



SEMINARIO INTERNACIONAL

CAMBIO CLIMÁTICO, POLÍTICA FISCAL AMBIENTAL Y CAUDALES AMBIENTALES: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA LAS ENERGÍAS SOSTENIBLES EN AMÉRICA LATINA

Buenos Aires – 26 y 27 de Mayo de 2015



Experiencia en el Establecimiento de Caudales Ambientales en Chile.

Francisco Javier Riestra Miranda

Biólogo Universidad de Valparaíso
Diplomado en Planificación Ambiental de Proyectos - PUC

Co - coordinador Grupo Caudales Ambientales Programa Ecohidrología PHI UNESCO
Representante CONAPHI Chile para el Programa de Ecohidrología de UNESCO.

Profesor Diplomado Gestión del Agua y el Ambiente,
Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Especialista Senior Recursos Hídricos, División Andina de CODELCO – Chile

friestra@codelco.cl

Índice de contenidos

- 1. Introducción general**
- 2. Concepto / Definición**
- 3. Breve reseña histórica del tema en Chile**
- 4. Normativa actual vigente**
- 5. Aspectos relevantes en área de ciencia e investigación en Ecohidrología en Chile**
- 6. Metodología Guía Caudales Ambientales para Determinar Caudales Ambientales para Centrales Hidroeléctricas en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental**

REQUERIMIENTOS HIDRICOS PARA FINES AMBIENTALES

- *Mantenimiento de caudales ecológicos*
- *Niveles de acuíferos*
- *Niveles de lagos y fluctuaciones*
- *Planes de manejo*

CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS

- *Normas Secundarias de calidad de aguas*
- *Normas para fuentes contaminantes puntuales y difusas (DS 90 - DS 46).*
- *Eutroficación de los lagos*

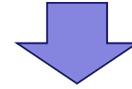
SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

(SEIA, SMA y Tribunales Ambientales)

FISCALIZACIÓN USO DEL AGUA Y CAUCES

EDUCACIÓN Y CONCIENCIA AMBIENTAL

1.Introducción general



Particularidades de los Derechos de Aprovechamiento en Chile



*Mantener tasas de
crecimiento
económico y calidad
de vida del país*

2. Concepto / Definición



2. Concepto / Definición

Denominación	Concepto	Referencias
Caudal ecológico mínimo	Es el caudal que restringe el uso durante las estaciones de caudales bajos y que mantiene la vida en el río. No aportan una solución ecológica. Se calculan de forma directa y arbitraria, producto de un pacto más que de una formulación científica.	- King <i>et al</i> , 1999 - Palau, 2003
Caudal ecológico	Caudal mínimo necesario en una fuente o curso fluvial, para preservar la conservación de los ecosistemas fluviales actuales, en atención a los usos de agua comprometidos, a los requerimientos físicos de la corriente fluvial, para mantener su estabilidad y cumplir sus funciones tales como, dilución de contaminantes, conducción de sólidos, recarga de acuíferos y mantenimientos de las características paisajistas del medio.	- Ormazábal, 2004 - APROMA, 2000
Caudal de mantenimiento	Régimen de caudal que mantiene todas las funciones eco sistémicas del río, incluyendo el reclutamiento continuo y balanceado de las especies acuáticas y ribereñas. Es un caudal calculado para y dirigido hacia, la conservación de los valores bióticos del ecosistema fluvial.	- King - Louw, 1998 - Palau, 1994
Caudal ambiental	Régimen modificado que se establece en un río, humedal o zona costera para sustentar ecosistemas y sus beneficios donde hay empleos del agua que compiten entre sí y donde los caudales están regulados. El caudal ambiental es usado para valorar cuánta agua puede quitársele al río sin causar un nivel inaceptable de degradación del ecosistema ribereño o, en el caso de ríos gravemente alterados, se considera caudal ambiental a la cantidad de agua necesaria para restablecer el río y rehabilitar el ecosistema hasta un estado o condición requerida.	- Dyson <i>et al</i> , 2003 - Jiménez <i>et al</i> , 2005 - King <i>et al</i> , 1999
Caudal de acondicionamiento	Se refiere a un caudal que puede establecerse como complemento de caudales mínimos o de mantenimiento, para una finalidad concreta, ajena a la conservación de valores bióticos del ecosistema fluvial y referida a aspectos abióticos (dilución, paisaje, usos recreativos, etc.)	- Palau, 2003
Caudal de compensación	Caudal mínimo necesario para asegurar la supervivencia de un ecosistema acuático preestablecido.	- Espinoza <i>et al</i> , 1999
Régimen de caudal ambiental	Es aquel que permite cumplir con una condición establecida del ecosistema ribereño. En él se detalla caudales específicos en magnitud, periodicidad, frecuencia y duración, tanto de caudales basales como de avenidas y crecientes en la escala de variabilidad intra e interanual, todo ello diseñado para mantener en funcionamiento todos los componentes del ecosistema para una condición específica.	- King <i>et al</i> , 1999

2. Concepto / Definición

"Caudal ecológico mínimo" Ley 20.017 / 2005

*Caudal mínimo que debe mantenerse en un curso fluvial **o en específico en cada sector hidrográfico**, de tal manera que los efectos abióticos (disminución del perímetro mojado, profundidad, velocidad de corriente, incremento en la concentración de nutrientes y otros) producidos por la reducción de caudal, no alteren las condiciones **ecológicas naturales** del cauce, que limiten o impidan el desarrollo de los componentes bióticos del sistema (flora y fauna), como tampoco alteren la dinámica y las funciones del ecosistema".*

Manual de Normas y Procedimientos del Depto. Conservación y Protección de Recursos Hídricos, DGA, 2007 (Cap. 1.1.5 Conservación de la Biodiversidad; y Glosario).

Modificado en Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos, DGA, 2008 (Anexo I, Glosario).

Actualmente se incorporará el término "Caudal Ambiental" en la Guía de para Caudales Ambientales del Ministerio de Medio Ambiente (SEA) y el Ministerio de Obras Públicas (DGA):

"flujos de agua, el momento de su aplicación y la calidad de las aguas precisos para mantener los ecosistemas de agua dulce y de los estuarios, así como los medios de subsistencia y bienestar de las personas que dependen del ecosistema"

Declaración de Brisbane, 2007.

2. Concepto / Definición

Antes v/s Después
Línea Base v/s “Nuevo” Río



**OBJETIVOS
DIVERSOS**

- **Conservar una especie protegida (población).**
- **Mantener una comunidad o ecosistema.**
- **Prevenir efectos de una extracción de agua.**
- **Evitar cortes en el río.**
- **Mantener pozas y zonas ribereñas (paisaje).**
- **Restaurar un tramo del río.**
- **Mantener saltos de agua para fines turísticos.**
- **Mantener la población de peces para la pesca recreativa.**
- **Entre otros...**

3. Breve reseña histórica del tema en Chile

- Aplicación puntual y discrecional “caudales ecológicos mínimos” desde el año **1983** en los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DA), sobre la base de la Constitución Política y la protección de derechos de terceros (Código de Aguas 1981), entendiendo al medio ambiente como un tercero usuario del agua.

