



**INFORME TÉCNICO DE AVANCE N°2**  
**“INCORPORACIÓN DE LA VARIABILIDAD HIDROLÓGICA EN LA DETERMINACIÓN DEL CAUDAL ECOLÓGICO”**

**PROYECTO: 12BPC2-13421**

**SEGUNDO CONCURSO BIENES PÚBLICOS PARA LA COMPETITIVIDAD**

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
DQT/CQR/POE/CMM/VCH/VLI/MPP	MPP	MPP
PINV-2012-001-Informe de Avance2.Ver2		30/07/2014

**Elaborado en: julio 2014**

En conformidad,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Matías Peredo P.', is written over a horizontal line.

Matías Peredo P.  
Director de Proyecto  
Departamento de Ingeniería en Obras Civiles  
Universidad de Santiago de Chile

Santiago, 30 de julio de 2014

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b><u>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y ALCANCES.....</u></b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b><u>CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO “INCORPORACIÓN DE LA VARIABILIDAD HIDROLÓGICA EN LA DETERMINACIÓN DEL CAUDAL ECOLÓGICO” .....</u></b>	<b>2</b>
<b>2.1.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
2.1.1.	OBJETIVO GENERAL.....	2
2.1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
<b>2.2.</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS .....</b>	<b>2</b>
<b>2.3.</b>	<b>AREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.4.</b>	<b>DURACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b><u>CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS ÁREA DE ESTUDIO .....</u></b>	<b>5</b>
<b>3.1.</b>	<b>RESULTADO: “DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS A LAS GENERADORAS DE HIDROELECTRICIDAD Y CONSULTORES AMBIENTALES” .....</b>	<b>5</b>
3.1.1.	PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	5
3.1.2.	DETALLE DE LAS ACTIVIDADES .....	5
<b>3.2.</b>	<b>RESULTADO: “CURVAS DE IDONEIDAD DEL HÁBITAT FÍSICO DE ESPECIES ÍCTICAS” .....</b>	<b>6</b>
3.2.1.	PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	6
3.2.2.	INTRODUCCIÓN .....	6
3.2.3.	OBJETIVO .....	6
3.2.4.	METODOLOGÍA .....	7
3.2.5.	RESULTADOS.....	14
3.2.6.	DISCUSIÓN .....	18
3.2.7.	CONCLUSIONES .....	19
3.2.8.	GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES .....	19
<b>3.3.</b>	<b>RESULTADO: “CURVAS DE IDONEIDAD DEL DESARROLLO DE ACTIVIDADES ANTRÓPICAS IN SITU EN EL RÍO”</b>	<b>21</b>
3.3.1.	PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	21
3.3.2.	ÁREA DE ESTUDIO .....	21
3.3.3.	DETALLE DE CADA ACTIVIDAD.....	21

3.3.4.	RESULTADOS Y DISCUSION (VCH) .....	35
3.3.5.	GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES .....	37
3.3.6.	CONCLUSIONES PRELIMINARES.....	37
<b>3.4.</b>	<b>RESULTADO PARCIAL: “HÁBITAT FÍSICO DE ESPECIES ÍCTICAS” .....</b>	<b>39</b>
3.4.1.	PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	39
3.4.2.	ÁREA DE ESTUDIO .....	39
3.4.3.	DETALLE DE CADA ACTIVIDAD.....	39
3.4.4.	GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES .....	49
3.4.5.	CONCLUSIONES PRELIMINARES.....	49
<b>3.5.</b>	<b>RESULTADO PARCIAL: “VARIABILIDAD NATURAL DE LOS RÍOS DE INTERÉS HIDROELÉCTRICOS PARA MINICENTRALES” .....</b>	<b>50</b>
3.5.1.	PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	50
3.5.2.	ÁREA DE ESTUDIO .....	50
3.5.3.	DESARROLLO DE CADA ACTIVIDAD.....	50
3.5.4.	GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES .....	58
3.5.5.	CONCLUSIONES PRELIMINARES.....	59
<b>4.</b>	<b><u>CAPITULO 4: REPROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES.....</u></b>	<b>60</b>
4.1.	CURVAS DE IDONEIDAD DEL HÁBITAT PARA ESPECIES ÍCTICAS.....	60
4.2.	CURVAS DE IDONEIDAD PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES ANTRÓPICAS IN SITU. ....	61
4.3.	HABITAT FÍSICO DE ESPECIES ÍCTICAS .....	61
4.4.	VARIABILIDAD NATURAL DE LOS RÍOS DE INTERÉS HIDROELÉCTRICO PARA MINICENTRALES .....	62
<b>5.</b>	<b><u>BENEFICIARIOS ATENDIDOS FINALES .....</u></b>	<b>63</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Programación de la obtención de los resultados esperados. ....	4
Tabla 3.1: Programación original y fecha real de ejecución con sus respectivos porcentajes de avance de las actividades asociadas al resultado “Difusión de los resultados a las generadoras de hidroelectricidad y consultores ambientales” .....	5
Tabla 3.2: Programación original y fecha real de ejecución con sus respectivos porcentajes de avance de las actividades asociadas al resultado “Curvas de idoneidad del hábitat físico de especies ícticas” .....	6
Tabla 3.3 Potencial hidroeléctrico señalado por la Dirección General de Aguas en las regiones del Biobío, Araucanía y de los Ríos.....	7
Tabla 3.4 Potencial hidroeléctrico según la Comisión Nacional de Riego y la Comisión Nacional de Energía para las regiones del Biobío, Araucanía y de los Ríos.....	8
Tabla 3.5. Listado de bibliografía revisada en el presente estudio, con relevancia para las preferencias de hábitat de especies acuáticas nativas o introducidas en Chile.....	10
Tabla 3.6. Estaciones de trabajo seleccionadas para el estudio.....	11
Tabla 3.7. Lista sistemática, abundancia por especie y por grupo taxonómico de los taxa encontrados en la campaña Abril de 2013.....	15
Tabla 3.8. Abundancia por estación de trabajo y por especie íctica para la campaña Abril de 2013. ....	15
Tabla 3.9. Abundancia por estación de trabajo y por especie de decápodo putativo para la campaña Abril de 2013. ....	16
Tabla 3.10. Abundancia por estación de trabajo y por especie íctica para la campaña Abril de 2013. ....	17
Tabla 3.11: Programación original y fecha real de ejecución con sus respectivos porcentajes de avance de las actividades asociadas al resultado “Curvas de idoneidad de realización de actividades antrópicas in situ en el río” .....	21
Tabla 3.12 Escala Internacional de dificultad de los ríos .....	22
Tabla 3.13: Principales ríos en los cuales se realiza el rafting .....	23
Tabla 3.14: Principales ríos en los cuales se realiza el kayaking.....	24
Tabla 3.15: Clasificación de los ríos para la realización del Canyoning según el grado de dificultad.....	25
Tabla 3.16 Temporada de Pesca.....	29
Tabla 3.17 Resumen de las condiciones de flujo para usos y actividades antrópicas (A: Ancho; P: Profundidad; V: Velocidad) .....	31
Tabla 3.18 Fecha de realización de las encuestas en las regiones que pertenecen al área de estudio .....	35
Tabla 3.19 Cantidad de encuestas desarrolladas por actividad .....	36

Tabla 3.20: Programación original y fecha real de ejecución con sus respectivos porcentajes de avance de las actividades asociadas al resultado parcial “Determinación del hábitat físico de especies ícticas” .....	39
Tabla 3.21 Rango de profundidades para la elección del método de medición de la velocidad media .....	42
Tabla 3.22 Caudales aforados en la primera campaña de terreno en cada uno de los perfiles transversales .....	47
Tabla 3.23 Resultados de la calibración del modelo.....	48
Tabla 3.24: Programación original y fecha real de ejecución con sus respectivos porcentajes de avance de las actividades asociadas al resultado parcial “Variabilidad hidrológica en ríos de interés hidroeléctrico para minicentrales” .....	50
Tabla 3.25.- Estaciones fluviométricas de estudio (E1) y de apoyo (E2 y E3) .....	52
Tabla 4.1: Programación de las actividades faltante por realizar para la obtención de las curvas de idoneidad de hábitat para especies ícticas .....	60
Tabla 4.2: Programación de las actividades faltante por realizar para la obtención de las Curvas de idoneidad de realización de actividades in situ en el río .....	61
Tabla 4.3: Programación de las actividades faltante por realizar para la obtención del hábitat fluvial para especies ícticas .....	61
Tabla 4.4: Programación de las actividades faltante por realizar para determinar la variabilidad natural de los ríos con de interés hidroeléctricos para minicentrales.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Límites de profundidad y velocidad para vadeo seguro de acuerdo a características de la población. A: Adultos pesados y altos. B: Adultos y Adolescentes promedio. C: Niños de más de 5 años. D: Niños de menos de 5 años.....	31
Figura 3.2: Método de aforo por celdas.....	40
Figura 3.3: Ubicación del tramo muestreado en el río Calbuco .....	43
Figura 3.4: Batimetría del tramo de estudio en el río Calbuco.....	43
Figura 3.5: Ubicación del tramo muestreado en el río Bureo .....	44
Figura 3.6: Batimetría del tramo de estudio en el río Bureo.....	45
Figura 3.7: Ubicación del tramo y de los perfiles transversales medidos en el río Quinchilca .....	46
Figura 3.8 Perfil longitudinal de calibración del modelo implementado en el tramo sobre el río Quinchilca.....	49
Figura 3.9 Zona de estudio en el río Bureo y estaciones fluviométricas utilizadas en el análisis hidrológico.....	51
Figura 3.10 Incrementos relativos de caudal. ....	54
Figura 3.11 Gráfica de caudales y precipitaciones diarias. ....	54
Figura 3.12 Curvas de doble masa E1 y E2 (superior izq.), E1 y E3 (superior der.) y de correlación lineal E1 y E2 (inferior izq.), E1 y E3 (inferior der.).....	56
Figura 3.13: Curva de Variación Estacional en el río Bureo en la estación fluviométrica río Bureo en Mulchén .....	57
Figura 3.14: Curva de Variación Estacional para el río Quepe en Vilcún .....	58

## **1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y ALCANCES**

A continuación se presenta el informe técnico de Avance del proyecto “Incorporación de la variabilidad hidrológica en la determinación del caudal ecológico” (Cod: 12BPC2-13421).

El objetivo de este informe es presentar un avance de las actividades realizadas hasta el mes 24 de ejecución, señalando los principales resultados obtenidos hasta ahora, el grado de cumplimiento de las actividades y definir una reprogramación de las actividades futuras para velar por el buen cumplimiento de los objetivos generales del proyecto.

La estructura del informe se basa en analizar por separado cada uno de los resultados esperados, detallando aspectos de cada actividad planificada para la obtención de estos resultados

En el capítulo 2 se detalla el proyecto en general, enfatizando los objetivos del proyecto, resultados esperados, actividades asociadas, plazos de ejecución planificados y comienzo real del proyecto.

En el capítulo 3 se realiza una descripción de las actividades que se llevaron a cabo en la etapa de desarrollo hasta el mes de 24 de ejecución, una descripción detallada de cada actividad, el grado de cumplimiento de cada una de las etapas asociados a un resultado y los principales resultados obtenidos hasta ahora y posibles inconvenientes al momento de realización de las actividades.

En el capítulo 4 se muestra una reprogramación de aquellas actividades que no se realizaron acorde al estado de avance planificado, indicando las razones por la cual no se logró este avance e indicando el plan de trabajo para la nueva programación.

## 2. CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO “INCORPORACIÓN DE LA VARIABILIDAD HIDROLÓGICA EN LA DETERMINACIÓN DEL CAUDAL ECOLÓGICO”

### 2.1. Objetivos

#### 2.1.1. *Objetivo General*

El objetivo general del proyecto es Incorporar la variabilidad hidrológica en el cálculo del caudal ecológico para aumentar la posibilidad de generación hidroeléctrica de las Energías Renovables No Convencional (ERNC) mediante un análisis histórico del hábitat disponible para las especies acuáticas y del desarrollo de los usos antrópicos que se realizan en torno al río, con el fin de desarrollar una regla sencilla de ajuste del caudal ecológico para años secos y húmedos a partir de un año normal.

#### 2.1.2. *Objetivos específicos*

Para lograr este objetivo se definieron los siguientes objetivos específicos

1. Conocer las preferencias de microhábitat físico de las especies acuáticas en los ríos de la zona centro-sur de Chile.
2. Identificar las principales actividades *in situ* realizadas en los ríos de la zona centro-sur de Chile y determinar las variables críticas y sus umbrales para la realización de estas.
3. Determinar la variabilidad histórica natural del hábitat de las especies acuáticas en los ríos de la zona centro-sur de Chile.
4. Transferir los resultados y el conocimiento a las entidades evaluadoras ambientales y al mercado a través de actividades de capacitación, difusión en seminarios y conferencias, desarrollo de manuales, entre otros.

### 2.2. Resultados esperados

Se pueden definir tres resultados esperados técnicos por el desarrollo del proyecto, los cuales son: curvas de idoneidad del hábitat físico de especies ícticas, curvas de idoneidad de desarrollo de actividades antrópicas en el río y la regla de ajuste del caudal ecológico.

Otros dos resultados esperados están orientados a la transferencia de los resultados técnicos anteriormente definidos. Estos dos resultados son: Transferencia de los resultados a los servicios públicos con competencia ambiental y/o económica sobre los caudales ecológicos y difusión de los resultados a las generadoras de hidroelectricidad y consultores ambientales.

Las curvas de idoneidad del hábitat físico de especies ícticas son curvas univariantes o multivariantes que relacionan la idoneidad o preferencia del hábitat de las especies acuáticas con el caudal. Se realizarán este tipo de curvas para las especies acuáticas más comunes que estén presentes en los ríos de potencial ubicación de centrales hidroeléctricas consideradas como ERNC con prioridad a aquellas declaradas con “estado de conservación”.

Las curvas de idoneidad de desarrollo de actividades antrópicas en el río son Curvas univariantes o multivariantes que relacionan la idoneidad del desarrollo o realización de actividades antrópicas con el caudal. Se realizarán este tipo de curvas para las actividades antrópicas más comunes que estén presentes en los ríos de potencial ubicación de centrales hidroeléctricas consideradas como ERNC

Para la obtención de una regla de ajuste del caudal ecológico, se espera contar con criterios que determinen el porcentaje del hábitat necesario a mantener en años secos, normales y húmedos, generando así una regla de ajuste sencilla que permita determinar el caudal ecológico para años secos, y húmedos como un porcentaje de aquel en años medios. Con esto se pretende el poder incorporar la variabilidad hidrológica al estudio de caudal ecológico, dando la posibilidad de aumentar el recurso disponible para generación hidroeléctrica.

Transferencia de los resultados a los servicios públicos con competencia ambiental y/o económica sobre los caudales ecológicos se realizará mediante seminarios a nivel nacional y regional para los profesionales de los servicios públicos para capacitarse en los resultados de este estudio y como realizar su incorporación dentro de los protocolos evaluación del caudal ecológico. Además se realizará la entrega de material de apoyo a esta tarea con el fin de facilitar la tarea.

Finalmente, la difusión de los resultados a las generadoras de hidroelectricidad y consultores ambientales se realizará mediante un actividad de difusión a los beneficiarios atendidos finales en donde se muestren los resultados, y se respondan preguntas como ¿dónde o cómo pueden acceder a los beneficios de flexibilidad del caudal ecológico. Se entregará además, material audiovisual como de apoyo a la información entregada.

### 2.3. Area de estudio

El área de estudio comprende principalmente a aquellas cuencas con potencial hidroeléctrico para las ERNC, por lo que se aborda en un principio desde la Región del Libertador Bernardo O`Higgins hasta la región de los Lagos. Sin embargo, un estudio más recabado a partir de la recopilación de información, permitió acotar el área de estudio entre la región del Biobío y la región de los Lagos. Esta reducción del área de estudio se llevó a cabo considerando en cuáles regiones existe un mayor potencial hidroeléctrico de las ERNC (UTFSM 2008) y la cantidad de derechos solicitados a la Dirección General de Aguas desde el año 2008 en adelante.

Esta área puede variar acorde a las características de las actividades asociadas a distintos resultados, lo cual se detalla en el análisis que se realiza en el capítulo 3.

### 2.4. Duración del proyecto

El proyecto contempla una duración de 32 meses, y según la resolución de adjudicación (ANEXO) el comienzo de ejecución del proyecto fue el 8 de agosto de 2012. En consecuencia, el proyecto finalizará en el mes de marzo del año 2015. En la Tabla 2.1 se muestra el mes de término de las actividades asociadas a los resultados esperados.

**Tabla 2.1: Programación de la obtención de los resultados esperados.**

Resultado	Mes de término	Mes calendario
Curvas de idoneidad del hábitat físico de especies ícticas	24	Julio 2014
Curvas de idoneidad de desarrollo de actividades antrópicas	20	Marzo 2014
Regla de ajuste del caudal ecológico	26	Sept. 2014
Transferencia de los resultados a los servicios públicos con competencia ambiental y/o económica sobre los caudales ecológicos.	29	Dic-2014
Difusión de los resultados a las generadoras de hidroelectricidad y consultores ambientales.	32	Marzo 2015

Fuente: Elaboración propia

Si bien la fecha oficial de comienzo del proyecto corresponde al 6 de agosto de 2012, la fecha real de inicio del proyecto fue el 27 de febrero del 2013. Esto se justifica debido a una incompatibilidad en el Estatuto Administrativo detectada por la Universidad (Anexo B) con lo cual la entidad beneficiaria decidió congelar el estado del proyecto desde octubre del 2012 hasta obtener una notificación oficial por parte de CORFO para la aprobación de las modificaciones del proyecto que fue necesario realizar. La notificación por parte de CORFO fue realizada el 27 de febrero del 2013. De esta forma solo se pudo continuar con la ejecución del proyecto en marzo del 2013.

Como consecuencia, fue necesario reprogramar la ejecución de las actividades fijadas entre octubre del 2012 y febrero del 2013 para cumplir con la programación planificada inicialmente.

### 3. CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS ÁREA DE ESTUDIO

En este capítulo se realiza una descripción de las actividades que se llevaron a cabo en la etapa de desarrollo hasta el mes de 12 de ejecución, una descripción detallada de cada actividad, el grado de cumplimiento de cada una de las etapas asociados a un resultado y los principales resultados obtenidos hasta ahora.

#### 3.1. Resultado: “Difusión de los resultados a las generadoras de hidroelectricidad y consultores ambientales”

##### 3.1.1. Planificación de las actividades

Dentro de las actividades planteadas para lograr este objetivo están el realizar un seminario de inicio del proyecto y un seminario nacional y regional. La programación fijada para la realización de estas dos actividades se muestra en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1: Programación original y fecha real de ejecución con sus respectivos porcentajes de avance de las actividades asociadas al resultado “Difusión de los resultados a las generadoras de hidroelectricidad y consultores ambientales”**

Actividad	Fecha planificada		Fecha realizada		Avance	
	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Esperado	Real
Seminario de lanzamiento	1	2	2	2	100%	100%
Seminario de difusión	31	31				

Fuente: Elaboración propia

##### 3.1.2. Detalle de las actividades

El seminario de lanzamiento se realizó en día 1 de octubre del 2012 en el Centro de Eventos Internacionales de la Universidad de Santiago. En este seminario se presentaron los principales hitos y resultados esperados del proyecto, explicando con mayor en la metodología a utilizar, los beneficios de los resultados esperados, como se podrá acceder a estos resultados, plazos de ejecución, entre otros.

A esta actividad asistieron representantes de la Universidad de Santiago de Chile, de CORFO, del mundo estudiantil, consultores privados y profesionales del área de la hidroelectricidad (beneficiarios finales). La lista completa de asistencia se detalla en el anexo C

Una de las principales conclusiones de este seminario fue mostrar al gremio hidroeléctrico que se está trabajando para disminuir las brechas de generación entre las hidroeléctricas convencionales y las Renovables No Convencionales, fomentando de esta forma el estudio de proyectos hidroeléctricos ERNC a la espera de la obtención e implementación de los resultados de este proyecto.

