

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

Profesor Patrocinante: Dr. Álvaro Suazo Schwencke

**Distribución de fauna íctica identificada a través
del sistema de evaluación ambiental en la cuenca
del río Biobío**

**Proyecto de título presentado en conformidad a los requisitos para obtener
el Título de Ingeniero Civil**

MAURICIO ALEXANDER ULLOA CARRASCO

Concepción, marzo 2017

INDICE

1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 Justificación	4
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Revisión Bibliográfica.....	5
1.3.1 Definiciones generales.....	5
1.3.2 Estudios de distribución de fauna íctica en Chile.	5
1.3.3 Artes de pesca aplicables al monitoreo de especies ícticas.	6
1.3.4 Índices utilizados en estudios limnológicos.	7
2 GENERALIDADES DEL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL	8
2.1 Servicio de evaluación ambiental	8
2.2 Sistema de evaluación de impacto ambiental	8
2.3 Declaración de impacto ambiental	9
2.4 Estudio de impacto ambiental	9
2.5 Dirección General de Aguas	10
2.6 Estados de conservación de especies	11
2.7 Endemismo de especies	11
3 METODOLOGÍA	12
3.1 Identificación de Fauna íctica	12
3.2 Identificación geográfica de la fauna íctica en la cuenca	12
3.3 Elaboración mapa georreferenciado	13
3.4 Comparación de la variación en la captura por unidad de esfuerzo anual... ..	13
4 RESULTADOS Y ANÁLISIS	14
4.1 Proyectos considerados	14
4.2 Fauna íctica identificada en la cuenca del río Biobío.....	16
4.3 Ubicación geográfica de la fauna íctica registrada	23
4.4 Mapa georreferenciado con Google Earth	26
4.5 Captura por unidad de esfuerzo anual en la cuenca del río Biobío.	28

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	31
Anexo A: Registro de proyectos y muestreos	33
Anexo B: Archivos SHP cuencas y sub cuencas	33
Anexo C: Archivos SHP muestreos por especie	33
Anexo D: Descripción de especies detectadas en la cuenca del río Biobío	33

DISTRIBUCIÓN DE FAUNA ÍCTICA IDENTIFICADA A TRAVÉS DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO BIOBÍO

Autor: Mauricio Alexander Ulloa Carrasco

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío

Correo Electrónico: maaulloa@alumnos.ubiobio.cl

Profesor Patrocinante: Dr. Álvaro Suazo Schwencke

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío

Correo Electrónico: asuazo@ubiobio.cl

RESUMEN

El presente proyecto de título pretende proporcionar un registro que sirva de guía en la confección de estudios en la evaluación ambiental de proyectos situados en la cuenca del río Biobío. Dada la inexistencia de un archivo que compile toda la información del servicio de evaluación ambiental en lo que refiriere a la fauna íctica, surge la idea de realizar un registro georreferenciado mediante la información proporcionada por los estudios de impacto ambiental. Además, incluye información como coordenadas UTM donde se han avistado las diferentes especies, tipo y tiempo de pesca utilizado en la captura; clasificación de especies presentes según las subcuencas del río Biobío y una comparativa de la variación en la captura por unidad de esfuerzo anualmente según las diferentes sub cuencas. De esta forma se podrá tener una visión concreta sobre la distribución de especies ícticas y facilitar la confección de estudios de impacto ambiental.

Palabras claves: Cuenca, Río Biobío, Limnología, Fauna íctica, Ley 19300.

Número de Palabras: 7764 Palabras texto + 8 Figuras/Tablas*250 = 9764.

DISTRIBUTION OF FISHES IDENTIFIED THROUGH THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT SYSTEM IN THE BIOBÍO RIVER BASIN

Author: Mauricio Alexander Ulloa Carrasco

Department of Civil and Environmental Engineering, Universidad del Bío-Bío

Email: maaulloa@alumnos.ubiobio.cl

Advisor: Dr. Álvaro Suazo Schwencke

Department of Civil and Environmental Engineering, Universidad del Bío-Bío

Email: asuazo@ubiobio.cl

SUMMARY

The present degree project aims to provide a registry that works as a guide on the creation of studies in the environmental evaluation of projects located on the Biobío River basin. Given the inexistence of a file which compiles all the information of the environmental evaluation service on which refers to the ichthyofauna, arises the idea of making a georeferenced registry with the information given by the environmental impact studies. Also, this report includes information as UTM coordinates where different species have been seen, type and time of fishing used on the catching, classification of the present species according to the Biobío River sub-basins and a comparative variation on the capture per effort unit annually according to the different sub-basins. By this we could have a concrete vision about the distribution of ichthyic species and ease the environmental impact studies creation.

Keywords: Basin, Biobío River, Limnology, Ichthyic fauna, Law 19300.

1 INTRODUCCIÓN

El progreso de las civilizaciones siempre ha estado relacionado en torno a los ríos, produciendo naturalmente, que las industrias surgieran también en cercanía al recurso hídrico, en especial si se considera el potencial energético de los mismos. Pero este proceso acarrea impactos ambientales en estas zonas dañando el medio físico y biótico.

El sistema de evaluación ambiental obliga, a los proyectos que insertos dentro del artículo número 10 de la ley 19.300, a analizar estos impactos y entregar medidas de mitigación, reparación y compensación para disminuir el daño a los ecosistemas que puedan producir en cualquiera de sus fases. Por esto se vuelve necesario el planteo de una línea base, que dé cuenta de las condiciones iniciales de la zona a intervenir. Los proyectos que presenten efectos sobre los cursos de agua, como ríos lagos o canales, deberán dar cuenta de la íctiofauna presente en la zona afectada mediante estudios limnológicos. Proporcionando información sobre familias y especies, si son endémicas o introducidas, declaradas vulnerables o en peligro de extinción, así como su distribución.

Es de suma importancia conocer la información mencionada tanto por la preservación del ecosistema, como los intereses económicos implícitos en la realización del proyecto, al igual que para la comunidad general que cada vez aumenta su conciencia ambiental.

Debido a que a partir del año 2000 entre la región del Biobío y de la Araucanía se han generado más de 20 proyectos de centrales generadoras de energía mayores a 3 MW, entre otras tipologías que afectan los cursos de agua, se vuelve de interés estudiar la cuenca del río Biobío.

1.1 Justificación

La ley 19.300 en su artículo número 10, exige a determinados proyectos su sometimiento al sistema de estudio ambiental que, para efectos de la íctiofauna, representa la realización de estudios limnológicos.

Como se ha descrito, es importante la determinación de la íctiofauna presente en los cauces del país. Sin embargo, aunque exista el interés de las autoridades, el costo económico, las gestiones necesarias para realizar estudios y mantenerlos actualizados de forma periódica; existe una situación de falta de información que complica el proceso de análisis ambiental.