-Ley Base del Medio Ambiente de **1994** establece que los proyectos que generan impactos deben establecer **medidas de mitigación en el SEIA: caudales ecológicos**. Aplicación desde 1994 para proyectos específicos con en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Primer caso Central Hidroeléctrica de Endesa “Ralco” que no tenía caudal ecológico mínimo en sus DA y si los tiene en su RCA.

-Desde **1999**, aplicación en todos los D.A. se descuenta de la disponibilidad. Manual Normas y Procedimientos DGA.

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DEPTO. DE DERECHOS DE AGUAS
DHF/spd.

REF: Constituye derecho de aprovechamiento no consuntivo de agua de los ríos Rfo Bío y Pangua, en favor de Empresa Nacional de Electricidad, comuna de Quilaco, provincia de Bío Bío, Octava Región.

SANTIAGO, 11 OCT. 1983

RECIBIDO
M.O. DIRECCION GENERAL DE AGUAS OFICINA DE PARTES RESOLUCION TRAMITA Fecha: 8 NOV. 1983

CONTRALORIA GENERAL TOMA DE RAZON 25 OCT. 1983 RECEPCION

VISTOS: La solicitud de Empresa Nacional de Electricidad S.A., ENDESA; el Oficio ORD. N° 171 del 18 de Abril de 1983 de la Dirección General de Aguas, Octava Región; lo dispuesto en los artículos 7° transitorio, inciso 2°, 149 y 150 del Código de Aguas.

- 2 -

5.- La titular del derecho deberá dejar pasar en el lugar de captación en el río Pangua un caudal no inferior al gasto medio diario mínimo, para preservar las condiciones ecológicas.

6.- La titular del derecho deberá constituir las servidumbres correspondientes.

7.- La presente Resolución se reducirá a escritura pública, que suscribirán la interesada y el Sr. Director Regional de la Dirección General de Aguas VIII Región y copia de ella se inscribirá en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces competente. La interesada deberá remitir a la Dirección General de Aguas una copia autorizada de dicha inscripción, para los efectos de incorporarla al Catastro Público de Aguas.

8.- La presente Resolución se registrará en la Dirección General de Aguas en conformidad con lo dispuesto en el artículo N° 122 del Código de Aguas.

ANOTESE, TOMESE RAZON Y NOTIFIQUESE.

EUGENIO CORDERO PARADA
DIRECTOR GENERAL DE AGUAS

4. Normativa actual vigente

Ley 20.017/2005, Modifica Código de Aguas (13 años de tramitación):

Art. 129, bis 1. Al constituir los derechos de aprovechamiento de aguas, la Dirección General de Aguas velará por la preservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente, debiendo para ello establecer un **caudal ecológico mínimo**, el cual **sólo afectará a los nuevos derechos** que se constituyan, para lo cual deberá considerar también las condiciones naturales pertinentes para cada fuente superficial.

El caudal ecológico mínimo **no podrá ser superior al veinte por ciento del caudal medio anual** de la respectiva fuente superficial.

En casos calificados, y previo informe favorable de la Comisión Regional del Medio Ambiente respectiva, el presidente de la República podrá, mediante decreto fundado, fijar caudales ecológicos mínimos diferentes, sin atenerse a la limitación establecida en el inciso anterior, no pudiendo afectar derechos de aprovechamiento existentes. Si la respectiva fuente natural recorre más de una región, el informe será evacuado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente. El caudal ecológico que se fije en virtud de lo dispuesto en el presente inciso, **no podrá ser superior al cuarenta por ciento del caudal medio anual** de la respectiva fuente superficial.

Manual de Normas y Procedimientos Para la Administración de Recursos Hídricos, 2008:

- Reafirma el establecimiento caudales ecológicos mínimos en todos los derechos de aprovechamiento y nuevas solicitudes.
- Reconoce tema histórico del uso de dos metodologías: 10% QMA y 50% del caudal mínimo de estiaje del año 95%.
- **Considera la importancia del régimen natural de caudales dentro del período anual (estacionalidad).**
- **Evitar golpes de agua que puedan generar daños.**
- **Valores máximos: 20% QMA (DGA) y 40% QMA.**
- **Cumplir con la Ley 19.300 de Bases del Medio ambiente.**
- Estimación para proyectos de gran magnitud o desarrollo (proyectos hidrológicos), en causes sin control o si la DGA lo estima conveniente, el solicitante deberá presentar un estudio hidrológico (incorpora el estudio del caudal ecológico).



REF.: CONSTITUYE DERECHO DE APROVECHAMIENTO NO CONSUNTIVO, DE AGUAS SUPERFICIALES Y CORRIENTES A FAVOR DE LA SOCIEDAD SALMONES LLANCHID LIMITADA, COMUNA DE HUALAHUE, PROVINCIA DE PALENA, REGION DE LOS LAGOS. CONTRALORIA GRAL. DE LA REPUBLICA

CONTRALORIA GENERAL	
TOMA DE RAZON	
NUEVA RECEPCION	
Con Oficio N°	
DEPART. JURIDICO	
DEPART. Y REGISTRO	
DEPART. CONTABIL.	
SUB.DEP. G.CENTRAL	
SUB.DEP. E.CUENTAS	
SUB.DEP. BIENES NAC.	
DEPART. AUDITORIA	
DEPART. V.G.P., y T.	
SUB.DEP. MUNICIP.	
REFRENDACION	
REF. POR \$	
IMPUTAC.	
ANOT. POR \$	
IMPUTAC.	
DEDUC. DTO.	

RECEPCION / TOMA RAZON

Con esta fecha el Director Regional D.G.A. de la Región ha resuelto lo que sigue:

PUERTO MONTT, 10 NOV. 2009
 D.G.A. N° 0000295

JURIDICA - TRP VUCPT
 CONTABILIDAD

VISTOS: La solicitud de la sociedad SALMONES LLANCHID LIMITADA, de fecha 11 de septiembre de 2007; las Resoluciones D.G.A. N° 336 de 2007; N° 781 de 1997; N° 369 de 2007, el Informe Técnico D.G.A. región de Los Lagos N° 460 de 29 de octubre de 2008; el Of. Público RREE DIFROL N° F-040 de 10 de enero de 2008; lo dispuesto en los Artículos 141; 149; 150 y demás pertinentes del Código de Aguas,

RESUELVO

1.- Constitúyase a favor de la sociedad SALMONES LLANCHID LIMITADA, un derecho de aprovechamiento no consuntivo, de ejercicio permanente y continuo, por un caudal de 499 l/s, sobre las aguas superficiales y corrientes del río Uleguimán, localizado en la comuna de Hualahue, provincia de Palena, región de Los Lagos.

El río Uleguimán desemboca directamente al mar en la denominada Ensenada Uleguimán.

2.- Las aguas se captarán en forma gravitacional o mecánica, en un punto que queda definido por la siguiente coordenada U.T.M. (m):

Norte: 5.350.711 y Este: 685.748

La restitución de las aguas se hará en un punto que queda definido por la siguiente coordenada U.T.M. (m):

Norte: 5.349.808 y Este: 685.507

Las coordenadas U. T. M. están referidas al Datum WGS 1984.

3.- La distancia entre el punto de captación y el de restitución es de 929,91 metros y el desnivel entre ambos puntos es de 3 metros.

