

Sr.
Bastían Pastén Delich
Fiscal Instructor Titular
Superintendencia del Medio Ambiente
Teatinos N°280, Piso 9
Santiago.



PRESENTA PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO

Alejandro Ruiz Fabres, C.I. 10.734.804-2, en representación de SALMONES MULTIEXPORT S.A., RUT N° 79.891.160-0, en referencia a proceso sancionatorio Rol D-024-2016, a Ud. respetuosamente digo:

Que, dentro del plazo legal, vengo en presentar Programa de Cumplimiento de conformidad con el artículo 42 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente¹ y con el Decreto Supremo N° 30/2012 del Ministerio del Medio Ambiente, que Aprueba Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación.

I. Procedencia.

El artículo 42 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente y el Decreto Supremo N° 30/2012 del Ministerio del Medio Ambiente, constituyen los estatutos que rigen el instrumento denominado Programa de Cumplimiento.

Al respecto, debe decirse que no concurren en la especie inhabilidades para presentar dicho programa, ya que este regulado no se ha acogido a programas de gradualidad, no ha sido objeto de sanción por concepto de infracciones gravísimas, ni ha presentado con anterioridad un programa de cumplimiento por concepto de infracciones graves.

Lo anterior da lugar a la procedencia del presente Programa de Cumplimiento.

II. Contenido.

El artículo 7 del D.S. 30 individualizado, entrega los contenidos de un Programa de Cumplimiento, los que son desarrollados junto con los criterios incluidos en la "Guía para la Presentación de Programas de Cumplimiento por Infracciones a Instrumentos de Carácter Ambiental", de Mayo de 2016.

¹ Contenida en el artículo segundo de la Ley 20.417.

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO SALMONES MULTIEXPORTE S.A. – PISCICULTURA MOLCO

| 1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS | | | |
|---|--|--|---|
| IDENTIFICADOR DEL HECHO | Hecho N° 1 | | |
| DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN | No haber adoptado las acciones necesarias para abordar los impactos ambientales no previstos, consistente en la alteración del estero sin nombre y el estero Chehulico, provocado por la descarga de la piscicultura Molco, generando la presencia de algas blanquecinas, hongos, musgos y sedimentos de color blanco, ni haber informado de los mismos a la autoridad correspondiente RCA N° 247/2006 Considerando 9 | | |
| NORMATIVA PERTINENTE | Alteración del estero sin nombre y del estero Chehulico, generando la presencia de algas blanquecinas, hongos, musgos y sedimentos de color blanco | | |
| DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN | | | |
| 2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA Y REDUCIR O ELIMINAR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS | | | |
| 2.1 ACCIONES EJECUTADAS O EN EJECUCIÓN | | | |
| N° IDENTIFICADOR | DESCRIPCIÓN | FECHA DE IMPLEMENTACIÓN | COSTOS ESTIMADOS |
| 1 | Informar las acciones que se hayan ejecutado en el último tiempo, que den cuenta de mejoras en el sistema de tratamiento de Riles y fortalecimiento de la relación de la Piscicultura con la Comunidad, durante años 2013 a 2015 Forma de Implementación Mediante informe al efecto | Junio 2013 a Septiembre 2015 | \$225.200 |
| 2.2 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR | | | |
| N° IDENTIFICADOR | DESCRIPCIÓN | PLAZO DE EJECUCIÓN | IMPEDIMENTOS EVENTUALES |
| 2 | Ejecución de estudio científico en los ámbitos ecológico y físico-químico, que analice potenciales alteraciones en las características base del cuerpo receptor y determine si existe impacto no previsto | Durante 12 meses, contados desde la notificación de la Resolución que aprueba el Pdc | - Como actualmente se encuentra a nivel de propuesta, puede sufrir algunos ajustes. - Ausencia de condiciones técnicas y fácticas basales para realizar los estudios por parte de la entidad respectiva - Entidad experta estima un plazo mayor para la ejecución del estudio |
| N° IDENTIFICADOR | DESCRIPCIÓN | PLAZO DE EJECUCIÓN | COSTOS ESTIMADOS |
| | Acción y Meta | | \$70.000 |

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO SALMONES MULTIEXPORTE S.A. – PISCICULTURA MOLCO

| N° IDENTIFICADOR | Forma de Implementación | PLAZO DE EJECUCIÓN | Acción y plazo de aviso en caso de ocurrencia | COSTOS ESTIMADOS |
|------------------|---|--|--|------------------|
| | DESCRIPCIÓN Acción y Meta | | IMPEDIMENTOS EVENTUALES Impedimentos | |
| 3 | Realizado por profesionales idóneos, con periodicidad trimestral (en cada estación del año). Se acompaña propuesta metodológica. | Durante 6 meses posteriores a la ejecución de la Acción N° 2 | Informar a la SMA dentro de 15 días hábiles contados desde la ocurrencia del impedimento | \$20.000 |
| | Desarrollo de Estudio de Ingeniería que incorpore nueva tecnología, complemente la actual o modifique alguna actividad del proceso productivo, que aborde el impacto no previsto Forma de Implementación | | <ul style="list-style-type: none"> - Que el impacto no previsto se deba a otras causas - Contar con los resultados del estudio correspondiente a la acción N° 2, que identifica las causas del impacto no previsto sobre los Esteros señalados - Variables técnicas o fácticas fundadas que impidan efectuar el estudio de ingeniería o retrasen su ejecución | |
| 4 | Realizar Capacitación Anual sobre Riles y Permisos Ambientales, para que los trabajadores de la Piscicultura conozcan los alcances técnicos y normativos de estas temáticas Forma de Implementación | Durante 2 años | Acción y plazo de aviso en caso de ocurrencia | \$2.000 |
| | DESCRIPCIÓN Acción y Meta | | <ul style="list-style-type: none"> - Informar a la SMA dentro de 15 días hábiles contados desde la ocurrencia del impedimento | |

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO SALMONES MULTIEXPORTE S.A. – PISCICULTURA MOLCO

| N° IDENTIFICADOR | DESCRIPCIÓN | PLAZO DE EJECUCIÓN | IMPEDIMENTOS EVENTUALES | COSTOS ESTIMADOS |
|------------------|---|---|--|---|
| 5 | <p>Acción y Meta</p> <p>Efectuar limpieza mecánica del cuerpo receptor, para disminuir eventual impacto de la descarga de la Piscicultura</p> | Durante 2 años | <p>Impedimentos</p> <p>No se identifican actualmente</p> | \$18.000 |
| | <p>Forma de Implementación</p> <p>De forma trimestral, se efectuará limpieza del borde del río en el área de influencia de la Piscicultura</p> | | <p>Acción y plazo de aviso en caso de ocurrencia</p> <p>Informar a la SMA dentro de 15 días hábiles contados desde la ocurrencia del impedimento</p> | |
| N° IDENTIFICADOR | <p>DESCRIPCIÓN</p> <p>Acción y Meta</p> <p>Ejecución de medidas o acciones de mejora que se decidan implementar, a consecuencia del estudio de ingeniería descrito en la Acción N° 3 anterior</p> | <p>PLAZO DE EJECUCIÓN</p> <p>Durante el plazo de 6 meses posteriores a la ejecución de la Acción N° 3 anterior</p> | <p>IMPEDIMENTOS EVENTUALES</p> <p>Impedimentos</p> <p>- Se desconocen a estas alturas, ya que la acción misma no se encuentra definida aún</p> | <p>COSTOS ESTIMADOS</p> <p>\$300.000 (inciertos)</p> |
| 6 | <p>Forma de Implementación</p> <p>Plan de acción consistente en la adición de nueva tecnología, la modificación de alguna actividad del proceso productivo, u otro</p> | | <p>Acción y plazo de aviso en caso de ocurrencia</p> <p>Informar a la SMA dentro de 15 días hábiles contados desde la ocurrencia del impedimento</p> | |
| | | | | |