### 3.2. Resultado: “Curvas de idoneidad del hábitat físico de especies ícticas”

#### 3.2.1. Planificación de las actividades

Dentro de las actividades planteadas para lograr este resultado están el recopilar información, identificación de los tramos de río seleccionados, desarrollo de las campañas de muestreo, identificación de las especies en el laboratorio, construcción de las curvas de idoneidad de especies acuáticas y finalmente interpretación de resultados

La programación fijada para la realización de estas dos actividades se muestra en la Tabla 3.2

**Tabla 3.2: Programación original y fecha real de ejecución con sus respectivos porcentajes de avance de las actividades asociadas al resultado “Curvas de idoneidad del hábitat físico de especies ícticas”**

Actividad	Fecha planificada		Fecha realizada		Avance	
	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Esperado	Real
Recopilación de información	1	6	1	6	100	100
Identificación del tramo a estudiar	6	7	6	8	100	100
Campañas de Muestreo	6	19	9	21	100	100
Identificación de especies en laboratorio	7	21	7	21	100	100
Construcción curvas de idoneidad	21	24	21	-	100	30
Identificación de resultados	23	24	23	-	100	10

Fuente: Elaboración propia

#### 3.2.2. Introducción

Las características hidráulicas y estructurales de los ríos y esteros pueden ser trasladadas en índices de calidad de hábitat para las especies acuáticas de acuerdo a distintas metodologías, principalmente simulaciones de hábitat físico (Thomas y Bovee 1993). Una de estas metodologías corresponde a las curvas de idoneidad para especies acuáticas desarrolladas en base a la metodología IFIM (Instream Flow Incremental Methodology), que puede ser utilizada como una herramienta basada en el hábitat para evaluar los cambios ambientales en ríos y esteros (Bovee 1986; Bovee *et al.* 1998; Stalnaker *et al.* 1995). La lógica que subyace a esta y otras metodologías similares es cuantificar las preferencias de hábitat de especies bentónicas o pelágicas respecto a la profundidad, velocidad y sustrato, y luego a través de la modelación hidráulica de hábitat, ponderar aquellas preferencias de hábitat en función de una modificación de los caudales (Acreman y Dunbar 1999; Beakes *et al.* 2012; Booth *et al.* 2013; Souchon y Capra 2004). De esta manera se obtiene una medida potencial de la pérdida o ganancia de hábitat para especies nativas con valor de conservación, en función de un determinado uso del agua (Acreman y Dunbar 1999). Como una etapa inicial, comúnmente se establece una relación entre la frecuencia de aparición y/o presencia de cada especie respecto de algunas variables que describen el hábitat fluvial (velocidad, profundidad y sustrato), para en una segunda etapa realizar cálculos más sofisticados que involucren otros métodos estadísticos.

#### 3.2.3. Objetivo

Desarrollar curvas de idoneidad de hábitat físico para las especies ícticas nativas más comunes en ríos con potencial hidroeléctrico para ERNC

### 3.2.4. Metodología

#### 3.2.4.1 Área de Estudio

El área de estudio está comprendida entre las regiones del Bío Bío, Araucanía y Los ríos. El interés de muestrear estas tres regiones se debe principalmente por su rica diversidad ictiológica y sus características hidrológicas favorables para el emplazamiento de centrales hidroeléctricas.

Las características hidrológicas son distintas para las tres regiones y cada una posee un especial atractivo para la generación de ERNC:

La Región del Bio Bio presenta ríos con régimen pluvio-nival y un periodo de estiaje en verano lo que genera que en el mes de enero su caudal descienda considerablemente. Al tener gran cantidad de afluentes cordilleranos y lluvias, hace que estos ríos sean propicios para generación hidroeléctrica.

La Región de La Araucanía, presenta ríos que se alimentan tanto del derretimiento de nieves como de aportes pluviales que ocurren en invierno. Esta región al tener una considerable acumulación de nieve, se traduce en que los niveles de agua sean beneficiosos en los meses de verano y teniendo que las lluvias son abundantes en invierno, hacen que la región posea características ideales para la generación hidroeléctrica, es decir, un buen factor de planta.

La Región de Los Ríos, el caudal se mantiene constante tanto en los meses de invierno como de verano, debido a la influencia lacustre en sus cuencas Los cambios de pendiente en el sector cordillerano favorece la producción hidroeléctrica.

Las tres regiones mencionadas anteriormente pertenecen al Sistema Interconectado Central (SIC), el cual posee un 69,01% de la capacidad total de la industria eléctrica, generando anualmente 40.339,8 GWh. Es preciso tener en cuenta que el SIC agrupa al 92,52% de la población nacional.

Según el potencial obtenido a través de la DGA (Tabla 3.3), para las tres regiones mencionadas anteriormente son:

**Tabla 3.3 Potencial hidroeléctrico señalado por la Dirección General de Aguas en las regiones del Biobío, Araucanía y de los Ríos.**

REGION	TOTAL (MW)	ERNC (MW)	NO ERNC (MW)
Bío Bío	313	226	87
La Araucanía	291	189	103
Los Ríos	2.944	867	2.077

Sin embargo, en estudios de La Comisión Nacional de Riego en Conjunto con la Comisión Nacional de Energía (CNR-CNE), se obtuvo el potencial por región y números de casos en la Tabla 3.4

**Tabla 3.4 Potencial hidroeléctrico según la Comisión Nacional de Riego y la Comisión Nacional de Energía para las regiones del Biobío, Araucanía y de los Ríos.**

REGION	POTENCIAL MW	Nº CASOS
Bio Bio	193,2	52
La Araucanía	34,6	19
Los Ríos	-	-

Se deduce que una de las principales regiones generadoras de energía hidroeléctrica es la Región del Bio Bio con un 46,5% (2.403 MW) del total nacional. Esto se puede deber principalmente a la cercanía que tiene con los grandes centros de consumo.

La caracterización del área de estudio se realizó a nivel de cuencas:

- Cuenca Río Bío Bío

La cuenca forma parte de la Región del Bío Bío. Está comprendida entre los paralelos 36° 42' – 38° 49' Latitud Sur y los meridianos 71° - 73° 20' Longitud Oeste. Es una de las cuencas con mayor superficie con 24.264 km<sup>2</sup> y de mayor caudal. Posee una longitud de 407 km (DGA, 2004). La cuenca cuenta con dos régimen hidrológicos: Pluvio Nival y Pluvial (EULA, 2006)

Los caudales promedios donde nace el Bio Bio son de 30 m<sup>3</sup>/s. A medida que avanza el flujo de agua del Bio Bio, el caudal medio anual aumenta a 8.000 m<sup>3</sup>/s, pudiendo alcanzar crecidas en donde el caudal medio anual sobrepasa los 17.000 m<sup>3</sup>/s. En la desembocadura se tienen caudales máximos de media mensual de 2.200 m<sup>3</sup>/s aproximadamente entre los meses de junio- julio. Los caudales mínimos medio mensuales se encuentran entre los meses de marzo-abril presentando valores que van entre los 180 a 220 m<sup>3</sup>/s (EULA, 2006). Sus principales afluentes son los ríos El Laja, Dudeco, Bureo, Vergara, Renaico, Malleco (MOP, 2004)

Sus principales sectores productivos son el sector forestal, agropecuario, industrial y sector hidroeléctrico, siendo este la principal fuente de energía eléctrica a nivel nacional (DGA, 2004).

- Cuenca Río Imperial

La cuenca situada en la región de La Araucanía se extiende desde la latitud 37° 40' hasta los 38° 50' latitud Sur. Cuenta con una extensión de 12.763 km<sup>2</sup> y tiene una longitud de 230 km. Su caudal promedio es de 240 m<sup>3</sup>/s y sus principales afluentes son los ríos Cholchol y Cautín (DGA, 2004). La cuenca cuenta con dos régimen hidrológicos: Pluvio Nival y Pluvial, siendo el de mayor aporte este último.

Sus principales sectores productivos son el sector forestal, agropecuario, industrial y sector hidroeléctrico (DGA, 2004).

- Cuenca Río Valdivia

La cuenca forma parte de la Región de Los Ríos, siendo la primera que se nace fuera de los límites chilenos, abarcando parte de territorio argentino, siendo calificada como una hoya trasandina. Se extiende desde la latitud 39 20 por el norte hasta la latitud 40° 10' por el sur. Posee en su curso alto una cadena de grandes lagos dispuestos en serie. Su extensión es de 10.275 km<sup>2</sup> y su longitud es de 202 km. Su caudal promedio es de 687 m<sup>3</sup>/s y sus principales afluentes son los ríos Calle – Calle, Creces; los lagos con mayor influencia son Pirehueico, Neltume, Panguipulli. Calafquén y

Riñihue (DGA, 2004). La cuenca cuenta con dos régimen hidrológicos: Pluvio Nival y Pluvial, siendo el de mayor aporte este último.

Sus principales sectores productivos son el sector forestal, agropecuario, industrial y sector hidroeléctrico (DGA, 2004).

### 3.2.4.2 Materiales y métodos

#### 3.2.4.2.1 Recopilación de información

La Recopilación de información de la información se basó en información científica publicada que de cuenta sobre las especies ícticas esperadas en el área de estudio y aquella información relevante sobre la preferencia de hábitat. El listado de la bibliografía revisada se puede observar en la Tabla 3.5

La fauna íctica en Chile es baja en diversidad, sin embargo posee alto valor por su marcado endemismo, retención de caracteres ancestrales y estar adaptadas a ríos caudalosos y de régimen torrencial (Habit *et al.* 2006; Vila *et al.* 1999; Vila *et al.* 2006). En la zona de estudio (Ríos Bío-Bío, Imperial y Valdivia) las especies que potencialmente es posible encontrar comprenden: *Geotria australis*, *Mordacia lapicida*, *Cheirodon australe*, *Cheirodon galusdae*, *Trichomycterus areolatus*, *Trichomycterus chiltoni*, *Bullockia maldonadoi*, *Diplomystes nahuelbutaensis*, *Diplomystes camposensis*, *Nematogenys inermis*, *Galaxias maculatus*, *Galaxias platei*, *Brachygalaxias bullocki*, *Aplochiton zebra*, *Aplochiton taeniatus*, *Basilichthys microlepidotus*, *Odonthestes (Cauque) mauleanum*, *Percilia gilissi*, *Percilia irwini*, *Percichthys trucha*, *Percichthys melanops* (Dyer 1998, 2000; Habit *et al.* 2006; Vila *et al.* 1999). Sin embargo, recientemente Quezada-Romegialli (2010) en un extenso trabajo filogenético en la familia Trichomycteridae en Chile pudo determinar que la especie *Trichomycterus areolatus* se compone de al menos *Trichomycterus maculatus* (Quezada-Romegialli *et al.* 2010) y otros taxa no descritos aún, por lo que herramientas genéticas de identificación como el barcoding (Ratnasingham y Hebert 2007; Ward *et al.* 2005), resultan muy relevantes para establecer con cierto grado de confianza el estatus específico de los individuos encontrados. A través de la amplificación del gen mitocondrial COI y su comparación con las especies en las localidades tipo se puede obtener una identificación al menor nivel posible, especialmente en los casos en que la identificación morfológica en terreno no permite (o evita) extraer y sacrificar los individuos.

En Chile se han desarrollado pocos estudios completos en los que se realice una estimación de las preferencias de hábitat para las especies acuáticas presentes. Arratia (1983) realizó un extraordinario trabajo para determinar las preferencias de hábitat de Siluriformes (bagres) de las Familias Trichomycteridae, Nematogenyidae y Diplomystidae. En dicho estudio, Arratia compiló la información de 10 años de colectas en la zona central de Chile (Arratia com. pers.), y pudo determinar los cambios en la ocupación de hábitat de estos peces durante el desarrollo ontogénico y enfatizó las diferencias entre especies de Siluriformes nativos. Además, pudo establecer que la distribución espacial de estas especies es discontinua tanto horizontal como verticalmente (Arratia 1983). A pesar de este gran avance, la mayoría de los estudios y literatura sólo menciona y adapta el trabajo realizado para la central hidroeléctrica Quilleco por el Centro EULA (2000). Los profesionales del Centro EULA realizaron una estimación de las curvas de preferencia de hábitat para cuatro especies ícticas nativas y una introducida, considerando además otros componentes de la biota acuática (fitobentos y macroinvertebrados). Hasta la fecha,

únicamente los trabajos de Centro de Ecología Aplicada Ltda. (2008), García y col. (2011; 2012), Penaluna y col. (2009) y Vargas y col. (2010) han ampliado en algún grado la información necesaria o utilizado metodologías alternativas para determinar algún aspecto de las preferencias de hábitat de especies acuáticas nativas.

**Tabla 3.5. Listado de bibliografía revisada en el presente estudio, con relevancia para las preferencias de hábitat de especies acuáticas nativas o introducidas en Chile.**

- Arratia, G. 1983. Preferencias de habitat de peces siluriformes de aguas continentales de Chile (Fam. Diplomystidae y Trichomycteridae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 18: 217-237.
- Centro de Ecología Aplicada Ltda. 2008. Determinación de caudales ecológicos en cuencas con fauna íctica nativa y en estado de conservación. S.I.T. N° 187, Dirección General de Aguas, Depto. De Conservación y Protección de Recursos Hídricos.
- EULA. 2000. Determinación del caudal mínimo ecológico del proyecto hidroeléctrico Quilleco en el río Laja, considerando variables asociadas a la biodiversidad y disponibilidad de hábitats. p. 120: Informe de Asistencia Técnica.
- García, A., Jorde, K., Habit, E., Caamaño, D. & Parra, O. 2011. Downstream environmental effects of dam operations: changes in habitat quality for native fish species. *River Research and Applications*, 27: 312-327.
- García, A., González, J. & Habit, E. 2012. Caracterización del hábitat de peces nativos en el río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana*, 76: 36-44.
- Penaluna, B. E., Arismendi, I. & Soto, D. 2009. Evidence of interactive segregation between introduced trout and native fishes in northern Patagonian rivers, Chile. *Transactions of the American Fisheries Society*, 138: 839-845.
- Vargas, P. V., Arismendi, I., Lara, G., Millar, J. & Peredo, S. 2010. Evidencia de solapamiento de microhábitat entre juveniles del salmón introducido *Oncorhynchus tshawytscha* y el pez nativo *Trichomycterus areolatus* en el río Allipén, Chile. *Revista de biología marina y oceanografía*, 45: 285-292.

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.2.4.2.2 Selección de tramos a estudiar

A partir de los ríos seleccionados en las tres regiones anteriormente mencionadas, se determinaron los tramos a realizar el muestreo de peces y la obtención de los datos hidromorfológicos. Se realizó una preselección en gabinete acotando un tramo de río en donde presente condiciones hidromorfológicas y ambientales que permita la existencia de especies ícticas.

Una vez en terreno, se refinó la longitud del tramo predefinido en gabinete, comprobando la existencia de especies ícticas y que el tramo presenta una diversidad de hábitat fluvial que permita el cumplimiento del objetivo de esta actividad.

## 3.2.4.2.3 Campañas de muestreo

**1° Campaña: Exploratoria**

La primera campaña de muestreo se realizó entre el 10 y 22 de abril de 2013. En cada sitio de muestreo se utilizó un equipo de pesca eléctrica modelo SAMUS 725G y un equipo de 2 personas provistas de chinguillos. La pesca eléctrica consiste en la aplicación de corriente eléctrica a intensidad y voltaje regulados, de tal forma de generar un campo eléctrico en el cual los peces son atraídos desde el polo negativo hacia el positivo. En cada uno de los sitios de muestreo seleccionados se procedió a realizar un levantamiento de ictiofauna preliminar, con el fin de determinar las especies de peces y crustáceos que era posible encontrar. Cuando se encontró al menos 1 pez y 1 crustáceo, se seleccionó el sitio de muestreo y se prosiguió hasta una nueva estación preliminar para proceder con el levantamiento preliminar. Finalmente, se escogieron 8 estaciones de muestreo (Tabla 3.4). En cada sitio de muestreo se obtuvo con la técnica de pesca eléctrica alrededor de 100 individuos de peces y crustáceos por cada sitio de muestreo, los que fueron mantenidos en baldes con aireación mecánica. Posteriormente se agregó al balde una dosis de anestesia en una solución tampón a pH 7,5 (Tricaína metasulfonato en solución de  $\text{NaH}_2\text{SO}_4$ ) de manera de causarles el menor stress posible, y una vez que la anestesia ha hecho efecto, los individuos son medidos y pesados. Posteriormente los peces y crustáceos son liberados vivos en el mismo sitio donde fueron capturados.

Debido al reciente descubrimiento de nuevas especies del género *Trichomycterus* reconocidas previamente como *Trichomycterus areolatus* (Quezada-Romegialli *et al.* 2010; Quezada-Romegialli & Arratia, en prep.), a algunos individuos de las especies del género *Trichomycterus* encontradas se les cortó un trozo de aleta de aproximadamente  $0,4 \text{ cm}^2$ , tejido que fue conservado para realizar análisis genéticos y tener certeza de la identificación apropiada de las especies. Cada trozo de tejido fue rotulado, depositado en un tubo eppendorf y fijado en alcohol al 96 %. En laboratorio se extrajo ADN con el método de sales (Aljanabi y Martinez 1997), y tomando  $2 \mu\text{l}$  de ADN a  $50 \text{ ng } \mu\text{l}^{-1}$  de cada muestra se realizaron reacciones de polimerasa en cadena (PCR) en un termociclador con el fin de amplificar el gen mitocondrial Citocromo Oxidasa SubUnidad I, que permite la identificación a nivel específica apropiada (Ratnasingham y Hebert 2007; Ward *et al.* 2005). Este análisis confirmó la presencia de las especies *Trichomycterus chiltoni* y *Trichomycterus sp.*

**Tabla 3.6. Estaciones de trabajo seleccionadas para el estudio.**

Estación de trabajo	Cuenca principal	Latitud	Longitud
Río Bureo en Forestal	Río Bío Bío	37° 46' 50.05"S	72° 0' 59.74"O
Puente Caivico	Río Imperial	38° 50' 26.43"S	72° 18' 6.16"O
Puente Caivico II	Río Imperial	38° 49' 49.78"S	72° 16' 19.34"O
Huichahue en estación DGA	Río Imperial	38° 51' 12.93"S	72° 17' 3.95"O
Puente Quepe	Río Imperial	38° 41' 10.79"S	72° 13' 40.87"O
Punto 1 – Río Pichico	Río Valdivia	39° 55' 20.03"S	72° 40' 17.22"O
Punto 2 – Estero Punahue	Río Valdivia	39° 53' 17.70"S	72° 39' 4.18"O
Río Quinchilca	Río Valdivia	39° 54' 18.91"S	72° 37' 32.88"O

Fuente: Elaboración propia.

## 2° Campaña: Toma de datos

La segunda campaña de muestreo consistió en la toma de datos para la construcción de las curvas de disponibilidad, uso e idoneidad de hábitat para las especies objetivo. Se escogió para estos efectos un muestreo de tipo snorkelling, no invasivo, con el fin de registrar con la máxima precisión el uso de hábitat de las especies objetivo. Este muestreo se llevó a cabo entre el 18 y 24 de Noviembre en el río Bureo (Cuenca del Río BíoBío) y en el río Pichico (Cuenca del Río Valdivia) entre el 25 y 27 de Noviembre de 2013. El número de personas que realizaron la actividad de snorkeling fueron dos. Como referencia se dispuso una cuerda, perpendicular al flujo del río que representa un transecto. Los buzos sujetos a las cuerdas realizaron la observación de forma perpendicular a la cuerda, el campo visual del buzo es de 2 metros hacia ambos lados y corresponde al rango para la identificación de individuos, formando un área estándar de muestreo para cada transecto, siendo el área de muestreo variable y dependiente de la longitud de cada transecto. El buceo se realizó desde la lámina de agua de cada transecto y se avanzó teniendo de referencia la cuerda, registrando la ocurrencia de peces. Cada buzo lleva consigo un conjunto de marcadores metálicos, los cuales fueron numerados y marcados con una cinta de color naranja. Una vez observado el pez se depositó el marcador en el sitio donde se encontraba el individuo y se registró en una tablilla (material que permite anotar bajo el agua) los siguientes datos: Marcador, Especie, Cantidad, Talla (estado de desarrollo) y Sustrato. El estado de desarrollo para las diferentes especies del género *Percilia* consideró adultos a individuos de más de 5 cm de longitud total estimada visualmente, e individuos juveniles a individuos menores a 5 cm. Para la especie *Galaxias maculatus* sólo se observaron individuos de talla 5 a 8 cm de longitud total aproximadamente, no agrupando los individuos según estado de desarrollo.

Una vez que se buceó en todos los transectos, dos muestreadores registraron la velocidad media de la columna de agua, velocidad de fondo y profundidad en cada marca dejada previamente, utilizando un equipo Valepor Model 801 (flat) EM FLOW METER, con precisión de 0,001 m/s. De forma adicional se registraron 4 mediciones de ausencias por cada presencia, de tal forma de tener una adecuada representatividad de la disponibilidad de hábitat en cada transecto del río. Las mediciones de ausencia se registraron de forma sistemática y aleatoria a lo largo de cada transecto, e incluyeron velocidad media, velocidad de fondo, profundidad y sustrato.

Cuando la profundidad es menor a 0.45 m, se realiza sólo una medición de velocidad a una profundidad igual al 60% de la profundidad en ese punto. Cuando la profundidad es mayor a 0.45 m y menor a 0.90 m, se midió la velocidad a dos profundidades, en el 80% y 20% de la profundidad en ese punto, determinando la velocidad media de la columna de agua como el cociente de  $(V_{20\%} + V_{80\%}) / 2$ . Por último cuando la profundidad es mayor a 0.90 m, la velocidad se mide al 20%, 60% y 80% de la profundidad, calculando la velocidad media de la columna de agua como el cociente de  $(V_{20\%} + 2 V_{60\%} + V_{80\%}) / 4$ .

