



RECT N° 191 - 2020 /

ANT: R.E. D.S.C.N° 1086/2020 (30.06.2020)

MAT: SOBRE REQUERIMIENTO DE INFORMACION.

ANTOFAGASTA, 20 de julio de 2020.

Señor

Jefe de la División de Sanción y Cumplimiento (S)
Superintendencia del Medio Ambiente
Dn. EMANUEL IBARRA SOTO
Presente.

De mi consideración:

En relación a la solicitud de antecedentes de la RESOLUCIÓN EXENTA D.S.C. N° 1086/2020, de fecha 30 de junio de 2020, donde se requiere información respecto de la realización de actividades con el objeto de engendrar, procrear, alimentar, cuidar y cebar recursos hidrobiológicos en las instalaciones de la Universidad de Antofagasta, respondemos y aclaramos las observaciones planteadas por la autoridad.

Quedamos atentos a su respuesta y disponible para aclarar las dudas adicionales que pudieran surgir de los antecedentes entregados.

Agradeciendo desde ya su buena disposición, le saluda atentamente,

LUIS ALBERTO
LOYOLA
MORALES

Firmado digitalmente
por LUIS ALBERTO
LOYOLA MORALES
Fecha: 2020.07.20
12:23:07 -04'00'

**DR. LUIS ALBERTO LOYOLA MORALES
RECTOR**

LALM/KPR/imc.
c.c.



Antecedentes solicitados por la
Superintendencia de Medio Ambiente
Según
Resolución Exenta D.S.C. 585/2020
Reiterada en
Resolución Exenta D.S.C. N° 1086/2020

Antofagasta, julio de 2020



A continuación la Universidad de Antofagasta presenta los antecedentes solicitados de acuerdo con la Resolución Exenta D.S.C. N° 585/2020 de fecha 08 de abril de 2020 donde la Superintendencia de Medio Ambiente solicita información a la Universidad y la Resolución Exenta D.S.C. N° 1086/2020 de fecha 30 de junio de 2020, donde reitera requerimiento de información.

Es importante señalar que a consecuencia de la restricción de desplazamiento producto de la contingencia sanitaria, se presentó la dificultad para desarrollar lo indicado en los puntos 2.2 y 3.2 de este documento, sin embargo, se utilizó como ayuda en su reemplazo un antecedente (esquema tipo plano) vinculado con una tramitación relacionada con el tubo de descarga del efluente en el borde costero, estableciendo desde ya el compromiso absoluto de parte de esta institución para desarrollar el levantamiento, cuando las condiciones sean adecuadas, de toda la información de terreno que permita a la autoridad comprender la distribución física de las distintas experiencias y el funcionamiento de FACIMAR.

1. Indicar fecha en que Micromar Ltda., titular de la RCA N° 204/2004, dejó de operar el proyecto de “Producción de siembra de recursos hidrobiológicos”, en las dependencias de la Universidad de Antofagasta. Señalar si las instalaciones que pertenecían a dicho proyecto fueron entregadas/transferidas a la Universidad (individualizando cada una), acompañar prueba que acredite dicha transferencia e indicar la fecha de su ocurrencia.

Respuesta:

De acuerdo con los antecedentes que tiene la Universidad de Antofagasta, la empresa Micromar Limitada dejó de operar con posterioridad al año 2007, esto fue comunicado por la empresa a la SMA en un documento de fecha 14 de marzo de 2017.

Respecto de lo señalado en el considerando 4º, se cometió un error de parte del funcionario de la Universidad en la respuesta entregada, toda vez que la empresa Micromar ya no tenía presencia en la Universidad en el año 2016.

Respectos de las instalaciones que utilizaba Micromar, existe un radier de 8 m x 20 m que tiene un galpón (número 8 del plano adjunto) –utilizado actualmente en la experiencia proyecto loco– que fue transferido a la

Universidad. No se cuenta con un registro (documento) que pueda acreditar lo señalado, sin embargo, se entiende que todo lo que se construye dentro de la Universidad es parte de ella.

2. En relación a las actividades desarrolladas en la Universidad de Antofagasta que tengan por objeto engendrar, procrear, alimentar, cuidar y cebar recursos hidrobiológicos, se requiere la siguiente información:
 - 2.1 Individualización de cada una de dichas actividades, describir sus procesos operaciones, fechas de inicio y precisar si sus operaciones son continuas o estacionales en el año calendario. Señalar expresamente si las referidas actividades consisten en cultivos de microalgas y/o de juveniles de recursos hidrobiológicos.

Respuesta

A continuación, se describen las actividades que se desarrollan en cada uno de estos centros, posteriormente al final en tabla 1 se detalla fechas y otros antecedentes de interés relacionados con estos proyectos. Todas las operaciones son continuas.

◆ LABORATORIO PRODUCCIÓN DE MABES Y PERLAS ESFÉRICAS (punto 4 plano anexo)

Unidad de Cultivo de Abalones para la Producción de Mabes y Perlas Esféricas

Dr. Rubén Araya Valencia

Instituto de Ciencias Naturales Alexander von Humboldt

Descripción del proyecto (cultivo de recursos hidrobiológicos)

Desde el año 2013 bajo el financiamiento de CORFO se ha comenzado a desarrollar tecnología que nos permita producir mabes y perlas estéricas en abalón. Como resultado de este desarrollo se tiene una patente de Propiedad Intelectual solicitada en Chile desde el 2015 (en proceso de otorgamiento) y

protección en fase internacional en 7 países productores de abalón como México, Australia, Nueva Zelanda, Sud África, Estados Unidos, China y Korea del Sur.

Actualmente nuestras instalaciones cuentan con el permiso de acuicultura experimental y declaran mensualmente estadística en Subsecretaría de Pesca.

Metros cuadrados instalados y volumen de agua ocupado

Para esto nuestra infraestructura de cultivo cuenta con 8 raceways de 5 m³ (40 m³), con una superficie de 300 m². Cuando el sistema trabaja a máxima capacidad utiliza 400 m³ día.

Tipo de agua que se elimina

Este sistema de cultivo no tiene recirculación por lo que el volumen de agua de mar que se evacua es similar al utilizado en la experiencia, estos efluentes son filtrados mecánicamente para eliminar material particulado de mayor tamaño y posteriormente las aguas pasan al sistema de decantación de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicas (FACIMAR), antes de ser descartadas a la bahía San Jorge. Para el proceso las aguas son recogidas desde el reservorio de acopio de la FACIMAR, las cuales son distribuidas por motobombas a nuestras instalaciones. Nuestras cargas de biomasa de cultivo a máxima capacidad son de 400 kg de abalones. Cabe señalar que los sistemas de cultivo poseen todas las medidas para evitar la fuga de animales al sistema natural. Del mismo modo la mortalidad se registra en la estadística y se destruye antes de ser dispuesta en los contenedores de basura.

Total agua evacuada

Temporada enero – diciembre; total 400 m³/día

Octubre comenzará a funcionar la recirculación y la descarga proyectada será de 20 m³/día

◆ **PROYECTO SERIOLA LALANDI** (*punto 5 plano anexo*)

Desarrollo del Cultivo del “Dorado” con un Sistema de Recirculación de Agua y la Transferencia a Través de un Módulo Piloto Autosustentable Energéticamente Como Modelo Productivo para el Desarrollo del Borde Costero de la Región

Dr. Rodolfo Wilson Pinto

Departamento de Ciencias Acuáticas y Ambientales

Descripción del proyecto (cultivo de recursos hidrobiológicos)

El proyecto propone la implementación del sistema de cultivo productivo, mediante la construcción y operación de un sistema de alta eficiencia y sustentabilidad para la engorda de peces marinos en tierra con sistema de recirculación de agua y abastecido en forma parcial por electricidad generada a partir de celdas fotovoltaicas, sistema de cultivo a partir del cual se generará un módulo piloto de cultivo energéticamente autosustentable con uso de energía solar, lo cual permitirá su implementación en áreas rurales carentes de electricidad

Metros cuadrados instalados y volumen de agua ocupado

La superficie que ocupa el proyecto es de aproximadamente 130 m² y que incluyen 2 estanques para la mantención del stock de reproductores (punto 5b y 5c de plano en anexo), de 8 m de diámetro y 1.60 m de altura, cada uno con un volumen de 80 m³, 10 estanques de cultivo de 5 m de diámetro cada uno y un volumen total de 140 m³ (punto 5a de plano anexo).

También comprende un Hatchery con una superficie de 50 m², y que incluye 8 estanques de cultivo de rotíferos, con un volumen total de 9,6 m³, más 11 estanques de cultivo de larvas de 3 m³ cada uno y con un volumen total de 33 m³ (punto 5d y 5e de plano anexo).

El sistema de recirculación comprende una piscina de 10 m³, 2 estanques de biofiltros, cada uno de 10 m³, 2 skimmer de 8 m³ cada uno (punto 5f de plano anexo).

Tipo de agua que se elimina

El agua utilizada en los estanques de cultivo por el sistema de recirculación, que realiza una primera filtración a través de filtros rotatorios de 40 micras, luego una piscina de acumulación de agua con desgasificadores para eliminar el CO₂, luego 2 skimmer de 8 m³ cada uno donde se elimina materia orgánica de agua, especialmente proteínas, al skimmer se le inyecta ozono y además pasa por un filtro ultravioleta. Luego parte del agua va a los filtros biológicos de 10 m³ cada uno, que poseen material filtrante para la fijación de las bacterias nitrificantes, que transforman el amonio en nitrito y nitratos.

El excedente de agua se va de regreso al mar y que corresponde al 5% de volumen total que se utiliza.

Este excedente ingresa al decantador (punto 3 del plano adjunto) el cual por medio de un sistema de trampa, separa los sólidos más pesados y el agua de mar, enviando este último por un sistema de compuertas, pasando el agua por rebalse al decantador final que llega al mar.