4.- La titular del derecho de aprovechamiento deberá dejar pasar permanentemente aguas abajo del punto de captación, el caudal necesario para la conservación del equilibrio ecológico del lugar, el que no podrá ser inferior a las siguientes cantidades expresadas en l/s:

l/s	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	530	540	750	1190	1490	1490	1490	1490	1490	840	580	570

5.- La titular del derecho de aprovechamiento deberá solicitar a la Dirección General de Aguas la autorización de construcción de bocanomas, de acuerdo

alo dispuesto en los artículos 151 al 157 del Código de Aguas.

6.- Déjase constancia que en la extracción o restitución de las aguas se hará siempre en la forma que no perjudiquen los derechos de terceros constituidos sobre las mismas aguas en cuanto a cantidad, calidad, substancia, oportunidad de uso y demás particularidades, según lo dispone el artículo 14 del Código de Aguas.

7.- En el ejercicio del derecho no consuntivo, deberá evitarse que se produzcan golpes de agua que puedan provocar daños en las riberas o en las obras existentes aguas abajo de la restitución.

8.- La titular del derecho de aprovechamiento deberá constituir las servidumbres que correspondan.

9.- El ejercicio del derecho de aprovechamiento de aguas que se constituye en el presente acto, deberá dar cumplimiento en lo que corresponda a las disposiciones de la ley N° 19.330, de Bases del Medio Ambiente.

10.- Déjase constancia que con fecha 10 de enero de 2008, la Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado, dependiente del Oficio Público RREE DIFROL N° F-040, la autorización pertinente.

11.- La presente Resolución se reducirá a escritura pública que suscribirán la interesada a través de su representante legal y el Sr. Director Regional de la Dirección General de Aguas de la región de Los Lagos y copia de ella se inscribirá en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces competente. La interesada deberá remitir a esta Dirección General copia autorizada de dicha inscripción, para los efectos de incorporarla al Catastro Público de Aguas.

12.- La presente Resolución se registrará en la Dirección General de Aguas, en conformidad con lo dispuesto en el artículo 122 del Código de Aguas.

ANOTESE, TOMESE RAZON Y COMUNIQUESE.

LUIS ALBERTO MORENO RIVERO
 INGENIERO CIVIL
 DIRECTOR REGIONAL
 DIRECCION GENERAL DE AGUAS
 M.O.P. REGION DE LOS LAGOS



DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

Los **métodos hidrológicos** han sido los más indicados para la estimación de los caudales ecológicos mínimos en Chile considerando que la **información** que forma parte de los Informes Técnicos está disponible para **“toda”** solicitud y es útil para su determinación.

Ley 20.417/2010, Crea el Minsiterio de Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental y La Superintendencia de Medio Ambiente:

Artículo primero.- Introdúcense las siguientes modificaciones en la ley N°19.300 de **1994**, sobre Bases Generales del Medio Ambiente:

En el artículo 42:

a) Agregase en el inciso primero, a continuación del artículo "El", la siguiente frase: "Ministerio del Medio Ambiente conjuntamente con el", y sustitúyase la frase "de acuerdo con la normativa vigente", por "cuando corresponda".



Art. 42. El **Ministerio del Medio Ambiente conjuntamente con el** organismo público encargado por la ley de regular el uso o aprovechamiento de los recursos naturales en un área determinada, exigirá, ~~de acuerdo con la normativa vigente,~~ **cuando corresponda**, la presentación y cumplimiento de planes de manejo de los mismos, a fin de asegurar su conservación.

Estos incluirán, entre otras, las siguientes consideraciones ambientales:

a) Mantención de caudales de aguas y conservación de suelos;

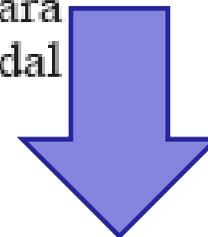
Ley 20.417/2010, también modifica el Código de Aguas:

DIARIO OFICIAL DE LA REPUBLICA DE CHILE
Martes 26 de Enero de 2010

rio de Agricultura, la siguiente oración “la conservación, protección y acrecentamiento de los recursos naturales renovables” por “la protección de los recursos naturales renovables del ámbito silvoagropecuario, sin perjuicio de las atribuciones del Ministerio del Medio Ambiente.”.

Artículo octavo.- Modifícase el artículo 129 bis 1 del Código de Aguas, en el siguiente sentido:

a) Agrégase, en el inicio del inciso segundo, el siguiente párrafo: “Un reglamento, que deberá llevar la firma de los Ministros del Medio Ambiente y Obras Públicas, determinará los criterios en virtud de los cuales se establecerá el caudal ecológico mínimo.”.



2011 REGLAMENTO APROBADO POR CONSEJO DE MINISTROS

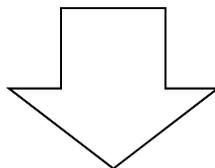
2013 REGLAMENTO APROBADO POR CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA

2015 SE APRUEBA MODIFICACIÓN DEL REGLAMENTO

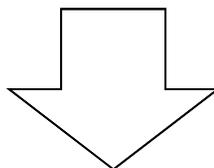
Caudal ecológico mínimo para **nuevos** derechos de aprovechamiento de Aguas: hasta 20% Caudal Medio Anual por parte de la DGA, y hasta un 40% por parte del Presidente de la República.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (SEIA):

- Oficio DGA N°584/2009, adjunta **Minuta Técnica N°173/2009** con “**Lineamientos y criterios sobre pronunciamientos de la Dirección General de Aguas, en materia de caudal ecológico, en el marco del SEIA**”.
- **Minuta 179/2009 que Complementa Minuta 173.**
- Criterios relacionados con el último estudio DGA “**DETERMINACION DE CAUDALES ECOLOGICOS EN CUENCAS CON FAUNA ICTICA NATIVA Y EN ESTADO DE CONSERVACION (2008 – 2009)**”.



- **MINUTA 267/2011 ESTABLECE CRITERIOS Y METODOLOGÍA PARA DETERMINACIÓN DE CAUDAL ECOLÓGICO EN EL MARCO DEL SEIA (AIA).**
Vigente al día de hoy.



- **GUÍA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR EL CAUDAL AMBIENTAL PARA CENTRALES HIDROELÉCTRICAS EN EL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (SEA). 2011 a 2015 en preparación.**

METODOLOGIAS UTILIZADAS

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

En el SEIA las metodologías han sido establecidas caso a caso, con la experiencia y conocimientos acumulados desde 1994 y la complejidad de los proyectos, lo importante ha sido **mantener un caudal ecológico mínimo y su fluctuación estacional**, permitiendo mantener los procesos aguas abajo, considerando la supervivencia de las especies, la mantención de los ecosistemas acuáticos y las actividades que se desarrollan en el río.

SOLICITUD DE DERECHOS DE AGUA

DGA

ESTABLECIMIENTO DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN CHILE

POR PROYECTO

SEA
(EX CONAMA)

SEIA

(DGA, SUBPESCA, SERNATUR, SERNAPESCA, SAG, CONAF, etc.)

Caudal Ecológico

- Métodos Hidrológicos
- Métodos Hidráulicos
- Métodos de Estimación de Hábitat
- Otros.

Resolución de Calificación Ambiental fija el:

- **Caudal Ecológico Mínimo**
- **Medidas de Mitigación**
(variable mes a mes)
- **Plan de Manejo de Caudales**
- **Medidas de Compensación,**
cuando no es posible mitigar

Caudal Ecológico Mínimo (Métodos Hidrológicos)

Hasta diciembre de 2008:

- Métodos Hidrológicos (10% caudal medio anual, 50 % caudal mínimo del estiaje del año 95%, Q330 o Q347)
- Caudal permanente todo el año.