Por lo anterior, este informe pretende servir como antecedente base de la distribución de íctiofauna para futuros proyectos en la cuenca del río Biobío, debido al aumento de los proyectos mencionados que afectan a los cursos de agua en la región del Biobío y la Araucanía.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Establecer la distribución de fauna íctica en la cuenca del río Biobío, a partir de los datos incluidos por los proyectos ingresados al servicio de evaluación ambiental.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar la fauna íctica presente en la cuenca del Biobío.
- Identificar la distribución geográfica de la fauna íctica en la cuenca del Biobío.
- Elaborar un mapa georreferenciado de la fauna íctica en la cuenca del Biobío.
- Comparar la variación en la captura por unidad de esfuerzo de especies relevantes.

1.3 Revisión Bibliográfica

En este apartado, se presenta el resultado de la revisión bibliográfica de estudios similares, los cuales sirvieron de guía para el presente informe.

1.3.1 Definiciones generales.

- **Ecología:** Ciencia que estudia los seres vivos como habitantes de un medio, y las relaciones que mantienen entre sí y con el propio medio.
- **Limnología:** La limnología es la rama de la ecología que estudia los ecosistemas acuáticos continentales, las interacciones entre los organismos acuáticos y su ambiente, que determinan su distribución y abundancia en dichos ecosistemas.
- **Fauna íctica:** El término hace referencia a las especies de peces presentes en un lugar.

1.3.2 Estudios de distribución de fauna íctica en Chile.

A continuación se presentan los estudios encontrados:

- Caracterización de los peces en cinco lagos del sur de Chile (Vieta, 2010).
- Composición, origen y valor de conservación de la íctiofauna del Río San Pedro, cuenca del río Valdivia, Chile (Habit, 2012).
- Comunidades de peces en desembocaduras de ríos y esteros de la región de Valparaíso, Chile central (Zunino, 2009).
- Contribución al conocimiento de la fauna íctica del río Itata (Habit, 1994).
- Ictiofauna de aguas continentales Chilenas (Ruiz, 2004).
- Ictiofauna del sistema hidrográfico del río Maipo (Duarte, 1971).
- Peces límnicos de Chile (Vila, 1999).

Todos los estudios comparten la misma metodología para determinar la distribución de la fauna íctica. La cual consta de revisiones bibliográficas y captura de especímenes en terreno para su registro. Estos métodos poseen limitaciones que se presentan a continuación:

- Los registros bibliográficos antiguos pueden no representar la actualidad.
- La ubicación de estaciones de muestreo está limitada por la accesibilidad física a las zonas de interés.
- La cantidad y diversidad de especímenes registrados por estación puede depender de la fecha de la realización del estudio debido a la migración de algunas especies.
- Un muestreo puede explicar la situación actual de una zona de estudio. Pero debido a que cada uno de estos deben ser realizados por personal especializado en terreno. Es difícil mantener registros actualizados considerando el costo económico y de tiempo que estos representan.

1.3.3 Artes de pesca aplicables al monitoreo de especies ícticas.

En Chile la ley general de pesca y acuicultura en su título VII sobre la investigación no habla sobre las artes recomendadas para la correcta ejecución de las mismas. Por lo que se recurre al protocolo de muestreo de fauna ictiológica en ríos, código ML-R-FL-2015 del ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente. Gobierno de España.

Se define la pesca eléctrica como el arte de pesca apto para la investigación y registro de especímenes. La ventaja de esta metodología radica en que posee un bajo impacto sobre los ejemplares, permitiendo una rápida recuperación de los peces. Además, es un método no selectivo que permite la captura de la totalidad de organismos presentes en el área, sin distinción de especie ni tamaño corporal.

La pesca eléctrica puede ser asistida mediante el uso de redes las cuales se usan a modo de contención para evitar que los especímenes salgan del área de muestreo.

1.3.4 Índices utilizados en estudios limnológicos.

A continuación se presentan los índices mayormente usados en estudios limnológicos. Los cuales pueden usarse para caracterizar la condición biológica de zonas de interés tanto como para su posterior comparación.

- Abundancia total (N): corresponde al número total de individuos en cada muestra.
- Captura por unidad de esfuerzo (CPUE): La cantidad de capturas que se logran por unidad de arte de pesca; por ejemplo, el número de peces por hora utilizando pesca eléctrica es una forma de expresar la CPUE. puede utilizarse como medida de la eficiencia económica de un tipo de arte, pero normalmente se utiliza como índice de abundancia.
- Riqueza específica (S): corresponde al número total de especies (o taxa) obtenido para una comunidad en un punto de muestreo.
- Índice de Shannon–Wiener: Este índice mide la incertidumbre de una población. De este modo, una elevada diversidad implica una alta incertidumbre. El valor de este índice se encuentra acotado entre 0 y el logaritmo en base dos, tendiendo a cero en comunidades poco diversas. La fórmula aplicada para determinar este índice es:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (pi) \log_2(pi)$$

Donde pi es la proporción de individuos total en la muestra que pertenece a la especie “i” (Krebs, 1999).

- Índice de equidad de Pielou: La equidad es la medida de la distribución de la abundancia de las especies, su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. este índice es:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde H' es el valor del índice de Shannon – Wiener, y H'max es el valor máximo de este índice dado por el logaritmo natural de (S), donde “S” es la riqueza de taxa o riqueza de especies (Krebs, 1999).

2 GENERALIDADES DEL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

A continuación, se presentan conceptos, términos y las instituciones que son la principal fuente de información para el presente informe.

2.1 Servicio de evaluación ambiental

El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) es un organismo público, creado por la ley N°20.417, cuya función central es tecnificar y administrar el instrumento de gestión ambiental denominado “Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental” (SEIA). SEA informa todos los procedimientos y aspectos que involucra el proceso ambiental, que establezcan los organismos del estado competentes, como los ministerios, entre otros. Además, recae la responsabilidad de fomentar la participación ciudadana en este proceso.

2.2 Sistema de evaluación de impacto ambiental

El principal instrumento con el que cuenta SEA es el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Este instrumento permite introducir la dimensión ambiental en el diseño, la ejecución de los proyectos y actividades que se realizan en el país. Está encargado de evaluar y certificar que las iniciativas, tanto del sector público como del sector privado, se encuentren en condiciones de cumplir con los requisitos ambientales que les son aplicables.

Toda actividad dentro de un proyecto que pueda causar un impacto ambiental, sólo se puede ejecutar o modificar previa evaluación de su impacto ambiental, mediante la presentación de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Al someter un proyecto al SEIA, este se encuentra acreditado al cumplir la normativa, obteniendo las autorizaciones ambientales respectivas. El objetivo de estas normas es asegurar la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

2.3 Declaración de impacto ambiental

La declaración de impacto ambiental (DIA), es el documento descriptivo de una actividad o proyecto que se pretende realizar, o de las modificaciones que se le introducirán; otorgado bajo juramento por el respectivo titular, cuyo contenido permite al organismo competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes.

