la fauna íctica aguas arriba y aguas abajo del punto de descarga de la PTAS Puerto Varas-Llanquihue, con el objeto de evaluar si a la fecha se observan diferencias significativas entre ambos puntos de control que puedan ser atribuibles al uso del bypass.

El enfoque metodológico expuesto permitirá poner a prueba la hipótesis asociada al hecho infraccional, para así concluir si existen o no efectos ambientales sobre el objeto de protección definido.

² Si bien el río Maullín en el sector de descarga de la PTAS de Puerto Varas – Llanquihue no cuenta con accesos para el ingreso de personas que pueda realizar actividades con contacto directo, se efectúa la comparación a modo referencial y bajo un criterio conservador.

5 RESULTADOS

5.1 Caracterización uso del bypass

En la presente sección se analiza la evolución de las descargas efectuadas por la PTAS de Puerto Varas-Llanquihue al río Maullín a través del Bypass, con el objeto de caracterizar la fluctuación en el tiempo de los flujos descargas y posteriormente verificar si estas variaciones se relacionan con la calidad de agua del cuerpo receptor. Adicionalmente, el análisis permitirá verificar la efectividad de las acciones de mantención mayor y optimización del proyecto original desarrolladas por ESSAL entre el tercer trimestre del 2018 y el año 2019 (acción N°3 del Programa de Cumplimiento (el "PdC"), ya ejecutada, referida al mejoramiento operativo efectuado de las etapas de pretratamiento y tratamiento biológico de la PTAS Puerto Varas-Llanquihue).

En la Figura 2 se muestra la evolución histórica para el período enero 2015 – marzo 2021 de los efluentes descargados al río Maullín desde la PTAS, a nivel mensual, diferenciando los flujos totales (caudal tratado y bypass), del flujo descargado en forma previa al tratamiento. Como se observa los caudales vertidos a través del bypass durante los años 2019 y 2020 son inferiores a los años previos, encontrándose por debajo de valor promedio, lo anterior a pesar de que el caudal total recibido por la PTAS (aproximación indirecta a partir del flujo total descargado) ha sido mayor en dicho período.

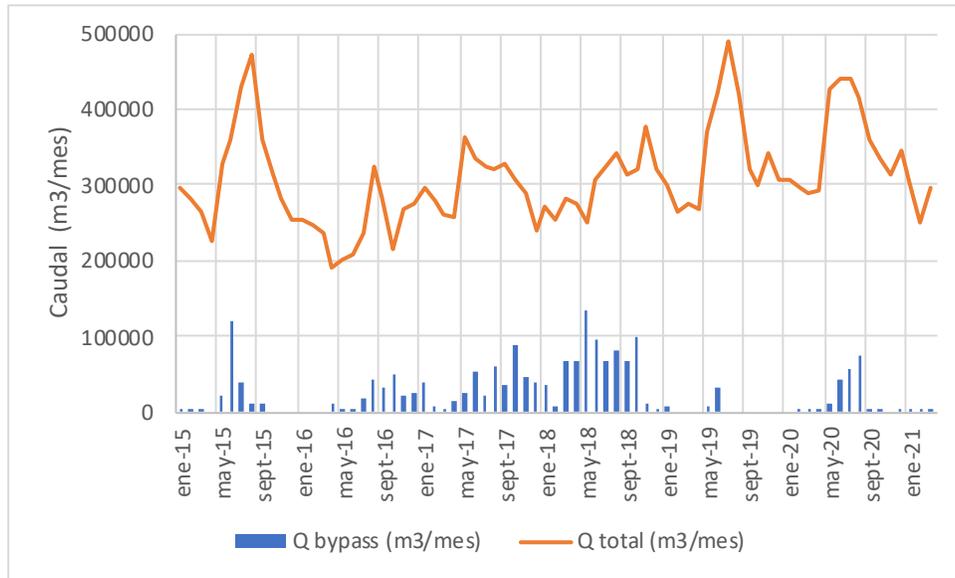
Lo anterior se observa a nivel anual en la Figura 3 y en la Tabla 2, donde se evidencia que en los años 2019 y 2020 se registra una reducción en el uso del bypass de un 85% y 36% respecto al volumen promedio del período, respectivamente, mientras que los flujos totales descargados en los años 2019 y 2020 son un 9% y un 14% mayores al promedio, respectivamente.

Lo anterior permite corroborar que las medidas implementadas por ESSAL han sido eficaces para incrementar la capacidad de tratamiento del sistema y por consiguiente se han reflejado en una reducción efectiva de las descargas a través del bypass.

En las secciones siguientes se analizará si esta disminución en el uso del bypass tiene un efecto sobre el objeto de protección controlado a través de la calidad química

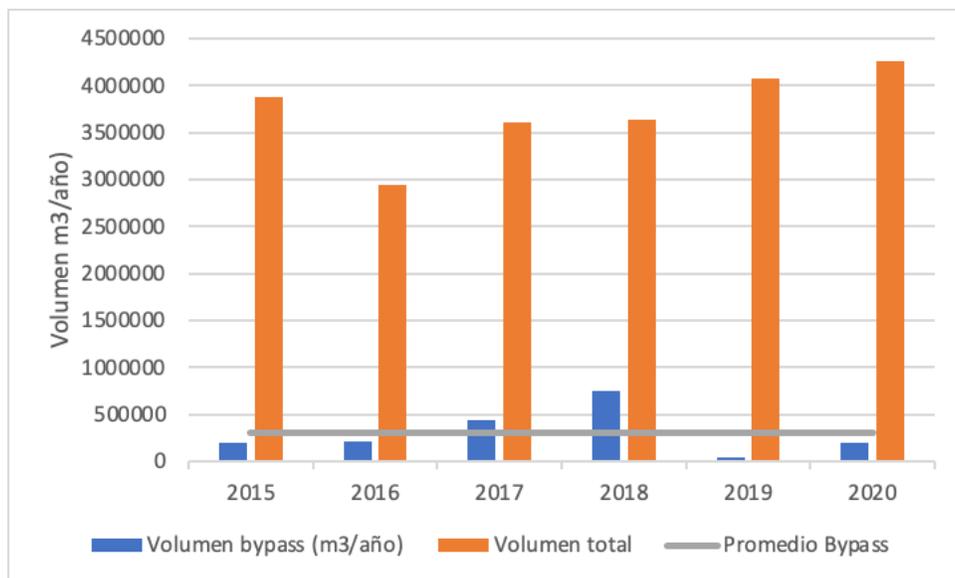
de la columna de agua y la fauna íctica, aguas arriba y aguas abajo del punto de descarga.

Figura 2: Evolución caudal total del efluente de la PTAS y descarga efectuada por bypass



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3: Volumen anual efluente de la PTAS y descarga efectuada por bypass



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: Volumen anual efluente de la PTAS y descarga efectuada por bypass

Año	Volumen bypass (m3/año)	Volumen efluente (m3/año)
2015	200.172	3.870.864
2016	206.565	2.940.792
2017	440.356	3.602.143
2018	743.241	3.640.205
2019	46.805	4.076.615
2020	195.468	4.252.474
Promedio	305.435	3.730.516

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Análisis calidad del agua río Maullín

A continuación, se analizan y discuten los resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del agua efectuado entre los años 2015 y 2021 en puntos ubicados aguas arriba (E1) y aguas abajo (E2) de del punto de descarga del efluente de la PTAS y del bypass en el río Maullín, con énfasis en;

- Evaluación de diferencias en las concentraciones registradas en ambos puntos de control
- Contraste con límites normativos en aquellos parámetros que se encuentran regulados mediante norma primaria de calidad de aguas para actividades de recreación con contacto directo (D.S. N°143/2009) o norma chilena NCh 1.333 para vida acuática
- Evolución temporal del cuerpo receptor y análisis de efecto de disminución de descargas a través de bypass conforme lo señalado en sección 5.1

En la Figura 4 se presenta en forma gráfica la evolución de la calidad de las aguas en los puntos de control ubicados aguas arriba y aguas abajo de la descarga de bypass para los parámetros representativos de las aguas servidas, a saber; Temperatura, PH, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno total Kjeldahl (NTK), Fósforo,



Coliformes Fecales (se presenta también la concentración medida en el punto de descarga), DBO₅, Aceites y Grasas, Poder Espumógeno y Solidos Suspendidos Totales. Se incluyen además, los límites normativos en aquellos parámetros que se encuentran regulados³ para actividades de recreación con contacto directo (D.S. N°143/2009) y para la vida acuática (NCh 1.333). Finalmente, en el eje secundario de cada gráfico se incorpora el caudal descargado por el bypass en el día correspondiente a cada campaña de monitoreo de calidad del cuerpo receptor.

Como se observa, en la mayor parte de los registros y parámetros no se evidencian diferencias relevantes y consistentes entre las concentraciones registradas en el punto de monitoreo ubicado aguas arriba y aguas abajo, mostrando en términos generales una baja influencia de las descargas efectuadas a través del bypass en el cuerpo receptor. Ejemplo de lo anterior se registra en el parámetro temperatura, con variaciones acompasadas temporalmente entre ambos puntos de control y estadígrafos análogos (promedio de 13,3 y 13,4 °C para los puntos aguas arriba y aguas abajo respectivamente y desviación estándar de 2,8 °C en ambos casos).

La situación anterior se hace extensiva a la totalidad de los parámetros en los monitoreos efectuados con posterioridad a la implementación de las acciones de mantención mayor y optimización desarrolladas por ESSAL en la PTAS durante el tercer trimestre del 2018 y el año 2019. De esta forma, en períodos con descargas desde el bypass, de volúmenes menores a 1000 m³/d (año 2019 en adelante), no se observan diferencias significativas ni consistentes entre los monitoreos efectuados aguas arriba de la descarga, de aquellos efectuados aguas abajo de la misma, con máximos que se intercalan entre ambos puntos de control (ver a modo ejemplar comportamiento de parámetro NTK).

Como puede verificarse en la Figura 4, si bien en forma previa a la disminución de las descargas mediante bypass se evidencian superaciones normativas esporádicas en el parámetro Coliformes Fecales y en el pH (en este último caso tanto en el punto ubicado aguas arriba como en el localizado aguas abajo de la descarga), con posterioridad al proceso de optimización del sistema de tratamiento no se reportan superaciones en los límites normativos de aquellos

³ Si bien no se incluyen explícitamente límites asociado a norma de riego, cabe señalar que para los parámetros objeto de monitoreo, estos se encuentran contenidos en los límites establecidos para actividades de recreación con contacto directo y vida acuática.



parámetros regulados por norma NCH1333 y D.S. N°143/2009 en el punto de monitoreo ubicado aguas abajo de la descarga de la PTAS.