Implementos accesorios

El sistema de recirculación tiene por función lo siguiente: a) Remoción de sólidos que consiste en remover los desechos producidos en los sistemas tales como las heces y el alimento no consumido, b) Biofiltración que tiene la función de controlar los compuestos nitrogenados producto del metabolismo de los organismos, c) Aireación u oxigenación que consiste en adicionar aire u oxígeno al agua, d) Desgasificación que es el proceso de eliminar el dióxido de carbono acumulado en el sistema, y e) Circulación del agua.

Total agua evacuada

Temporada abril – octubre; total 335 m³/día

Temporada noviembre – marzo; total 418.3 m³/día

◆ PROYECTOS VARIOS

Dr. Carlos Riquelme Salamanca

Centro de Bioinnovación Antofagasta

Descripción de proyectos o experiencias (cultivo microalgas y recursos hidrobiológico)

LABORATORIO UNIDAD DE MICROBIOLOGÍA APLICADA (punto 6 de plano anexo)

Las microalgas han experimentado una creciente importancia en los últimos años por la búsqueda de aplicaciones, consumo humano e investigaciones para desarrollar aplicaciones como alimento animal, biofertilizantes y para uso energético. La Unidad de Microbiología Aplicada desarrolla investigación en toda la cadena de valor de las microalgas desde la selección y evaluación de cepas hasta su procesamiento y búsqueda de aplicaciones comerciales, pasando por el cultivo y obtención de una biomasa seca. Los Ensayos que se realizan en la Unidad contemplan la evaluación a escala de laboratorio y en condiciones out door. En el laboratorio utilizamos recipientes de vidrio y policarbonato hasta un volumen máximo de 17 litros, en condiciones out door los sistemas de cultivo van desde 0,4 a 14 m³, los cuales están clasificados en sistemas cerrados de panel y abiertos del tipo raceways. Los principales resultados desarrollados indican que existe una importante oportunidad de transformar la producción de microalgas en una industria relevante para la segunda región del país, lugar que presenta las mejores condiciones para el cultivo de microalgas y el desarrollo de esta industria. Las etapas de investigación desarrolladas hasta la fecha han permitido elaborar un prototipo de planta de cultivo de microalga utilizando agua de mar, en donde son evaluados distintas condiciones de cultivo, tales como: cálida y cantidad de nutrientes, tasas de cosecha, condiciones de luz incidente, mecanismos de estrés, preconcentración de biomas, variación en los mecanismos de centrifugación, parámetros de secado. Todo ello con la finalidad de determinar un costo de producción.

HATCHERY (Punto 7 de plano anexo)

Actualmente se está llevando a cabo una tesis de doctorado denominada "Utilización de niveles de esteroides sexuales en plasma sanguíneo de la anguila del Pacífico Ophichthus remiger (Valenciennes, 1837) como

indicadores para la utilización eficaz de una terapia hormonal para su reproducción en cautiverio". La tesis utiliza como recursos experimentales infraestructura de cultivo para mantención, laboratorio e insumos, además de la aclimatación de un plantel de reproductores en un sistema acuícola en formato de recirculación de 25 m³ de capacidad. Adicionalmente, se mantiene un plantel de sub-adultos de anguilas, que conformarán un nuevo plantel de reproductores para el año 2019, en un subsistema de 30 m³.

CULTIVO INTEGRADO (cultivo de recursos hidrobiológicos)

Sistema de recirculación cultivo integrado, para la engorda de especies marinas en una misma agua (peces, moluscos y equinodermos), este sistema tiene contemplado el uso de energía renovable para su funcionamiento, el cual nos encontramos en etapa de compra de los equipos necesarios.

UNIDAD DE CULTIVO LARVAL (punto 8 de plano anexo)

*Se realiza la investigación del cultivo larval del molusco loco (*Concholepas concholepas*)*

MESOCOSMOS MARINO (Punto 9 de plano anexo)

*El proyecto desarrollo biotecnológico de un nuevo recurso planctónico como fuente de compuestos bioactivos para la industria acuícola y alimentaria tiene la finalidad de aportar a la solución de la problemática actual de déficit de agpícl ω-3 para consumo humano y animal, el presente proyecto aborda la oportunidad de generar el desarrollo de una nueva herramienta biotecnológica para la producción de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga del tipo omega-3 (agpícl ω-3): ácido eicosapentaenoico (epa) y principalmente ácido docosahexaenoico (dha). esto mediante el desarrollo biotecnológico del cultivo experimental del protista heterótrofo de vida libre conocido como *oxyrrhis marina*, cuya presencia en chile ha sido recientemente reportada. actualmente, *o. marina* es reconocido como un organismo modelo de estudio que ha sido ampliamente utilizado a nivel mundial en distintas ramas de la ciencia. este microorganismo es capaz de*

sintetizar los ácidos grasos epa y dha al ser alimentado con ciertas microalgas, siendo el dha el principal bioproducto sintetizado, por lo cual ha sido recientemente propuesto como un nuevo foco de investigación para la elaboración de productos comerciales en forma limpia, eficiente y renovable, destinados a ser utilizados en la industria alimentaria y en acuicultura.

Metros cuadrados instalados y volumen de agua ocupado

LABORATORIO UNIDAD DE MICROBIOLOGÍA APLICADA (UMA)

La Unidad cuenta con un total de 1283 m², separados en: Galpón Laboratorios y oficinas (374 m²); Sector Invernadero (504 m²); B400 (42 m²); Sector Cosecha y Secado (63 m²); Sector Rws (300 m²).

La Unidad cuenta con una capacidad total de 62,2 m³ en sistemas de cultivo cerrados y abiertos, de los cuales semanalmente se utilizan 20 m³. Todas estas instalaciones son utilizadas para uso de investigación aplicada en microalgas para la producción de harina de biomasa microalgal.

HATCHERY

El área total de las instalaciones del Hatchery corresponden a 360 m².

El Hatchery se abastece de agua de mar a partir de un estanque reservorio de agua de 30 m³ de capacidad ubicado al interior del hatchery (y que se alimenta a partir del reservorio general de la facultad). Todas las instalaciones dentro del hatchery funcionan en formato de recirculación de agua, por lo que el consumo es bajo. De esta manera, el consumo promedio de agua de mar del hatchery que se ingresa para renovar la capacidad de acumulación del reservorio, es de unos 5.000 L/día, o su equivalente semanal de 35 m³/semana.

UNIDAD DE CULTIVO LARVAL (URCL)

En esta unidad se realiza la investigación del cultivo larval del molusco “loco” (*Concholepas concholepas*). Existiendo diferentes áreas como una sala de reproductores, implementada con un sistema de recirculación que actúa

independientes en conjunto con equipos de filtración y decantación, generando una descarga de 3000 L/semana.

Producto de la dinámica del manejo de los reproductores este volumen es reemplazar desde un estanque acumulador destinado para suministrar agua en caso de desequilibrio de los volúmenes circulantes. Y en una segunda sala hay estanques de cultivo larval con una capacidad de 5000 L cada uno, implementados con sistemas de filtración y desinfección bajo un sistema de tipo “Bach” con cambio de agua de día por medio. En esta sala se requiere un volumen total de recambio de día por medio de 20.000 L.

En base a lo anterior el volumen de descarga final de la unidad es de 60 m³ en el cultivo larval por semana y en la sala de reproductores de 3 m³ de descarga semanal hace un total de 63 m³ de descarga de agua de mar.

MESOCOSMOS MARINO

El área total de las instalaciones es de 400 m².

Las aguas por emplear proceden del reservorio agua de mar recolectada de la zona y ubicado en las instalaciones.

- *El uso de agua de mar en esta unidad solo se centra en trabajos a menor escala Botellones y reactores de 20 y 25 Litros de capacidad (6 unidades cada uno).*
- *Matraces y sistemas de menor capacidad, de 0.5 – 2 Litros (\leq 20 Litros totales).*

Tipo de agua que se elimina

LABORATORIO UNIDAD DE MICROBIOLOGÍA APLICADA (UMA)

La unidad elimina dos tipos de agua: 1) agua potable usada para el lavado de los sistemas de cultivo y limpieza general 2) agua de mar que es eliminada luego del proceso de centrifugación post cosecha de las microalgas, esta agua la denominamos clarificado y el volumen máximo de eliminación son 6 m³/día.

HATCHERY

El Hatchery elimina un efluente que no es continuo (intermitente según manejo del sistema), y equivalente a la tasa de recarga del reservorio (5 m³/día). El agua que es eliminada pasa por un estanque decantador previamente ser evacuada al efluente general de la facultad. No se le agrega ningún tipo de químico al efluente.

UNIDAD DE CULTIVO LARVAL (URCL)

El agua que se elimina es filtrada por bolsas nominales pasa por un Skimmer

MESOCOSMOS MARINO

El agua de mar es pre tratada con sistemas de desinfección inocuo para la mantención y sistemas de cultivo del microorganismo Oxyrrhis marina y las microalgas empleadas para la alimentación del protozoo.

Implementos accesorios

LABORATORIO UNIDAD DE MICROBIOLOGÍA APLICADA (UMA)

La planta de cultivo microalgal: sistemas de cultivo cerrado (0,4 y 1 m³), sistemas de cultivo abierto (5 – 14 m³), bolsas de polipropileno trasparentes de 200 µm, bombas centrifugas de 1 a 1,5 HP, sistema de automatizado de control de pH por inyección de CO₂, estanques de fibra de vidrio, centrifugas 0,6 – 2 m³/h, secador spray dry.

HATCHERY

El hatchery cuenta con un sistema de soporte de vida ante emergencias consistente en un generador de respaldo que asegura el funcionamiento de las bombas recirculadoras de agua y el soplador de aire durante cortes de energía.

UNIDAD DE CULTIVO LARVAL (URCL)

Los implementos que se utilizan con sistemas de filtración y Skimmer con capacidad de 1500 L/h.