2.4 Estudio de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental (EIA), es un documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental, describir las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

Por lo anterior, EIA es más completa que DIA, siendo esta última sólo un indicador de cumplimiento de la norma. Además, los proyectos que requieran EIA deben incluir la participación ciudadana (PAC), aunque la ley N° 20.417 que modifica la ley N° 19.300 extiende espacios de participación en las declaraciones de impacto ambiental.

En síntesis, es el artículo 10 de la ley 19.300 el que establece los proyectos o actividades que deben someterse a una declaración de impacto ambiental y someterse al SEIA; a menos que genere alguno de los efectos, características o circunstancias contemplados en el artículo 11. De ser así, se debe presentar un estudio de impacto ambiental. A continuación, se presentan estos:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones y residuos.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.

- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos.
- Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares susceptibles de ser afectados; así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y aquellos pertenecientes al patrimonio cultural.

2.5 Dirección General de Aguas

La Dirección General de Aguas (DGA), es el organismo del Estado encargado de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente; como también de proporcionar y difundir la información generada por su red hidrométrica y la contenida en el Catastro Público de Aguas, con el objeto de contribuir a la competitividad del país y mejorar la calidad de vida de las personas.

Sus funciones están indicadas en el D.F.L. N° 850 de 1997 del Ministerio de Obras Públicas, referidas a las que le confiere el Código de Aguas, D.F.L. N° 1.122 de 1981 y el D.F.L. MOP N° 1.115 de 1969. Estas funciones se ejercen a través de su organización, en las Divisiones de: Estudios y Planificación, Hidrología y Legal; los Departamentos de: Administración de Recursos Hídricos, Conservación y Protección de Recursos Hídricos, Administrativo y Secretaría General, el Centro de Información de Recursos Hídricos; y las Unidades de: Glaciología y Nieves, Fiscalización, y Organizaciones de Usuarios y Eficiencia Hídrica.

2.6 Estados de conservación de especies

El estado de conservación de una especie, es una medida de la probabilidad que la especie continúe existiendo en el futuro; en vista no sólo del volumen de la población actual, sino también de las tendencias que han mostrado a lo largo del tiempo, de la existencia de predadores u otras amenazas, de las modificaciones previstas en su hábitat, etc.

La más difundida de las clasificaciones para el estado de conservación es la elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (<https://www.iucn.org/es>), que compila la llamada Lista Roja de especies amenazadas. A continuación, se muestra la clasificación:

- Extinta (EX)
- Extinta en estado silvestre (EW)
- En peligro crítico (CR)
- En peligro (EN)
- Vulnerable (VU)
- Casi amenazada (NT)
- Preocupación menor (LC)
- Datos insuficientes (DD)
- No evaluado (NE)

2.7 Endemismo de especies

Una especie endémica es aquella que se distribuye en un ámbito geográfico reducido y que no se encuentra de forma natural en otras partes del mundo. El endemismo, por lo tanto, refiere a una especie que sólo puede encontrarse naturalmente en un lugar.

3 METODOLOGÍA

En esta sección se explicará en detalle el procedimiento desarrollado para dar cumplimiento a cada objetivo específico.

3.1 Identificación de Fauna íctica

La fauna íctica corresponde a las especies de peces presentes en un lugar, en este caso la cuenca del Biobío. Esto incluye a las especies endémicas e introducidas, siendo en Chile un total de 44 especies de las cuales 24 son endémicas (MMA 2016).

Para identificar las especies presentes en el río Biobío, se procederá a la revisión bibliográfica de todos los estudios de impacto ambiental introducidos al SEA tanto de la región del Biobío como la región de la Araucanía, a fin de abarcar el total de la cuenca. Se considerarán relevantes aquellos estudios de impacto ambiental que posean información de muestreos georreferenciados de fauna íctica.

Se procederá a listar los proyectos registrados, organizándolos e indicando nombre del Proyecto, tipo de proyecto, titular, fecha de presentación o ingreso al SEIA, la región y la Tipología del proyecto. Además, se agregarán dos columnas: una indicadora si el proyecto fue considerado relevante y si posee o no información morfométrica de la fauna.

Finalmente, se generará una tabla de Excel indicando con una “x” la presencia de una especie en específico o directamente la cantidad de especímenes capturados. Además, se indicará el arte de pesca y el tiempo utilizado.

3.2 Identificación geográfica de la fauna íctica en la cuenca

De los proyectos incluidos se procederá a registrar las fechas de los muestreos y las coordenadas de cada una respectivamente. Las estaciones serán enumeradas y llamadas según los proyectos originales, a fin de que el lector pueda acceder a la información.

Se procederá a realizar un cambio de unidades de medida, con el propósito de que todas las estaciones sean medidas en UTM Huso 18 y Huso 19 según corresponda.

3.3 Elaboración mapa georreferenciado

Se generarán archivos CSV (delimitado por comas) de 3 columnas por cada especie registrada: en la primera columna se mostrarán las fechas de muestreo y en las dos siguientes las coordenadas UTM ESTE y NORTE.

Se utilizará el programa Qgis (<http://www.qgis.org>) para crear el mapa. En este se dirige a la pestaña "capas<crear una capa a partir de un archivo de texto delimitado", luego explorar y se selecciona el archivo previamente creado. Marca sólo la casilla coordenada del punto, para coordenada "x" este y para coordenada "y" norte, se acciona en el botón aceptar. Luego se define la zona y el hemisferio en el espacio donde se enuncia filtrar indicando el datum, la proyección y la zona, de la siguiente forma: datum/proyección zone se le da aceptar. En la ventana "puntos" click derecho guardar como y se elige formato archivo shape de ESRI.

Posteriormente, en Google Earth pro, abrir el archivo y mostrar el mapa, se realizan ediciones de estilo y se guarda como KMZ. Se procede a obtener los archivos .SHP para las cuencas y sub cuencas del río Biobío de la mapoteca de la Dirección General de Aguas (<http://www.dga.cl>).

Utilizando el programa Arcgis (<https://www.arcgis.com>) para generar un nuevo KMZ con las cuencas y sub cuencas del río Biobío obtenidas de la DGA.

Para concluir, se superponen los puntos de muestreo con las delimitaciones de la cuenca y subcuencas para obtener visualmente la distribución de la fauna íctica.

3.4 Comparación de la variación en la captura por unidad de esfuerzo anual

En esta sección, se calculará la captura por unidad de esfuerzo promedio por especie en la cuenca del río Biobío. Se deberá despreciar los muestreos en que no se ha especificado la cantidad de especímenes capturados, ya que alterarán de manera impredecible el resultado de este análisis.

Finalmente, se tabula la información en una planilla Excel y se grafica la variación en la captura por unidad de esfuerzo anualmente.