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO SALMONES MULTIEXPOR S.A. – PISCICULTURA MOLCO

| 1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS | | | | |
|--|--|--|---|------------------|
| IDENTIFICADOR DEL HECHO | Hecho 2 | | | |
| DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN | No haber efectuado el monitoreo de los parámetros físico-químicos de la forma establecida, específicamente: (i) no haber monitoreado el parámetro Amoniac en los monitoreos físicos-químicos correspondientes al primer y segundo semestre de 2013 y primer semestre de 2014; (ii) no haber monitoreado el parámetro Sólido Disuelto en los monitoreos físicos-químicos correspondientes al primer y segundo semestre de 2013, primer y segundo semestre de 2014, y primer y segundo semestre de 2015; (iii) no haber efectuado los monitoreos semestrales de parámetros físicos-químicos en los periodos de máxima producción durante el primer y segundo semestre de 2013 y primer y segundo semestre de 2014. | | | |
| NORMATIVA PERTINENTE | RCA N° 27/2001 Considerando 4.4 y Adenda 1 de la DIA Respuesta N° 5; RCA 247/2006 Considerando 6 | | | |
| DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN | No aplica | | | |
| 2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA Y REDUCIR O ELIMINAR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS | | | | |
| 2.1 ACCIONES EJECUTADAS O EN EJECUCIÓN | | | | |
| N° IDENTIFICADOR | DESCRIPCIÓN | FECHA DE IMPLEMENTACIÓN | COSTOS ESTIMADOS | |
| 7 | Acción y Meta | | | |
| | Informar a la SMA la producción histórica de la Piscicultura Molco, y la proyección para los años 2016-2018, con el objeto de programar las futuras mediciones semestrales en periodos de máxima producción de la Piscicultura | En el plazo de 1 mes, una vez notificada la Resolución que aprueba el presente Pdc | | \$200 |
| | Forma de Implementación | | | |
| | Mediante la entrega a la SMA de un "Informe de Producción de Piscicultura Molco", elaborado por Salmones Multieport | | | |
| 2.2 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR | | | | |
| N° IDENTIFICADOR | DESCRIPCIÓN | PLAZO DE EJECUCIÓN | IMPEDIMENTOS EVENTUALES | COSTOS ESTIMADOS |
| | Acción y Meta | | Impedimentos | |
| | Realizar los monitoreos de los parámetros físico-químicos comprometidos e informar a la SMA los resultados de los informes de laboratorio | Durante el período de 1 | - Variables técnicas o fácticas fundadas que impidan hacer los monitoreos comprometidos en tiempo y forma | |

| | | | | |
|---|--|---|---|----------|
| 8 | Forma de Implementación | año, una vez notificada la Resolución que aprueba el presente PdC | - Que los periodos de máxima producción proyectados resulten no serlo por razones de producción, operacionales o comerciales | \$16.000 |
| | Se efectuarán semestralmente en la forma establecida en la RCA | | Acción y plazo de aviso en caso de ocurrencia Informar a la SMA dentro de 15 días hábiles contados desde la ocurrencia del impedimento, con la aclaración respectiva | |

| 1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
| IDENTIFICADOR DEL HECHO | Hecho N° 3 | | | |
| DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN | El establecimiento industrial no informó el remuestreo correspondiente al mes de Junio del año 2013, tal como se indica en la Tabla N° 3 de la formulación de cargos. | | | |
| NORMATIVA PERTINENTE | D.S. 90/2000 N° 6.4.1 | | | |
| DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN | No aplica | | | |
| 2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA Y REDUCIR O ELIMINAR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS | | | | |
| 2.2 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR | | | | |
| N° IDENTIFICADOR | DESCRIPCIÓN | PLAZO DE EJECUCIÓN | IMPEDIMENTOS EVENTUALES | COSTOS ESTIMADOS |
| 9 | Acción y Meta | Durante el periodo de 1 año, una vez notificada la Resolución que aprueba el presente PdC | Impedimentos | \$2.000 cada uno |
| | Realizar remuestreos de acuerdo a lo establecido en el D.S. 90/2000 | | No se identifican actualmente | |
| | Forma de Implementación | | Acción y plazo de aviso en caso de ocurrencia | |
| | Se realizarán remuestreos de aquellos parámetros que excedan los límites máximos establecidos en la Tabla 3 del D.S 90/2000 | | Informar a la SMA dentro de 15 días hábiles contados desde la ocurrencia del impedimento, con la aclaración respectiva | |

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO SALMONES MULTIEXPOR S.A. – PISCICULTURA MOLCO

| N° IDENTIFICADOR | DESCRIPCIÓN Acción y Meta | PLAZO DE EJECUCIÓN | IMPEDIMENTOS EVENTUALES Impedimentos | COSTOS ESTIMADOS |
|------------------|--|---|--|------------------|
| 10 | Elaborar un protocolo de gestión interna respecto de la obligación de efectuar muestreos y remuestreos de Riles, con el objeto de asegurar la ejecución de esta obligación y su debida información a la Autoridad Forma de Implementación | 3 meses, una vez notificada la resolución que aprueba el presente PDC | No se identifican actualmente Acción y plazo de aviso en caso de ocurrencia | \$200 |
| | Se establecerán procedimientos, responsables y plazos de ejecución para efectuar muestreos y remuestreos de Riles. | | Informar a la SMA dentro de 15 días hábiles contados desde la ocurrencia del impedimento, con la aclaración respectiva | |

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

| IDENTIFICADOR DEL HECHO | Hecho N° 4 | | |
|---|---|-----------------------------|------------------|
| DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN | El establecimiento industrial no informó en sus autocontroles correspondientes a los meses de marzo, abril y mayo de 2015, las muestras puntuales para los parámetros pH y Temperatura con la frecuencia requerida en su programa de monitoreo, como consta en la Tabla N°4 de la formulación de cargos | | |
| NORMATIVA PERTINENTE | Resolución Ex. SISS N° 2445/2010 | | |
| DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN | No aplica | | |
| 2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA Y REDUCIR O ELIMINAR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS | | | |
| 2.1 ACCIONES EJECUTADAS O EN EJECUCIÓN | | | |
| N° IDENTIFICADOR | DESCRIPCIÓN Acción y Meta | FECHA DE IMPLEMENTACIÓN | COSTOS ESTIMADOS |
| 11 | Informar los muestreos omitidos de pH y Temperatura de la Piscicultura Molco correspondiente a los meses de Marzo, Abril y Mayo de 2015, según lo establecido en la RPM | Marzo, Abril y Mayo de 2015 | \$6.100 |