MESOCOSMOS MARINO

Reactores de 25 L y reservorios

Total agua evacuada

Temporada enero – diciembre; total 20,0 m³/día

- ❖ **Producción en Ambiente Controlado (Hatchery) de Recursos Hidrobiológicos para el Repoblamiento y Cultivo en las comunas de Antofagasta y Mejillones, como parte de la diversificación productiva de la actividad acuícola en la región de Antofagasta.**

Dr. Marcos Guiñez Araya

Descripción de proyectos o experiencias (cultivo de macroalgas y recursos hidrobiológicos, punto 11 de plano anexo)

Durante el año 2008 el desembarque proveniente de las áreas de manejo llegó a más de 7.900 toneladas. El principal recurso fue el loco, el cual explicó alrededor del 40% de los desembarques durante el 2008. Pero en la actualidad la pesca artesanal está pasando a un segundo plano en los pequeños puertos de Chile, donde solo en 2016 hay constancia legal del desembarque de 260.000 toneladas de algas, de las que más de 176.000 son pardas, las máspreciadas. Esto debido a que la extracción de algas resulta hoy más rentable y por eso muchos pescadores están cambiado las redes por trajes de neopreno con los que cada mañana salen a bucear para regresar en sus botes cargados de algas. Esta sobreexplotación de los recursos y el escaso manejo de las algas está provocando la pérdida de la biodiversidad marina como consecuencia de esta desforestación que se genera de manera acelerada de los bosques y praderas de algas, los que a su vez son el principal hábitat de todas las especies de los organismos marinos bentónicos (erizo, el loco, las lapas, etc) en su estado juvenil. Es por esta razón que los esfuerzos por repoblar especies bentónicas no sirven de nada si no se comienza por un repoblamiento de las algas.

En este ámbito la legislación chilena formula la ley 20.925 de incentivo al repoblamiento. Entendiéndose por repoblamiento el conjunto de acciones que tienen por objeto incrementar o recuperar la población de algas y organismos marinos por medios artificiales o naturales, dentro de un sector geográfico determinado. Si bien en los últimos años se han realizado algunas iniciativas que permitan potenciar la zona costera (entre ellos un FIC para las caletas de pescadores y las AMERB), estos proyectos no consideran la propuesta de generar un sistema de aporte permanente de organismos y algas, que permitan generar actividades de repoblamiento y acuicultura para la recuperación del borde costero de la región, sino que dependen de Hatcheries de privados de otras regiones.

Por ello, se propone generar un sistema de Hatcheries multitróficos para generar el repoblamiento y la acuicultura de las principales especies comerciales. En el ámbito del repoblamiento este sistema de producción de semillas permitirá generar un correcto sistema de repoblamiento en donde se comenzará por la matriz biológica principal (las algas), para luego repoblar los demás recursos bentónicos de manera que el repoblamiento sea éxito. Desde el punto de vista de la acuicultura el hatchery permitirá a los pescadores, Áreas de manejo, personas naturales o microempresarios generar el cultivo de las principales especies de importancia comercial en donde se destaca el cultivo de algas pardas y rojas, las que superan ampliamente las exportaciones de los demás recursos pesqueros artesanales. Estos aspectos, asociados a una evaluación económica, un plan de negocios, y un programa de Capacitación técnico-científica para los pescadores, permitirá generar nuevos y mejores planes de manejo de los recursos bentónicos y además les dará la posibilidad de obtener recursos de manera sostenible contribuyendo al manejo ecosistémico del borde costero.

HATCHERY

*El proyecto consiste en desarrollar 2 hatcherys para la generación de plántulas, juveniles de moluscos y peces. Las especies a producir son: *Macrocystis pyrifera*, *Lessonia berteroana*, *paralabrax humeralis*, *Argopecten purpuratus*, *loxechinus albus*, *mesodesma donacium* y *Ostrea chilensis*.*

Actualmente se finalizó con la construcción de hatchery relacionado con las algas pardas y se está trabajando el segundo hatchery de moluscos.

Hatchery Macroalgas

Metros cuadrados instalados y volumen de agua ocupado

La Unidad cuenta con un total de 50 m², separados en: un área húmeda (12 m²) y un área de generación de plántulas (10 m²) y un área exterior (20 m²).

La Unidad cuenta con una capacidad total de 5 m³ en sistemas de cultivo cerrados y abiertos. Además, se cuenta con un sistema de recirculación por lo que el consumo promedio de agua de mar del hatchery que se ingresa para renovar la capacidad de acumulación del reservorio, es de unos 100 litros de agua/día, o su equivalente semanal de 0.7 m³/semana.

Tipo de agua que se elimina

La unidad elimina dos tipos de agua: 1) agua potable usada para el lavado de los sistemas de cultivo y limpieza general 2) agua de mar que es eliminada al realizar el recambio cada semana.

Hatchery de moluscos

Metros cuadrados instalados y volumen de agua ocupado

La Unidad cuenta con un total de 60 m², separados en: un área húmeda (45 m²) y un laboratorio de cuarentena (15 m²).

La Unidad cuenta con una capacidad total de 15 m³ en sistemas de cultivo cerrados y abiertos. Además, se cuenta con un sistema de recirculación por lo que el consumo promedio de agua de mar del hatchery que se ingresa para renovar la capacidad de acumulación del reservorio, es de unos 4 m³ de agua/día, o su equivalente semanal de 28 m³/semana.

Total agua evacuada

Temporada enero – diciembre; total 4,7 m³/día

Tabla 1. Resumen de proyectos y fechas de ejecución

Nombre del Proyecto	Tipo de operación	Investigador Responsable	Fecha de inicio	Fecha término y/o comentarios
Transferencia Fomento al Desarrollo de la Perlicultura en la Región	Cultivo experimental y de investigación FIC-R	Dr. Rubén Araya Valencia	Junio 2019	Diciembre 2021
Desarrollo del Cultivo del “Dorado” con un Sistema de Recirculación de Agua y la Transferencia a Tráves de un Módulo Piloto Autosustentable Energéticamente Como Modelo Productivo para el Desarrollo del Borde Costero de la Región	Cultivo experimental y de investigación FIC-R	Dr. Rodolfo Wilson Pinto	Octubre 2017	Octubre 2020
Efecto de una terapia hormonal para la estimulación de la madurez sexual y desove de reproductores de anguila del Pacífico Ophichthus remiger (Valenciennes, 1837), en cautiverio.	Investigación experimental Tesis Doctoral	Fernando Valenzuela	Junio 2018	Marzo 2020
Validación tecnológica de un prototipo de uso marino que permite el repoblamiento de AMERBs & la diversificación de la Acuicultura utilizando como modelo biológico al Pulpo del Norte en la región de Antofagasta.	Investigación experimental Proyecto innovación acuícola	Fernando Valenzuela	Agosto 2020	Julio 2022
Transferencia desarrollo de un prototipo de alimento funcional en base a un extracto microalga.	Proyecto FIC-r2017	Claudia Sepúlveda Vega	Mayo 2019	Abril 2020

Desarrollo de un hidrolizado proteico en base a microalgas marinas para el mejoramiento del sustrato en zonas desérticas. Código: ID18I10095	Proyecto FONDEF	Jazmín Bazaes	Diciembre 2018	Noviembre 2020
Desarrollo de un prototipo para la producción de un microencapsulado de luteína extraído de biomasa microalgal nativa como ingrediente con propiedades funcionales.	Proyecto FONDEF	Claudia Sepúlveda Vega	Noviembre 2019	Octubre 2021
Mejoramiento y Desarrollo Biotecnológico de la producción de la microalga Chlorofita like Murielopsis sp. para la obtención de compuestos antioxidantes en el Norte de Chile – Etapa 2. código: ID14I20110	Proyecto FONDEF	Dr. Carlos Riquelme Salamanca	Abril 2018	Marzo 2020
Implementación de un sistema de suministro de larvas competentes de Concholepas concholepas desde hatchery para el asentamiento y obtención de semillas en áreas de manejo. ID18I10205.	Proyecto FONDEF	Mario Lody	Enero 2019	Enero 2021
Producción en Ambiente Controlado (Hatchery) de Recursos Hidrobiológicos para el Repoblamiento y Cultivo en las comunas de Antofagasta y Mejillones, como parte de la diversificación productiva de la actividad acuícola en la región de Antofagasta.	Cultivo experimental y de investigación FIC-R	Dr. Marcos Guiñez Araya	Junio 2019	Diciembre 2021

2.2 Señalar las instalaciones que utiliza la Universidad en cada una de las actividades señaladas en la consulta anterior. Acompañar fotografías fechadas y georreferenciadas de las mismas. Adicionalmente indicar si las instalaciones utilizadas en cada actividad pertenecían o no al proyecto desarrollado por Micromar Ltda., en virtud de la RCA No 204/2004, en vista de las instalaciones señaladas en respuesta a la consulta No 1 precedente.

En ambos casos, considerar especialmente el uso de estanques para el cultivo de recursos hidrobiológicos, la utilización de estanques de acumulación de agua de mar para uso en procesos de cultivos y las unidades de confinamiento de microalgas.

Respuesta:

En el anexo se adjunta un esquema general (tipo plano) de la distribución de las distintas unidades donde se desarrollan las actividades de investigación en las que se trabaja actualmente en FACIMAR, en este se hace referencia con un número a un espacio físico determinado que busca facilitar el entendimiento de los relatos descritos en el punto anterior (2.1).

Este esquema fue utilizado anteriormente en la gestión ante la autoridad marítima para normalizar el tubo que descarga los efluentes de los distintos proyectos que se ejecutan en FACIMAR en el borde costero y también en la tramitación ante el SEA de una consulta de pertinencia asociada y que para efectos de este documento se complementó con la experiencia del proyecto de las macroalgas (descripción y referencia en el plano anexo).

Respecto de las instalaciones que utilizaba Micromar y tal como se señaló en el punto 1 de este documento, lo único que se transfirió a la Universidad de parte de esta empresa es un radier de 8 m x 20 m que contiene un galpón el que fue debidamente acondicionado por la Universidad para el desarrollo de las experiencias del proyecto loco (punto 8 del plano).

2.3 Señalar la naturaleza de operación de cada una de dichas actividades (comercial, científico y/o de investigación) y la cantidad anual que genera (toneladas por año), desde el año 2017 a la fecha.