4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Durante el desarrollo de este estudio se consiguió establecer las especies de fauna íctica y su distribución, tanto en la cuenca del río Biobío como en sus sub cuencas, mediante la creación de un archivo KMZ. Cada fase del proceso se detalla a continuación.

4.1 Proyectos considerados

En el desarrollo de este proyecto se estudiaron un total de 170 estudios de impacto ambiental, 125 en la región del Biobío y 45 en la región de la Araucanía. Sólo 46 de estos (27%) presenta información limnológica. La tabla N°1 muestra los proyectos considerados relevantes en este estudio. En la tabla N°2. Se presenta el resumen de participación y descripción de las tipologías de proyectos relevantes.

Se aprecia que la tipología más incidente es la “c” (65%), debido al aumento en el requerimiento de energía eléctrica en los últimos. Seguido por las tipologías a1, m4, o8. Mientras que a3, e8, f1, f4, i2 y p presentan una participación menor.

Tabla N°1. Nombres de los proyectos relevantes empleados

(Fuente: elaboración propia)

Nombre Proyecto	Tipología	Región
Central a gas natural las Arcillas	c	Biobío
Ampliación central térmica los Guindos	c	Biobío
Central de ciclo combinado Tierra Noble	c	Biobío
Terminal marítimo gnl Talcahuano	f4	Biobío
Minicentrales hidroeléctricas de pasada Aillín y las Juntas	c	Biobío
Central hidroeléctrica Frontera	a1	Biobío
Central el Campesino	c	Biobío
Terminal gnl Penco-Lirquén	f1	Biobío
Mini central hidroeléctrica río Chillán	c	Biobío

Tabla N°1. Nombres de los proyectos relevantes empleados (continuación)**(Fuente: elaboración propia)**

Nombre Proyecto	Tipología	Región
Central hidroeléctrica Rucalhue	c	Biobío
Pequeña central hidroeléctrica de pasada Halcones	c	Biobío
Optimización central termoeléctrica Bocamina segunda unidad	c	Biobío
Obra de regulación y retención de sedimentos en río Andalién, región del Biobío	a3	Biobío
Depósito de seguridad, etapa iv, hidronor Copiulemu s.a	o8	Biobío
Pequeña central hidroeléctrica de pasada el Pinar	c	Biobío
Minicentral de pasada Itata	c	Biobío
Pequeña central hidroeléctrica de pasada Baquedano	c	Biobío
Proyecto hidroeléctrico Molinos de agua	c	Biobío
Central hidroeléctrica aguas calientes Chaguascalientes	c	Biobío
Modernización de planta Laja	m4	Biobío
Exploracion geotermica profunda nevados de Chillan sector valle de las Nieblas	p	Biobío
Central Nuble de pasada	c	Biobío
Central hidroelectrica Laja	c	Biobío
Obras nuevas y actualizaciones del complejo forestal industrial Itata	m4	Biobío
Embalse Punilla viii región del Biobío	a1	Biobío
Central termoeléctrica ciclo combinado Campanario	c	Biobío
Extracción mecanizada de aridos desde el río Andalién	i2	Biobío
Proyecto ampliación planta Santa fe	m4	Biobío
Embalse Diguillín	a1	Biobío
Central hidroeléctrica Rucue	c	Biobío
Central hidroeléctrica Hueñivales	a1	Araucanía
Parque eólico los Trigales	c	Araucanía
Central hidroeléctrica de pasada Epril	c	Araucanía
Proyecto hidroeléctrico Puesco-Momolluco	c	Araucanía
Central hidroeléctrica de pasada el Rincón	c	Araucanía
Central hidroeléctrica los Aromos	c	Araucanía
Central hidroeléctrica doña Alicia	c	Araucanía
Central hidroeléctrica Añihuerraqui	c	Araucanía
Mejoramiento ruta 199- ch, sector Puesco-Paso	e8	Araucanía

Tabla N°2 Resumen de participación y tipologías de proyectos
(Fuente: elaboración propia)

Tipología	N° proyectos	% de participación	Descripción
a1	5	10,8	Presas y embalses
a3	1	2,1	Dragado
c	30	65,2	Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW
e8	1	2,1	Caminos públicos que puedan afectar áreas protegidas
f1	1	2,1	Puertos (agua)
f4	1	2,1	Terminales marítimos
i2	1	2,1	Extracciones en un cuerpo o curso de agua
m4	3	6,52	Industrias de celulosas, de pasta de papel y de papel
o8	2	4,34	Sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos industriales sólidos
p	1	2,17	Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales

4.2 Fauna íctica identificada en la cuenca del río Biobío

Identificados los proyectos relevantes, se procedió a enlistar las diversas especies de peces detectados en los estudios limnológicos en la cuenca del río Biobío, las que se muestran en la tabla N°3. Los estados de conservación fueron obtenidos del Ministerio del Medio Ambiente (www.mma.gob.cl).

Tabla N°3. Fauna íctica detectada en la cuenca del río Biobío.**(Fuente: elaboración propia)**

Especie	Nombre común	Estado de Conservación
Basilichthys australis	Pejerrey chileno	Vulnerable
Branchygalaxias bullocki	Puye	Vulnerable
Bullockia maldonadoi	Bagrecito	Peligro de Extinción
Cheirodon galusdae	Pocha de los lagos	Vulnerable
Cyprinus carpio	Carpa común	Introducida
Diplomystes nahuelbutensis	Bagre/Tollo	Peligro de Extinción
Galaxias maculatus	Puye/Coltrao/Tuchita	Fuera de Peligro
Gambusia officinis holbrooki	Pez mosquito	Introducida
Geotria australis	Lamprea de bolsa	Vulnerable
Mordacia lapicida	Lamprea de agua dulce	Peligro de Extinción
Nematogenys inermis	Bagre grande	Vulnerable
Oncorhynchus mykiss	Trucha arcoíris	Introducida
Percichthys melanops	Trucha negra/Trucha criolla	Vulnerable
Percichthys trucha	Perca trucha/Trucha criolla	Vulnerable
Percilia gillisi	Carmelita/Coloradita	Vulnerable
Percilia irwini	Carmelita de concepción	Peligro de Extinción
Salmo trutta	Trucha café	Introducida
Trichomycterus areolatus	Bagrecito	Vulnerable

Cabe destacar que, de las 18 especies identificadas, la mayoría de estas fueron detectadas en los estudios limnológicos y se encuentran en estado de conservación vulnerable. Además, se encuentran cuatro especies en peligro de extinción (*Bullockia maldonadoi*, *Diplomystes nahuelbutensis*, *Mordacia lapicida*, *Percilia irwini*). A continuación, se presenta una breve descripción ecológica de las especies detectadas.