Para las clases de sustrato se usó la clasificación granulométrica de la American Geophysical Union: Roca Madre (Roca continua), Bloques (>1024 mm), Bolones (256-1024 mm), Cantos rodados (64-256 mm), Gravas (8-64 mm), Gravillas (2-8 mm), Arenas (62 um-2 mm) y Limo (<62 um). Para definir el tipo de sustrato se determinó un radio de 0.50 m aprox. Alrededor de las presencias y ausencias donde se registra el sustrato dominante incluido en ese radio.

## 3ª Campaña: Toma de datos y validación por pesca eléctrica

La tercera campaña de muestreo se realizó entre el 7 y 12 de abril de 2014. En cada sitio de muestreo se utilizó un equipo de pesca eléctrica modelo SAMUS 725G y un equipo de 2 personas

provistas de chinguillos. Se escogió las cuencas de los ríos Bureo y Valdivia como cuencas objetivo principales, debido al escaso número de bagres de las especies *Trichomycterus chiltoni* y *Trichomycterus sp*, respectivamente en cada cuenca. Por motivos de inclemencias atmosféricas, sólo se realizó un muestreo en dos sitios del río Bureo (ver resultados), y el río Pichico (Cuenca principal río Valdivia) no fue posible visitarlo. En cada uno de los sitios visitados se realizó un levantamiento de ictiofauna dirigido, considerando a la vez no sesgar la disponibilidad de hábitat. Por esta razón se visitaron especialmente sectores de bolones y con velocidades moderadas buscando bagres; examinando de la misma forma en otros sectores más profundos y más someros, con bajas y altas velocidades, de tal manera de tener una visión general de la ubicación de estos individuos y considerando también aquellos hábitats en que no se encuentran generalmente. Además del sitio visitado en ocasiones anteriores (Río Bureo en Forestal), se determinó visitar otro sitio aguas arriba con el fin de buscar más individuos. Este sitio se denominó Río Bureo 2, y tuvo las coordenadas 37° 53' 18.53" S y 71° 55' 35.23" O. En el sitio río Bureo 2 se recorrieron 1,5 km lineales, cruzando en zigzag de una ribera a la otra, buscando peces. En el sitio Río Bureo en Forestal se recorrieron aproximadamente 3 km lineales, utilizando un método de pesca idéntico.

En cada microhábitat donde fue capturado un pez se depositó un marcador fluorescente numerado, y los peces se mantuvieron en baldes aireados, donde fueron posteriormente anestesiados, medidos y pesados, y posteriormente fueron devueltos a su hábitat. De la misma forma que en campañas anteriores, dos muestreadores registraron la velocidad media de la columna de agua, velocidad de fondo y profundidad en cada marca dejada previamente, utilizando un equipo Valepor Model 801 (flat) EM FLOW METER, con precisión de 0,001 m/s. De forma adicional se registraron 4 mediciones de ausencias por cada presencia, de tal forma de tener una adecuada representatividad de la disponibilidad de hábitat en cada transecto del río. Las mediciones de ausencia se registraron de forma sistemática y aleatoria a lo largo de cada transecto, e incluyeron velocidad media, velocidad de fondo, profundidad y sustrato.

Cuando la profundidad es menor a 0.45 m, se realiza sólo una medición de velocidad a una profundidad igual al 60% de la profundidad en ese punto. Cuando la profundidad es mayor a 0.45 m y menor a 0.90 m, se midió la velocidad a dos profundidades, en el 80% y 20% de la profundidad en ese punto, determinando la velocidad media de la columna de agua como el cociente de  $(V_{20\%} + V_{80\%}) / 2$ . Por último cuando la profundidad es mayor a 0.90 m, la velocidad se mide al 20%, 60% y 80% de la profundidad, calculando la velocidad media de la columna de agua como el cociente de  $(V_{20\%} + 2 V_{60\%} + V_{80\%}) / 4$ .

Para las clases de sustrato se usó la clasificación granulométrica de la American Geophysical Union: Roca Madre (Roca continua), Bloques (>1024 mm), Bolones (256-1024 mm), Cantos rodados (64-256 mm), Gravillas (8-64 mm), Gravillas (2-8 mm), Arenas (62 um-2 mm) y Limo (<62 um). Para definir el tipo de sustrato se determinó un radio de 0.50 m aprox. alrededor de las presencias y ausencias donde se registra el sustrato dominante incluido en ese radio.

#### 3.2.4.2.4 Obtención de curvas de idoneidad: curvas de uso y curvas de disponibilidad

En cada río por separado y para cada una de las especies registradas, se tabuló las variables velocidad media de la columna de agua, velocidad de fondo, profundidad y sustrato para cada una de las ocurrencias. Adicionalmente se realizó un análisis segregado por talla para las especies del género *Percilia* (adultos y juveniles por separado). El total de las observaciones para cada una de

las variables de hábitat corresponde al uso de hábitat de cada especie/talla y se analizó construyendo una tabla de frecuencias. Posteriormente se graficó el porcentaje de uso de cada clase. Este gráfico corresponde al uso de hábitat de cada especie, respecto a cada una de las variables de hábitat por río. Para determinar las curvas de uso de hábitat se desglosaron las ocurrencias de 2 o más individuos en registros por separado, de tal forma de reflejar el uso de hábitat a nivel individual. Así, una ocurrencia en un determinado parche de 2 individuos se contabilizó como 2 ocurrencias de 1 individuo cada una, reflejando de esta forma la mayor preferencia por este parche de hábitat.

Para cada una de ausencias se tabuló igualmente las variables velocidad media de la columna de agua, velocidad de fondo, profundidad y sustrato, y agregando las observaciones de cada especie objetivo tabuladas previamente, se construyó una tabla de frecuencias utilizando las mismas clases que se ocuparon en el análisis anterior, y fue igualmente graficado. Este análisis comprende la disponibilidad de hábitat, respecto a cada una de las variables de hábitat por río.

Finalmente, para cada una de las variables de hábitat y considerando las clases de uso y disponibilidad para cada especie o talla, se calculó el índice:

Porcentaje de hábitat utilizado / Porcentaje de hábitat disponible

de manera tal de cuantificar la idoneidad de hábitat. Debido a que este índice es un número adimensional y puede teóricamente tomar cualquier valor, se estandarizó dividiendo por el valor máximo, de tal forma de que el índice estandarizado vaya de 0 a 1. Para toda esta sección se siguió la metodología detallada en Bovee (1986).

De forma adicional al análisis de curvas de idoneidad mencionado en los párrafos previos, se describió el rango óptimo y adecuado de hábitat para cada clase o especie objetivo. El rango óptimo corresponde al rango ubicado entre los percentiles p25 y p75 de la distribución, es decir, el 50% central. El rango adecuado corresponde al rango centrado en el 95% de la distribución (p2,5 a p97,5).

### 3.2.5. Resultados

#### 3.2.5.1 Campañas de muestreo

##### **1° Campaña: Exploratoria**

En la campaña de muestreo de Abril de 2013 se obtuvieron un total de 171 individuos de peces y 74 crustáceos (Tabla 3.7). Los taxa más numerosos fueron los Bagres (familia Trichomycteridae), Carmelitas (Familia Perciliidae) y Pancoras (Familia Aegliidae). Por otro lado, las estaciones con abundancias mayores fueron Río Bureo y Puente Caivico para peces (Tabla 3.8) y Huichahue y Estero Punahue para Crustáceos (Tabla 3.9).

**Tabla 3.7. Lista sistemática, abundancia por especie y por grupo taxonómico de los taxa encontrados en la campaña Abril de 2013.**

Phylum	Orden	Familia	Especie	Abundancia
Chordata	Petromyzontiformes	Petromyzontidae	Geotria australis	1
	Osmeriformes	Galaxiidae	Galaxias maculatus	16
			Brachigalaxias bullocki	1
	Perciformes	Perciliidae	Percilia irwini	14
			Percilia gillissi	21
	Siluriformes	Nematogenyidae	Nematogenys inermis	1
			Trichomycteridae	Trichomycterus chiltoni
Trichomycterus sp.				35
Arthropoda	Decapoda	Aegliidae	Aegla sp. 1	16
			Aegla sp. 2	10
			Aegla sp. 3	48

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.8. Abundancia por estación de trabajo y por especie íctica para la campaña Abril de 2013.**

Especie	Estaciones de trabajo							
	Río Bureo	Puente Caivico	Puente Caivico II	Huichahue	Puente Quepe	Río Pichico	Estero Punahue	Río Quinchilca
<i>G. maculatus</i>		4	3				9	
<i>B. bullocki</i>								1
<i>Ge. Australis</i>		1						
<i>Percilia irwini</i>	14							
<i>Percilia sp.</i>		8	10				3	
<i>N. inermis</i>			1					
<i>T. chiltoni</i>	8							
<i>Trichomycterus sp.</i>		17	6	4	4		3	1
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>2</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.9. Abundancia por estación de trabajo y por especie de decápodo putativo para la campaña Abril de 2013.**

Especie	Estaciones de trabajo							
	Río Bureo	Puente Caívico	Puente Caívico II	Huichahue	Puente Quepe	Río Pichico	Estero Punahue	Río Quinchilca
<i>Aegla sp. 1</i>	16							
<i>Aegla sp. 2</i>				10				
<i>Aegla sp. 3</i>			2	24			18	4
	16	0	2	34	0	0	18	4

Fuente: Elaboración propia.

### Selección de especies objetivo

En base a la ocurrencia de especies en las estaciones de trabajo descritas en la sección anterior, se descartaron aquellas especies que por su baja frecuencia iban a significar un esfuerzo de muestreo demasiado intenso. Además se descartaron las especies de decápodos debido a la incerteza taxonómica derivada de la imposibilidad de identificación sin la remoción de los individuos. Finalmente, se decidió por las especies *Percilia irwini*, *Percilia gillissi* y *Galaxias maculatus*. Los bagres *Trichomycterus chiltoni* y *Trichomycterus sp.* Si bien son suficientemente numerosos de acuerdo a los resultados de la sección anterior, no fueron seleccionados debido a que a través de la técnica de snorkelling resulta virtualmente imposible su detección durante el día, debido a sus hábitos principalmente nocturnos.

### 2° Campaña: Toma de datos

En la segunda campaña se registró un total de 153 observaciones de 1 o más individuos de peces (n= 201 individuos contabilizados) en el río Bureo (Tabla 3.10). Del total de observaciones, 109 corresponden a la Carmelita *Percilia irwini* (n=113 individuos), 41 observaciones corresponden al Puye *Galaxias maculatus* (n=85 individuos) y 3 observaciones corresponden al bagre *Trichomycterus chiltoni* (n=3 individuos). De forma adicional a las observaciones de avistamiento sub-acuático, se registraron un total de 265 mediciones aleatorias del hábitat.

En el río Pichico, en tanto, se registró un total de 47 observaciones de ocurrencias de 1 o más individuos de peces (n=52 individuos en total, Tabla 3.8). De estas observaciones, 43 comprenden a la Carmelita *Percilia sp.* (n= 43 individuos) y 4 observaciones corresponden al Puye *Galaxias maculatus* (n=9 individuos). De forma adicional a los registros de las especies dulceacuícolas se tomaron un total de 227 mediciones aleatorias del hábitat.

**Tabla 3.10. Abundancia por estación de trabajo y por especie íctica para la campaña Abril de 2013.**

Especie	Estaciones de trabajo	
	Río Bureo	Río Pichico
<i>Galaxias maculatus</i>	85	4
<i>Percilia irwini</i>	113	
<i>Percilia sp.</i>		43
<i>Trichomycterus chiltoni</i>	3	
<i>Trichomycterus sp.</i>		0
<b>TOTAL</b>	<b>201</b>	<b>52</b>

Fuente: Elaboración propia

**3° Campaña: Toma de datos y validación por pesca eléctrica**

En la tercera campaña se obtuvieron un total de 70 observaciones en los que se registró 1 o más individuos ( $n= 82$  individuos contabilizados, Tabla 3.9). Del total de individuos capturados, 61 correspondieron a la Carmelita *Percilia irwini*, 20 individuos correspondieron al bagre *Trichomycterus chiltoni* y 1 individuo correspondió al Puye *Galaxias maculatus*. Como se mencionó en el apartado Metodología, las inclemencias atmosféricas no permitieron el desplazamiento hasta el sector del río Pichico (Cuenca del río Valdivia). Se decidió no visitar la cuenca del río Valdivia y afluentes objetivos principalmente debido al riesgo que implica muestrear con lluvias respecto al equipo de pesca eléctrica (riesgo de electrocución), además de que en período de lluvias los peces comúnmente se desplazan a refugios, limitando o dificultando su captura.

**Tabla 3.9. Abundancia por estación de trabajo y por especie íctica para la campaña Abril de 2013.**

Especie	Estaciones de trabajo	
	Río Bureo	Río Pichico
<i>Galaxias maculatus</i>	1	Sin información
<i>Percilia irwini</i>	61	
<i>Percilia sp.</i>		Sin información
<i>Trichomycterus chiltoni</i>	20	
<i>Trichomycterus sp.</i>		Sin información
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>Sin información</b>

Fuente: Elaboración propia

**3.2.5.2 Resultados acumulados**

Se registró un total de 432 individuos en las tres campañas de muestreo y considerando todas las estaciones visitadas. Para el Puye *Galaxias maculatus* se registraron un total de 111 individuos (Tabla 3.10) distribuidos entre todas las cuencas visitadas, considerando las tres campañas de muestreo y agregando las observaciones por snorkelling y por pesca eléctrica. Se observó un total de 188 individuos de Carmelita de Concepción *Percilia irwini* concentrados únicamente en el río

Bureo, en los dos sitios considerados en este sector. La Carmelita de Concepción fue registrada con mayor éxito con la técnica de snorkelling. En el caso de la Carmelita *Percilia* sp., se registró un total de 64 individuos concentrados principalmente en el río Pichico y el río Caivico.

Los bagres *Trichomycterus chiltoni* y *Trichomycterus* sp. fueron únicamente capturados a través de la técnica de pesca eléctrica, excepto tres individuos que fueron observado en el río Bureo. En el caso del bague *Trichomycterus chiltoni* se registró un total de 31 individuos, mientras que el bague *Trichomycterus* sp. se registraron 35 individuos.

**Tabla 3.10. Lista sistemática, abundancia total por especie y por grupo taxonómico de los taxa encontrados en todas las campañas.**

Phylum	Orden	Familia	Especie	Abundancia total	
Chordata	Petromyzontiformes	Petromyzontidae	<i>Geotria australis</i>	1	
			Osmeriformes	Galaxiidae	<i>Galaxias maculatus</i>
	<i>Brachigalaxias bullocki</i>	1			
	Perciformes	Perciliidae			<i>Percilia irwini</i>
			<i>Percilia</i> sp.	64	
	Siluriformes	Nematogenyidae	<i>Nematogenys inermis</i>	1	
			Trichomycteridae	<i>Trichomycterus chiltoni</i>	31
				<i>Trichomycterus</i> sp.	35

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.6. Discusión

El presente estudio corresponde a la primera aproximación en Chile basada en la observación del comportamiento y uso de hábitat de especies nativas dulceacuícolas en peligro de extinción o en algún grado de amenaza. La utilización de observaciones sub-acuáticas de forma complementaria a la pesca eléctrica permitió discernir entre las especies *Percilia irwini*, *Percilia* sp. y *Galaxias maculatus*, y las especies *Trichomycterus chiltoni* y *Trichomycterus* sp., siendo el primer grupo de especies detectadas con ambos métodos, mientras que el segundo grupo de especies fueron únicamente detectadas con pesca eléctrica. Teóricamente, con ambos métodos es posible construir curvas de uso e idoneidad de hábitat, a pesar de que ambos presentan ventajas y desventajas. Existe un tercer grupo de especies, *Nematogenys inermis*, *Geotria australis* y *Brachygalaxias bullocki*, que no fue posible considerar debido a su baja representación en los muestreos, probablemente debido a causas naturales de bajas densidades en el área de estudio.

El escaso número total de individuos observados en el grupo de especies objetivo (las especies *Percilia irwini*, *Percilia* sp., *Galaxias maculatus*, *Trichomycterus chiltoni* y *Trichomycterus* sp., Tabla 3.10) no permite realizar inferencias confiables sobre las curvas de idoneidad de hábitat para todas las especies. La abundancia esperada comúnmente para estudios de selección de hábitat y confección de curvas de preferencia sobrepasa los 200 individuos, generalmente considerando al menos 300 individuos (Martínez-Capel, F., García de Jalón, D., Werenitzky, D., Baeza, D. & Rodilla-Alamá, M. (2009). Microhabitat use by three endemic Iberian cyprinids in Mediterranean rivers (Tagus River Basin, Spain). *Fisheries Management and Ecology* **16**, 52-60.).

Técnicamente es posible construir una curva de idoneidad para la única especie que tiene un número razonable de observaciones (Carmelita de Concepción *Percilia irwini*), sin embargo, el número de observaciones aún se consideran débiles desde un punto de vista estadístico. Considerando las abundancias observadas en las tres campañas de monitoreo, es posible que igualmente para el Puye *Galaxias maculatus* también se construya una curva de idoneidad. Sin embargo, al disminuir el número de observaciones la incerteza aumenta, y la confiabilidad disminuye.

En el caso de la Carmelita *Percilia* sp. y los bagres *Trichomycterus chiltoni* y *Trichomycterus* sp. el número de observaciones no permitiría realizar inferencias confiables respecto al uso de hábitat y las posteriores curvas de idoneidad de hábitat, requiriendo en este caso un mayor número de observaciones.

Es importante destacar la necesidad de utilizar técnicas de muestreo complementarias, esto es, utilizad pesca eléctrica y en paralelo realizar observaciones sub-acuáticas. De esta forma la probabilidad de observar individuos que hacen uso del hábitat de forma diferencial (Puyes y Carmelitas) se maximiza, al mismo tiempo que individuos difíciles de observar visualmente (Bagres), son registrados de forma indirecta con la pesca eléctrica.

### 3.2.7. Conclusiones

El presente estudio comprende la primera aproximación en Chile basada en buceo sub-acuático para determinar la idoneidad de hábitat en especies dulceacuícolas amenazadas. El número de observaciones por snorkelling, en conjunto a la técnica de pesca eléctrica significó un bajo número de registros para todas las especies, excepto para la Carmelita de Concepción *Percilia irwini*.

Teóricamente, sólo sería confiable realizar una curva de idoneidad de hábitat para la especie *Percilia irwini*.

Técnicamente, sería posible realizar curvas de idoneidad de hábitat para las especies *Galaxias maculatus* y *Percilia* sp., cuyo grado de confiabilidad sería menor.

Técnicamente, las especies *Trichomycterus chiltoni* y *Trichomycterus* sp. no poseen un número suficiente de observaciones, por lo tanto, la construcción de curvas de idoneidad de hábitat para estas especies resultaría en una incerteza alta y confiabilidad baja.

Debido al escaso número de ejemplares observados, es necesario ampliar el muestreo a una cuarta campaña de terreno, con énfasis principal en el muestreo sub-acuático para las las especies *Galaxias maculatus* y *Percilia* sp., y en paralelo aumentar las observaciones de *Trichomycterus chiltoni* y *Trichomycterus* sp. con la técnica de pesca eléctrica.

### 3.2.8. Grado de cumplimiento de las actividades

El grado de cumplimiento de las actividades está acorde a lo planificado a excepción de la construcción de la curva de idoneidad. Este retraso se debe principalmente a la poca cantidad de individuos colectados en las dos campañas planificadas. Con lo cual se procedió a realizar una tercera campaña en el mes de abril del 2014 (mes 21). Sin embargo, en esta campaña, las inclemencias del tiempo en la zona centro sur, no permitió desarrollar a cabalidad esta campaña a terreno, por lo cual no fue posible cumplir con el objetivo, el cual aumentar la cantidad de

individuos colectados para obtener curvas de idoneidad con validez estadística. Es por esta razón que se fijó una nueva salida a terreno, fijada para noviembre o diciembre del 2014. La cual tiene por objetivo complementar la información generada en la campaña 3 (abril del 2014).

Las actividades de construcción de las curvas de idoneidad y de interpretación de resultados, necesitan que las campañas de terreno se hayan realizado en forma completa. Sin embargo, se ha realizado un ejercicio a modo de prueba para la construcción de las curvas de idoneidad de hábitat. Estos resultados son preliminares, y no tienen una validez científica.

Se espera que estas dos actividades faltantes puedan ser realizadas una vez completada la extensión de la tercera campaña, entre diciembre del 2014 y marzo del 2015.

### 3.3. Resultado: “Curvas de idoneidad del desarrollo de actividades antrópicas in situ en el río”

#### 3.3.1. Planificación de las actividades

Dentro de las actividades planteadas para lograr este resultado están el recopilar información, desarrollo de encuestas, desarrollo de Focus Group y la realización de entrevistas. La programación fijada para la realización de estas dos actividades se muestra en la Tabla 3.11.