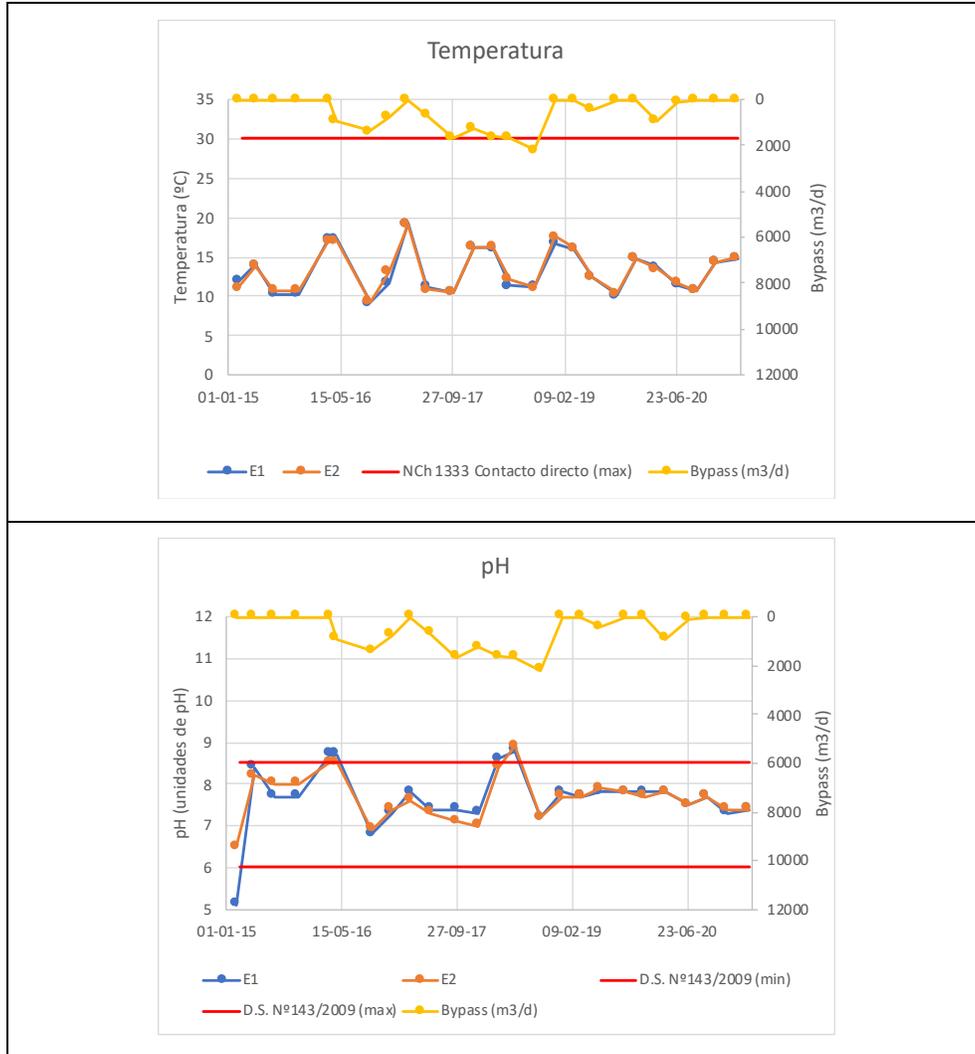
Así, es posible concluir que las labores efectuadas a la fecha, tendientes a aumentar la capacidad de tratamiento de la PTAS, han eliminado cualquier efecto directo que haya podido generarse sobre la calidad de las aguas del río Maullín a una distancia de 100m desde el punto de descarga, quedando por verificar la existencia de efectos sobre la fauna íctica del sector (ver sección 5.3).

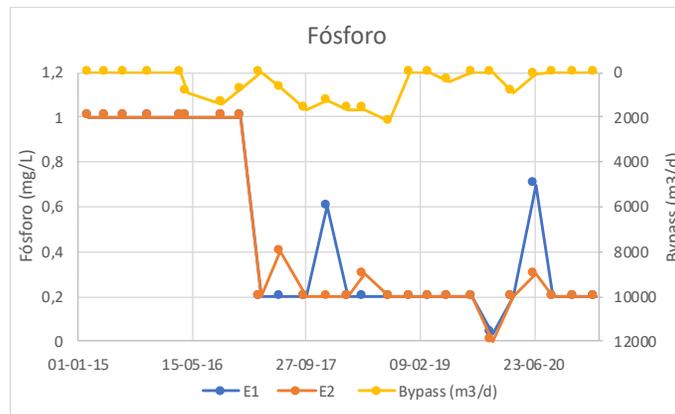
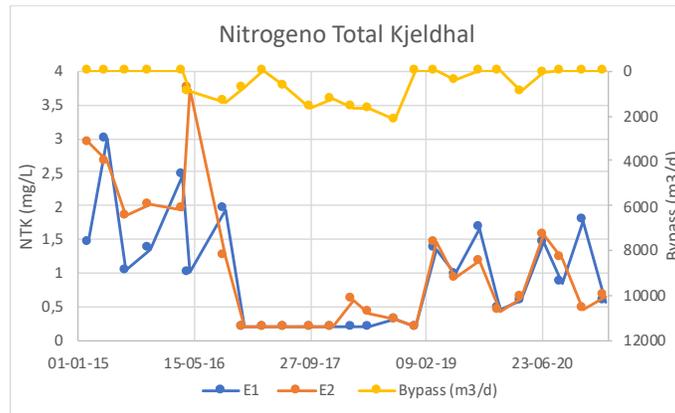
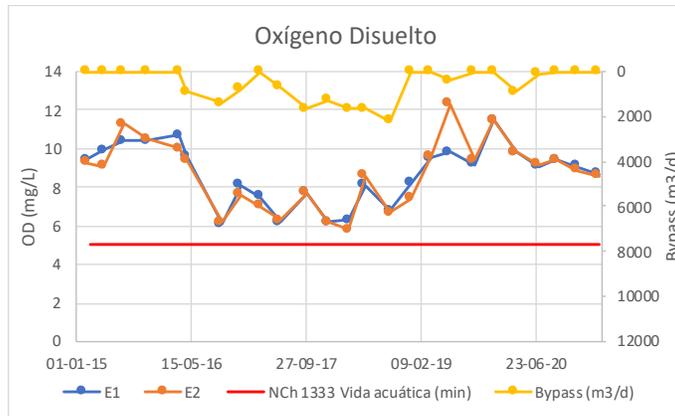
Para el caso del punto de descarga propiamente tal, el parámetro representativo Coliformes Fecales (parámetro que registra la mayor frecuencia de superación normativa en el punto ubicado aguas abajo de la descarga) tampoco presenta excedencias en los monitoreos efectuados con posterioridad a septiembre de 2018, en forma consistente con la disminución del caudal descargado mediante el bypass, con un máximo de 240 NMP/100ml en junio de 2019.

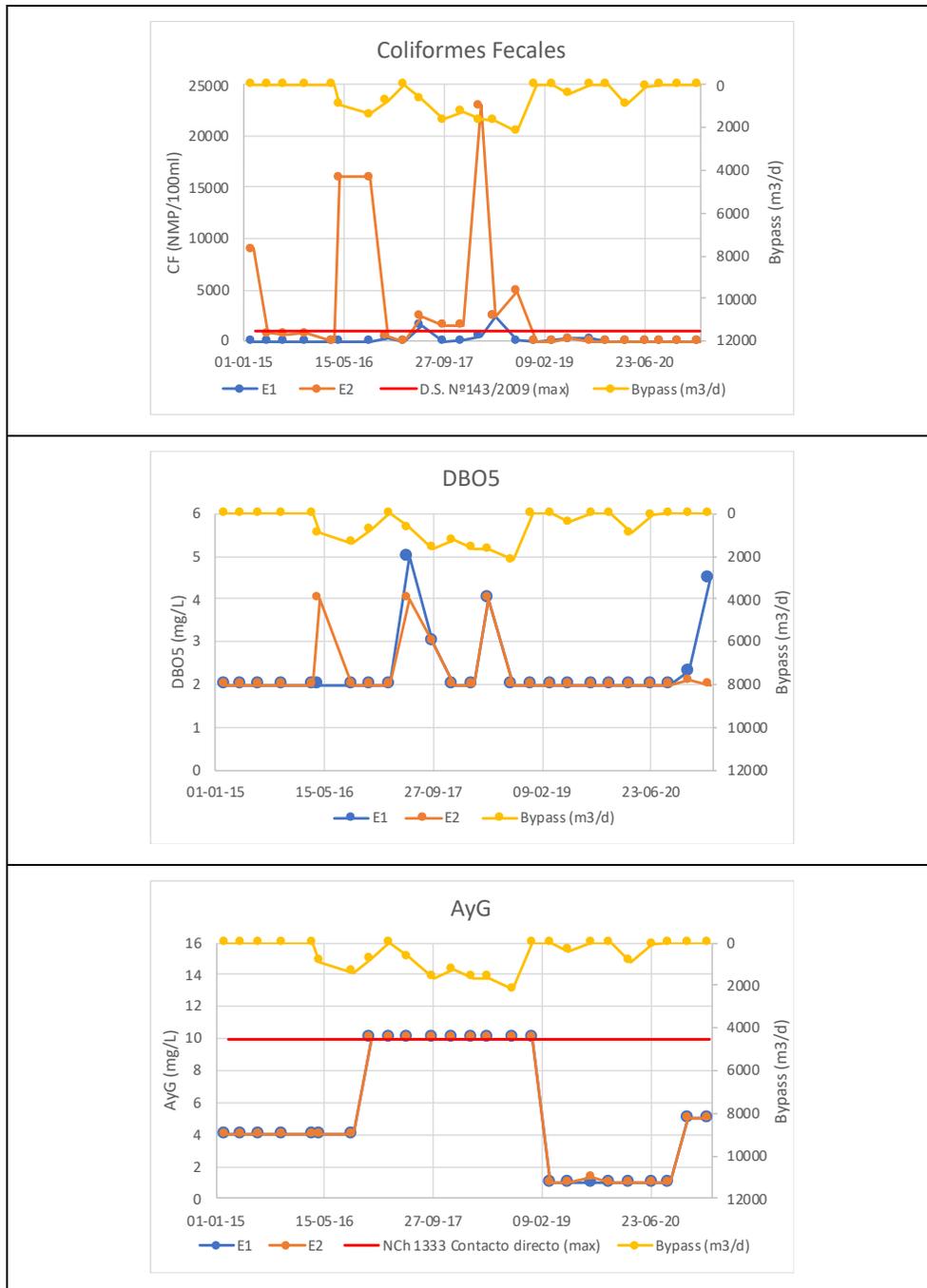
Es decir, desde el cuarto trimestre de 2018 la concentración de Coliformes Fecales en el punto de descarga (correspondiente al análisis del peor escenario) se encuentra consistentemente por debajo del límite establecido para actividades de recreación con contacto directo en norma de calidad fijada mediante D.S. N°143/2009 (1000 NMP/100ml). Adicionalmente dicho valor es sustancialmente menor a la concentración característica del agua servida sin tratar, correspondiente a 10^7 NMP/100ml (D.S. N°90/2000), evidenciando la disminución de las descargas a través del bypass, la característica de aguas mixtas⁴ de los flujos descargados y la eficiencia del sistema de tratamiento. Por lo demás este valor (240 NMP/100ml en junio de 2019) se presentó adicionalmente en la estación emplazada aguas arriba de la descarga de la planta de tratamiento y en consecuencia no se asociaría al efluente de esta.

