



## SEMINARIO - TALLER DE EXPERTOS

# CAUDAL AMBIENTAL: INSUMO PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS



Bogotá, Colombia – 18 al 21 de marzo de 2019



# Metodologías de Asignación de Caudales Ambientales

**Francisco Javier Riestra Miranda**

Programa de Ecohidrología de UNESCO  
Representante CONAPHI Chile

[friestra@codelco.cl](mailto:friestra@codelco.cl)

# Índice de Contenidos

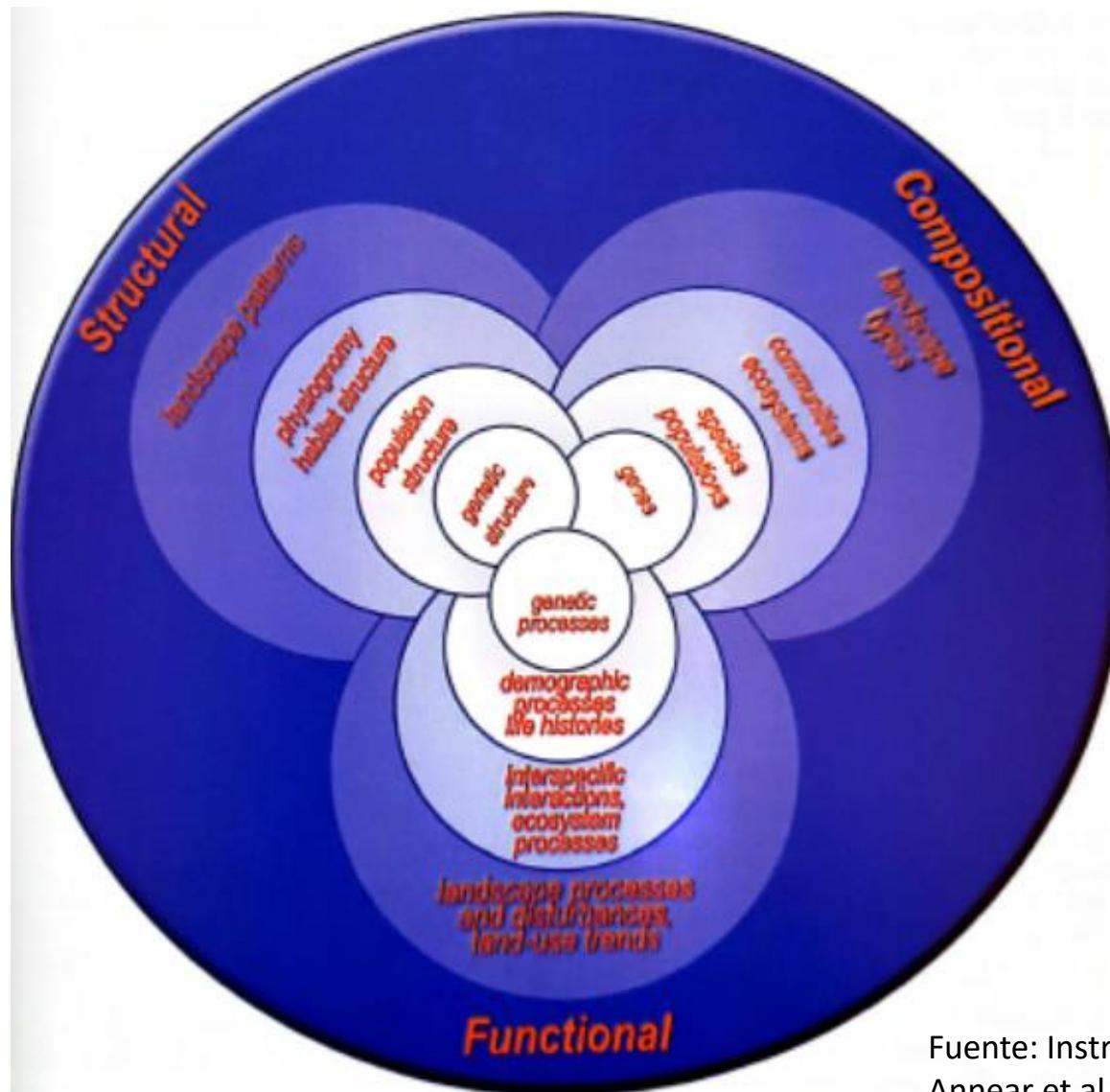
- 1. Consideraciones iniciales**
- 2. Concepto / Definición**
- 3. Objetivos / Métodos**
- 4. Caudal Ecológico Mínimo en Chile**
- 5. Caudal Ambiental en Chile**
- 6. Otras Experiencias Destacables**
- 7. Caudales de Reserva en Chile**

# 1. Consideraciones Iniciales

- Las actividades humanas que afectan a los ríos y la vida acuática son variadas: recreación, paisaje y turismo, riego, hidroelectricidad, agua potable, pisciculturas, uso en la industria, fuente de alimento, fuente de áridos o arenas, navegación, sumidero de contaminantes puntuales o difusos, usos culturales y religiosos, etc.
- Los usos del agua pueden ser conflictivos e incluso contrapuestos, cada vez afectan superficies mayores, a mayor distancia y con mayor intensidad en función del creciente poder tecnológico y del desarrollo de los países.
- En Chile existen particularidades relacionadas con los Derechos de Aprovechamiento de Aguas, su otorgamiento y características (sin prioridad de uso, otorgados a perpetuidad, transferibles y comercializables, en un punto y con características definidas, no relacionado al uso o la tierra, sobre otorgamiento, acaparamiento, pago por no utilización de las aguas, etc.). Las modificaciones del CA del 2005 fueron importantes, pero es necesario avanzar en lo pendiente.
- La valoración ecológica, la preservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente han adquirido una significativa importancia, existe mayor conocimiento y conciencia de la sustentabilidad ambiental.
- La calidad de aguas no es parte de la presentación, sólo será incorporada en casos puntuales.

# Sistemas Complejos de Estudiar

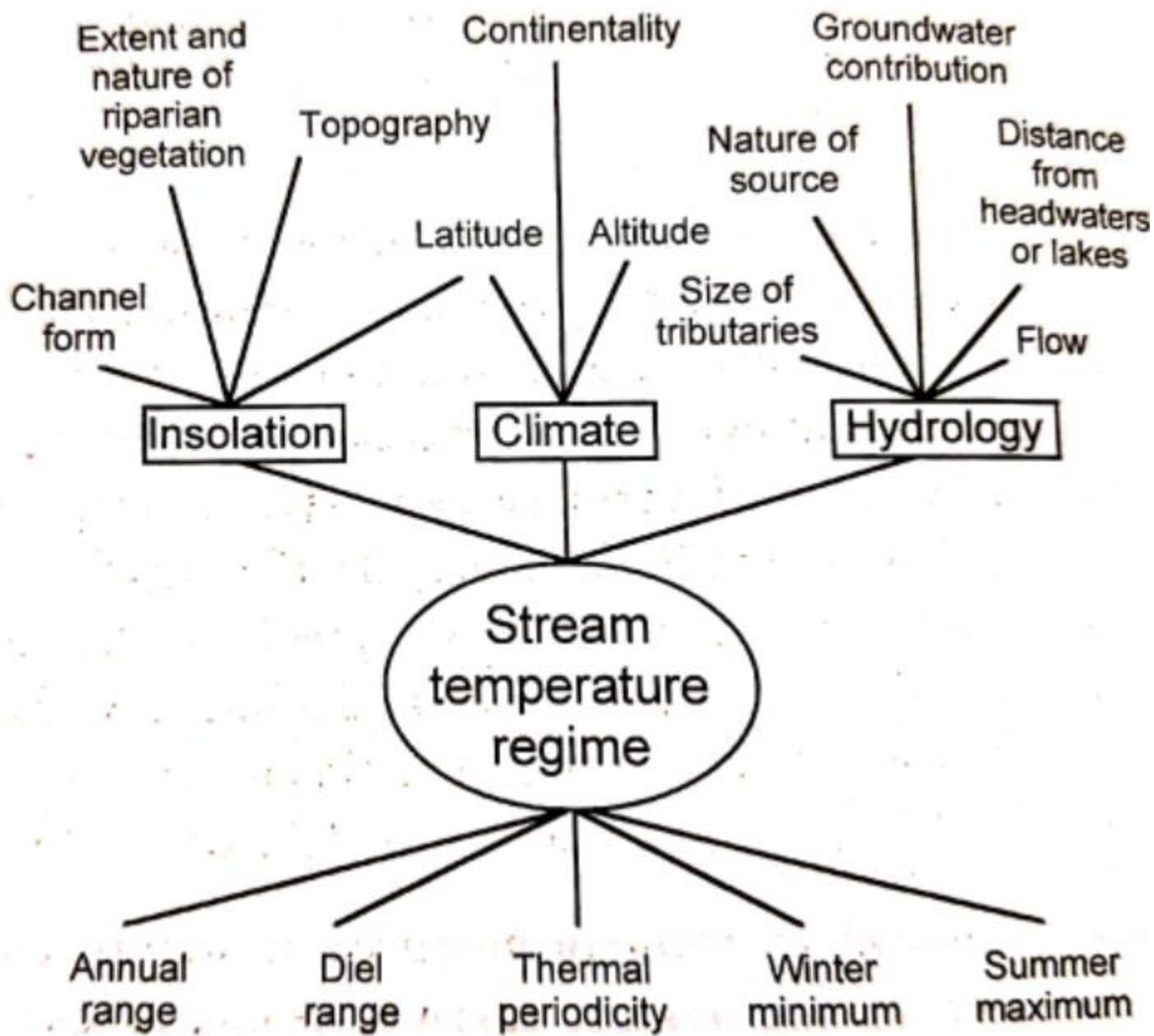
## Existen Diversas Aproximaciones



Fuente: Instream Flows,  
Annear et al., 2004

# Factores ecológicos

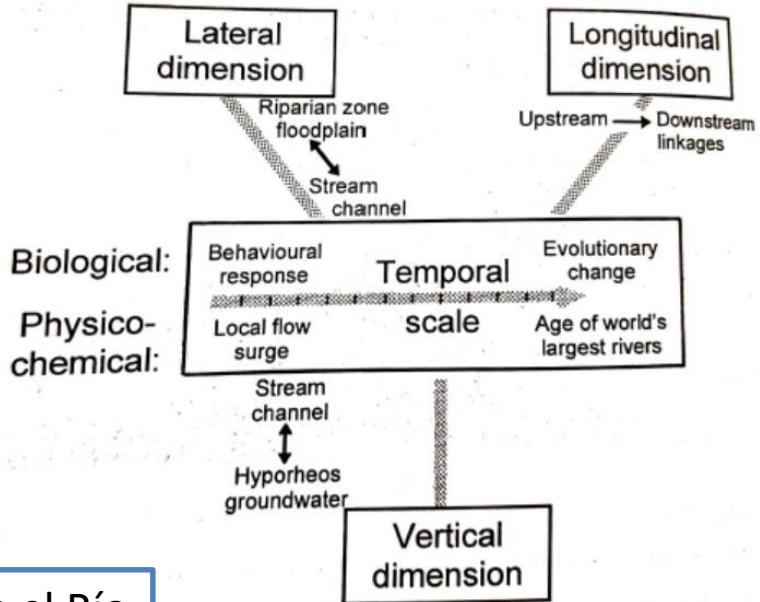




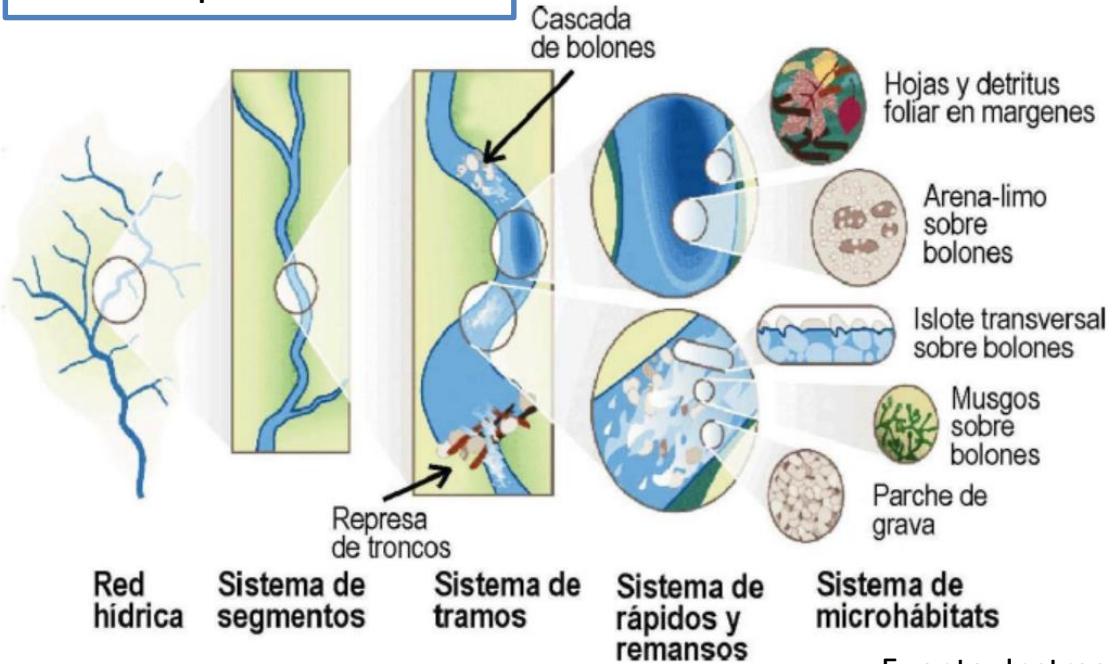
Fuente: The Biology of Stream and River, 1998

## Las Cuatro Dimensiones del Río

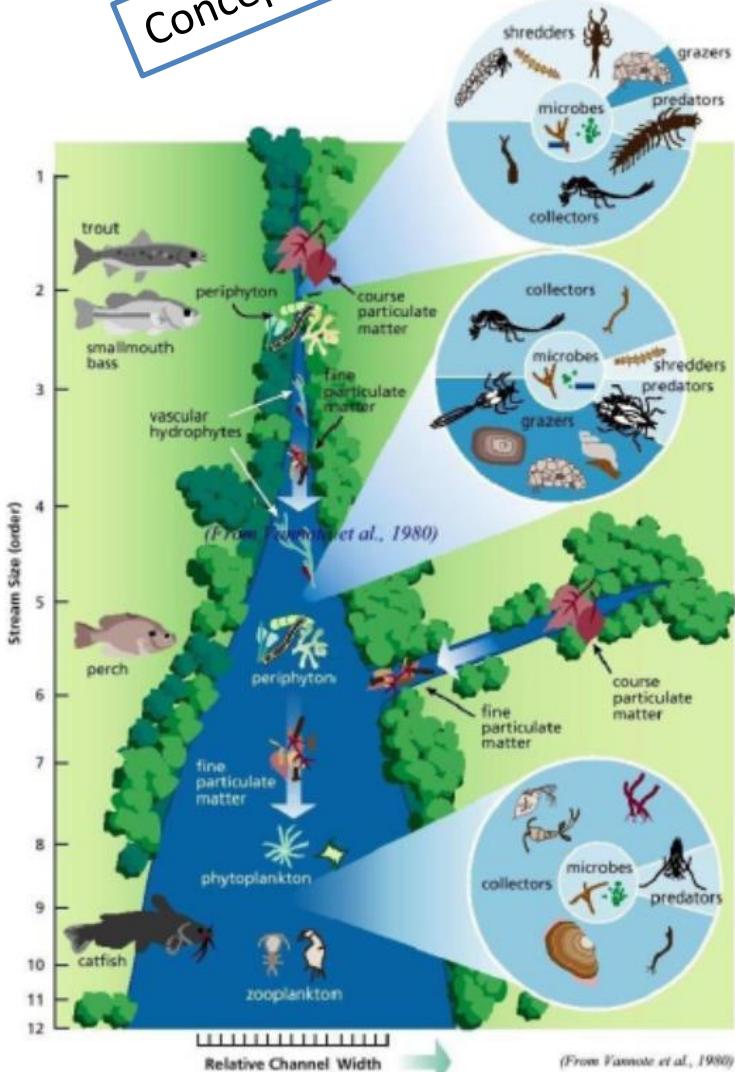
Fuente: The Biology of Stream and River, 1998



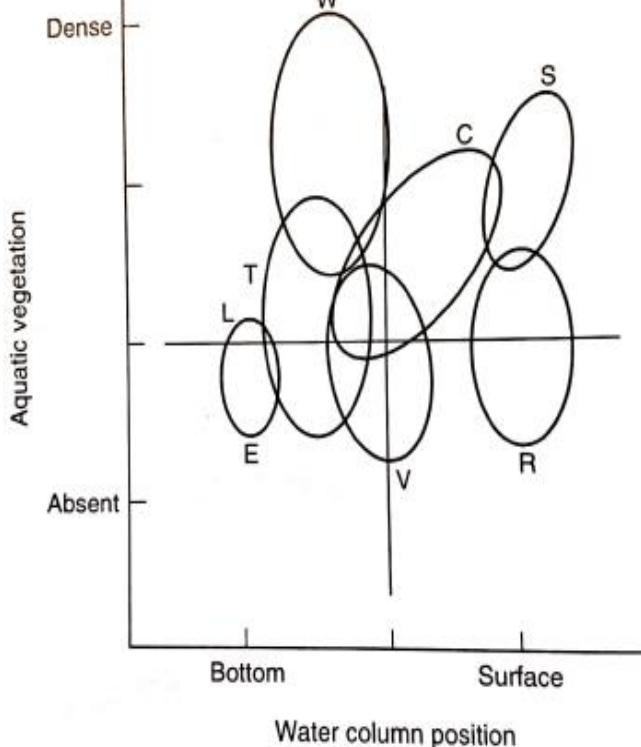
## Escala Espacial en el Río



Concepto del Río Continuo



Fuente: Instream Flows, Annear et al., 2004



## Segregación sp en Misisipi

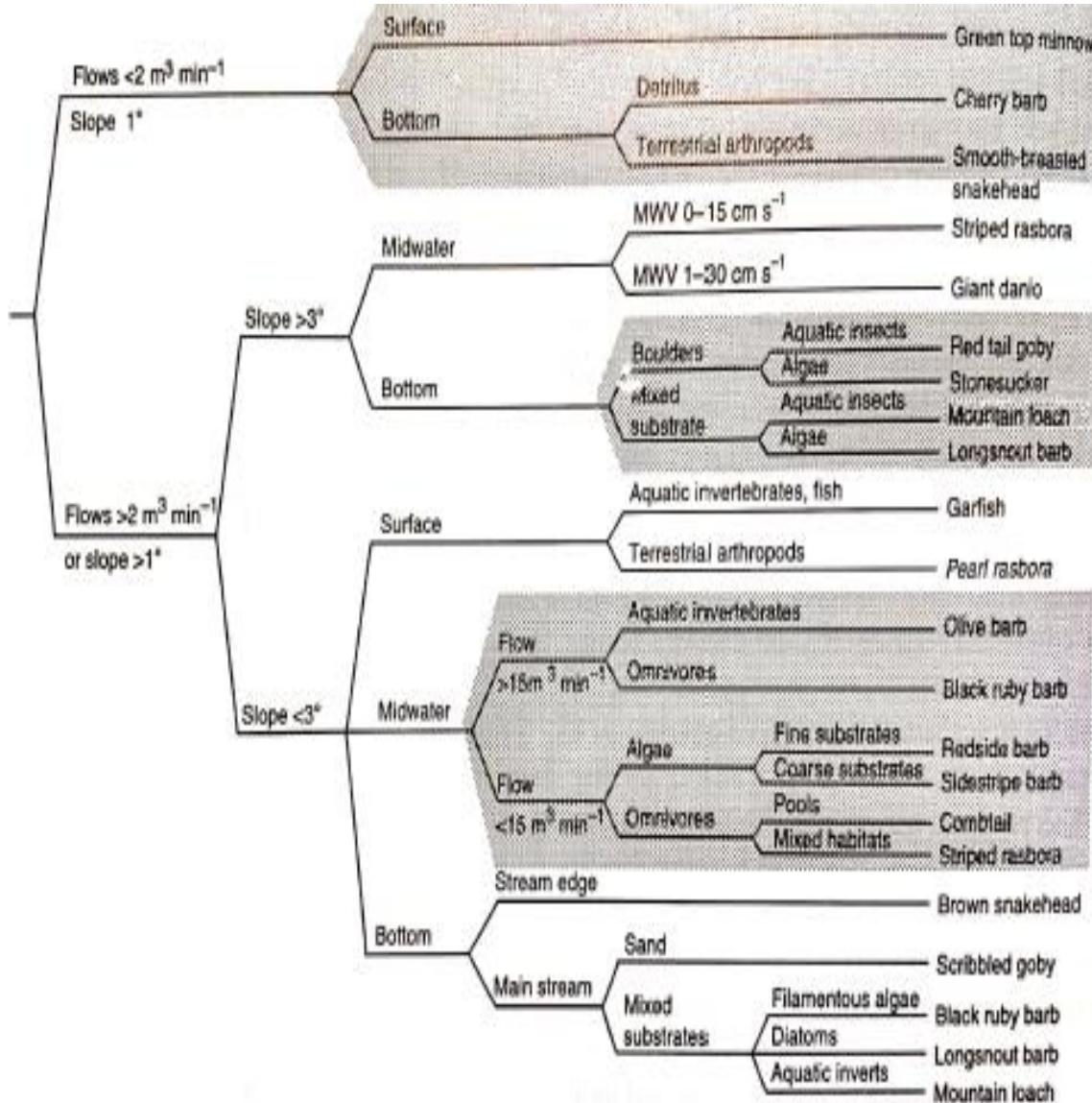
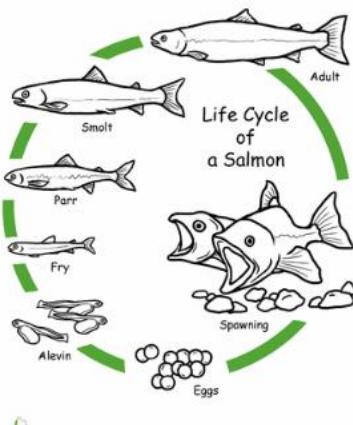
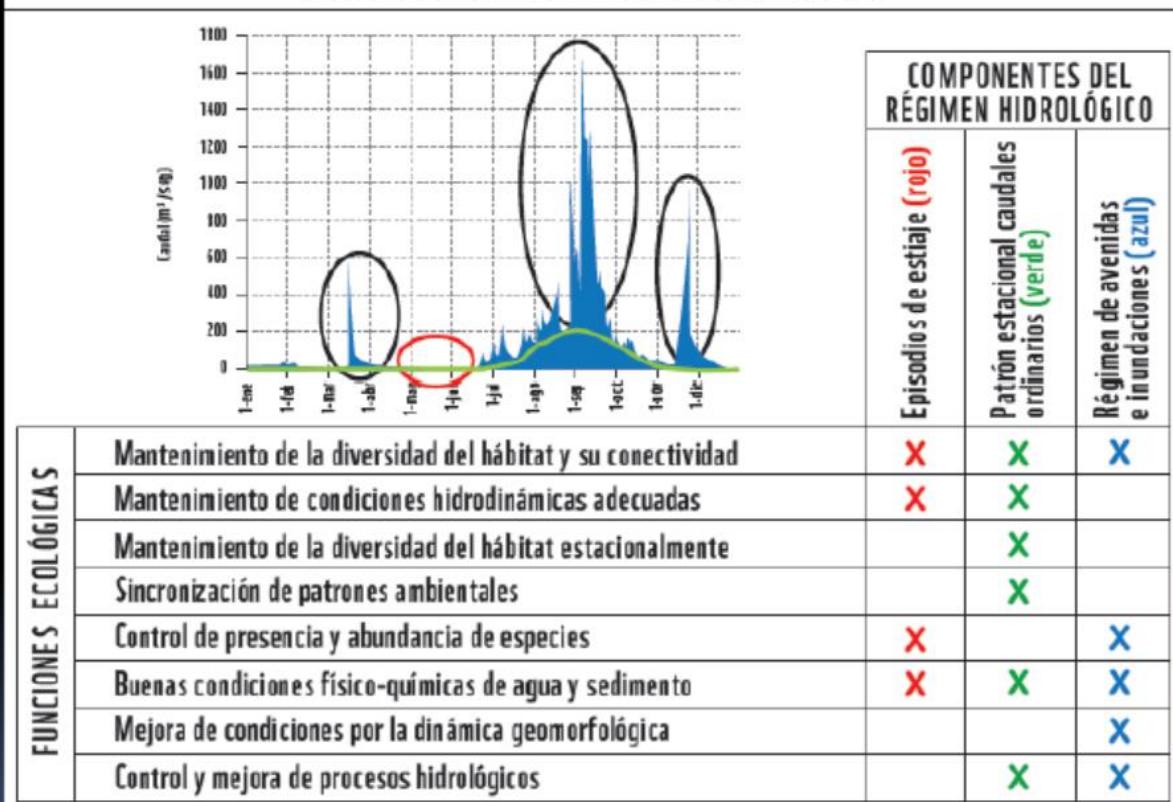


FIGURE 9.2 A detailed analysis of fish morphologies, habitat use and diet for 20 species in a small rainforest stream in Sri Lanka reveals a highly structured assemblage with low ecological overlap. MWV refers to mean water column velocity selected by fishes. (From Moyle and Senanayake, 1984.)

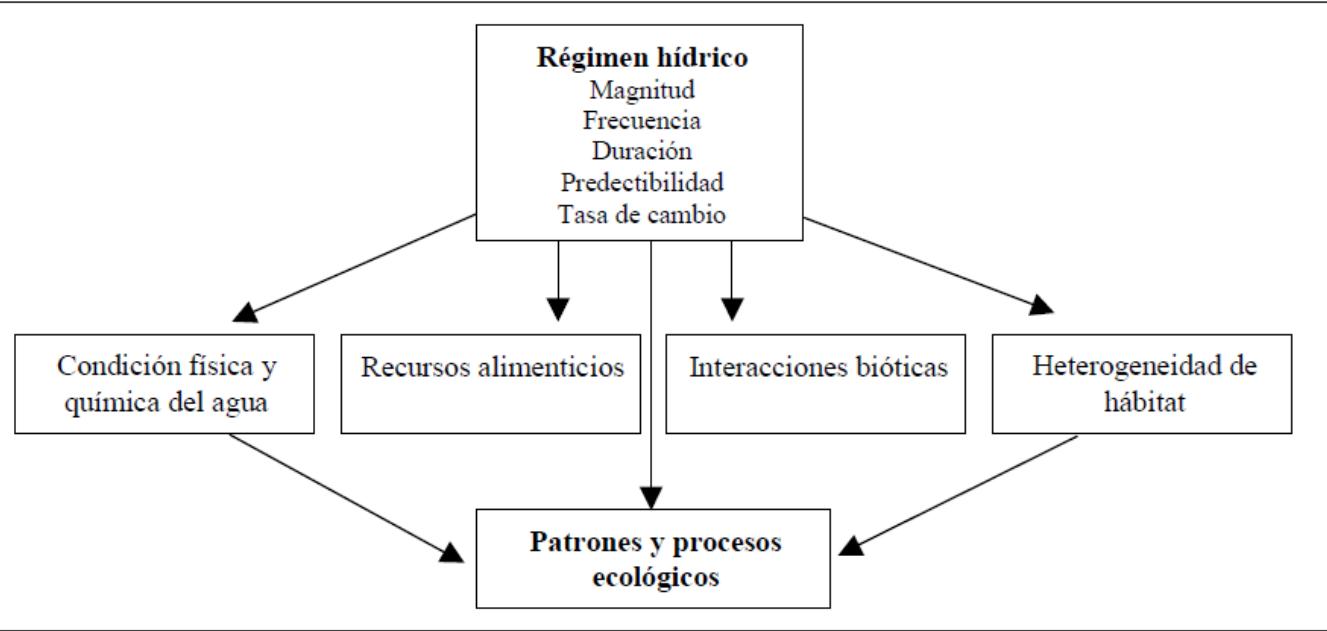
Fuente: Stream Ecology, Davis, 2001

# PARADIGMA DEL RÍO NATURAL<sup>1</sup>



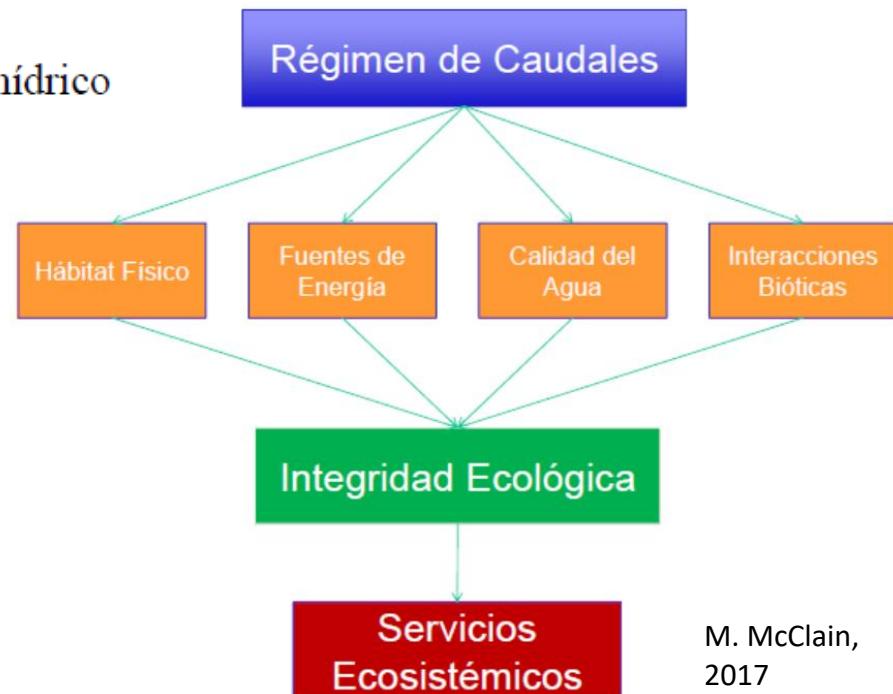
Davies S.P. y Jackson S.K. 2006. The Biological Condition Gradient: A Descriptive Model for Interpreting Change in Aquatic Ecosystems. Ecological Applications: Vol. 16, No. 4 pp. 1251–1266

- Variabilidad caudal natural permite resguardar las funciones del ecosistema, la variabilidad es diaria, estacional e interanual.
- Factores extremos como crecidas o sequías son complejos de superar por las especies acuáticas, por su alta exigencia.