**Tabla 3.11: Programación original y fecha real de ejecución con sus respectivos porcentajes de avance de las actividades asociadas al resultado “Curvas de idoneidad de realización de actividades antrópicas in situ en el río”**

Actividad	Fecha planificada		Fecha realizada		Avance	
	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Esperado	Real
Recopilación de información	1	5	7	12	100%	100%
Desarrollo de encuestas	5	9	17	-	100%	70%
Focus Group	9	10	17	17	100%	100%
Entrevistas	10	14	17	-	100%	30%
Análisis de la información	14	17	20	-	100%	70%
Construcción de las curvas de idoneidad	18	20	22	-	100%	10%
Validación en terreno	19	20	-	-	100%	0%

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.3.2. Área de Estudio

El área de estudio para desarrollar las curvas de preferencia de usos y actividades antrópicas corresponde a aquellas áreas en donde se realizan dichos usos y actividades, la cual se enmarca entre las regiones del Maule y Los Lagos.

#### 3.3.3. Detalle de cada actividad

##### 3.3.3.1 Recopilación de información

Recopilación de información se basó en identificar las actividades antrópicas que se realizan en torno a río de interés hidroeléctrico para minicentrales e identificar cuáles son las variables hidrodinámicas que condicionan o limitan la posibilidad de realizar esta.

Las actividades desarrolladas están en directa relación con la estrategia platenada por el Estado chileno, para alcanzar un desarrollo Sustentable del sector turismo, que significa establecer un desarrollo de las comunidades aledañas sin afectar el medio ambiente. Al realizar la estrategia de identificar las principales actividades que se llevan a cabo en los ríos de Chile, están en relación con el quehacer turístico.

Chile está realizando una fuerte inversión hacia el Turismo Sustentable, entendido como “...aquel que hace un uso óptimo de los recursos naturales, respeta la autenticidad socio-cultural de las

comunidades anfitrionas y asegura un desarrollo económico viable en el largo plazo.” 1 (Chile por un Turismo Sustentable. Manual de buenas prácticas – alojamiento turístico. Sector turístico. 1° Edición Septiembre 2011. Pagina 7 )

Los principios y prácticas de la sustentabilidad turística son aplicables e indispensables en la realización de las diversas formas; para el turismo masivo, el de naturaleza y el de intereses especiales.

Entre las principales actividades que se desarrollan en los ríos de Chile se encuentran: Rafting, Kayak, Barranquismo, Canotaje, Pesca recreativa y Paisajismo. Para un eficaz desarrollo de cada una de las actividades deportivas antes mencionadas, es necesario contar con variables específicas para cada una de ellas.

### Rafting

El rafting o canotaje, consiste en desafiar la fuerza del agua de los ríos, bajando por el cauce del río a bordo de embarcaciones neumáticas en las que un grupo de navegantes rema y lucha por no dejarse doblegar por los rápidos que se forman en la dirección de la corriente. Se caracteriza por ser uno de los deportes aventura más popular, esto se debe a que su práctica no requiere de mucha preparación y equipamiento, puesto que las bajadas de los ríos se hacen principalmente a través de empresas que proporcionan equipamiento y guía.

Los ríos por los cuales se desciende en balsa se clasifican por clases, esto de acuerdo a la American Whitewater. Las aguas van desde la clase I a la VI, dependiendo de la fuerza y dificultad que presente el río (ver Tabla 3.12). En esta escala, el rápido clase I es el más suave, indicado para principiantes, quienes incluso pueden sortear sin contratiempos hasta los rápidos de clase III. Las categorías IV a la VI son de alta exigencia y su desafío está destinado exclusivamente para expertos.

El nivel de dificultad y riesgo de la práctica de este deporte esta en directa relación con las características del caudal que presenta el río, por lo que se hace necesario conocer la profundidad del río en sus diferentes secciones.

**Tabla 3.12 Escala Internacional de dificultad de los ríos**

Grado	Tipo	Características del curso de agua	Efectos en el Ser Humano
I	Fácil	Agua de curso rápido con olas y ondas pequeñas	Riesgo de acabar en el agua es escaso.
II	Principiantes	Rápidos rectos con canales anchos y despejados	Los palistas que terminan en el agua pocas veces sufren daños.
III	Intermedio	Rápidos de olas moderadas y regulares que tal vez sean difíciles de evitar. Se pueden hallar poderosas contracorrientes y potentes efectos del cauce	No son muy habituales las lesiones cuando hay que nadar.
IV	Avanzado	Rápidos intensos y poderosos. Aguas turbulentas, tal vez presente grandes olas y rebufos inevitables, o bien pasajes angostos.	El riesgo de sufrir daños entre los nadadores es de moderado a alto.
V	Expertos	Rápidos muy violentos, con obstáculos, y extremadamente largos. Los saltos tal vez	Los chapuzones son peligrosos y el rescate suele resultar difícil incluso

Grado	Tipo	Características del curso de agua	Efectos en el Ser Humano
		tengan grandes olas o rebufos inevitables o bien toboganes angostos y escarpados.	para los expertos.
VI	Extremo	Ríos muy peligrosos	Muy peligroso, con rescate casi imposible

Fuente: Condensado a partir de (Bennet, 2001).

Los ríos de Chile, son considerados de clase mundial para la práctica de este deporte, los ríos que más concentran la atención a nivel nacional e internacional son el río Biobío y el Futaleufú, ambos clase V. La gran mayoría de los ríos de nuestro país fluctúan entre las clases III y IV que presentan aguas calmas, lo que las hace apta para travesías familiares, contribuyendo a la popularidad de este deporte. Los lugares más conocidos para la práctica del rafting en Chile se detallan en la Tabla 3.13

**Tabla 3.13: Principales ríos en los cuales se realiza el rafting**

Zona	Río	Ubicación	Clase	Época de Práctica
Central	Río Maipo	Región Metropolitana, en el sector del Melocotón a 22 kilómetros del caserío Guayacán	Clase III y IV	Durante la primavera y verano.
	Río Tinguiririca	Es el río más importante de la región de O'Higgins	Clase III y IV	
	Río Teno	Región del Maule	Clase III.	Durante la primavera
	Río Maule	Región del Maule	Clase III.	Durante la primavera
	Río Claro	Región del Maule Ubicado en la Reserva Nacional Radal Siete Tazas.	Clase III	-
Sur	Río Biobío	Región del Biobío Al sureste de la ciudad de Los Ángeles.	Clase V	-
	Río Luicura	Región de la Araucanía. Cercano a la ciudad de Pucón.	Clase II y III	Entre noviembre y marzo
	Río Trancura	Región de La Araucanía. A 14 kilómetros de Pucón	Clase III, IV y V	Entre noviembre y marzo.
	Río San Pedro	Región de los Ríos. Cercano a la ciudad de Valdivia	Clase II, III y IV	-
	Río Fuy	Región de los Ríos. Comuna de Panguipulli, entre los lagos Panguipulli y Pirihueco	Clase III y IV	-
	Río Petrohué	Región de Los Lagos	Clase III y IV	-
Austral	Río Futaleufú	Región de Los Lagos. A 155 kilómetros al sureste de Chaitén	Clase IV y V.	De mediados de enero a mediados de marzo.
	Río Baker	Región de Aysén. A 10 kilómetros al noreste de Cochrane	Clase IV y V	En verano.
Magallanes	Río Serrano	XII Región de Magallanes y Antártica Chilena	Clase I	En verano.

Fuente: Elaboración propia.

## Kayak

Otra actividad que se realiza en el río es el kayak. Esta embarcación es un tipo de piragua, en la que el deportista va sentado mirando hacia la proa, en el sentido de la marcha, y en las manos lleva un remo doble. Este deporte se suele practicar en ríos, lagos, embalses. Los ríos utilizados para la práctica del kayak también se clasifican de acuerdo al American Whitewater.

El Kayak de río se practica principalmente a partir de la sexta región hacia el sur, ya que en la zona norte la práctica de este deporte se hace preferencialmente en el mar, puesto que los ríos no cuentan con un caudal suficiente, debido a las escasas precipitaciones que se presentan en la zona.

A pesar de la gran variedad de lugares que ofrecen la posibilidad de practicar deportes acuáticos, los ríos de mejor categoría se encuentran en la zona sur, especialmente en la Araucanía. El más conocido es el río Trancura ubicado a 14 km de Pucón. Otros lugares que cuentan con las condiciones necesarias para la realización de estas actividades son Laguna del Laja, los lagos Caburgua, Villarrica, Calafquén, Conguillío, Riñihue, Ranco entre otros, en donde se puede disfrutar de plácidas aguas y un entorno natural sorprendente.

El recuadro a continuación presenta los principales ríos de la zona centro sur del país, de acuerdo a la clasificación utilizada por la American Whitewater.

**Tabla 3.14: Principales ríos en los cuales se realiza el kayaking**

Zona	Río	Ubicación	Clase
Zona Central	Cachapoal.	Región del Libertador B. O'Higgins.	Clase III y IV
	Teno	Región del Maule. En el sector los Queñes	Clase III, IV y V
	Maule	Región del Maule	Clase III, IV y V
	Maipo	Región Metropolitana, en el sector del Melocotón a 22 kilómetros del caserío Guayacán	Clase III, IV, V y VI.
	Claro	Región del Maule. Ubicado en la Reserva Nacional Radal Siete Tazas, se caracteriza por los saltos de agua	Clase IV y V
	Ancoa	Región del Maule. Cercano a la ciudad de Linares	Clase IV y V
	Achibueno	Región del Maule. Cercana a la ciudad de Linares	Clase III y IV
	Tinguiririca	Región del Libertador B. O'Higgins. Aproximadamente a 80 km al este de San Fernando.	Clase III, IV y V
	Mapocho	Región Metropolitana. El acceso es vía el camino a Farellones. Desde la confluencia con el Río San Francisco	Clase IV y V
Zona Sur	Yelcho	Región de Los Lagos.	
	Futaleufú	Región de Los Lagos.	Clase V
	Palena	Región de Los Lagos	Clase I y II
	Ñuble	Región del Biobío. Cercano a la ciudad de San Carlos	Clase III
	Biobío	Región del Biobío. Al sureste de Los Ángeles	Clase V.
	Trancura	Región de la Araucanía. A 14 km de Pucón	Clase III y IV
Zona Austral	Baker	Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. A	Clase V

Zona	Río	Ubicación	Clase
		10 kilómetros al noreste de Cochrane	
	Aysén.	Región de Aysén del general Carlos Ibáñez del Campo	-
	Futaleufú	Región de los Lagos. A 155 Km al sureste de Chaitén	Clase V
	Espolón	Región de Los Lagos. Precede al Futaleufú y es considerado como entrenamiento para éste	Clase III
Zona Magallanes	Sarmiento	Región de Magallanes y la Antártica Chilena	-
	Serrano	Región de Magallanes y la Antártica Chilena Ubicado en Parque Nacional Torres del Paine.	Clase I

Fuente: Elaboración propia.

## Canyoning

El Canyoning o barranquismo, es un deporte aventura que se práctica en los barrancos de los ríos, pudiendo presentar un recorrido muy variado: se encuentran tramos con poco caudal o incluso secos, puntos con pozas y otros tramos con cascadas, tanto en terrenos con vegetación como en sectores desérticos.

El barranquismo consiste en ir superando estos cambios de recorrido; caminando, nadando, destreando o escalando, si es necesario. Se considera que para que un descenso sea valorado como apto para el barranquismo debe combinar al menos dos de estas tres características: caudal, verticalidad y carácter encajado.

La práctica del canyoning también posee una estratificación que permite clasificar los diversos lugares en donde se práctica este deporte, tal como se muestra en la Tabla 3.15.

**Tabla 3.15: Clasificación de los ríos para la realización del Canyoning según el grado de dificultad**

Grado de Dificultad	Carácter Vertical	Carácter Acuático	Carácter de Riesgo
I Muy Dificil	No hay rapeles, cuerda no necesaria para la progresión. No hay escalada ni destreps.	Ausencia de agua o caudal bajo. Natación opcional.	Posibilidad de ponerse a salvo de una crecida, de forma rápida y sencilla. Vías de evacuación a lo largo de todo el recorrido
II Fácil	Presencia de rapeles de acceso y ejecución menores de 10 metros. Pasos de escalada y/o destreps fáciles y poco expuestos.	Natación en aguas en calma, con recorridos menores a 10 metros. Saltos a cuerpos de agua, ejecución simple, menor a 3 metros. Toboganes con pendientes con pendiente débil.	Posibilidad de ponerse a salvo de una crecida, con un recorrido máximo de 15 minutos. Vías de evacuación con un recorrido máximo de 30 minutos.
III Poco Dificil	Verticales con caudal débil. Presencia de rapeles de acceso y ejecución simples menores que 25 metros, separados por zonas que permiten el reagrupamiento. Colocación de pasamanos simples. Marcha técnica que necesita	Natación en aguas en calma con recorrido menor de 30 metros. Progresión con corriente débil. Saltos a cuerpos de agua de ejecución simple de 3 a 5 metros. Toboganes con pendientes	Posibilidad de ponerse a salvo de una crecida, con un recorrido máximo de 30 minutos. Vías de evacuación con un recorrido máximo de 60 minutos.

Grado de Dificultad	Carácter Vertical	Carácter Acuático	Carácter de Riesgo
	atención (colocación precisa de apoyos) y búsqueda de itinerario sobre terreno resbaloso inestable y/o accidentado. Pasos de escalada y/o destrepe poco expuesto y que pueden necesitar de cuerda.	media.	
IV Algo Dificil	Verticales con caudal medio; éstos pueden generar problemas de desequilibrio o atrapamiento de extremidades, en fisura, piedra y otros. Rapeles de acceso difícil y/o mayores que 25 metros. Encadenamiento de rapeles en pared con reuniones cómodas. Se requiere control de rozamientos de las cuerdas. Colocación de pasamanos complejos, recepciones de rapel no visibles desde la salida o con salida a nado sin salto. Pasos de escalada y/o destrepe expuestos, y/o maniobras de aseguramiento o progresión con cuerda.	Permanencias prolongadas en agua, con importante pérdida de calor corporal. Corriente media que no influyen en el desplazamiento en el cuerpo de agua. Saltos a cuerpos de agua de ejecución simple de 5 a 8 metros. Saltos asistidos a cuerpos de agua menores que 5 metros. Toboganes con pendiente fuerte. Tiempo de permanencia máximo 2 horas.	Posibilidad de ponerse a salvo de una crecida, con un recorrido máximo de 60 minutos. Vías de evacuación con un recorrido.
V Dificil	Verticales con caudal fuerte; estos generan descenso difíciles que necesitan de asistencia del guía. Encadenamiento de rapeles en pared con reuniones aéreas. Puntos de apoyo resbalosos o presencia de obstáculos (troncos, rocas, arbustos u otros).	Progresión en corrientes fuertes que dificultan el desplazamiento en el cuerpo de agua. Presencia de marmitas de recepción fuertemente agitadas. Movimientos evidentes de aguas blancas (remolinos, hidráulicas u otros) que pueden provocar atrapamiento de extremidades del cliente bastante prolongados. Saltos a cuerpos de agua de ejecución simple, de 10 a 12 metros. Saltos asistidos a cuerpos de agua, de 8 a 10 metros.	Posibilidad de ponerse a salvo de una crecida, con un recorrido máximo de 2 horas. Vías de evacuación con un recorrido máximo de 4 horas.
VI Muy Dificil	Verticales con caudal fuerte. Cascadas con alto caudal progresión muy difícil que precisa asistencia del guía con equipamiento. Rutas no equipadas previamente, lo que dificulta y hace de alto riesgo la instalación de reuniones. Uso eventual de anclajes naturales. Acceso o salida compleja de los rapeles y/o pasamanos. Pasos de escalada y/o destrepe expuestos. Puntos de apoyos muy resbalosos o inestables. Progresión en corrientes	Movimientos evidentes de aguas blancas (remolinos, hidráulicas u otros) que pueden provocar atrapamiento de extremidades del cliente bastantes prolongados. Saltos a cuerpos de agua de ejecución simple, de 10 a 12 metros. Saltos asistidos a cuerpos de agua, de 8 a 10 metros.	Posibilidad de ponerse a salvo de una crecida, con un recorrido máximo de 2 horas. Vías de evacuación con un recorrido máximo de 4 horas.

Grado de Dificultad	Carácter Vertical	Carácter Acuático	Carácter de Riesgo
	fuertes que dificultan el desplazamiento en el cuerpo de agua. Presencia de marmitas de recepción fuertemente agitadas.		
VII Extremadamente Difícil	Verticales con caudal fuerte. Cascadas con caudales fuertes, progresión extremadamente difícil. Pasos de escalada y/o destrepe expuesto. Visibilidad limitada y obstáculos frecuentes.	Progresión en corrientes fuertes que hacen extremadamente difícil el desplazamiento en el cuerpo de agua. Presencia de marmitas de recepción, fuertemente agitadas en el curso o al final de rapeles. Movimientos de agua violentos (remolinos, hidráulicas u otros). Control de la respiración pasos en apnea. Saltos a cuerpos de agua de ejecución simple, de más de 12 m. Saltos asistidos a cuerpos de agua de 10 a 12 metros. Presencia de sifones.	Posibilidad de ponerse a salvo de una crecida, con un recorrido máximo de 2 horas. Vías de evacuación con un recorrido máximo de 4 horas.

Fuente: Normas de Turismo Aventura. Sernatur. NCH 2998

### Canotaje

En nuestro país existen tres formas de canotaje de deporte aventura, que se encuentra reconocida por la Federación Chilena de Canotaje quien se ciñe a las normas establecidas por la International Canoe Federation. Las categorías reconocidas por la federación de canotaje son velocidad, slalom y maratón. El canotaje o piragüismo de velocidad; consiste en hacer correr a competidores entre sí en kayaks y canoas sobre una pista claramente definida y sin obstáculos, en el menor tiempo posible. Las distancias a recorrer en competición varían entre los 200 y 5.000 metros de longitud.

El Canotaje slalom; la competición de canoa slalom, tiene por finalidad franquear un recorrido en aguas rápidas o con movimiento, determinado por puertas, sin cometer faltas, en el tiempo más corto posible. El recorrido cuenta obstáculos naturales y/o artificiales.

El Canotaje maratón; en las regatas maratón, el competidor debe cubrir en el menor tiempo posible, un determinado recorrido de larga distancia, en aguas no sujetas a prescripciones estándar. Debe afrontar las mismas tal como las encuentre y estar preparado, si fuera necesario, a acarrear su embarcación a través de un obstáculo infranqueable, o entre dos cursos de agua.

### Pesca deportiva

Otra actividad es la pesca deportiva, esta actividad se realiza con el objetivo de capturar especies hidrobiológicas sin fines de lucro; con un propósito deportivo, turístico o pasatiempo. De igual forma se caracteriza porque los pescadores no buscan la captura masiva de peces, sino que dedican su esfuerzo a obtener un solo organismo. Esta diferencia no es tan marcada y en ocasiones ambos tipos de pesca se pueden combinar.

Nuestra legislación entiende la Pesca Recreativa como “la actividad pesquera realizada por personas naturales que tiene por objeto la captura de especies hidrobiológicas con aparejos de pescas de uso personal, sin fines de lucro para el pescador y con propósito de deporte, turismo o entretención”(Ministerio de Economía, 2008).

En Chile, la pesca recreativa, se realiza en áreas definidas como “cuerpos de agua terrestres de una cuenca, que comprende sectores interdependientes que requieren de una manejo integrado para la conservación de la fauna íctica y el desarrollo de actividades de pesca recreativa” (Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, 2008).

Para que la actividad de pesca recreativa se lleve a cabo con éxito se requiere de un caudal mínimo. Por caudal mínimo para la pesca recreativa entenderemos como “*la cantidad de agua que asegura la adecuada disponibilidad de hábitat para los distintos estadios vitales de las especies hidrobiológicas presentes en un área preferencial*” (Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, 2008).

Para llevar a cabo la práctica de pesca recreativo los aficionados deben cumplir con los requisitos establecidos en la Ley ° 20.256, la que señala la obligatoriedad de contar con *licencia de pesca* y el uso de *aparejos personales*.

En cuanto a la Licencia de Pesca, esta es de carácter personal e intransferible y que el pescador debe portar en todo momentos. Esta licencia habilita a su portador “*realizar actividades de pesca recreativa en cualquier curso o cuerpo de agua fluvial, lacustre o marítimo*” (Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, 2008).

Los Aparejos para la pesca, estos son de uso personal, no podrá utilizarse ningún elemento o sistema tóxico o nocivo como por ejemplo; explosivos, armas de fuego, sustancias tóxicas, electricidad, etc. De igual forma está prohibida la comercialización de las especies capturadas con los aparejos de uso personal.