⁴ Mezcla de aguas servidas y aguas lluvias asociadas a eventos de precipitación e infiltración.

Figura 4: Evolución calidad río Maullín









Fuente: Elaboración propia.



5.3 Análisis Fauna Íctica

En la presente sección se analiza el comportamiento de la fauna íctica presente en el río Maullín sobre la base de los monitoreos efectuados trimestralmente en 3 puntos de control cercanos a la descarga del bypass, en el marco del seguimiento ambiental comprometido en la RCA 337/2000.

En la Figura 5 y Figura 6 se presentan los resultados de riqueza y abundancia para la fauna íctica, respectivamente, en los 3 puntos de control, correspondientes a; aguas arriba de la descarga (E1), en la descarga (PD) y aguas debajo de la descarga (E2). Se dispone de información desde el primer trimestre del año 2015 hasta el primer trimestre del presente año. Como se observa en ambos gráficos, no existe un comportamiento de tendencia sostenida en el tiempo que permita evidenciar un efecto detrimental del sistema en los diferentes puntos de control.

El análisis del monitoreo realizado aguas abajo del punto de descarga de la PTAS muestra un riqueza variable entre 1 y 7 especies, con un promedio en el último año (últimos 4 monitoreos) superior el promedio del período completo de registro, con 4 y 3 especies respectivamente. Situación similar se observa en términos de la abundancia, con una serie que promedia los 13,4 individuos (mínimo de 3 y máximo de 43) y un registro medio en el último año de 15,3 individuos. Lo anterior permite concluir que los principales parámetros descriptivos del estado del objeto de protección presentan una variación temporal propia de este tipo de sistemas, pero en relación a la tendencia de mediano plazo, ambos se encuentran estables en el tiempo.

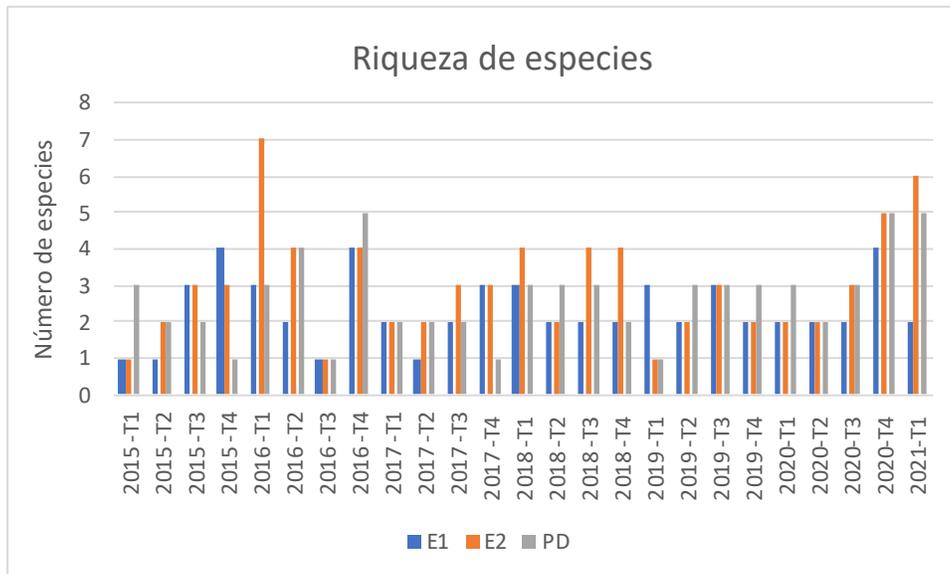
El análisis comparativo entre los puntos de monitoreo ubicados aguas arriba y aguas abajo de la descarga, determina que no existen evidencias de una mayor riqueza ni abundancia en el punto de control E1 respecto al punto E2. La Tabla 3 y la Tabla 4 muestra los principales estadígrafos de los registros de riqueza y abundancia respectivamente, mostrando resultados consistentes entre los diferentes puntos de control con diferencias en torno al 10% lo que evidencia una homogeneidad del sistema en términos espaciales.

A mayor abundamiento, la abundancia se manifiesta con una variabilidad temporal y espacial, pero sin un patrón común que evidencia una afectación, es decir períodos de mayor abundancia en los diferentes puntos de control.

Respecto a la participación relativa de las distintas especies presentes en el sistema, es posible señalar que los 3 puntos de control, y durante todo el período de registro, se encuentran dominados por las especies Puye chico y Puye, siendo la principal especie acompañante el Bagrecito. El resto de las especies detectadas corresponde a la Trucha Arcoíris, Peladillo y trucha café, entre otros.

Lo anterior constituye un antecedente adicional a la homogeneidad descrita para el sistema y en consecuencia a la ausencia de un efecto acumulativo en el tiempo ni actual que pueda relacionarse con las descargas efectuadas mediante el bypass de la PTAS de Puerto Varas-Llanquihue.

Figura 5: Evolución temporal riqueza de especies fauna íctica



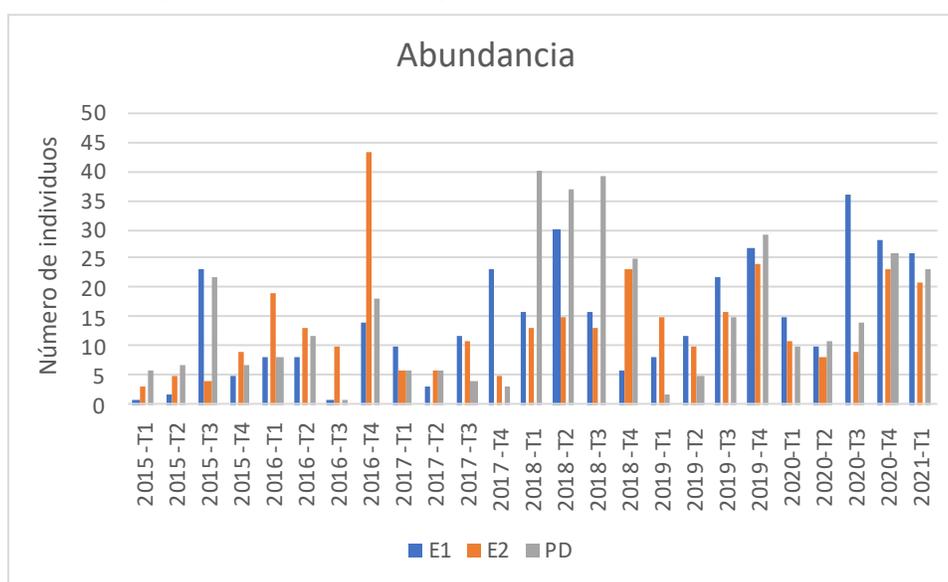
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Estadígrafos riqueza fauna íctica

Estadígrafo	Aguas arriba (E1)	Aguas abajo (E2)	Punto descarga (PD)
Riqueza promedio	2,3	3,0	2,7
Riqueza máxima	4,0	7,0	5,0
Desviación estándar	0,9	1,5	1,2

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6: Evolución temporal abundancia fauna íctica



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Estadígrafos abundancia fauna íctica

Estadígrafo	Aguas arriba (E1)	Aguas abajo (E2)	Punto descarga (PD)
Abundancia acumulada	362	335	376
Abundancia promedio	14,5	13,4	15,0
Abundancia máxima	36	43	40
Desviación estándar	9,9	8,7	11,9

Fuente: Elaboración propia.



6 DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES

En conformidad a lo expuesto en los acápite anteriores, el análisis efectuado permite concluir que las descargas de aguas servidas mixtas al río Maullín a través del bypass de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Puerto Varas-Llanquihue no presenta efectos adversos significativos sobre la calidad del agua y sobre la fauna íctica en la actualidad, toda vez que:

- Tanto para el caso de la calidad del agua, como de la fauna íctica no se observa un comportamiento de tendencia temporal que refleje un efecto detrimental sobre el sistema.
- La comparación entre los monitoreos efectuados aguas arriba y aguas abajo de la descarga no presentan diferencias significativas, con comportamientos temporales, promedios, y variaciones comparables entre si, reflejando una homogeneidad espacial del sistema. En el caso de los parámetros de calidad que presentaron algunas diferencias en el pasado (Coliformes Feclaes y NTK), estas se vieron atenuadas en la actualidad.
- Durante el tercer trimestre del 2018 y durante el 2019 se realizaron obras de mantención y optimización que permitieron disminuir los eventos y caudales descargados a través del bypass, lo que ha permitido contar en los 2 últimos años con descargas menores a los promedios históricos.
- Con posterioridad a las labores de optimización realizadas, no se han evidenciado superaciones a los límites normativos de aquellos parámetros regulados por norma NCH1333 y D.S. N°143/2009 en ningún punto de control y en particular en el punto de monitoreo ubicado aguas abajo de la descarga de la PTAS.

A mayor abundamiento, en la medida que se complementen e implementen las obras comprometidas en el PdC, tendientes a eliminar las descargas desde el bypass mediante un aumento de la capacidad de tratamiento del sistema, no se prevé la generación de efectos futuros sobre el río Maullín.

No obstante, lo anterior, se recomienda durante la ejecución de las obras y al menos durante un año desde la puesta en marcha de las mismas, complementar los monitoreos efectuados en la actualidad tanto para calidad del agua, como

para fauna íctica, incrementando la red de puntos de control, de tal forma de contar con mayor información para caracterizar la evolución y estado del objeto de protección.

Se propone considerar, en forma adicional a los 3 puntos definidos en la RCA 337/2000, los 4 puntos monitoreados por la SMA en diciembre de 2020, conformándose una red compuesta por los siguientes puntos (Tabla 5):

Tabla 5: Propuesta red de monitoreo complementada

ID	Ubicación
1	230 m aguas arriba de descarga
2	100 m aguas arriba de descarga
3	En sector de desacarga
4	100 m aguas abajo de descarga
5	570 m aguas abajo de descarga
6	1590 m aguas abajo de descarga
7	2280 m aguas abajo de descarga

Fuente: Elaboración propia.