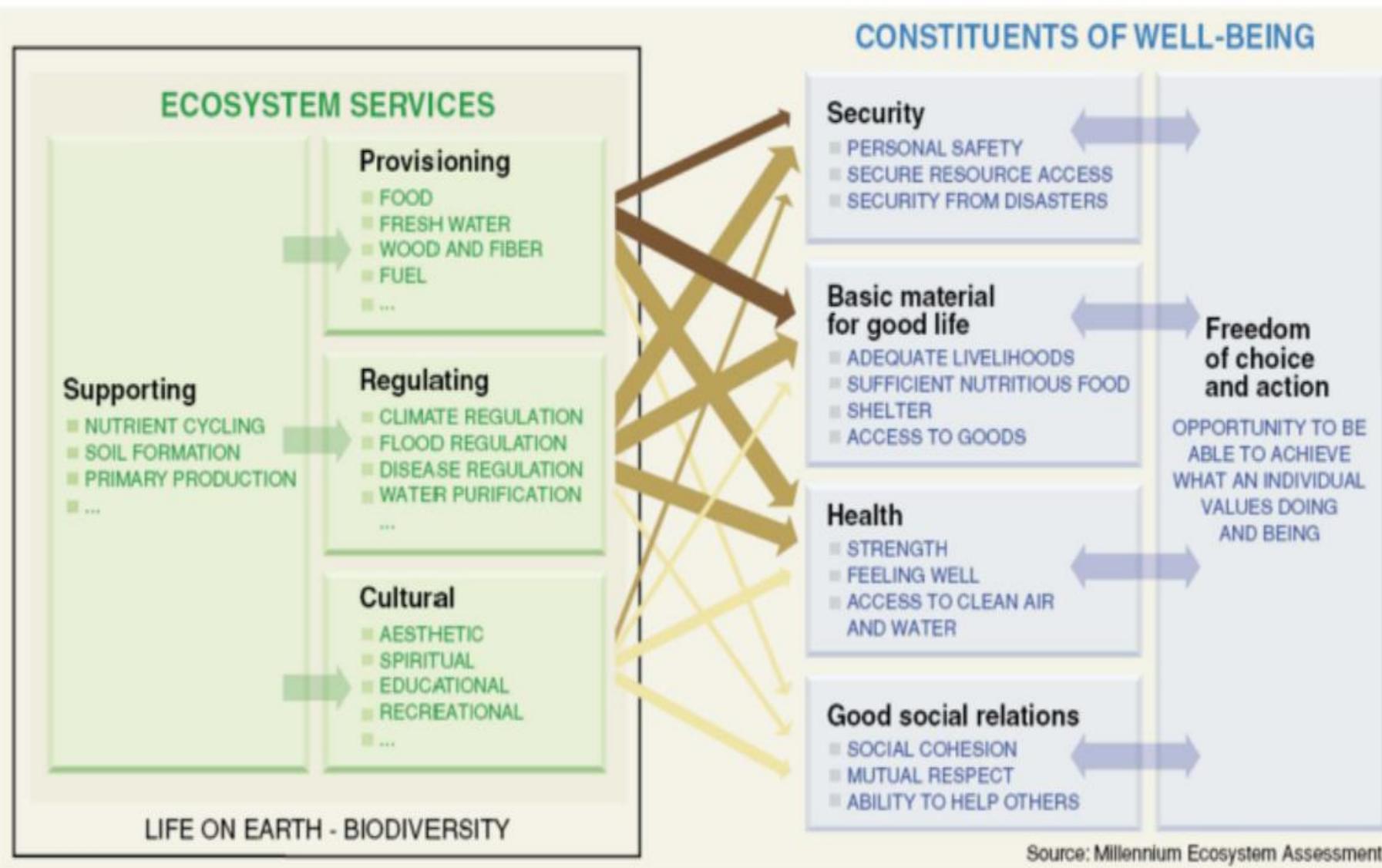


Fuente: Adaptado de Poff y Allan (1997)

Figura 1. Modelo teórico de la influencia del régimen hídrico sobre los patrones y procesos ecológicos



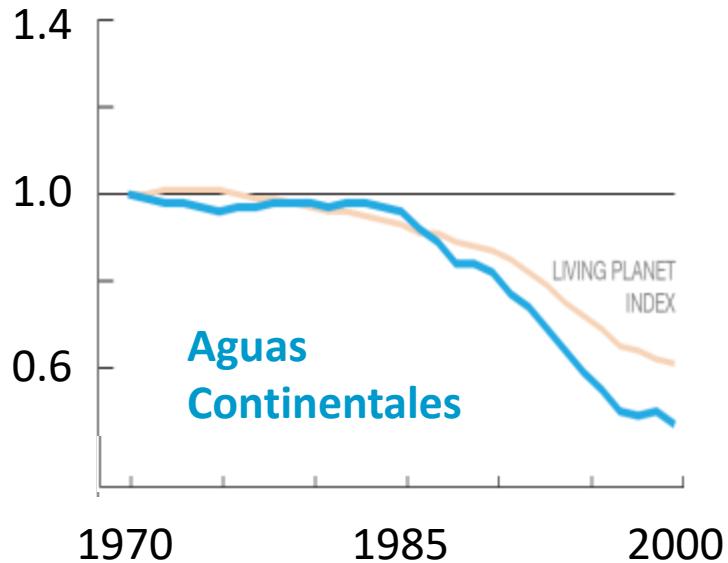
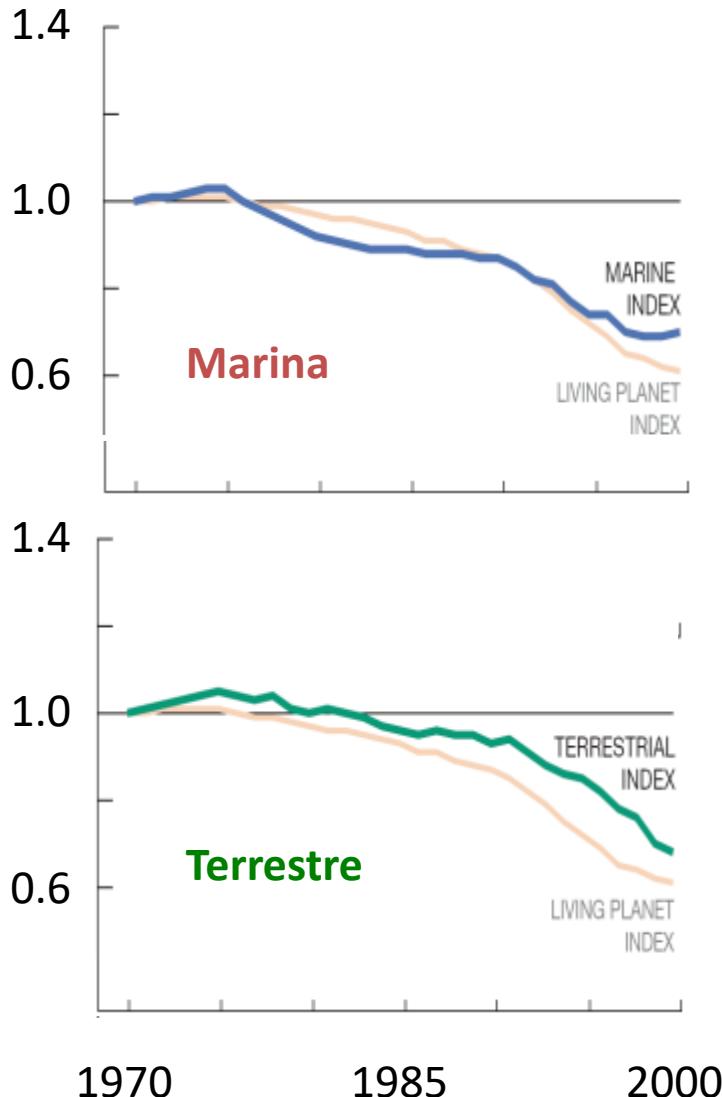
# Servicios Ecosistémicas



Source: Millennium Ecosystem Assessment

## BIODIVERSIDAD

Living Planet Index (Baseline = 1970)



La disminución es  
mayor en aguas  
continentales !

# El Ciclo del Agua

La energía del sol y la gravedad de la Tierra mueven el agua a través de los mares, la atmósfera y la tierra, sobre y bajo el suelo, en un ciclo permanente de actividad durante el cual el agua cambia de fase sólida, a líquida o a vapor.



**Condensación:** el vapor de agua que se eleva hacia la atmósfera se enfria y se junta en pequeñas gotas líquidas o cristales sólidos que forman las nubes.

**Precipitación:** Cuando las nubes se vuelven muy pesadas, el agua que contienen cae en forma de lluvia, nieve o granizo, por acción de la gravedad.

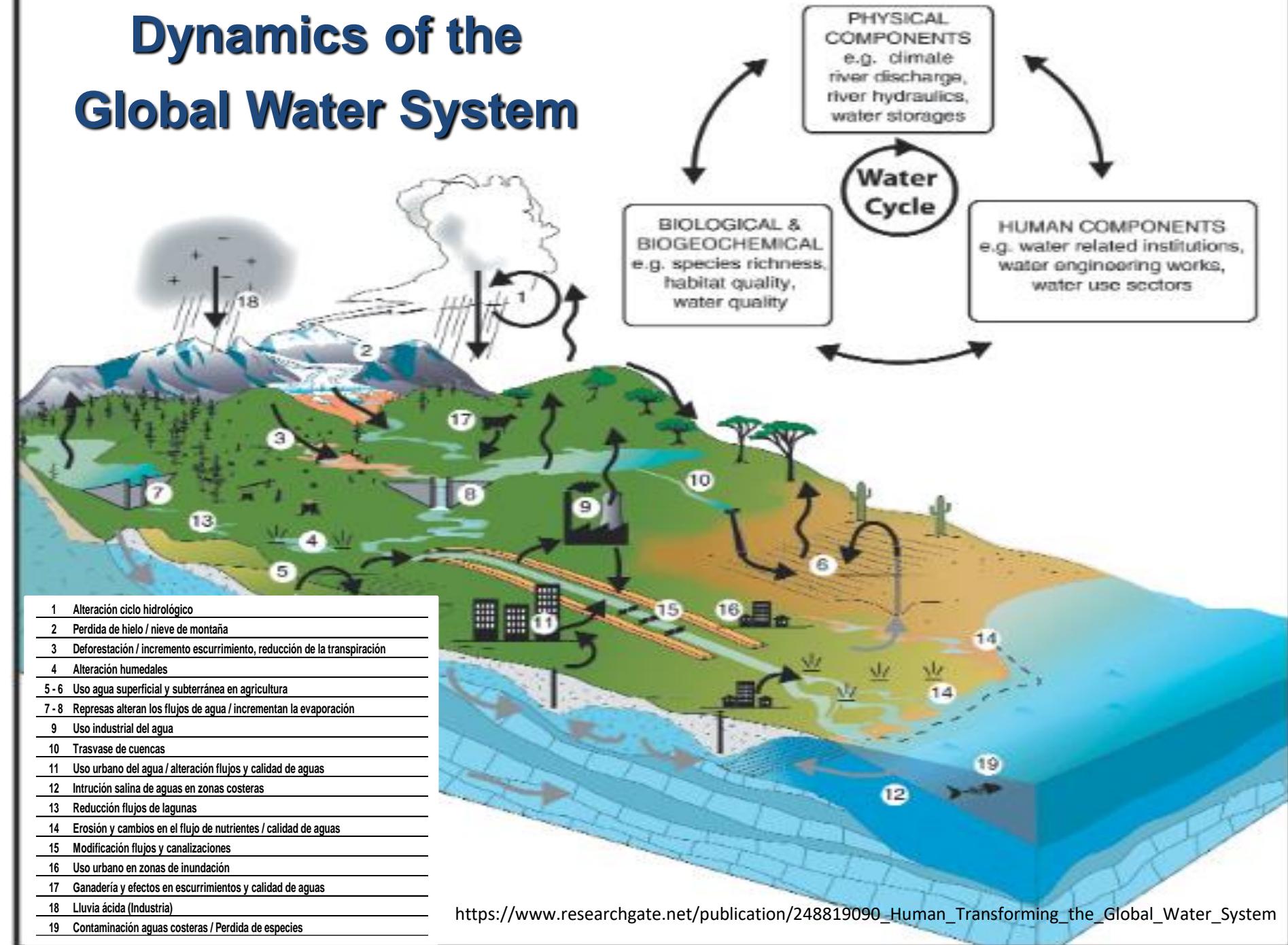
**Infiltración:** el agua caída pasa desde la superficie terrestre hacia el suelo.



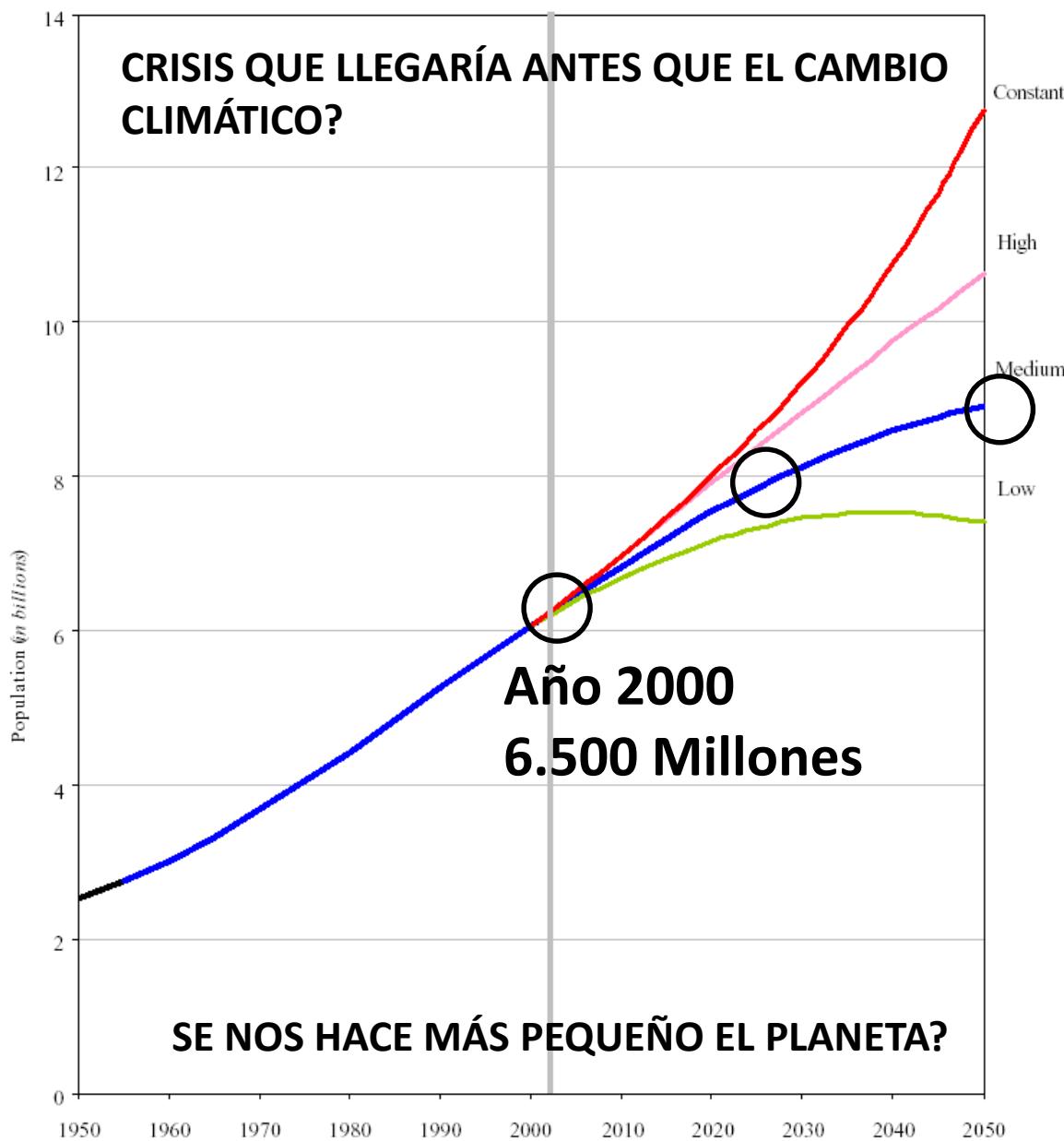
**Percolación:** el agua se mueve en las capas de suelo a través de los **poros** y **grietas**, acumulándose y escurriendo lentamente hacia el mar.

**Escurrimiento:** cuando las capas superficiales del suelo se **saturan** producto de las precipitaciones que caen sobre ella, el agua comienza a correr sobre la superficie de la Tierra, juntándose en cauces y ríos, llegando a otros ríos o al océano.

# Dynamics of the Global Water System



## INCREMENTO POBLACIÓN MUNDIAL



## DEMANDA POR

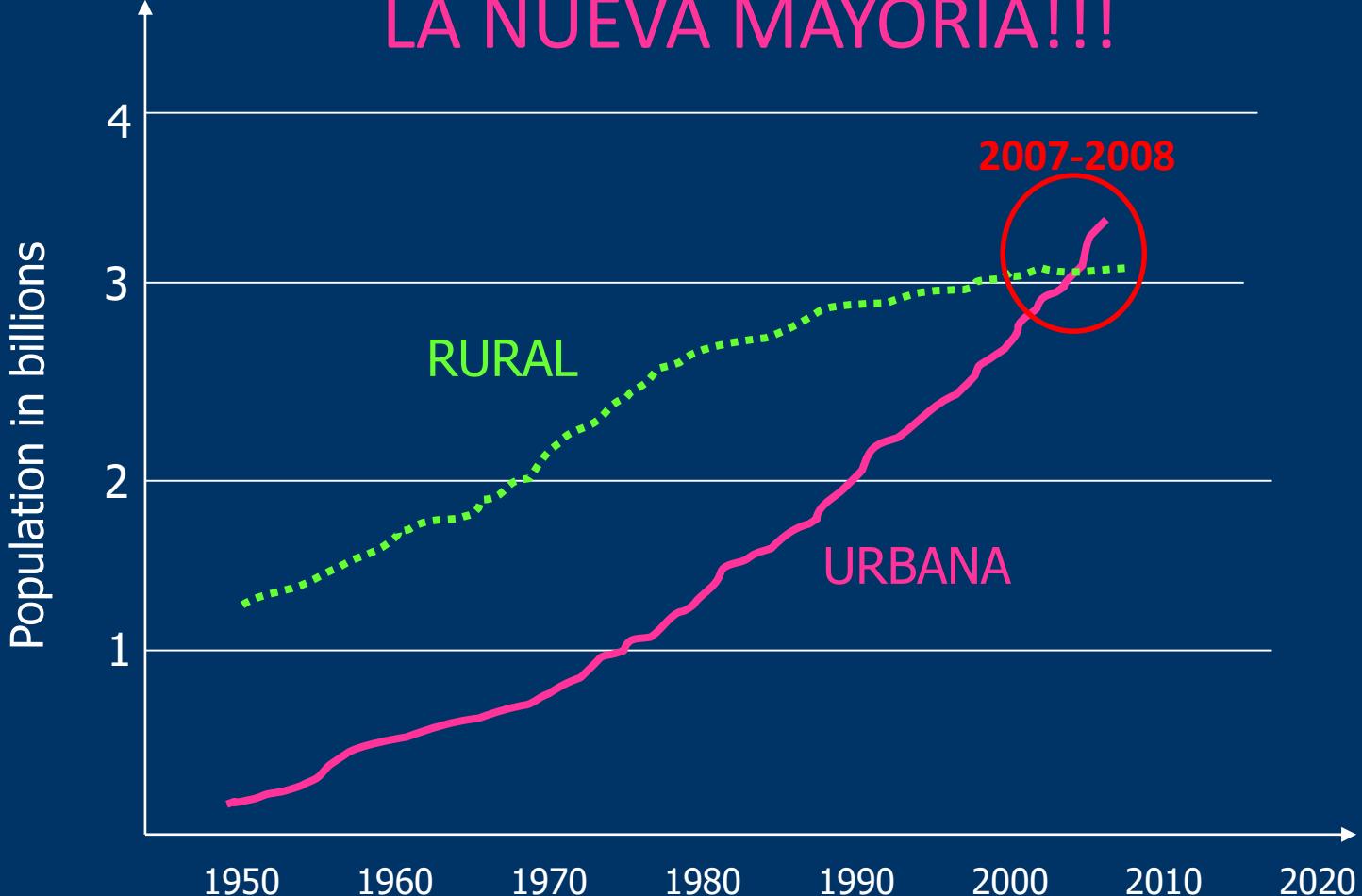


- Más agua
- Más energía
- Más alimento
- Más combustibles
- Más bienes y servicios
- CHILE: AGUA POTABLE, MINERÍA, INDUSTRIA, AGRÍCOLA, PISCICULTURA, HIDROELECTRICIDAD, ETC.



- Mayores efectos o consecuencias catastróficas potenciales frente a eventos extremos
- Mayores impactos a mayor distancia

# LA NUEVA MAYORÍA!!!



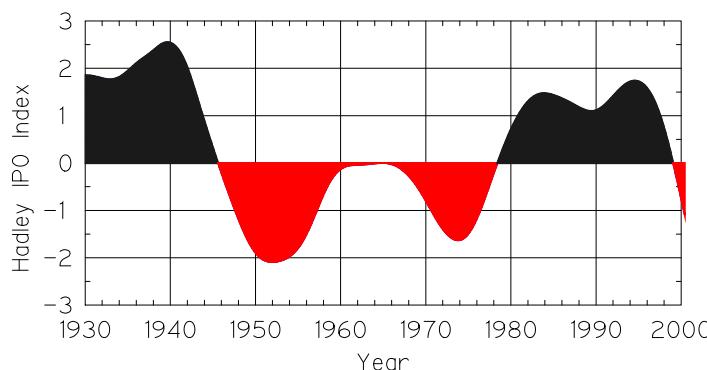
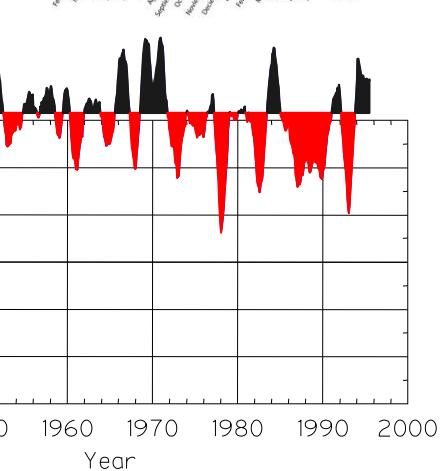
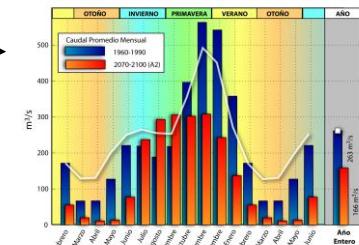
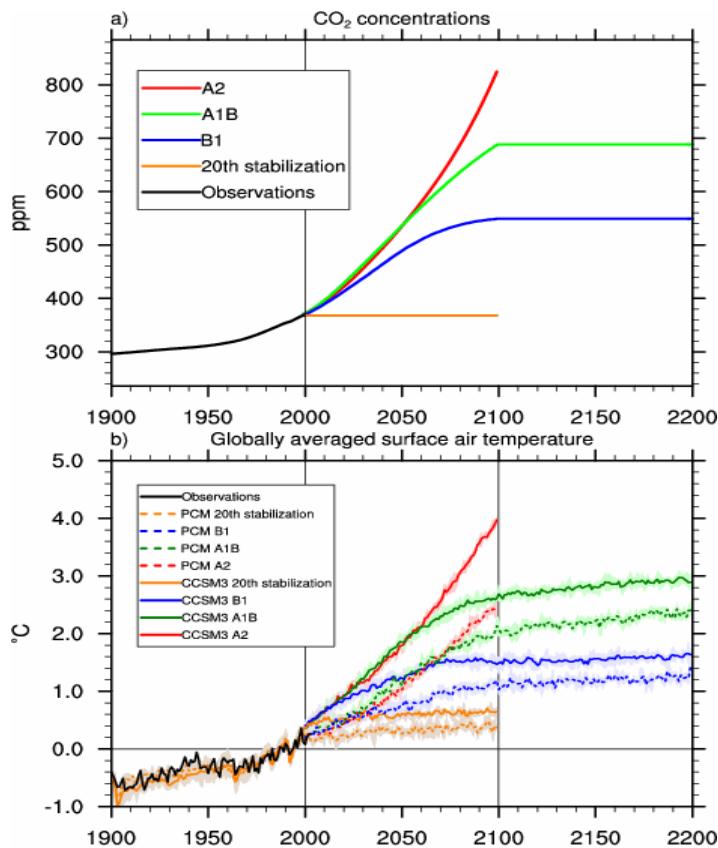
Source: UN, World Urbanization Prospects, the 1999 Revision

## CONSECUENCIAS:

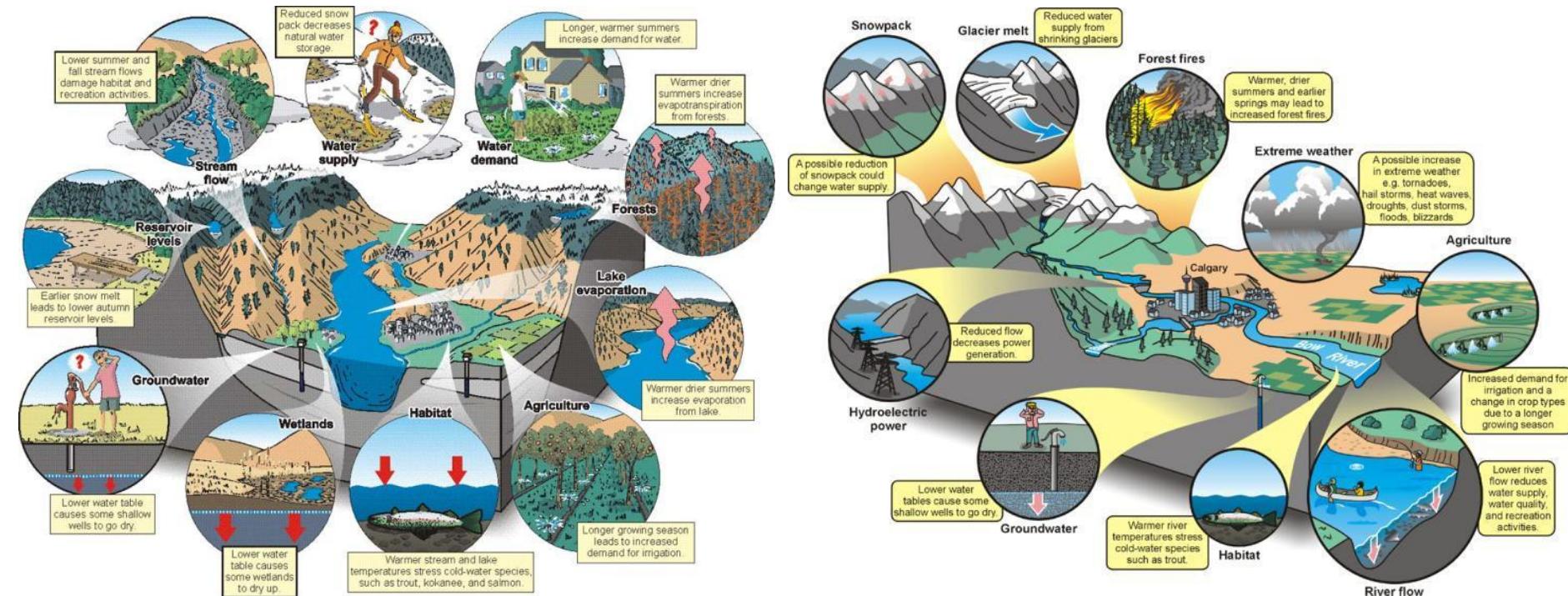
- Expansión urbana
- Mayor impacto fenómenos naturales
- Pérdida y cambios de costumbres
- Más combustibles
- Mayor uso y requerimiento de agua
- Más bienes y servicios
- Aumento de la contaminación
- Entre otros...

# “VARIABILIDAD / CAMBIO CLIMÁTICO”

- ESTACIONAL
- INTER-ANUAL: El Niño-Southern Oscillation
- DECADAL: Interdecadal Pacific Oscillation
- MULTI-DECADAL: Global Warming



# CUENCAS CON UN DESAFÍO ADAPTATIVO IMPORTANTE A LOS EFECTOS CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Recursos Naturales Canadá 2007

- **Ecohidrología es una Ciencia Interdisciplinaria en camino a lo Transdisciplinario:**

- Ecólogos
- Biólogos
- Ingenieros
- Hidrólogos
- Hidrogeólogos
- Hidráulicos
- Bioquímicos
- Microbiólogos
- Limnólogos
- Geógrafos
- Economistas
- Cientistas Sociales
- Sicólogos
- Planificadores
- Abogados
- Entre otros...



Tenemos muchas dificultades para la “**integración**” de las disciplinas, superando sus límites y la integración de perspectivas, en gran parte de los casos incluso no se logra el trabajo interdisciplinario (trabajo conjunto pero con distintos puntos de vista o aportes, en temas que no pueden ser explicados por una sola disciplina) por falta de conocimiento, por falta de especialistas, en otros casos por deficiencias metodológicas, o por falta de recursos para incorporarlas, etc.

# Declaración de Brisbane (2007)

X Simposio Internacional de los Ríos y Conferencia Internacional de Caudales Ambientales, Brisbrane, Australia el 2007 con más de 750 científicos, economistas, ingenieros, representantes y políticos de más de 50 países.

- Ecosistemas dulceacuícolas son la base de nuestro bienestar social, cultural y económico.
- Los ecosistemas dulceacuícolas están seriamente dañados y sigue su deterioro.
- El agua que fluye hacia el mar no está desperdiciada.
- La alteración de los caudales impacta los ecosistemas dulceacuícolas y estuarios.
- Los caudales ambientales son una solución para coexistir con las actividades humanas, se requieren en forma inmediata.
- El cambio climático intensifica la urgencia.
- Se han logrado avances, pero se requiere mayor atención .
- Es necesario tener estructuras institucionales adecuadas y fortalecerlas
- Es necesario integrar la calidad de aguas.
- Hoy se debe integrar a todos los actores involucrados activamente.
- Identificar una red global de ríos que fluyan libremente.

## 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 ecosistémicas 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 detallan 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**

**“NO HAY DEFINICIÓN EN LA LEY DE AGUAS O DE MEDIO AMBIENTE EN CHILE”**

### **Caudal Ecológico Mínimo” Ley de Aguas 20.017 de 2005**

- **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).**

“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 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”.

## **2. Concepto / Definición**

**“Caudal Ambiental”** se incorporó el 2016 en la Guía de para Caudales Ambientales del Servicio de Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente (SEA), con la colaboración de la Dirección General de Aguas, Servicio Nacional de Pesca y Ministerio de Energía: “son los 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.**

### 3. Objetivo / Métodos

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 (continuidad fluvial).
- 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.
- Gestión de cuenca (servicios ecosistémicos)
- Caudal ecológico mínimo para DAA.
- Entre otros...

Consensuar el Objetivo debe ser uno de los primeros pasos en el proceso

¿Qué es lo que queremos? ¿Para quién – desde qué punto de vista?

## METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA DETERMINAR LOS CAUDALES ECOLÓGICOS O AMBIENTALES

- ✓ **Métodos Hidrológicos:** son todos aquellos que se basan en el análisis de registros estadísticos de caudales y terminan con un porcentaje del caudal natural en relación al hábitat (cuantitativo). Ejemplo: 10% del Caudal Medio Anual, Tennant, Área Drenante, etc.
- ✓ **Métodos Hidráulicos:** crean relaciones entre medidas hidráulicas y el caudal que escurre por el río y el hábitat para la biota (cuantitativo). Ejemplo: Perímetro Mojado.
- ✓ **Métodos de Estimación de Hábitat:** transformar las mediciones hidráulicas en un indicador del aprovechamiento potencial del hábitat, a diferencia de los anteriores se establece un pronóstico cuantitativo de la calidad del hábitat para un rango de caudal. Ejemplo: PHABSIM, RIHABSIM, CASIMIR, RIVER-2D, etc.
- ✓ **Métodos de Holísticos:** Compilación en recomendaciones de caudal, por grupos expertos, información de diversos aspectos de la ecología funcional del río y de los aspectos sociales, económicos y culturales. Método de Construcción de Bloques - BBM y de Límites Ecológicos de Alteración Hidrológica - ELOHA.

RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS

*River Res. Applic.* **19**: 397–441 (2003)

Published online in Wiley InterScience  
([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)). DOI: 10.1002/rra.736

# A GLOBAL PERSPECTIVE ON ENVIRONMENTAL FLOW ASSESSMENT: EMERGING TRENDS IN THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ENVIRONMENTAL FLOW METHODOLOGIES FOR RIVERS

R. E. THARME\*

*Freshwater Research Institute, University of Cape Town, Rhodes Gift, 7701, South Africa*

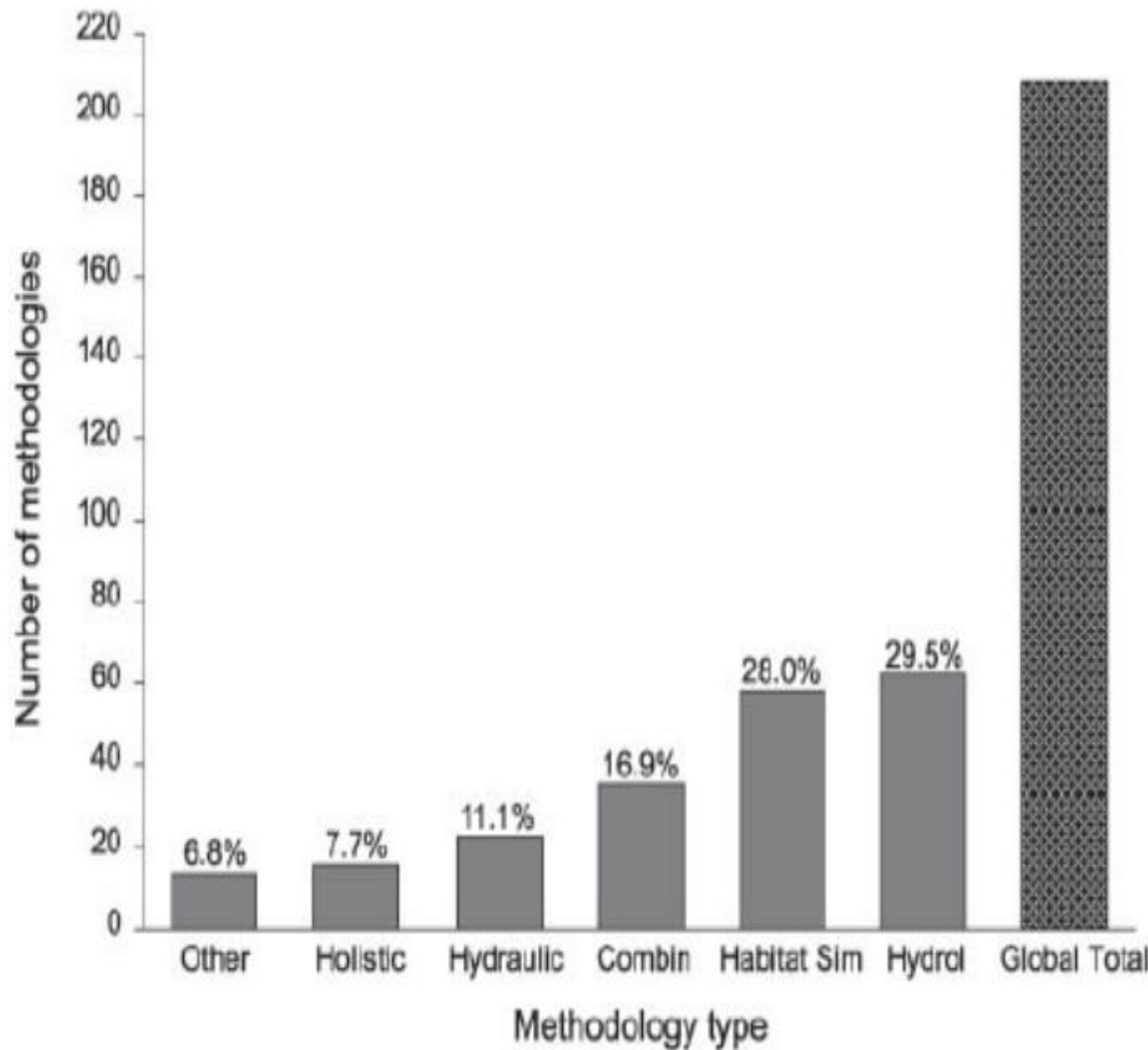
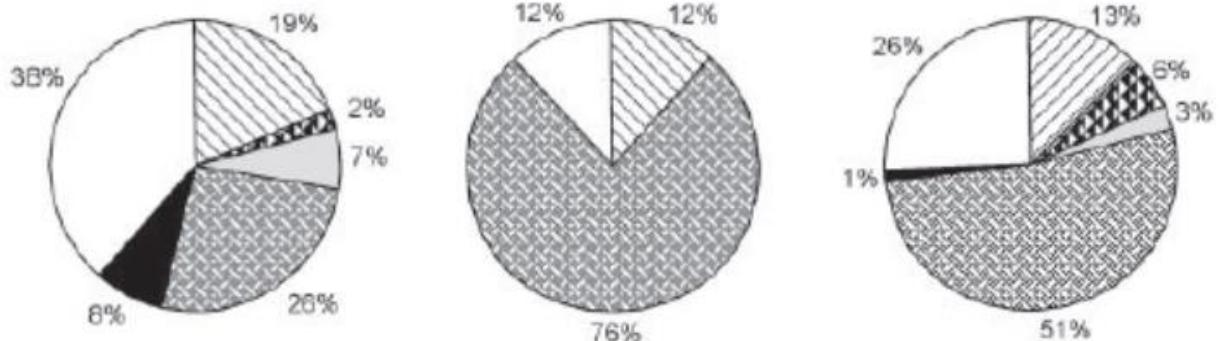
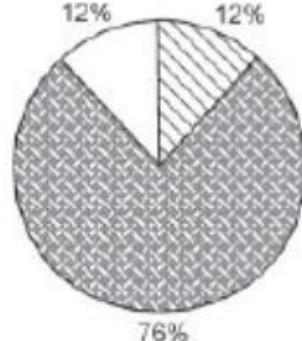


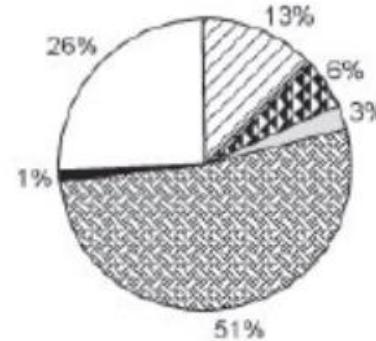
Figure 2. Number of environmental flow methodologies of each type in use worldwide and their relative proportions, compared with the global total. Hydraulic, hydraulic rating; Combin, combination; Habitat Sim, habitat simulation; Hydrol, Hydrological. Methodology types as discussed in the text



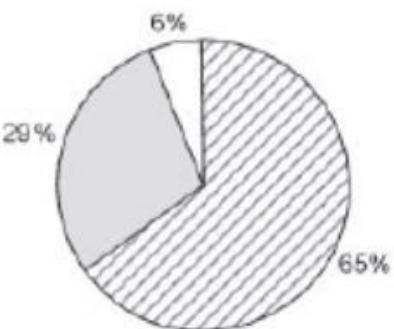
**Hydrological**



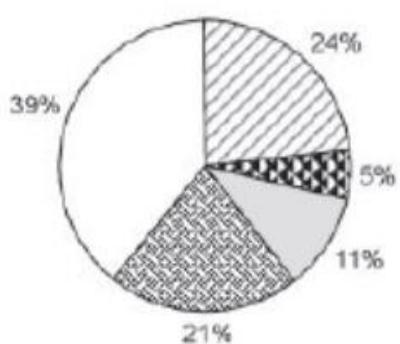
**Hydraulic Rating**



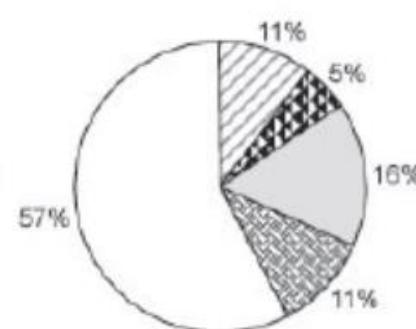
**Habitat Simulation**



**Holistic**



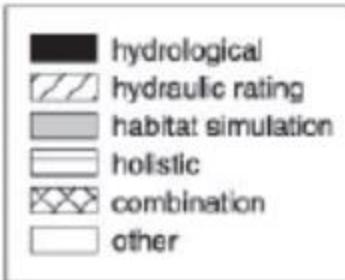
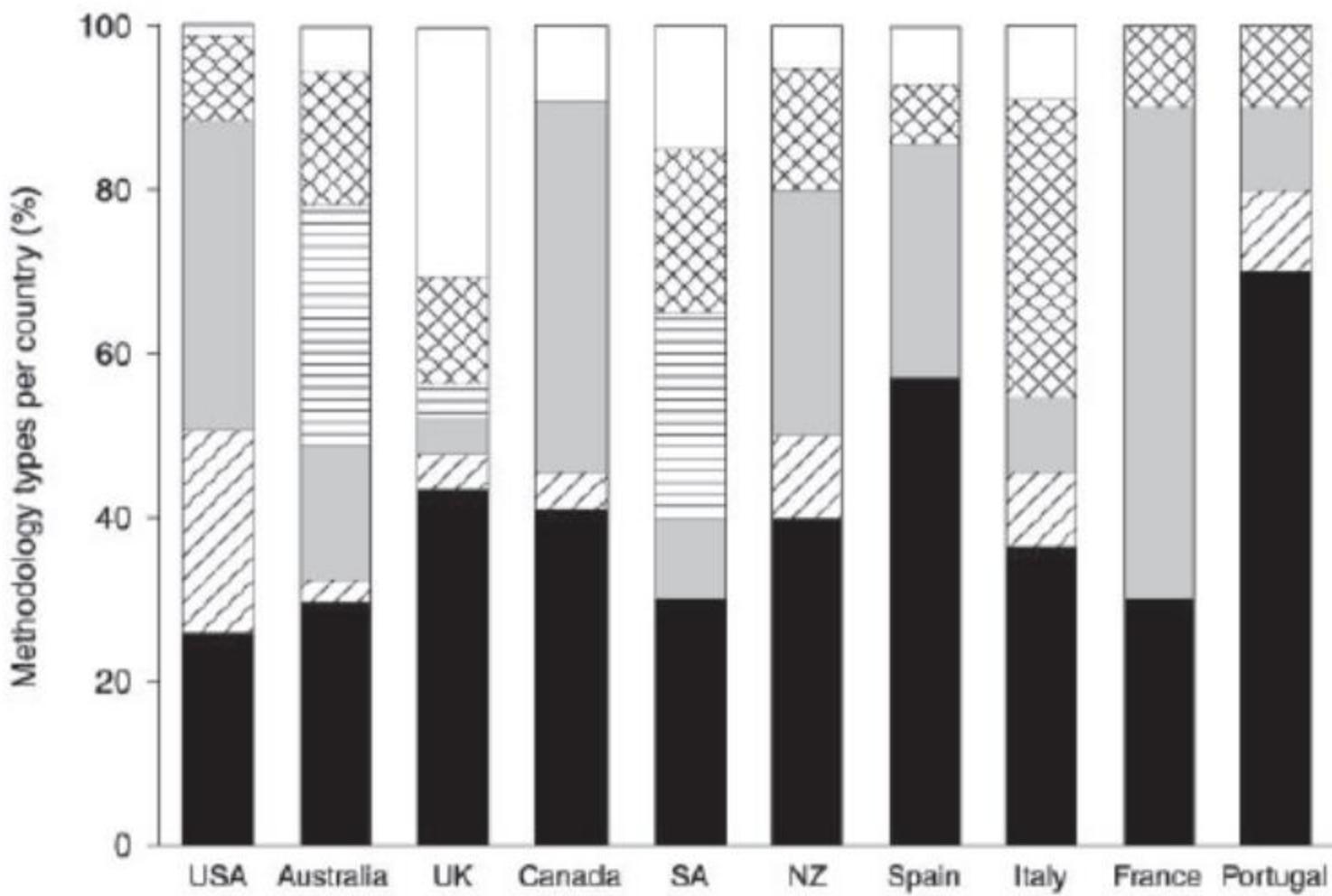
**Combination**



**Other**



Figure 3. Relative percentage use of each of the six types of environmental flow methodologies for different world regions



Tipo	Aspectos Ecológicos		Aspectos de Gestión			
	Objetivos de conservación	Componentes del flujo hídrico	Indicador	Aplicabilidad	Complejidad	Costos relativos
<b>Hidrológico</b>						
a) cuyos resultados arrojan un flujo mínimo	En general, poblaciones de peces (depredadores tope)	Magnitud	NO	Baja	Baja	Bajos
b) RVA	Ecosistemas	Magnitud, predictibilidad, duración, frecuencia y tasa de cambio	SI	Alta con precaución	Baja a media	Medios
<b>Hidráulicos</b>	En general, poblaciones de peces	Magnitud	NO	Baja	Baja a media	Bajos a medio
<b>De simulación de hábitat</b>	En general, poblaciones de peces	Magnitud	NO	Baja	Media a alta	Altos
<b>Holísticos</b>	Ecosistemas, valores económicos y culturales	Magnitud, duración y predictibilidad	SI	Alta con precaución	Media a alta	Medios a altos

Fuente: Adaptada de King et al. (1999)

**Cuadro 3.1. Datos relativos y requerimientos de tiempo de los métodos de evaluación de caudales seleccionados.**

Evaluación de caudales seleccionados				
Tipo de método	Método	Duración de la Evaluación	Confiabilidad	Nivel de Aplicación
Prescriptivos	Tenant	2 semanas	Baja	USA-Extensivo
	Perímetro húmedo	2-4 meses	Baja	USA-Extensivo
	Panel de expertos	1-2 meses	Media	Sudáfrica y Australia-Extensivo
	Holístico	6-18 meses	Media	Australia-Muy Limitado
Interactivos	IFI	2-5 años	Alta	USA, UK-Extensivo
	DRIF	1-3 años	Alta	Lesotho, Sudáfrica - Muy limitada

Fuente: Banco Mundial, 2003 .

**TABLE 6-3.** Summary of instream flow assessment tools and a general description of their application.

<b>Stream Assessment Tool</b>	<b>Page</b>	<b>Type of Technique</b>	<b>Level of Effort</b>	<b>Resource Component</b>
Indicators of Hydrologic Alteration (IHA)	134	Monitoring/Diagnostic	Low, but can be difficult (office)	Hydrology
Range of Variability Approach (RVA)	135	Monitoring/Diagnostic	Low (office)	Hydrology
Two-Dimensional Hydraulic Models	137	Incremental	High (field)	Biology
Aquatic Base Flow (ABF) Standard	139	Standard Setting	Low (office)	Biology
Biological Response to Flow Correlations	140	Incremental	High (field)	Biology
Feeding Station	142	Incremental	High (field)	Biology
Flow Duration Curve Methods	143	Standard Setting	Low (office)	Biology
Index of Biotic Integrity (IBI)	144	Monitoring/Diagnostic	High (field)	Biology
Target Fish Community Assessment	146	Monitoring/Diagnostic	Moderate	Biology
Physical Habitat Simulation (PHABSIM)	148	Incremental	High (field)	Biology
MesoHABitat SIMulator (MesoHABSIM)	150	Incremental	High (field)	Biology
Hatfield-Bruce Western Salmonid Regressions	152	Standard Setting	Low	Biology
Pennsylvania/Maryland Model	153	Incremental	Low	Biology
Plunge Pool Method	155	Incremental	High (field)	Biology
Riverine Community Habitat Assessment and Restoration Concept (RCHARC)	156	Incremental	Moderate (field)	Biology
Single Transect Hydraulic Based Habitat Method	158	Standard Setting	Moderate (field)	Biology
Tenant Method	159	Standard Setting	Low (office) Moderate (field)	Biology

Wash. Toe-of-Bank Width (Toe Width)	161	Standard Setting	Moderate (field)	Biology
Wetted Perimeter	163	Standard Setting	Moderate (field)	Biology
Channel Maintenance Flows	165	Standard Setting	High (field)	Geomorphology
Flushing Flow (Empirical, Sediment Transport Modeling, and Office- Based Hydrologic Models)	166	Standard Setting	High (field) Low (office)	Geomorphology
Geomorphic Stream Classification System	170	Monitoring/Diagnostic	High (field)	Geomorphology
Hydraulic Engineering Center-- 6 Model (HEC-6)	171	Incremental	High (field)	Geomorphology
Hydraulic Engineering Center-- River Analysis System (HEC-RAS)	172	Incremental	High (field)	Geomorphology
Enhanced Stream Water Quality (QUAL2E) Method	173	Monitoring/Diagnostic	High (field)	Water Quality
Stream Network Temperature Model (SNTEMP)	175	Incremental	High (field)	Water Quality
Stream Segment Temperature Model (SSTEMP)	175	Monitoring/Diagnostic	Low (field)	
Seven-Day, Ten-Year Low Flow (7Q <sub>10</sub> )	177	Monitoring/Diagnostic	Low (office)	Water Quality
Floodplain Inundation Method	179	Incremental	High (field)	Connectivity
Migration Cue Method	180	Standard Setting	Low (office)	Connectivity
Powers-Orsburn Salmon Barrier Method	181	Incremental	Moderate (field)	Connectivity
Tidal Distributary/Estuary Method	182	Incremental	High (field)	Connectivity
Salinity-Based Estuary Inflow Method	183	Standard Setting	High (field)	Water Quality, Biology
Demonstration Flow Assessment (DFA)	185	Standard Setting	Moderate (field)	Multiple Components
Instream Flow Incremental Methodology (IFIM)	187	Incremental	High (field)	Multiple Components

Fuente: Instream Flows for Riverine Resource Stewardship, 2004.

## COMENTARIO

## Caudal ecológico: definiciones, metodologías y adaptación a la región andina

Aguilera, Gastón<sup>1</sup>; Marc Pouilly<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fundación Miguel Lillo-CONICET, Tucumán, Argentina, aguilera.gaston@gmail.com

<sup>2</sup> Institut de Recherche pour le Développement (IRD) - UMR BOREA, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, Francia, marc.pouilly@ird.fr

### APÉNDICE 1

Números y lista no exhaustiva de los trabajos realizados en Sudamérica, ya sea la aplicación de una metodología concreta en un río, la revisión de un método, o los criterios adoptados por entidades que regulan el recurso agua para evaluar los caudales ecológicos. En la tabla, debajo de cada uno de los métodos, los números por fuera de los corchetes corresponden al número de trabajos encontrados para cada país sobre un método en particular; los números entre corchetes corresponden a las referencias listadas en la bibliografía.

Métodos País	Hidrológico	Hidráulico	Simulación de hábitat	Holístico
Argentina	Hidrológicos ¿?	1 [1]	1 [2]	
Bolivia	1 [3]	1 [4]		
Brasil	6 [5,6,9,10,13,16]	5 [5*,7,15,17]	1 [14]	3 [8,11,12]
Chile	5 [18,19,20,21,23]	4 [20,21,22,23]	4 [20,21,23,47]	
Colombia	5 [24,25,30,31,33]	3 [24,25,31]	3 [26,28,29]	2 [27,32]
Ecuador			1 [34]	1 [35]
Paraguay	1 [36]			
Perú	4 [37,38,39,40]	1 [38]	2 [38,39]	1 [41]
Venezuela	3 [43,45,46]	2 [42,44]		

\* incluyendo un modelado ecohidráulico (WAIORA)

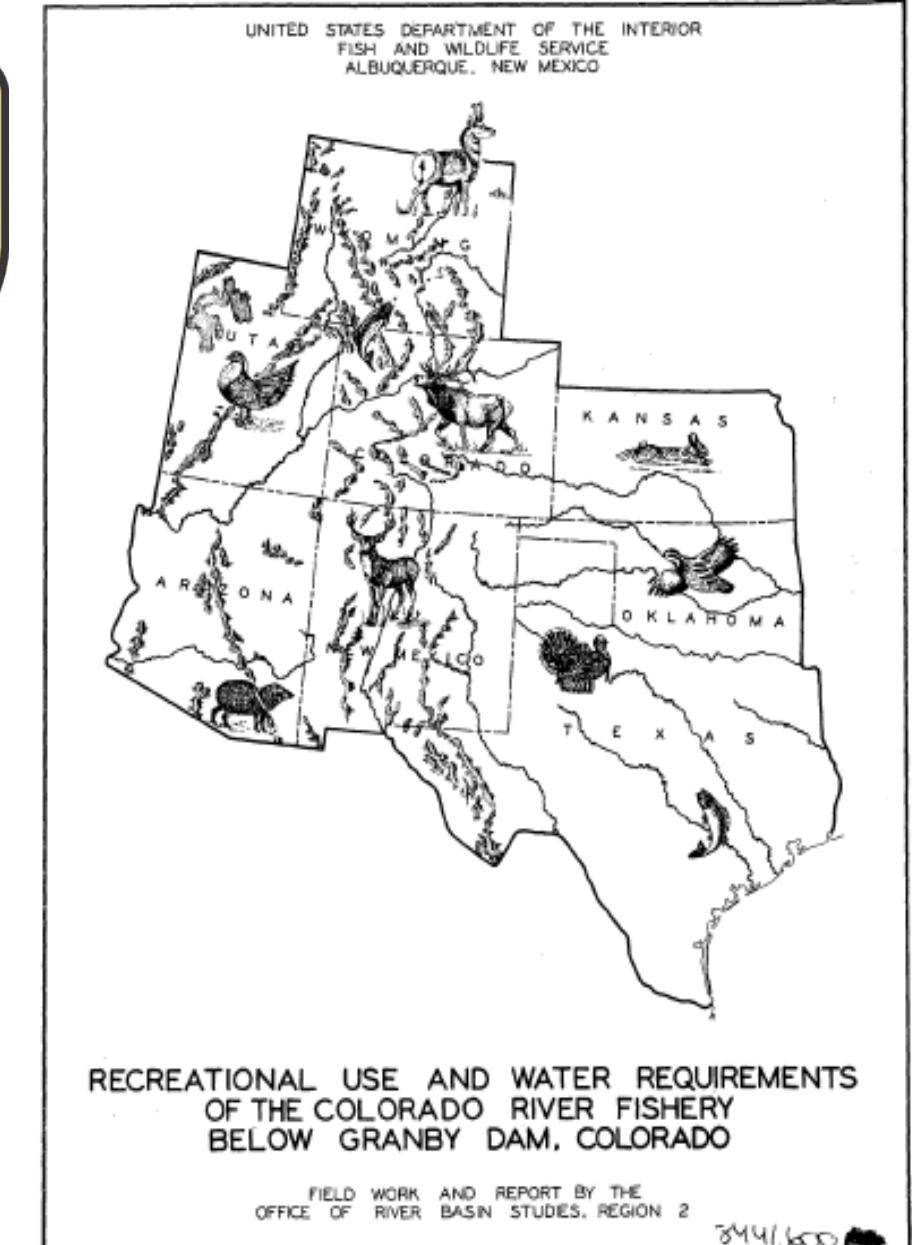
# Consideraciones Generales Respecto del Uso de las Metodologías:

- Costos
- Tiempo
- Recursos humanos disponibles (tema especializado, integral, multidisciplinario e interdisciplinario)
- Información disponible o útil es limitada
- Selección de la metodología y su complejidad
- Propósito, fundamentos y usos de las metodologías
- Contraindicaciones específicas de los métodos
- Poca experiencia y desarrollo de metodologías para incorporar a los usuarios, actores relevantes y aspectos socio culturales
- Marco Legal (Derechos de Aprovechamiento – SEIA - OU)

# El primer análisis de caudal ecológico?



- Objetivos de determinar caudales durante el año que son necesarios para mantener los hábitats y fuentes de alimentación de peces, facilidades recreativos, y belleza natural.
- Estudios de campo en 1947, 1948, y 1949
- Incluyendo estudios económicos



Schedule of Recommended Minimum Stream Flows Necessary to Preserve the  
Fishing and Recreational Facilities and Scenic Values of the  
Colorado River below Granby Dam

Day	Rate of Flow in Cubic Feet Per Second											
	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.
1	85	75	50	40	38	35	50	90	100	100	100	90
2	85	75	50	40	35	37	50	90	100	100	100	90
3	85	75	50	40	35	40	50	90	100	100	100	90
4	85	75	50	40	35	40	50	90	100	100	100	90
5	85	75	50	40	35	40	50	90	100	100	100	90
6	85	75	50	40	35	40	50	90	100	100	100	90
7	85	75	50	40	35	40	55	90	100	100	100	90
8	85	75	50	40	35	40	60	90	100	100	100	90
9	85	75	50	40	35	40	65	90	100	100	100	90
10	85	75	50	40	35	40	65	90	100	100	100	90
11	85	75	50	40	35	40	65	90	100	100	100	90
12	85	75	50	40	35	40	65	90	100	100	100	90
13	85	75	50	40	35	40	65	90	100	100	100	90
14	85	75	50	40	35	40	65	95	100	100	100	90
15	85	65	50	40	35	40	65	100	100	100	100	85
16	85	60	48	40	35	40	65	100	100	100	100	85
17	85	60	45	40	35	40	65	100	100	100	100	85
18	85	60	45	40	35	40	65	100	100	100	100	85
19	85	60	45	40	35	40	65	100	100	100	100	85
20	85	60	45	40	35	40	70	100	100	100	100	85
21	85	60	45	40	35	40	75	100	100	100	100	85
22	85	60	45	40	35	40	80	100	100	100	100	85
23	85	60	45	40	35	40	80	100	100	100	100	85
24	85	60	45	40	35	40	80	100	100	100	100	85
25	85	60	45	40	35	40	80	100	100	100	100	85
26	85	60	45	40	35	40	80	100	100	100	100	85
27	85	60	45	40	35	40	80	100	100	100	100	85
28	85	60	45	40	35	40	80	100	100	100	100	85
29	85	60	45	40	35	40	85	100	100	100	100	85
30	80	55	45	40	35	45	90	100	100	100	100	85
31	75	-	42	40	-	50	-	100	-	100	-	95
Average	84.5	66.8	47.4	40.0	35.1	40.2	67.0	95.6	100.0	100.0	99.8	87.3
Mo. of Flow in c.f.s.	84.5	66.8	47.4	40.0	35.1	40.2	67.0	95.6	100.0	100.0	99.8	87.3

# Metodo de Tennant

"Montana Method" for prescribing Instream Flow Regimens for Fish, Wildlife, Recreation and Related Environmental Resources.

Narrative Description of Flows 1/	Oct-Mar	:	Apr-Sept
Flushing or Max.	200% of the average flow		
Optimum Range	60%-100% of the average flow		
Outstanding	40%		60%
Excellent	30%		50%
Good	20%		40%
Fair or Degrading	10%		30%
Poor or Minimum	10%		10%
Severe Degradation	10% of average flow to 0 flow		

1/ Most appropriate description of the streamflow for all the parameters in the title.

(Tennant, 1976)

## 4. Caudal Ecológico Mínimo en Chile

- Aplicación puntual y discrecional “caudales ecológicos mínimos” desde el año **1982** en los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA), **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 DAA y si los tiene en su RCA.
- Desde **1999**, aplicación en todos los DAA se descuenta de la disponibilidad. Manual Normas y Procedimientos DGA.

**Se aplicó por más de 22 años en los Derechos de Aprovechamiento de Aguas sin estar expresos en la Ley.**



**Resolución de la DGA del 22 de febrero 1982, Proyecto Central Hidroeléctrica Río Itata:**

“La conveniencia de evitar la desaparición del Salto del Itata, a fin de evitar la alteración de las condiciones ecológicas del lugar y conservar su potencial turístico”

“El titular del aprovechamiento deberá respetar el paso de un caudal mínimo de 1,4 m<sup>3</sup>/s, por el cauce actual del Salto del Itata.”

**Resolución de la DGA del 11 de octubre 1983, Proyecto Central Hidroeléctrica Río Pangue:**

“R de captación del río Pangue un caudal no inferior al gasto medio diario mínimo, para preservar las condiciones ecológicas.”



REPÚBLICA DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS



**ANALISIS DE CRITERIOS HIDROAMBIENTALES  
EN EL MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS.**

**PAUTAS PARA LA DETERMINACIÓN DE  
CAUDALES ECOLÓGICOS**

DIVISIÓN RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIO AMBIENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSIDAD DE CHILE

Santiago, Noviembre, 1998

### **3.2.3 Legislación Internacional Existente con Respecto a Caudales Mínimos en Ríos**

Las legislaciones más conocidas son la francesa, la suiza y la asturiana. En este ítem se rescata, de cada una de ellas, la parte en que se definen los caudales ecológicos que se deben mantener en los ríos.

#### **A. Legislación Francesa**

Esta legislación establece un caudal ecológico igual al 10% del caudal medio anual, o el caudal inmediatamente aguas arriba de la obra si éste fuera menor. Para módulos superiores a 80 m<sup>3</sup>/s, mediante Decreto del Consejo de Estado, podrá rebajarse el caudal mínimo hasta, a lo sumo el veinteavo del módulo. Dicho caudal debe evaluarse con al menos 5 años de información estadística, medida o transferida al lugar de interés.

### **3.2.4.4 Programa de Caudales de Nueva Inglaterra (Base de los caudales acuáticos):**

Este método (Gan y McMahon, 1990) supone que el caudal medio histórico, en el mes de caudales bajos, es suficiente para sustentar a los organismos acuáticos nativos durante todo el año. Los caudales para las épocas de desove e incubación son definidos especialmente durante estos períodos.

La ventaja del método es su consistencia y facilidad de aplicación aunque requiere de un largo período de estadísticas fluviométricas.

## B1. Legislación Suiza

Establece el siguiente criterio para el cálculo del caudal en función del  $Q_{347}$ .

- i) Exigencias mínimas para todas las aguas:
  - el caudal mínimo será de 50 l/s,
  - para cursos de agua con  $Q_{347} < 1000$  l/s, el caudal mínimo debe corresponderse al menos, con el 35% del  $Q_{347}$ .
- ii) Exigencias mínimas para las aguas piscícolas:
  - El caudal mínimo debe representar al menos:

- $Q_{347} \leq 60$ l/s	→ 50,0	l/s
y por cada 10 l/s suplementarios	→ 8,0	l/s
- $Q_{347} \leq 160$ l/s	→ 130,0	l/s
por cada 10 l/s suplementarios	→ 4,4	l/s
- $Q_{347} \leq 500$ l/s	→ 280,0	l/s
por cada 100 l/s suplementarios	→ 31,0	l/s
- $Q_{347} \leq 2.500$ l/s	→ 900,0	l/s
por cada 100 l/s suplementarios	→ 21,3	l/s
- $Q_{347} \leq 10.000$ l/s	→ 2.500,0	l/s
por cada 1.000 l/s suplementarios	→ 150,0	l/s
- $Q_{347} > 60.000$ l/s	→ 10.000,0	l/s
  - Para mantener el movimiento migratorio de los peces se debe garantizar una profundidad de 20 cm, si el  $Q_{347}$  es superior a 50 l/s.

La legislación establece además una serie de considerandos por los cuales los caudales explicitados deben ser incrementados, como por ejemplo, la obligatoriedad de garantizar la

## B2. Legislación Asturiana (Resolución de Consejería de la Presidencia del Principado de Asturias)

La resolución aprueba los criterios a los que deberán ajustarse los informes de la Comunidad Autónoma, en relación con la concesión de mini centrales hidroeléctricas.

Establece 3 niveles de protección en los cauces asignando a cada uno de ellos los siguientes criterios:

1. Nivel de protección base I. Aplicado a zonas trucheras. El caudal a mantener es el mayor de los resultantes de la aplicación de las siguientes fórmulas, en las que  $Q_{347}$  está en [l/s]:

$$Q_{ec_1} = 0.35 * Q_{347}$$

$$Q_{ec_2} = \frac{15 * Q_{347}}{[\ln(Q_{347})]^2}$$

$$Q_{ec_3} = 0.25 * (Q_{347} + 75)$$

$$Q_{ec_I} = M \times [Q_{ec_1}, Q_{ec_2}, Q_{ec_3}]$$

2. Nivel de protección medio II. Aplicable a zonas de interés piscícola.

$$Q_{ec_{II}} = Q_{ec_I} + 2 \text{ l/s/km}^2 \text{ de cuenca aprovechable.}$$

3. Nivel de protección máximo III. Aplicable a zonas salmoneras.

$$Q_{ec_{III}} = Q_{ec_I} + 4 \text{ l/s/km}^2 \text{ de cuenca aprovechable.}$$

En el estudio español "Caudales Ecológicos. Estudio de Regímenes de Caudales Mínimos en los Cauces de la Comunidad de Madrid", se obtuvieron los caudales, en cada tramo de río analizado, usando los criterios de estas tres legislaciones y se compararon con los caudales ecológicos calculados en dicho estudio, usando la metodología PHABSIM.

En general los valores resultantes de aplicar la legislación suiza son más bajos que los resultantes de la legislación francesa y los obtenidos en el estudio de los españoles.

Sin embargo para establecer una comparación real entre ellos se debe considerar que la ley suiza establece un incremento sobre los valores calculados tal que permita la libre migración de los peces.