Para practicar la pesca recreativa, la exigencia establecida por el Estado es contar con la Licencia de Pesca y respetar las normativas vigentes, es por ello que esta práctica se puede realizar de manera individual, ya que no es obligatorio encontrarse asociado a un club de pesca o realizar de manera sistemática esta actividad.

La pesca recreativa de especies salmonideas, es una actividad turística de gran crecimiento. Presenta un importante desarrollado en países como Estados Unidos y Canadá, como en Europa destacando Escocia, Noruega y Rusia. En todos estos países del hemisferio norte, esta actividad se ha incrementado, adquiriendo hoy la experiencia y categoría de una vigorosa industria que genera ingresos considerables y aporta empleo productivo a millones de personas.

En Estado Unidos, los ingresos obtenidos por este concepto superan los US\$21 mil millones de dólares y genera empleo para 1.3 millones de personas. En tanto en Canadá y Nueva Zelandia la industria de la pesca recreativa reporta anualmente, una cifra del orden de los US\$800 millones, cifra similar a los ingresos que genera la industria del salmón en Chile y Argentina.

En general, en el hemisferio sur la pesca en agua dulce, especialmente de truchas y salmones, se practica en verano y se interrumpe durante el invierno para respetar los períodos reproductivos de esta especie. Esta particularidad determina que cuando comienzan las vedas y prohibición de pesca en el hemisferio norte es cuando comienza la temporada de pesca de salmónidos en el

hemisferio sur. Los países donde es posible la práctica de la pesca recreativa de salmónidas en el hemisferio sur son Nueva Zelanda, Argentina y Chile y en menor medida Tasmania.

En Chile, recién comienza a desarrollarse esta actividad a escala profesional, ingresan, por este concepto, divisas muy por debajo de las cifras mencionadas, no alcanzando los US\$ 2 millones al año, cifra bastante modesta si se considera la cantidad y calidad de los recursos naturales de que dispone el país para la pesca recreativa de nivel internacional. Solo en la XI región, la industria de la pesca recreativa está diseñada para que en plena ocupación genere ingresos por US\$11,2 millones.

Para que nuestro país alcance los estándares internacionales en este ámbito debe considerar los siguientes elementos:

- Excelencia en calidad medioambiental de ríos, agua y pesca
- Disponibilidad de guías profesionales
- Excelencia y la calidad de servicios y equipamiento.

La pesca recreativa en Chile, se divide en pesca recreativa de mar y de agua dulce. Esta última se desarrolla sobre diferentes especies de peces particularmente pejerreyes y truchas, principalmente en el norte y centro sur del país.

A continuación se presenta un recuadro con información de la temporada de pesca y las especies.

**Tabla 3.16 Temporada de Pesca**

Especie	Zona	Temporada
Pejerrey Chileno	Entre la región de Tarapacá y la región de Magallanes y la Antártica Chilena.	16 de diciembre al 15 de agosto.
Pejerrey Argentino	En aguas calmadas de la región de Tarapacá a la Región de Biobío (lagos, lagunas, embalses, tranques)	Todo el año
	En aguas corrientes, entre las regiones de Tarapacá y Biobío (ríos, esteros, arroyos, etc.)	16 de diciembre al 15 de agosto
	Entre la región de la Araucanía y la región de Magallanes y la Antártica Chilena	16 de diciembre al 15 de agosto
Percatrucha	Entre la región de Tarapacá y la región de Magallanes y la Antártica Chilena	1 de enero al 15 de abril
Salmónidos	Entre la región de Tarapacá y la región de Los Lagos	2ª viernes de noviembre al 1º domingo de mayo.
	Lago Llanquihue	15 de septiembre al 1º Domingo de Mayo
	Lagos Palena y Puelo	Todo el año.
	Río Pescado, Río Sur y sus afluentes	2º viernes de noviembre al 1º domingo de mayo.
	XI región hasta la ribera sur del Lago Las Torres	2º viernes de noviembre al 1º domingo de mayo.
	Desde la ribera sur del Lago Las Torres hasta el límite sur de la XI región	2º viernes de octubre al 1º domingo de abril
	Lago General Carrera, Cochrane y O'Higgins	Todo el año

	Región de Magallanes y la Antártica Chilena	16 de Octubre de cada año hasta el 14 de Abril del año siguiente
	Región de Magallanes y la Antártica Chilena , en áreas desembocaduras de ríos (hasta una distancia de 5 km. Hacia el interior)	16 de Octubre hasta fines de Febrero
	Lago Fagnano	Todo el año

Fuente: Servicio Nacional de Pesca.

Los lugares de pesca de agua dulce se practica en lagos, ríos, estanques, tranques y arroyos donde habitan especies nativas e introducidas como trucha arco íris, trucha café, salmón del Pacifico, perca trucha, pejerrey Argentino, y pejerrey chileno, que son las principales especies en el desarrollo de la pesca recreativa

Existen diversas técnicas utilizadas en la pesca deportiva. Entre ellas destaca la pesca con mosca, pesca trolling, pesca spinning, pesca con carnada, pesca con devolución o Catch & release.

### Determinación de curvas de idoneidad

A partir de la recopilación de experiencias en el extranjero en la caracterización de usos y actividades antrópicos, como en la identificación de las principales actividades que se realizan en Chile se ha realizado la identificación de las variables representativas a ser incorporadas a la hora de definir las curvas de idoneidad.

Se ha realizado la recopilación de estudios realizados en otros lugares del mundo, en donde se hayan realizado experiencias similares. Debido a la escasez de proyectos que tuvieran el mismo objetivo que este, se decidió realizar una búsqueda más amplia, incluyendo tanto estudios en donde se realizaran recopilaciones de métodos, como estudios en donde se evaluarán las actividades antrópicas tanto desde el punto de vista económico como desde caudal ecológico.

A continuación se presenta un pequeño listado de recomendaciones señalados en la recopilación que ha realizado Mosley (1983).

De acuerdo a Leopold *et al.* (1964, citado en Mosley 1983) los aspectos de la morfología del río como ancho, profundidad media y velocidad media son controlados por la descarga.

Se debe considerar que de acuerdo al tipo de uso serán las variables que afectarán la preferencia de cada sitio, por lo que en se debe considerar por ejemplo la profundidad mínima en los rápidos, el largo de los rápidos y pozas (Mosley 1983).

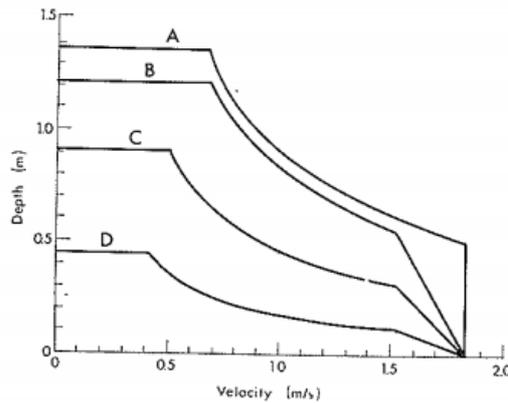
Según Mosley (1983) se debe considerar a la hora de realizar las curvas de idoneidad tanto los grupos etarios como las características físicas de cada individuo. Lo cual cobra particular relevancia al considerar usos con contacto.

Al desarrollar cada curva se debe considerar las habilidades y la valentía de cada individuo, en particular en actividades como rafting y kayak. Estas diferencias se pueden apreciar de manera clara al considerar la escala internacional de dificultad de ríos, en donde con un río Grado III para algunos puede ser aterrador, mientras que para otros apenas interesante (Mosley 1983).

Por otra parte, Mosley (1983) señala que el uso del río depende más de la accesibilidad a él que de las cualidades intrínsecas de él.

Por otra parte, Mosley (1983) realizó una recopilación de valores umbrales para diversas actividades antrópicas en ecosistemas acuáticos. Un ejemplo de ello es la Figura 3.1, en donde se muestra una relación entre velocidad y profundidad de acuerdo a las características corporales de los individuos.

**Figura 3.1 Límites de profundidad y velocidad para vadeo seguro de acuerdo a características de la población. A: Adultos pesados y altos. B: Adultos y Adolescentes promedio. C: Niños de más de 5 años. D: Niños de menos de 5 años.**



Fuente: Cortell & Associates (1977, citado en Mosley 1983).

Además, Mosley (1983) incorporó un resumen de las condiciones de flujo (ancho, profundidad y velocidad) para distintos usos y actividades antrópicas.

**Tabla 3.17 Resumen de las condiciones de flujo para usos y actividades antrópicas (A: Ancho; P: Profundidad; V: Velocidad)**

Actividad	Superficie de agua ancho (A), profundidad (P), velocidad (V) requerimiento			Requisitos sedimentos preferidos	Otros requerimientos
	Mínimo	Máximo	Preferencia		
Remando / vadeo	A P V	A P 1,2 V 1,8	A P 0,4-0,6 P <0,5	Preferencia arena y grava. Alga o sedimentos no deseables. Escombros, vidrios rotos, etc.	Deben cumplir otros estándares bacteriológicos y tóxicos de calidad.
Pesca con caña / vadeo	Igual que anterior	Igual que anterior	Igual que anterior	Igual que anterior	Igual que anterior y/o requerimiento de hábitat para peces
Natación	A 5,0 P 0,8 V -	A P V 1,0	A >10,0 P 1,5 V <0,3	Igual que remar/vadear	Igual que remar/vadear. Longitud para utilizar canal >50m. Para buceo de orilla

Actividad	Superficie de agua ancho (A), profundidad (P), velocidad (V) requerimiento			Requisitos sedimentos preferidos	Otros requerimientos
	Mínimo	Máximo	Preferencia		
					P>=2,0 m.
Tubing / drift diving	A 5,0 P 0,3 V -	A - P - V -	A 20,0 P 0,8 - 1,5 V 1,0 - 2,0	Igual que remar/vadear. Deporte para formas de "aguas claras". Igual que rafting/canoa.	Peligro de árboles sobresalientes/sumergidos, etc. Deben cumplir otros estándares bacteriológicos y tóxicos de calidad. Fondo visible. Temperatura del agua 10 -25°C. Acceso al inicio y al final del tramo. Clase II o III en la Escala Internacional de dificultad de ríos. (I o II para buceo a la deriva). Obstáculos que puedan ser transportados. Espacios entre las rocas >1,0m
Aguas claras rafting / canoa	A 7,5 P 0,2 V -	A - P - V 4,5	A >20,0 P 0,8 - 1,5 V 1,0 - 3,0	Presencia de rocas largas y bases de afloramiento de interés. Sedimentos en rápidos y el tamaño de las gravas que no son angulares producen desgaste.	Igual que tubing/buceo a la deriva, excepto, Clases II hasta IV en la Escala Internacional de dificultad de ríos. Espacios entre las rocas > 2 m.
Caminata (por la ruta del cauce)	A P V	A P 1,2 V 1,8	A - P - V -	Lecho de Grava deseable para un viaje fácil. Recubrimiento de algas o limo no es deseable. Rocas estables, afloramientos y pequeñas cascadas son deseables e interesantes para el recorrido.	El producto de PxV productos menor a 1 en grava para un cruce fácil o pasarelas existentes. El río no afecta a los riscos, para minimizar el cruce del río necesario. Llanuras de inundación o terrazas superficiales presentes para un fácil recorrido. Temperatura del agua >10°C. Fondo visible.
Pesca con caña (bancos)	A - P - V -	A - P sobre banco V -	A, P y V igual que la preferencia de hábitat de peces	En cuanto a preferencia de hábitat de peces. Sin ganchos en el lecho del cauce	Igual que preferencia de hábitat de peces, y: fácil acceso para lo largo del banco. Banco estable (no

Actividad	Superficie de agua ancho (A), profundidad (P), velocidad (V) requerimiento			Requisitos sedimentos preferidos	Otros requerimientos
	Mínimo	Máximo	Preferencia		
					sumergido). 5 m hacia el ecosistema terrestre libre de vegetación.
Pesca con caña (en bote)	A 7,5 P 0,3 V -	A - P - V 3,0	Igual que preferencia de hábitat de peces, y A >7,5 P 0,6-1,5 V <1,5	Igual que pesca con caña (en banco).	Igual que preferencia de hábitat y/o Igual que paseo en barco (sin motor).
Paseo en bote (sin motor) / remo / para canoa	A 7,5 (20,0 para remo) P 0,5 V -	A - P - V 1,5	A >20,0 P 0,6 - 1,5 V <0,5	Preferencia lecho de arena. No ganchos en el lecho del cauce.	No ganchos en el cauce. Fácil acceso para el río. Peligro de presas, etc.
Navegación	A 30,0 P 0,8 V -	A - P - V 0,5	A >60,0 P ~1,5 V ~ 0,0	Igual que paseo en barco (sin motor)	Igual que paseo en barco (sin motor)
Barco con motor para aguas tranquilas (motor lento)	A 7,5 P 0,6 V -	A - P - V -3,0	A >30,0 P ~1,5 V <1,5	Igual que paseo en barco (sin motor)	Igual que pasea en barco (sin motor)
Barco con motor para aguas tranquilas (motor fuerte) / esquí acuático	A 30,0 P 1,5 V -	A - P - V 4,5	A >90 P ~3,0 V <1,5	Igual que paseo en barco (sin motor)	Igual que paseo en barco (sin motor)
Moto acuática	A 5,0 P 0,1 V -	A - P - V 4,5	A >5,0 P >0,6 V <1,5	Igual que rafting en aguas claras.	Fácil acceso al río. Mínima profundidad sobre los rápidos >0.2m Peligro de presas, pilotes sumergidos, árboles que sobresalgan, etc. Fondo visible.
Campamento (suministro para agua y lavado / baños)	A 0,5 P 0,1 V -	A - P - V -	A - P - V -	Igual que remar/vadear	Igual que remar/vadear.

Fuente: Cortell & Associates (1977, citado en Mosley 1983).

En 1982 Amarfathi *et al.* (1985) realizó una metodología para estimar los valores de los caudales para recreación, mezclando conceptos económicos con características físicas del lugar, además de población presente en el sector. Para lo cual realizó 500 entrevistas a distintos visitantes de tres ríos en Utah. De acuerdo al autor una de las principales dificultades encontradas fue determinar el tamaño de la muestra, de acuerdo al costo y tiempo de aplicación de las entrevistas.

En dicho estudio se realizaron entrevistas estructuradas con tres componentes, el primero socioeconómico, el segundo de actividades recreativas y el tercero respecto al sitio en donde se encuentran. Las entrevistas se realizaron a lo largo del verano, realizándolas tanto en fin de semanas como días laborales, bajo distintas situaciones de caudales y distintas fechas dentro de las vacaciones, lo cual permitió a los autores tener una mayor variabilidad en cuanto a las respuestas.

El desarrollo de las encuestas corresponden a encuestas y entrevistas semi-estructuradas, las primeras se enfocarán principalmente en los usuarios finales de cada una de las actividades, como son bañistas, kayakistas, etc. Mientras que las entrevistas semi-estructuradas se realizarán a especialistas en usos o actividades, como pueden ser guías de turismo, profesionales de servicios públicos, etc.

En las encuestas se ha realizado el punteo de los principales tópicos que deben incluirse dentro de la encuesta, de acuerdo a la experticia de los profesionales del proyecto, además de los resultados de la primera etapa del presente capítulo.

En las entrevistas semi-estructuradas se ha realizado el punteo de los principales tópicos que deben incluirse dentro de las entrevistas semi-estructuradas, de acuerdo a la experticia de los profesionales del proyecto, además de los resultados de la primera etapa del presente capítulo.

### 3.3.3.2 Desarrollo de encuestas

La finalidad que persigue la encuesta, es recabar información que permita la construcción de las curvas de idoneidad de uso antrópico de los ríos. Para lo cual se recabo información que permitiese construir un perfil de los usuarios. Entre la información solicitada al encuestado se encuentra; sexo, rango de edad, nacionalidad, nivel educacional, lugar de residencia, actividad, distancia que recorre para llegar al río.

Identificar las actividades recreativas y deportivas que realizan las personas en el río. En relación a este punto, se considero aquellas actividades que poseen mayor impacto a nivel social como es el baño, que se encuentran constituidas o federadas como son el la epsac deportiva, el rafting y el Kayay. Se dejó fuera actividades como el barranquismo, hidrospeed, entre otras ya que de acuerdo a lo informado por Sernatur no constituyen un factor relevante en el complejo turismo.

A través de la encuesta también se buscó identificar los periodos en que las personas realizan las actividades. Las encuestas se aplican solo a mayores de edad.

Para la aplicación de las encuestas, se constató con club de pesca y caza, organizaciones de rafting y kayak, así como a personas que desarrollan la actividad en forma particular. Para el caso de baño, se encuestó a personas de zonas cercanas a ríos o mientras desarrollaban la actividad.

Un requisito que comenzó por contactar a organizaciones y entidades que practicaran pesca deportiva. En el caso de las encuestas de baño, estas se aplicaron de manera directa a las personas

### 3.3.3.3 Desarrollo de focus group

En el programa se planteo el desarrollo de un focus grupo que concentrara a organizaciones de Rafting y Kayak. Al intentar corrodinar la actividad esta se vio dificultada, por que las personas que practican estos deportes en su mayoría no viven en la zona en que se aplica la encuesta y en otras ocasiones como es el caso de los guías, durante el periodo de aplicación de las encuestas, coincide con perido de mayor actividad laboral de ellos, los que una vez finalizada la temporada estival se trasladan hacia otros lugares al interior del país y en muchas ocasiones fuera del territorio nacional.

Con el desarrollo de los focus group, se busca poder recabar un poco más de información y conocer con mayor detalle a las personas que llevan a cabo esta actividades deportivas.

La no realización de este punto, no genera cambios en la calidad del trabajo que se esta desarrollando

### 3.3.3.4 Desarrollo de entrevistas

Las entrevistas buscaban identificar a diversos expertos que practiran rafting y kayak. Estas nos e llevaran a cabo debido a la dificultad de tiempo y emplazamiento que poseen los lideres que realizan estas actividades

La realización de esta actividad se ha reprogramado y orientado a las actividades de rafting y kayaking principalmente. Esto debido a la escasa cantidad de encuestas posible de realizar producto de la poca cantidad de gente que se desarrolla como guía de dichas actividades.

### 3.3.4. *Resultados y Discusion*

Las regiones consideradas para el estudio fueron Maule, Biobio, Araucania, Los Rios y Los Lagos, todo con la finalidad de buscar una mayor representatividad de las actividades a evaluar. La mayor concentración de encuestas aplicadas se concentro en la región de la Araucania, y los Rios por ser ellas las que concentran un mayor número de espacios destinados al tipo de actividad evaluada.

La encuestas se aplicaron entre los meses de Diciembre del año 2013 y Marzo del año 2014, esto debido a que las encuestas se aplican en los lugares en que se llevan a cabo actividades deportivas y recreativas en torno al rio. Tal como se observa en la Tabla 3.18.

**Tabla 3.18 Fecha de realización de las encuestas en las regiones que pertenecen al área de estudio**

Región	Comunas	Fechas
Maule	Talca	08-03-2014 /09-03-2014 /10-03-2014 /11-03-2014 /12-03-2014
BioBio	Chillan	15-02-2014
	Concepción	14-02-2014 /20-02-2014 / 16-02-2014 /17-02-2014 /18-02-2014 /19-02-2014
	Chihullante	18-02-2014
	Hualpén	16-02-2014 /19-02-2014
	Villarrica	17-12-2013 / 18-12-2013 / 09-01-2014 / 13-01-2014 / 14-01-2014

Región	Comunas	Fechas
Araucanía		/22-02-2014
	Pucón	17-01-2014 / 05-02-2014 /08-02-2014 /10-02-2014
	Lican Ray	30-12-2013 /14-01-2014
	Temuco	23-01-2014 / 14-02-2014 /15-02-2014 /16-02-2014 /19-02-2014 /20-02-2014 /22-02-2014 /25-02-2014 /26-02-2014 /27-02-2014 /28-02-2014 /03-03-2014 /06-03-2014 /07-03-2014 /08-03-2014 /09-03-2014 / 10-03-2014 /12-03-2014 /13-03-2014 /14-03-2014
	Padre las casas	26-02-2014
	Pitrufquen	22-01-2014 / 23-01-2014 / 25-01-2014 /28-02-2014 /13-03-2014 /14-03-2014 /17-03-2014
	Quepe	25-01-2014 /26-01-2014 /27-01-2014
	Loncoche	13-03-2014
	Nueva Imperial	03-03-2014
	Freire	21-01-2014 /25-01-2014 /26-01-2014
Ríos	Panguipulli	06-02-2014 /08-03-2014 /12-02-2014
	Huainahue	25-02-2014
	Coñaripe	10-02-2014
	Valdivia	24-02-2014
Los Lagos	Puerto Montt	25-02-2014 / 26-02-2014
	Osorno	27-02-2014

Para el estudio se aplicó un total de 512 encuestas, de las cuales 342 corresponde a la actividad “Baño”, 100 a “Pesca deportiva”, 70 a “Kayak” y 6 a “Rafting”, como se detalla en la Tabla 3.19.