7 CONCLUSIONES

De acuerdo a los antecedentes expuestos y analizados en el presente informe, es posible señalar que los resultados de los monitoreos de calidad de las aguas y de la fauna íctica disponibles permiten concluir que, no obstante la superación esporádica de los umbrales establecidos para Coliformes Fecales en el período 2015 – 2018, la realización de labores de optimización del sistema de tratamiento implementadas por parte de ESSAL (Acción 3 del PdC), ha permitido mantener las concentraciones de todos los parámetros por debajo de los límites normativos y con valores similares a los registrados aguas arriba de la descarga en los últimos años. Por lo anterior, en la actualidad es posible verificar la inexistencia de efectos adversos significativos sobre el objeto de protección.

Adicionalmente con la implementación de las obras adicionales comprometidas en el PdC, que permitirán acotar las descargas desde el bypass mediante un aumento de la capacidad de tratamiento del sistema, se asegurará que no vuelvan a generarse efectos futuros sobre el río Maullín.



8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cortolima. (2008). *Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Mayor del Río Totaré.*

Dirección General de Medio Ambiente, Comisión Europea. (2014). *Directiva Marco del agua de la Unión Europea.* Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia (2000). *Decreto Supremo N°90/00, Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales.*

Espinoza (2007). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental.* Chile

Hem, J. (1985). *Study and Interpretation of the Chemical Characteristic of Natural Water.* USA: U.S. Geological Survey (USGS).

Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas.* Chile.

Perevochtchikova, M. (2013). *La Evaluación de Impacto Ambiental y la Importancia de los Indicadores Ambientales.* Chile

Anexo N°4

Obras de Mejoramiento de Infraestructura



OBRAS DE REFUERZO DE INFRAESTRUCTURA –
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
LLANQUIHUE-PUERTO VARAS, REGION DE LOS
LAGOS

Tabla de contenido

1.	INTRODUCCION	3
2.	MANTENCIÓN GENERAL DE PUENTES DESARENADO-DESENGRASADO DE PRETRATAMIENTO	3
3.	DESARENADOR SAVECO FGC – 036.....	6
4.	CONSTRUCCIÓN DE LÍNEA DE REFUERZO PRETRATAMIENTO – REACTORES BIOLÓGICOS	7
4.1.	Caracterización de tubería existente	7
4.2.	Verificación de capacidad de porteo de tubería existente	8
	Ley de Bernoulli.....	8
	Pérdidas de carga friccionales (hf)	9
	Pérdidas de carga por singularidades (hk)	9
	Resultados de verificación de capacidad de porteo de tubería existente	10
4.3.	Proyecto de construcción de línea de refuerzo pretratamiento – reactores biológicos ..	10
5.	INTEGRACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN DE CONTROL DE PROCESO EN LÍNEA.....	11
5.1.	Sensores ORP y Amonio – Nitrato.....	12
5.2.	Sensor Solidos Suspendidos (TSS)	13
5.3.	Sensores de medición de caudal	13
6.	CONSTRUCCIÓN DE LÍNEA DE REFUERZO DE PURGA DE LODOS EN EXCESO	15
6.1.	Caracterización de sistema existente.....	15
	Bombas de impulsión	15
	Tubería de impulsión.....	16
6.2.	Proyecto de construcción de línea de refuerzo de purga de lodos en exceso.....	17
6.3.	Análisis de sistema de impulsión propuesto.....	19
7.	IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE DESHIDRATADO DE LODOS MEDIANTE DECANTER	22
8.	ANALISIS USO DE BYPASS PTAS LLANQUIHUE – PUERTO VARAS POST OBRAS DE MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA.....	24

1. INTRODUCCION

La planta de tratamiento de aguas servidas Llanquihue-Puerto Varas (la “PTAS”) se ubica en el kilómetro 2 de la ruta V-40 en la comuna de Llanquihue, región de Los Lagos. La PTAS recibe, depura y dispone las aguas residuales provenientes de Llanquihue y Puerto Varas mediante un sistema de recolección de aguas gravitacional.

La PTAS cuenta con un proceso de depuración de tipo lodos activados en modalidad de aireación extendida, con capacidad de tratamiento de 117 l/s de caudal medio, 215 l/s de caudal máximo y 574 kgDBO5/d de carga orgánica, todo lo cual se encuentra autorizado ambientalmente mediante la Resolución Exenta N° 337 del 2 de agosto de 2000 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Los Lagos (la “RCA 337/2000”). La operación de la PTAS se compone de las siguientes etapas principales:

- **Pretratamiento:** compuesto por dos rejillas automáticas tipo Screen para la eliminación de sólidos gruesos, dos filtros rotatorios para el desbaste de sólidos finos y dos canales gravitacionales para el desarenado y desengrasado de las aguas servidas.
- **Tratamiento secundario:** compuesto por dos líneas de tratamiento, cada una provista por un reactor biológico con parillas de aireación de burbuja fina en el fondo, un sedimentador secundario circular, sistemas de recirculación y purga de lodos de descarte.
- **Desinfección:** compuesta por dos bancos de lámparas de radiación ultravioleta (UV) instalados en un canal rectangular de baja velocidad.
- **Línea de Lodos:** compuesta por un espesador gravitacional circular, sistema de deshidratado mecánico y sistema de encalado de lodo.

El presente informe detalla las obras de mejoramiento de infraestructura realizadas en la PTAS a partir del segundo semestre del año 2018. El objetivo de las obras es robustecer la infraestructura existente, de tal forma de aumentar la capacidad de tratamiento hidráulico con objeto de poder procesar un volumen adicional de aguas lluvias que se incorporan de forma excesiva e indebida a la red de alcantarillado, cumpliendo con los estándares de calidad y continuidad operativa, disminuyendo significativamente el uso del bypass gatillado por el ingreso excesivo de aguas lluvias al alcantarillado y, todo, en cumplimiento de la RCA 337/2000. Para esto, se presentan 2 líneas de trabajo: obras de infraestructura y obras de instrumentación. La primera, para proveer las condiciones físicas adecuadas para aumentar y tratar el mayor caudal; y, la segunda, para proveer instrumentación necesaria para llevar un monitoreo intensivo y minucioso de las variables del proceso, pudiendo detectar variaciones en las tendencias operacionales de forma instantánea, aspecto que permite maximizar la operación de la PTAS.

2. MANTENCIÓN GENERAL DE PUENTES DESARENADO-DESENGRASADO DE PRETRATAMIENTO

El pretratamiento es la etapa inicial en la depuración de las aguas residuales en donde se realiza la separación los sólidos de gran y mediano tamaño que se encuentren en ella mediante diversas tramas de enrejado o tamizado, usando para ello tamices de diverso grosor. Luego, el agua es dirigida a estanques donde las partículas de arena son decantadas de forma gravitacional y las grasas son reflatadas mediante la inyección de microburbujas que se

adhieren a sus paredes formando flóculos de grasa-aire. El correcto funcionamiento de esta etapa es crucial para las etapas de depuración subsecuentes, evitando embancamiento de estanques, desgaste de equipos por abrasión, obstrucciones de tuberías, etc. Por este motivo, cada 5 años, se realiza una mantención “mayor” de los puentes de desarenado y desengrasado, renovando rastras automáticas y skimmer de recepción de grasas, renovación y nivelación de rieles de puentes, ejes motrices y ruedas de traslación, rodamientos, válvulas murales, soportes de bombas y línea de succión de arena decantada en materialidad inoxidable.

Adicionalmente se realiza la renovación de las líneas de aireación y difusores de aire, así como también la instalación de un soplador lobular KAESER modelo BB52C de capacidad de inyección de 200 [m³/h] a 300 [mbar] exclusivo para la aireación de los puentes desarenadores, con control de funcionamiento independiente mediante un variador de frecuencia, de tal forma que su funcionamiento pueda adecuarse a las necesidades de operación.



Imagen 13. Mantención general de puentes desarenado-desengrasado pretratamiento, PTAS.



Imagen 14. Mantención general de puentes desarenado-desengrasado pretratamiento, PTAS.



Imagen 15. Mantenimiento general de puentes desarenado-desengrasado pretratamiento, PTAS.



Imagen 16. Mantenimiento general de puentes desarenado-desengrasado pretratamiento, PTAS.



Imagen 17. Mantenimiento general de puentes desarenado-desengrasado pretratamiento, PTAS.



Imagen 18. Mantenimiento general de puentes desarenado-desengrasado pretratamiento, PTAS.



Imagen 19. Mantenimiento general de puentes desarenado-desengrasado pretratamiento, PTAS.

3. DESARENADOR SAVECO FGC – 036

La separación de las arenas arrastradas por el agua residual se hace fundamental para proteger el resto de la instalación y los equipos. Una separación óptima de las arenas previene de problemas de explotación, así como su acumulación en diferentes puntos del proceso, la abrasión en los equipos mecánicos y posibles obstrucciones en tuberías. Por este motivo se realiza la renovación del clasificador de arena existente por un equipo de alta eficiencia SAVECO GRITSEP FGC-036 con capacidad de 130 [m³/h] con separación de arena con granulometría > 200 micras y densidades de 2.6 a 2.65 [kg/dm³] y accionamiento programado.



Imagen 30. Clasificador de arena SAVECO GRITSEP FGC-036, PTAS.

4. CONSTRUCCIÓN DE LÍNEA DE REFUERZO PRETRATAMIENTO – REACTORES BIOLÓGICOS

Una vez que las aguas servidas ingresan a la PTAS, éstas son conducidas hacia el pretratamiento, en donde se retiran las partículas de material sólido en suspensión. Luego, estas son conducidas a una cámara de repartición desde donde son distribuidas hacia el tratamiento biológico. Con el objetivo de reforzar la infraestructura existente, se plantea la construcción de una tubería de refuerzo capaz de transportar caudal desde el pretratamiento hacia los reactores biológicos, aumentando la capacidad de transporte desde el pretratamiento a los reactores biológicos que permita absorber el caudal establecido en la RCA 337/2000 y, a su vez, permitiendo realizar mantención, intervención y/o limpieza del ducto existente cuando sea necesario.

4.1. Caracterización de tubería existente

La tubería existente cuenta con un trazado desde el pretratamiento de la PTAS, hacia una cámara de repartición de caudal hacia los reactores biológicos, ubicada entre sedimentadores (ver imagen 1). Su longitud total es de 104 metros y se encuentra seccionada en 3 tramos; el primero materializado en cañería ASTM A53 galvanizada, a la vista y de 500 [mm] de diámetro; el segundo tramo materializado en tubería HDPE corrugada SN2, soterrada y de 500 [mm] de diámetro; y el tercer tramo materializado en cañería ASTM A53 galvanizada, a la vista y de 500 [mm] de diámetro.