TABLA 6.10: CÁLCULO DE CAUDALES ECOLÓGICOS CON DISTINTOS MÉTODOS Y NORMATIVAS INTERNACIONALES

REGION	RÍO	ESTACIÓN	Q his.m.b.c. [m3/s]	Q anual [m3/s]	Q 330 [m3/s]	Q 347 [m3/s]	Francesa [m3/s]	Suiza [m3/s]	Asturiana			Confed. del Ebro [m3/s]	Conf.Norte de España [m3/s]	Prog. Qe Nueva Ing. [m3/s]	Área Drenante [m3/s]
									Nivel I [m3/s]	Nivel II [m3/s]	Nivel III [m3/s]				
IV	TURBIO	VARILLAR	4,420	7,100	2,015	2,060	0,710	0,764	0,721	9,113	17,505	2,015	0,710	4,420	-
IV	GRANDE	LAS RAMADAS	1,600	2,660	0,507	0,630	0,266	0,320	0,227	1,317	2,407	0,507	0,266	1,600	2,998
IV	CHOAPA	PUNTO NEGRO	2,050	9,303	0,210	0,242	0,930	0,166	0,120	7,570	15,020	0,210	0,930	2,050	20,488
IV	CHOAPA	EST. LA CANELA	3,770	17,690	0,252	0,319	1,769	0,200	0,144	12,528	24,912	0,252	1,769	3,770	34,056
V	ALICAHUE	COLLIGUAY	0,375	0,915	0,138	0,151	0,092	0,123	0,090	0,620	1,150	0,138	0,092	0,375	1,458
V	ACONCAGUA	CHACABUQUITO	15,080	37,500	8,585	8,410	3,750	2,159	2,944	7,138	11,332	8,585	3,750	15,080	11,534
RM	MAIPO	EL MANZANO	60,690	123,980	30,500	34,800	12,398	6,220	12,180	22,116	32,052	30,500	12,398	60,690	27,324
RM	MAPOCHO	LOS ALMENDROS	3,040	6,710	1,585	1,680	0,671	0,646	0,588	1,828	3,068	1,585	0,671	3,040	3,410
VI	CLARO	HACIENDA LAS NIEVES	2,850	6,780	1,040	1,080	0,678	0,460	0,378	0,930	1,482	1,040	0,678	2,850	1,518
VI	TINGUIRIRICA	BAJO LOS BRIONES	22,340	51,902	14,150	12,050	5,190	2,808	4,218	7,088	9,958	14,150	5,190	22,340	7,893
VII	MATAQUITO	LICANTÉN	40,000	163,620	28,800	41,900	16,362	7,285	14,665	-	-	28,800	16,362	40,000	-
VII	TEÑO	LOS QUÉNES	18,680	41,350	8,000	11,200	4,135	2,680	3,920	5,580	7,240	8,000	4,135	18,680	4,565
VII	MAULE	ARMERILLO	70,650	152,180	55,200	52,800	15,218	8,920	18,480	29,520	40,560	55,200	15,218	70,650	30,360
VII	PURAPEL	NIRIVILO	0,300	2,960	0,197	0,168	0,296	0,134	0,096	0,612	1,128	0,197	0,296	0,300	1,419
VII	LIRCAY	PUENTE LAS RASTRAS	3,110	10,890	0,668	0,700	1,089	0,342	0,245	0,997	1,749	0,668	1,089	3,110	2,068
VIII	CHILLÁN	ESPERANZA	5,190	14,700	3,200	3,280	1,470	1,066	1,148	1,596	2,044	3,200	1,470	5,190	1,232
VIII	ITATA	CHOLGUÁN	14,670	40,830	10,250	9,000	4,083	2,285	3,150	4,854	6,558	10,250	4,083	14,670	4,686
VIII	BÍO-BÍO	RACALMUE	115,270	455,970	80,000	81,900	45,597	10,000	28,665	42,753	56,841	80,000	45,597	115,270	38,742
VII	MULCHÉN	MULCHÉN	4,360	17,970	3,320	3,300	1,797	1,070	1,155	2,023	2,891	3,320	1,797	4,360	2,387
VIII	CARAMAVIDA	CARAMAVIDA	1,320	5,720	0,900	0,919	0,572	0,410	0,322	0,510	0,698	0,900	0,572	1,320	0,517
IX	PURÉN	TRANAMAN	2,860	9,670	2,220	2,225	0,967	0,815	0,779	1,487	2,195	2,220	0,967	2,860	1,947
IX	QUINOA	PANAMERICANA	1,480	14,070	1,210	1,065	1,407	0,455	0,373	1,061	1,749	1,210	1,407	1,480	1,892
IX	CAUTÍN	RARI-RUCA	37,455	92,886	31,500	31,000	9,289	5,650	10,850	13,190	15,530	31,500	9,289	37,455	6,435
IX	CAUTÍN	CAJÓN	36,246	142,053	26,400	25,850	14,205	4,878	9,048	14,256	19,464	26,400	14,205	36,246	14,322
IX	ALLIPÉN	LOS LAURELES	66,750	139,390	53,400	60,000	13,939	10,000	21,000	24,088	27,176	53,400	13,939	66,750	8,492
IX	TOLTÉN	VILLARRICA	107,070	247,690	92,600	94,150	24,769	10,000	32,953	38,563	44,173	92,600	24,769	107,070	15,428
X	CRUCES	RUCACO	16,720	88,840	11,210	11,200	8,884	2,680	3,920	-	-	11,210	8,884	16,720	-
X	PILMAIQUÉN	SAN PABLO	84,050	180,890	53,200	53,000	18,089	8,950	18,550	24,422	30,294	53,200	18,089	84,050	16,148

## SOLICITUD DE DERECHOS DE AGUAS SUPERFICIALES

DGA

## ESTABLECIMIENTO DE CAUDALES ECOLÓGICOS Y AMBIENTALES EN CHILE

### 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)

• • • • •  
PUEDE LIMITAR EL EJERCICIO DEL DERECHO DE APROVECHAMIENTO

## SOLICITUD EVALUACIÓN IMPACTO AMBIENTAL DE UN PROYECTO

SEA (EX CONAMA – 1994 a 2010)

SEIA

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

Propuesto por el Titular o exigido por la autoridad en el proceso de evaluación

### Caudal Ecológico ( 1994 al 2016)

### Caudal Ambiental (Guía SEA 2016)

- Métodos Hidrológicos, Hidráulicos, Simulación de Hábitat, etc.

Resolución de Calificación Ambiental Fija el Caudal Ambiental:

Proyecto CON Impactos Significativos: Medida de mitigación, reparación, compensación / plan de manejo.

Proyecto SIN Impactos Significativos: Compromiso ambiental voluntario.

## **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.

En casos sin información, se utilizan métodos de trasposición de caudales, con aforos puntuales en mes de estiaje (de 1 a 3 según posibilidad de acceso) para validación, y las mediciones en terreno las financia el interesado con aporte directo a la Dirección General de Aguas.

# Servicio Hidrométrico de la Dirección General de Aguas

www.dga.cl

Macrozona	Región	Estaciones Meteorológicas	Estaciones Fluviométricas	Red de Monitoreo de Calidad de Aguas	Estaciones de Nivel Pozos	Estaciones de Monitoreo de niveles de Lagos y Embalses	Estaciones Sedimentométricas	Monitoreo de Ruta de Nieves	Estaciones Glaciológicas	Total
Norte	XV	26	19	26	32	1	1	0	0	105
	I	26	13	24	61	0	1	0	0	125
	II	40	32	32	46	1	3	0	0	154
	III	29	27	60	86	2	3	0	0	207
	IV	66	48	78	116	7	8	6	1	330
Centro	V	62	22	68	123	1	8	3	0	287
	RM	46	22	63	102	3	5	6	7	254
	VI	29	19	51	83	2	2	1	1	188
	VII	62	59	76	4	9	5	1	0	216
Sur	VIII	73	74	78	23	7	10	4	0	269
	IX	54	41	55	7	4	10	0	0	171
	XIV	22	17	62	5	6	2	0	0	114
	X	38	35	57	3	6	1	0	0	140
Austral	XI	40	37	43	0	5	6	0	10	141
	XII	70	42	56	0	14	8	1	3	194
		683	507	829	691	68	73	22	22	2.895



Fuente: División de Hidrología DGA, agosto 2015



# **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 los dispuesto en el presente inciso, no podrá ser superior al cuarenta por ciento del caudal medio anual de la respectiva fuente superficial.

**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 **Vigente al día de hoy para DAA.**

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.

# **Modificación al Decreto Supremo N° 14 (2012):**

## **“Reglamento para la determinación del Caudal Ecológico Mínimo”**

**Última modificación (15 enero 2015 –D.S N° 71)**

- La Dirección General de Aguas (DGA) deberá establecer un caudal ecológico mínimo para los nuevos derechos de aprovechamiento de aguas que se constituyen en cada fuente superficial.
- Este reglamento establece los criterios por los cuales se regirá la determinación del caudal ecológico mínimo, de conformidad con lo establecido en el art. 129 bis 1 del código de aguas.
- La modificación efectuada mediante D.S N° 71 corresponde a una sustitución del artículo 3º del reglamento y el reemplazo en el artículo 7º letra c) de la expresión “servicios ambientales” por “servicios ecosistémicos” (Diario Oficial N°41.057, Cuerpo I-74) .

El Caudal Ecológico Mínimo :

- No podrá ser superior al 20% del caudal medio anual de la respectiva fuente superficial (art. 3º de este reglamento). **El caudal es descontado de la disponibilidad para otorgar DAA, en el balance de la cuenca se suma al caudal comprometido.**
- Para casos calificados, no podrá superar el 40% del caudal medio anual de la respectiva fuente superficial en dicho cauce, sección o sector (art. 6º y 7º de este reglamento).

## Criterios para la determinación del Caudal ecológico mínimo (art. 3º- D.S N°71)

Letra	Descripción	Criterio	Restricciones /Cumplimiento
a)	Caucos donde existan derechos con un caudal ecológico mínimo y se haya utilizado como fórmula de cálculo el criterio del 10% del caudal medio anual.	Se considerará el 50% del caudal de probabilidad de excedencia de 95% para cada mes.	i. $50\%Q.P.E. 95\% < 10\% QMA$ $Qec,min = 10\%QMA$
	Caucos donde existan derechos y se haya utilizado el criterio del menor del 50% del caudal del 95% de probabilidad de excedencia.	Si en el tramo analizado existe un derecho de aprovechamiento constituido con un $Qec$ mayor, se mantendrá el mayor para el nuevo derecho (limitación $\leq 20\% QMA$ ).	ii. $10\%QMA < 50\%Q.P.E. 95\% < 20\%QMA$ $Qec,min = 50\%Q.P.E. 95\%$
	Caucos donde no existan derechos con caudal ecológico mínimo	Se considerará el 50% del caudal de probabilidad de excedencia de 95% para cada mes.	iii. $50\%Q.P.E. 95\% > 20\% QMA$ $Qec,min = 20\% QMA$
c)		Criterio establecido en letra b) con las mismas restricciones.	
d)	Caucos con un comportamiento hídrico que no se ajusta a las fórmulas señaladas en a) y b) tales como vertientes.	20% del caudal del promedio de los aforos, como valor constante sin variación mensual.	
e)	Lagos o lagunas, con salida.	Será el que se determine en el desagüe, el cual se evaluará en base a los criterios definidos en a) y b) según corresponda.	
f)	Derechos de aprovechamiento de agua cuya captación se haga mediante un embalse.	Será calculado mediante criterios definido en letra a) ó b), según corresponda.	El cumplimiento del caudal ecológico mínimo se verificará inmediatamente aguas abajo de la barrera ubicada en el álveo.

QMA: Caudal Medio Anual.

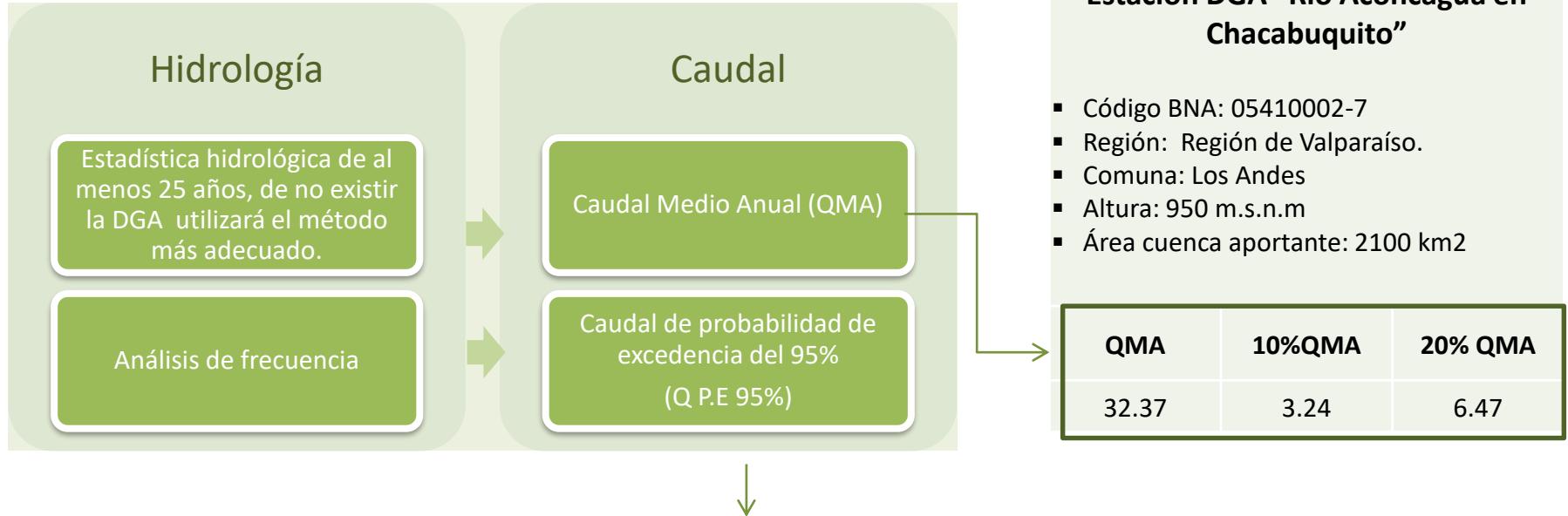
Q.P.E 95%: Caudal de probabilidad de excedencia 95%.

Fuente: DGA 2016

# Información preliminar para el cálculo del caudal ecológico mínimo (art. 3º D.S N°71)

## Estación fluviométrica de la DGA “Río Aconcagua en Chacabuquito”

### Etapa 1 : Estudio hidrológico



	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
<b>Q.P.E 95%</b>	6.84	6.21	6.43	6.81	8.16	12.83	22.38	22.23	13.09	11.65	11.19	8.29
<b>D.P.A</b>	LN	LN	LN	LN	GU	GA	GA	LN	GA	GU	GU	GU

D.P.A: Distribución de probabilidad que se ajusta mejor a los datos del mes (calidad del ajuste bueno).

LN: Distribución Log Normal

GU: Distribución Gumbel o Valores extremo tipo I.

GA: Distribución Gamma de 2 parámetros.

Fuente: DGA 2016

## Etapa 2: Caudal ecológico mínimo - Criterio Letra b) Estación río Aconcagua en Chacabuquito

Estación DGA "Río Aconcagua en Chacabuquito"		
QMA	10%QMA	20% QMA
32.37	3.24	6.47

Restricciones Letra b)

1)  $50\%Q.P.E. 95\% < 20\% QMA$  ➔  $Q_{ec,min} = 50\%Q.P.E. 95\%$

QMA: Caudal Medio Anual

2)  $50\%Q.P.E. 95\% > 20\% QMA$  ➔  $Q_{ec,min} = 20\% QMA$

Q.P.E 95%: Caudal de probabilidad de excedencia 95%.

Caudal Ecológico Mínimo. Criterio Letra b)												
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Q 95%	6.84	6.21	6.43	6.81	8.16	12.83	22.38	22.23	13.09	11.65	11.19	8.29
50% Q.P.E 95%	3.42	3.11	3.22	3.40	4.08	6.41	11.19	11.12	6.55	5.83	5.59	4.14
Qec,min	3.42	3.11	3.22	3.40	4.08	6.41	6.47	6.47	6.47	5.83	5.59	4.14

Ejemplo restricción 1) Mayo:  $3.42 < 6.47$  ➔  $Q_{ec,min} = 3.42$

Ejemplo restricción 2) Noviembre:  $11.12 > 6.47$  ➔  $Q_{ec,min} = 6.47$

## Casos calificados para la determinación del caudal ecológico mínimo por parte del presidente de la república (art. 7° de este reglamento)

- Para **casos calificados**, el ministerio de obras publicas (MOP), mediante decreto supremo y previo informe favorable del ministerio del medio ambiente (MMA), podrá fijar un caudal ecológico mínimo diferente, no pudiendo afectar derechos de aprovechamiento de aguas ya existentes.
- Este caudal se fijará para un cauce, una sección o para un sector de aquel y **no podrá superar el 40% del caudal medio anual** de la respectiva fuente superficial en dicho cauce, sección o sector (art. 6° de este reglamento).
- Los criterios para identificar casos calificados se detallan en el art. 7° de este reglamento.

# Criterios para identificar casos calificados

Son casos calificados aquellos en los que se identifique riesgos en la calidad de las aguas y/o el hábitat de magnitud tal que comprometan la supervivencia de las especies, de acuerdo a alguno de los siguientes criterios (art. 7º de este reglamento):

Letra	Descripción	Excepción
a)	Cuando se pretenda conservar aquellas <b>especies hidrobiológicas</b> que se encuentren dentro de alguna de las <b>categorías de conservación</b> y el hábitat tenga una calidad tal que permita la sustentación de las especies.	Especies clasificadas como Preocupación Menor o Casi Amenazada (art. 37 ley N°19.300 y su reglamento).
b)	Cuando existan fuentes superficiales que se encuentren localizadas en <b>cualquier porción de territorio, delimitada geográficamente y establecida mediante acto de autoridad pública, colocada bajo protección oficial</b> con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental, o aguas arriba de éstas, que tengan una calidad tal que permita la sustentación de las especies protegidas del área.	
c)	Cuando existan <b>impactos significativos que alteren factores bióticos y abióticos</b> , físicos, químicos y biológicos, que aseguren el resguardo de la estructura, dinámica y funcionamiento de los ecosistemas asociados a la fuente de agua superficial, con el fin de mantener los servicios ecosistémicos que prestan.	<p style="text-align: center;">Variables Ambientales</p> <p>i. Valores de las concentraciones de la calidad de las aguas del cauce, en relación a las normas de calidad ambiental vigentes.</p> <p>ii. La predicción de pérdidas significativas de alimentación, reproducción o bien puedan producir un menoscabo en las comunidades y poblaciones acuáticas identificadas.</p> <p>iii. Cuando por efecto de la disminución de caudal o modificación del régimen hidrológico natural, pueda afectar la dinámica del ecosistema favoreciendo la proliferación de especies exóticas introducidas, poniendo en riesgo los sitios de alimentación, reproducción y/o refugio de especies en categoría de conservación.</p> <p>iv. Cuando las alteraciones de la estructura, dinámica y funcionalidad del ecosistema, derivados de la disminución del caudal, den origen a un plan de manejo de acuerdo a lo establecido en la letra a) del art. 42 de la ley N°19.300.</p>

## Otras indicaciones art. 8° , 9° , 10°, 11° y 12° del este reglamento.

Art.	Descripción
8°	<p>El <b>MMA y la DGA podrán coordinarse para elaborar estudios</b> sobre las condiciones sitio-específicas de cuencas, subcuencas y/o zonas hidrográficas del país que permitan a la autoridad competente contar con mayor información para determinar el caudal ecológico mínimo.</p>
9°	<p>Cualquier persona podrá solicitar la declaración de un caudal ecológico mínimo en una fuente superficial (art. 6° de este reglamento). La solicitud deberá presentarse ante la DGA y no suspenderá los procedimientos de constitución de derechos de aprovechamiento de aguas en trámite seguidos ante dicha repartición.</p> <p><b>Dicha solicitud deberá contener:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Antecedentes del solicitante</li><li>- Cantidad de agua a fijar como caudal ecológico mínimo (unidades métricas/unidad de tiempo)</li><li>- Los puntos o tramos de cauces, sección o sector sobre los cuales se pretende fijar el caudal ecológico mínimo y la región, provincia y/o comuna en que estén ubicadas o que recorran.</li><li>- Justificación técnica de la causal invocada de acuerdo al art. 7° de este reglamento, con los estudios pertinentes.</li><li>- Caracterización general del cauce, teniendo especial consideración por el régimen hidrológico, la calidad de las aguas, los ecosistemas presentes y los usos y actividades que se desarrollan en él.</li><li>- Una explicación técnica de los efectos sobre la preservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente que produciría la no declaración del caudal ecológico mínimo solicitada.</li></ul> <p><b>Solicitud sin requisitos:</b></p> <p>Se requerirá al interesado que en un plazo de 5 días hábiles, subsane la falta o acompañe los documentos respectivos, con la condición de que, si así no lo hiciere, se le tendrá por desistida su petición, sin perjuicio de la facultad establecida en el art. 11° de este reglamento.</p>

Art.	Descripción
10°	<p>Cumplido, art. 9º la DGA remitirá en un plazo &lt; 10 días, los antecedentes de la solicitud al MMA para que éste, en un plazo &lt;20 días, evague su informe. El MMA para la elaboración de dicho informe, podrá efectuar los análisis en terreno que correspondan y pedir antecedentes a los órganos de la administración del estado que estime competentes .</p> <p>Evacuado informe MMA ➔ DGA remitirá antecedentes al MOP ➔ MOP resolverá solicitudes.</p>
11°	<p>Si se pretende fijar de oficio este caudal ecológico mínimo:</p> <p>MOP solicitará a la DGA y al MMA ➔ Informe fundado acerca de la pertinencia de declarar el caudal ecológico mínimo en cuestión. Pudiendo el MMA efectuar las mismas diligencias que el inciso segundo del art. 10º de este reglamento para la elaboración de este informe.</p>
12°	<p>La fijación del caudal ecológico es sin perjuicio de lo que puedan establecer otras autoridades en el ámbito de sus respectivas competencias.</p>

## Solicitud derechos de agua sobre cuerpos de agua del tipo:

- Ríos (cauces)  
 - Lagos y lagunas (en desague)  
 - Embalse (inmediatamente aguas abajo de la barrera)

Vertientes

$$Q_{eco\ min} = 20\% Q_{Promedio\ Años}$$

Existe definición de  $Q_{eco\ min}$

No Existe definición de  $Q_{eco\ min}$

$$\text{SI } Q_{eco\ min} = 10\% Q_{rba}$$

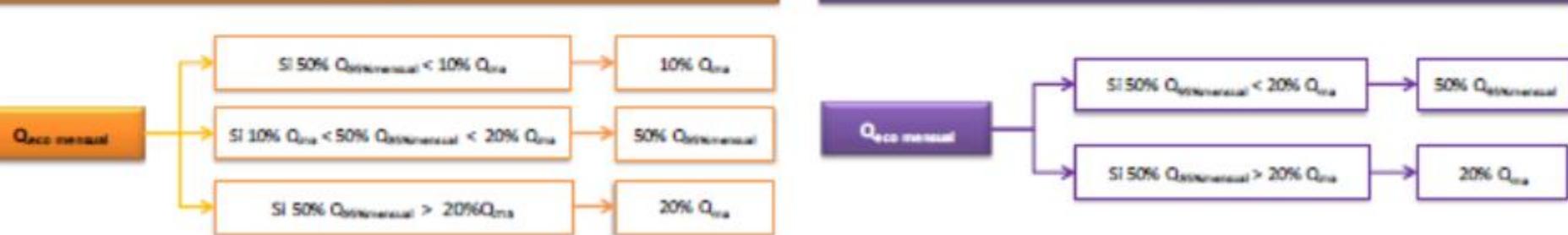
$$\text{SI } Q_{eco\ min} = 50\% Q_{a\ mensual}$$

Metodología A

Metodología B

Metodología B

### Metodología A



### Metodología B





Gobierno  
de Chile

GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

IMPACTO APLICACIÓN CAUDAL ECOLÓGICO  
MÍNIMO RETROACTIVO EN CUENCAS DE LA IV, V  
Y VI REGIÓN.

INFORME FINAL

REALIZADO POR:

GEOHIDROLOGÍA CONSULTORES LTDA.

SIT N° 392

Santiago, Septiembre 2016

**Tabla 3-15. Cantidad de derechos según metodología de estimación de caudal ecológico utilizado**

Periodo	Cuenca	Limarí	Aconcagua	Rapel	TOTAL	
	Derechos con Q ecológico	9	41	225	275	
	Expedientes digitalizados	7	34	68	109	
	% Expedientes digitalizados	78%	83%	30%	40%	
<2002	Metodología utilizada*	1	0	3	3	
		2	0	6	1	
		6	1	8	5	
	Total	1	17	6	24	
	Metodología utilizada*	1	3	1	13	
2002-2008		2	1	0	3	
		3	0	0	1	
		6	2	12	10	
		6	13	27	46	
2008-2012	Metodología utilizada*	1	0	4	1	
		2	0	0	2	
		3	0	0	15	
		4	0	0	1	
		5	0	0	1	
		6	0	0	8	
	Total	0	4	28	32	
>2012	Metodología utilizada*	3	0	0	4	
		4	0	0	2	
		6	0	0	1	
	Total	0	0	7	7	

Fuente: Elaboración Propia

\*Metodología Utilizada

1: Caudal igual al 10% del caudal medio anual

2: Caudal igual al 50% del caudal mínimo de estiaje del año asociado a una probabilidad de excedencia del 95%

3: Incorporación de caudales mensuales (2008)

4: Decreto N°14 (2012)

5: Otra metodología

6: Sin Metodología

**Tabla 7-12. Déficit hídrico con inclusión de caudal ecológico en cuenca del río Limarí (m<sup>3</sup>/s)**

Sección	Total Q	Déficit actual (toda la serie)				Déficit años Qma<Q50%				Déficit (mar10-dic13)			
		Sin Q <sub>eco</sub>	Con Q <sub>eco</sub>	Dif.	Dif (%)	Sin Q <sub>eco</sub>	Con Q <sub>eco</sub>	Dif.	Dif (%)	Sin Q <sub>eco</sub>	Con Q <sub>eco</sub>	Dif.	Dif (%)
Río Grande Alto	1,26	0,08	0,13	0,04	3,5	0,12	0,20	0,07	5,6	0,26	0,40	0,14	11,4
Río Grande Medio	1,02	0,25	0,27	0,03	2,7	0,36	0,41	0,05	4,4	0,57	0,64	0,07	6,7
Río Grande Bajo	0,78	0,01	0,02	0,01	1,3	0,01	0,03	0,02	2,1	0,20	0,23	0,03	4,2
Río Limarí	8,64	2,99	3,68	0,69	8,0	3,74	4,56	0,82	9,5	6,30	6,87	0,57	6,6
Río Hurtado	1,29	0,13	0,17	0,03	2,7	0,23	0,29	0,06	4,3	0,39	0,47	0,08	6,3
Río Huatulame	3,79	2,32	2,41	0,09	2,4	2,24	2,30	0,05	1,4	3,12	3,13	0,01	0,2
Total	16,78	5,78	6,68	0,90	5,4	6,71	7,77	1,06	6,3	10,85	11,75	0,90	5,4

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 7-13. Déficit hídrico con inclusión de caudal ecológico en cuenca del río Aconcagua (m<sup>3</sup>/s)**

Sección	Total Q	Déficit actual (toda la serie)				Déficit años Qma<Q50%				Déficit (mar10-dic13)			
		Sin Q <sub>eco</sub>	Con Q <sub>eco</sub>	Dif.	Dif (%)	Sin Q <sub>eco</sub>	Con Q <sub>eco</sub>	Dif.	Dif (%)	Sin Q <sub>eco</sub>	Con Q <sub>eco</sub>	Dif.	Dif (%)
Primera	5,32	0,02	0,43	0,41	7,7	0,03	0,89	0,86	16,3	0,06	1,19	1,13	21,2
Segunda	4,86	0,14	0,83	0,69	14,3	0,31	1,79	1,48	30,5	0,55	3,36	2,81	57,9
Tercera	4,96	1,06	1,93	0,87	17,5	2,28	3,38	1,10	22,3	3,88	4,82	0,94	19,0
Cuarta	2,55	0,81	1,23	0,42	16,5	1,52	1,97	0,45	17,5	2,45	2,55	0,10	4,1
Putaendo	2,82	0,39	0,62	0,24	8,4	0,58	0,92	0,34	12,1	0,61	1,13	0,52	18,3
Total	20,51	2,41	5,04	2,63	12,8	4,72	8,96	4,24	20,7	7,54	13,05	5,51	26,8

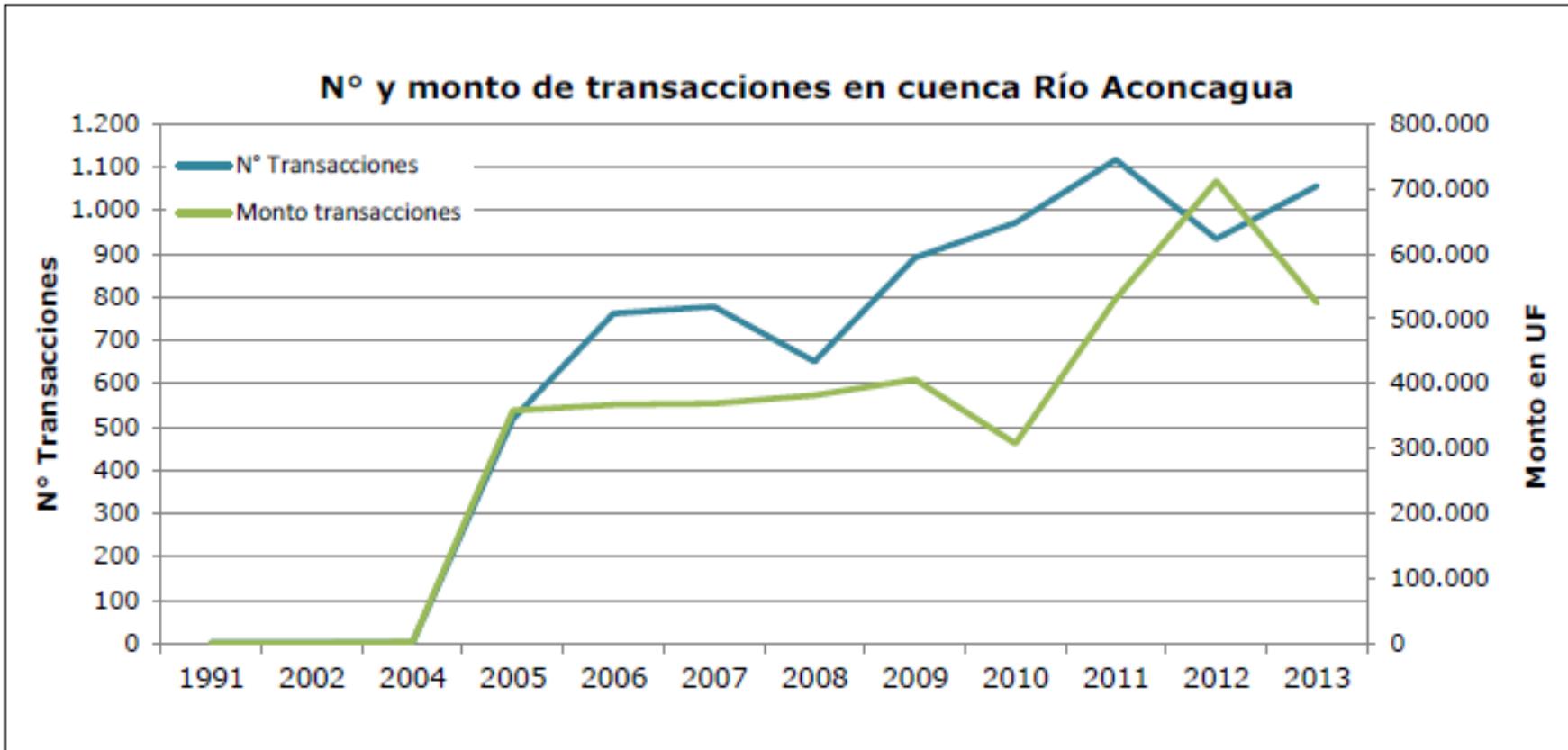
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 7-14. Déficit hídrico con inclusión de caudal ecológico en cuenca del río Rapel (m<sup>3</sup>/s)**

Sección	Total Q	Déficit actual (toda la serie)				Déficit años Qma<Q50%				Déficit (mar10-dic13)			
		Sin Q <sub>eco</sub>	Con Q <sub>eco</sub>	Dif.	Dif (%)	Sin Q <sub>eco</sub>	Con Q <sub>eco</sub>	Dif.	Dif (%)	Sin Q <sub>eco</sub>	Con Q <sub>eco</sub>	Dif.	Dif (%)
Cachapoal Bajo	37,40	0,58	1,34	0,75	2,0	1,20	2,73	1,53	4,1	1,41	3,89	2,48	6,6
Cachapoal Alto	8,44	5,60	5,72	0,12	1,4	6,12	6,31	0,18	2,1	6,84	7,04	0,21	2,5
Río Rapel	23,04	3,17	5,07	1,90	8,2	5,55	8,78	3,24	14,1	10,64	15,02	4,38	19,0
Estero Alhué	4,86	3,13	3,47	0,34	7,0	3,49	3,91	0,42	8,6	3,55	3,86	0,31	6,4
Tinguiririca Alto	1,21	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0
Tinguiririca Bajo	31,75	0,78	3,08	2,30	7,2	1,26	4,40	3,13	9,9	2,12	7,40	5,27	16,6
Total	106,70	13,26	18,68	5,41	5,1	17,62	26,13	8,50	8,0	24,55	37,20	12,65	11,9

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 8-3: Monto y transacciones de derechos superficiales en cuenca Río Aconcagua**



Fuente: Elaboración Propia en base a registros en CBR

En relación al precio del L/s en esta cuenca, en la Figura 8-4 se muestra un gráfico con la evolución del valor del agua (UF/L/s). Como se observa, hacia el año 2005 se observa un aumento en el precio del agua, el cual disminuye en el año 2007. Hacia el año 2009 se genera nuevamente un máximo en el monto. De acuerdo a este análisis, el valor del L/s ha tenido un valor de más de 2.200 UF, y entre el año 2010 al 2013 este valor ha disminuido a menos 1.100 UF.

$$1.000 \text{ UF} = U\$40.000$$

## **Conclusiones del Estudio**

**Sólo el 8% del total de Derechos de Aprovechamiento de Aguas en las cuencas de estudio poseen caudal ecológico mínimo, dado que la mayoría fueron otorgados antes de la década del 90.**

### **Agricultura:**

Calculo en base a disminución de hás para producción y valor de exportación productos principales, no incluye venta local:

Limarí MM U\$D 38, Aconcagua U\$D 171 y Rapel MM U\$D 54.