**Tabla 3.19 Cantidad de encuestas desarrolladas por actividad**

Encuestas Aplicadas			
Baño	Pesca	Kayak	Rafting
342	100	70	6

En relación a al mayor porcentaje de encuestas de Baño aplicadas, esto se debe a que un mayor número de personas practica esta actividad de bajo costo, ya que no implica o no requiere mayor equipamiento y se puede realizarlo por personas de todas las edades y en compañía de la familia.

La pesca deportiva se aplicó en sectores donde se realiza esta actividad y se contactó a organizaciones o club de pescas y agrupaciones de pescadores que sirven de guía para esta actividad

En cuanto al kayak, se contacto a organizaciones que practican esta actividad, así como a agencias de turismo que facilitaron el espacio para aplicar la encuesta a las personas que lo practican.

En cuanto a la actividad de Rafting, el número de encuestados no es significativa, debido a que esta actividad si bien la practica un número importante de personas, ellas lo practican solo una vez y necesariamente requieren de un guía para la ejecución, por lo que al momento de ser consultados sobre los aspectos más técnicos que ellos consideraban para realizar la actividad no podían contestar pues señalaban que ellos no se preocupan de esas condiciones por que todo dependía de los guías. Por otro lado busco información en los municipios, pero ellos no poseen los datos de contacto de los guías, solo los datos básicos que exige la ley a las empresas que desarrollan dicha actividad.

### 3.3.5. *Grado de cumplimiento de las actividades*

El grado de cumplimiento de las actividades ha sido menor a lo planificado, debido al congelamiento del proyecto que realizó la universidad para subsanar la infracción a la ley de probidad y debido a la dificultad para poder realizar las encuestas a una población que sea representativa del universo en cada actividad.

En términos generales, la recopilación de información se encuentra completamente desarrollada completamente y con un porcentaje de avance alto en el desarrollo de las encuestas. Las actividades de entrevistas y focus group no se han realizado, ya que ha sido imposible poder juntar a los interesados en grupos (focus group) o bien en poder desarrollar las entrevistas.

Las curvas de idoneidad, no se ha podido desarrollar ya que se requiere aumentar la cantidad de encuestas y diversificar la población objetivo, con el fin de obtener una curva de idoneidad que represente lo más fielmente posible las distintas posibilidades, o idoneidad, de realización de la actividad. La reprogramación de estas actividades se detalla en el capítulo 4.

### 3.3.6. *Conclusiones preliminares*

Se ha realizado la etapa de recopilación de antecedentes, en donde ha sido posible identificar los principales usos y actividades antrópicas presentes en el área de estudio, los cuales son Rafting, Kayak, Barranquismo, Canotaje, Pesca recreativa y Paisajismo. Todos ellos, salvo paisajismo, responden a una dinámica que permite el desarrollo de curvas de idoneidad para su uso.

Las principales variables físicas de los ríos que se han utilizado para definir curvas de preferencias son ancho, profundidad y velocidad del agua.

Diversos autores recomiendan realizar curvas de idoneidad de acuerdo a características físicas y psicológicas de los usuarios. Diferenciando principalmente entre personas pequeñas y grandes, así como personas osadas y respetuosas. También señalan que en la construcción de las curvas se necesita conocer los requerimientos técnicos necesarios para llevar a cabo las actividades, el volumen y densidad de personas que utiliza los espacios, los beneficios que implica el desarrollo de la actividad para quienes practican la actividad como para quienes habitan en los sectores en

que estas se llevan a cabo, es necesario conocer y fortalecer la participación ciudadana lo que facilita un compromiso directo con las personas y un adecuado cuidado de estos espacios.

A la hora de determinar un caudal ecológico, se debe tener en cuenta la interestacionalidad, la distribución de la población y sus centros de concentración existente en torno al caudal, así como las características de los usuarios ya señaladas anteriormente.

Existen dos formas de definir las curvas de idoneidad, la primera consiste en evaluar las variables físicas del río mientras las personas las están usando; y la segunda es utilizar métodos indirectos como son la utilización de encuestas o entrevistas a los usuarios o especialistas en la materia.

Se ha decidido utilizar el segundo método, para lo cual se están desarrollando encuestas y entrevistas semi-estructuradas que permitirán desarrollar las curvas de idoneidad.

### 3.4. Resultado parcial: “Hábitat físico de especies ícticas”

Como ya se mencionó anteriormente, para la obtención de la regla de operación del caudal ecológico, es necesario obtener dos resultados parciales. Uno de ellos es el hábitat físico para las especies ícticas.

Este resultado consiste en determinar el hábitat fluvial existente en forma natural para las especies ícticas bajo el régimen hidrológico analizado. Este resultado será la base que permita determinar las variaciones naturales del hábitat fluvial para poder desarrollar una regla de operación a partir de esta variación.

#### 3.4.1. Planificación de las actividades

Para la obtención de este resultado parcial es necesario desarrollar las siguientes actividades: Campañas de muestreo, calibración del modelo hidráulico, validación del modelo hidráulico, determinación del hábitat fluvial.

La programación fijada para la realización de las actividades programadas hasta la fecha de elaboración de este informe se muestra en la Tabla 3.20.

**Tabla 3.20: Programación original y fecha real de ejecución con sus respectivos porcentajes de avance de las actividades asociadas al resultado parcial “Determinación del hábitat físico de especies ícticas”**

Actividad	Fecha planificada		Fecha realizada		Avance	
	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Esperado	Real
1ª Campaña de muestreo	5	13	9	9	100%	100%
Calibración modelo hidráulico	7	14	10	14	100%	100%
Segunda campaña de muestreo	18	20	16	16	100%	100%
Validación modelo hidráulico	18	21	21	24	100%	80%
Determinación de periodos biológicamente significativos	14	17				
Simulación del hábitat físico	21	24	-	-	70%	0%

Fuente: Elaboración propia

#### 3.4.2. Área de estudio

El área de estudio coincide con el área definida para la realización del resultado “Curvas de idoneidad del hábitat de especies ícticas”

#### 3.4.3. Detalle de cada actividad

##### 3.4.3.1 1° Campaña de muestreo

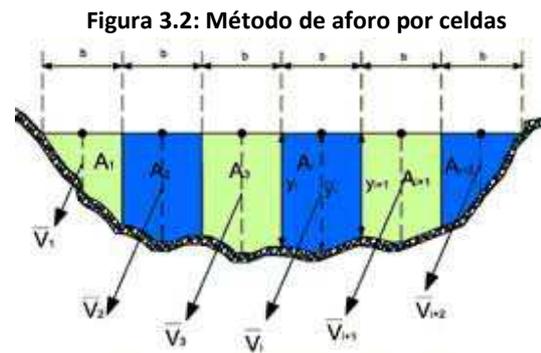
La primera campaña de terreno se realizó en abril del 2013. En ella se obtuvieron los datos necesarios para determinar las condiciones de borde que permitieron la implementación de los modelos hidráulicos que fueron utilizados para la determinación del hábitat fluvial. Esta información corresponde a la obtención de la batimetría del tramo seleccionado y la hidrometría (medición del aforo) para la obtención del caudal circulante.

Los ríos seleccionados para la implementación de los modelos hidráulicos se determinaron considerando en una primera instancia aquellos tramos de ríos seleccionados para la obtención de las curvas de idoneidad del hábitat físico para especies ícticas. Posteriormente en terreno se modificaron levemente los tramos a estudiar para que estos cumplieran con el objetivo de determinación del hábitat fluvial.

Se intentó seleccionar tramos que contemplan hábitat fluvial disponible para las especies posibles de encontrar según el análisis de literatura científica realizada y que incluya, en lo posible, realización de actividades antrópicas in situ.

Se programó la implementación de modelo en tres tramos de ríos distintos que aborasen la variabilidad hidrológica natural de los ríos de Chile con potencial hidroeléctrico para centrales de menos de 20 MW. Los ríos seleccionados fueron río Calbuco (IX Región), río Bureo (VIII Región) y río Quinchilca (XIV región).

La hidrometría fue realizada mediante la metodología de puntos (Kondolf & Piegay 2003) en cada sección transversal definida. La medición del caudal (aforo) se realizó mediante la técnica de división de una sección transversal en varias celdas. En cada celda se calculó la velocidad media y el área asociada (Figura 3.2).



De esta forma se obtuvo el caudal circulante por cada celda la multiplicar la velocidad media por el área asociada. Finalmente el caudal total viene dado por la siguiente expresión.

$$Q = \sum v_i * A_i$$

En donde  $V_i$  es la velocidad media en la celda  $i$   
 $A_i$  es el área estimada asociada a la celda  $i$

El caudal fue estimado mediante el software Rhahybsim, el cual, dentro de sus capacidades está el determinar el caudal circulante en base a mediciones en terreno. La medición de la velocidad se

realizó con un molinete electromagnético (Valeport modelo 801). La velocidad en cada profundidad se obtuvo como un promedio de la velocidad instantánea medida por 20 segundos en cada punto.

El número de puntos a medir la velocidad en la vertical fue variable de acuerdo a la profundidad. Estas metodologías fueron seleccionadas de acuerdo a las consideraciones señaladas por la USGS, y a las señaladas por la Dirección General de Aguas. Se propone el uso combinado de 3 metodologías distintas.

La primera de ellas es la metodología de “seis-décimos de profundidad” o en inglés “Six-tenths-depth”. Este método consiste en medir la velocidad únicamente a 0,6 veces la profundidad.

El segundo método consiste en medir la velocidad en “dos puntos” (two points), a 0,2 y 0,8 veces la profundidad. En este método la velocidad media en la vertical viene dado por el promedio de ambas mediciones, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$V_m = \frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2}$$

En donde:

$V_m$  es la velocidad media en la columna de agua (m/s).

$V_{0,2}$  es la velocidad medida a 0,2 veces la profundidad (m/s).

$V_{0,8}$  es la velocidad medida a 0,8 veces la profundidad (m/s).

El tercer método denominado como “método de tres puntos” consiste en medir la velocidad en tres puntos en la vertical: a 0,2, 0,6 y 0,8 veces la profundidad. La velocidad media se determina como sigue:

$$V_m = \frac{V_{0,2} + 2V_{0,6} + V_{0,8}}{4}$$

En donde:

$V_m$  es la velocidad media en la columna de agua (m/s).

$V_{0,2}$  es la velocidad medida a 0,2 veces la profundidad (m/s).

$V_{0,6}$  es la velocidad medida a 0,6 veces la profundidad (m/s).

$V_{0,8}$  es la velocidad medida a 0,8 veces la profundidad (m/s).

La selección de uno u otro método fue llevada a cabo de acuerdo a la profundidad que presente el río y al perfil logarítmico de velocidad esperado. De acuerdo al nivel de turbulencia del Estero Yerba Loca evidenciando en la salida a terreno se determinaron las siguientes profundidades como umbrales (Tabla 3.21).

**Tabla 3.21 Rango de profundidades para la elección del método de medición de la velocidad media**

Rango de profundidad (m)	Método a utilizar
<0.45	Seis-décimos de profundidad
0.45-1.00	Dos puntos
>1.00	Tres puntos

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.3.2 2° Campaña de muestreo

En la segunda campaña, realizada en diciembre del 2013, se visitaron los mismos tramos definidos en la primera campaña, en donde se realizaron mediciones de hidrometría y la medición de la cota de la lámina de agua, con el fin de obtener pares de puntos que permitan complementar la calibración que se realizó con los datos obtenidos en la primera campaña

#### 3.4.3.3 3° Campaña de muestreo

Debido a la necesidad de realizar una tercera campaña para el desarrollo de las curvas de idoneidad de peces dulceacuícolas, se procedió a realizar una tercera campaña de aforo, para la obtención de datos que permitió realizar la validación de los tres modelos. Cabe señalar que en un principio, la segunda campaña se iba a utilizar como validación y la primera como calibración. Pero se optó por la incorporación de una tercera campaña, dejando dos campañas para la calibración y una para la validación.

#### 3.4.3.4 Ríos Seleccionados

##### 3.4.3.4.1 Río Calbuco

El río Calbuco se ubica en la IX Región (Figura 3.3). Este río confluye al río Quepe a la altura de Cherquenco. Es cercana a la confluencia donde se eligió el tramo a muestrear.

**Figura 3.3: Ubicación del tramo muestreado en el río Calbuco**

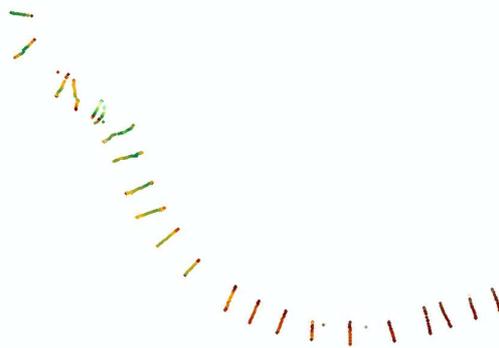


Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes Google Earth

La longitud del tramo muestreada es igual a 370 metros. De acuerdo a lo señalado por Payne *et al.* (2004) se seleccionaron 22 perfiles transversales, distribuidos según la identificación de singularidades en el lecho del río. Así también la elección del tramo consideró la representatividad del patrón de alternancia de las Unidades Hidromorfológicas (Montgomery & Buffington 1997), también denominadas como mesohabitat. Estos mesohabitat son los generadores de diversidad fluvial a mantener en un estudio de caudal ecológico.

La batimetría del río Calbuco fue abordada en una dimensión debido a que el flujo principal se realiza en la misma dirección del cauce. La batimetría resultante se muestra en la Figura 3.4

**Figura 3.4: Batimetría del tramo de estudio en el río Calbuco**



Fuente: Elaboración propia

Como resultado de esta actividad se obtendrán los caudales circulantes en cada tramo lo cual es necesario para poder realizar la calibración del modelo hidráulico.

La calibración del modelo consta de dos etapas. La primera de ellas es la generación de la información considerada como condición de borde; en este caso es la batimetría, el caudal circulante y la cota de la lámina de agua.

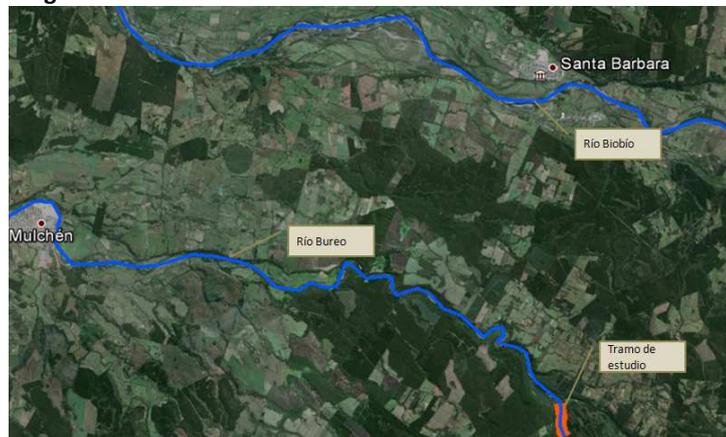
La batimetría y la cota de la lámina de agua se obtuvieron de la batimetría, mientras el caudal circulante se obtendrá a partir de la hidrometría. La segunda etapa corresponde a ajustar los parámetros propios del modelo de acuerdo a la obtención del modelo hidráulico.

Según lo estipulado en la programación inicial (hasta el mes 12), solo se ha considerado realizar la implementación de modelo en el software. Para el río Calbuco, se implementa un modelo 1D dada las características hidrodinámicas visualizadas en terreno. El software seleccionado es el PHABSIM V1.5 (Milhous & Waddle, 2012). Este software es de libre distribución y es el que se ha utilizado con mayor frecuencia en los estudios de caudal ecológico en el país que incorporan la metodología de simulación del hábitat físico.

#### 3.4.3.4.2 Río Buero

El río Calbuco se ubica en la VIII Región (Figura 3.5). Este río confluye al río Biobío aguas debajo de la ciudad de Mulchén. El tramo seleccionado se ubica 22 km aguas arriba Mulchén, aproximadamente.

**Figura 3.5: Ubicación del tramo muestreado en el río Buero**



Fuente: Elaboración propia en base a imágenes Google Earth

La longitud del tramo muestreada es igual a 310 metros. De acuerdo a lo señalado por Payne *et al.* (2004) se seleccionaron 18 perfiles transversales, distribuidos según la identificación de singularidades en el lecho del río. Así también la elección del tramo consideró la representatividad del patrón de alternancia de las Unidades Hidromorfológicas (Montgomery & Buffington 1997), también denominadas como mesohabitat. Estos mesohabitat son los generadores de diversidad fluvial a mantener en un estudio de caudal ecológico.

La batimetría del río Bureo fue abordada en dos dimensiones debido a que el flujo principal se realiza en la misma dirección del cauce. La batimetría resultante se muestra en la Figura 3.6

**Figura 3.6: Batimetría del tramo de estudio en el río Bureo**



Fuente: Elaboración propia

La realización de la hidrometría fue realizada de forma similar que en el río Calbuco, es decir, mediante la metodología de puntos.

La calibración del modelo en el río Bureo consta de dos etapas. La primera de ellas es la generación de la información considerada como condición de borde; en este caso es la batimetría, el caudal circulante y la cota de la lámina de agua.

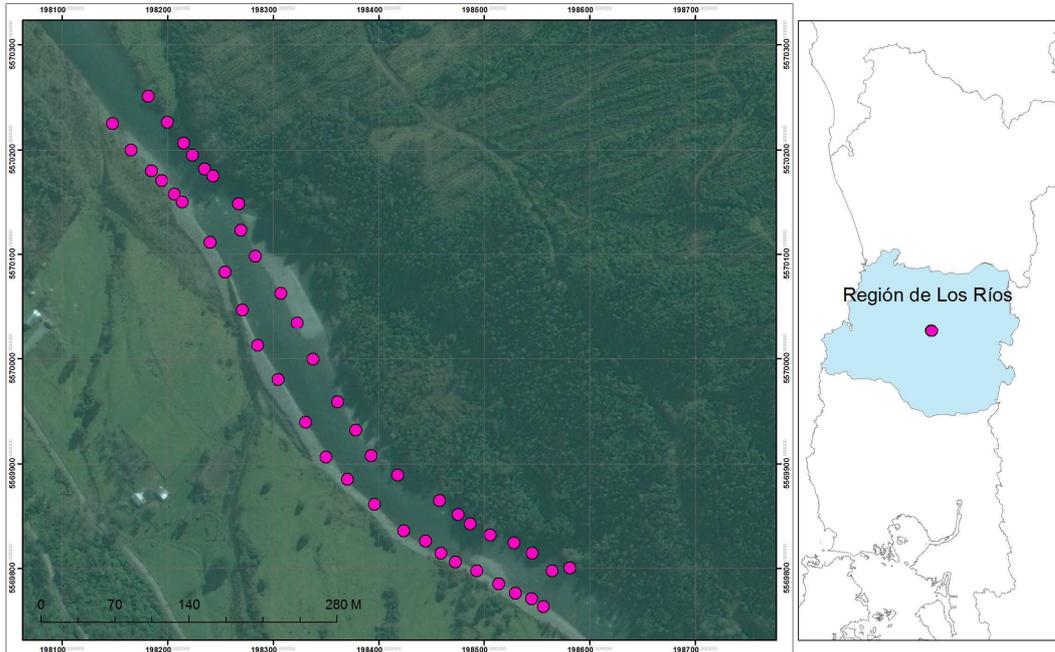
La batimetría y la cota de la lámina de agua se obtuvieron de la batimetría, mientras el caudal circulante se obtendrá a partir de la hidrometría. La segunda etapa corresponde a ajustar los parámetros propios del modelo de acuerdo a la obtención del modelo hidráulico.

Según lo estipulado en la programación inicial (hasta el mes 12), solo se ha considerado realizar la implementación de modelo en el software. Para el río Calbuco, se implementa un modelo 2D dada las características hidrodinámicas visualizadas en terreno. El software seleccionado es el River 2D V0.95a (Steffler & Blackburn, 2010). Este software es de libre distribución.

#### 3.4.3.4.3 Río Quinchilca

El Río Quinchilca se ubica en la cuenca del Río Valdivia. El tramo de estudio se ubica en la comuna de Los Lagos, Región de Los Ríos.

Figura 3.7: Ubicación del tramo y de los perfiles transversales medidos en el río Quinchilca



Fuente: Elaboración propia.

El tramo se caracteriza por tener una longitud aproximada de 643 m. Este fue abordado por 25 transectos que identificarán bien las distintas variables hidromorfológicas que presentaba el tramo. El tramo tuvo la particularidad de contener un brazo secundario ubicado en la ribera derecha del río, el cual nació por infiltración propia del cauce principal en el transecto 12, desembocando aguas abajo en el transecto 7, por lo que presentaba una longitud aproximada de 180 m.

#### 3.4.3.5 Calibración y validación

La calibración y validación de los tres tramos de río ha sido exitosa, logrando buenos niveles de ajuste, los cuales están dentro de lo esperado para los modelos de simulación del hábitat físico.