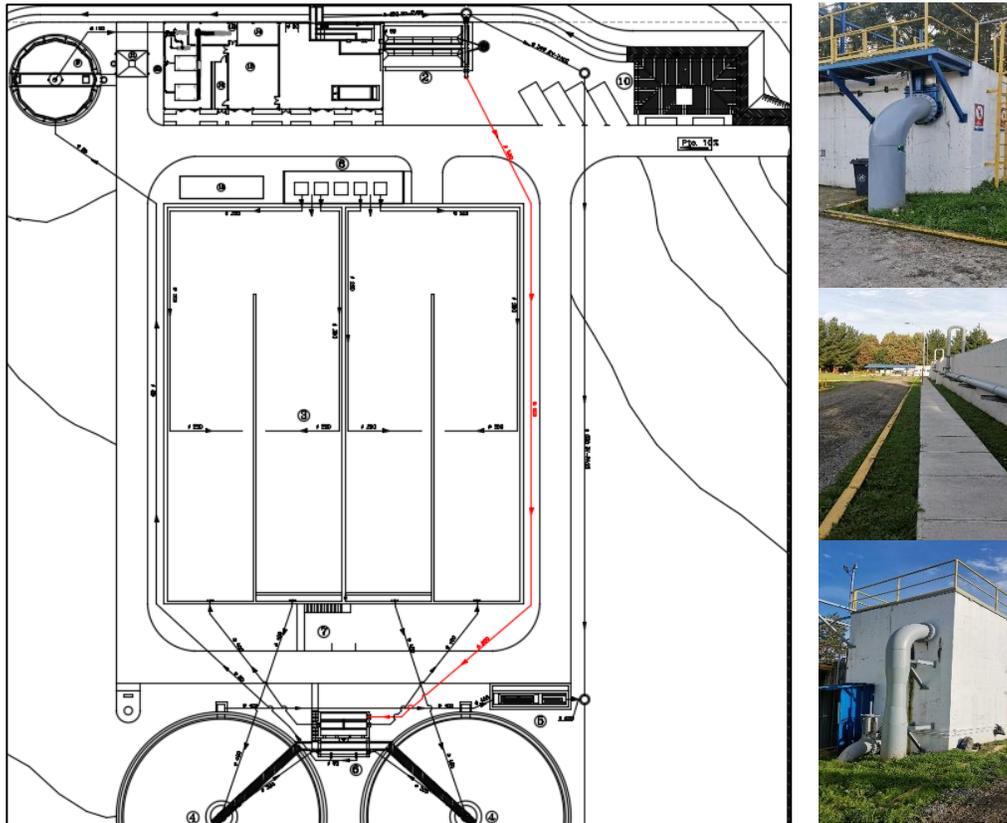


Imagen 1. Diagrama de trazado de tubería de transporte de caudal desde pretratamiento a cámara de repartición hacia biológicos, PTAS.

4.2. Verificación de capacidad de porteo de tubería existente

Para establecer un diseño adecuado de la línea proyectada, se realiza una verificación del ducto existente para así establecer las condiciones y el caudal mínimo que deberá sostener la infraestructura proyectada.

Ley de Bernoulli

Para la verificación de la capacidad de porteo de la tubería existente, se utiliza la expresión de Bernoulli, cuya expresión caracteriza el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente en presión:

$$Z1 + \frac{V1^2}{2 * g} + \frac{P1}{\gamma} = Z2 + \frac{V2^2}{2 * g} + \frac{P2}{\gamma} + Hf + Hk$$

Donde:

- Z1 = Cota de terreno de punto inicial (m).
- Z2 = Cota de terreno de punto final (m).
- V1 = Velocidad del flujo en el punto inicial (m/s).
- V2 = Velocidad del flujo en el punto final (m/s).
- P1 = Presión del flujo en el punto inicial (m).
- P2 = Presión del flujo en el punto final (m).
- g = Aceleración de gravedad (m/s²).
- γ = Peso específico del agua (kg/m³).
- Hf = Pérdida de carga friccional (m).
- Hk = Pérdida de carga por singularidades (m).

Pérdidas de carga friccionales (hf)

Para el cálculo de las pérdidas de carga por fricción se utilizará la ecuación de Hazen-Williams, cuya expresión es dada por:

$$Hf = \frac{10,665}{D^{4.869}} * \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852}} * L$$

Donde:

- Hf = Pérdida friccional (m).
- Q = Caudal (m³/s).
- C = Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams (acero=110).
- D = Diámetro de tubería (m).
- L = Longitud de tubería (m).

Pérdidas de carga por singularidades (hk)

Para el cálculo de las pérdidas de carga por singularidades se utilizará la ecuación de coeficiente de resistencia, cuya expresión es la siguiente:

$$Hk = \Sigma K * \frac{V^2}{2 * g}$$

Donde:

- Hk = Pérdidas Singulares (m).
- K = Coeficiente de pérdida de carga.
- V = Velocidad del flujo (m/s).
- g = Aceleración de gravedad (m/s²).

Además, según la caracterización de los tramos de la tubería, se utilizan los parámetros de cálculo presentados en las tablas a continuación:

Perdidas singulares	Coef. K unitario	Cantidad	Coef. K global
Entrada	0,5	1	0,5
Salida	1	1	1
Codo 90	0,8	4	3,2
Codo 45	0,42	3	1,26
Válvula abierta	0,2	1	0,2
Reducción (Qmax) 400/500	0,12	1	0,12
Expansión (Qmax) 400/500	0,15	1	0,15

Tabla 1. Parámetros de pérdidas de cargas singulares. Ref. "Hidráulica de tuberías", Juan G. Saldarriaga, 2001, pg. 114-119.

Tramo	Material	Largo (m)	Diámetro (m)	Coef. H.W.
A	Acero ASTM A53 Galvanizado	8	0,5	120
B	HDPE Corrugada SN2	91	0,5	150
C	Acero ASTM A53 Galvanizado	11	0,5	120

Tabla 2. Parámetros de pérdidas de cargas regulares. Ref. "Hidráulica de tuberías", Juan G. Saldarriaga, 2001, pg. 149-150.

Resultados de verificación de capacidad de porteo de tubería existente

La capacidad de porteo de la tubería a verificar es directamente proporcional a la diferencia de cotas entre los puntos de estudio, vale decir pretratamiento y cámara de repartición hacia biológicos, por lo que se establecen dos cotas limitantes, las cuales representan los hitos de:

- a) Cota de Skimmer o tolva de recolección de grasas de pretratamiento (78.3 m.s.n.m.)
- b) Cota de coronación de pretratamiento (78.4 m.s.n.m.)

Hito	Q (l/s)	Q (m3/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas Regulares (m)	Perdidas Menores (m)	ΔZ	H1
a)	194	0,194	0,99	0,158	0,3217	0,530	78,30
b)	212	0,212	1,08	0,186	0,3839	0,630	78,40

Tabla 3. Capacidad de porteo según cotas de pretratamiento, PTAS Llanquihue-Puerto Varas.

En base a los resultados se concluye que el caudal máximo de porteo del ducto existente es de 212 [l/s], por lo tanto, este valor limite hidráulico para pasar de la etapa de pretratamiento a la etapa de tratamiento biológico.

4.3. Proyecto de construcción de línea de refuerzo pretratamiento – reactores biológicos

Debido a que el caudal máximo de porteo del ducto existente es de alrededor de 212 [l/s], se proyecta la construcción de una línea de refuerzo mediante tubería HDPE liso de 500 [mm] de diámetro, capaz de transportar, al menos, el caudal de diseño establecido en la RCA 337/2000 (esto es, 271,8 l/s) hacia los reactores biológicos 1 y/o 2, de tal forma que sea posible dejar fuera de operación el ducto existente para realizar limpieza y/o mantención sin afectar la continuidad del proceso, e ingresar caudales superiores a los considerados en el proyecto original al tratamiento biológico en caso de ser necesario.



Imagen 2. línea de refuerzo pretratamiento – reactores



Imagen 3. línea de refuerzo pretratamiento – reactores



Imagen 4. línea de refuerzo pretratamiento – reactores

biológicos, PTAS.

biológicos, PTAS.

biológicos, PTAS.



Imagen 5. Limpieza de tubería de pretratamiento a cámara de repartición hacia biológicos post construcción de refuerzo, PTAS(11/12/2019).

5. INTEGRACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN DE CONTROL DE PROCESO EN LÍNEA

Existen determinados parámetros operacionales que son de alta importancia al momento de efectuar la evaluación cuantitativa del comportamiento de una planta de tratamiento de aguas servidas en base a lodos Activados. Al igual que en el análisis de las características de las aguas servidas, es necesario contar con el máximo de registros históricos posible que permitan el procesamiento estadístico para obtener valores representativos de las condiciones medias, así como visualizar las condiciones anómalas de tratamiento que puedan haber sucedido o estén sucediendo. Para esto, se cuenta con un plan permanente de análisis de parámetros operacionales, en el que se toma una muestra representativa de distintos puntos del proceso de 2 a 3 veces por semana en condición normal y de 5 a 7 veces frente a contingencias, para luego ser analizados mediante un laboratorio externo, permitiendo realizar una supervisión de los procesos para la indicación de consignas y recomendaciones operativas para cada planta.

Con el objetivo de robustecer el sistema de control de procesos, se decide realizar la incorporación de sensores en línea en distintas etapas del proceso con los parámetros que se controlaban en forma puntual, de tal forma de poder reaccionar oportunamente frente a una variabilidad en la eficiencia del proceso de depuración. Algunas ventajas de monitorear en línea son:

- Permite actuar de forma instantánea al evidenciar desviaciones en los parámetros del proceso.
- Monitorean de forma continua, incluyendo horarios con mayor tasa de desviaciones (horario nocturno y fines de semana).
- Alta precisión y exactitud en la medición de parámetros.
- Tienen la posibilidad de controlar otros dispositivos para automatización (bombas, válvulas, alarmas, etc.).
- Optimización en la operación de la planta, maximizando su capacidad.

5.1. Sensores ORP y Amonio – Nitrato

Una de las principales etapas dentro de los reactores biológicos corresponde a la eliminación de nitrógeno, la cual se realiza mediante dos etapas:

- a) La nitrificación es la primera en la eliminación del nitrógeno. Este proceso se puede llevar a cabo gracias a dos géneros de bacterias, nitrosomas y nitrobacter, las cuales oxidan el amoníaco en nitrito, siendo éste un producto intermedio, para luego transformar el nitrito a nitrato.
- b) La desnitrificación es la segunda etapa de la eliminación del nitrógeno en las aguas residuales, la cual se da en condiciones anóxicas, donde previamente el nitrato es reducido a nitrito y posteriormente a nitrógeno gas, mediante la acción de bacterias heterótrofas facultativas. Estas bacterias utilizan el carbono de la materia orgánica para la síntesis celular y fuente de energía, y en ausencia de oxígeno utilizan el nitrato como aceptor de electrones.

Las bacterias nitrificantes y desnitrificantes son organismos extremadamente sensibles y que se ven afectados por numerosos factores como temperatura, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, la cantidad de materia orgánica fácilmente disponible y la concentración de nitrato.