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO SALMONES MULTIEXPOR S.A. – PISCICULTURA MOLCO

| | | |
|--|--|--|
| | Forma de Implementación | |
| | Mediante Informes de la Consultora que realizó los respectivos muestreos | |

3. PLAN DE SEGUIMIENTO DE PLAN DE ACCIONES Y METAS

3.1 REPORTE INICIAL (Reporte Único)

REPORTE DE ACCIONES EJECUTADAS O EN EJECUCIÓN

| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE |
|--------------------------------------|--|--|--|
| 1 | Se informa a la SMA de las mejoras incrementales efectuadas entre los años 2013-2015 al sistema de tratamiento de Riles y fortalecimiento de la relación de la Piscicultura con la Comunidad | Reporte que contenga las Mejoras Incrementales al Sistema de Tratamiento de Riles y del Trabajo de Fortalecimiento con la Comunidad | 15 días hábiles contados desde la notificación de la resolución que aprueba el PdC |
| 7 | Se informa a la SMA sobre la producción histórica de la Piscicultura Molco, y la proyección para los años 2016-2018 | "Informe de Producción de Piscicultura Molco", elaborado por Salmones Multiexport | 1 mes contado desde la notificación de la resolución que aprueba el PdC |
| 11 | Entrega a la SMA de Informes de la Consultora que efectuó los monitoreos correspondientes | Informes de la Consultora que efectuó los monitoreos en Marzo, Abril y Mayo 2015, que contienen la información de medición de pH y Temperatura | 15 días hábiles contados desde la notificación de la resolución que aprueba el PdC |

| 3.2 REPORTES DE AVANCE | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|--|---|--|
| REPORTES DE AVANCE N° | 1 | | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE | |
| 2 | Ejecución del Estudio Científico | <p>Informe de los resultados de los estudios efectuados trimestralmente, indicando:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fechas de mediciones - Coordenadas geográficas de la toma de muestras - Nombre de la institución que realizó el estudio - Nombre de los profesionales que realizaron las tareas - Análisis de datos y resultado - Reporte de cualquier otro antecedente relevante | Trimestre 1, dentro del mes siguiente a la recepción del informe respectivo | |
| REPORTES DE AVANCE N° | 2 | | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE | |

| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|---|
| 2 | Ejecución del Estudio Científico | Informe de los resultados de los estudios efectuados trimestralmente, indicando: <ul style="list-style-type: none"> - Fechas de mediciones - Coordenadas geográficas de la toma de muestras - Nombre de la institución que realizó el estudio - Nombre de los profesionales que realizaron las tareas - Análisis de datos y resultado - Reporte de cualquier otro antecedente relevante | Trimestre 2, dentro del mes siguiente a la recepción del informe respectivo |
| 2 | Ejecución del Estudio Científico | Informe de los resultados de los estudios efectuados trimestralmente, indicando: <ul style="list-style-type: none"> - Fechas de mediciones - Coordenadas geográficas de la toma de muestras - Nombre de la institución que realizó el estudio - Nombre de los profesionales que realizaron las tareas - Análisis de datos y resultado - Reporte de cualquier otro antecedente relevante | Trimestre 3, dentro del mes siguiente a la recepción del informe respectivo |

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO SALMONES MULTIEXPOR S.A. – PISCICULTURA MOLCO

| REPORTE DE AVANCE N° | | 4 | | |
|--------------------------------------|--|--|---|--|
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE | |
| 2 | Ejecución del Estudio Científico | <p>Informe de los resultados de los estudios efectuados trimestralmente, indicando:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fechas de mediciones - Coordenadas geográficas de la toma de muestras - Nombre de la institución que realizó el estudio - Nombre de los profesionales que realizaron las tareas - Análisis de datos y resultado - Reporte de cualquier otro antecedente relevante | Trimestre 4, dentro del mes siguiente a la recepción del informe respectivo | |
| REPORTE DE AVANCE N° | | 5 | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE | |
| 4 | Realización de Capacitación Anual sobre Riles y Permisos Ambientales | Registro de Capacitación correspondiente al año 2016, que contenga los temas tratados en dicha capacitación, fecha y lugar de su realización, profesionales que la dictaron y los trabajadores que asistieron a esta actividad | Año 1, desde la notificación de la resolución que aprueba el PdC | |

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO SALMONES MULTIEXPORTE S.A. – PISCICULTURA MOLCO

| REPORTE DE AVANCE N° | 6 | | | | |
|--------------------------------------|--|--|--|--|--|
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE | | |
| 4 | Realización de Capacitación Anual sobre Riles y Permisos Ambientales | Registro de Capacitación correspondiente al año 2017, que contenga los temas tratados en dicha capacitación, fecha y lugar de su realización, profesionales que la dictaron y los trabajadores que asistieron a esta actividad | Año 2, desde la notificación de la resolución que aprueba el PdC | | |
| REPORTE DE AVANCE N° | 7 | | | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE | | |
| 5 | Se ejecuta la limpieza del cuerpo receptor, en los plazos establecidos | Registro de Limpieza realizado en el trimestre respectivo, que contenga: - Fecha de las faenas - Individualización de las personas que lo efectuaron - Identificación del lugar en que se realizó la limpieza - Acta que describa el resultado de la actividad | Trimestre 1 | | |
| REPORTE DE AVANCE N° | 8 | | | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE | | |

| | | | |
|---|--|--|-------------------------|
| 5 | Se ejecuta la limpieza del cuerpo receptor, en los plazos establecidos | <p>Registro de Limpieza realizado en el trimestre respectivo, que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fecha de las faenas - Individualización de las personas que lo efectuaron - Identificación del lugar en que se realizó la limpieza - Acta que describa el resultado de la actividad | Trimestre 2 |
| REPORTE DE AVANCE N° | 9 | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE |
| 5 | Se ejecuta la limpieza del cuerpo receptor, en los plazos establecidos | <p>Registro de Limpieza realizado en el trimestre respectivo, que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fecha de las faenas - Individualización de las personas que lo efectuaron - Identificación del lugar en que se realizó la limpieza - Acta que describa el resultado de la actividad | Trimestre 3 |
| REPORTE DE AVANCE N° | 10 | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE |

| | | | | |
|---|-----------|--|--|-------------------------|
| | | | | |
| | 5 | Se ejecuta la limpieza del cuerpo receptor, en los plazos establecidos | <p>Registro de Limpieza realizado en el trimestre respectivo, que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fecha de las faenas - Individualización de las personas que lo efectuaron - Identificación del lugar en que se realizó la limpieza - Acta que describa el resultado de la actividad | Trimestre 4 |
| REPORTE DE AVANCE N° | 11 | | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE |
| 5 | | Se ejecuta la limpieza del cuerpo receptor, en los plazos establecidos | <p>Registro de Limpieza realizado en el trimestre respectivo, que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fecha de las faenas - Individualización de las personas que lo efectuaron - Identificación del lugar en que se realizó la limpieza - Acta que describa el resultado de la actividad | Trimestre 5 |
| REPORTE DE AVANCE N° | 12 | | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE |

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO SALMONES MULTIEXPOR S.A. – PISCICULTURA MOLCO

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
| <p>5</p> | <p>Se ejecuta la limpieza del cuerpo receptor, en los plazos establecidos</p> | <p>Registro de Limpieza realizado en el trimestre respectivo, que contenga: - Fecha de las faenas - Individualización de las personas que lo efectuaron - Identificación del lugar en que se realizó la limpieza - Acta que describa el resultado de la actividad</p> | <p>Trimestre 6</p> |
| <p>REPORTE DE AVANCE N°</p> | <p>13</p> | | |
| <p>N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR</p> | <p>INDICADORES DE CUMPLIMIENTO</p> | <p>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</p> | <p>PLAZO DE REPORTE</p> |
| <p>5</p> | <p>Se ejecuta la limpieza del cuerpo receptor, en los plazos establecidos</p> | <p>Registro de Limpieza realizado en el trimestre respectivo, que contenga: - Fecha de las faenas - Individualización de las personas que lo efectuaron - Identificación del lugar en que se realizó la limpieza - Acta que describa el resultado de la actividad</p> | <p>Trimestre 7</p> |
| <p>REPORTE DE AVANCE N°</p> | <p>14</p> | | |
| <p>N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR</p> | <p>INDICADORES DE CUMPLIMIENTO</p> | <p>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</p> | <p>PLAZO DE REPORTE</p> |

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO SALMONES MULTIEXPOR S.A. – PISCICULTURA MOLCO

| | | | |
|---|---|--|--|
| 5 | Se ejecuta la limpieza del cuerpo receptor, en los plazos establecidos | <p>Registro de Limpieza realizado en el trimestre respectivo, que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fecha de las faenas - Individualización de las personas que lo efectuaron - Identificación del lugar en que se realizó la limpieza - Acta que describa el resultado de la actividad | Trimestre 8 |
| REPORTE DE AVANCE N° | 15 | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE |
| 8 | Realizar los monitoreos de los parámetros físico-químicos, de acuerdo lo establecido en las RCA's | Reporte que contenga los informes de laboratorio de los monitoreos efectuados semestralmente de los parámetros físico-químicos comprometidos | Semestre 1, al mes siguiente a la recepción del informe del laboratorio respectivo |
| REPORTE DE AVANCE N° | 16 | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE |

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO SALMONES MULTIEXPORTE S.A. – PISCICULTURA MOLCO

| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE |
|--------------------------------------|---|--|--|
| 8 | Realizar los monitoreos de los parámetros físico-químicos, de acuerdo lo establecido en las RCA's | Reporte que contenga los informes de laboratorio de los monitoreos efectuados semestralmente de los parámetros físico-químicos comprometidos | Semestre 2, al mes siguiente a la recepción del informe del laboratorio respectivo |
| REPORTE DE AVANCE N° | 17 | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE |
| 9 | Remuestreos se realizan según lo establecido en el D.S. 90/2000 | Informes de laboratorio que contengan los resultados de los remuestreos practicados | Durante el mes siguiente a la recepción del informe por parte del laboratorio respectivo |
| REPORTE DE AVANCE N° | 18 | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE |

| | | | | |
|---|---|---|--|--|
| | 10 | Se elabora un protocolo interno de gestión de muestreos y remuestreos | Copia del Protocolo elaborado por Salmones Multiexport, que contiene los procedimientos que se llevarán a cabo, los cargos responsables de ello y plazos para la ejecución de muestreos y remuestreos de Riles | Durante el mes siguiente al vencimiento del plazo de ejecución de esta acción, contado desde la notificación de la resolución que aprueba el Pdc |
| REPORTE DE AVANCE N° | 19 | | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE |
| 3 | Desarrollo de Estudio de Ingeniería | Reporte con los resultados del estudio de ingeniería, que indique las medidas de mejoras que se realizarán en el proyecto | Durante el mes siguiente al vencimiento del plazo de ejecución de esta acción, contado desde la notificación de la resolución que aprueba el Pdc | |
| 3.3. REPORTE FINAL | | | | |
| N° IDENTIFICADOR ACCIONES A REPORTAR | | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | PLAZO DE REPORTE |
| 6 | Ejecución satisfactoria de medidas o acciones de mejora, para abordar el impacto no previsto, determinadas a consecuencia del Estudio de Ingeniería | Reporte de las medidas o acciones ejecutadas | Durante el mes siguiente al vencimiento del plazo de ejecución de esta acción, contado desde la notificación de la resolución que aprueba el Pdc | |

4. CRONOGRAMA

| ACCIONES | En Meses <input type="checkbox"/> | En Semanas <input type="checkbox"/> | Desde la aprobación del programa de cumplimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | 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 |
| N° Identificador de la Acción | | | 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 |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reportes | | | 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 |
| Reporte inicial | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance N° 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance N° 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance N° 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance N° 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance N° 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance N° 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance N° 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance N° 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance N° 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance N° 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance N° 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

¹ Acciones 1 y 11 se reportarán en el plazo de 15 días hábiles. Acción 7 se reportará en 1 mes.



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CENTRO DE CIENCIAS AMBIENTALES EULA-CHILE
Unidad de Sistemas Acuáticos

***"Estudio Limnológico, Calidad de agua y Uso del
Cuerpo Receptor en Descarga de Piscicultura
Molco, Multiexport Foods"***

Temuco, Junio 2016

INDICE GENERAL

| | |
|---|-----------|
| 1. ANTECEDENTES DEL LABORATORIO | 1 |
| 2. COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROFESIONAL | 5 |
| 3. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO | 9 |
| 4. PRESUPUESTO | 14 |
| 5. METODOLOGÍA Y JUSTIFICACIÓN | 15 |

1. ANTECEDENTES LABORATORIOS DE LIMNOLOGÍA Y RECURSOS HÍDRICOS, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO

- ✓ **Director del proyecto:** Dr. David Figueroa Hernández
- ✓ **Dirección:** Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Católica de Temuco, avenida Rudecindo Ortega 02950
- ✓ **Teléfono:** 45-205323
- ✓ **Correo electrónico:** dfiguero@uct.cl; caguayo@uct.cl

La investigación limnológica en la UC Temuco se inserta como una línea prioritaria en la Facultad de Recursos Naturales dada la importancia de los recursos acuáticos continentales de la región y del país. Esta línea de trabajo comienza a desarrollarse desde la década de los 80 alcanzando su consolidación en los últimos años con un equipo de profesionales altamente calificado en los diferentes aspectos de la Limnología y recursos hídricos. Las áreas de estudio de nuestro laboratorio se centran en temáticas tales como:

- Biodiversidad Acuática a nivel genético, poblacional, comunitario y ecosistémico.
- Manejo de Recursos Hidrobiológicos, a nivel de macrofitas, moluscos y peces entre otros.
- Estudios de calidad de aguas, a través de métodos físico-químico y biológicos (uso de bioindicadores)
- Capacidades de carga tanto de lagos y ríos, a través de modelos y sus predicciones
- Manejo de Cuencas Hidrográficas
- Desarrollo de estudios de líneas de base en el medio físico, biótico y humano

- Programas de Monitoreo y seguimiento ambiental
- Evaluación de riesgo ambiental, Ecotoxicología y Bioindicadores
- Hidrología ambiental y evaluación ambiental estratégica
- Información Ambiental para la Acuicultura (INFA) (Acorde a resolución 3612 – Subpesca)
- Estudios limnológicos (físico, químico y biológico) que contempla, entre otros, estudios de balance de masas, capacidad de carga, hidrodinámica y determinación de estado trófico de lagos y embalses.