A modo de ejemplo, se detallan los principales resultados obtenidos en la calibración y validación del modelo implementado en el tramo sobre el río Quinchilca

La hidrometría generada en la primera campaña de terreno muestra los siguientes caudales por perfil para el cauce principal (Tabla 3.22), los cuales fueron utilizados en la calibración del modelo

**Tabla 3.2 Caudales aforados en la primera campaña de terreno en cada uno de los perfiles transversales**

PERFIL	Q (m <sup>3</sup> /s)
1	6.660
2	6.471
3	4.284
4	5.348
5	5.932
6	5.389
7	6.722
8	6.164
9	5.419
10	5.262
11	5.407
12	5.285
13	3.942
14	5.155
15	4.671
16	5.310
17	5.649
18	4.265
19	4.545
20	4.906
21	5.200
22	5.399
23	5.104
24	5.762
25	5.441

Fuente: Elaboración propia.

Para la calibración del modelo se utilizó el método del paso estándar (WSP) para el cálculo de las elevaciones de la superficie del agua (WSL). Comenzando con un valor del número de manning de 0.07 para todos los perfiles se comenzó a iterar este valor para todos los perfiles, teniendo como resultado

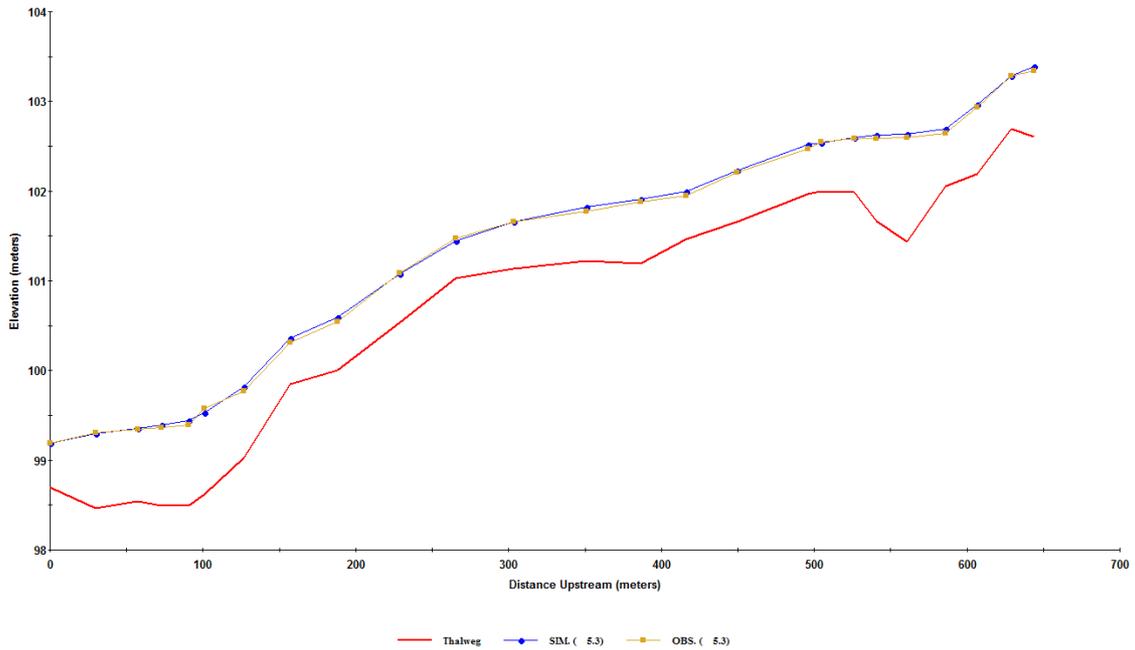
**Tabla 3.23 Resultados de la calibración del modelo**

<b>PERFIL</b>	<b>WSL Obs [cm]</b>	<b>WSL Sim [cm]</b>	<b>Diff [cm]</b>	<b>N Manning</b>
1	99.192	99.192	0.000	0.0700
2	99.304	99.301	-0.003	0.0530
3	99.342	99.357	0.015	0.0400
4	99.360	99.392	0.032	0.0400
5	99.391	99.438	0.047	0.0380
6	99.573	99.529	-0.044	0.0712
7	99.774	99.823	0.049	0.0700
8	100.314	100.365	0.051	0.0700
9	100.548	100.589	0.041	0.0300
10	101.087	101.081	-0.006	0.0500
11	101.478	101.441	-0.037	0.0300
12	101.657	101.659	0.002	0.0300
13	101.774	101.821	0.047	0.0300
14	101.876	101.907	0.031	0.0280
15	101.946	101.994	0.048	0.0200
16	102.214	102.232	0.018	0.0450
17	102.471	102.516	0.045	0.0450
18	102.551	102.542	-0.009	0.0310
19	102.587	102.600	0.013	0.0310
20	102.591	102.622	0.031	0.0310
21	102.596	102.639	0.043	0.0310
22	102.649	102.691	0.042	0.0250
23	102.934	102.965	0.031	0.0632
24	103.280	103.286	0.006	0.0500
25	103.346	103.386	0.040	0.0500

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla se observa que el modelo logra una buena calibración debido a que la diferencia entre la lámina de agua observada (medida) en terreno (WLS OBS) presenta una diferencia inferior a los 5 cm con respecto a la simulada (WLS SIM)

**Figura 3.8 Perfil longitudinal de calibración del modelo implementado en el tramo sobre el río Quinchilca**



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.4. Grado de cumplimiento de las actividades

El grado de cumplimiento de las actividades asociadas a este resultado se ha cumplido casi según lo esperado. Todas las actividades relacionadas con la implementación de los modelos hidráulicos se ha llevado a cabo según la planificación (Selección de tramos, campañas de terreno 1 y 2, Campaña de terreno 3, Calibración y validación). Sin embargo, no se ha podido realizar la simulación del hábitat físico debido a la imposibilidad de desarrollar las curvas de idoneidad del hábitat.

La reprogramación de esta actividad se detalla en el capítulo 4. De acuerdo a la replanificación, se prevé que esta actividad pueda realizarse una vez construida la curva de idoneidad, es decir, entre enero y marzo del 2015.

#### 3.4.5. Conclusiones preliminares

Las conclusiones preliminares, permiten decir que la implementación de los modelos de simulación del hábitat físico ha sido exitosa en los tres tramos de estudio. Pudiendo obtener la información necesaria para la calibración y validación de dichos modelos en las diferentes campañas de terreno. En este sentido, la realización de una tercera campaña extra en abril del 2014 permitió mejorar en forma significativa los niveles de calibración y validación de los modelos.

### 3.5. Resultado parcial: “Variabilidad natural de los ríos de interés hidroeléctricos para minicentrales”

Como ya se mencionó anteriormente, para la obtención de la regla de operación del caudal ecológico, es necesario obtener dos resultados parciales. Uno de ellos es la variabilidad natural de los ríos de interés hidroeléctrico.

Este resultado consiste en determinar la variabilidad natural histórica de los ríos que presenten un potencial hidroeléctrico para centrales de menos de 20MW, distinguiendo así años secos, húmedos y medios. Este resultado en conjunto con la determinación del hábitat fluvial permitirá determinar las variaciones históricas del hábitat fluvial para poder desarrollar una regla de operación a partir de esta variación.

#### 3.5.1. Planificación de las actividades

Para la obtención de este resultado parcial es necesario desarrollar las siguientes actividades: Recopilación de información, Selección de tipos de ríos, determinación del régimen natural y análisis estadístico de series hidrológicas.

La programación fijada para la realización de las actividades programadas hasta la fecha de elaboración de este informe se muestra en la Tabla 3.24.

**Tabla 3.24: Programación original y fecha real de ejecución con sus respectivos porcentajes de avance de las actividades asociadas al resultado parcial “Variabilidad hidrológica en ríos de interés hidroeléctrico para minicentrales”**

Actividad	Fecha planificada		Fecha realizada		Avance	
	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Esperado	Real
Selección tipos de ríos	1	3	7	8	100	100%
Determinación régimen natural	5	11	10	14	100	70%
Análisis estadístico series hidrológicas	11	20	15	-	100	80%
Identificación de años húmedos, medios y secos	20	24	18	-	80%	35%

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.5.2. Área de estudio

El área de estudio corresponde a la misma área de estudio definida para las actividades asociadas a la obtención de las curvas de idoneidad de hábitat físico para especies ícticas.

#### 3.5.3. Desarrollo de cada actividad

La selección de los ríos se realizó en conjunto con las actividades asociadas a la determinación de las curvas de idoneidad del hábitat físico de especies ícticas y las curvas de realización de actividades antrópicas in situ en el río.

Desde el punto de vista netamente hidrológico, la selección de ríos se basó en aquellos que presenten un interés hidroeléctrico para minicentrales. Entre los ríos seleccionados a priori, predominaron ríos con regímenes pluvio-nival, nivo-pluvial y pluvial. El primero de ellos

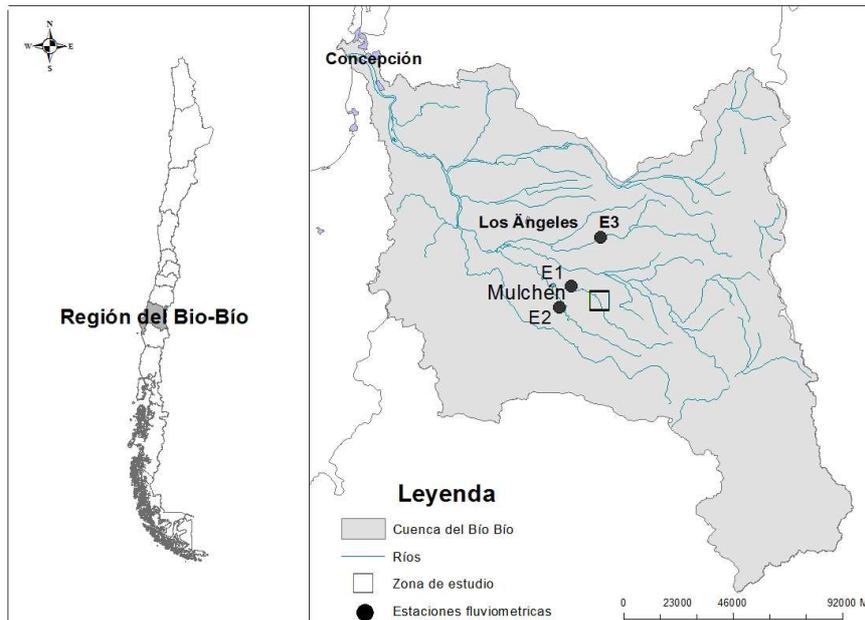
corresponde a regímenes con componentes pluviales y derretimiento de nieves en primavera y principios de verano, siendo la componente pluvial la que aporta mayor caudal; el segundo tipo de régimen es aquel en donde predomina la componente pluvial, pudiendo presentar aportes de derretimientos de nieves a principios de primavera en años húmedos, y el tercero corresponde a regímenes en donde la precipitación es casi la única fuente de alimentación del río.

La selección de los ríos procuró abordar ambos tipos de regímenes. El río Bureo presenta un régimen pluvial con pequeños aportes nivales, es decir, presenta un régimen nivo-pluvial, mientras el río Calbuco presenta un régimen hidrológico pluvio-nival. El río Quinchilca, presenta un marcado componente pluvial.

### 3.5.3.1 Río Bureo

El río Bureo se encuentra en la VIII región del Biobío cercano a la ciudad de Mulchén, al sur-oeste de Los Ángeles. Está ubicado en la subcuenca del mismo nombre, la que a su vez forma parte de la cuenca del río Biobío. La subcuenca del río Bureo abarca desde el nacimiento del río en la cordillera hasta el punto donde confluye con el río Biobío. El tipo de régimen hidrológico es pluvial en el punto de análisis, concentrándose los mayores caudales medios mensuales en la época invernal (mes de julio) producto de las precipitaciones. La Figura 3.9 muestra zona de estudio y las estaciones fluviométricas que fueron utilizadas en el estudio hidrológico.

**Figura 3.9 Zona de estudio en el río Bureo y estaciones fluviométricas utilizadas en el análisis hidrológico**



Fuente: Elaboración propia.

La estación fluviométrica del Bureo en Mulchén se ubica aguas arriba de la confluencia con el río Mulchén. La cuenca aportante por la estación fluviométrica comprende un área de 570 km<sup>2</sup> y su cota es de 133 msnm. Esta estación presenta un claro componente pluvial, con caudales máximos en invierno.

### 3.5.3.1.1 Restitución a régimen natural

Para comprobar que el río Bureo en la estación fluviométrica Bureo en Mulchén presenta un régimen hidrológico similar al natural, se realizó una exploración visual de imágenes satelitales para identificar obras civiles que puedan alterar el régimen hidrológico, como por ejemplo, barreras, embalses, entre otras. Como complemento se revisaron las bases de datos del SEA seleccionando aquellos proyectos que tuvieran relación con extracción de recursos hídricos y que se emplazaran en la cuenca del río Bureo.

### 3.5.3.1.2 Análisis hidrológico

Se realizó un análisis hidrológico del río Bureo cercano a la zona de estudio. Para ello se obtuvieron los registros de caudales medios diarios de la estación fluviométricas río Bureo en Mulchén, río Mulchén en Mulchén y río Duqueco en Villucura (Tabla 3.25).

**Tabla 3.25.- Estaciones fluviométricas de estudio (E1) y de apoyo (E2 y E3)**

ID	Nombre	Cod BNA	UTM ESTE	UTM Norte	Altitud (msnm)	Vigencia	Fecha inicio	Fecha suspensión
E1	Río Bureo en Mulchén	08332001-k	215250	5820572	133	Suspendida	01-05-1929	23-06-2010
E2	Río Mulchén en Mulchén	08330001-9	213535	5819930	120	Vigente	01-03-1937	-
E3	Río Duqueco en Villucura	08323002-9	232042	5839240	228	Vigente	01-01-1941	-

Fuente: Elaboración propia.

Se estudió la calidad de los registros mediante una revisión visual y la elaboración de curvas de doble masa. El primer análisis se realizó graficando incrementos relativos de caudal para detectar cambios bruscos del mismo, estos cambios se compararon con las precipitaciones de la zona y con estaciones fluviométricas cercanas para validar o rechazar estos datos. Debido a la gran longitud de los registros, este análisis se realizó por año. Luego se construyeron curvas de doble masa de las estaciones de apoyo elegidas para detectar posibles cambios en la tendencia de los datos. Finalmente se rellenaron los datos faltantes de la estación Río Bureo en Mulchén mediante correlaciones lineales entre estas estaciones.

### Selección de años de estudio

De la serie de caudales disponible se eligió el rango del registro que fuera más idóneo para la implementación de los métodos hidrológicos. Para ello se establecieron los siguientes criterios de análisis:

- Escoger la serie de tiempo que presente una menor cantidad de datos faltantes y que a su vez, estas lagunas de datos no estuvieran concentradas en pocos períodos.
- Evitar elegir períodos donde los datos faltantes sean en épocas de estiaje.
- Procurar que la serie de datos sea continua en el tiempo y lo más actualizada posible.

### Selección de estaciones de apoyo

Se seleccionaron estaciones de apoyo para efectuar el rellenado de datos de la estación en estudio. Estas estaciones auxiliares deben cumplir con requisitos para su posterior uso en el rellenado de datos. Estas condiciones son:

- Cercanía con la estación principal.
- Evitar estaciones cercanas a la cordillera, por el eventual cambio de régimen producto de las aportaciones por derretimiento de nieve.
- Identificar estaciones en ríos cuyo régimen hidrológico pudiera estar afectado producto de embalses o centrales hidroeléctricas.
- Presentar caudales y áreas de drenaje de magnitud comparable con la estación principal.

Se utilizaron correlaciones lineales para realizar el rellenado de datos, por lo que previo a elegir una estación de apoyo, se debe constatar que no exista coincidencia de datos faltantes entre estaciones.

### Calidad de la información: revisión visual

Consiste en realizar un análisis gráfico en el que se detectaron cambios bruscos de caudal entre días consecutivos. Para identificar estos cambios se graficaron incrementos relativos de caudales medios diarios consecutivos. Esto permite detectar además de cambios bruscos en grandes magnitudes, cambios de menor cuantía, pero que si encuentran dentro de valores de caudales bajos pueden ser un cambio relativo importante (Alcázar, 2007). Debido a la gran longitud de los registros este análisis se hizo por año.

Los incrementos relativos se calculan según la siguiente expresión:

$$\text{Incremento} = \frac{Q_{d+1} - Q_d}{Q_d}$$

donde:

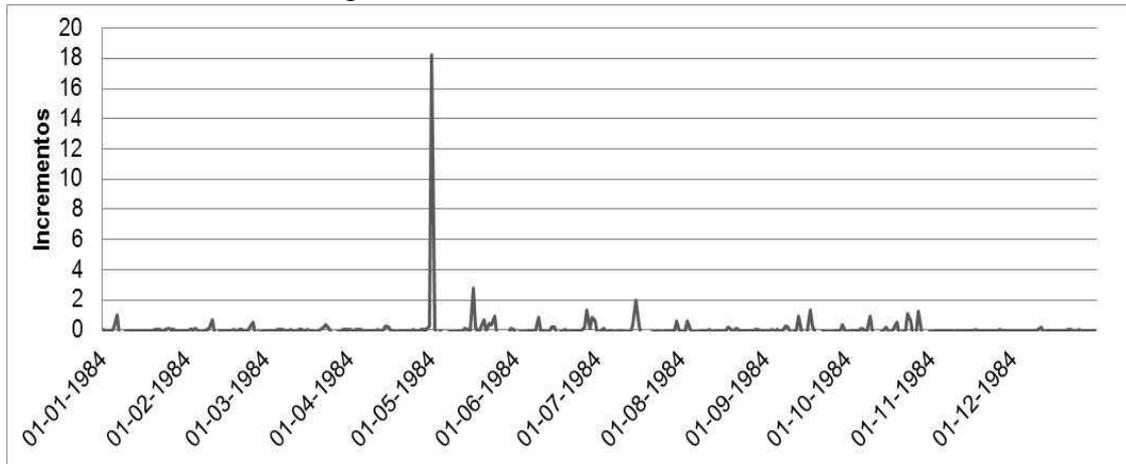
$Q_{d+1}$ : Caudal medio diario día  $d+1$ .

$Q_d$ : Caudal medio diario día  $d$ .

Valores positivos representan aumentos de caudal. Resultados negativos representan caídas de caudal, a excepción de -1, el cual ocurre cuando  $Q_{d+1}$  es un valor faltante.

Un ejemplo de este tipo de graficas se muestra en la Figura 3.10.

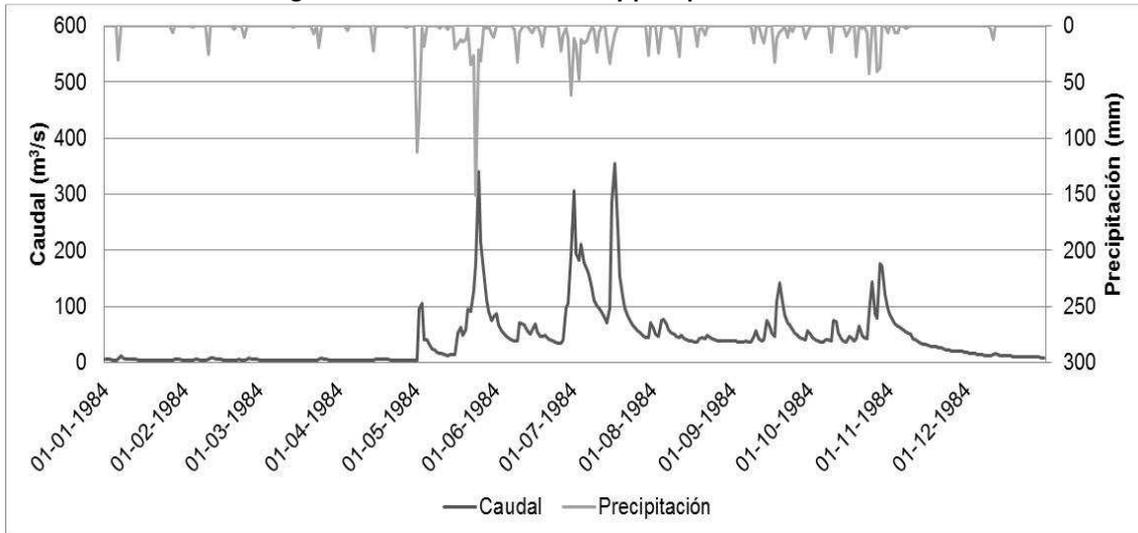
**Figura 3.10 Incrementos relativos de caudal.**



Fuente: Elaboración propia.