Respuesta:

La Universidad de Antofagasta es una institución de educación sin fines de lucro, por lo que es importante destacar que todas las actividades que se desarrollan tienen que ver con el ámbito de la docencia, investigación y extensión, por tal motivo las experiencias que se desarrollan en FACIMAR no tienen carácter comercial.

Una de las constantes en las instituciones de educación superior públicas, es la escasez de recursos, de ahí que en algunas oportunidades ha existido colaboración con otras instituciones públicas y/o privados donde se ha realizado intercambio de insumos para poder sustentar algunos proyectos.

En la tabla 2 se entregan datos de la naturaleza de las experiencias que se desarrollan en FACIMAR y se indica producción “0” para todas ellas debido al carácter experimental de las mismas.

Tabla 2. Resumen de producción por proyectos

Nombre corto del proyecto	Naturaleza; comercial, científico y/o investigación	Producción	
		año	toneladas
Abalones	Científico de investigación	2017	0
		2018	0
		2019	0
		2020	0
Dorados	Científico de investigación	2017	0
		2018	0
		2019	0
		2020	0
Microalgas	Científico de investigación	2017	0
		2018	0

		2019	0
		2020	0
Anguilas	Científico de investigación	2017	0
		2018	0
		2019	0
		2020	0
		2017	0
Locos	Científico de investigación	2018	0
		2019	0
		2020	0
		2017	0
Macroalgas	Científico de investigación	2018	0
		2019	0
		2020	0

2.4 Señalar el estado operativo de los proyectos desarrollados por la Universidad en los recursos de Loco, Dorados y Abalón, conforme a lo indicado por personal de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos de la Universidad de Antofagasta, en inspección ambiental efectuada con fecha 20 de abril de 2017 por funcionarios de Directemar, por encomendación de esta Superintendencia.

Respuesta:

Todas las experiencias con especies vivas que se desarrollan en FACIMAR están asociados a proyectos –todos concursables– de investigación a los que se les asignan una cantidad de recursos para poder hacer los desarrollos correspondientes. Una vez que se agotan los recursos y plazos entregados, la fuente de origen o matriz del proyecto no se termina, sino todo lo contrario, a partir de lo que se obtuvo en la etapa concluida se genera un nuevo proyecto de investigación y así sucesivamente, esta es la forma en que se genera el conocimiento que muchas veces da forma a publicaciones científicas, patentes de propiedad intelectual y en algunas ocasiones se producirá la transferencia tecnológica que permita el desarrollo de

actividades productivas industriales, las que se desarrollarán fuera de la Universidad de Antofagasta.

Por ejemplo en el caso del proyecto dorados, se inició con la captura de especies de la naturaleza para ver su adaptabilidad a los estanques (cautiverio), posteriormente se hicieron experiencias con el tipo de alimento. Pasaron muchos años de adaptabilidad hasta que los peces desovaron en cautiverio y ahí comenzó la etapa de estabilizar las larvas y después de varios años se logró producir los primeros juveniles en cautiverio. Cada año y dependiendo de la calidad del desove se va estudiando una nueva variable en la búsqueda de las condiciones óptimas para que esto pueda transformarse en algún minuto en una actividad productiva de escala industrial, que por supuesto será desarrollado por privados donde el rol de la Universidad será hacer la transferencia tecnológica correspondiente.

Esto ocurre de forma muy similar con todos los proyectos que se desarrollan en FACIMAR y cuando los resultados con alguna especie no son los esperados, entonces se pone fin a esa experiencia, situación que no aplica a los tres proyectos consultados, que por decirlo de una forma coloquial gozan de muy buena salud, es decir, están completamente operativos.

3. En relación a las descargas de agua de mar en el borde costero, mediante emisario submarino, utilizadas por la Universidad en las actividades señaladas en la consulta N°2 precedente (que tienen por objeto engendrar, procrear, alimentar, cuidar y cebar recursos hidrobiológicos.), se requiere la siguiente información:
 - 3.1 Indicar las actividades desarrolladas por la Universidad relacionadas a recursos hidrobiológicos, que utilizan agua de mar en sus procesos (u otras aguas), que posteriormente sean descargadas en el borde costero mediante emisario submarino (u otro medio). Precisar la cantidad de agua descargada en m³/mes y en litros/segundo, señalando el aporte específico de cada actividad, mediante información verídica y comprobable. Acompañar monitoreos en caso de contar con aquellos.

Respuesta:

Todas las experiencias que actualmente se desarrollan en FACIMAR utilizan agua de mar. Esta es abastecida por medio de un sistema de bombeo y tuberías que la toma del borde costero (punto 2 en plano anexo) y la almacena en un estanque reservorio de 530 m³ (ubicado al interior de la Universidad, punto 1 en plano anexo) desde donde es distribuida a las distintas experiencias que se ejecutan en la facultad.

En los inicios de estas experiencias cuando el volumen de agua utilizado era mínimo debido a la casi inexistencia o incipiente incursión en proyectos de investigación y no existía planta de tratamientos de aguas servidas a nivel comuna (o su capacidad de tratamiento era mínima), este efluente era evacuado a través del sistema de alcantarillado. Posteriormente en la década del 90 ante el incremento en la demanda de agua de mar producto del aumento significativo de proyectos de investigación relacionado con el mar o especies del mar, se instaló un tubo de descarga para evacuar este efluente en el borde costero.

Esta instalación se construyó bajo el concepto o definiciones señaladas en el título I, número 4 y 7 del decreto supremo 660 de 1988 del Ministerio de Defensa, Subsecretaría de Marina, reglamento sobre concesiones marítimas derogado en el año 2006 que se encontraba vigente al momento de su ejecución.

En el comienzo de operación de este tubo, se evacuaba toda el agua de mar que era descartada en las distintas experiencias y solo pasaba por un pequeño decantador, el que sufrió varias modificaciones (mejoras) en el tiempo. Posteriormente y producto de fondos concursables, los académicos investigadores ganaron proyectos que permitieron mejorar aún más esto, instalando sistemas de recirculación y filtros en sus experiencias, lo que entregó gran autonomía y seguridad a las experiencias y generó una reducción sobre el volumen del efluente que se evacua en el borde costero.

En algunos casos el volumen evacuado es variable y depende de la estacionalidad o de la etapa de un determinado proyecto, en la información

que se entrega a continuación se define el aporte individual de las experiencias descritas en el punto 2.1 y el efecto de la estacionalidad que tiene en uno de ellos. Esto sufrirá modificaciones en el tiempo debido a la próxima entrada en operación de una nueva recirculación en el proyecto abalón (mabes y perlas esféricas)

Proyecto seriola (dorados)

Temporada abril – octubre; total evacuado 335 m³/día

10.050 m³/mes – 3,88 l/s

Temporada noviembre – marzo; total evacuado 418.3 m³/día

12.549 m³/mes – 4,84 l/s

Proyecto abalón

Temporada enero – diciembre; total evacuado 400 m³/día

12.000 m³/mes – 4,63 l/s

Con recirculación; 20 m³/día (próxima entrada en operación)

600 m³/mes – 0,23 l/s

Proyectos varios (Centro de bioinnovación)

Temporada enero – diciembre; total evacuado 20,0 m³/día

600,0 m³/mes – 0,23 l/s

Proyectos Macroalgas

Temporada enero – diciembre; total evacuado 4,7 m³/día

141 m³/mes – 0,05 l/s

No existen monitoreos del efluente, con excepción de uno realizado el año 2017 a solicitud de la autoridad marítima y que fue debidamente informado y que se adjunta en este documento con el nombre de “Levantamiento de información descarga Facimar UA”

3.2 Precisar si las aguas de proceso de las referidas actividades son acumuladas en una cámara de sedimentación emplazada en la Universidad de Antofagasta, de forma previa a su descarga al mar. Señalar si en dicha cámara se tratan las aguas previo a la descarga en el borde costero, describiendo el proceso de tratamiento, las etapas y sus instalaciones, la fecha de su construcción y puesta en operación. En caso que a la fecha de la presente resolución se utilice otra instalación para tales fines (acumulación y tratamiento de aguas), precisar en los términos consultados. Para lo anterior, deberá acompañar fotografías fechadas y georreferenciadas de cada una de las unidades, documentación técnica de los principales equipos empleados, diagrama del proceso y representación gráfica (plano o esquema).

Respuesta:

En el inicio se disponía de un pequeño decantador de sólidos antes de verter el efluente en el borde costero, posteriormente años 2003 – 2004 se construye el primer decantador donde llegaban todas las aguas que se generaban en la facultad (experiencias con agua de mar). En el año 2011, ante el aumento de experiencias que por defecto generaban un incremento de efluentes, se ejecutó una ampliación y se construyó una segunda cámara de sedimentación que operó hasta el año 2019.

Ante el incremento de proyectos de investigación que utilizan agua de mar, en el año 2019 se construye un nuevo decantador, sistema que consiste en tres etapas en escalera, una primera cámara de recepción donde llegan todos los efluentes generados en FACIMAR, una segunda cámara de decantación amplia y la tercera para retener eventuales sólidos que no hubieran sido retenidos en las dos etapas anteriores para luego verter el efluente en el borde costero. Todas las aguas residuales que se generan en FACIMAR llegan a este decantador.

En algunos casos los proyectos cuentan con sus propios medios de tratamiento que a veces incluye la operación de sistemas de recirculación, así es el caso del proyecto dorados donde el agua pasa varias veces al día por filtros rotatorios para eliminar los sólidos disueltos, luego pasa por los

skimmer para la eliminación de materia orgánica disuelta, posteriormente filtro biológico, para la transformación del amonio en nitritos y nitratos y finalmente luz UV. Sistema similar utiliza el proyecto loco y anguilas.

En el caso de los abalones, estos efluentes son filtrados mecánicamente para eliminar material particulado de mayor tamaño y posteriormente las aguas pasan al decantador general. La recirculación de este proyecto comenzará a operar en octubre reduciendo el efluente de 400 a 20 m³/día y mejorando la calidad del mismo por la operación de su sistema de filtros. Una vez operando este sistema, las aguas residuales pasarán por un filtro rotatorio, skimmer, filtro biológico y finalmente luz UV.