El equipo profesional posee una vasta experiencia docente, de investigación y asesorías técnicas a través de numerosos proyectos ambientales y de calidad de aguas. Además, el equipo profesional posee perfeccionamiento a nivel de post grados tanto de Magíster y Doctorado (PhD).

ANTECEDENTES UNIDAD SISTEMAS ACUÁTICOS, CENTRO DE CIENCIAS AMBIENTALES EULA. UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

- ✓ **Director del proyecto:** Dr. Ricardo Barra Rios
- ✓ **Dirección:** EULA-Chile, Casilla 160-C
- ✓ **Teléfono:** 41-2661166 (41) 220 40 13
- ✓ **Correo electrónico:** ricbarra@udec.cl

El Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile de la Universidad de Concepción, creado en marzo de 1990, producto de la cooperación internacional, constituimos una unidad académica multi e interdisciplinaria, orientada a la Investigación, Formación Continua, Asistencia Técnica y Extensión en temas medioambientales. Actividades que desarrollamos a través de tres Unidades de Investigación:

- Sistemas Acuáticos
- Ingeniería Ambiental
- Planificación Territorial y Sistemas Urbanos

Nuestra Unidad desarrolla investigación en ecosistemas acuáticos continentales y estuarinos, orientada al estudio de los efectos de las actividades humanas sobre los componentes bióticos y abióticos y sus interacciones.

Estas investigaciones nos permiten conocer respuestas desde el ámbito molecular hasta el ecosistémico, teniendo como referentes espaciales la cuenca hidrográfica y la zona costera de influencias de sistemas fluviales.

Nuestras líneas de investigación son:

- Calidad de agua en sistemas acuáticos continentales y marinos.
- Contaminación de sistemas acuáticos continentales y marinos.
- Sedimentología y paleolimnología ambiental.
- Biodiversidad y bioindicadores de contaminación acuática.

- Biomarcadores como indicadores de contaminación ambiental.
- Modelación ambiental para la predicción del destino de contaminantes.
- Capacidad de carga y resiliencia del ambiente acuático.
- Hidrodinámica y modelos de dispersión de contaminantes en sistemas acuáticos continentales y marinos.
- Ecología de sistemas estuarinos, lacustres y fluviales para la gestión integrada de cuencas hidrográficas.
- Línea de base ambiental para el manejo integrado de zonas costeras.
- Conservación de la Biodiversidad Acuática.
- Estructura y Funcionamiento de Ecosistemas Acuáticos.
- Cambio climático y sus efectos sobre los recursos hídricos
- Cambio global y sus efectos en ciclos biogeoquímicos marinos
- Acidificación del océano e implicancias socio-económicas

Líneas de Investigación Dr Ricardo Barra Rios:

- Toxicología y Química ambiental
- Biomarcadores de contaminación ambiental

2. COMPOSICION Y ORGANIZACION DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TECNICO.

a) Equipo Profesional de Base

El equipo profesional de base, está compuesto por cuatro profesionales jornada completa de la Escuelas de Ciencias Ambientales de la Universidad Católica de Temuco y profesional técnico.

a) Profesionales responsables de la ejecución del proyecto

- Dr. David Figueroa Hernández
- Dr. Ricardo Barra Rios
- Mg©. Carlos Aguayo Arias

b) Profesionales Técnico y Administrativo

- MCs Jonathan Urrutia
- Dr. Carlos Esse
- Dr©. Rodrigo Santander
- BGRN María Fernanda Aguayo
- BGRN Cesar Hodgges

EXPERIENCIA DEL EQUIPO INVESTIGADOR

LIMNOLOGÍA

El Equipo investigador posee una vasta experiencia en estudios limnológicos relacionados con capacidad de carga en lagos y ríos de la región de la Araucanía. Específicamente se han realizado estimaciones tanto de capacidades de carga como y estados tróficos en los lagos Colico, Caburgua y Calafquén con el objeto de evaluación de stock pesquero, repoblamiento y calidad ambiental de estos cuerpos de agua. Además el grupo de Limnología presenta experiencia en determinación de cargas de fosforo y nitrógeno derivadas de fuentes de emisiones, puntuales y difusas y su modelamiento en los sistemas acuáticos con especial referencia a la cuenca del Lago Villarrica y cuenca del río imperial.

En forma complementaria el equipo posee experiencia en otras áreas de la limnología y recursos hídricos, tales como calidad de aguas, modelamiento, hidrología y biodiversidad. El grupo de trabajo ha desarrollado proyectos específicos para generar conocimiento, relacionados con el diagnóstico y evaluación de impacto ambiental y sus respectivas propuestas de restauración para sistemas límnicos con especial referencia a lagos y ríos. Dentro de los campos de investigación se pueden mencionar:

- Limnología avanzada, línea de trabajo bajo la responsabilidad del Dr. David Figueroa. Determinación de capacidades de carga en lagos y ríos (Lagos Colico, Caburgua, Villarrica, ríos de las cuencas del Toltén e Imperial), a través de modelos predictivos. Algunos de los propósitos de estas determinaciones tiene relación con los stocks pesqueros y repoblamiento para ellos se siguieron modelos tales como Índice morfoedáfico (MEI) (Ryder 1965). Este modelo considera el uso de los sólidos totales disueltos (STD); Índice morfoedáfico (MEI) (Oglesby 1977), considera el uso la conductividad eléctrica; Índice de clorofila "a" (Oglesby 1977). considera el uso de la clorofila "a"; Índice de fósforo total (Plante & Downing 1993), considera el uso de la cantidad de fósforo total del sistema léntico; Modelo de Productividad de Downing et al. (1990). considera el uso de la estimación de la biomasa de peces presente;

Modelo de productividad de peces de Downing y Plante (1993). considera la biomasa, la clase de tamaño más grande de la población de peces y la concentración de fósforo; Máximo rendimiento sostenible de las especies (Ricker 1981), considera el tamaño máximo de stock y la tasa de crecimiento de la especie. Estos proyectos han sido financiados por el fondo de desarrollo regional (FNDR IX Región de la Araucanía).