### **Minería:**

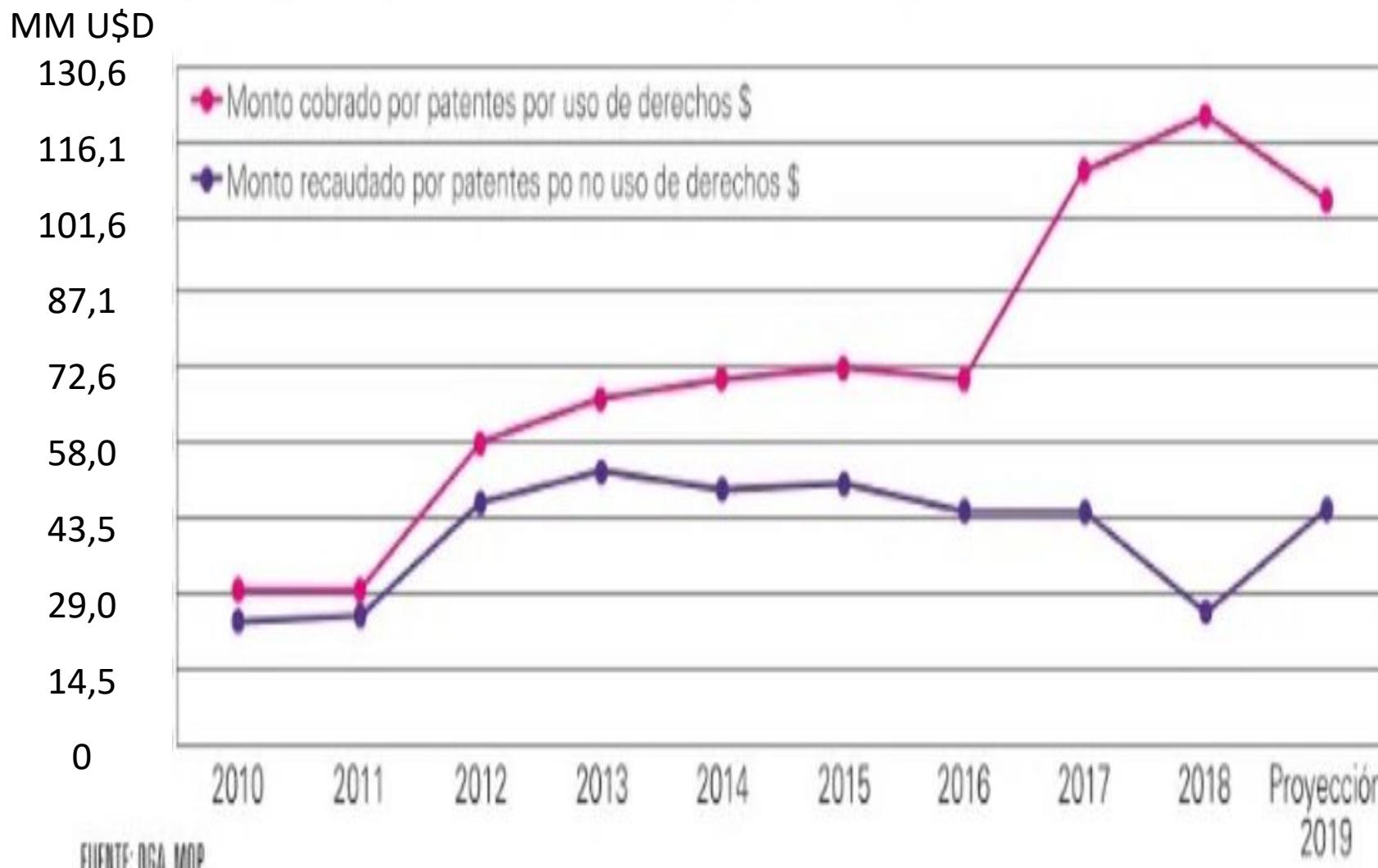
En base a pérdida de producción en valor al momento del estudio:

Aconcagua MM U\$D 365 y Rapel entre MM U\$D 115 y 250.

### **Agua Potable:**

Análisis en Aconcagua con Valparaíso que es la ciudad con mayor población con una dotación de 179 l/hab/día al 2014, la que bajaría en un período de sequía a 92 l/hab/día o dejar 2.000 personas sin abastecimiento.

## Cobro y recaudación por patentes por no uso de derechos.



## 5. Caudal Ambiental en Chile

### **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.

# Algunos casos en Chile en el Inicio del SEIA

Project	Region	River	Type	Sector *	Owner	Year <sup>b</sup>	Status	Initial Instream Flow Method	Final / Adopted Instream Flow Method
<i>Prior to Establishment of the National Environmental Commission in 1990</i>									
Camillar	X	Chapo (lake)	Weir	Hydropower	ENDESA	1989 <sup>c</sup>	Approved <sup>d</sup>	None	None
<i>Prior to Environmental Framework Law of 1994 (and after Establishment of National Environmental Commission in 1990)</i>									
Pangue	VIII	Bio Bio	Dam	Hydropower	Pangue (ENDESA)	1991 <sup>c</sup>	Approved <sup>d</sup>	None	Swiss (Q <sub>50%</sub> )
Santa Juana	III	Huasco	Dam	Irrigation	Directorate of Hydraulic Works	1992 <sup>c</sup>	Approved <sup>d</sup>	None	None
Laja - Diguillín	VIII	Laja	Canal	Irrigation	Directorate of Hydraulic Works	1994 <sup>b</sup>	Approved <sup>d</sup>	None	None
<i>Following Passage of the Environmental Framework Law of 1994 (Voluntary Submittal to System of Environmental Impact Assessment (SEIA))</i>									
Puclaro	IV	Elqui	Dam	Irrigation	Directorate of Hydraulic Works	1995 <sup>i</sup>	Approved <sup>d</sup>	None	None
Loma Alta	VII	Maulle	Diversion	Hydropower	Pelhuénche	1995	Approved	N/A <sup>j</sup>	--
Alto Cachapoal	VI	Cachapoal	Diversion	Hydropower	CODELCO	1995	Approved	N/A <sup>j</sup>	--
Mampil / SE Rucué	VIII	Laja	Diversion	Hydropower	Mampil Electric Co.	1995	Approved	N/A <sup>j</sup>	--
Ralco	VIII	Bio Bio	Dam	Hydropower	Pangue (ENDESA)	1996	Approved	Swiss (Q <sub>50%</sub> )	Modified wetted perimeter
Rucué	VIII	Laja	Diversion	Hydropower	Colbún Machicura Electric Co.	1996	Approved	Swiss (Q <sub>50%</sub> )	Q <sub>50%</sub> (Swiss)
<i>Following Regulation of Environmental Framework Law of 1997 (Obligatory Submittal to System of Environmental Impact Assessment (SEIA))</i>									
Lago Atravesado	XI	Desaguadero	Weir	Hydropower	EDELAYSEN	1998	Approved	None	Q = 1 m <sup>3</sup> /s
Quilleco	VIII	Laja	Diversion	Hydropower	Colbún Machicura Electric Co.	1998	Approved	Swiss (Q <sub>50%</sub> )	Modified PHABSIM
Corrales	IV	Choapa	Dam	Irrigation	Directorate of Hydraulic Works	1998	Approved	Various	0.2 x Q <sub>monthly daily minimum</sub>
Vizcachas	V	Aconcagua	Diversion	Hydropower	Guardia Vieja Hydroelectric	1999	Approved	None	None
Illapel (El Bato)	IV	Illapel	Dam	Irrigation	Directorate of Hydraulic Works	1999	Approved	Various	0.75 x Q <sub>50%</sub>
<i>Recently Submitted Projects</i>									
Alumysa	XI	Cerro Blanco Condor (lake)	3 Dams	Hydropower	Alumysa Joint Venture and Noranda Holdings Ltd.	2001	Submitted	Various	Evaluating
Victoria	IX	Cautín	Canal	Irrigation	Directorate of Hydraulic Works	2001	Submitted	Various	Evaluating

Sources: CONAMA, 2002; MOP, 2000.

Matthew D. Davis and Francisco Riestra M 2002

# Algunos casos en Chile en el Inicio del SEIA

- Central Hidroeléctrica Ralco - 1994 (Derechos de aprovechamiento v/s SEIA, Mantener Pozas Ribereñas, qeco Turbinado aguas abajo en un mini central SEIA)
- Central Hidroeléctrica Rucue - 1994 (Derechos de aprovechamiento v/s SEIA)
- Central Hidroeléctrica Quilleco - 1998 (Relación con Central Hidroeléctrica Rucue y primera aplicación PHABSIM en Chile el año 1998)
- Proyecto Alumysa Hidroeléctricas para proceso de Aluminio – 2001 (Derechos de aprovechamiento eliminó Qeco y SEIA lo reestablece posteriormente)
- Embalse Corrales – 1998 (Estudios previos DGA con qeco muy precario)
- Central Hidroeléctrica Lago Atravesado – 1998 (Paisaje como objetivo específico)
- Central Hidroeléctrica San Pedro – 2007 (q ecológico no fue suficiente + Plan de Manejo)

## SOLICITUD DE DERECHOS DE AGUAS SUPERFICIALES

DGA

## ESTABLECIMIENTO DE CAUDALES ECOLÓGICOS Y AMBIENTALES EN CHILE

### 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)

• • • • •  
PUEDE LIMITAR EL EJERCICIO DEL DERECHO DE APROVECHAMIENTO

## SOLICITUD EVALUACIÓN IMPACTO AMBIENTAL DE UN PROYECTO

SEA (EX CONAMA – 1994 a 2010)

SEIA

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

Propuesto por el Titular o exigido por la autoridad en el proceso de evaluación

### Caudal Ecológico ( 1994 al 2016)

### Caudal Ambiental (Guía SEA 2016)

- Métodos Hidrológicos, Hidráulicos, Simulación de Hábitat, etc.

Resolución de Calificación Ambiental Fija el Caudal Ambiental:

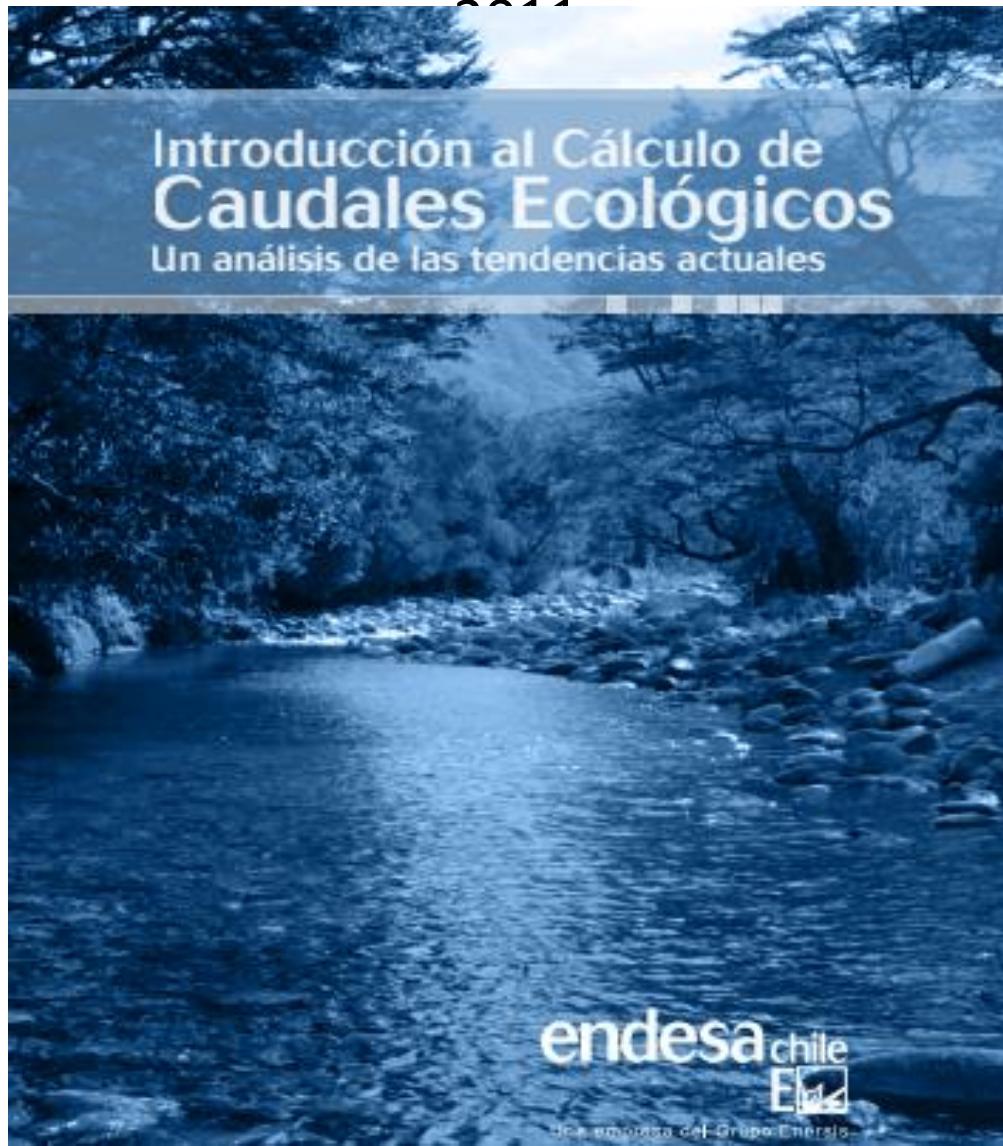
Proyecto CON Impactos Significativos: Medida de mitigación, reparación, compensación / plan de manejo.

Proyecto SIN Impactos Significativos: Compromiso ambiental voluntario.

# Centros de Investigación y Consultoras Especializadas

The collage consists of three screenshots from environmental science websites:

- Top Left:** Centro de Ecología Aplicada (CEA) website. It features a blue header with navigation links: CEA, RECURSOS, SERVICIOS, PROYECTOS Y CLIENTES, COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN, CONTACTO, and FUNDACIÓN. The main content area shows a person in a red jacket working on a boat in icy waters. A logo for "CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA" is in the top right. Below the photo is a text block about CEA's mission and services.
- Top Right:** ECOHYD website. It has a green header with links: PLATAFORMA, ÁREAS DE TRABAJO, INVESTIGACIÓN, PROYECTOS, and CONTACTO. The main content area features a large image of two bare trees standing in water at sunset, with a logo for "ECOHYD" and "EULA-CHILE" below it.
- Bottom Left:** EULA-CHILE website. It has a blue header with links: CENTRO EULA, INVESTIGACIÓN, CAPACITACIÓN, CERTIFICACIONES, SERVICIOS, EXTENSIÓN, SALA DE PRENSA, CONTACTO, and FAC. CIENCIAS AMBIENTALES. The main content area features a large image of a river flowing through a landscape, with text about a "CURSO INTERNACIONAL" and a "Programme & Abstracts" document visible on the left.
- Bottom Right:** A red-bordered box containing information about a specific international course: "Curso internacional ‘Protecting river connectivity: Effective design and monitoring of fishways’ 2017" offered by the University of Southampton, UK, Coventry University, UK, and New Zealand Institute of Water and Atmospheric Research.



# **Estudios Realizados por la DGA y SEA**

## **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)**

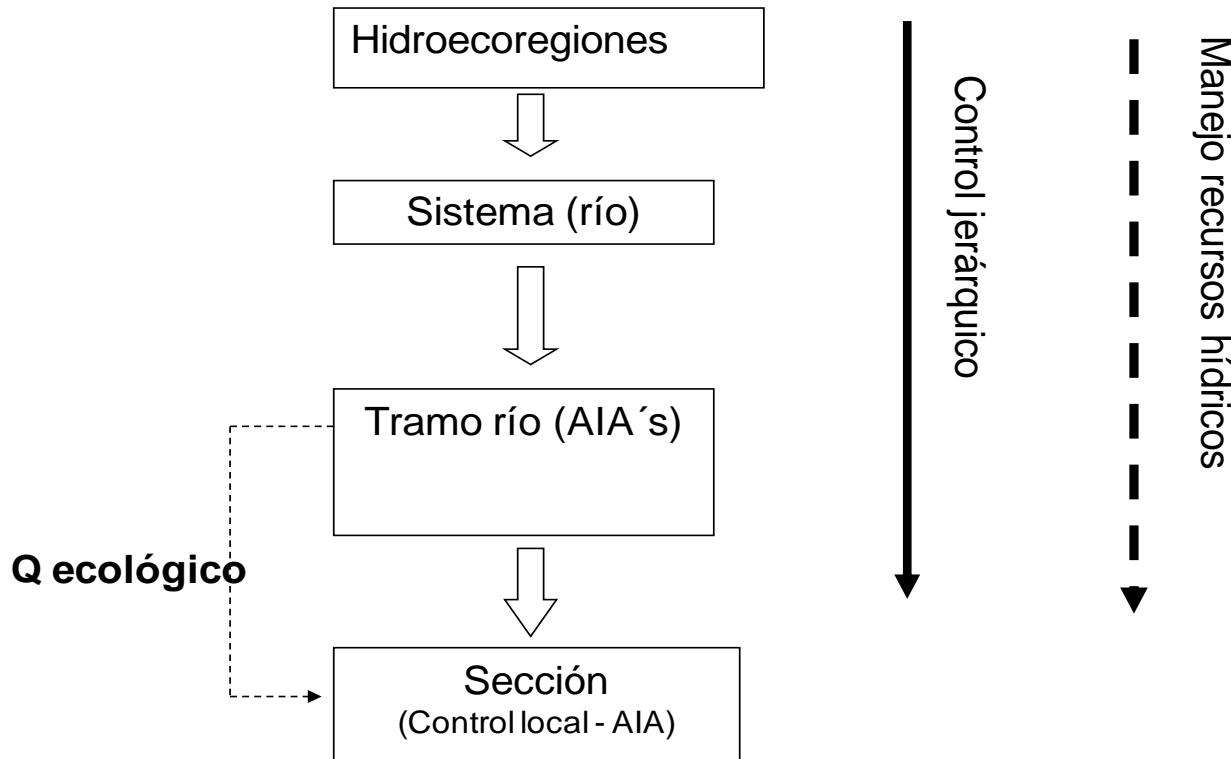
El objetivo de este proyecto es el estudio de las necesidades de información, variables a registrar y período de muestreo, destinadas a la aplicación de programas de simulación de hábitat, entre la IV y X región del país. Implementación de la Metodología Incremental para la determinación de caudales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

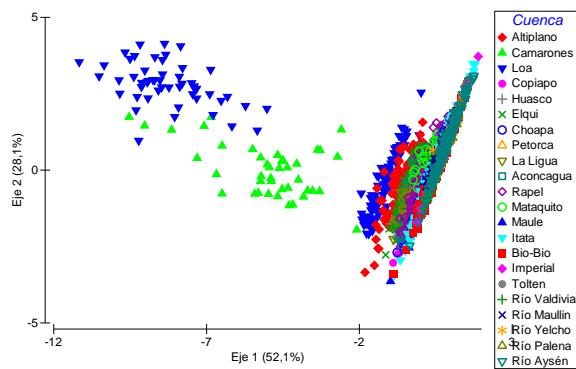
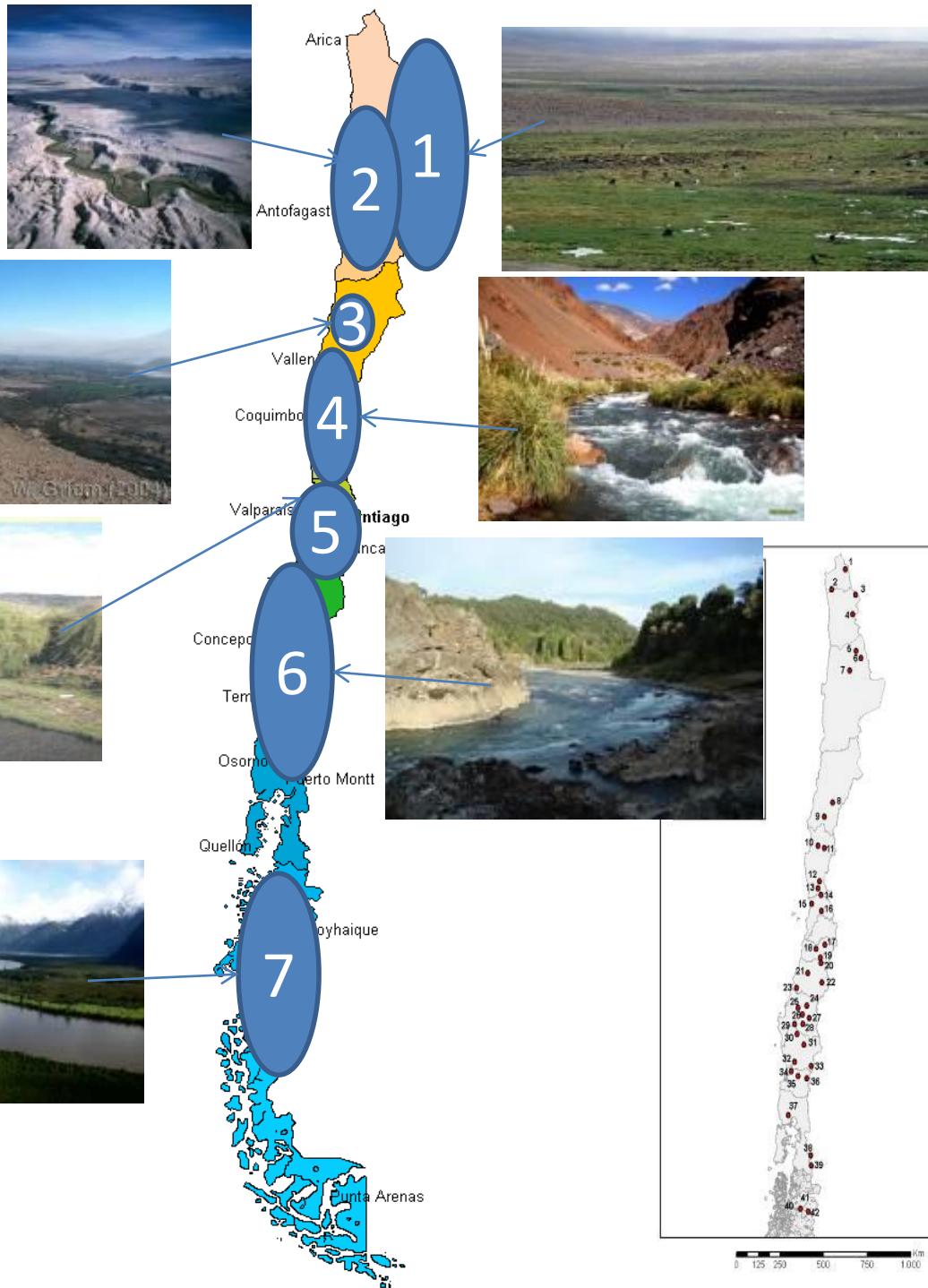


AIA: área importancia ambiental

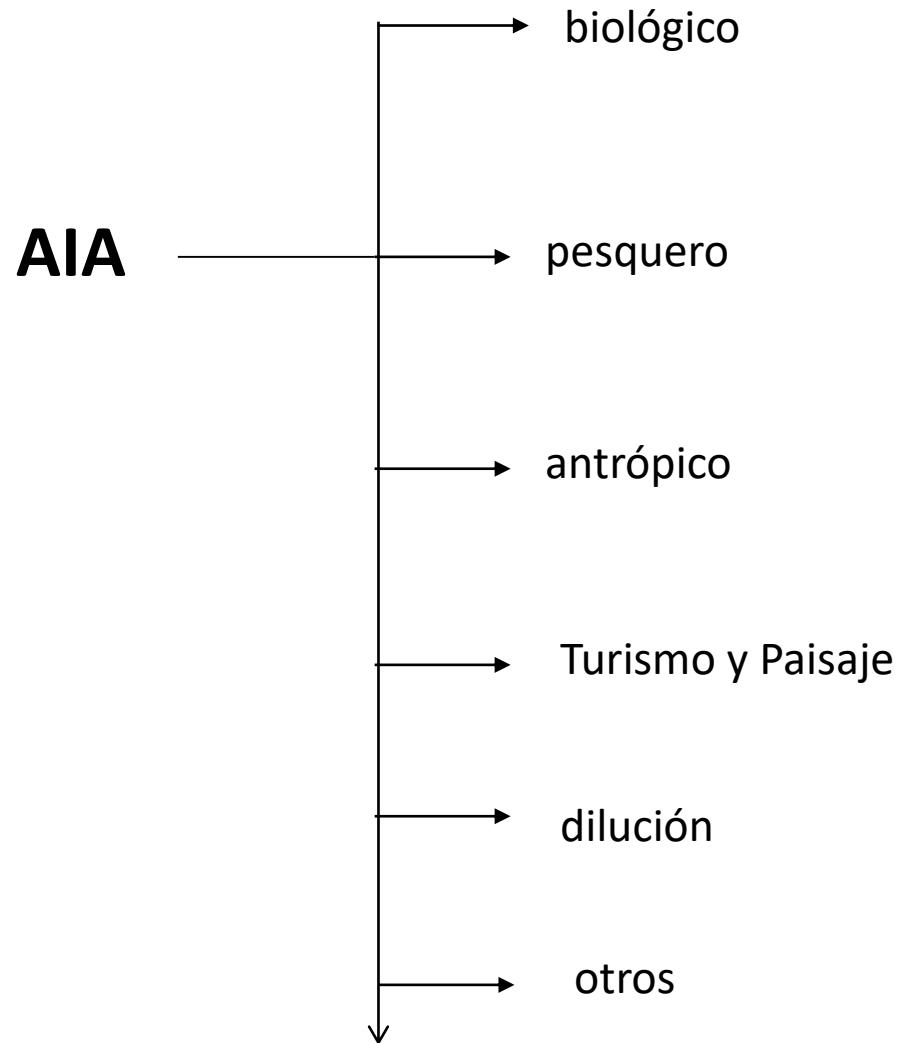
Q ecológico: caudal requerido para mantener bienes y servicios ecosistémicos

# Se obtuvieron siete Hidrozonas

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



# Identificación AIA's

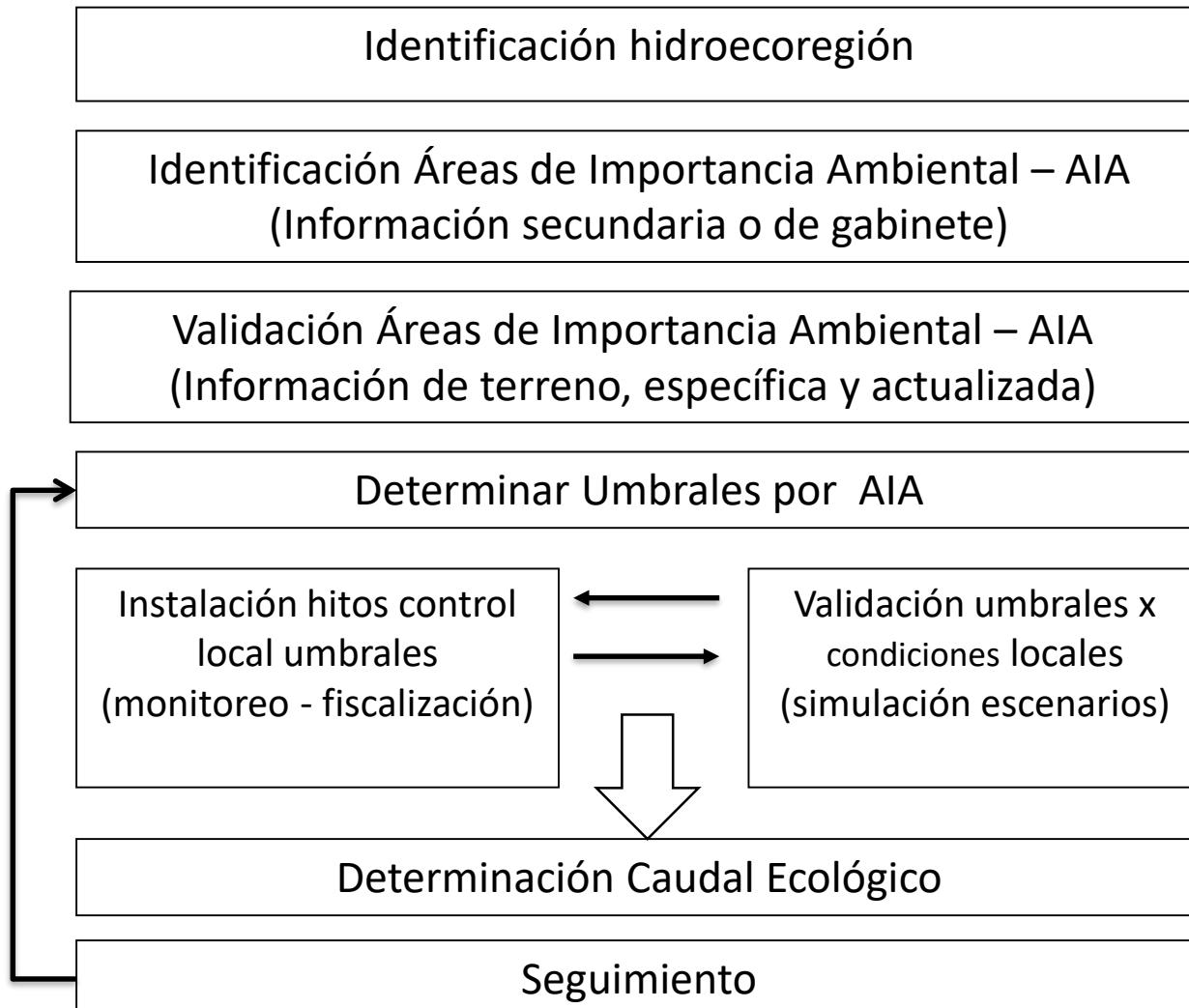


**AIA: Área de Importancia Ambiental**

# Procedimiento para Establecer Caudal Ecológico en el SEIA – DGA (Proyectos)



CENTRO DE  
ECOLOGÍA  
APLICADA



Modelación  
Hidráulica

## ENFOQUE ECOSISTÉMICO

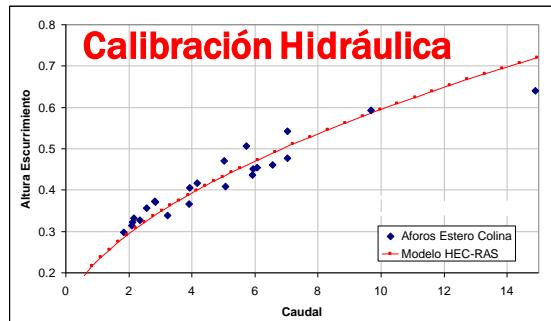
- MAYOR REQUERIMIENTO DE CAUDAL
- VARIABILIDAD TEMPORAL



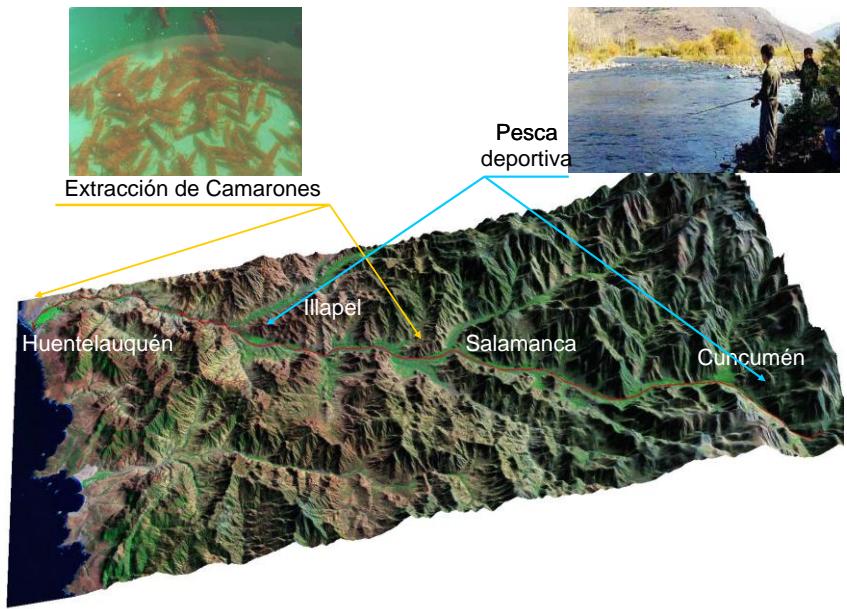
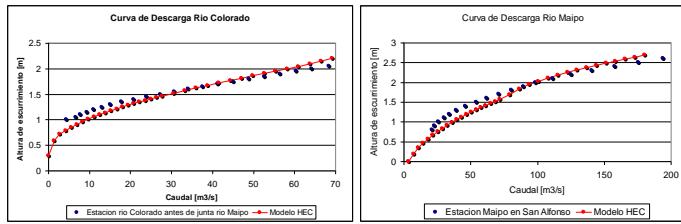
## Levantamientos Topobatimétricos



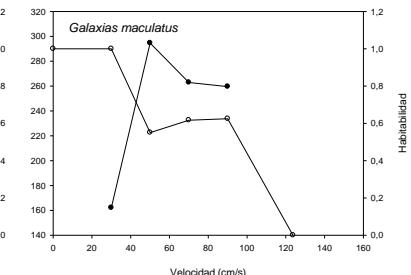
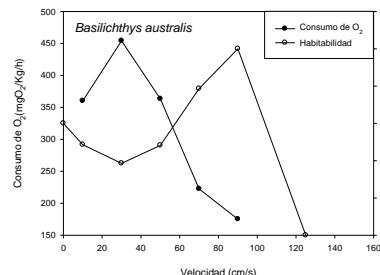
## Modelo Hidráulico



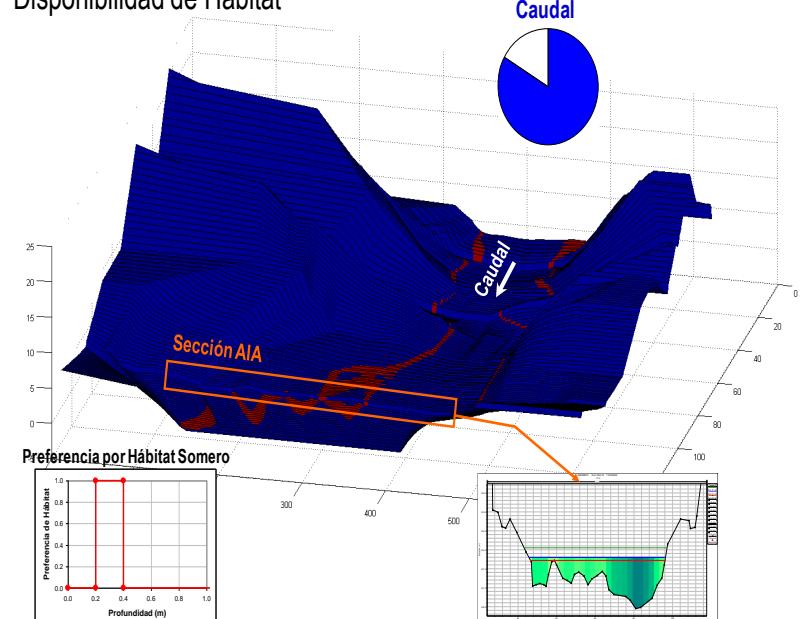
## Aforos o Curvas de Descarga DGA



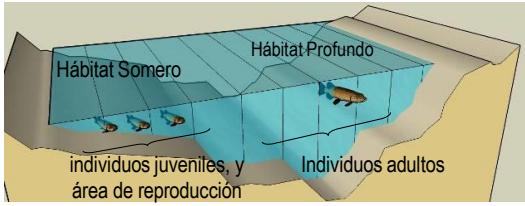
# Curvas de Velocidad / Habitats Especies Nativas



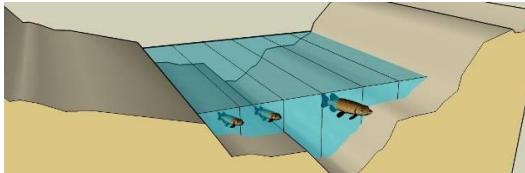
# Disponibilidad de Hábitat



Caudal  
crecida



Caudal  
medio



Caudal  
estiaje



Ejemplo 4.5: Caudales Ecosistémicos mensuales por AIA

Los siguientes gráficos están basados 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.).