En el anexo se encuentra un esquema (tipo plano) que sirve de referencia respecto de la ubicación del decantador (punto 3 de plano) y el punto 5f que señala el sistema de recirculación del proyecto dorados incluyendo su sistema de filtros. Por las razones expuestas en el encabezado de este documento no se pueden tomar las fotografías georreferenciadas, pero existe el compromiso de la Universidad de entregar todo lo solicitado una vez levantada la restricción de desplazamiento.

3.3 Indicar si la Universidad de Antofagasta ha procedido a realizar monitoreos de las descargas de aguas marinas en el borde costero utilizadas en las referidas actividades (vinculadas con recursos hidrobiológicos) y si cuenta con un programa de monitoreo (precisando la fecha de su elaboración, si correspondiere). En caso afirmativo, acompañar monitoreos, resultados de laboratorios desde el año 2017 a la fecha de la presente resolución y el programa de monitoreo.

Respuesta:

En el año 2017 y producto de una solicitud expresa de la autoridad –en el marco de una inspección ambiental efectuada por funcionarios de Directemar–, FACIMAR realizó un muestreo al efluente en el punto de descarga y la caracterización se realizó de acuerdo con lo indicado en el decreto supremo 90 de 2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia –tabla del punto 3.7 de la norma, de las definiciones; Fuente

emisora—. Los resultados, que fueron enviado a la autoridad marítima, señalaban tres parámetros con desviación respecto de la norma; sulfato, cloruro y boro.

Si bien inicialmente lo anterior definía a la Universidad como fuente emisora, existía una inquietud por el origen de esta situación. Así en el año 2018 en el marco de la recopilación de antecedentes para iniciar el proceso de renovación de la concesión marítima de la Universidad de Antofagasta —que alberga el sistema de abastecimiento y descarga de agua de mar—, se realizó un muestreo y análisis de los mismos tres parámetros en el afluente (captación), efluente (descarga) y un tercer punto (vertiente).

Los resultados fueron los que se muestran en la tabla 3 que sigue:

Tabla 3. Chequeo de parámetros para definir una fuente emisora

Muestra	Parámetros en mg/l		
	Cloruro	Sulfato	Boro
Afluente UA 0405/18 SUP CLAS B	20105,6	2891,6	3,2
	20105,6	2823,6	3,2
	21246,0	2858,6	3,1
Descarga UA 0405/18 SUP CLAS B	20465,5	2881,9	3,5
	20225,7	2868,0	3,4
	20285,9	2869,3	3,4
Vertiente UA 0405/18 SUP CLAS B	9602,7	4001,9	15,1
	9456,4	3805,9	15,0
	9678,2	3904,9	14,6

Aquí se puede observar que los resultados para la captación (afluente) son similares a los reportados para la descarga, con excepción del boro que tiene una pequeña desviación y que probablemente tenga alguna relación con el afloramiento de agua que ocurre en el exterior de la UA y que por la pendiente natural que va en dirección al borde costero se asume que llega a este.

En este caso FACIMAR entiende que le aplican al efluente lo señalado en el punto 3.2 y 4.1.3 del decreto supremo 90, estableciendo que la Universidad no es una fuente emisora y por lo tanto no queda sujeta a esta norma.

Toda esta información se presentó a la autoridad marítima, ingresándola el 17 de mayo de 2018, en el documento “ANTECEDENTES PARA LA SOLICITUD DE DESCARGA DE AGUA DE MAR PARA CUMPLIR CON EL ARTÍCULO 140 – REGLAMENTO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ACUÁTICA”, presentado en el formato del PAS 115 del DS 40 del MMA y que aun se encuentra en trámite.

No existe registro de otro monitoreo que se haya efectuado a este efluente desde 2017 a la fecha, y no se tiene registro de compromisos de monitoreo adquiridos por alguna unidad de FACIMAR con la autoridad.

No obstante lo anterior y dado el interés superior de la Universidad de Antofagasta en este tema, se expresa la disponibilidad para realizar un nuevo muestreo y análisis al efluente según definición de fuente emisora o la tabla 4 de la norma.

4. Indicar si Universidad cuenta con trámite vigente ante el Director Ejecutivo del Servicio de Evaluación Ambiental, para efectos de proceder al cambio de titularidad de la RCA No 204/2004, que calificó favorablemente el proyecto “Producción de Semillas de Ostión Libre de Quimioterapéuticos”, de titularidad de Micromar Ltda.; u otro trámite ante dicho Servicio, vinculado a las actividades actualmente realizadas en la Universidad de Antofagasta, conforme a lo consultado en la presente resolución.

Respuesta:

La Universidad no ha iniciado trámite alguno con relación al cambio de titularidad de la RCA N°204/2004. Durante la primera mitad del año 2018 se intentó ubicar a la empresa Micromar Ltda. sin resultado. Esto debido a que en el expediente (disponible en el SEA) del proyecto de Micromar, en el apartado de seguimiento y fiscalización con fecha 5/12/2006 hay una ficha de seguimiento ambiental realizado en gabinete que señala en su página 2;

PAS 73 otorgado. Sin embargo Micromar Ltda dejó de operar con posterioridad al año 2007, esto fue comunicado por la empresa a la SMA en un documento de fecha 14 de marzo de 2017 donde señala que se informaron respuestas a Ord. MZN N°28 y 36 / 2017 y resolución exenta MZN N°3 / 2017, informando que el proyecto NO se encuentra en funcionamiento.

La situación antes mencionada era de mucha relevancia para la Universidad ya que aparecía que el sistema de descarga estaba “autorizado” y podía ser de ayuda al proceso de renovación de la concesión marítima con modificación de objeto que se iniciaba.

Respecto de gestiones o trámites relacionados con el tema, efectivamente la Universidad de Antofagasta tiene ingresada en el SEA una consulta de pertinencia relacionada con una solicitud expresa de la autoridad marítima en el marco de la normalización del tubo que descarga el efluente de FACIMAR en el borde costero.



LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN Y
ACTUALIZACION DESCARGA DE RIL FACULTAD DE
CIENCIAS DEL MAR Y RECURSOS BIOLÓGICOS
UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA

ÍNDICE GLOBAL

ÍNDICE FIGURAS	2
ÍNDICE TABLAS	3
INDICE DE ANEXOS	4
1. RESUMEN	5
2. INTRODUCCIÓN	6
3. OBJETIVO GENERAL	7
4. METODOLOGÍA.....	7
5. RESULTADOS	9
5.1. Concentración de Analitos	9
5.2. Comparación de concentraciones con DS 90 para Establecimiento emisor.	9
5.3. Comparación de concentraciones con DS 90 para descargas dentro de la Zona de Protección Litoral.	9
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	13
7. REFERENCIAS	14
8. ANEXOS	15

ÍNDICE FIGURAS

- Figura 1: Área de influencia de descarga de FACIMAR y punto de descarga en el área costera frente a las instalaciones de la Universidad de Antofagasta 8

ÍNDICE TABLAS

Tabla I: Posición (UTM, WGS84, Huso 19K) de la ubicación del efluente de descarga de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos de la Universidad de Antofagasta muestreada en Enero 2017	8
Tabla II: Lista de analitos, unidad, Límites de detección (LD) y valor observado para la descarga del efluente de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos de la Universidad de Antofagasta muestreada en Enero 2017.....	10
Tabla III: Lista de analitos, unidad, Límites de detección (LD) y valor observado para la descarga del y valores de referencia del DS 90 para Establecimiento Emisor del efluente de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos de la Universidad de Antofagasta muestreada en Enero 2017. (En negrita los valores que superan lo indicado el DS 90, 2000).....	11
Tabla IV: Lista de analitos, unidad, Límites de detección (LD) valor observado para la descarga del y Límite Máximo Permisible para aguas dentro de la Zona de Protección Litoral del efluente de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos de la Universidad de Antofagasta muestreada en Enero 2017.	12

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Listado de Profesionales:	16
Anexo 2: Acreditación Laboratorio de Análisis SGS (Acreditación INN LE 117 y LE 632)	17
Anexo 3: Informe de Analisis de Laboratorio SGS	19

1. RESUMEN

En enero de 2017 se realizó la caracterización de la descarga que posee la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos de la Universidad de Antofagasta en el área costera frente a dicha Universidad.

Los resultados de la evaluación, mostraron concentraciones en la mayoría de los analitos, bajo los valores característicos exigidos para el establecimiento emisor y bajo las concentraciones de referencia para descargas dentro de la zona de protección litoral, así como también a lo indicado en la Normas Secundaria de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.

Solo los analitos Boro, Cloruro y Sulfatos superaron las concentraciones de referencia, siendo consistente dichas altas concentraciones con lo observado durante el proceso de evaluación ambiental del proyecto que dio origen a la RCA 204/2014.

2. INTRODUCCIÓN

Dada la solicitud realizada por la Autoridad Marítima respecto de Estado de Reportes de la Descarga con la que contaba MICROMAR LTDA. Para su proyecto PRODUCCION DE SEMILLAS DE OSTION LIBRE DE QUIMIOTERAPEUTICOS que estaba autorizado mediante Resolución de Calificación Ambiental (RCA) 204 de 2004, se debe evaluar las características de la actual descarga que presenta la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos (FACIMAR) al medio marino y cumplir con las exigencias que mantiene la Superintendencia de Servicios Sanitarios para la descarga a medios acuáticos

MICROMAR Ltda. El 19 de Junio de 2006 recibe la Resolución de Caracterización de su efluente en base a DGTM y MM Nº 12600/795, y posteriormente el 13 de Diciembre de 2006 mediante DGTM y MM Nº 12600/2026 obtiene su Resolución de monitoreo de Autocontrol.