Para controlar el proceso de nitrificación/desnitrificación (N/DN) de forma eficiente se realiza la instalación de 2 tecnologías de sensores:

- Sensores de ORP: durante el proceso de nitrificación/desnitrificación se produce un cambio tanto del pH como del rédox. Estos sensores son una medida indirecta de la progresión de los procesos. Estos cambios tan grandes en estos dos parámetros posibilitan realizar un control sobre el proceso. El cambio de estos depende de múltiples factores, por eso deben ser determinados en cada caso en particular.
- Medidores de amonio y nitratos: Estos medidores obtienen una medida directa de la evolución del proceso de N/DN basados en la técnica de ión selectivo. La medición directa conlleva ventajas decisivas para la eliminación y supervisión del nitrógeno.

Mediante estos sensores el sistema de control de depuración responde a la situación en tiempo real de forma fiable y en continuo.



Imagen 22. Sensor ORP reactor biológico 1, PTAS Llanquihue – Puerto Varas



Imagen 23. Sensor ORP reactor biológico 1, PTAS Llanquihue – Puerto Varas



Imagen 24. Sensor Amonio Nitrato reactor biológico 1 y 2, PTAS Llanquihue – Puerto Varas.

5.2. Sensor Solidos Suspendidos (TSS)

Se realiza instalación de medidores de sólidos suspendidos totales en los estanques de aireación. Como definición los sólidos suspendidos corresponden a la cantidad de partículas que se mantienen en suspensión en el agua. Este parámetro es un indicador de la eficacia del proceso ya que las bacterias presentes en el tratamiento biológico transforman el sustrato soluble a biomasa, por lo que los sólidos son un método indirecto para la estimación de biomasa.

Estos sensores permiten para controlar la concentración de sólidos en el tanque de aireación con el fin de mantener las condiciones operativas previstas en el diseño del proceso. El control adecuado de la concentración de sólidos en el proceso es la técnica más importante utilizada para controlar el proceso. Al tener esta información en línea podemos controlar de manera directa los siguientes parámetros:

- La recirculación de lodo (RAS).
- La purga de Lodo (WAS) .
- El tiempo de retención de lodo (SRT) .
- Mejorar las características de sedimentación de la biomasa.
- Determinar la eficiencia de los mecanismos de deshidratación.



Imagen 25. Sensor Solidos Suspendidos Totales reactor biológico 1, PTAS Llanquihue – Puerto Varas.



Imagen 26. Sensor Solidos Suspendidos Totales reactor biológico 2, PTAS Llanquihue – Puerto Varas.

5.3. Sensores de medición de caudal

Se realiza instalación de 4 sensores de medición de caudal marca SIEMENS modelo MAG 5100G de 200 [mm] de diámetro, cada uno con su transmisor de señal MAG 5000-6000 instalados al interior de un gabinete eléctrico. La cuantificación de los volúmenes de recirculación de lodo (RAS) y Purga del sistema (WAS) son parámetros claves para el control del proceso de depuración, ya que permiten mantener las condiciones adecuadas de operación del sistema biológico, conservando una concentración adecuada de microorganismos activos y sólidos inertes en el licor de mezcla (SSLM), encargados de la degradación de la materia orgánica.



Imagen 27. Sensor de medición de caudal de líneas de recirculación de lodo hacia reactores biológicos, PTAS.



Imagen 28. Sensor de medición de caudal de líneas de recirculación de lodo hacia reactores biológicos, PTAS.



Imagen 29. Sensor de medición de caudal de líneas de purga de lodo en exceso, PTAS.

6. CONSTRUCCIÓN DE LÍNEA DE REFUERZO DE PURGA DE LODOS EN EXCESO

Con el objetivo de aumentar la capacidad de impulsión del sistema de purga de lodos de la PTAS, se realiza una verificación de la infraestructura, generando una propuesta adecuada para el mejoramiento de la capacidad de impulsión o extracción del lodo en exceso. El aumento en la capacidad de purga de lodos tiene por objeto aumentar su extracción desde los clarificadores secundarios, lo que permite disponer de un mejor control del manto de lodos en los sedimentadores secundarios, situación especialmente relevante a la hora de incrementar los caudales de operación en estas unidades.

6.1. Caracterización de sistema existente

El sistema existente (original) cuenta con dos bombas sumergidas al interior de la cámara de lodos espesados, conectadas a una línea común (configuración paralela) de acero ASTM A53 galvanizado de diámetro 80 (mm) y largo 112 (m). La diferencia entre los puntos de extracción y disposición de lodos en exceso es de 4,7 (m).

Bombas de impulsión

- Numero de bombas instaladas: 2 unidades
- Tipo de bomba: Sumergida
- Marca: Flygt
- Modelo: NP3085.160
- Tipo: MT
- Diámetro descarga: 80 mm
- Potencia: 1.3 Kw
- Corriente: 3.6 A
- Velocidad Nominal: 1440 RPM
- N° de curva: 53-462-00-3806

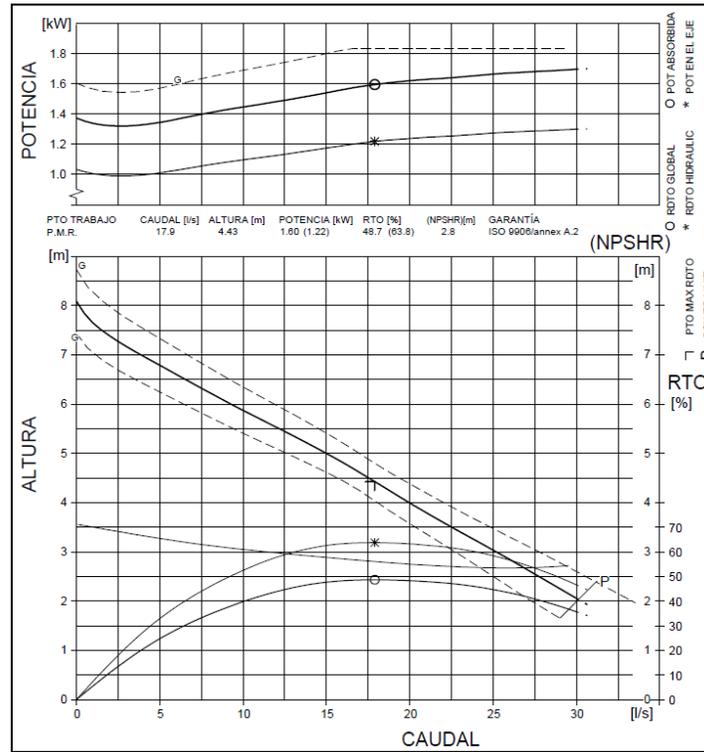


Imagen 6. Curvas de funcionamiento de bomba de purga Flygt NP3085.160 MT, PTAS Llanquihue-Puerto Varas.

Tubería de impulsión

La línea de impulsión está fabricada en acero galvanizado trazada bajo la cota de terreno, de diámetro 80 (mm) y de longitud total 112 (m).

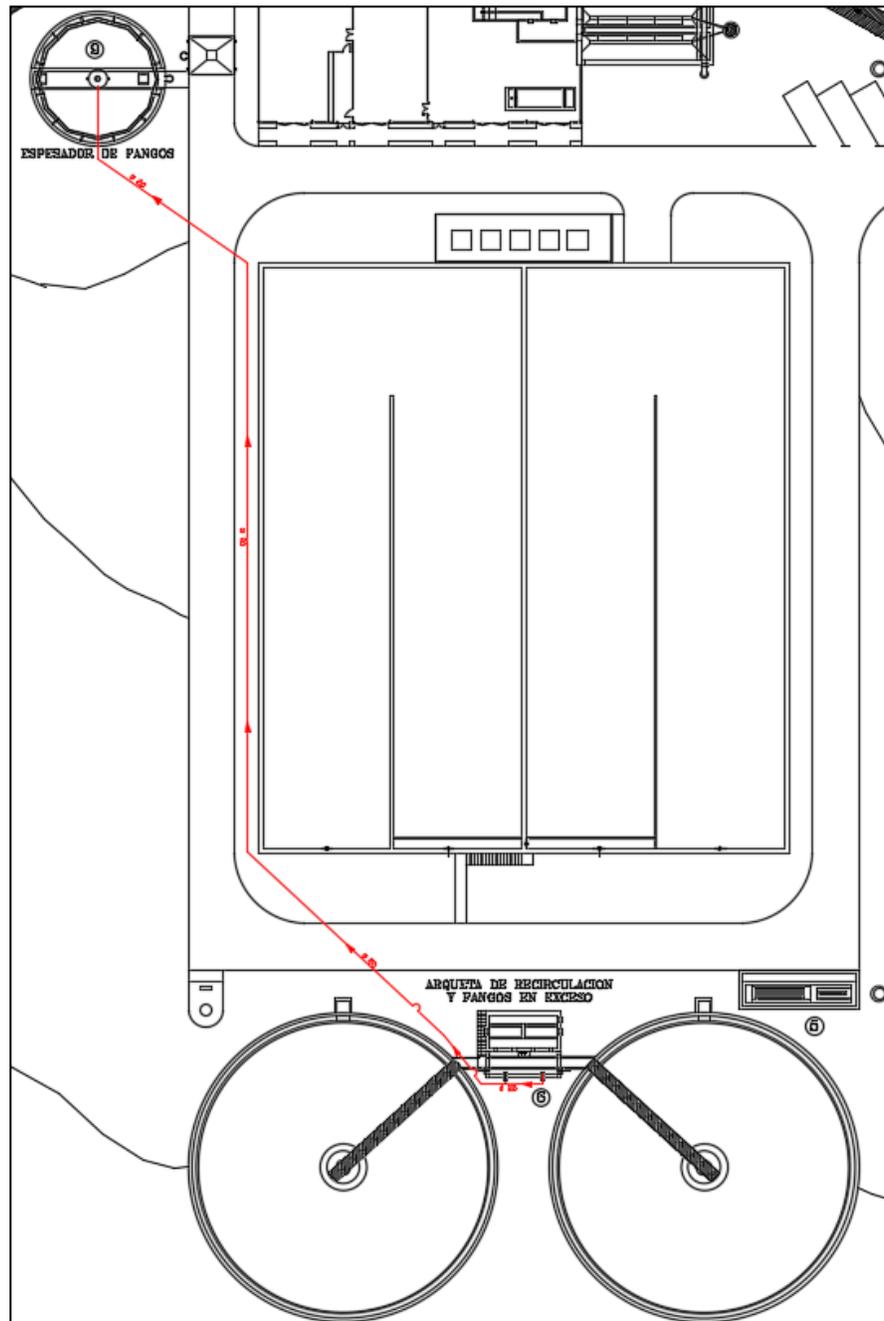
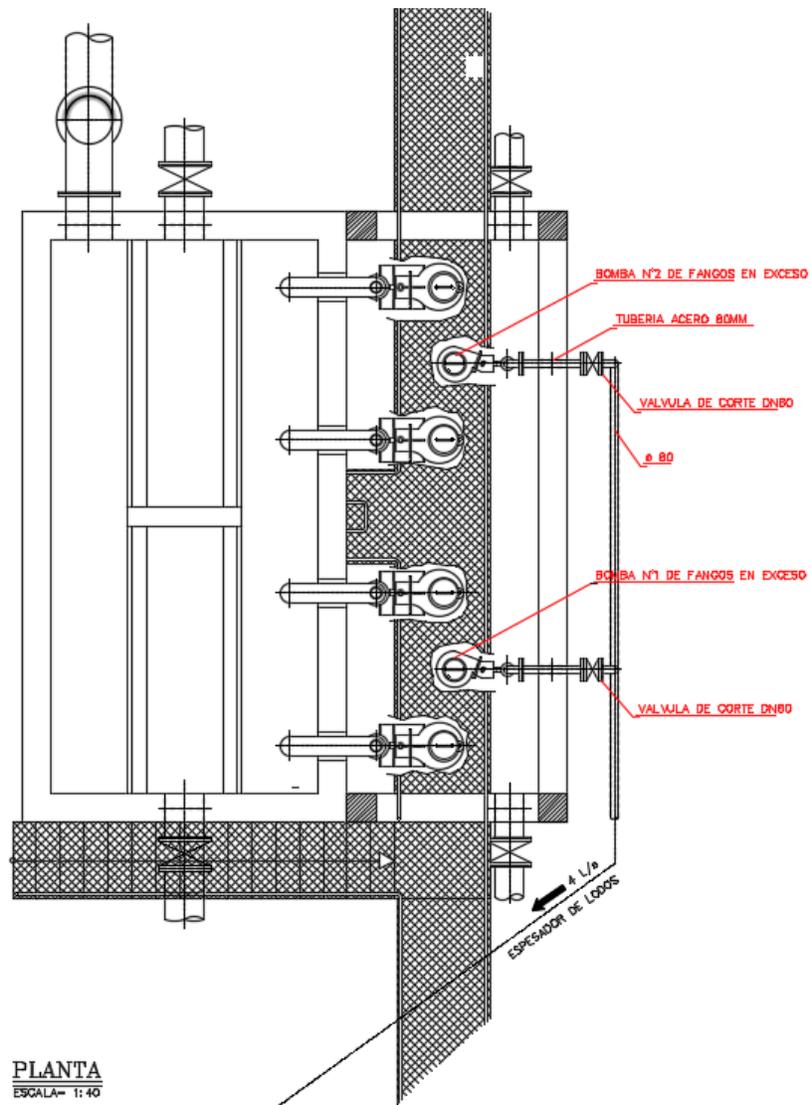