- Limnología física es una línea de trabajo específica desarrollada por el Ingeniero Wladimir Steffen (investigador asociado al Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos) cuyas principales temas son: morfometría de cuerpos de agua lenticos, régimen térmico y balance térmico, hidrodinámica y balance hídrico en numerosos lagos y fiordos de las regiones IX, X, XI, XII y XIII
- Ecotoxicología, área de investigación desarrollada por el Dr. Encina con una amplia experiencia en analítica de pesticidas y metales pesados. Durante los últimos siete años su investigación ha estado relacionada con riesgo ecológico y sus aplicaciones en la dictación de normas y fiscalización ambiental.
- Biodiversidad acuática, posee una unidad de investigación multidisciplinaria de la Escuela de Ciencias Ambientales de la U. Católica de Temuco, que está orientada al estudio y manejo de la biodiversidad acuática y terrestre orientado a generar conocimiento científico sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos continentales, conservación y manejo de la biodiversidad, generar medidas de protección/mitigación de los recursos hídricos y desarrollar programas de restauración en los cuerpos de agua alterados por actividad antrópica. Se cuenta con profesionales con vasta experiencia en determinaciones taxonómicas de invertebrados bentónicos, peces de aguas continentales, plantas acuáticas, perifiton, fitoplancton y zooplancton.

Los laboratorios de Limnología y Recursos Hídricos cuentan con infraestructura para el desarrollo de trabajo en terreno y de laboratorio.

Para el trabajo de campo dispone de equipos de terreno e instrumental para la toma de muestras de agua, sedimento y de material biológico: fito y zooplancton, invertebrados, peces y macrófitos acuáticos.

Para el trabajo de laboratorio Limnología cuenta con una infraestructura adecuada con 3 áreas:

- Área de análisis de calidad de agua: dispone de instrumental y espacio físico para el análisis de parámetros químicos, bacteriológicos y clorofila.
- Área de microscopía: con microscopios de investigación con ocular graduado y con cámara digital para la captura de imágenes y lupas de investigación. Dispone de la infraestructura para técnicas histológicas de rutina.
- Área de procesamiento de datos y montaje de experimentos: dispone de espacio e instrumental para montaje de experimentos, estufas de secado, mufla, análisis granulométrico de sedimento, entre otros.

Para el trabajo de laboratorio Ecotoxicología cuenta con una infraestructura adecuada con 3 áreas

- Área destinado a análisis de calidad de aguas, monitoreo ambiental
- Área destinada a bioensayos con sistema de control de temperatura, repisas para ensayos y cámaras de cultivo para bioensayos con distintos xenobioticos
- Laboratorio de cultivo techado con agua pozo y sistema de circulación continuo, UV visible.

Además ambos laboratorios cuentan con equipamiento de Información Cartográfica y Sensores Remotos, Bases de datos espaciales digitales VII, IX, X XIV y XI Regiones, Cartas Aerofotogramétricas 1:250.000 VII, IX X XIV y XI Regiones, Cartas topográficas IGM 1:50.000 y 1:25.000., ORTOFOTOS 1:20.000.- CIREN, Imágenes satelitales LANDSAT 5TM – 7ETM+, ASTER, SRTM y Fotografías aéreas SAF.

Equipamiento de terreno entre otros; Lancha con motor fuera de borda con capacidad para ocho personas, Muestreadores limnológicos tales como diferentes botellas limnológicas, Sonda multiparamétrica YSI para profundidad para medir temperatura, oxígeno, redox, pH, conductividad, Clorofila a, amonio, entre otros.

3. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

Recurso infraestructura y equipos:

Para la realización de este proyecto, la Escuela de Ciencias Ambientales cuenta con la siguiente infraestructura:

a) Laboratorio de Ecotoxicología y Monitoreo Ambiental

Laboratorio de Ecotoxicología y Monitoreo ambiental 30 m² destinado a análisis de calidad de aguas.

Laboratorio de bioensayos de 45 m² con sistema de control de temperatura, repisas para ensayos

Laboratorio de cultivo techado 24 m² con agua pozo y sistema de circulación continuo, uv visible.

Equipos de laboratorio:

- 3 agitador magnético (Thermolyne)
- 1 destilador (EASYpure RF)
- 1 Destilador de nitrógeno
- 1 balanza analítica (Chyo)
- 1 desionizador (EASYpure RF)
- 2 estufa de secado
- 1 mufla
- 2 horno
- 2 cámaras incubador DBO5 (VELP)
- 15 bombas de aire
- 2 pHmetro (Orion)
- 1 oxígeno metro (YSI)
- 2 conductivimetro
- 1 espectrofotómetros UV Visible (Genesis 2PC).

Equipo de muestreo e otros

- 2 botellas Van Dorn (volumen: 5 l)
- Red Surber (3)
- Red Tipo D (2)
- Correntómetro.

b) Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos:

Cuenta con espacios físicos de laboratorios equipados con todo el material de muestreos limnológicos como asimismo de los recursos computacionales para ingresar y procesar toda la información generada dentro del presente estudio. Para el caso de nuestro proyecto el laboratorio cuenta con:

- Ecosonda SIMRAD S60 con unidad de computadora
- Botellas Van Dorn y Friedinger
- Corer y dragas para sedimento
- Sondas de mano para la medición de pH, T^o, Redox y conductividad, entre otros.
- Redes de fito y zooplancton con diferentes tramas
- Microscopios y Lupas de alta resolución
- Estufa de esterilización y secado Binder
- Estufa de secado Memmert
- Balanzas de precisión 0.001 g
- GPS
- Correntómetro
- Pesca Eléctrica
- Redes de cerco diferentes tamaños de red
- Redes agalleras del tipo pejerreyeras

Software SIG

- 3 Licencias PC ARC/INFO 3.5.1–4.0
- 6 Licencias ArcView 3.2 (Extensiones Spatial Analyst, 3D Analyst e imagen Analyst)
- 3 Licencias ArcGis 8.2 (Extensiones Spatial Analyst, 3D Analyst y Geostatistical Analyst)
- 3 Licencias ArcGis 9.2 full
- 1 Licencia MapObject LT2
- 1 Licencia Idrisi 2.0
- 5 Licencias PCI Geomatica v 8.2.

Equipamiento de Campo y Gabinete

- GPS, Brújulas, Clinómetros, Altimetros.
- GPS diferencial Trimble.
- Kit de Suelo, Tablas Munsell.
- Martillos Geológicos, Palas, Picotas Chuzos.
- Huinchas, Forcípulas, hipsómetros.
- Estereoscopios de Espejos y de Bolsillo, Lupas, Planímetros y Curvímetros.
- Bote (+ motor fuera de borda y equipamiento de seguridad).
- Cámara Fotográfica, Cámara de Video.
- Centro de documentación técnica.
- 1 Retroproyector y Telón.

Información Cartográfica y Sensores Remotos

- Bases de datos espaciales digitales VII, IX Y X Regiones.
- Cartas Aerofotogramétricas 1:250.000 VII, IX y X Regiones.
- Cartas topográficas IGM 1:50.000 y 1:25.000.
- ORTOFOTOS 1:20.000.- CIREN.
- Imágenes satelitales LANDSAT 5TM – 7ETM+, ASTER, SRTM.
- Fotografías aéreas SAF.