Basilichthys australis: Se encuentra presente en aguas bien oxigenadas, con velocidades bajas, transparentes, profundidades mínimas de 40 centímetros y con refugios de vegetación acuática. La alimentación de estos peces consiste en insectos, pequeños invertebrados, algas filamentosas y detritus (Ruiz y Marchant, 2004).

Branchygalaxias bullocki: Vive en ríos y esteros con abundante vegetación nativa ribereña e inundada, donde las aguas fluyen lentamente sobre lechos de hojas y ramas en descomposición. La productividad primaria de estos cauces proviene principalmente de material alóctono. Típicamente, se asocia a ríos con altos niveles de ácidos húmicos en las cuencas del río Maullín y en ríos de la Isla de Chiloé. Está ausente de ambientes con aguas rápidas. La alimentación consiste en larvas de insectos, chironomidae, amphipodos, copépodos y cladoceros (Campos, 1972).

Bullockia maldonadoi: El hábitat de esta especie fue caracterizado en el sector bajo del Biobío; en sustratos de limo, arena fina y gruesa, gravilla, ripio y bolones. Como sectores preferidos, se encuentran la orilla y centro del río, en áreas sin vegetación. Su alimentación es de tipo bentónica basándose en larvas de insectos acuáticos, anfípodos y ácaros. Estudios sobre el contenido estomacal detectaron principalmente la presencia de detritus, además de hemiptera: cydnidae como ítems principales y le siguen en importancia amphipoda y acari. (V. Ruiz, 1993).

Cheirodon galusdae: Antecedentes sobre el hábitat de esta especie indican que junto con *C. pisciculus* y *C. australe* prefieren la zona litoral-sublitoral. Se observan en grandes concentraciones a poca profundidad y en contacto con la vegetación acuática.

La alimentación de estos ejemplares, estudiada en el estero Lenga, tiene como ítems principales diptera, chironomidae y ostracoda, sin embargo, este pez es considerado fundamentalmente carnívoro y sus preferencias se manifiestan sobre Insecta y Crustacea. (Ruiz y Marchant, 2004).

Cyprinus carpio: Vive en las corrientes medias y bajas de los ríos, en áreas inundadas y en aguas confinadas poco profundas, tales como lagos, meandros lagunares y embalses de agua. Las carpas son principalmente habitantes del fondo, pero buscan alimento en las capas media y superior del cuerpo de agua. Las carpas son omnívoras, con una gran tendencia hacia el consumo de alimento animal, tal como insectos acuáticos, larvas de insectos, gusanos, moluscos y zooplancton (Linnaeus, 1758).

Diplomystes nahuelbutensis: Existe una separación entre los ejemplares juveniles y adultos en cuanto al hábitat, debido que los adultos viven en aguas más torrentosas y profundas, en cambio los juveniles se asocian a preferentemente a zonas menos torrenciales ribereñas. Además, se han descrito en ambientes de ritrón, principalmente en zonas de pozones profundos con bentos, sustratos de gravilla a bolones con bajas temperaturas y alta oxigenación (Habit, 1994).

En cuanto a su alimentación ésta consiste de larvas y adultos de insectos acuáticos, vermes, aeglas y otros crustáceos, como anfípodos y camarones del género *Samastacus* (Ruiz et al., 1993).

Galaxias maculatus: Se conoce poco de su ecología (hábitat y nichos), así como de sus ciclos biológicos (reproducción, alimentación y migración). Todas las especies del género son dependientes de aguas limnéticas en toda o parte de su vida. De ahí que hay especies adaptadas totalmente a aguas de lagos interiores, sin comunicación con el mar (ríos, riachuelos), como también aquellas que tienen relación con los estuarios y que sólo en una etapa de su desarrollo viven en mares costeros. La especie mejor conocida de la familia es *Galaxias maculatus*.

La alimentación de esta consiste fundamentalmente en Chironomidae, Trichoptera, Coleoptera y como fuente principal a los invertebrados bentónicos. Un estudio del contenido estomacal revela que es un depredador carnívoro muy activo, eurifágico, que acecha sobre fauna acuática; además, se ha catalogado como capaz de adaptarse al consumo de las presas (Campos, 1985).

Gambusia offinis holbrooki: Habita tramos de aguas lentas con escasa profundidad y abundante vegetación, soportando bien la contaminación (incluso en pequeñas lagunas con vertidos de aguas residuales), con elevadas temperaturas y bajas concentraciones de Oxígeno disuelto. Su alimentación consiste básicamente de invertebrados, con una gran proporción de larvas de dípteros, copépodos y áfidos (Agassiz, 1895).

Geotria australis: Geotria australis es una especie anadrómica, es decir, se reproduce en agua dulce y luego migra al mar. El proceso reproductivo se efectúa en el verano en ambientes de ritrón. Su periodo de fecundación es corto, con un sólo ciclo de reproducción en aguas límnicas.

La alimentación preferentemente es en base a peces, es un depredador en estado adulto (Ruiz, 1993).

Mordacia lapicida: Las etapas larvales viven enterradas en la litoral de los ríos y se les ha recolectado todo el año. En etapa pelágica realiza una migración hacia el mar en invierno, mientras que en la fase adulta ha sido recolectada en el mar y ríos (Campos et al., 1993).

Según antecedentes de recolección, se puede estimar que Mordacia lapicida tiene un periodo de desove a fines de primavera y principios de verano, en ríos principalmente en áreas de ritrón.

Las fases larvales y macroftalmia están descritas en substratos de fango con abundante materia orgánica (Neira, 1984).

Nematogenys inermis: Esta especie habita en sistemas de llanura o potamones fluviales, que corresponden a lugares de corrientes relativamente lentos. Las aguas que habita son claras y limpias (Manríquez et al., 1984). Según antecedentes de Duarte et al. (1971) N. inermis prefiere moverse en aguas de corriente rápida con fondos cubiertos de abundante vegetación subacuática (Elodea y Miriophyllum), entre cuyas frondas busca refugio.

Arratia (1983) sitúa esta especie ocupando distintos hábitats según edades. Así los juveniles de hasta 50 mm, prefieren zonas cercanas a la ribera con fondo arenoso o limo de poca profundidad. Los especímenes juveniles, entre 60 y 180 mm, se sitúan a mayor profundidad, mientras que ejemplares mayores estarían ocupando pozones dentro del río.

En la cuenca del río Andalién ha sido descrito en ambientes ritrales y potamales, se ubica preferentemente en sectores con poca profundidad, lo que varía según la edad de los ejemplares (Ruiz, 1993).

Oncorhynchus mykiss: El hábitat natural son aguas claras con temperaturas estivales de alrededor de 12°C. Prefieren ríos con corriente moderada y rápida, así como lagos y embalses, existiendo así algunas poblaciones anádromas. Su alimentación se basa principalmente en larvas de invertebrados, consumiendo también otros peces de pequeño tamaño. Los jóvenes se alimentan fundamentalmente de zooplancton (Walbaum, 1792).