Imagen 7. Diagrama de trazado de tubería de purga de lodos en exceso, PTAS Llanquihue-Puerto Varas.

6.2. Proyecto de construcción de línea de refuerzo de purga de lodos en exceso

Para mejorar la capacidad de porteo, se propone interrumpir el piping instalado (aguas abajo de válvula de corte de bomba de purga N°2) para luego trazar de una nueva línea de lodos en exceso que permita independizar la impulsión de cada bomba. La línea proyectada debe ser fabricada en HDPE PN4 PE100 (Norma ISO 4427) de diámetro 100 (mm) y debe unir la cámara de lodos espesados con el espesador de lodos. Se considera además la instalación de un flujómetro electromagnético inductivo en la línea proyectada, cumpliendo con la normativa vigente NCh3205 “Medidores de Caudal de Aguas Residuales – Requisitos”.



PLANTA
ESCALA= 1:40

ARQUETA DE RECIRCULACION Y FANGOS EN EXCESO
ESCALA= 1:40

Imagen 8. Vista en planta de cámara de lodos espesados y sistema de purga de lodos en exceso, PTAS.

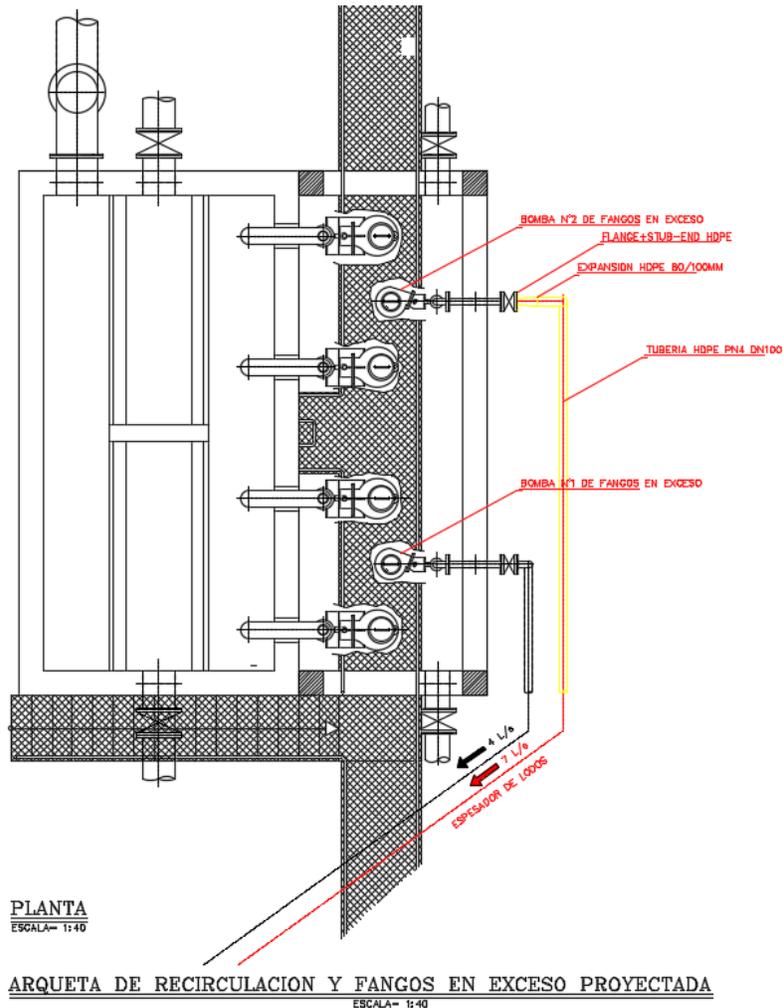


Imagen 9. Vista en planta de cámara de lodos espesados y línea de refuerzo de purga de lodos en exceso, PTAS.

6.3. Análisis de sistema de impulsión propuesto

Para la determinación de la capacidad de extracción de lodos en exceso proyectada, se utilizarán los parámetros presentados en las tablas a continuación, los cuales corresponden a la caracterización de la nueva configuración proyectada que une la cámara de lodos espesados y el espesador de lodos en exceso, en adelante dividido en los tramos A y B, los que corresponden a tubería HDPE y acero galvanizado respectivamente.

Tramo	largo (m)	Material	D (m)	Área (m2)	C-HW
A	110	HDPE	0,1	0,007853	140
B	2	ACERO	0,078	0,004778	110

Tabla 4. Parámetros de pérdidas de cargas regulares. Ref. "Hidráulica de tuberías", Juan G. Saldarriaga, 2001, pg. 149-150.

Perdidas singulares Tramo A	K unitario	Cantidad	K global
-----------------------------	------------	----------	----------

Salida	1	1	1
Codo 90	0,8	4	3,2
Codo 45	0,41	3	1,23
Unión	0,2	1	0,2
TEE salida 90°	1,8	1	1,8
Flujómetro	0,3	1	0,3
Válvula abierta	0,2	1	0,2
		K Total	7,93

Tabla 5. Parámetros de pérdidas de cargas singulares. Ref. “Hidráulica de tuberías”, Juan G. Saldarriaga, 2001, pg. 114-119.

Perdidas singulares tramo B	K unitario	Cantidad	K global
Entrada	0,5	1	0,5
Codo 90	0,8	2	1,6
Expansión 62/80	0,23	1	0,23
Válvula retención	2,5	1	2,5
		K Total	4,83

Tabla 6. Parámetros de pérdidas de cargas singulares. Ref. “Hidráulica de tuberías”, Juan G. Saldarriaga, 2001, pg. 114-119.

Q (l/s)	Q (m3/s)	Velocidad (m/s)	Tramo A		Tramo B		C.S.
			Perdida Regular (m)	Perdidas Menores (m)	Perdida Regular (m)	Perdidas Menores (m)	
0	0,000	0,00	0,000	0,0000	0,000	0,0000	4,7
1	0,001	0,13	0,026	0,0066	0,002	0,0108	4,7
3	0,003	0,38	0,197	0,0590	0,019	0,0971	5,0
5	0,005	0,64	0,507	0,1640	0,048	0,2698	5,7
7	0,007	0,89	0,945	0,3214	0,090	0,5288	6,6

Tabla 7. Determinación de curva de sistema proyectado de purga de lodos en exceso, PTAS Llanquihue-Puerto Varas.

Finalmente, al interceptar las curvas de los equipos de bombeo y la curva del sistema proyectado se obtiene el caudal de purga de lodos en exceso proyectado, resultando en 7 [l/s].

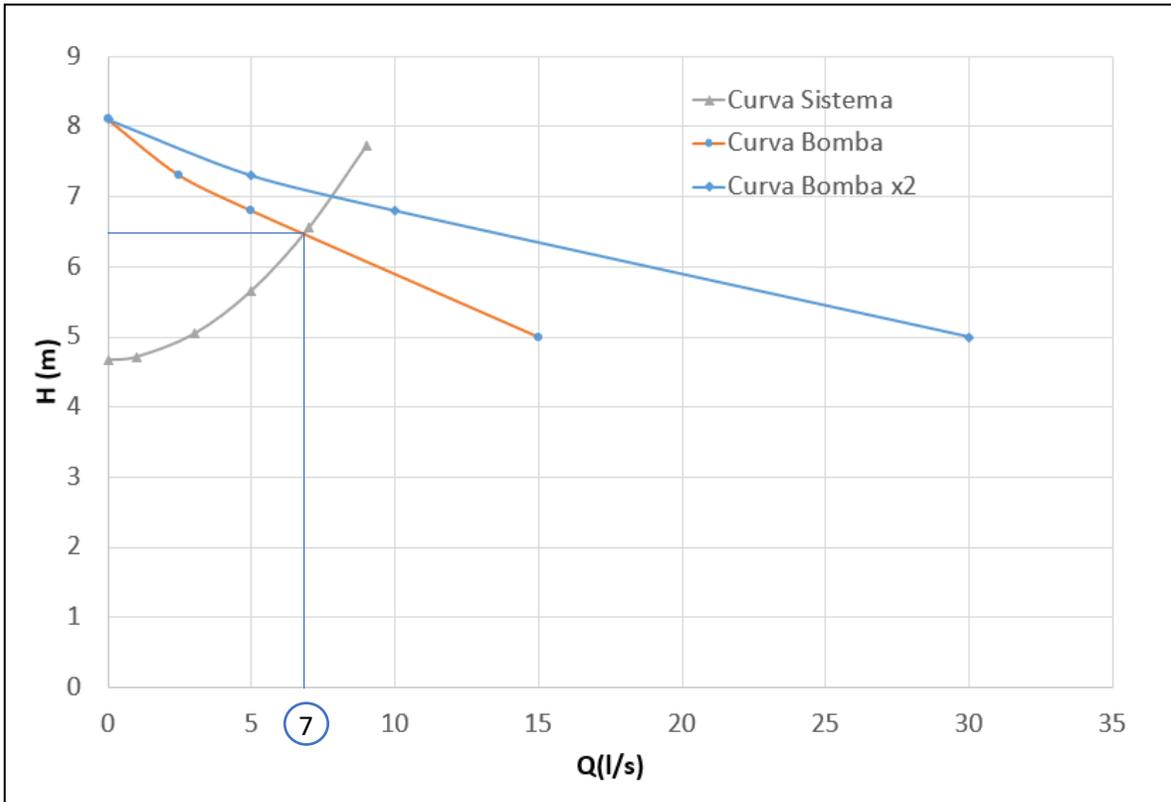


Imagen 10. Determinación de capacidad de purga de lodos en exceso se sistema proyectado, PTAS Llanquihue-Puerto Varas.