Finalmente la respectiva resolución de Calificación ambiental indica en su párrafo 6.3 que "**El Titular del proyecto deberá realizar un Programa de Monitoreo del Efluente que garantice cumplir con los límites establecidos en la Tabla Nº 4 del Decreto Supremo Nº 90/2000. Se monitoreará de forma simultánea en el efluente y en el medio receptor los parámetros Boro, Fluoruros, Sulfatos y Cloruros, dos veces al año (Abril y Octubre del mismo año), durante los tres primeros años de operación del proyecto; posterior a lo cual, la COREMA, previa consulta a la Autoridad Marítima, evaluará la suspensión o continuidad de éstos.**"

En base a los antecedentes anteriores, y dado que el efluente podría haber sufrido cambios en sus características dado el incremento de volumen que ha experimentado, es que realizó una nueva caracterización del efluente de manera de determinar las concentraciones de los analitos exigidos en la RCA 204/2004

La evaluación realizada para este compromiso ambiental fue realizado por el personal listado en el Anexo 1.

3. OBJETIVO GENERAL

Realizar un levantamiento de la actual descarga con que cuenta la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos (FACIMAR) de la Universidad de Antofagasta y comparar con lo establecido por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) para descargas a medio ambiente acuático dentro de la Zona de Protección Litoral.

4. METODOLOGÍA

Para realizar el levantamiento de la información, se realizó la colecta de muestras en forma puntual desde la descarga con que cuenta la FACIMAR de la Universidad de Antofagasta en la zona costera frente a las instalaciones de la misma Universidad. (Figura 1)

Las coordenadas del punto de descarga del efluente y que corresponde al lugar de colecta de muestras se presentan en la Tabla I.

Una vez colectadas las muestras estas fueron almacenadas en contenedores isotérmicos hasta ser entregados al laboratorio que se encargaría de su análisis, evaluándose los analitos indicados en el punto 3.7 Fuente Emisora del Decreto Supremo 90 (DS90, 2000).

Los analitos considerados fueron: pH, Temperatura, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Sedimentables, Aceites y Grasas, Hidrocarburos fijos, Hidrocarburos totales, Hidrocarburos volátiles, DBO₅, Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cianuro, Cloruros, Cobre, Cromo Total, Cromo Hexavalente, Estaño, Fluoruro, Fósforo Total, Hierro, Manganese, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Nitrógeno total kjeldahl, Pentaclorofenol, Plomo, Selenio, Sulfato, Sulfuro, Tetracloroeteno, Tolueno, Triclorometano, Xileno, Zinc, Índice de Fenol, Poder espumógeno , SAAM y Coliformes Fecales

La totalidad de los análisis fue realizado en un Laboratorio Certificado ante INN, bajo los certificados de acreditación LE 117 y LE 612 que se adjuntan en anexos, de manera de cumplir con los requerimientos que la autoridad ambiental pudiese exigir a futuro.



Figura 1: Área de influencia de descarga de FACIMAR y punto de descarga en el área costera frente a las instalaciones de la Universidad de Antofagasta.

Tabla I: Posición (UTM, WGS84, Huso 19K) de la ubicación del efluente de descarga de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos de la Universidad de Antofagasta muestreada en Enero 2017.

Vértice	UTM N (m)	UTM E (m)
Descarga	7.377.886	354.744

5. RESULTADOS

5.1. Concentración de Analitos

En la Tabla II se presentan los valores observados para cada uno de los analitos considerados en la evaluación puntual de la descarga para el mes de enero de 2017.

5.2. Comparación de concentraciones con DS 90 para Establecimiento emisor.

De la totalidad de analitos considerados el Boro, Cloruro y Sulfatos superaron los valores indicados para el establecimiento emisor de acuerdo al DS90, 2000. (Tabla III).

5.3. Comparación de concentraciones con DS 90 para descargas dentro de la Zona de Protección Litoral.

En tanto al comparar los valores de concentración determinados para la descarga de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos de la Universidad de Antofagasta con los indicados en la Tabla 4 de el DS 90, 2000 para descargas de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la Zona de Protección Litoral, la totalidad de los analitos cumple los valores normados por este decreto. En la Tabla IV se presentan los valores observados y los límites máximo permisible para cada uno de los analitos considerados en esta evaluación.

Tabla II: Lista de analitos, unidad, Límites de detección (LD) y valor observado para la descarga del efluente de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos de la Universidad de Antofagasta muestreada en Enero 2017.

ANALITO	UNIDAD	LD	VALOR DESCARGA
pH 25°C Laboratorio	pH	0.1	7.9
Tº de Terreno	ºC	0.1	19
Tº de medición	Ph	ºC	26.4
Sólidos Suspensidos Totales	mg/l	5	<5
Sólidos Sedimentables	ml/l/h	0.5	<0.5
Aceites y Grasas	mg/l	14	<14
Hidrocarburos Fijos	mg/l	5	<5
Hidrocarburos Totales	mg/l	5	<5
Hidrocarburos Volátiles	mg/l	0.2	<0.2
DBO5 a 20°C	mg/l	2	<2
Aluminio	mg/l	0.05	<0.05
Arsénico	mg/l	0.001	0.002
Boro	mg/l	0.01	10.1
Cadmio	mg/l	0.005	<0.005
Cianuro Total	mg/l	0.02	<0.02
Cloruro	mg/l	5	20300
Cobre	mg/l	0.01	0.10
Cromo	mg/l	0.005	<0.005
Cromo Hexavalente	mg/l	0.03	<0.03
Estaño	mg/l	0.01	<0.01
Fluoruros	mg/l	0.5	0.9
Fósforo Total	mg/l	0.2	0.4
Hierro	mg/l	0.01	<0.01
Manganeso	mg/l	0.01	<0.01
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005
Molibdeno	mg/l	0.01	<0.01
Níquel	mg/l	0.05	<0.05
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/l	0.2	0.6
Pentaclorofenol	mg/l	0.005	<0.005
Plomo	mg/l	0.005	<0.005
Selenio	mg/l	0.001	<0.001
Sulfatos	mg/l	10	2170
Sulfuro Total	mg/l	0.2	<0.2
Tetracloroeteno	mg/l	0.01	<0.01
Tolueno	mg/l	0.2	<0.2
Triclorometano	mg/l	0.01	<0.01
Xileno	mg/l	0.2	<0.2
Zinc	mg/l	0.01	<0.01
Índice de Fenol	mg/l	0.05	<0.05
Poder Espumógeno	mm	2	<2
Detergente (SAAM)	mg/l	0.1	<0.1
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	2	<2

Tabla III: Lista de analitos, unidad, Límites de detección (LD) y valor observado para la descarga del y valores de referencia del DS 90 para Establecimiento Emisor del efluente de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos de la Universidad de Antofagasta muestreada en Enero 2017. (En negrita los valores que superan lo indicado el DS 90, 2000)

ANALITO	UNIDAD	LD	VALOR DESCARGA	ESTABLECIMIENTO EMISOR
pH 25°C Laboratorio	pH	0.1	7.9	6 a 8
Tº de Terreno	°C	0.1	19	-
Tº de medición	Ph	°C	26.4	-
Sólidos Suspensidos Totales	mg/l	5	<5	220
Sólidos Sedimentables	ml/l/h	0.5	<0.5	6
Aceites y Grasas	mg/l	14	<14	60
Hidrocarburos Fijos	mg/l	5	<5	10
Hidrocarburos Totales	mg/l	5	<5	11
Hidrocarburos Volátiles	mg/l	0.2	<0.2	1
DBO5 a 20°C	mgO ₂ /l	2	<2	250
Aluminio	mg/l	0.05	<0.05	1
Arsénico	mg/l	0.001	0.002	0.05
Boro	mg/l	0.01	10.1	0.75
Cadmio	mg/l	0.005	<0.005	0.01
Cianuro Total	mg/l	0.02	<0.02	0.2
Cloruro	mg/l	5	20300	400
Cobre	mg/l	0.01	0.10	1
Cromo	mg/l	0.005	<0.005	0.1
Cromo Hexavalente	mg/l	0.03	<0.03	0.05
Estaño	mg/l	0.01	<0.01	0.5
Fluoruros	mg/l	0.5	0.9	1.5
Fósforo Total	mg/l	0.2	0.4	10
Hierro	mg/l	0.01	<0.01	1
Manganoso	mg/l	0.01	<0.01	0.3
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005	0.001
Molibdeno	mg/l	0.01	<0.01	0.07
Níquel	mg/l	0.05	<0.05	0.1
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/l	0.2	0.6	50
Pentaclorofenol	mg/l	0.005	<0.005	0.009
Plomo	mg/l	0.005	<0.005	0.2
Selenio	mg/l	0.001	<0.001	0.01
Sulfatos	mg/l	10	2170	300
Sulfuro Total	mg/l	0.2	<0.2	3
Tetracloroeteno	mg/l	0.01	<0.01	0.04
Tolueno	mg/l	0.2	<0.2	0.7
Triclorometano	mg/l	0.01	<0.01	0.2
Xileno	mg/l	0.2	<0.2	0.5
Zinc	mg/l	0.01	<0.01	1
Índice de Fenol	mg/l	0.05	<0.05	0.05
Poder Espumógeno	mm	2	<2	5
Detergente (SAAM)	mg/l	0.1	<0.1	10
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	2	<2	10 ⁷

Tabla IV: Lista de analitos, unidad, Límites de detección (LD) valor observado para la descarga del y Límite Máximo Permisible para aguas dentro de la Zona de Protección Litoral del efluente de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos de la Universidad de Antofagasta muestreada en Enero 2017.