4. PRESUPUESTO

| Parámetro | Puntos de muestreos (incluye 1 replicas) | Numero Muestreos Año | Total UF |
|---|--|----------------------|-------------|
| Macroinvertebrados Bentónicos como indicadores biológicos y caracterización de habitat | 5 | 4 | 559 |
| Análisis interpretativo de los resultados, en relación a un potencial grado de deterioro de las aguas, en la estación de referencia situada aguas arriba de la descarga, y al efecto del efluente sobre el ecosistema situado aguas debajo de ella. 1. Caracterización hidráulica. 2. Caracterización sedimentológica 3. Caracterización de flora acuática (macrofitas) como Indicadores biológicos 4. Caudales de aforo | 5 | 4 | 618 |
| Toma de muestra y Análisis (Caracterización físico-química del efluente realizada contemporáneamente al estudio del ecosistema fluvial.) Calidad de Aguas para Estudio de Limnología con un enfoque físico-químico que tenga una relación directa con los indicadores biológicos además por dilucidar lo percibido por la comunidad, parámetros propuestos: 1. pH 2. Conductividad 3. Sólidos Disueltos (SD) 4. Oxígeno Disuelto 5. Nitrato 6. Nitrito 7. Nitrógeno Total 8. Nitrógeno Orgánico 9. Fósforo Total 10. Orto-fosfato 11. DBO5 12. DQO 13. Sulfuro 14. COD 15. COT | 5 | 4 | 682 |
| ESTUDIOS DE "USOS DEL CUERPO RECEPTOR" 1. Actualización de descripción del emplazamiento de la planta. 2. Croquis tanto de Google Earth como de Arcview que detallen cada uno de los puntos. 3. Recorrido del tramo indicando las Coordenadas y Datum WGS 84 4. Unifilar para cada cuerpo receptor. 5. Fotografías del recorrido. | 1 | 1 | 77 |
| SUB TOTAL | | | 1.936 |
| OVERHEAD UCT/UDEC 25% | | | 645 |
| TOTAL | | | 2581 |

**Laboratorio de Limnología y Recursos
Hídricos Escuela de Ciencias Ambientales
Universidad Católica de Temuco**

**Unidad sistemas Acuáticos
Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile
Universidad de Concepción**

METODOLOGÍA Y JUSTIFICACIÓN

Se considera un plan de monitoreo, con 15 parámetros y/o variables identificadas y justificadas técnicamente, en 5 estaciones de monitoreo (E1:Bocatoma, E2:100m desde la descarga, E3:400m desde la descarga, E4:2000m desde la descarga (distancia variable), E5:Post-descarga de otras fuentes emisoras), con una periodicidad trimestral, que contempla variabilidad estacional (invierno, primavera, verano y otoño) y productiva.

Respecto a la Estacion 4: 2000m desde la descarga, esta estación correponderá a una estacion movil por lo que una vez realizado el estudio de cuenca se decidira a nivel experto, si el muestreo se realizará aguas arriba o aguas debajo de los 2000m desde la descarga, de manera de captar de mejor manera la potencial influencia de la piscicultura Molco, sobre el recurso.

Este plan se consensuo con criterio de experto y experiencia en trabajos anteriores realizados por equipo UCT y UDEC, considerando 2 aspectos críticos, los cuales permitirán medir con mayor precisión la variación de los parámetros variables propuestos:

- a) Periodo de estacional:** la definición de un monitoreo estacional permite medir la variación de los distintos parámetros, bajo los distintos escenarios de dilución y/o biomasa asociada a la producción de la piscicultura.
- b) Fluctuaciones de Biomasa:** asociando el monitoreo a los periodos de mayor esfuerzo productivo, con alto uso de productos nutritivos y/o paliativos de enfermedades, entre otros

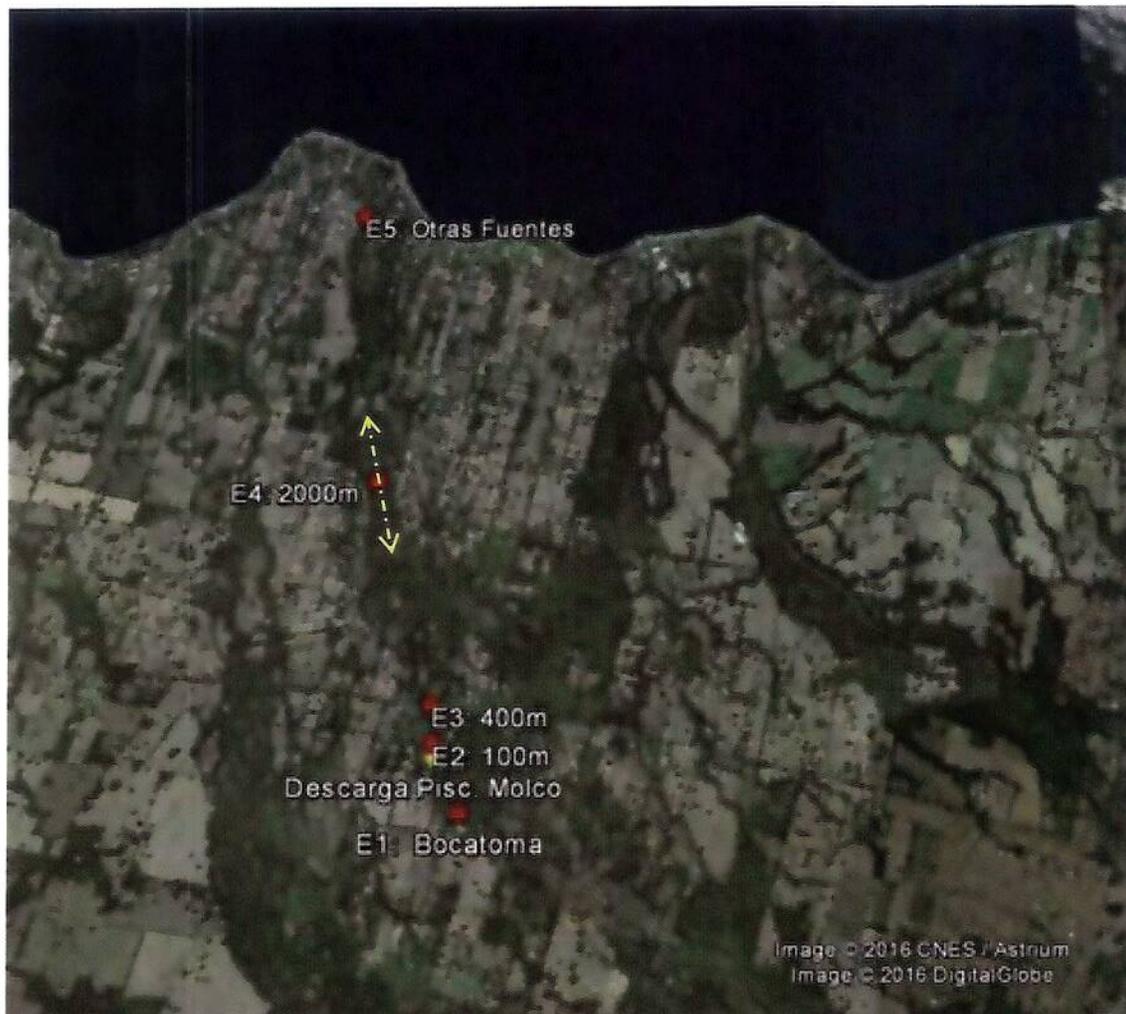


Fig 1: Diseño espacial de estaciones de monitoreo en Estero Molco

- Reconocimientos de hábitat y el modelo de muestreo estratificado

El diseño muestral considerará un muestreo estratificado (Sheaffer et al, 1987), definiendo una muestra aleatoria estratificada, obtenida mediante la separación de los elementos de la población en grupos que no presentan traslapes, llamados estratos. Posteriormente se selecciona de una muestra aleatoria en cada estrato.