Caudal Basal (Especie A introducida)
Caudal Especie B (nativa)
Caudal Especie C (nativa)
Caudal de Lavado
Rafting
Recreativo
Extracción de crustáceos

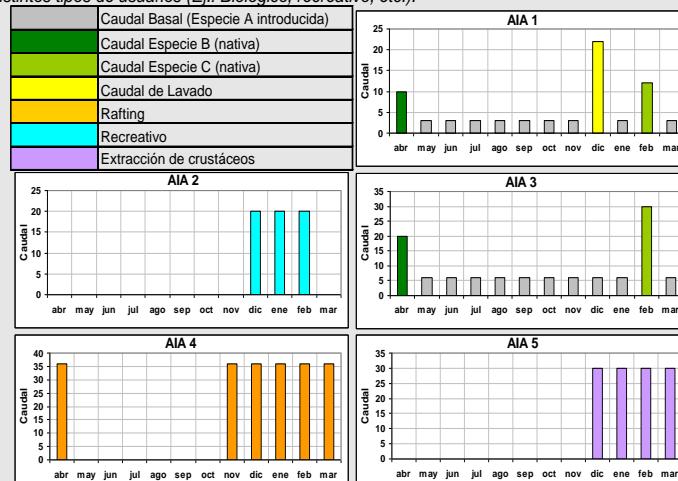


Tabla 4.5: Factores Normalizados de Caudal (Factor =Caudal Sistémico / Caudal Mensual)

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

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

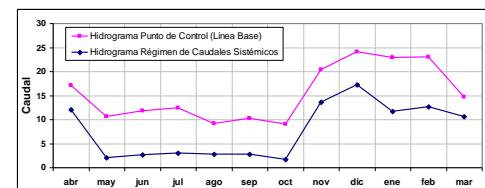
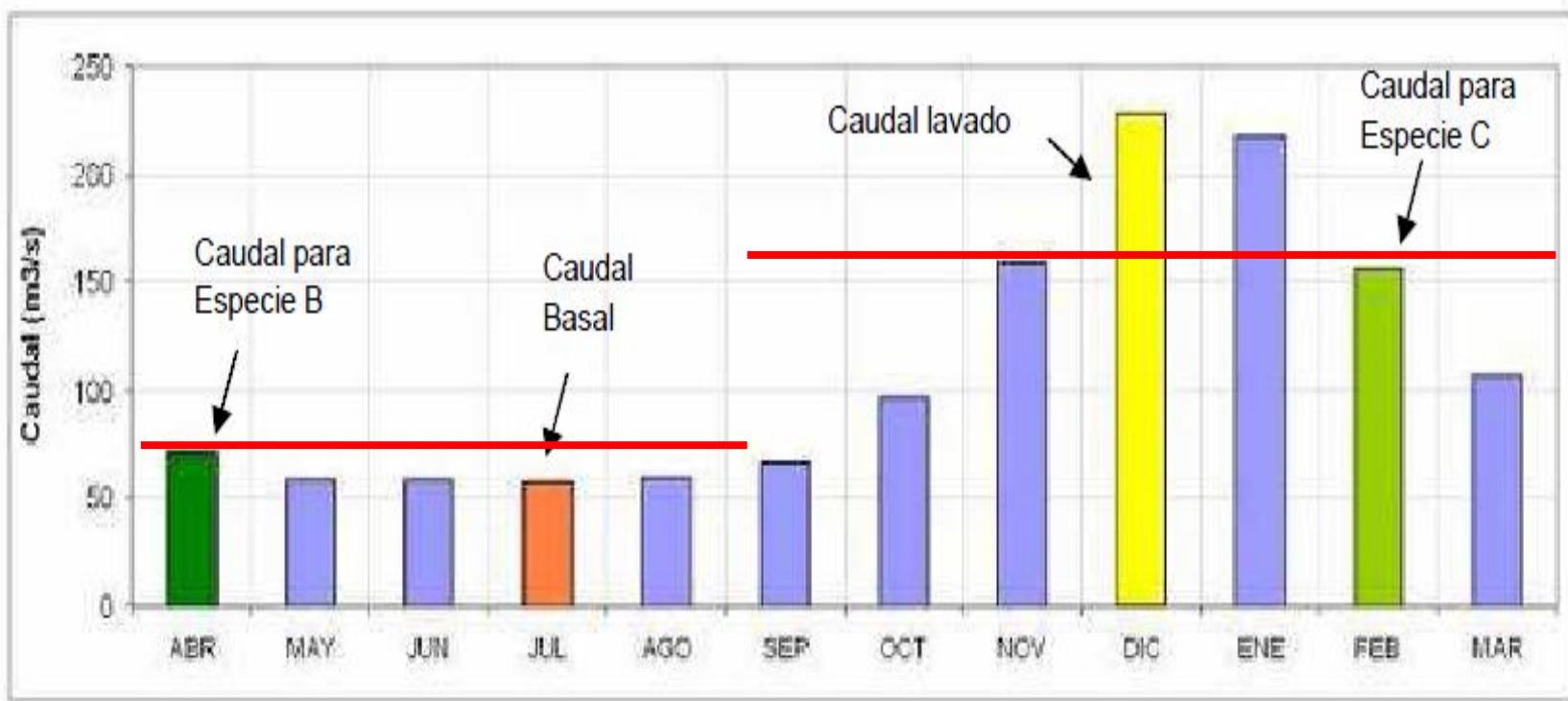


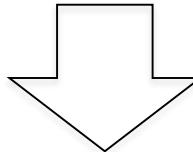
Figura 4.14: Comparación del Hidrograma en el Punto de Control (considerando la Línea Base) y el Hidrograma del Régimen de Caudales Ecosistémicos.

Figura 4.13: Caudales Ecosistémicos mensuales por AIA

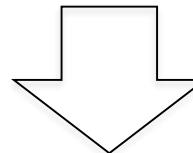


## **SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (SEIA):**

- 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 en el SEIA para otros proyectos.**



- **GUÍA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR EL CAUDAL AMBIENTAL PARA CENTRALES HIDROELÉCTRICAS EN EL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (SEA).**  
**Vigente al día de hoy para Centrales Hidroeléctricas en el SEIA.**

## 6. Metodología Para Guía Caudales Ambientales para Determinar Caudales Ambientales para Centrales Hidroeléctricas en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (2013 al 2016)



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



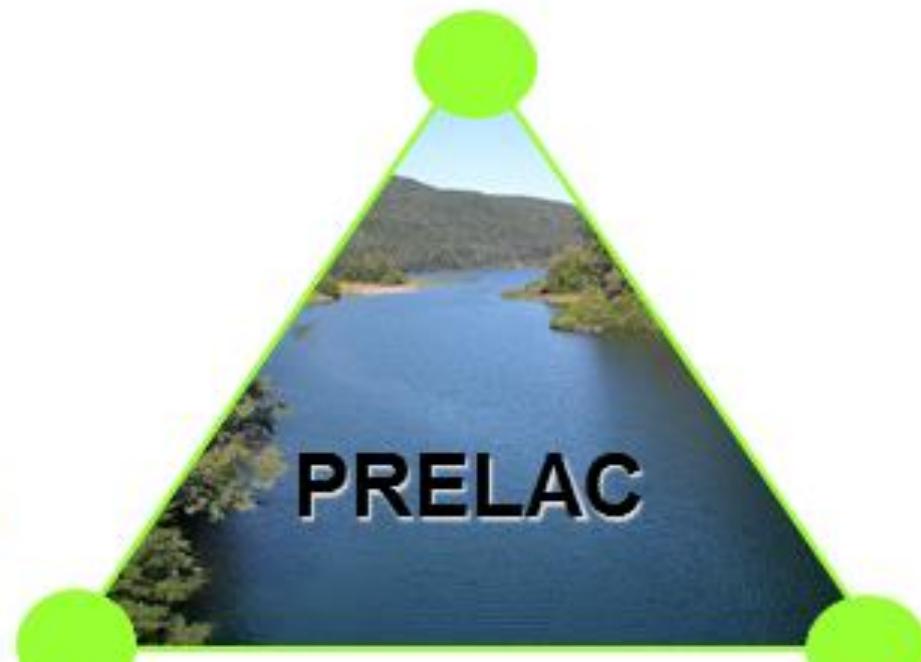


# PROGRAMA REGIONAL DE ECOHIDROLOGÍA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE PRELAC

## Proyectos de investigación-acción

**Fortalecimiento  
de capacidades**

**Educación en  
ecohidrología**



Conferencias,  
seminarios, talleres,  
publicaciones

# 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**



# Ecohidrologia: Un manejo armónico para un mundo sustentable.

CELAC-PHI

**Información e Inscripción:**  
Teléfono: +56 (02) 2718-2835  
[contacto@celacphi2013.cl](mailto:contacto@celacphi2013.cl)  
[www.celacphi2013.cl](http://www.celacphi2013.cl)





# WORKSHOP

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

#### PROGRAMA

- |               |   |
|---------------|---|
| 08:30 - 09:10 | Inscripción   |
| 09:10 - 09:20 | Introducción a la sesión.<br><i>Luca Mao</i> , Pontificia Universidad Católica de Chile   |
| 09:20 - 09:50 | River management in the USA: from exploitation to restoration<br><i>Andrew Wilcox</i> .University of Montana, EEUU  |
| 09:50 - 10:10 | Es posible un desarrollo hidroeléctrico sustentable en Chile?<br><i>Claudio Meier</i> .Universidad de Concepción  |
| 10:10 - 10:30 | Cuanto conocemos los peces chilenos?<br><i>Evelyn Habit</i> .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.<br><i>Cristián Escauriza</i> , Pontificia Universidad Católica de Chile   |
| 11:40 - 12:10 | The relevance of monitoring fluvial dynamics.<br><i>Jonathan Laronne</i> . Ben Gurion University of the Negev, Israel   |
| 12:10 - 12:30 | Desafíos en la gestión de recursos hídricos en Chile.<br><i>Francisco Riestra</i> , Representante CONAPHI -Chile  |
| 12:30 - 12:50 | Índices eco-hidro-morfológicos para los ríos Chilenos?.<br><i>Gabriel Mancilla</i> , 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.<br><i>Hernán Alcayaga</i> , Universidad Diego Portales   |
| 14:40 - 16:40 | Talleres paralelos:<br>- Como se están manejando los ríos en Chile?<br>- ¿Cuál es el estado del arte de la eco-hidro-morfología en Chile<br>- 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   |

Santiago, 10 Abril 2015

Auditorio Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal Universidad Católica, Vicuña Mackenna 4860, Macul.  
Inscripciones: [lmao@uc.cl](mailto:lmao@uc.cl)

ENTRADA LIBERADA

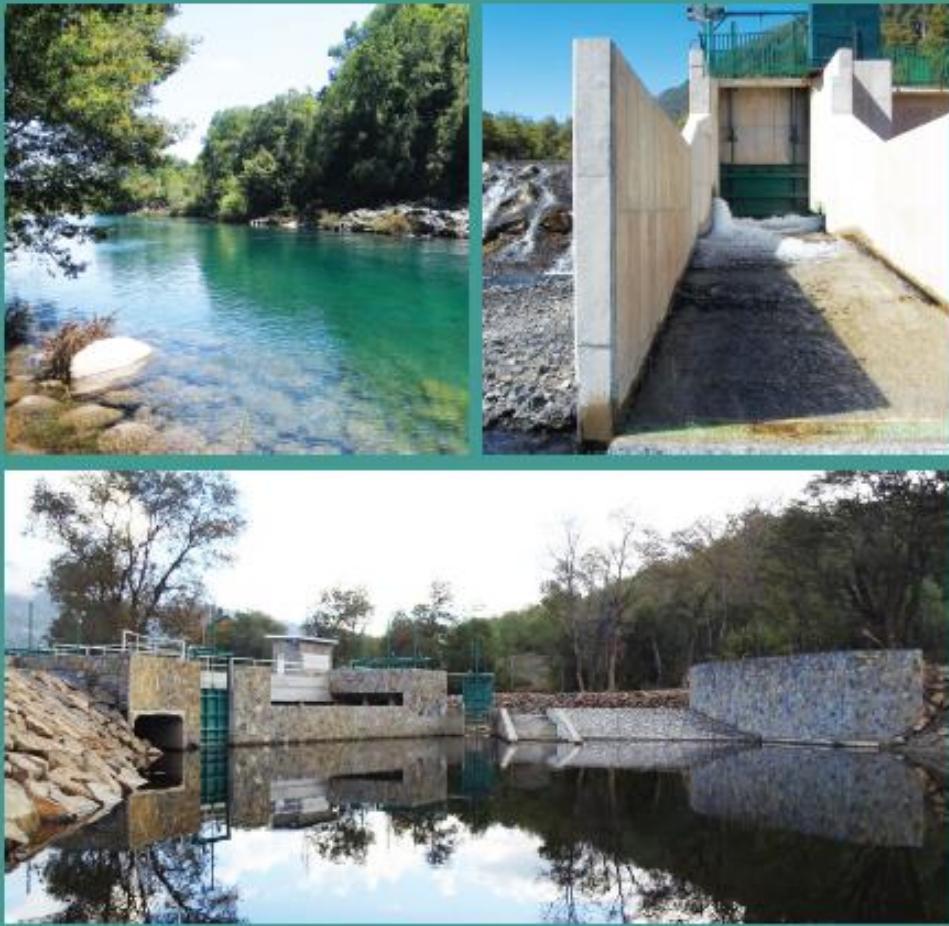
Los sistemas fluviales son el resultado de un complejo y delicado equilibrio entre variables ecológicas, hidrológicas y geomorfológicas. Estas variables son dependientes de la alta variabilidad de escalas espaciales y temporales, además de estar sujetas a crecientes presiones antrópicas y de cambio climático.

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



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



Junio 2016

Las guías tienen carácter indicativo, se evaluará caso a caso.

Objetivo uniformar criterios para la determinación del régimen de caudal ambiental en proyectos de centrales hidroeléctricas en el SEIA.

Caudal ambiental propuesto por el titular o exigido por la autoridad, como medida de mitigación en caso de impactos significativos o compromiso voluntario en caso de impactos no significativos.

Define el caudal ambiental según la Declaración de Brisbane (2007), diferenciándola del caudal mínimo ecológico por su visión integral.

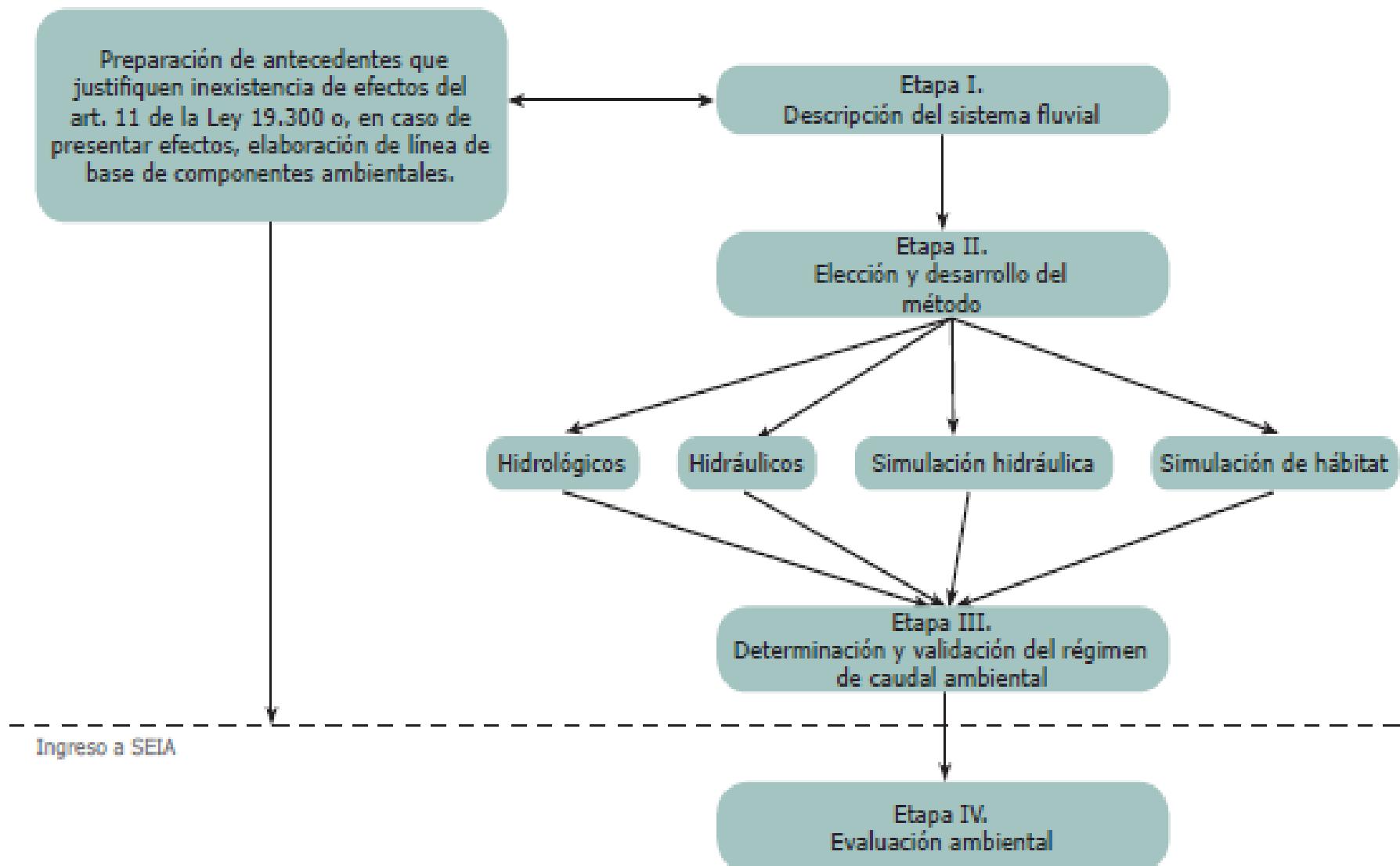
La Guía fue elaborada por el Servicio de Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, sobre la base del Estudio contratado a EcoHyd, Plataforma de Investigación en Ecohidrología y Ecohidráulica, y la contraparte técnica de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, el Servicio y Subsecretaría de Pesca del Ministerio de Economía, y el Ministerio de Energía.

Actualmente se están preparando las “capacitaciones” en el uso de la Guía.

Esta Guía y los criterios que presenta se basan en:

- a) El estudio realizado por la DGA (2008) titulado “Determinación de caudales ecológicos en cuencas con fauna íctica nativa y en estado de conservación crítico”.
- b) Las metodologías internacionales :
  - “*Instream Flow Incremental Methodology*” (sigla en inglés, IFIM) aplicada en Estados Unidos (Bovee *et al.*, 1998)
  - “*Downstream Response to Imposed Flow Transformation*” (sigla en inglés, DRIFT) aplicada en Sudáfrica (King *et al.*, 2003), y
  - Metodología realizada por Beca (2008) para Nueva Zelanda.
- c) Las características de los proyectos hidroeléctricos en Chile.

# Procedimiento Para Determinar Caudales Ambientales



## ETAPA I:

- Caracterización del sistema (hidrología, morfología, fisicoquímica, ecológica, zonas ribereñas y usos antrópicos)
- Descripción del proyecto hidroeléctrico (captación o bocatoma, restitución, otras obras asociadas y regla operación)
- Identificación de las AIA (área importancia ecológica y área usos antrópicos)
- Valoración ambiental del sistema en el Área de Influencia:
  1. Valoración Calidad del Sistema

**Tabla 2. Valoración del río y su ecosistema de acuerdo a los tipos de usos antrópicos que se desarrollan dentro del AIA**

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

**Tabla 3. Valoración ecológica del río en función de la presencia de especies nativas clasificadas según su estado de conservación, especies nativas no clasificadas y especies introducidas en el AIA**

	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

**Tabla 4. Clasificación fisicoquímica de un cuerpo de agua según rangos de valores de parámetros seleccionados**

Parámetro	Unidad	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
OD	mg/l	>7,5	7,5≥OD>5,5	5,5≥OD>5	<5
CE <sup>(1)</sup>	umhos/cm a 25°C	≤750	750<CE≤1500	1500<CE≤3000	>3000
pH <sup>(1)</sup>		6,5-9	6,5-9	6,5-9	<6,5 o >9,0
Turbidez <sup>(1)</sup>	NTU	<50	<50	=50	>50
DBO <sub>5</sub>	mg/l	≤2	2<DBO <sub>5</sub> ≤5	5<DBO <sub>5</sub> ≤10	>10
Aceites y grasas	mg/l	Ausencia	≤5	≤5	>5
Coliformes fecales	NMP/100ml	≤10	10<Coliformes Fecales≤1000	10<Coliformes Fecales≤1000	>1000

(1) NCh 1.333 Of78. Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos

**Tabla 5. Valoración fisicoquímica del río en el AI**

Características del cuerpo de agua	Valor
Posee NSCA o es de clase 1	3
Clase 2	2
Clase 3	1
Clase 4	0

**Tabla 6. Valoración conjunta de la calidad del sistema**

Valor	Nivel de valoración del sistema
0-2	Baja
3-6	Media
7-9	Alta

## 2. Valoración Alteración Hidromorfológica

**Tabla 7. Clases de alteración de la magnitud hidrológica esperada producto de la operación de la central**

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

Simbología:  $IAH_M$  se define como la razón entre el caudal máximo turbinable ( $Q_{MT}$ ) y el caudal medio anual ( $Q_{MA}$ ) en régimen actual.

**Tabla 8. 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**

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 9. Valoración de la potencial alteración del gasto sólido producto de la central hidroeléctrica**

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 10. Valoración conjunta de la alteración hidromorfológica esperada por el proyecto**

Nivel	Nivel de alteración hidromorfológica esperada
0-2	Baja
3-6	Media
7-9	Alta

**Tabla 6. Valoración conjunta de la calidad del sistema**

Valor	Nivel de valoración del sistema
0-2	Baja
3-6	Media
7-9	Alta

## ETAPA II:

- Elección y desarrollo del método.

**Tabla 11. Identificación del grupo de métodos adecuados a implementar en el estudio de caudales ambientales**

Alteración Hidromorfológica	Calidad del Sistema			
	Niveles	0-2	3-6	7-9
0-2	-Q <sub>DGA</sub>	-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 de hábitat y calidad de agua	

Leyenda: La identificación del grupo de métodos adecuados a implementar en el estudio de caudales ambientales considera la valoración de la calidad del sistema y la alteración hidromorfológica esperada producto de la operación del proyecto hidroeléctrico.

Justificar selección según características del río.

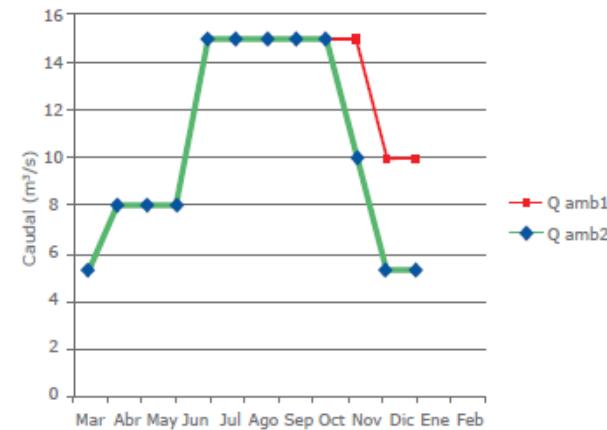
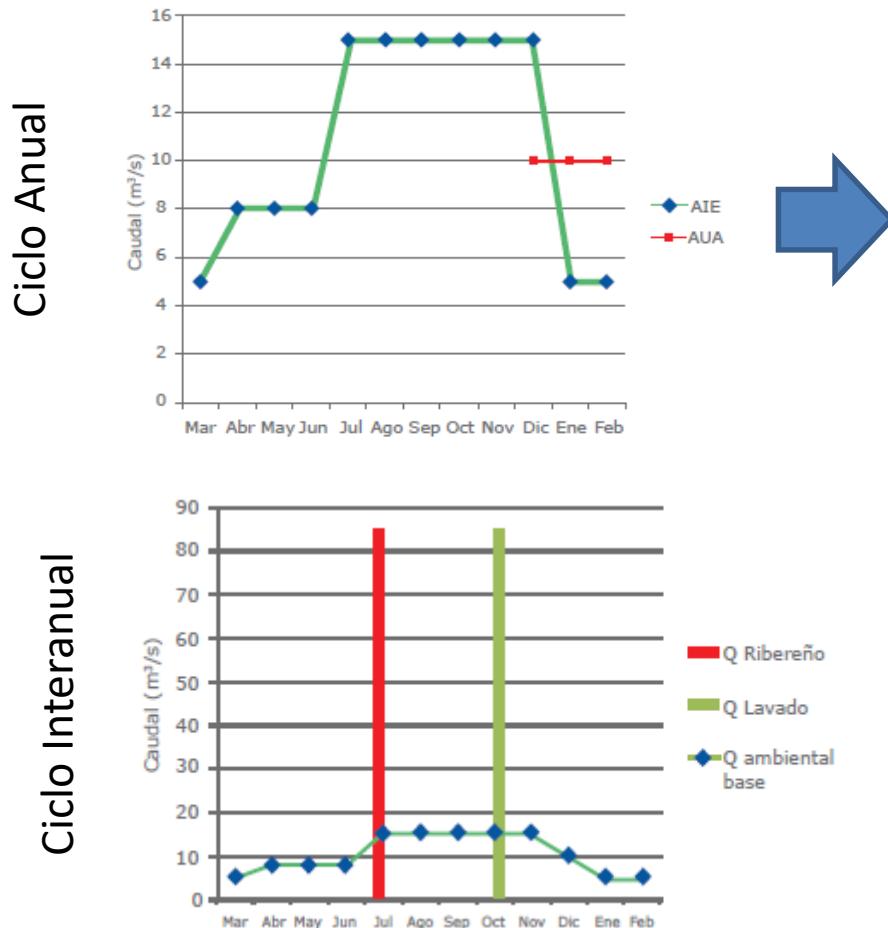
**Figura 13. Cuadro de ajuste en la aplicabilidad de los distintos métodos analizados, según tipo de río, elección de especie objetivo, actividades o usos antrópicos, consideración de la variabilidad estacional y conceptualización ecológica**

Simbología: Macro=Macroescala, Meso=Mesoescala, Micro=Microescala, N/A=No es posible aplicarlo técnicamente, N/R=No es recomendable su implementación, P/I=Puede implementarse con variaciones en el método original, NO=No se debe implementar en ningún caso, y (\*) Altas pendientes y macrorrugosidad

			Hidrológicos	Hidráulico	S. Hidráulico	S. Hábitat						
			Método de caudal básico	Método RVA	Una sección Perímetro mojado	Multiselcción	Simul. hidráulica 1D	Simul. hidráulica 2D	Simul. Hábitat 1D Fuzzy	Simul. Hábitat 1D	Simul. Hábitat 2D Fuzzy	Simul. Hábitat 2D
Bloque		Escala espacial	Macro	Macro	Meso	Meso	Micro	Micro	Micro	Micro	Micro	Micro
A	Tipo de río	Unicauce	N/A	N/A	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
		Multicauce	N/A	N/A	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
		Trenzados	N/A	N/A	NO	NO	N/R	SI	N/R	N/R	SI	SI
		Río de Montaña (*)	N/A	N/A	SI	SI	SI	N/R	SI	SI	N/R	N/R
B	Organismos y ambientes como especie objetivo	Peces	N/A	N/A	NO	SI	P/I	P/I	SI	SI	SI	SI
		Macroinvertebrados	N/A	N/A	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
		Zonas ribereñas	N/A	N/A	P/I	P/I	P/I	P/I	P/I	P/I	P/I	P/I
C	Actividades o usos antrópicos	Kayak	N/A	N/A	NO	P/I	SI	SI	SI	SI	SI	SI
		Baño	N/A	N/A	NO	P/I	SI	SI	SI	SI	SI	SI
		Paisaje	N/A	N/A	P/I	P/I	SI	SI	SI	SI	SI	SI
		Balseo	N/A	N/A	NO	P/I	SI	SI	SI	SI	SI	SI
D	Estacionalidad Flushing flows Transporte de sedimentos		SI	SI	P/I	P/I	SI	SI	SI	SI	SI	SI
			SI	SI	P/I	P/I	SI	SI	SI	SI	SI	SI
			N/A	N/A	P/I	P/I	P/I	P/I	SI	SI	SI	SI
E	Conceptualización ecológica	Holístico	SI	SI	NO	NO	P/I	P/I	P/I	P/I	P/I	P/I
		Peces	SI	SI	NO	P/I	SI	SI	SI	SI	SI	SI
		Macroinvertebrados	SI	SI	SI	SI	P/I	P/I	SI	SI	SI	SI

### ETAPA III:

- Determinación y validación del régimen de caudal ambiental, considerando los caudales que satisfacen los requerimientos ambientales y la temporalidad necesaria para las especies objetivo (Área Importancia Ecológica) y/o de las actividades antrópicas (Área Usos Antrópicos).



Sólo en casos justificados, caudal adicional acorde al hidrograma natural o métodos hidrológicos.

## **ETAPA IV:**

- Evaluación ambiental y plan de seguimiento (Proceso formal de evaluación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental - SEIA).

La Guía además, presenta la descripción en detalle de los métodos hidrológicos, hidráulicos, simulación hidráulica y de simulación de hábitat físico.