Percichthys melanops: Esta especie se ha descrito sólo en ríos en los sectores bajos o potamales, se encuentra preferentemente cerca de la orilla y en contacto con la vegetación acuática. No ha sido mencionada para represas, lagunas o lagos. En el río Biobío se han encontrado machos maduros en invierno y primavera, no obstante, se desconoce la etapa de reproducción.

La alimentación estudiada en el río Biobío es de tipo planctófaga, donde los principales ítems estomacales fueron larvas de insectos acuáticos de plecópetera, ephemeróptera, Chironomidae y Coleóptera (Campos et al., 1993).

Percichthys trucha: El hábitat característico de esta especie son los lagos o zonas bajas de los ríos de tipo potamal (Campos, 1985). Además, se pueden caracterizar como depredadores que se distribuyen cerca de fondos pedregosos, sin mucho fango y en las cercanías de las corrientes (Duarte et al., 1971).

Esta es una especie de tipo bentófaga. En el análisis del contenido estomacal de estos peces en el río Biobío (sector nacimiento) se encontraron crustáceos (Aegla), larvas de insectos acuáticos de los grupos plecóptera y chironomidae, moluscos como Chilina, crustáceos como Ostracoda y Samastacus, así como también restos de peces. Se completa la dieta con material que cae de los alrededores del río llamado aloctónico, este ítem lo constituyen especialmente los insectos terrestres. (Campos, 1993).

Percilia gillisi: Se encuentra en ríos y esteros. Es un pez pelágico, típico del hiporritrón, se mueve siempre sobre sedimento grueso tipo piedra. Se ha observado en contacto con el fondo y en parte también con la vegetación ribereña, con desplazamientos relativamente cortos (Ruiz, 1993).

Su alimentación es estrictamente carnívora, principalmente de insectos, crustáceos y moluscos (Ruiz, 1993).

Percilia irwini: Esta especie es pelágica en sistemas mayores, con una gran capacidad de natación pero adaptada a desplazamientos cortos sobre el sustrato, posándose frecuentemente sobre él y las plantas acuáticas.

Su alimentación consiste, preferentemente, en insectos y pequeños crustáceos. En lo que respecta a insectos, como ítem de mayor importancia se encuentra Ephemeroptera, y en segundo lugar Díptera, descripción realizada en ríos andinos del sur de Chile (Ruiz, 1993).

Salmo trutta: Vive en aguas rápidas y frías. Su alimentación está basada fundamentalmente en invertebrados bentónicos, insectos y moluscos. Los adultos pueden consumir también peces y anfibios (Campos, 1993).

Trichomycterus areolatus: El hábitat de esta especie se ha descrito en ambientes de ritrón, encontrándose a menudo bajo las piedras en las aguas “muertas” (debajo

de bolones), en fuertes corrientes o al borde del flujo principal, donde el agua es baja o forma pozones entre las piedras. Se encuentra en el litoral arenoso o pedregoso de los lagos, en sectores donde desembocan pequeños afluentes, en estas partes ingresan entre la arena y grava.

En cuanto a su alimentación se consideran como peces carnívoros, consumen toda variedad de organismos que tengan contacto con el fondo: crustáceos, larvas de insectos invertebrados; efemerópteros, dípteros y tricópteros (Campos et al., 1993).

4.3 Ubicación geográfica de la fauna íctica registrada

En los 46 proyectos relevantes se declararon 423 muestreos en diversos lugares de la región del Biobío y la Araucanía, mayoritariamente mediante pesca eléctrica. De los muestreos 294 (69,5%) presentaron la captura de las especies antes mencionadas, 114 (26,95%) fueron ejecutados, pero no presentaron captura de ninguna especie indicando que son zonas no pobladas. Y 15 (3,55%) no fueron ejecutados por condiciones climáticas y/o de terreno.

De los 294 muestreos que presentaron captura de especímenes se tabuló la siguiente información: Región, N° Proyecto, Estación, Coordenadas UTM Huso 18/19, Fecha, Arte de pesca, Tiempo de pesca, Especies capturadas. Esta información se encuentra en el Anexo A. En la figura N°4 puede apreciarse parte de esta. El número en la columna con el nombre de la especie indica el número de individuos capturados para el lapso de tiempo mencionado (min (1)) Mientras que la "x" indica su presencia, pero no se especifica el número de capturas.

Tabla N°4. Ejemplo de ubicación Geográfica *Percichthys trucha* detectada en la cuenca del río Biobío.

(Fuente: elaboración propia)

región	n° proyecto	Norte	este	huso	fecha	min (1)	tipo pesca	percichthys trucha
Biobío	1	5909040	749714	84, 18S	23-02-2016	60	eléctrica	10
Biobío	1	5908997	749629	84, 18S	23-02-2016	60	eléctrica	6
Biobío	2	5891089	741193	84, 18S	22-07-2015	35	eléctrica	2
Biobío	2	5891089	741193	84, 18S	11-12-2015	40	eléctrica	9
Biobío	7	5836147	736337	84, 18S	28-01-2014	30	eléctrica	x
Biobío	7	5838310	734353	84, 18S	28-01-2014	30	eléctrica	x
Biobío	7	5838760	733472	84, 18S	28-01-2014	30	eléctrica	x
Biobío	7	5839222	732847	84, 18S	28-01-2014	30	eléctrica	x
Biobío	12	5822077	245976	84, 19S	21-06-2012	25	eléctrica	4
Biobío	12	5824869	238797	84, 19S	21-06-2012	25	eléctrica	1
Biobío	12	5822077	245976	84, 19S	21-12-2013	25	eléctrica	9
Biobío	12	5822242	244158	84, 19S	21-12-2013	25	eléctrica	3
Biobío	12	5824414	241465	84, 19S	21-12-2013	25	eléctrica	1

Utilizando esta información en conjunto con la obtenida por la DGA, se pudo obtener las especies presentes en las subcuencas del río Biobío, que se resume en la tabla N°5.

Tabla N°5. Fauna íctica detectada en las subcuencas del río Biobío, porcentaje de participación por especie y índice de Shannon-Weaver.

(Fuente: elaboración propia)

Sub cuenca	Río BioBío bajo	Laja bajo	Entre Río Vergara y Río Laja	Río Duqueco	Entre Río Duqueco y Río Vergara	Entre Río Ranquil y Río Duqueco
Basilichthys australis		58,3%			16,6%	25%
Branchygalaxias bullocki		100%				
Bullockia maldonadoi		50%	10%		40%	
Cheirodon galusdae		56,2%			12,5%	31,2%
Cyprinus carpio	20%		60%		20%	
Diplomystes nahuelbutensis					40%	60%
Galaxias maculatus	4,5%				9%	86,3%
Gambusia offinis holbrooki		71,4%			28,5%	
Geotria australis		50%			50%	
Mordacia lapicida					100%	
Nematogenys inermis		100%				
Oncorhynchus mykiss		5,4%		45,9%		48,6%
Percichthys melanops	25%		50%		25%	
Percichthys trucha		28%	8%		16%	48%
Percilia gillisi		100%				
Percilia irwini	2,8%	17,1%	2,8%		8,5%	68,5%
Salmo trutta						100%
Trichomycterus areolatus		40,7%		14,8%	14,8%	29,6%
Shannon-Weaver	Dat/ins	4,4	Dat/ins	0,7	0,8	2,8

Dat/ins: datos insuficientes para calcular índice de Shannon-Weaver.