Los ecosistemas fluviales se caracterizan en su funcionamiento por presentar una alta dinámica en sus escalas espacial y temporal la cual debe ser recogida en las aproximaciones metodológicas para su caracterización. Específicamente la escala espacial en estos ecosistema reconoce tres dimensiones a considerar; la dimensión longitudinal, lateral y vertical del curso fluvial generando diversos macro-hábitat que caracterizan condiciones abióticas y bióticas de cada uno de ellos. Por ejemplo el canal principal, zonas de inundación y zonas hiporréicas, cada una de ellas alberga condiciones biológicas que la caracterizan. Las principales características que influyen en estos macro-hábitat tienen relación con la velocidad de la corriente y el caudal, ambas variables modelan los sistemas fluviales generando otros hábitats muy característicos como son las áreas de pozones y de rápidos (Munné et al 1998). Las condiciones abióticas de velocidad de corriente, profundidad, sustrato, ancho del cauce, temperatura entre otros determina comunidades biológicas distintas en un mismo segmento de río. Por lo tanto el muestreo estratificado permite una aproximación metodológica que es capaz de reconocer esta diversidad de macro y micro hábitat, el muestreo se realiza en estratos diferenciados dentro del sistema fluvial. El muestreo estratificado se aplica en sistemas con heterogeneidad de hábitats o conocidas diferencias en las poblaciones o subpoblaciones.

1. Uso Microcuenca Molco

El estudio de uso se realizará mediante el levantamiento de información cartográfica sobre los diversos usos del suelo y de los recursos hídricos existentes en el área en donde se establece la Piscicultura Molco de Salmones Multiexport S.A y específicamente en las áreas circundantes al punto de descarga de esta. El método utilizado considera dos etapas, la primera correspondiente a un levantamiento cartográfico con apoyo de diversas bases de datos espaciales en formato vectorial la cual se trabaja y procesa a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG), la segunda etapa consiste en un levantamiento de información *in situ* lo cual permite validar y corregir la cartografía final, además, en esta etapa se realiza un recorrido aguas arriba (1 km aprox) y aguas abajo (5 km) que permite georreferenciar y fotografiar los puntos de conexión de la red hídrica secundarias con la red principal.

“Usos del Cuerpo Receptor”

1. Croquis en Google Earth y Arcview con detalle de cada uno de los puntos.
2. Información de tramos indicando las Coordenadas y Datum WGS 84
3. Actualización unifilar para cada cuerpo receptor.
4. Actualización de información de la DGA y el SEA.

2. Indicadores Biológicos y Habitat

Los indicadores biológicos se constituyen como parámetros de análisis rápido, de bajo costo y como una medida indirecta de la calidad del hábitat para las especies, basándose en la cuantificación de especies tolerantes e intolerantes al aporte de material orgánico.

Índices Bióticos

Para estimar la calidad de las aguas en cada uno de los puntos asociados a las pisciculturas, se procederá a calcular el siguiente índice biótico de calidad de aguas (dejando abierta la opción de ocupar otro índice, para el estudio):

➤ Índice Biótico de Familia IBF de Hilsenhoff (1988)

Se determina la taxonomía completa de los macroinvertebrados bentónicos a nivel de familia y se estima el número de individuos en cada familia por punto de muestreo. Posteriormente se determina el puntaje de tolerancia, en donde "0" representa el menos tolerante a la contaminación orgánica y "10" corresponde al más tolerante a dicho tipo de contaminación. Estos valores de tolerancia para macroinvertebrados bentónicos fueron adaptados a la fauna local presente en el área de estudio, por Mercado (2003). Los puntajes obtenidos son incluidos en la ficha de registro para calcular el IBF de Hilsenhoff (1988) según la siguiente ecuación:

$$IBF = 1 / N \sum ni ti.$$

Donde:

N = número total de individuos en el sitio de muestreo.

ni = número de individuos en una Familia

ti = puntaje de tolerancia de cada Familia.

3. Macrofitas

Los macrófitas de aguas continentales representan alrededor del 1 % del total de la flora vascular del mundo (Chambers et al. 2008). Constituyen un grupo interesante por su alto grado de especialización y simpleza corporal, además del uso potencial como alimento, fertilizante, productores de biogás, en el tratamiento de aguas servidas o como indicadores del estado trófico de un sistema acuático (Ramírez et al. 1982, Lakshman 1987, Wolverton 1987, Ederra 1997, Goslee et al. 1997, Hauenstein et al. 2008, Romero-Ortiz et al. 2011).

Una de las aplicaciones más interesante de las macrófitas es su utilización como bioindicadores de condiciones tróficas de un cuerpo de agua. En relación a lo anterior cabe señalar que la deficiencia de nutrientes determina que la vegetación acuática sea poco abundante (Campos et al. 1983, 1989), y por el contrario cuando hay muchos nutrientes principalmente nitratos y fosfatos (aguas eutrofizadas), las macrófitas adquieren un desarrollo exuberante (Ramírez & San Martín 2006).

Las macrófitas indicadores, por presencia y abundancia constituyen una herramienta muy útil, económica y fácil de aplicar en la determinación de condiciones tróficas y,

como grupos indicadores alcanzan mayor valor si se consideran en el cálculo de índices de calidad de agua.

Adicionalmente, sugerimos el monitoreo del componente fitoplanctónico en el sistema, pues es este componente quien hace un uso eficiente de los nutrientes y el estudio de su composición y estructura puede ayudar a comprender si una descarga está teniendo impactos relevantes sobre el sistema fluvial.

4. Análisis químico (parámetros)

En la cuenca del Estero Molco, donde descarga la piscicultura del mismo nombre, uno de los impactos potenciales de este tipo de descargas es el proceso de Eutroficación, que consiste en el deterioro de la calidad del agua por el exceso de nutrientes y carga orgánica. Por ello, nuestra recomendación es el monitoreo completo de la serie del Nitrógeno y del Fósforo Total y disuelto, así como parámetros asociados a la carga orgánica como la demanda bioquímica de oxígeno y la demanda química de oxígeno, que permite visualizar la ocurrencia en el agua de la fracción biodegradable de la materia orgánica y aquella refractaria a la degradación.

La medición de parámetros como los sólidos totales disueltos, y los parámetros de pH Temperatura y conductividad pueden ser excelentes trazadores del alcance local de la descarga en el cuerpo receptor.

Otros componentes relevantes, son el Sulfuro, que puede estar asociado a la ocurrencia de eventos de malos olores, y a la reducción del contenido de oxígeno disuelto, promoviendo la degradación anaeróbica de la materia orgánica.

La adecuada selección de los sitios de muestreo puede ser además un aspecto a tener en consideración, más allá de lo que indique la RCA, pues en una escala espacial más amplia como la planteada a nivel de cuenca, permitirá identificar también la posible entrada de otras descargas en el sistema, ignoradas hoy y que podrían provocar efectos acumulativos a lo largo del curso fluvial.