Como consecuencia, al mantener 2 líneas de impulsión de lodos en exceso, independientes la una de la otra, el caudal total proyectado asciende a 11 l/s.

Línea de purga	Bomba instalada	Material tubería	Diámetro tubería (MM)	Q (l/s)
1	FYGT NP3085.160 MT	Acero ASTM A53	80	4.0
2	FYGT NP3085.160 MT	HDPE	100	7.0

Tabla 7. Proyección de caudales de purga de lodo en exceso, PTAS.



Imagen 11. línea de refuerzo de purga de lodos en exceso, PTAS.



Imagen 12. línea de refuerzo de purga de lodos en exceso, PTAS.

7. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE DESHIDRATADO DE LODOS MEDIANTE DECANTER

La deshidratación es un proceso físico cuyo objetivo es reducir el volumen de los lodos descartados desde el proceso de depuración, tratando de obtener un material semisólido de mejor manejo en sus posteriores usos y/o disposición. Originalmente, la PTAS cuenta con dos unidades Filtro Bandas marca ANDRITZ, modelo VS15-IF, cuya capacidad de deshidratación es de 150 [kg/h] cada uno. Con el objetivo de proveer mayor resguardo y holgura operacional en la línea de lodos, se decide realizar la instalación de un equipo Decanter de deshidratado de lodos de alta eficiencia marca ALFA LAVAL modelo IDW-40 cuya capacidad de deshidratación es de 500 [kg/h] y caudal de alimentación 25 [m³/h].

El proyecto de instalación del equipo Decanter considera la renovación del edificio de deshidratado e implementación de instrumentación adecuada para mantener una lógica de control del proceso, de tal forma que todos los equipos periféricos del deshidratado (bombas de lodo espesado, bomba de lodo deshidratado, sistema de encalado, sistema de preparación y dosificación de polímero, sistema de autolimpieza de centrifuga, sensor de tolva de lodo deshidratado, medidores de caudal de lodo y polímero, etc.) funcionen enlazados (PID) y puedan alarmar o detenerse automáticamente en caso de falla de cualquiera de ellos.



Imagen 20. Equipo Decanter de deshidratado de lodos en exceso ALFA LAVAL IDW-40, PTAS.



Imagen 21. Equipo Decanter de deshidratado de lodos en exceso ALFA LAVAL IDW-40, PTAS.

8. ANALISIS USO DE BYPASS PTAS POST OBRAS DE MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA

En base a historial de datos de procesos de la PTAS, en el gráfico a continuación se puede observar una significativa disminución de los eventos y volúmenes de agua servida bypassados desde el comienzo de obras de mejoramiento de infraestructura para aumentar la capacidad de tratamiento hidráulico el segundo semestre del año 2018, considerando que los niveles de precipitación anuales no han presentado una variación significativa en los últimos 4 años.

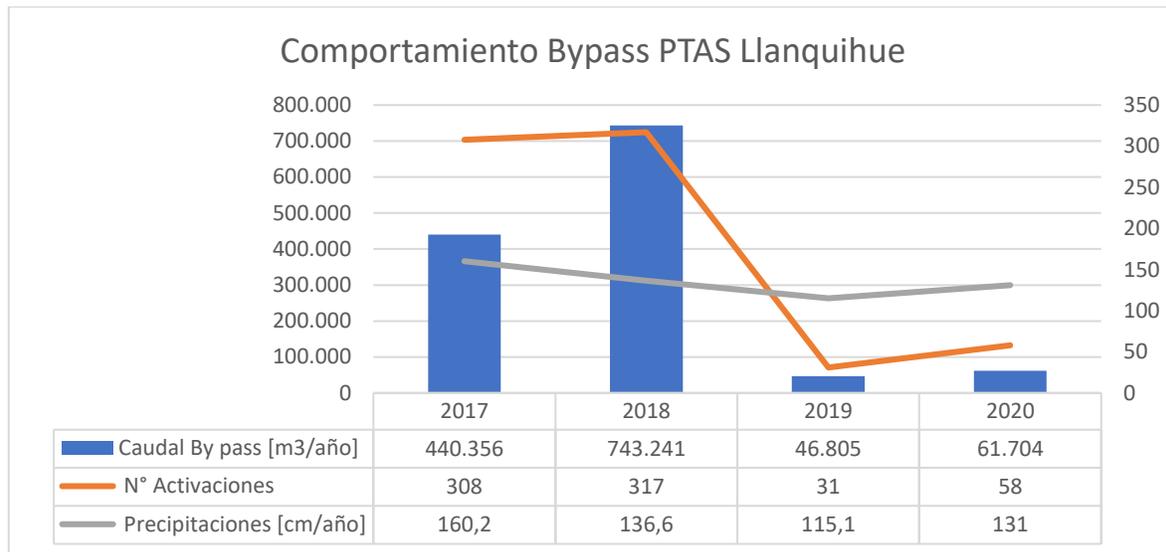


Gráfico 1. Relación de metros cúbicos de Bypass por metros cúbicos de afluente, PTAS Llanquihue – Puerto Varas.

En conclusión, a través de la implementación de diversas obras de mejoramiento, tanto estructurales como de instrumentación, se logra una restructuración de los parámetros las variables operacionales en base a las nuevas capacidades y tecnologías instaladas, permitiendo responder de forma adecuada y oportuna ante variaciones en el proceso de depuración, resultando en la disminución de los eventos de accionamiento del aliviadero de emergencia en la PTAS y en consecuencia un descenso de los volúmenes de aguas servidas dispuestos y no tratados, manteniendo la continuidad operacional y calidad del servicio.



Andrés Duarte Pino
Gerente Técnico
ESSAL S. A.

Anexo N°5

Especificaciones técnicas Pretratamiento PCP-020

Fabricacion de equipos para tratamientos de aguas residuales, industriales y urbanas

Planta compacta pretratamiento Pcp-020.:

Unidades: 1

Características principales.:

Marca	ESTRUAGUA
Modelo	Pcp-020
O.O.T.	1,1
Tipo	Compacto
Longitud equipo	10700 mm
Ancho equipo	1200 mm
Alto equipo	3560 mm
Largo deposito	9000 mm
Ancho deposito	1200 mm
Alto deposito	2100 mm
Caudal a tratar	80 lps
Posicion de montaje	En superficie

Zona desbaste.:

Tamiz sinfin inclinado	Tdt-020 (Luz de paso 6,00 mm)
Caudal maximo admision equipo	80 lps
Sistema de transporte y compactado	Incluido
Tolva de descarga de solidos	Incluido
Deshidratación y compactación solidos	30 a 45%
Sistema de limpieza en zona compactación	Incluido
Caudal de agua simultaneo necesario	1 l/s a 5 bar max.
Altura descarga solidos compactados	1500 mm
Accionamiento	Motorreductor Hidromec o similar
Motor eléctrico	Electro Adda o similar
Potencia	0,75 Kw
Protección	IP-55 clase F
Tensión	220/380-400 V 50/60 Hz

Los datos indicados sobre potencia son orientetivos y pueden estar sujetos a variación en el momento del diseño de dicho equipo. Gracias.

Zona desengrasado.:

Desengrasador lateral con rasqueta	Incluido
Muro contracorrientes	Incluido
Altura descarga grasas	1200 mm
Accionamiento	Motorreductor Hidromec o similar
Motor eléctrico	Electro Adda o similar
Potencia	0,25 Kw
Protección	IP-55 clase F
Tensión	220/380-400 V 50/60 Hz

Los datos indicados sobre potencia son orientetivos y pueden estar sujetos a variación en el momento del diseño de dicho equipo. Gracias.

Zona desarenado.:

Desarenador longitudinal	Cah-015. 160
Grado de separacion	90 %
Deposito de sedimentacion	Incluido
Estructura soporte	Incluido
Cubierta deposito	Incluido
Transportador a sinfin horizontal	Incluido
Tipo de sinfin	Eje hueco

Zona desarenado.:

Accionamiento	Motorreductor Hidromec o similar
Motor eléctrico	Electro Adda o similar
Potencia	0,55 Kw
Protección	IP-55 clase F
Tensión	220 V 50 Hz
Desarenador de extracción inclinado	Incluido
Tolva de descarga arenas	Incluido
Tipo de sinfin	Eje hueco
Altura de descarga	1500 mm
Accionamiento	Motorreductor Hidromec o similar
Motor eléctrico	Electro Adda o similar
Potencia	0,55 Kw
Protección	IP-55 clase F
Tensión	220/380-400 V 50/60 Hz
Sistema de aireación	Incluido
Cantidad de aire a aportar	1,5 m ³ de aire por m ³ de volumen de Agua

Los datos indicados sobre potencia son orientativos y pueden estar sujetos a variación en el momento del diseño de dicho equipo. Gracias.

Construcción.:

Tipo	Modulos electrosoldados
Carcasa, soportes y cubierta	Acero inoxidable calidad Aisi-304 L
Deposito y elementos en coontacto agua	Acero inoxidable calidad Aisi-304 L
Roscas helicoidales	Acero cementado F-1515

Acabados.:

Partes en inox.Aisi (Decapado avesta welding) + Esmalte Bi-componente Plata metalizado

Opcionanes Eléctricos.:

Cuadro de control	No incluido
Limitador de par	No incluido
Instalaciones electricas	No incluido

Opcionales Mecánicos.:

Elementos de elevación	No incluido
Puesta en marcha	No incluido
Electrovalvulas de limpieza	No incluido
Limpieza Zona Tamizado	No incluido
Limpieza Zona Compactación	No incluido
Soplante	No incluido