ANALITO	UNIDAD	LD	VALOR DESCARGA	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
pH 25°C Laboratorio	pH	0.1	7.9	6.0 – 9.0
Tº de Terreno	°C	0.1	19	30
Tº de medición	Ph	°C	26.4	-
Sólidos Suspensidos Totales	mg/l	5	<5	100
Sólidos Sedimentables	ml/l/h	0.5	<0.5	5
Aceites y Grasas	mg/l	14	<14	20
Hidrocarburos Fijos	mg/l	5	<5	-
Hidrocarburos Totales	mg/l	5	<5	10
Hidrocarburos Volátiles	mg/l	0.2	<0.2	1
DBO5 a 20°C	mgO ₂ /l	2	<2	
Aluminio	mg/l	0.05	<0.05	1
Arsénico	mg/l	0.001	0.002	0.2
Boro	mg/l	0.01	10.1	-
Cadmio	mg/l	0.005	<0.005	0.02
Cianuro Total	mg/l	0.02	<0.02	0.5
Cloruro	mg/l	5	20300	-
Cobre	mg/l	0.01	0.10	1
Cromo	mg/l	0.005	<0.005	2.5
Cromo Hexavalente	mg/l	0.03	<0.03	0.2
Estaño	mg/l	0.01	<0.01	0.5
Fluoruros	mg/l	0.5	0.9	1.5
Fósforo Total	mg/l	0.2	0.4	5
Hierro	mg/l	0.01	<0.01	10
Manganoso	mg/l	0.01	<0.01	2
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005	0.005
Molibdeno	mg/l	0.01	<0.01	0.1
Níquel	mg/l	0.05	<0.05	2
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/l	0.2	0.6	50
Pentaclorofenol	mg/l	0.005	<0.005	-
Plomo	mg/l	0.005	<0.005	0.2
Selenio	mg/l	0.001	<0.001	0.01
Sulfatos	mg/l	10	2170	-
Sulfuro Total	mg/l	0.2	<0.2	1
Tetracloroeteno	mg/l	0.01	<0.01	-
Tolueno	mg/l	0.2	<0.2	-
Triclorometano	mg/l	0.01	<0.01	-
Xileno	mg/l	0.2	<0.2	-
Zinc	mg/l	0.01	<0.01	5
Índice de Fenol	mg/l	0.05	<0.05	-
Poder Espumógeno	mm	2	<2	-
Detergente (SAAM)	mg/l	0.1	<0.1	10
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	2	<2	1000-70

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los valores observados de los analitos considerados en la caracterización de la descarga de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos biológicos de la Universidad de Antofagasta, de acuerdo a la caracterización de Establecimiento emisor indicado por el DS 90 (2000), muestra concentraciones en su mayoría bajo los valores característicos definidos para una fuente emisora, evidenciando solo altas concentraciones en los analitos Boro, Cloruro y Sulfatos.

Estas altas concentraciones son consistentes con lo indicado en el Declaración de Impacto Ambiental que dio origen a la RCA 204/2004 para el proyecto PRODUCCION DE SEMILLAS DE OSTION LIBRE DE QUIMIOTERAPEUTICOS en donde se indica la necesidad de monitorear tanto en la descarga como en el medio receptor los niveles de Boro, Cloruro, Fluoruro y Sulfatos, los cuales presentaban altas concentraciones asociados a los procesos en los cuales se utilizaría el agua de mar (Cultivo de Microalgas y Cultivo Larval de Moluscos).

Al comparar los valores de la descarga con aquellos normados por el DS 90 (2000), estos mostraron concentraciones inferiores a lo indicado por este cuerpo normativo para el caso de las aguas dentro de la Zona de Protección Litoral (ZPL), así como también con aquellos normados por CONAMA (2005), la cual indica que la mayor parte de los analitos considerados permite caracterizar el efluente como Clase 1: Muy buena calidad. Indica agua apta para la conservación de comunidades acuáticas, para la desalinización de agua para consumo humano y demás usos definidos, cuyos requerimientos de calidad sean inferiores a esta.

7. REFERENCIAS

- CONAMA (2005) Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas. 18pp.
- DS 90 (2000). Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales, Manual de aplicación. 49 pp.
- RCA 204/2014. (2014) Resolución de Calificación Ambiental del la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto "Producción de Semillas de Ostión Libre de Quimioterapéuticos".

8. ANEXOS

Anexo 1: Listado de Profesionales:

Nombre	Profesión	Cargo	Función
Manuel Rojo Rojo	Ing. en Acuicultura	Sénior Biología	Muestreo Elaboración de Informe
SGS Chile Limitada	Laboratorio Químico	Análisis	Análisis

Anexo 2: Acreditación Laboratorio de Análisis SGS (Acreditación INN LE 117 y LE 632)



El Instituto Nacional de Normalización, INN, certifica que:

**SGS CHILE LIMITADA,
SOCIEDAD DE CONTROL**

LABORATORIO AMBIENTAL

ubicado en Puerto Madero N°130, Pudahuel, Santiago

ha renovado su acreditación en el Sistema Nacional de Acreditación del INN, como

Laboratorio de Ensayo

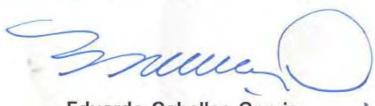
Según NCh-ISO 17025.Of2005

en el área Físico-química para aguas, con el alcance indicado en anexo.

Primera acreditación: Desde el 31 de Agosto de 2001

Vigencia de la Acreditación: hasta el 31 de Agosto de 2019

Santiago de Chile, 25 de Agosto de 2015

Eduardo Ceballos Osorio
Jefe de División Acreditación

Sergio Toro Galleguillos
Director Ejecutivo





El Instituto Nacional de Normalización, INN, certifica que:

**SGS CHILE LTDA.,
SEDE ANTOFAGASTA**

LABORATORIO AMBIENTAL

ubicado en Av. Pedro Aguirre Cerda N°7367, Antofagasta

ha renovado su acreditación en el Sistema Nacional de Acreditación del INN, como

Laboratorio de Ensayo

según NCh-ISO 17025.Of2005

en el área Físico-química para aguas, con el alcance indicado en anexo.

Primera acreditación: Desde el 16 de Abril de 2007

Vigencia de la Acreditación : hasta el 16 de Abril de 2018

Santiago de Chile, 30 de Mayo de 2014

Eduardo Ceballos Osorio
Jefe de División Acreditación

Sergio Toro Galleguillos
Director Ejecutivo



LAS CONDICIONES BAJO LAS CUALES RIGE ESTA ACREDITACIÓN ESTAN DETALLADAS EN EL ACTA DE COMPROMISO

Anexo 3: Informe de Análisis de Laboratorio SGS



Page 1 of 3

Informe de Análisis: EA17-00291



SISTEMA NACIONAL
DE ACREDITACIÓN

Laboratorio Ambiental SGS Chile Ltda.
"Acreditación LE 117 (Convenio INN-SIASS), LE 118, LE 119 y LE 057 de Santiago " / "LE 631 y LE 632 (Convenio INN-SIASS) de Antofagasta / LE 717 y LE 718 (Convenio INN-SIASS) de Puerto Varas según NCh 17025. Of 2005 (Excluido punto 5.7)"

Ánálisis solicitado por: UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA
Avenida Angamos #601 , Antofagasta

Atención a: MANUEL ROJO **Fecha Muestreo:** 22-01-2017 20:00
Nro de Muestras: 1 **Fecha Ingreso:** 23-01-2017 09:00
Material / Producto: AGUA RESIDUAL **Fecha Inicio:** 23-01-2017 09:55
Lugar de Muestreo: DESCARGA U. DE ANTOFAGASTA **Fecha termino:** 14-02-2017 17:26

Preservante: Tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
Muestreado por: Muestras proporcionadas por el Cliente, quien se responsabiliza de la identificación, preservación, procedencia, tipo y tiempo de envase.

Notas:

Métodos de Ensayo

Ánálisis	Metodología
pH	NCh 2313/1.Of95 (Ensayo realizado en Lab. Antofagasta)
Metales Pesados	NCh 2313/10.Of96 (Cd, Zn, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb)
Cromo Hexavalente	NCh 2313/11.Of96
Mercurio	NCh 2313/12.Of96
Molibdeno	NCh 2313/13.Of96
Cianuro Total	NCh 2313/14.Of97
Fósforo	NCh 2313/15 - 2009
Sulfuro Total	NCh 2313/17.Of97
Sulfatos	NCh 2313/18.Of97
Compuestos Fenólicos	NCh 2313/19.Of2001
Trihalometanos (***)	NCh 2313/20.Of98
Poder Espumógeno	NCh 2313/21 - 2010
Califormes Fecales	NCh 2313/22.Of95 (Ensayo realizado en Lab. Antofagasta)
Elementos	NCh 2313/25.Of97
Detergente (SAAM)	NCh 2313/27.Of98
Nitrógeno Kjeldahl	NCh 2313/28 - 2009
2,4 D y Pentaclorofenol	NCh 2313/29.Of1999
Sólidos Suspensidos	NCh 2313/3.Of95 (Ensayo realizado en Lab. Antofagasta)
Selenio	NCh 2313/30.Of1999
BTX	NCh 2313/31.Of1999
Cloruro	NCh 2313/32.Of1999
Fluoruros	NCh 2313/33.Of99
Sólidos Sedimentables	NCh 2313/4.Of95
DBO5 a 20°C	NCh 2313/5.Of2005 (Ensayo realizado en Lab. Antofagasta)
Aceite y Grasa	NCh 2313/6 - 2015
Hidrocarburos Fijos	NCh 2313/7.Of97
Hidrocarburos Totales	NCh 2313/7.Of97
Hidrocarburos Volátiles	NCh 2313/7.Of97
Arsénico	NCh 2313/9.Of96