De diciembre de 2008 a julio 2013:

- Métodos Hidrológicos / caudal con variabilidad estacional en los casos en que sea posible.
- Mantiene 10% caudal medio anual o 50 % caudal mínimo del estiaje del año 95% en cuencas con dicho criterio.
- Hasta un 20 % caudal medio anual (DGA)

Reglamento DS 14 (19 julio 2013 Mod. 2015)

- 20% caudal medio mensual, máximo de 20% caudal medio anual
- Hasta un 40 % caudal medio anual (DGA - MMA)

Resolución que Otorga el Derecho de Aprovechamiento Fija el Caudal Ecológico Mínimo (variable mes a mes)

RESTRINGE EL EJERCICIO DEL DERECHO DE APROVECHAMIENTO

Algunas Experiencias de Chile SEIA

- Central Hidroeléctrica Ralco (Derechos de aprovechamiento v/s SEIA, Mantener Pozas Ribereñas)
- Centra Hidroeléctrica Rucue (Derechos de aprovechamiento v/s SEIA)
- Central Hidroeléctrica Quilleco (Relación con Rucue y primera aplicación PHABSIM)
- Proyecto Alumysa (Derechos de aprovechamiento v/s SEIA)
- Central Hidroeléctrica San Pedro (q ecológico + Plan de Manejo)
- Embalse Corrales (Estudios previos DGA)
- Central Hidroeléctrica Lago Atravesado (Paisaje)

5. Aspectos relevantes en área de ciencia e investigación en Ecohidrología en Chile

Primer Congreso en
EcoHidrología
para América Latina
y El Caribe

11 al 13 de noviembre de 2013
Centro de Eventos Nacionales e Internacionales de la Universidad de Santiago de Chile

Ecohidrología: Un manejo armónico para un mundo sustentable.

CELAC-PHI
Información e Inscripción:
Teléfono: +56 (02) 2718-2835
contacto@celacphi2013.cl
www.celacphi2013.cl

FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

WORKSHOP
Eco-hidro-morfología de los ríos Chilenos: Estado del arte, desafíos y futuras direcciones

Santiago, 10 Abril 2015
Auditorio Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal Universidad Católica. Vicuña Mackenna 4860, Macul.
Inscripciones: lmao@uc.cl
ENTRADA LIBERADA

PROGRAMA

08:30 - 09:10 Inscripción

09:10 - 09:20 Introducción a la sesión.
Luca Mao, Pontificia Universidad Católica de Chile

09:20 - 09:50 River management in the USA: from exploitation to restoration
Andrew Wilcox, University of Montana, EEUU

09:50 - 10:10 Es posible un desarrollo hidroeléctrico sustentable en Chile?
Claudio Meier, Universidad de Concepción

10:10 - 10:30 Cuanto conocemos los peces chilenos?
Evelyn Habit, Universidad de Concepción

10:30 - 11:00 Presentaciones de alumnos de postgrado seleccionados

11:00 - 11:30 Café

11:30 - 11:40 Introducción a la sesión.
Cristián Escarriaza, Pontificia Universidad Católica de Chile

11:40 - 12:10 The relevance of monitoring fluvial dynamics.
Jonathan Laronne, Ben Gurion University of the Negev, Israel

12:10 - 12:30 Desafíos en la gestión de recursos hídricos en Chile.
Francisco Biebra, Representante CONA PHI - Chile

12:30 - 12:50 Índices eco-hidro-morfológicos para los ríos Chilenos?
Gabriel Mancilla, Cazalac

12:50 - 13:20 Presentaciones de alumnos de postgrado seleccionados

13:20 - 14:30 Almuerzo libre

14:30 - 14:40 Introducción a los Talleres.
Hernán Alcavaga, Universidad Diego Portales

14:40 - 16:40 Talleres paralelos:
- Como se están manejando los ríos en Chile?
- Cual es el estado del arte de la eco-hidro-morfología en Chile
- Desafíos en la aplicación de criterios eco-hidro-morfológicos al manejo de los ríos

16:40 - 17:00 Café

17:00 - 18:00 Presentación de lo discutido en los talleres y discusión plenaria

Los sistemas fluviales son el resultado de un complejo y delicado equilibrio entre variables ecológicas, hidrológicas y geomorfológicas. Estas variables son dependientes de la alta variabilidad de escalas espaciales y temporales, además de estar sujetas a crecientes presiones antrópicas y de cambio climático.

Por estas razones, un manejo eficiente de los ríos, debe basarse en un conocimiento profundo de estas variables, abordando el estudio del estado de conservación, de la respuesta a los impactos y de las alternativas de manejo desde una perspectiva realmente interdisciplinaria.

El objetivo de este workshop es reunir profesionales con experiencias en ecología, hidrología, geomorfología y manejo fluvial, para verificar el estado de conocimiento de los ríos Chilenos e impulsar la colaboración e integración de estas disciplinas para enfrentar los presentes y futuros desafíos hacia un manejo sustentable real de los sistemas fluviales chilenos.

Estudios Realizados por la DGA

1. Caudales Ecológicos en Regiones IV, V y Metropolitana (1993)

El objetivo fue el estudio ecológico de los ríos principales de las regiones IV, V y Metropolitana. Estableciendo límites razonables para la extracción del recurso hídrico de tales ríos, de modo de evitar la eliminación o destrucción de los sistemas de vida asociados a ellos.

2. Caudales Ecológicos, Caracterización Hidroambiental, Etapa I (1996)

Establece las bases metodológicas generales orientadas a determinar cuantitativamente caudales ecológicos en los ríos de la IX y X región, valores mínimos que permitan mantener condiciones aceptables en la calidad del agua, tanto para proporcionar hábitat adecuados a la fauna de los cauces, así como para limitar la posibilidad de enfermedades de transmisión hídrica asociada a problemas de calidad en las fuentes de abastecimiento de agua a la población.

3. Análisis de Criterios Hidroambientales en el Manejo de Recursos Hídricos. Pautas para la Determinación de Caudales Ecológicos (1996)

Formulación de una metodología simple, que permita, a través de un conjunto de parámetros y/o expresiones, la formulación de criterios generales básicos para su utilización en manejo de recursos hídricos. Se establecen las bases para estudios específicos en zonas conflictivas.