Una vez identificado un posible valor anómalo, se analizó si ocurrió o no algún evento climático que generara este cambio. Para ello se graficaron caudales y precipitaciones diarias, luego se observó la temporalidad de estos cambios respecto a las precipitaciones (ver Figura 3.11). También se compararon estos incrementos con estaciones fluviométricas cercanas para observar si ocurría un evento similar. Es importante señalar que en la mayoría de los casos debería existir una similitud entre el régimen de precipitaciones y de caudales. Sin embargo, esta similitud podría no presentarse en años más secos, donde un evento de precipitaciones no generaría crecidas según un año normal.

**Figura 3.11 Gráfica de caudales y precipitaciones diarias.**



Fuente: Elaboración propia.

### **Calidad de la información: análisis de doble masa**

Las curvas de doble masa se construyen graficando los valores acumulados de los caudales medios diarios de la estación en estudio versus los valores acumulados de la estación de apoyo, para un mismo período de tiempo.

Si a lo largo del tiempo no existen cambios en la tendencia de los registros, el gráfico mostrará una línea recta sin cambios de pendiente. Por el contrario, un quiebre o cambio de pendiente en esta recta, representaría una pérdida en la tendencia de los datos, que puede ser producto de varias razones, como por ejemplo el traslado de la estación fluviométrica aguas arriba o aguas abajo, alteración del régimen del río producto de una central hidroeléctrica, etc.

Previamente a la construcción de estas curvas, se rellenaron los datos donde existía solo un dato faltante con la media entre el caudal medio diario antecesor y sucesor.

Para validar la curva de doble masa se acepta un factor de correlación  $R^2$  mayor o igual que 0,999 (Vintimilla & Zhungo, 2013).

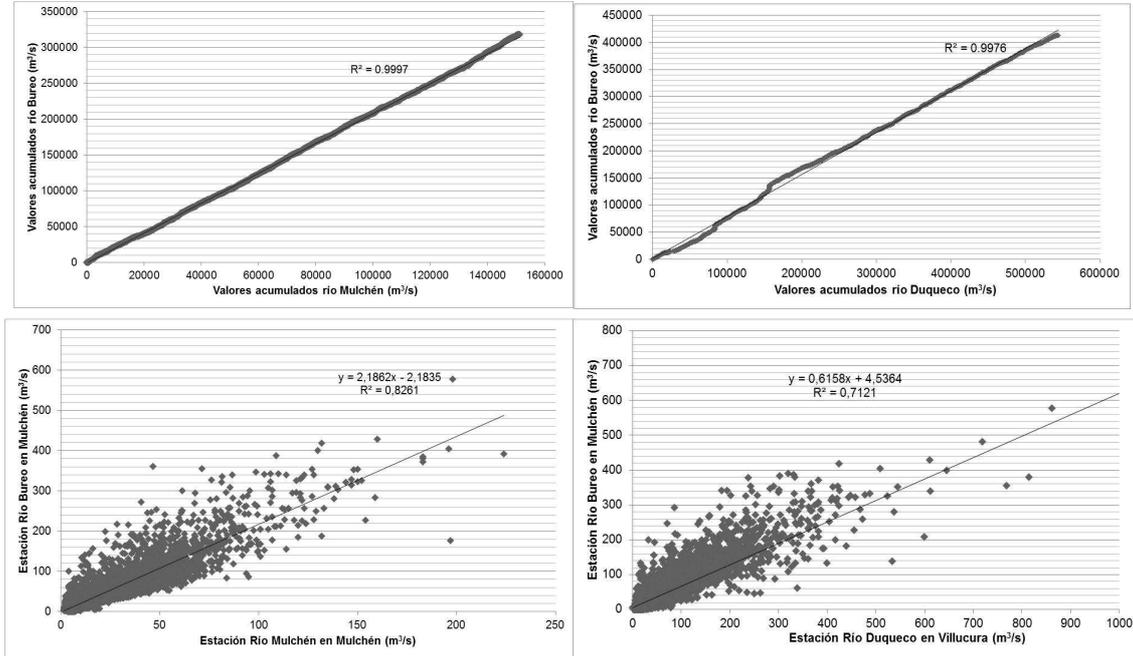
### **Rellenado de datos**

Una vez que se acepta la curva de doble masa, se procedió a rellenar los datos faltantes. Para ello se construyó la gráfica entre la estación de estudio y la de apoyo, luego se determinó la ecuación de correlación la que se utilizó para efectuar el relleno de datos.

La Figura 3.12 muestra las curvas de doble masa y ecuaciones de correlación entre la estación en estudio (E1) y las estaciones de apoyo (E2 y E3), entre los años 1971 y 2001, período de mejor registro de la estación en E1. En la curva de doble masa de E1 vs. E2, se observa que ambas series conservan la misma tendencia, homogeneidad y consistencia en los registros. Lo anterior no se cumple para la curva de doble masa de E1 vs. E3, donde en el primer segmento de la gráfica se observan dos cambios en la pendiente, los cuales pueden deberse a fallos en el registro de la estación E3 donde se encontraron varios períodos faltantes, los cuales no afectaban el período de estudio elegido para la estación E1; a partir de 1985 el registro en E3 se normaliza lo cual se evidencia en la curva de doble masa. Por lo anterior, de cara al proceso de relleno de caudales, se considera más consistente la estación de apoyo E2.

Similar situación ocurre en las correlaciones lineales, en donde ambas estaciones de apoyo presentan una correlación con los caudales diarios registrados en la estación, presentando una mayor correlación la estación Mulchén en Mulchén.

**Figura 3.12** Curvas de doble masa E1 y E2 (superior izq.), E1 y E3 (superior der.) y de correlación lineal E1 y E2 (inferior izq.), E1 y E3 (inferior der.).



Fuente: Elaboración propia.

**Curva de Variación Estacional**

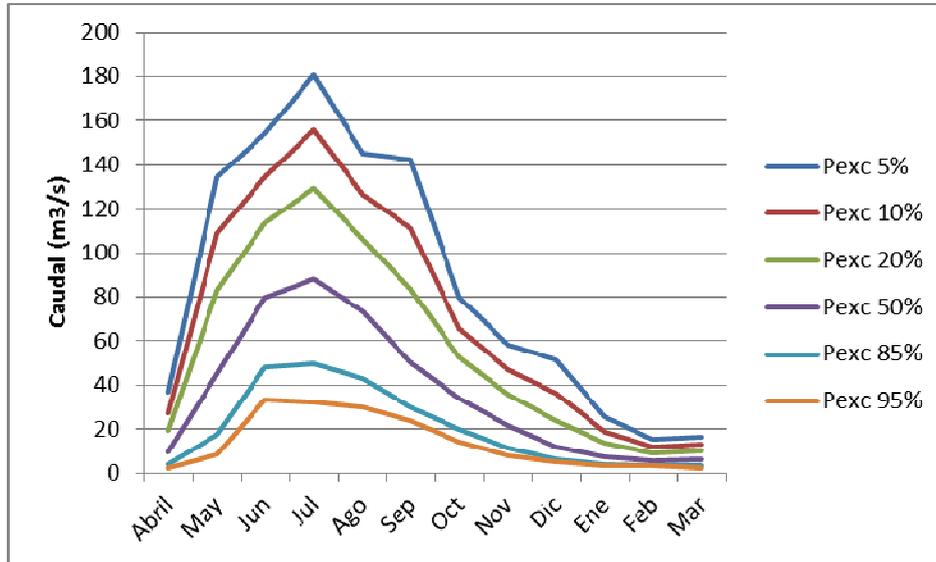
En la Figura 3.13 se muestra la curva de variación estacional (CVE), en ella se aprecia que el río Bureo presenta una marcada componente pluvial con caudales medios mensuales máximos entre junio y agosto. Se aprecia también una pequeña componente nival por el derretimiento de las nieves a comienzos de primavera (septiembre y octubre) la cual se hace más evidente en años húmedos (Pexc 10 y 5%).

La época de estiaje coincide con la época estival, presentando caudales medios mensuales mínimos entre enero y febrero.

La estación fluviométrica registra los caudales actuales pasantes, lo cual hace necesario realizar dos correcciones para poder considerarlos como los caudales bajo condiciones naturales. Para ello es necesario, en primer lugar realizar una restitución a régimen natural en el lugar de ubicación de la estación fluviométrica, para posteriormente trasladar mediante técnicas hidrológicas los caudales restituidos en Mulchén al sector de emplazamiento del tramo de estudio.

En estos momentos se están recopilando los antecedentes para realizar la restitución a régimen natural, entre los antecedentes se incluye constitución de derechos de agua, ubicación de extracciones aguas arriba, usos consuntivos y no consuntivos, etc.

**Figura 3.13: Curva de Variación Estacional en el río Bureo en la estación fluviométrica río Bureo en Mulchén**

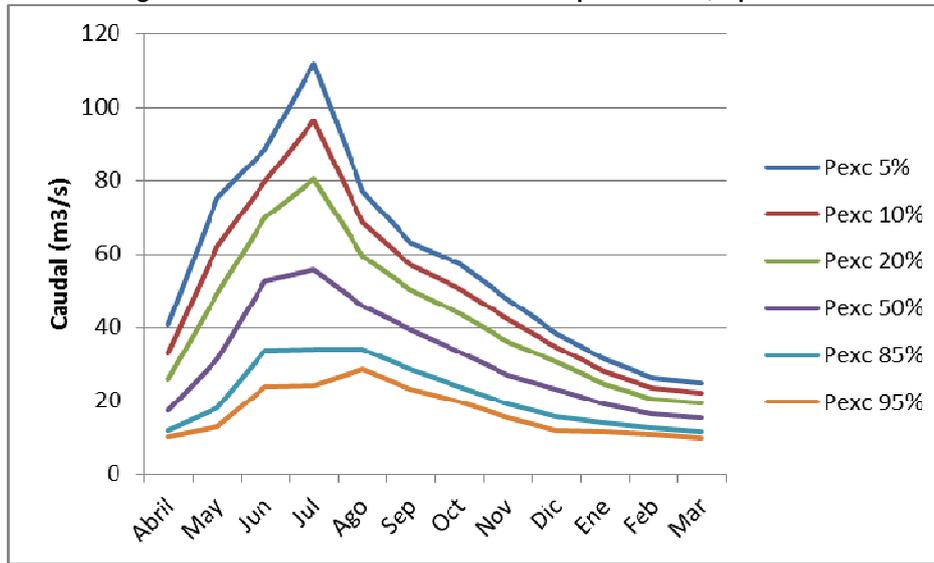


Fuente: Elaboración propia

### 3.5.3.2 Río Calbuco

Para realizar una caracterización hidrológica del río Calbuco, se utilizó la estación Río Quepe en Vilcún. Hay que recordar que el río Calbuco es un afluente del río Quepe, y particularmente, esta estación fluviométrica se ubica 20 km aprox. aguas debajo de la confluencia del río Calbuco al río Quepe. Por lo tanto, los caudales registrados consideran los aportes del río Quepe como los del río Calbuco.

La estación Río Quepe en Vilcún se ubica cerca de la ciudad de Vilcún a una altitud cercana a los 290 msnm. En la Figura 3.14 se muestra la Curva de Variación Estacional determinada a partir de los caudales medios mensuales.

**Figura 3.14: Curva de Variación Estacional para el río Quepe en Vilcún**


Fuente: Elaboración propia

De la figura se observa que el río Quepe presenta una componente importante en forma pluvial, y que además presenta una componente menor de derretimiento de nieves en primavera, el cual se evidencia principalmente en años secos (Pexc 95%). Hay que tener en cuenta que este régimen corresponde a la superposición de los ríos Quepe y Calbuco. Se espera que el río Calbuco presenta una componente nival más importante, ya que nace del Volcan Llaima, mientras que el río Quepe presenta una pequeña regulación lacustre ya que en su nacimiento es desde una laguna (laguna Quepe).

Al igual que en el río Bureo, los datos registrados en la estación Vilcún del río Quepe es necesario corregirlos para obtener el régimen natural en el tramo de estudio del río Calbuco, lo cual está en proceso de realización.

### 3.5.3.3 Río Quinchilca

El Río Quinchilca se ubica en la cuenca del Río Valdivia, Región de Los Ríos. El río Quinchilca, a su vez, nace muy al este con su tributario principal formativo el río Remehue. El Pichico es un afluente importante que procede del sur. Contando desde su origen, el río Quinchilca tiene una longitud de 55 km y anchos de su lecho que llegan a 800 y 1000 m en su parte inferior.

Este río presenta una particularidad en la información hidrológica disponible, ya que en la totalidad del río no cuenta con una estación fluviométrica que registre los caudales circulantes, es por esta razón que se está desarrollando una metodología que permita determinar los caudales circulantes diarios en cuencas sin información en río con interés hidroeléctricos.

### 3.5.4. *Grado de cumplimiento de las actividades*

Durante el desarrollo de este proyecto a la fecha, solo la "selección de los ríos" a estudiar ha sido posible desarrollarla a cabalidad, mientras que las actividades (Determinación del régimen natural, análisis estadístico de las series hidrológicas y la identificación de años húmedos, medios y secos),

aun se encuentran en etapa de desarrollo, debido a la dificultad encontrada en el río quinchilca para determinar una serie de caudales sintéticos diarios, ya que en dicho río no se encuentran estaciones fluviométricas que registren los caudales.

La actividad “determinación del régimen natural” se encuentra plenamente desarrollada para los ríos Bureo y Calbuco, mientras que para el río quinchilca se están aplicando distintas técnicas de generación de caudales sintéticos a nivel diario.

La actividad “análisis de series hidrológicas” está ligada a la información hidrológica restituida a régimen natural que haya sido elaborada. En este sentido, este análisis está llevado a cabo para los ríos Bureo y Calbuco, no pudiendo desarrollarla por ahora en el río Quinchilca, ya que aun no se desarrolla totalmente la actividad de determinación al régimen natural para dicho río.

El grado de avance de la actividad de identificación de años secos y húmedos, solo ha sido realizada en el río Bureo con lo cual el grado de avance es del 35%, lo cual está dentro del grado de avance para esta actividad según lo planificado.

### 3.5.5. Conclusiones preliminares

Las conclusiones que se pueden obtener hasta ahora son de poca importancia para el resultado del proyecto. Solo cabe destacar que el análisis hidrológico realizado, permitió definir 3 ríos a muestrear, en los cuales se aborden los tipos de regímenes hidrológicos más comunes que presentan potencial e interés hidroeléctricos para minicentrales.

## 4. CAPITULO 4: REPROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

Las actividades que no han podido realizarse en la fecha planificada se debe principalmente al congelamiento de las actividades que determinó la universidad entre octubre del 2012 y febrero del 2013 para solucionar la infracción a la ley de probidad.

En forma particular, las actividades asociadas a la determinación del hábitat fluvial no se pudo llevar a cabo como una consecuencia indirecta de este congelamiento, puesto que la 1ª campaña a terreno tuvo que realizarse en abril de este año, aumentando las probabilidades de precipitaciones las cuales impide realizar las mediciones necesarias.

Por otra parte, como parte del desarrollo del proyecto, tanto en la colección de individuos para la determinación de las curvas de idoneidad de hábitat, así como la cantidad de encuestas desarrolladas para la determinación de las curvas de idoneidad para la realización de actividades antrópicas, mostraron una baja cantidad de datos y además una baja dispersión de la población muestreada con respecto al universo disponible. Con lo cual la base de datos actual no presenta una cantidad ni calidad de información necesaria estadísticamente para determinar en forma correctas ambas curvas de idoneidad.

Ambos resultados son actividades críticas para la realización de otras actividades, como la simulación del hábitat físico y la determinación de la regla de operación.

Por otra parte, la generación de información hidrológica en el río Quinchilca, ha sido dificultosa por las particularidades de información existente, tanto en la cuenca, como en ríos vecinos o hidrológicamente similares. Esta situación a generado un retraso en la realización del análisis hidrológico de los tres ríos.

A continuación se detalla el plan de trabajo a seguir en aquellas actividades que fue necesario realizar una reprogramación. Siguiendo la estructura del informe, se presentará la reprogramación para las actividades asociadas a los resultados esperados.

### 4.1. Curvas de idoneidad del hábitat para especies ícticas

Las actividades que deberán realizarse para lograr este objetivo son: 4ª Campaña de muestreo, identificación de especies en laboratorio, análisis estadístico multivariado e interpretación de resultados.

En la tabla se especifica cual es la programación planificada, incluyen la reprogramación necesaria para llevar a cabo el resultado esperado en el plazo fijado anteriormente.

**Tabla 4.1: Programación de las actividades faltante por realizar para la obtención de las curvas de idoneidad de hábitat para especies ícticas**

Actividad	Reprogramación	
	Inicio	Fin
4ª Campaña de muestreo	Dic 2014 (29)	Dic 2014 (29)
Identificación de especies en laboratorio	Ene 2015 (30)	Ene 2016 (30)
Análisis Multivariado	Feb 2015 (31)	Mar 2015 (32)
Interpretación de resultados	Mar 2015 (32)	Mar 2015 (32)

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. Curvas de idoneidad para la realización de actividades antrópicas in situ.

Las actividades que deberán realizarse para lograr este objetivo son: Desarrollo de encuestas, Focus Group, Entrevistas, Análisis estadístico Multivariado, interpretación de resultados y validación en terreno. El término de las actividades asociadas a este resultado será el mismo que el fijado en la planificación inicial, es decir, las actividades asociadas terminan el mes 20.

En la tabla se especifica cual es la programación planificada, incluyen la reprogramación necesaria para llevar a cabo el resultado esperado en el plazo fijado anteriormente.

**Tabla 4.2: Programación de las actividades faltante por realizar para la obtención de las Curvas de idoneidad de realización de actividades in situ en el río**

Actividad	Reprogramación	
	Inicio	Fin
Desarrollo de encuestas	Agosto 2014 (25)	Nov 2014 (28)
Entrevistas	Agosto 2014 (25)	Nov 2014 (28)
Análisis de información	Sept 2014 (26)	Dic 2014 (29)
Análisis multivariado	Enero 2015 (30)	Feb 2015 (31)
Validación en terreno	Feb 2015 (31)	Feb 2015 (31)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3. Habitat físico de especies ícticas

Las actividades que deberán realizarse para lograr este objetivo son: Término de 1ª Campaña de muestreo, 2ª campaña de muestreo, calibración de modelos, Validación de modelos y simulación del hábitat físico.

El término de las actividades asociadas a este resultado será el mismo que el fijado en la planificación inicial, es decir, las actividades asociadas terminan el mes 24.

**Tabla 4.3: Programación de las actividades faltante por realizar para la obtención del hábitat fluvial para especies ícticas**

Actividad	Planificación	
	Inicio	Fin
4ª Campaña de muestreo	Dic 2014 (29)	Dic 2014 (29)
Simulación hábitat físico	Abril 2015 (33)	May 2015 (34)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Variabilidad natural de los ríos de interés hidroeléctrico para minicentrales

Las actividades que deberán realizarse para lograr este objetivo son: Determinación del régimen natural, Análisis estadístico de series hidrológicas, Identificación de años medios, húmedos y secos.

El término de las actividades asociadas a este resultado será el mismo que el fijado en la planificación inicial, es decir, las actividades asociadas terminan el mes 24.

**Tabla 4.4: Programación de las actividades faltante por realizar para determinar la variabilidad natural de los ríos con de interés hidroeléctricos para minicentrales**

Actividad	Planificación	
	Inicio	Fin
Determinación del régimen natural	Agosto 2014 (25)	Sept 2014 (26)
Análisis estadístico de series hidrológicas	Agosto 2014 (25)	Nov 2014 (28)
Identificación de años medios, húmedos y secos	Dic 2014 (29)	Marzo 2015 (32)

Fuente: Elaboración propia

## 5. BENEFICIARIOS ATENDIDOS FINALES

Los beneficiarios atendidos finales del proyecto son los Titulares de las Minicentrales hidroeléctricas (ERNC), los cuales se beneficiarán directamente del resultado final, el cual es la regla de ajuste del caudal ecológico.

Se han identificado otros beneficiados en forma indirecta de estos resultados, como por ejemplo, los consultores medioambientales y las comunidades que realizan las actividades antrópicas in situ, ya que estos utilizarán algunos resultados parciales, como por ejemplo las curvas de idoneidad, tanto para especies ícticas como para la realización de actividades antrópicas.

De acuerdo a lo planificado en el proyecto, no es posible evaluar directamente la cantidad de atendidos beneficiados finales, ya que los resultados obtenidos hasta este momento no son del interés directo del gremio. Sin embargo, a lo largo del proyecto se han realizado actividades que ha permitido ir informando y tener una interacción con ellos. Dentro de las actividades realizadas figura el seminario de lanzamiento y consultas yapoyo técnico puntual en la determinación de los ríos de interés hidroeléctrico.

Además se han realizado actividades que ha permitido generar instancias de participación con los denominadas beneficiarios atendidos indirectos (consultores medioambientales y comunidades recreativa). Entre las actividades figuran la asistencia en un evento de pesca deportiva en Panguipulli, seminario de lanzamiento y consultas técnicas sobre las preferencias de hábitat de especies acuáticas.