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801

www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: EA17-00291

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANALISIS	UNIDAD	LD	MUESTRA	DESCARGA
Aceites y Grasas	mg/l	14	<14	
Aluminio	mg/l	0.05	<0.05	
Arsénico	mg/l	0.001	0.002	
Boro	mg/l	0.01	10.1	
Cadmio	mg/l	0.005	<0.005	
Cianuro Total	mg/l	0.02	<0.02	
Cinc	mg/l	0.01	<0.01	
Cloruro	mg/l	5	20300	
Cobre	mg/l	0.01	0.10	
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	2	<2	
Cromo	mg/l	0.005	<0.005	
Cromo Hexavalente	mg/l	0.03	<0.03	
DBO5 a 20°C	mg/l	2	<2	
Detergente (SAAM)	mg/l	0.1	<0.1	
Estatío	mg/l	0.01	<0.01	
Fluoruros	mg/l	0.5	0.9	
Fósforo	mg/l	0.2	0.4	
Hidrocarburos Fijos	mg/l	5	<5	
Hidrocarburos Totales	mg/l	5	<5	
Hidrocarburos Volátiles	mg/l	0.2	<0.2	
Hierro	mg/l	0.01	<0.01	
Indice de Fenol	mg/l	0.05	<0.05	
Manganoso	mg/l	0.01	<0.01	
Mercurio	mg/l	0.0005	<0.0005	
Molibdeno	mg/l	0.01	<0.01	
Níquel	mg/l	0.05	<0.05	
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	0.2	0.6	
Pentaclorofenol	mg/l	0.005	<0.005	
pH 25°C Laboratorio	pH	0.1	7.9	
Plomo	mg/l	0.005	<0.005	
Poder Espumógeno	mm	2	<2	
Selenio	mg/l	0.001	<0.001	
Sólidos Sedimentables	m l/l/h	0.5	<0.5	
Sólidos Suspensidos Totales	mg/l	5	<5	
Sulfatos	mg/l	10	2170	
Sulfuro Total	mg/l	0.2	<0.2	
T°de medición Ph	°C		26.4	
Tetracloroeteno	mg/l	0.01	<0.01	
Tolueno	mg/l	0.2	<0.2	
Triclorometano	mg/l	0.01	<0.01	
Xileno	mg/l	0.2	<0.2	

"Este informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7367 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 f (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com

E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Informe de Análisis: EA17-00291

FECHAS EJECUCION ANALISIS CRITICOS

Analisis	Fecha Inicio	Fecha Término
Coliformes Fecales	23-01-2017 09:55	25-01-2017 18:59
DBO5 a 20°C	23-01-2017 10:25	28-02-2017 10:26
Detergente (SAAM)	23-01-2017 12:18	02-02-2017 17:57
Hidrocarburos Volátiles	23-01-2017 10:12	02-02-2017 14:52
Nitrógeno Kjeldahl	23-01-2017 10:18	25-01-2017 21:18
Pentaclorofenol	23-01-2017 10:16	27-01-2017 16:50
pH 25°C Laboratorio	23-01-2017 10:20	24-01-2017 18:13
Poder Espumógeno	23-02-2017 17:55	02-02-2017 16:31
Selenio	23-01-2017 14:14	31-01-2017 21:14
Sólidos Sedimentables	23-01-2017 16:18	24-01-2017 14:16
Sólidos Suspensos Totales	23-01-2017 16:20	25-01-2017 18:26
Sulfuro Total	23-01-2017 17:22	27-01-2017 17:22
T de medición Ph	23-01-2017 10:20	24-01-2017 18:13
Tetracloroeteno	23-01-2017 10:28	26-01-2017 16:10
Tolueno	23-01-2017 11:00	01-02-2017 12:08
Triclorometano	23-01-2017 10:28	26-01-2017 16:10
Xileno	23-01-2017 11:00	01-02-2017 12:08

LD (límite de detección) . Para parámetros cromatográficos valor informado como LD corresponde a Límite de Cuantificación

(***) Suma de razones entre las concentraciones medidas de cada uno y sus respectivos límites máximos

Ensayos realizados en Laboratorio SGS Santiago, a excepción de los ensayos Subcontratados (**)

Nelson Quiñones
Jefe Laboratorio Environmental

Antofagasta 21 de febrero de 2017

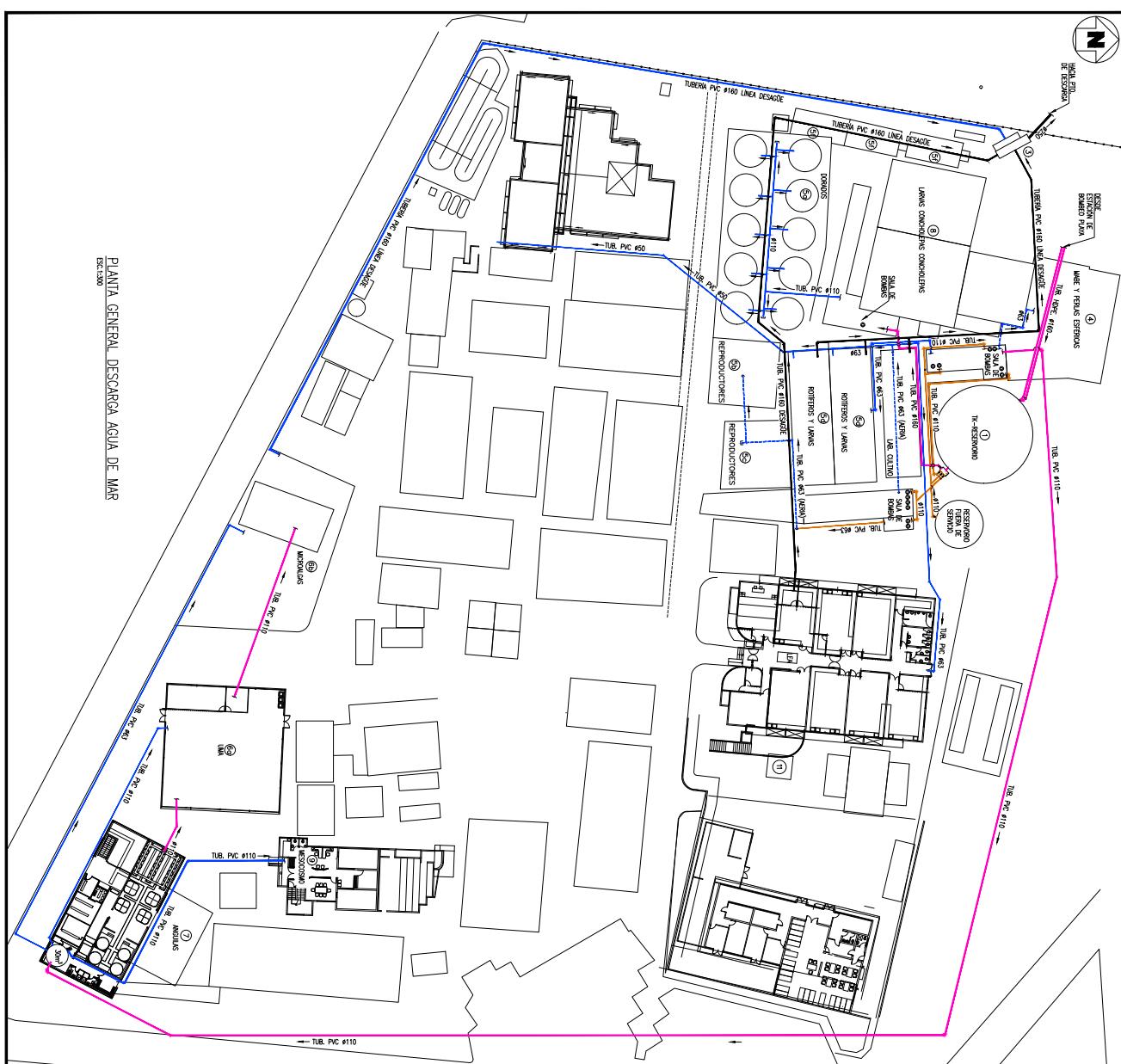
"Este Informe es publicado por la compañía bajo sus Condiciones Generales para los servicios de Inspección y de Ensayo enviado en cotización. (Copia disponible a petición)".

"No reproducir parcialmente el informe sin la autorización por escrito del Laboratorio Ambiental"

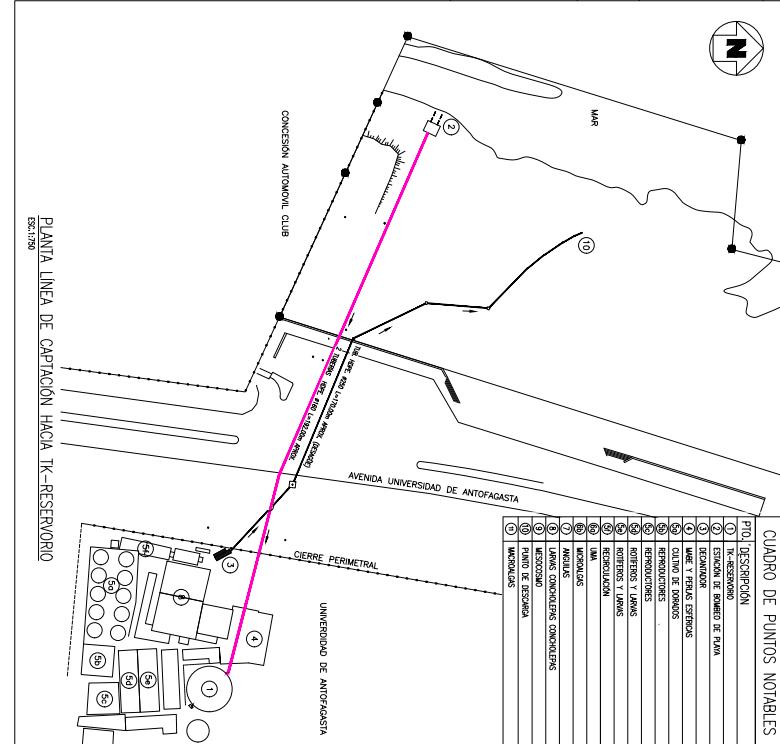
SGS Chile Ltda. Santiago: Puerto Madero #130, Pudahuel / Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda 7387 / Pto Varas: Ruta 5 Sur Km 1013.

t (56-2) 89 89561 t (56-2) 89 89587 t (56-55) 23 4098 f (56-55) 23 4596 t (65) 32 1800 f (65) 32 1801 www.sgs.com
E-Mail: ximena.parra@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



CUADRO DE PUNTOS NOTABLES



ESQ.1750
PLANTA LINEA DE CANTACIÓN HACIA IR-RESERVORIO

**1.-DIMENSIONES EN mm Y ELEV. EN m (S.L.C.).
2.-COTAS PREVALEEN SOBRE EL DIBUJO**

PLANTA GENERAL DESCARGA AGUA DE MAR
ESC. 1:3000

ES. 1:30E