4. Análisis de Criterios Hidroambientales en el Manejo de Recursos Hídricos. Diseño de Plan de Monitoreo Para la Determinación de Caudales Ecológicos(1998)

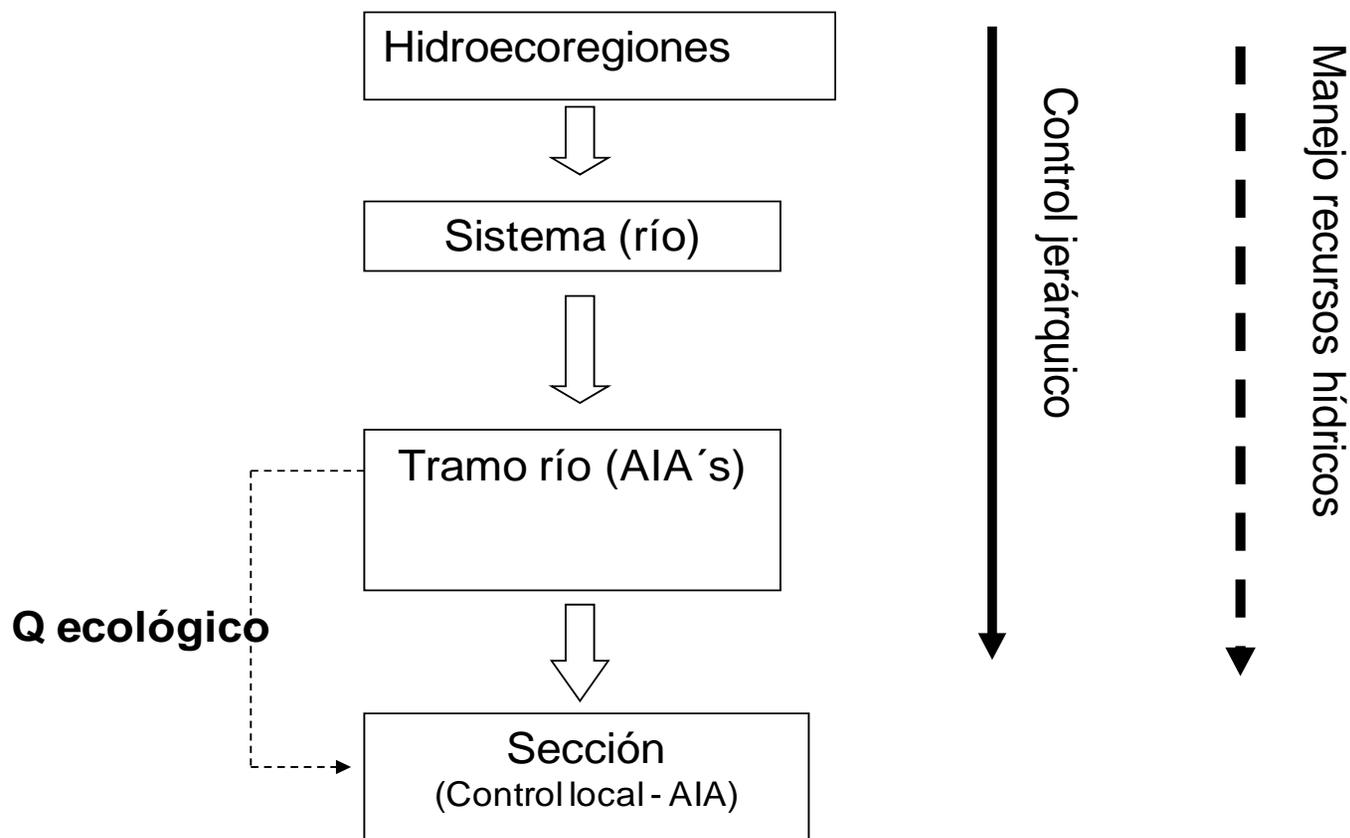
El objetivo de este proyecto es el estudio de las necesidades de información, variables a registrar y período de muestreo, destinadas a la aplicación de programas de simulación de hábitat, entre la IV y X región del país. Implementación de la Metodología Incremental para la determinación de caudales mínimos aconsejables (IFIM).

5. Análisis de Criterios Hidroambientales en el Manejo de Recursos Hídricos. Monitoreo en una Cuenca Piloto para la Determinación de Caudales Mínimos Aconsejables (1998 – 2000)

El objetivo de este estudio fue la selección de una cuenca piloto para la aplicación de la metodología IFIM – PHABSIM, la definición de un plan de monitoreo para dicha cuenca, la capacitación en la aplicación de la metodología y técnicas de muestreo, la implementación y ejecución del programa de monitoreo, la síntesis y análisis de la información recopilada en terreno, la definición de caudales mínimos aconsejables a partir de la metodología IFIM y su comparación con métodos hidrológicos y, finalmente, el análisis de los resultados que se generen a partir del estudio.

6. ESTUDIO DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS: DETERMINACION DE CAUDALES ECOLOGICOS EN CUENCAS CON FAUNA ICTICA NATIVA Y EN ESTADO DE CONSERVACION (2008 – 2009)

Enfoque conceptual



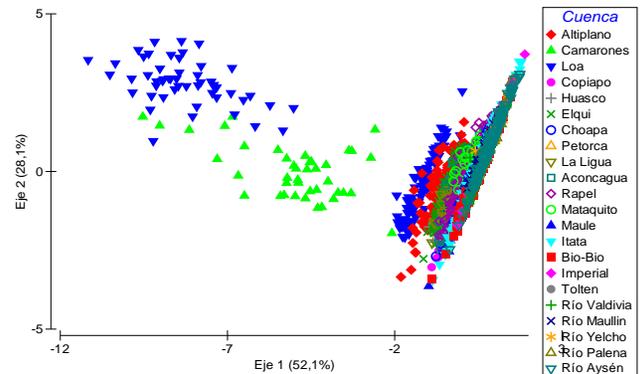
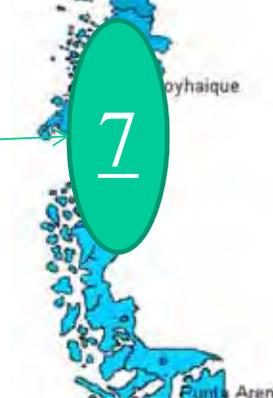
**CENTRO DE
ECOLOGÍA
APLICADA**