Se destaca que las sub cuencas con mayor abundancia de especies detectadas son: río Biobío entre río Duqueco, y río Vergara (72,22%), Laja bajo (66,67%) y río Biobío entre río Ranquil y río Duqueco (50%).

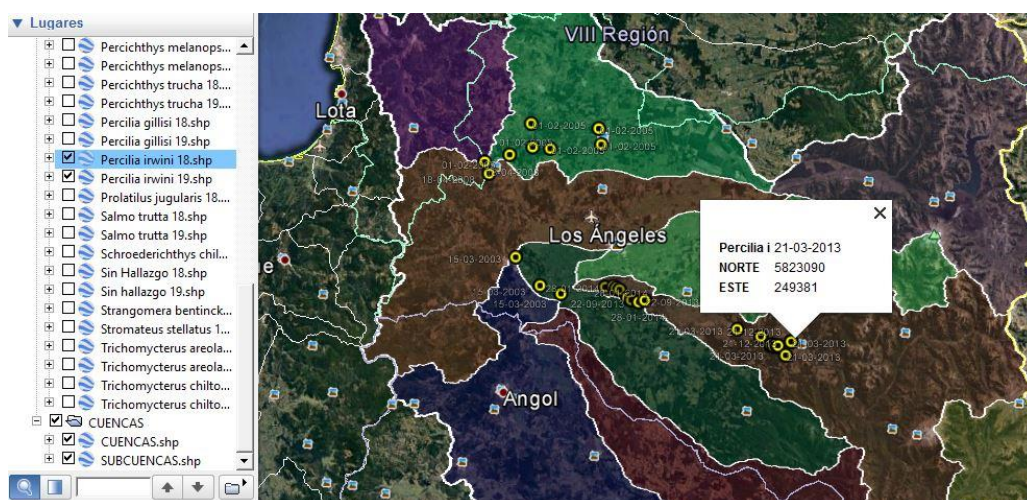
Según índice de Shannon-Weaver se aprecia que las sub cuencas: “Entre Río Vergara y Río Laja” y “Entre Río Ranquil y Río Duqueco” presentan una diversidad alta. Mientras que las subcuencas: “Entre Río Duqueco y Río Vergara” y “Entre Río Duqueco y Río Vergara” presentan una diversidad baja. Las subcuencas “Río Biobío bajo” y “Entre Río Vergara y Río Laja” no pudieron ser evaluadas debido a falta de información en los informes de estudios de impacto ambiental.

4.4 Mapa georreferenciado con Google Earth

El mapa georreferenciado se encuentra en el archivo KMZ llamado “DISTRIBUCIÓN FAUNA ÍCTICA CUENCA BIOBÍO”. La forma de visualizarlo es en la pestaña “lugares”, donde se tiene la opción de activar o desactivar los botones de cuencas y subcuencas, los cuales muestran las delimitaciones de las mismas mediante perímetros y áreas coloreadas. A su vez, la sección muestreos presenta la opción de elegir la visualización para cada especie de forma independiente.

Un ejemplo de esto se aprecia en la figura N°1 donde se escoge sólo visualizar la especie *Percilia irwini*, siendo los muestreos representados por los puntos amarillos. Al presionarlos se puede conocer la fecha de muestreo.

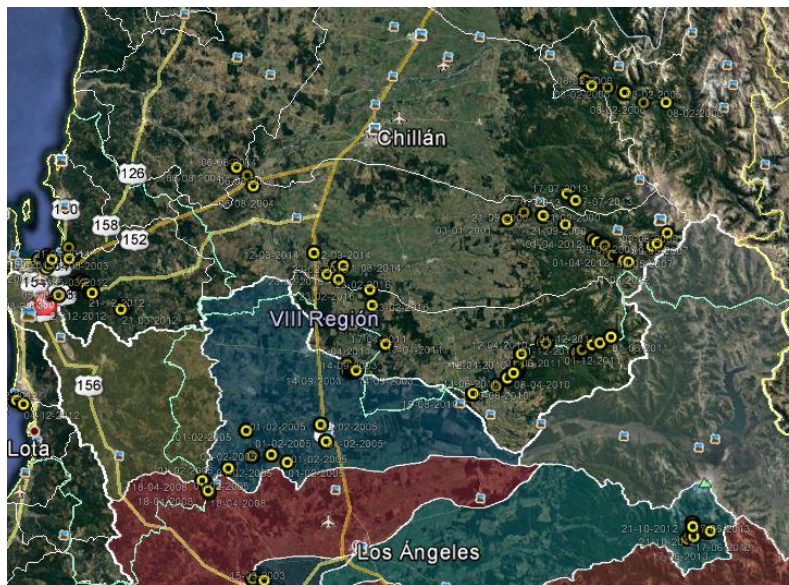
**Figura N°1. Ejemplo visualización *Percilia irwini* en archivo KMZ.
(Fuente: elaboración propia)**



Cabe destacar que de los 294 muestreos que presentaron captura de especímenes, sólo 226 (76,87%) pertenecen a la cuenca del río Biobío. El resto queda fuera de esta limitación como se puede apreciar en la figura N°2.

Los archivos SHAPE para las limitaciones de las cuencas, sub cuencas y ubicaciones de muestreo con los que se confeccionó el Archivo KMZ, se encuentran en los Anexos B y C respectivamente, en caso de que el lector necesite su revisión.

Figura N°2. Muestras fuera de la cuenca del río Biobío.
(Fuente: elaboración propia)



4.5 Captura por unidad de esfuerzo anual en la cuenca del río Biobío.

Se calculó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio anual por especie en la cuenca del río Biobío, considerando sólo los muestreos donde se especificó la cantidad de especímenes capturados y el tiempo de pesca. Los resultados se muestran en la Tabla N°6.