# 6. Otras Experiencias Destacables

English Français Español Русский العربية 中文

Google Custom Search



Acceso personal

UnesCommunity



# UNESCO

SOBRE LA UNESCO

TEMAS

PAÍSES

COLABORAR

EMPLEO

RECURSOS

"Construir la paz en la mente de los hombres y de las mujeres"

Inicio > Toolkit para Caudales Ambientales

## Toolkit para Caudales Ambientales



© UNESCO

### Autores:

Anny Chaves, Javier Fallas, Kimberly Rojas, Francisco Quesada

### Coordinación Área de Ciencias Unesco San José:

Juan Criado

### Revisión Técnica:

Perla Alonso, Michael McClain, Jorge Picado, Francisco Riestra.

### INFORMACIÓN RELACIONADA

- [Inicio](#)
- [Información del Proyecto](#)
- [Metodologías](#)
- [Gobernabilidad](#)
- [Glosario](#)
- [Cuadro de afectación y recomendaciones](#)
- [Biblioteca de recursos](#)

### DOCUMENTS

- [Versión descargable \(PDF\)](#)

### Diseño gráfico y diseño web:

Isaías Vega

### Ilustraciones:

María Fernanda Bonilla y Pedro Bolaños

Selección metodológica hoy responde a los objetivos más específicos:

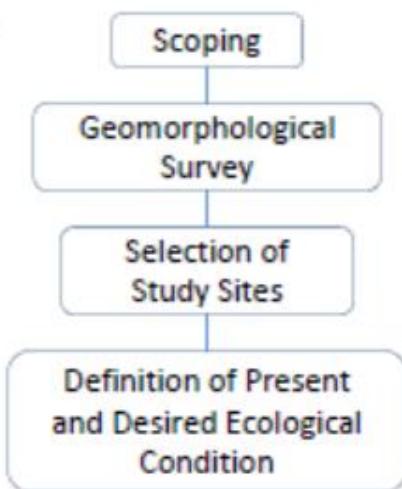
### África, Río Mara, Tanzania y Kenya:

- Objetivo principal el **sustento del ecosistema acuático y satisfacer las necesidades humanas básicas** (estimar caudal disponible para extracción).
- Método de Construcción de Bloques (King et al 2000), incorpora aspectos sociales y de calidad de aguas.
- Establece un caudal de reserva con años de mantenimiento y otro diferente para años secos (**variabilidad interanual con distribución mensual**), con funciones diferentes: **mantener conectividad y variabilidad hidrológica, mantener inundación de hábitat críticos en períodos secos**, y otras que se agregan para períodos de mayores caudales: migración y reproducción de los peces, inundación macrófitas y planicies de inundación, mantener flujos de nutrientes, prevenir acumulación de sedimentos, finos, entre otros.

WWF, Wllobal Water for Sustainability Program USA, Kenya Ministry of Water and Irrigation (2003) y Tanzania Ministry of Water and Irrigation (2005).

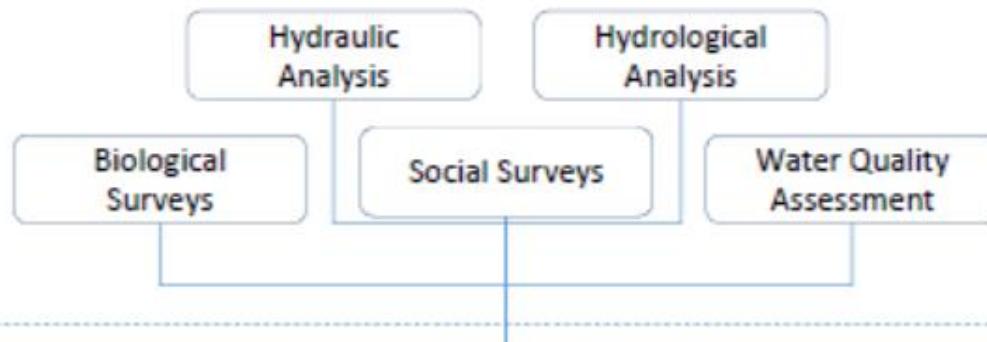
## Metodología de Building Block

Preparatory Phase



Objective focused

Assessment Phase



Detailed studies & Selection of indicators

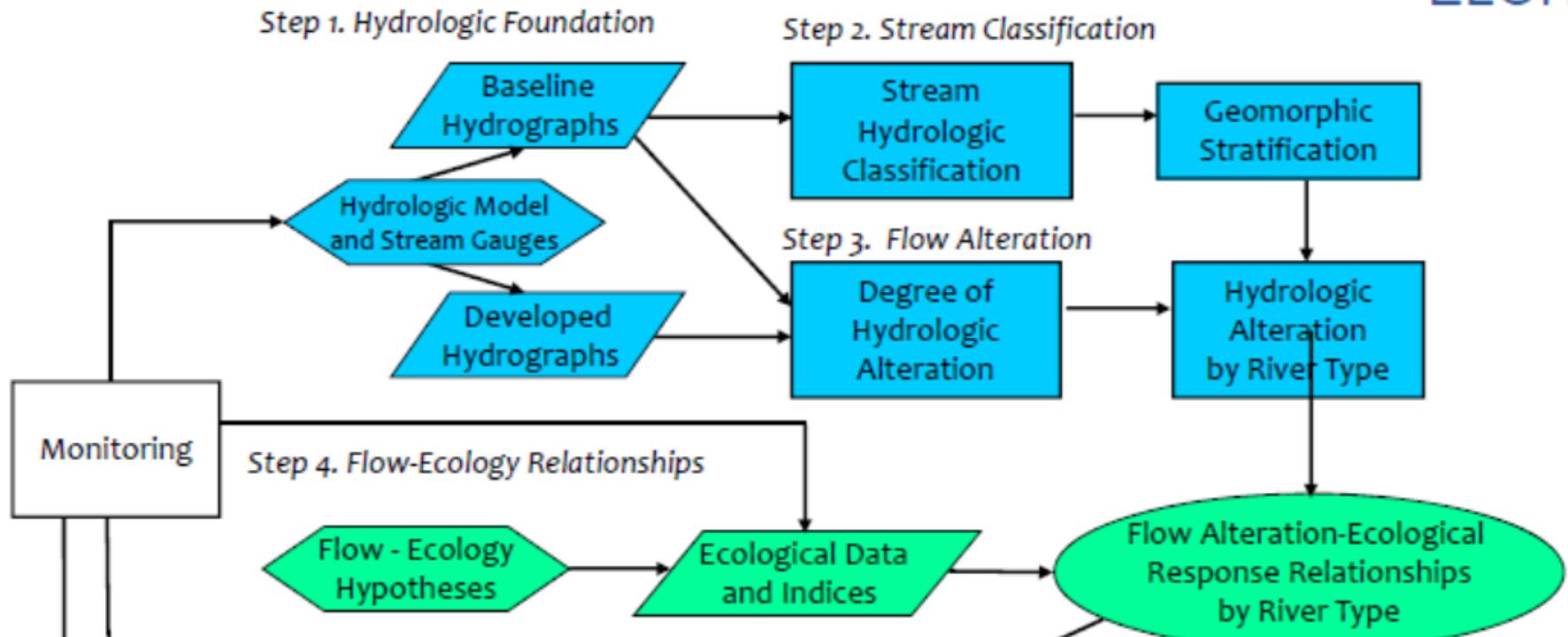
Synthesis & Consensus-Building Phase



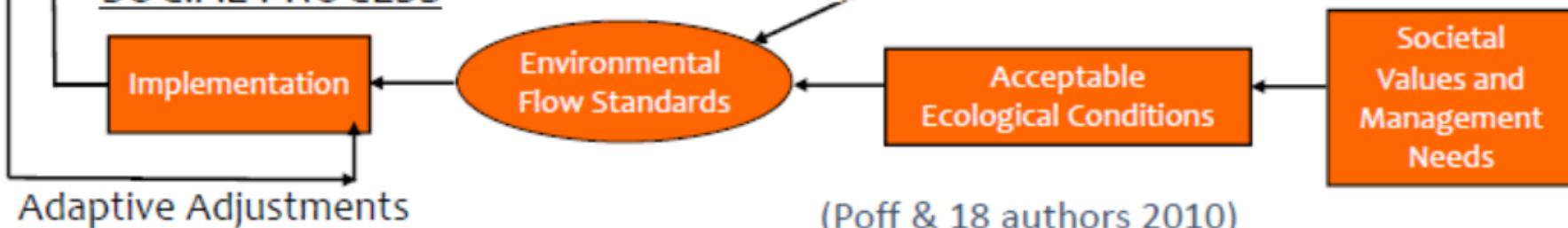
Facilitated process using data, models, & expert knowledge to reach consensus

# Ecological Limits of Hydrological Alteration ELOHA

## SCIENTIFIC PROCESS



## SOCIAL PROCESS



(Poff & 18 authors 2010)

- España

# Estimación de caudales ecológicos en dos cuencas de Andalucía. Uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas

D. Baeza Sanz<sup>1</sup>, P. Vizcaíno Martínez<sup>2</sup>

(1) Fundación Nueva Cultura del Agua (FNCA). Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza.

(2) Ecohidráulica S.L. Gatzambide 46, 28015 Madrid.

- **Objetivo:** gestión adecuada recursos hídricos en la cuenca y lograr un buen estado ecológico de los ecosistemas (Directiva Marco del Agua)

## Metodología

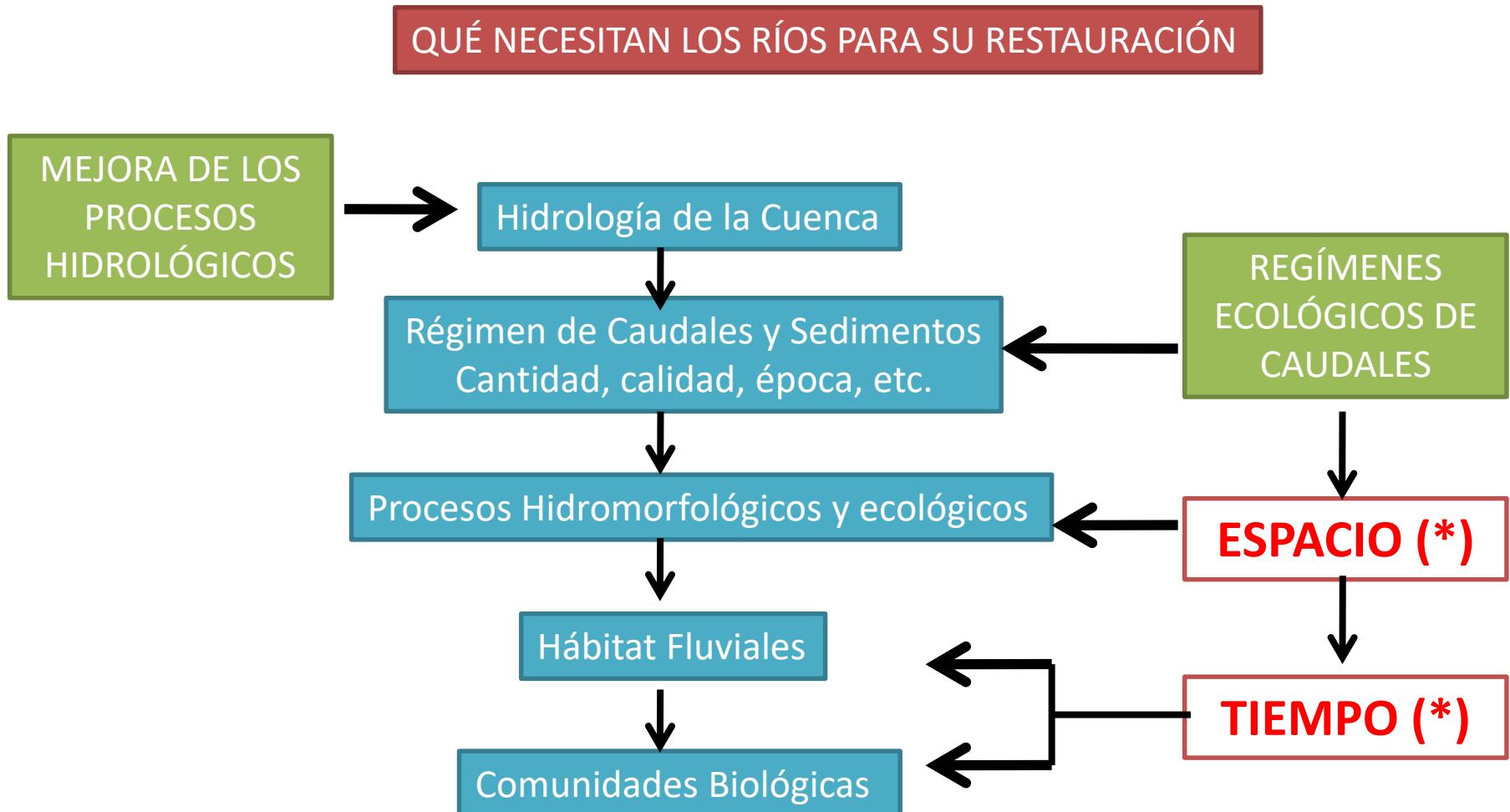
- 1º Determinación caudales ecológicos(RHYHABSIM (Jowet, 1998) y River 2D Steffler et al., 2000) hábitat especies piscícolas (Trucha más apreciada y de mayores demandas de agua).
- 2º Programa de Gestión de Cuenca AQUATOOL (U. Politécnica de Valencia):
  - Caudal ecológico (incorporarlo a las demandas de la cuenca y escenarios)
  - La restitución de aportes en régimen natural
  - Caracterización infraestructura hidráulica
  - Modelos acuíferos (mantener recargas por derrames)
  - Análisis Demandas (satisfacer actuales y futuras con escenarios de gestión)



• 49% del caudal natural circulante (volumen)

- # España

“Guía Metodológica para la elaboración de proyectos de Restauración de Ríos”, Programa Agua, Ministerio de Medio Ambiente , 2007.



(\*) Necesarios para la recuperación de los hábitat y comunidades biológicas

# Proyecto Piloto y Curso Caudales Ambientales 2012



Centro Regional del Agua para Zonas  
Áridas y Semiaridas de América Latina y  
el Caribe

Centro UNESCO Categoría II



## Evaluación Inicial de Caudales Ecológicos/Ambientales en la cuenca del río Huasco-Chile



Con el apoyo de:



# (PHABSIM SIMPLIFICADO + ANÁLISIS SOCIAL + CAUDAL ECOLÓGICO VOLUNTARIO JDV)

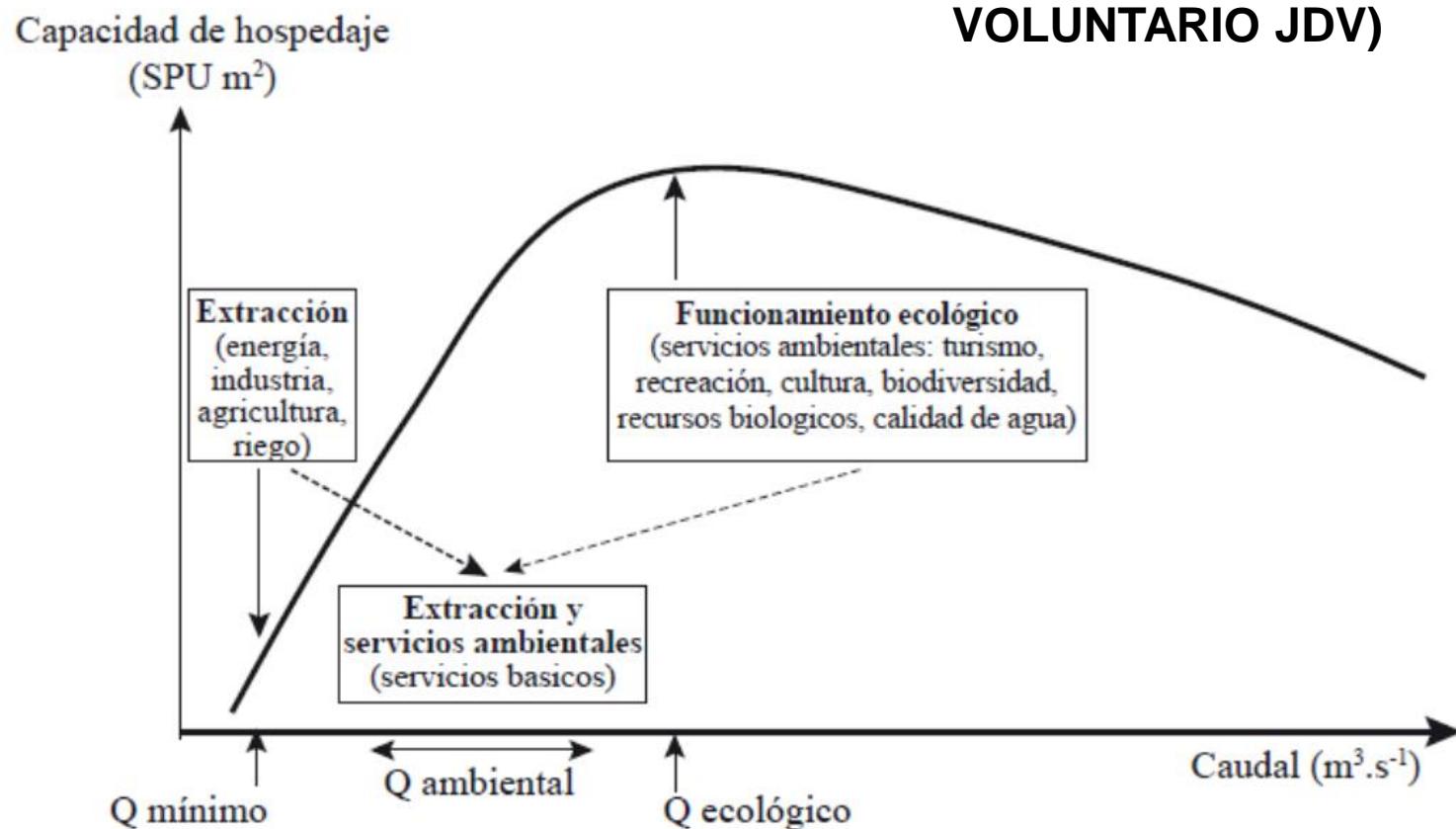


Figura C5-1. Curva teórica de evolución de la capacidad de hospedaje de una especie de peces (o Superficie Potencialmente Utilizable como evaluada en el método PHABSIM), indicadora del funcionamiento ecológico del río. Los caudales mínimo, ambiental y ecológico están ilustrados en relación a los usos que favorecen. Esos caudales deben variar en función al ciclo hidrológico y a los ciclos biológicos de los organismos indicadores (por ejemplo para los peces: reproducción, crecimiento de alevines, estiaje para los adultos). Extraído de Aguilera & Pouilly 2012.

- Brasil (Caudal Legal – Caudal Deseable)

En el caso de Brasil desde 1997 se constituye un sistema de manejo por cuencas que dispone un conjunto de mecanismos jurídico-administrativos con la finalidad de poner en práctica la Política Nacional de los Recursos Hídricos enunciada en la Ley 9433/97. Uno de los puntos más destacados de este sistema de gestión es la formación de Comités de Cuencas Hidrográficas compuestos por organismos públicos, entidades civiles de los recursos hídricos y de diversos sectores de usuarios de la cuenca hidrográfica. Dentro de sus funciones se encuentran promover el debate sobre los recursos hídricos y articular la actuación de las entidades participantes, arbitrar los conflictos relacionados a los recursos hídricos, aprobar los Planes de Recursos Hídricos (donde se definen los objetivos de conservación, recuperación y utilización), entre otros.

# • Nueva Zelanda

## Draft Guidelines for the Selection of Methods to Determine Ecological Flows and Water Levels



### Methodology

Beca facilitated a two-day workshop in Christchurch on 19–20 December 2006. The workshop participants:

- (i) listed the ecological management objectives/values relating to the ecological flow/level of the river, lake, wetland or groundwater resource being considered, together with factors that might affect the ability to achieve that objective
- (ii) listed the technical methods applicable to the setting of ecological flows and water levels for the type of water body under consideration and debated the pros and cons of each method
- (iii) developed a matrix of methods applicable depending on the significance of the values perceived for the water resource under consideration, and the degree of hydrological alteration being considered for that water resource.

Subsequent to the workshop, lead writers – for each of: rivers, lakes and wetlands, and groundwaters – drafted documents intended to support the recommendations. Each of these documents was reviewed by three members of the workshop team as well as by the Department of Conservation (in the case of rivers and lakes) before being consolidated by Beca.

# Costa Rica (Proyecto RANA – ICE)

## Normativa recurso hídrico

### 1. Ley de Aguas No. 276 del 26 de agosto de 1942: *Dominio público.*

Otorga al Ministerio de Ambiente, Energía y Mares la potestad para disponer y resolver en nombre del Estado sobre el dominio, aprovechamiento, utilización, gobierno o vigilancia de las aguas y los vasos que las contienen.

### 2. Manual Técnico Dirección de Aguas MINAE (reglamento)

La Gaceta N.98, 29 mayo 2004

Establece caudal mínimo de 10% del promedio anual



# Metodología RANA

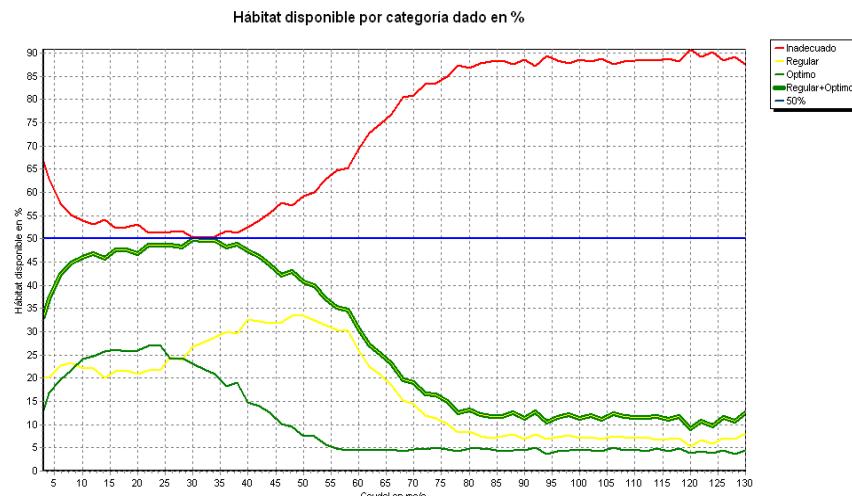


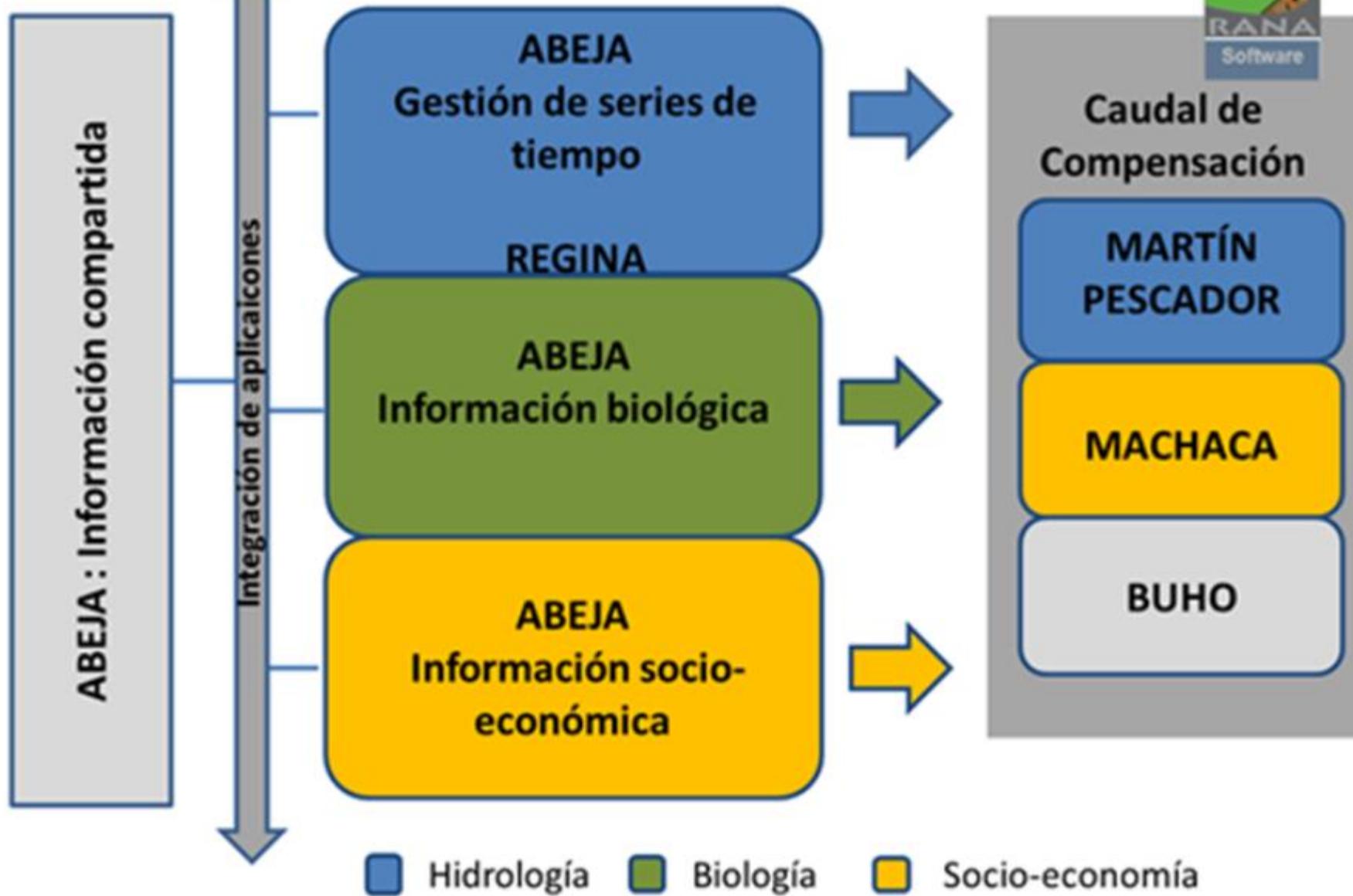
## Restricción biótica

50% del hábitat debe mantener condiciones óptimas / regulares  
Óptima al menos 20 %

## Restricción socioeconómica

Reglas que permiten uso de mayor puntaje

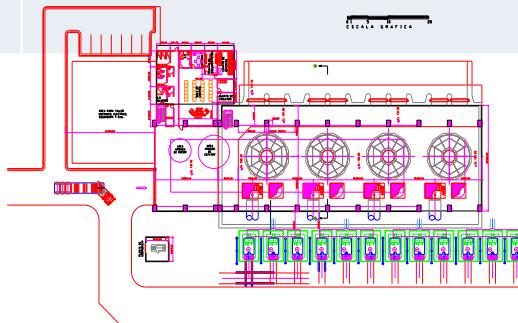




# Modificación en planta y modo de operación



	Propuesta original	Modificación por caudal ambiental
Caudal utilizado	3 unidades Francis utilizan $80 \text{ m}^3/\text{seg}$ (c.u.) + mini central $15 \text{ m}^3/\text{seg}$	4 unidades Francis utilizan $60 \text{ m}^3/\text{seg}$ (c.u.) + mini central $15 \text{ m}^3/\text{seg}$
Operación diaria	De 16 a 21 horas	Al menos una unidad 24 horas a media capacidad



Durante el llenado se respeta:

- $40 \text{ m}^3/\text{seg}$

Por diseño aportará

- $45 \text{ m}^3/\text{seg}$

Voluntario, pero también temas sociales (oposiciones a los proyectos)

No se intervienen áreas bajo protección.

# CAUDALES ECOLOGICOS PERÚ

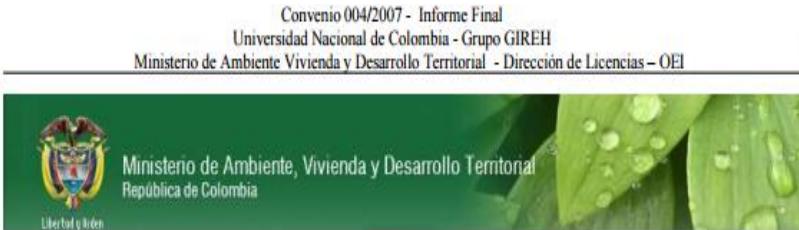
- Para 20 m<sup>3</sup>/s, el caudal ecológico será como mínimo el 10 % del caudal medio mensual para la época de avenida, y para la época de estiaje será de un 15 % del caudal medio mensual.
- Para caudales medios anuales iguales o mayores a 20 m<sup>3</sup>/s y menores o iguales a 50 m<sup>3</sup>/s, 10 % para la época de avenidas, y para la época de estiaje será de un 12 % del caudal medio mensual.
- Para caudales medios anuales mayores a 50 m<sup>3</sup>/s, el caudal ecológico corresponderá al 10 % del caudal medio mensual para todos los meses del año.



# **COLOMBIA**

## **Año 2008**

[http://www.anla.gov.co/documentos/4205\\_081009\\_info\\_comen\\_final\\_caudal\\_ambiental\\_301109.pdf](http://www.anla.gov.co/documentos/4205_081009_info_comen_final_caudal_ambiental_301109.pdf)



### **METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DEL CAUDAL AMBIENTAL EN PROYECTO LICENCIADOS**



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA  
SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA

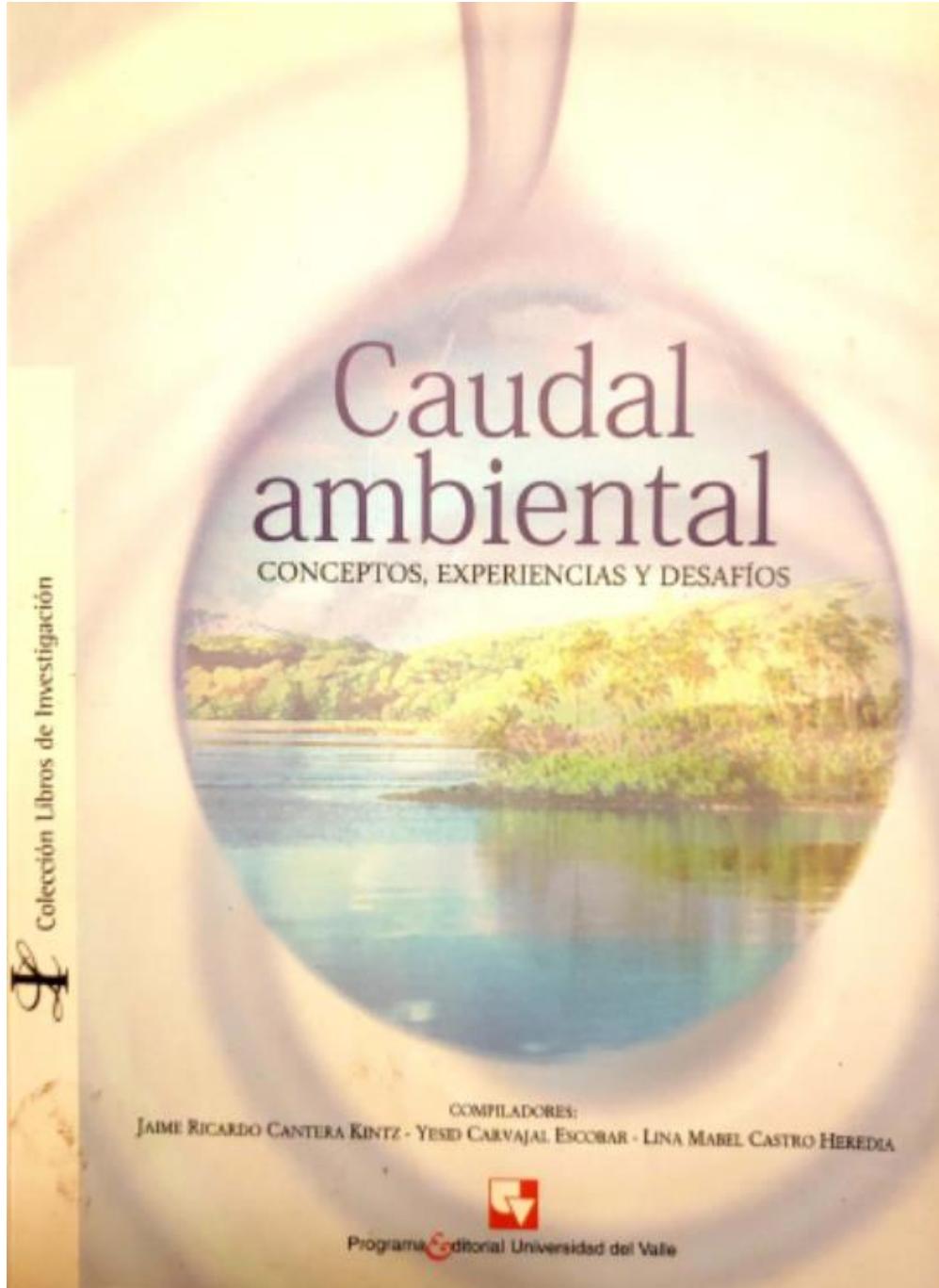
### **CRITERIOS**

1. OBJETIVIDAD
2. FLEXIBILIDAD
3. ADAPTABILIDAD
4. COSTO EFECTIVIDAD
5. ECOSISTEMICOS Y DE INTEGRABILIDAD
6. PRECAUCION AMBIENTAL
7. COMPONENTE NORMATIVO Y DE GESTION AMBIENTAL
8. FUNDAMENTO EN CRITERIOS TECNICOS SOLIDOS

# POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO DE COLOMBIA

Metodología Hidrológica	Tipo de Series Hidrológicas Requeridas	Características generales de la metodología
a) Método del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (MAVDT, 2004)	Caudales medios mensuales	Sugiere realizar la estimación de un caudal ambiental <b>constante</b> igual a un porcentaje de descuento (25%) del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente.
b) Método del Estudio Nacional del Agua (ENA, 2000, MAVDT, 2004 )	Caudales medios diarios	Recomienda estimar un caudal ambiental <b>constante</b> , definido como el caudal promedio multianual de mínimo 5 a máximo 10 años que permanece el 97.5% del tiempo y cuyo período de recurrencia es de 2.33 años.
b) Proyecto de Ley 365 de 2005 “Ley de Aguas”	Caudales medios diarios	Sugiere estimar el caudal <b>ecológico fijo</b> como el caudal presente en la corriente durante el 90% del tiempo.