AIA: área importancia ambiental

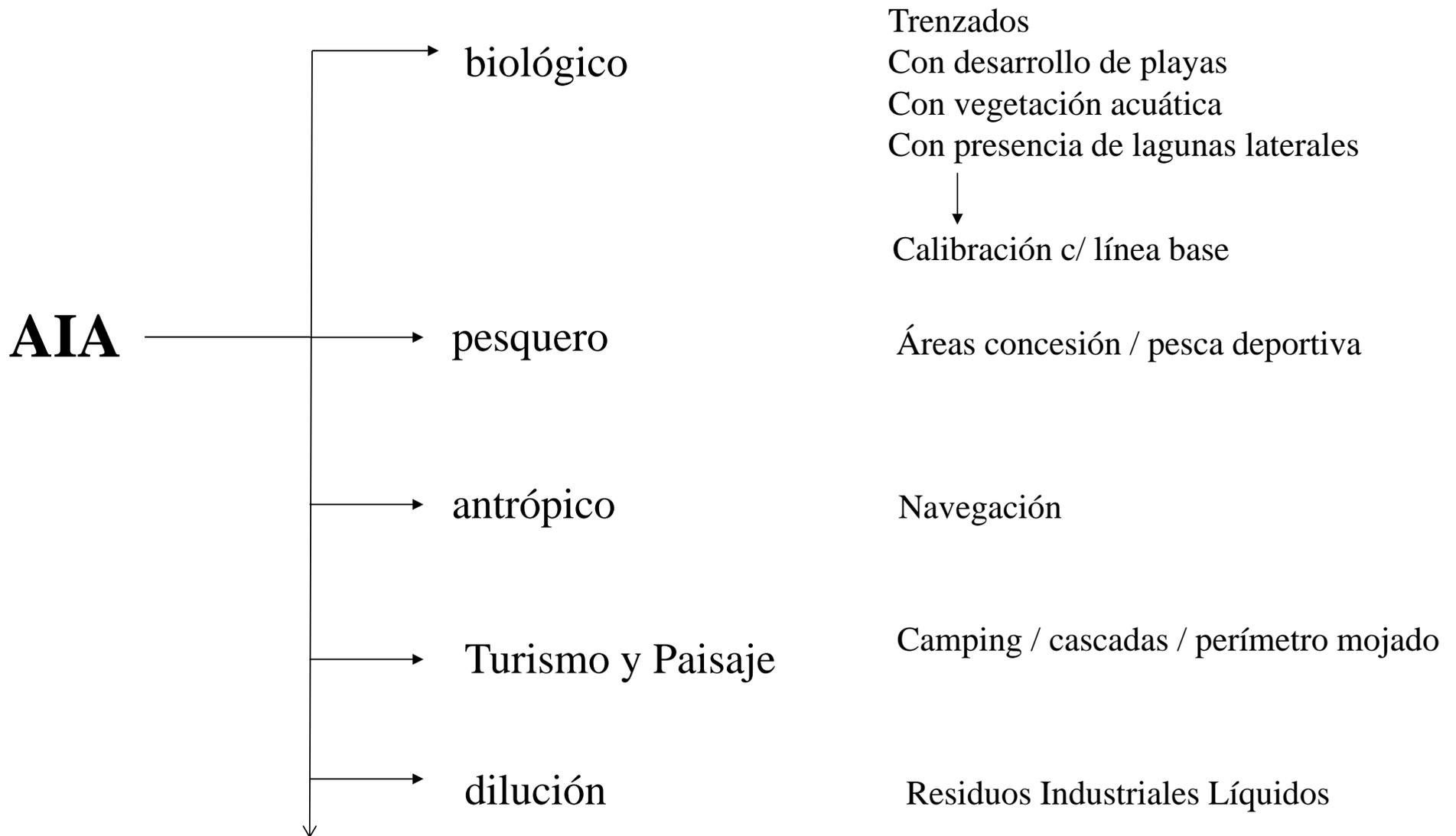
Q ecológico: caudal requerido para mantener bienes y servicios ecosistémicos

Se obtuvieron siete Hidrozonas

1. Altiplano
2. Loa-Camarones
3. Copiapó
4. Elqui
5. Aconcagua-Rapel
6. Biobío-Valdivia
7. Aysén



Identificación AIA`s



AIA: área importancia ambiental

Procedimiento Caudal ecológico



CENTRO DE
ECOLOGÍA
APLICADA

DGA - SEIA

Proyecto

Identificación hidroecoregión

Identificación AIA's

Umbrales por AIA

Instalación hitos control
local umbrales
(monitoreo - fiscalización)

Validación umbrales x
condiciones locales
(simulación escenarios)

Planes manejo integrales

Seguimiento

Modelación
Hidráulica

ENFOQUE ECOSISTÉMICO

- *MAYOR REQUERIMIENTO DE CAUDAL*
- *VARIABILIDAD TEMPORAL*
- *CONTROL LOCAL EN AIA CRÍTICAS*



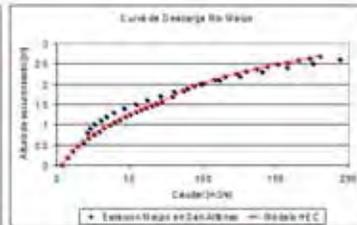
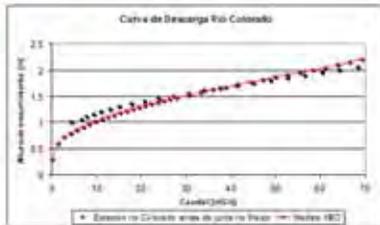
Levantamientos Topobatemétricos



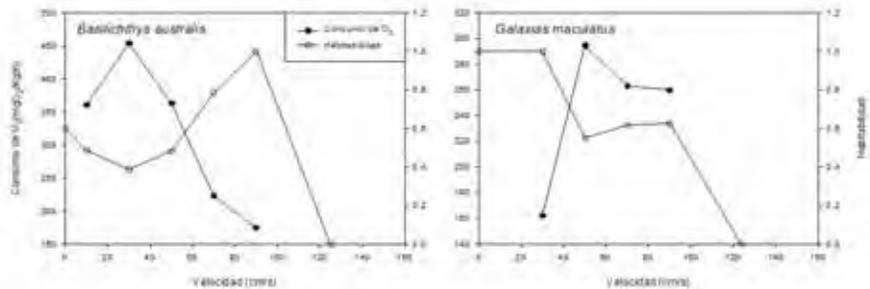
Modelo Hidráulico



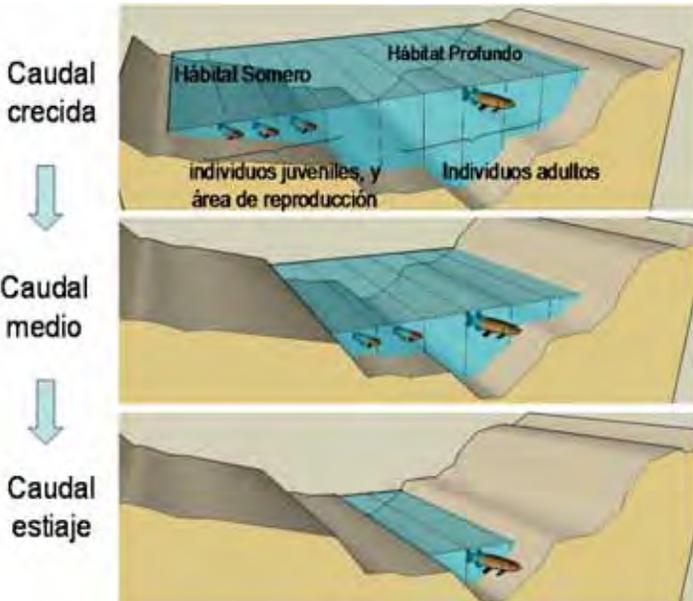
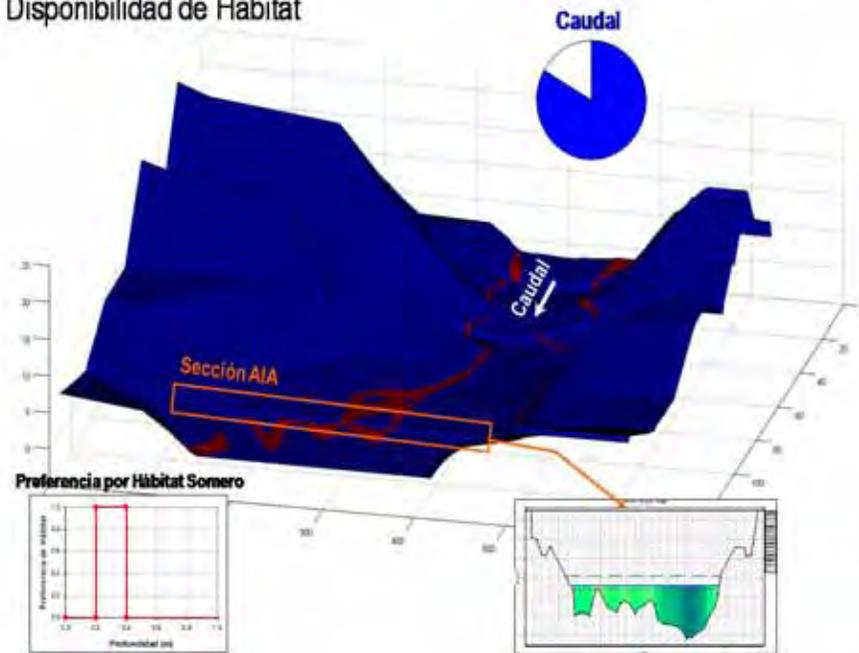
Aforos o Curvas de Descarga DGA



Curvas de Velocidad / Habitats Especies Nativas



Disponibilidad de Hábitat



Ejemplo 4.5: Caudales Ecosistémicos mensuales por AIA

Las siguientes gráficas están basadas en la información de la Tabla 4.4, y muestran la distribución mensual de los Caudales Ecosistémicos requeridos en cada una de las AIA, dependiendo de los distintos tipos de usuarios (Ej.: Biológico, recreativo, etc.).