Tabla N°6. CPUE promedio anual por especie en la cuenca del río Biobío.
(Fuente: elaboración propia)

CPUE PROMEDIO ANUAL EN LA CUENCA DEL RÍO BIO BÍO (CAPTURAS/MINUTO)					
Trichomycterus areolatus	0,31	0,07	0,06	0,22	
Oncorhynchus mykiss	0,05	0,20	0,11		
Percilia irwini	0,21	0,08	0,15		
Salmo trutta		0,04			
Percichthys trucha	0,19	0,10	0,13	0,14	
Galaxias maculatus		0,04	0,09		
Bullockia maldonadoi	0,25			0,13	0,03
Geotria australis	0,12				
Gambusia offinis holbrooki	0,55				
Diplomystes nahuelbutensis		0,04			
Cheirodon galusdae	0,11		0,48	0,20	
Basilichthys australis	0,44		0,62	0,04	
Branchygalaxias bullocki				0,14	0,16
Nematogenys inermis				0,03	
Percilia gillisi				0,04	
AÑO	2005	2012	2013	2015	2016

Se aprecia que los resultados para la misma especie presentan alta variabilidad, lo que es razonable puesto todas las mediciones se realizaron en contextos totalmente diferentes (año, ubicación y tiempo de pesca).

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La información sobre los estudios de impacto ambiental obtenida del SEA fue suficiente para poder discriminar y seleccionar aquellos proyectos que fueron relevantes. De los 170 proyectos disponibles en las regiones del Biobío y la Araucanía, sólo 46 fueron parte de este estudio, siendo los más recurrentes los de la tipología “c”. Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW con un total de 30 proyectos.

Se logró identificar la fauna íctica presente en la cuenca del río Biobío y sus subcuencas, encontrándose 18 diferentes especies: *Basilichthys australis*, *Branchygalaxias bullocki*, *Bullockia maldonadoi*, *Cheirodon galusdae*, *Cyprinus carpio*, *Diplomystes nahuelbutensis*, *Galaxias maculatus*, *Gambusia offinis holbrooki*, *Geotria australis*, *Mordacia lapicida*, *Nematogenys inermis*, *Oncorhynchus mykiss*, *Percichthys melanops*, *Percichthys trucha*, *Percilia gillisi*, *Percilia irwini*, *Salmo trutta*, *Trichomycterus areolatus*.

De las especies avistadas, mediante coordenadas UTM se logró identificar su distribución geográfica en las diversas subcuencas del río Biobío, determinando que las que poseen mayor abundancia son “Río Biobío entre Río Duqueco y Río Vergara”, “Laja bajo” y “Río Biobío entre Río Ranquil y Río Duqueco” respectivamente.

El registro creado en archivo KMZ permite visualizar las zonas donde las diversas especies han sido avistadas, así como las zonas donde no se encontraron especímenes. Los nuevos proyectos que se realicen en la cuenca del río Biobío deberán tener especial atención de las localizaciones donde habitan especies en peligro de extinción.

Aunque se calculó la variación en la captura por unidad de esfuerzo anual para la mayoría de las especies, la existencia de un número tan acotado de datos tomados en contextos tan diferentes (año, lugar, tipo y tiempo de pesca), no permite apreciar una tendencia clara que evidenciara la evolución de la población de especies en el tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Decreto 40/2013 Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento de la Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.
- Arratia, G. (1987). *Gayana Oceanol.* 4(2):129-137.
- Arratia, G. (1983). *Preferencias de hábitat de peces siluriformes de aguas continentales de Chile. Studies on neotropical fauna and environment* 18(4):217-237.
- Bahamondes I, Soto D, Vila I. (1979). *Hábitos alimentarios de los pejerreyes del embalse Rapel.* Medio ambiente (Valdivia, Chile) 4 (1):3-18.
- Busse, K. (1982). *Brachygalaxias gothei n.sp. (Pisces: Galaxiidae) aus Chile.* Bonner zoologische.
- Campos H, Ruiz V, Gavilán JF, Alay F. (1993). *Pesci del fiume Biobío.* Pubblicazione di divulgazione VOL. 5:7-100.
- Decreto 95/2002 Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento (anterior) de la ley 19300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.
- Duarte W, Rufino F, Jara C, Moreno C, Orellana A, (1971). *Ictiofauna del sistema hidrográfico del río Maipo.* Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 32:227-268.
- Habit E, Victoriano P. (2012). *Composición, origen y valor de conservación de la Ictiofauna del Río San Pedro (Cuenca del Río Valdivia, Chile).*
- Habit, E. (1994). *Contribución al conocimiento de la fauna íctica del río Itata.* Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile 65:143- 147.
- Krebs C. (1999). *Ecological methodology.*
- Ley 19.300 Sobre bases generales del medio ambiente, Ministerio Secretaría General de la Presidencia (1994).
- Ley 20.147 modificación de la Ley 19.300 sobre bases del medio ambiente, Ministerio Secretaria General de la Presidencia (2010).
- Manríquez A, Arellano M, Huaquin L. (1984). *Antecedentes ecológicos y biológicos de Nematogenys inermis, una especie en extinción. Mems asoc. Latinoam. Acuicult.* 5(3):609-614.

- Ministerio de Medio Ambiente, Inventario Nacional de Especies de Chile, Gobierno de Chile, especies.mma.gob.cl, acceso 1 noviembre del 2016.
- Ministerio de Medio Ambiente, Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Gobierno de Chile, www.sea.gob.cl, acceso 1 de noviembre del 2016.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas (DGA), Gobierno de Chile, www.dga.cl, acceso 1 noviembre 2016.
- Neira, F. (1984). *Biomorfología de las lampreas parásitas chilenas Geotria australis y Mordacia lapicida*. Gayana zoología (Chile) 48(1 - 2): 3 40.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Protocolo de muestreo de fauna ictiológica en ríos, Gobierno de España, www.mapama.gob.es, acceso 1 noviembre 2016.
- Ruiz V, Marchant M. (2004) Ictiofauna de aguas continentales chilenas. Universidad de Concepción, Chile.
- Vieta E. (2010). Caracterización de los peces en cinco lagos del sur de Chile.
- Vila I, Fuentes L, Contreras M. (1999). *Peces límnicos de Chile*. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 48:61-75.
- Zunino S. (2009). Comunidades de peces en desembocaduras de ríos y esteros de la región de Valparaíso, Chile central.

Anexo A: Registro de proyectos y muestreos

Los datos obtenidos en este estudio, como los proyectos registrados, proyectos relevantes, coordenadas UTM de muestreos; se encuentran en un archivo formato Excel con el nombre “Registro de proyectos y muestreos”.

Anexo B: Archivos SHP cuencas y sub cuencas

Las delimitaciones de cuencas y sub cuencas en archivos SHP se encuentran en dos archivos comprimidos en formato .rar con los nombres “cuencas” y “subcuencas” respectivamente.

Anexo C: Archivos SHP muestreos por especie

Las coordenadas UTM de los muestreos por especies en archivos SHP se encuentran en un archivo comprimido en formato .rar con el nombre “Muestreos”.

Anexo D: Descripción de especies detectadas en la cuenca del río Biobío

Las descripciones de las especies detectadas se encuentran en archivos WORD y PDF con el nombre de cada una.