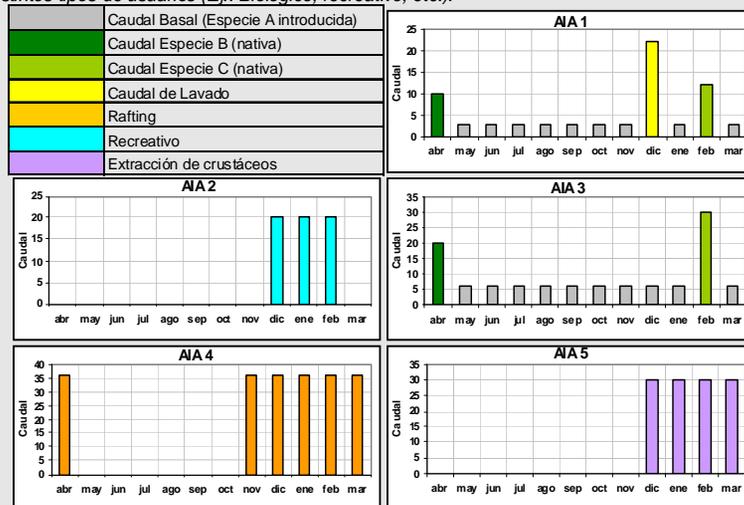


Figura 4.13: Caudales Ecosistémicos mensuales por AIA

Tabla 4.5: Factores Normalizados de Caudal (Factor = Caudal Sistémico / Caudal Mensual)

Sección	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	f
AIA 1 (Biológica)	0.40	0.17	0.21	0.20	0.29	0.20	0.17	0.11	0.71	0.10	0
AIA 2 (Recreativo)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47
AIA 3 (Biológica)	0.49	0.19	0.23	0.24	0.31	0.27	0.19	0.15	0.12	0.12	0
AIA 4 (Rafting)	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.54	0.51	0
AIA 5 (Extracción)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.33	0
Mayor Factor	0.71	0.19	0.23	0.24	0.31	0.27	0.19	0.67	0.71	0.51	0

Indica a cual de las AIA pertenece el mayor factor por mes

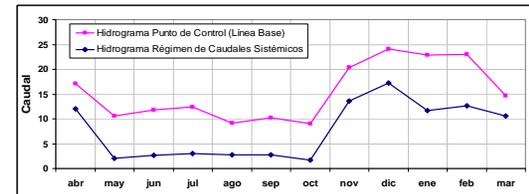
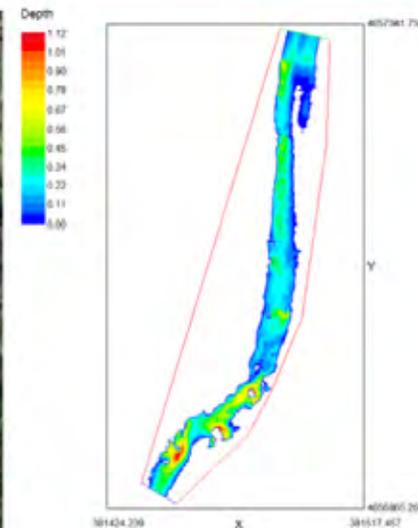


Figura 4.14: Comparación del Hidrograma en el Punto de Control (considerando la Línea Base) y el Hidrograma del régimen de Caudales Ecosistémicos.

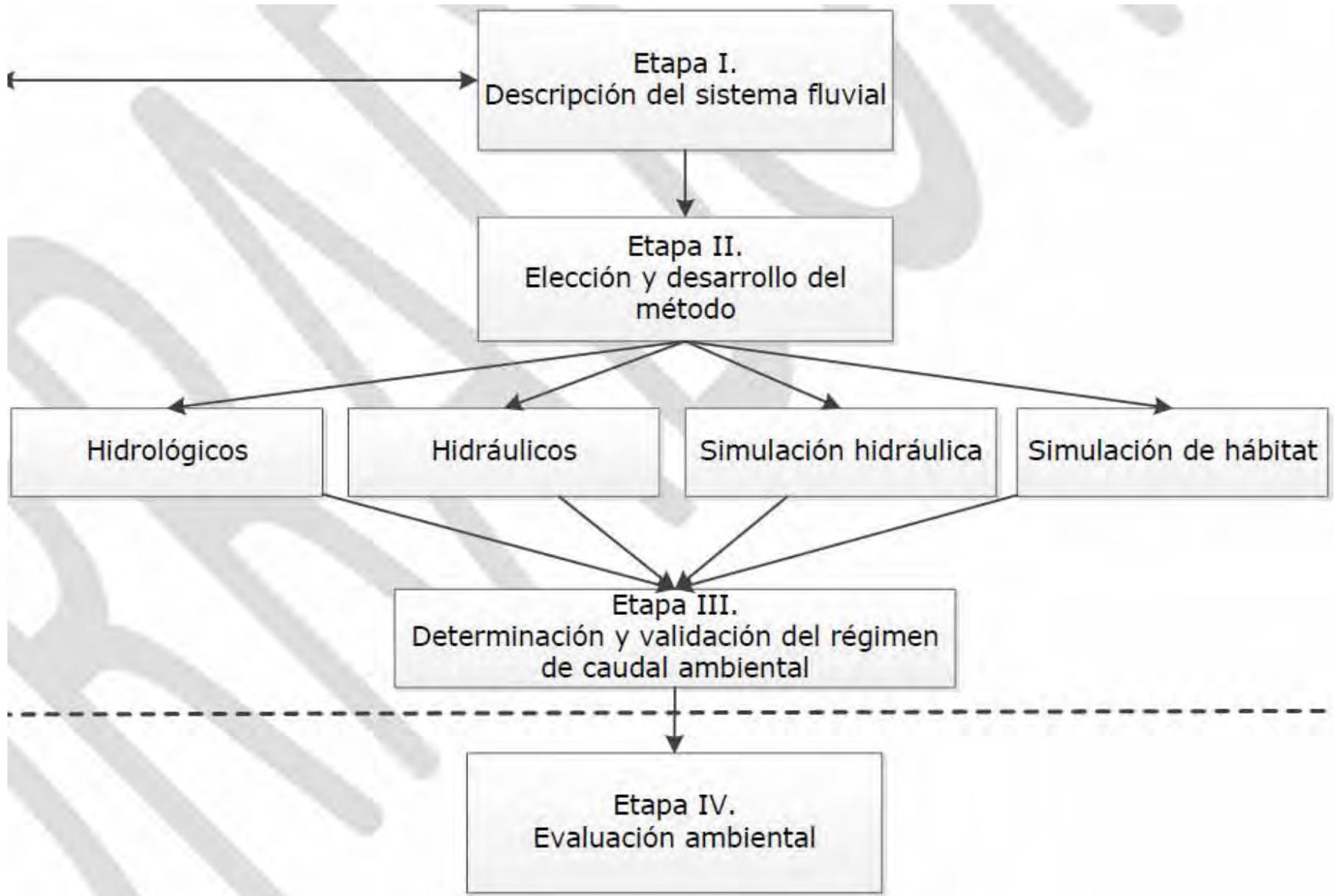
6. Metodología Guía Caudales Ambientales para Determinar Caudales Ambientales para Centrales Hidroeléctricas en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental



GUÍA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR EL CAUDAL AMBIENTAL PARA CENTRALES HIDROELÉCTRICAS EN EL SEIA



Etapas de la guía de caudal ambiental



Valoración de calidad ambiental

Tabla 2.2. Valoración del río y su ecosistema de acuerdo a los tipos de usos antrópicos que se desarrollan dentro del AI. Fuente: EcoHyd, 2011

Usos	Valor
Estético	0-1
Recreación con contacto	0-1
Recreación sin contacto	0-1
Valor Final (Sumatoria)	[0-3]

Tabla 2.4. Valoración del río y su ecosistema de acuerdo a la calidad medioambiental en el AI.

Características del cuerpo de agua	Valor
Posee NSCA o cumple con requisito de recreación con contacto directo y vida acuática (NCh 1.333)	3
Cumple con requisito de vida acuática y recreación sin contacto directo (NCh 1.333)	2
Cumple con requisito de recreación sin contacto directo (NCh1.333)	1
Solo cumple para riego (NCh1.333) o es de calidad inferior	0
Valor (Máximo)	[0-3]

Tabla 2.3. Valoración ecológica del río en función de la presencia especies nativas con o sin categoría de conservación, o con especies introducidas en el AI.

	Especies nativas "En peligro crítico"; "En peligro", "Vulnerables" o "Casi amenazada"	Especies nativas de "preocupación menor"	Especies nativas sin categoría de conservación	Introducida
Especies nativas "En peligro crítico"; "En peligro", "Vulnerables" o "Casi amenazada"	3	3	3	3
Especies nativas de "preocupación menor"	3	2	2	2
Especies nativas sin categoría de conservación	3	2	1	1
Introducida	3	2	1	0

Valoración impacto hidromorfológico

Tabla 2.6. Clases de alteración de la magnitud hidrológica esperada producto de la operación de la central. IAH_M se define como la razón entre el caudal máximo turbinable (Q_{MT}) y el caudal medio anual (Q_{MA}) en régimen actual. Fuente: EcoHyd, 2011

Índice ($IAH_M = Q_{MT}/Q_{MA} \times 100$)	Valoración	Valor
$IAH_M < 30\%$	Mínima alteración	0
$30\% \leq IAH_M \leq 50\%$	Baja alteración	1
$50\% < IAH_M < 70\%$	Media alteración	2
$IAH_M \geq 70\%$	Alta alteración	3

Tabla 2.7. Valoración del impacto esperado en la temporalidad del hidrograma a nivel mensual o intranual de acuerdo al tipo de obra de captación del proyecto hidroeléctrico. Fuente: EcoHyd, 2011

Tipo de bocatoma	Identificación de la alteración esperada	Valor
Rubber dam, clapetas, fusible	Baja alteración en las ondas de crecida	0
Tirolesa	Baja laminación de eventos de crecida. Con captación de caudal en estos eventos	1
Barreras móviles o frontales menores a 10 m de altura	Alteración en laminación de crecidas. Con captación de caudal en estos eventos	2
Barreras frontales mayores a 10 m de altura	Alta laminación de eventos menores de crecida. Puede producir inversión del hidrograma anual dependiendo de la regla de operación y de la capacidad del volumen de regulación	3

Tabla 2.8. Valoración de la potencial alteración del gasto sólido producto de la central hidroeléctrica. Fuente: EcoHyd, 2011

Potencial nivel de alteración	Características Hidromorfológicas del río	Valor
Casi nula	Ríos de regulación lacustre. Debido a que estos suelen ubicarse en el sur de Chile, presentan bajas pendientes.	0
Leve	Ríos de origen pluvial. Pendientes medias y bajas. Ríos de origen nival. Bajas pendientes.	1
Media	Ríos de origen nival. Pendientes medias y altas Ríos de origen pluvial. Pendientes altas.	2
Elevada	Ríos de origen glacial. Pendientes altas y medias, y algunos de pendiente baja.	3

Tabla 2.10. Identificación del grupo de métodos adecuados a implementar en el estudio de caudales ambientales considerando la valoración de la calidad del sistema y la alteración hidromorfológica esperada producto de la operación del proyecto hidroeléctrico. Fuente: EcoHyd, 2011

		Calidad del Sistema			
Alteración Hidromorfológica	Niveles	0-2	3-6	7-9	
	0-2	Q_{DGA}	- Métodos hidrológicos - Métodos hidráulicos	- Simulación hidráulica - Simulación de hábitat	
	3-6	- Métodos hidrológicos	- Simulación hidráulica - Simulación de hábitat	- Simulación de hábitat	
	7-9	- Métodos hidrológicos - Simulación hidráulica	- Simulación hidráulica - Simulación de hábitat	- Simulación hábitat - Modelos de calidad del agua	

Cuáles son nuestros desafíos?

Dentro de la opciones, Chile ha basado su sistema de gestión ambiental desde 1994 en los “Proyectos”



En términos de calidad de aguas se ha basado en las Normas de Emisión y de referencia las Normas de Uso (Riego y Agua Potable)

- Caudal ecológico mínimo v/s caudal ambiental
 - Medidas, herramientas, instrumentos o mecanismos para llegar del caudal ecológico mínimo a uno más ambiental:
 - ✓ Económicos: pagos por uso de agua, cuenca, cauce, etc.; pago por uso aguas tratadas; pagos por servicios ambientales; uso pagos en incentivos o compensaciones, etc.
 - ✓ Mercados de agua más regulados
 - ✓ Impuestos
 - ✓ Subsidios y créditos (EJ. Por eficiencia riego, con cargo caudal ecológico)
 - ✓ Acuerdos voluntarios / Caudales de reserva o indicativos
 - ✓ Expropiación / Caducidad DA
 - ✓ Avanzar en Planificación (EAE) y Gestión de Cuencas
 - ✓ Caudales ambientales para tramos o cuencas
 - ✓ Fiscalización uso del agua y cauces
 - ✓ Investigación requerimientos especies nativas
 - ✓ Avanzar en las Normas Secundarias de Calidad de Aguas
 - ✓ Entre otros...

Lo importante es avanzar ...



No se debe perder de vista la urgencia o necesidad de cada caso, el objetivo, la realidad local, el desarrollo y la necesidad de un soporte científico – técnico.

Gracias...