**Decreto 3930 de 2010** define el caudal ambiental como “***El volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad para el sostenimiento de ecosistemas acuáticos y para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de los usuarios aguas abajo de una fuente***”.



COMPILADORES:

JAIIME RICARDO CANTERA KINTZ - YESÉD CARVAJAL ESCOBAR - LINA MABEL CASTRO HEREDIA



Programa Editorial Universidad del Valle

# Norma Mexicana de Caudal Ecol. (NMX-AA-159-SCFI-2012)

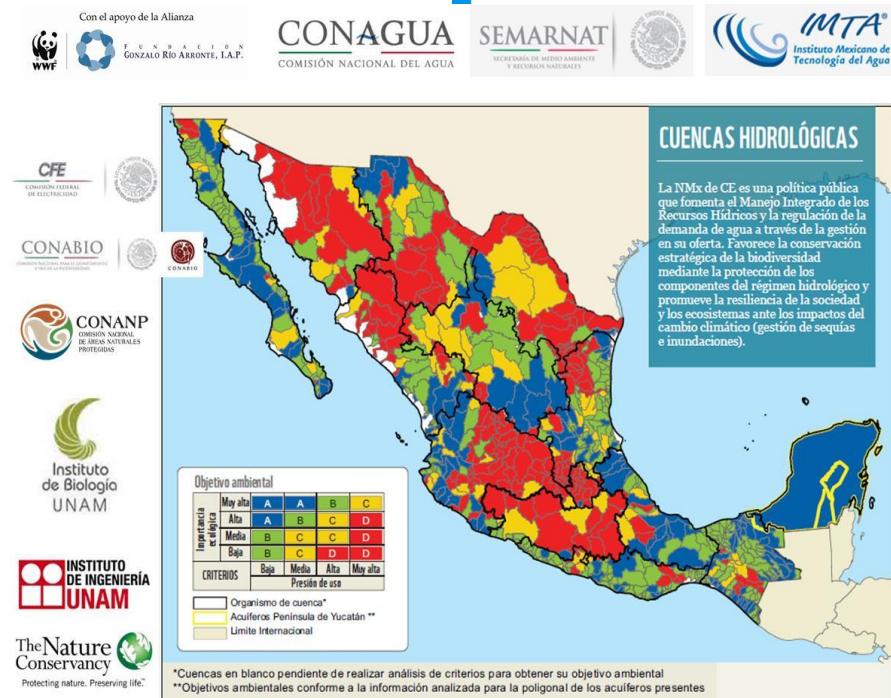
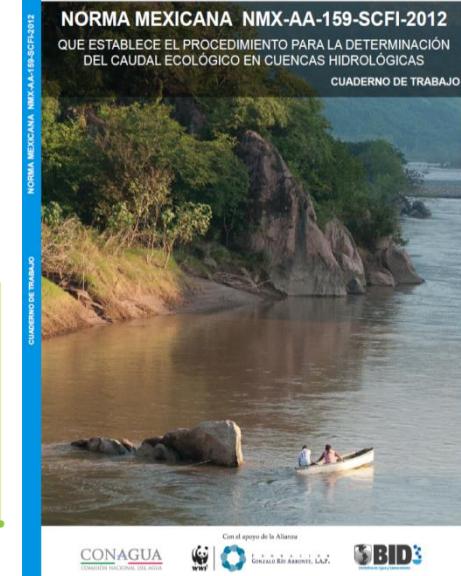
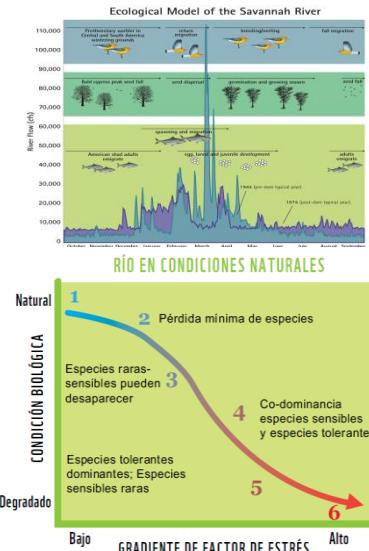
## Objetivo

Establece el procedimiento y especificaciones técnicas para determinar el **régimen de caudal ecológico** en corrientes o cuerpos de agua nacionales en una cuenca hidrológica.

## Campo de aplicación

Esta norma mexicana aplica a todos aquellos que realicen estudios para solicitar asignaciones, construir infraestructura, realizar trasvases entre cuencas, similares a EIA.

Así como para todas las corrientes o cuerpos de agua, cuyos acuerdos de disponibilidad del agua publicados en el DOF, no consideren un caudal para la conservación de ecosistemas acuáticos.

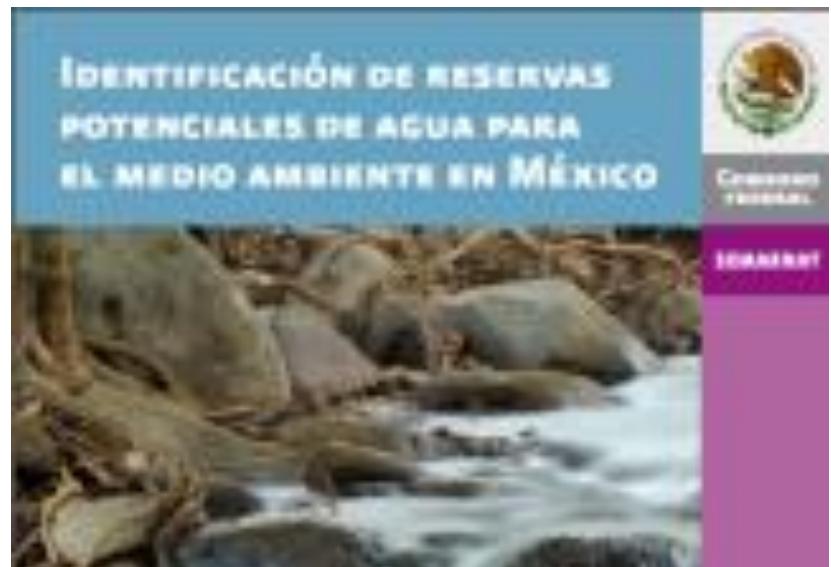


# Programa Nacional de Reservas de Agua para el Ambiente MEXICO

Una reserva de agua es el **instrumento legal de asignación de un volumen anual (a través de un decreto presidencial)**, con significado ecohidrológico (**régimen**), que se destina a permanecer en el ambiente para proteger a la biodiversidad y los servicios ambientales (abasto de agua, producción agrícola, control de inundaciones, etc.) que benefician a las personas, en particular a las poblaciones rurales de México.

El PNRA es una iniciativa público-privada de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que coordina con la WWF México con fondos del Banco Interamericano de Desarrollo, para establecer 37 reservas de agua que comprenden 189 cuencas hidrológicas a lo largo del país.

Objetivo: decretar 189 cuencas con reserva de agua para el ambiente al 2018



Cualquier metodología para determinar el régimen de CE será válida si lleva a la práctica los fundamentos científicos clave, es decir:

- Deberá comprender el significado ecológico de cada componente del régimen hidrológico natural y generar propuestas, desde un punto de vista funcional, para su conservación o restablecimiento.
- Las propuestas tendrán que considerar el rango natural de variabilidad hidrológica, tanto en condiciones ordinarias como en su régimen de avenidas.
- Reconoce que un ecosistema acuático modifica sus atributos como respuesta al aumento de los niveles de estrés, por lo tanto permite ajustar las propuestas de CE a los objetivos ambientales o de conservación del río.

## **7. Caudales de Reserva en Chile**

El decreto de reserva es una facultad del Presidente de la República que permite, a través de un decreto fundado, reservar el recurso para el abastecimiento de la población por no existir otros medios para obtener el agua, o bien, tratándose de solicitudes de derechos no consuntivos y por circunstancias excepcionales y de interés nacional.

Para lo anterior, es posible disponer la denegación parcial de solicitudes de derechos de aprovechamiento en tramitación.

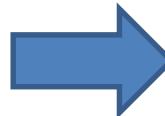
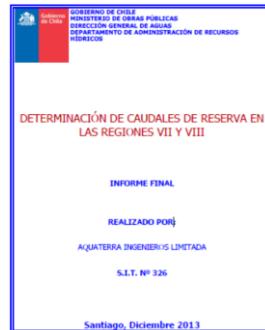
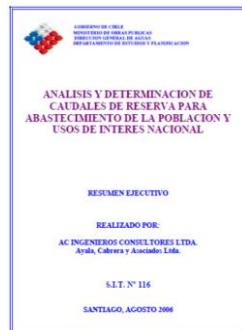
# Uso de caudal de reserva para fines de conservación

En el Código de Aguas de 1981, este instrumento no se consagró. Pero en el proyecto de modificación de 1992 la Cámara de Diputados sugiere incorporarlo y finalmente se agrega y forma parte de la ley 20.017 de 2005:

Art. 147 bis inciso 3º: "Asimismo, cuando sea necesario reservar el recurso para el **abastecimiento de la población por no existir otros medios para obtener el agua**, o bien, tratándose de solicitudes de derechos no consuntivos y **por circunstancias excepcionales y de interés nacional**, el Presidente de la República, podrá mediante decreto fundado, con informe de la Dirección General de Aguas, disponer la denegación parcial de una petición de derecho de aprovechamiento. Este Decreto se publicará por una sola vez en el Diario Oficial , el día primero o quince de cada mes, o el primer día hábil inmediatamente siguiente si aquellos fueran feriados".

# Estudios

- Análisis y determinación de caudales de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional (MOP-DGA, 2006)
- Determinación de Reservas de aguas superficiales de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 147 bis inciso tercero de la Ley 2017 de 2005 que modificó el Código de Aguas: caudales de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional (MOP-DGA, 2008)
- Análisis de metodología y determinación de caudales de reserva turísticos (MOP-DGA, 2010)
- Determinación de caudales de reserva en las regiones VII y VIII (MOP-DGA, 2013)
- Determinación de caudales de reserva de aguas, Art 147 bis del Código de Aguas Regiones IX, XIV y X (MOP-DGA, 2014)
- Análisis de caudales de reserva de Aguas subterráneas para abastecimiento de la población en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común denominado Puangue Bajo, comuna de Melipilla y María Pinto, provincia de Melipilla región Metropolitana (MOP-DGA 2016)
- Análisis de caudales de reserva de agua superficial en la cuenca del río Palena para abastecimiento de la población, región de Los Lagos (MOP-DGA 2017)
- Análisis de caudales de reserva de agua superficial en la cuenca del río Yelcho para abastecimiento de la población, región de los Lagos (MOP-DGA 2017)



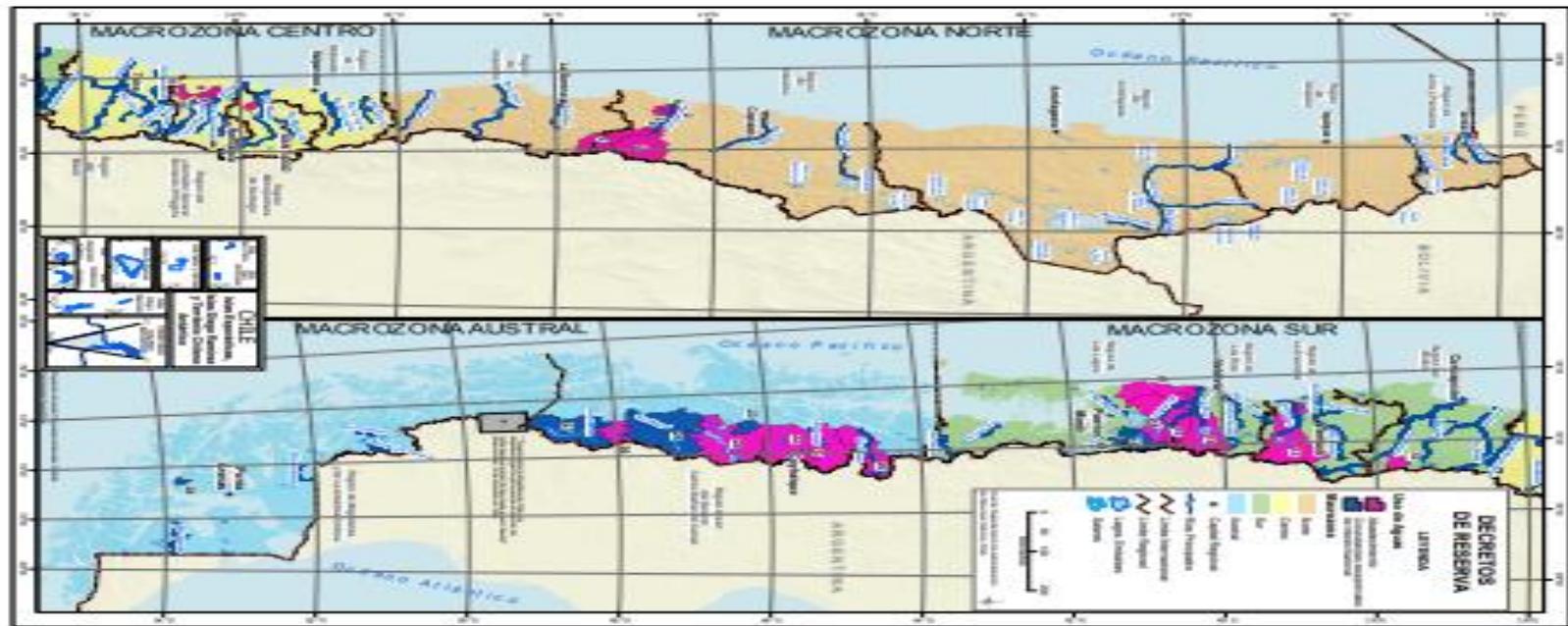
## Profesionales

Ingeniero Civil Juan Carlos Cuchacovich Rider  
Ingeniero Civil Jorge Baechler Rojas  
Ingeniero Civil Joel Provoste Barrientos  
Ingeniero Civil en Geografía Juan Atán Díaz  
Ecóloga Pascualista Galit Navarro Bello  
Geógrafo Víctor Leiva Romero  
Biólogo Jorge T. Sebastián Tellier Arredondo  
Sociólogo Germán Bäuerle Rivera  
Dibujante Cristian Ahrend Labbé

# Informes Técnicos

- Informe técnico N°257: Informe caudales reserva abastecimiento de la población y usos interés nacional en río Rahue (MOP-DGA, 2006)
- Informe técnico N°1: Informe caudales reserva abastecimiento de la población y usos interés nacional río Pilmaiquén (MOP-DGA, 2007)
- Informe técnico N°2: Informe caudales reserva abastecimiento de la población y usos interés nacional en el río Toltén (MOP-DGA, 2007)
- Informe técnico N°4: Informe caudales reserva abastecimiento de la población y usos interés nacional en río Bueno (MOP-DGA, 2007)
- Informe técnico N°9: caudales reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional en el río Bueno )MOP-DGA, 2008)
- Informe técnico N°21: caudales de reserva en el río Baker (MOP-DGA, 2008)
- Informe técnico N° 145 : caudales de reserva en subcuenca río Emperador Guillermo, cuenca del río Aysén (MOP-DGA, 2008)
- Informe técnico N°2: Reserva del río Cochamó para la conservación ambiental y el desarrollo local de la cuenca (MOP-DGA, 2009)
- Informe DEP N°3: Caudal de reserva abastecimiento de la población en la cuenca del río Queuco, región de Biobío (MOP-DGA, 2009)
- Informe técnico N°4: Reserva del río Petrohué para la conservación ambiental y el desarrollo local de la cuenca (MOP-DGA, 2009)
- Informe técnico N°5: Reserva del río Murta para la conservación ambiental y el desarrollo local de la cuenca (MOP-DGA, 2009)
- Informe técnico N°6: Reserva del río del Oro para la conservación ambiental y el desarrollo local de la cuenca (MOP-DGA, 2009)
- Informe técnico N°7: Reserva del río Palena para la conservación ambiental y el desarrollo local de la cuenca (MOP-DGA, 2009)
- Informe técnico N°8: Reserva del río Golgol para la conservación ambiental y el desarrollo local de la cuenca (MOP-DGA, 2009)
- Informe técnico N°1: Reserva del río Chaihuín para la conservación ambiental y el desarrollo local de la cuenca (MOP-DGA, 2010)
- Informe técnico N°2: Reserva del río Los Cisnes para la conservación ambiental y el desarrollo local de la cuenca (MOP-DGA, 2010)
- Informe técnico N°324: caudales reserva aguas subterráneas abastecimiento población acuífero río Huasco, Atacama (MOP-DGA, 2013)
- Informe técnico N°278: Análisis caudales de reserva aguas subterráneas abastecimiento de la población acuífero denominado Estero Lolol, provincia de Colchagua Región Libertador Bdo O'Higgins (MOP-DGA, 2013)
- Informe técnico N°279: caudales reserva aguas subterráneas abastecimiento población acuífero Tinguiririca (MOP-DGA, 2013)
- Informe técnico N°48: caudales reserva aguas subterráneas abastecimiento población acuífero costero ríos Bueno y Maullín (2013)
- Informe técnico N°74 Análisis caudales de reserva aguas subterráneas abastecimiento de la población acuífero Puangue Melipilla sector Popeta comuna y provincia de Melipilla Región Metropolitana (MOP-DGA, 2013)
- Informe técnico N°28: Análisis caudales de reserva aguas subterráneas abastecimiento de la población acuífero Las Cadenas de Marchihue Región Libertador Bdo O'Higgins (MOP-DGA, 2014)
- Informe técnico N°27: Análisis caudales de reserva aguas subterráneas abastecimiento de la población acuífero Nilahue sector Nilahue antes de Quiahue Región Libertador Bdo O'Higgins (MOP-DGA, 2014)

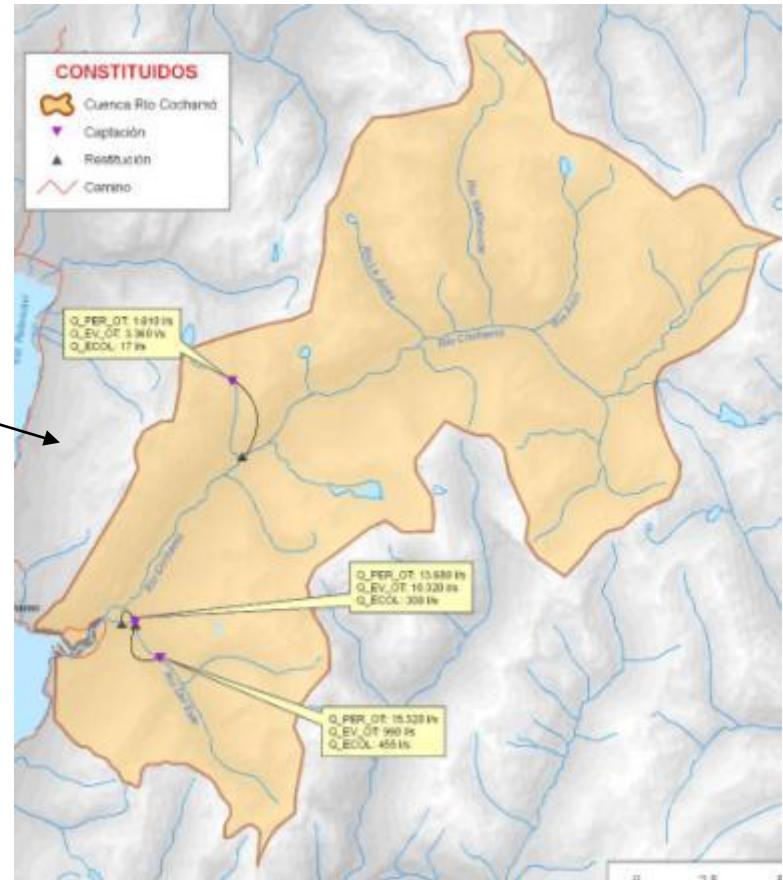
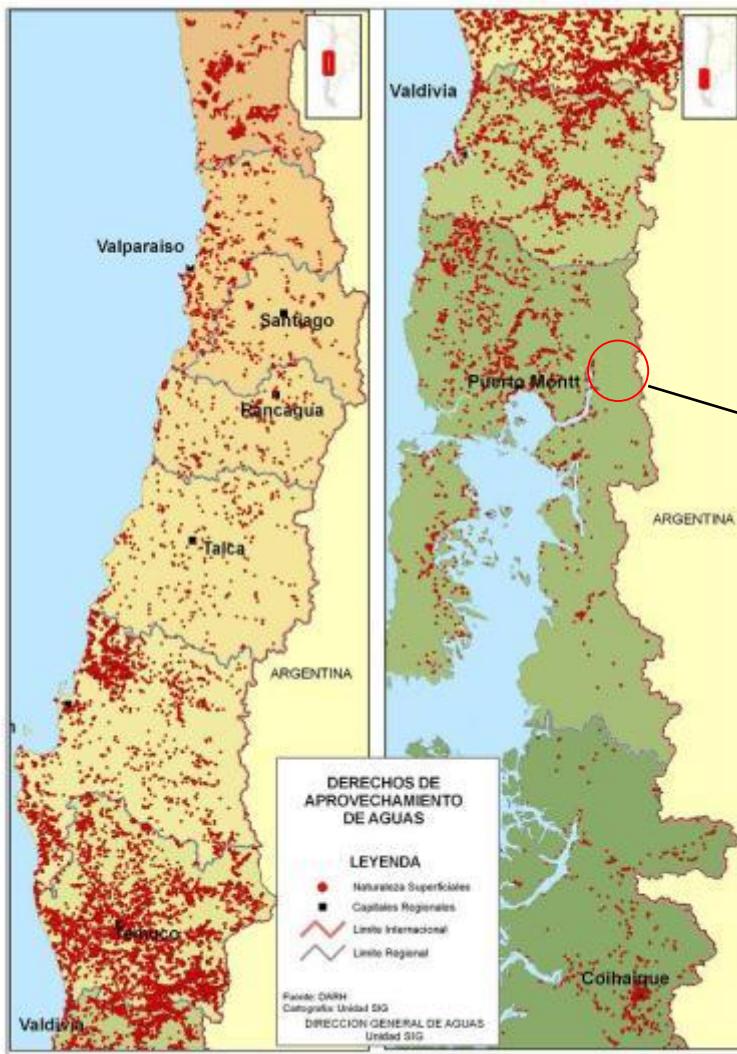
Región	Nombre de Reserva	Nº Decreto	Fecha decreto
VI	Aguas Subterráneas comunas de Marchigüe y Peralillo	43	03/03/2014
VI	Aguas Subterráneas Provincia de Colchagua	42	03/03/2014
III	Acuífero El Tránsito	2114	26/11/2013
VI	Estero Lolol	1743	28/10/2013
VI	Tinguiririca Inferior	1742	28/10/2013
X	Cuencas Costeras Región De Los Lagos	1015	13/06/2013
RM	Acuífero Subsector Popeta	830	22/05/2013
XII	Del Río del Oro	137	19/01/2010
VIII	Río Queuco	1789	20/10/2009
XI	Río Murta	1712	20/10/2009
X	Río Petrohue	1706	19/10/2009
XI	Río Cisne, Aysén y Bravo	1524	30/09/2009
X	Río Cochamó	1519	22/09/2009
XIV	Río Bueno	793	28/05/2009
XI	Río Emperador Guillermo	361	19/02/2009
XI	Río Baker	316	30/04/2008
IX	Río Toltén	462	06/07/2007
XIV	Río Pilmaiquén	461	06/07/2007
X	Río Rahue	665	16/08/2006



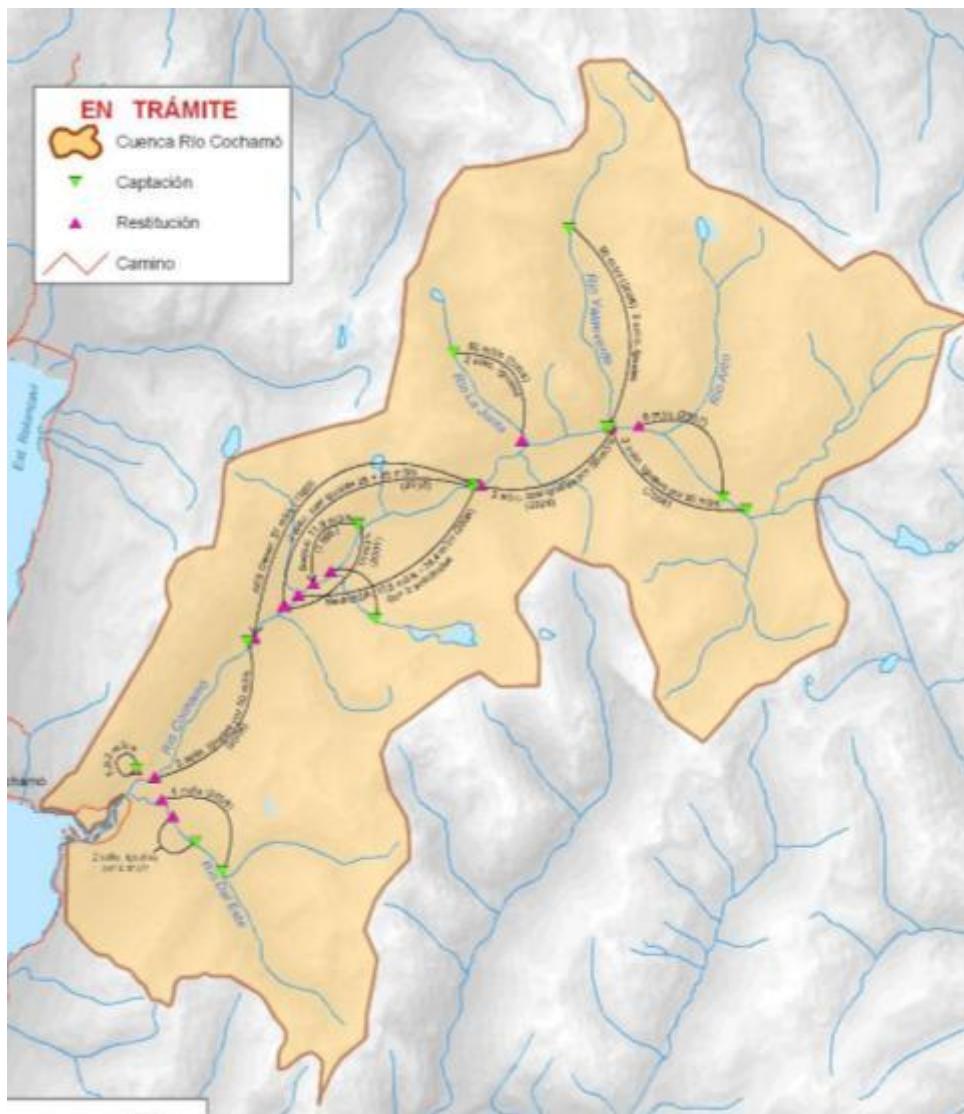
# Caso Río Cochamó

## ¿Por qué la cuenca del río Cochamó?

Es una de las pocas cuencas en que prácticamente no existen derechos otorgados

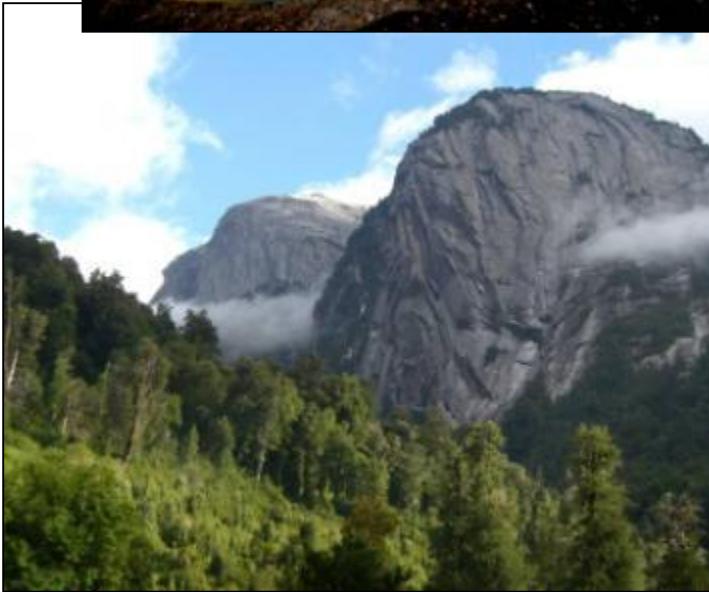


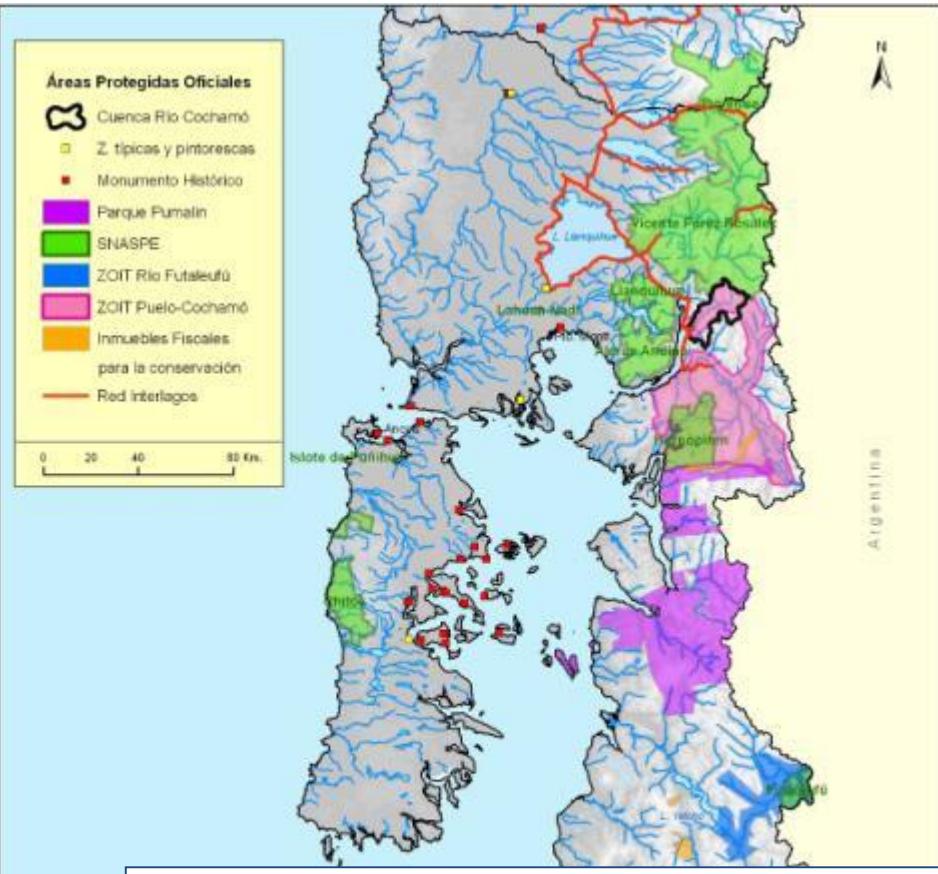
Existen algunos proyectos hidroeléctricos que están solicitando derechos de agua no consuntivos por la totalidad del río (posibilidad de proyectos de entre 20 y 50 MW); No es una cuenca con muchas demandas consuntivas. Prácticamente no hay posibilidades de agricultura.



		SOLICITADO
PETICIONARIO	PERMANENTE	EVENTUAL
AES Gener S. A.	37.000	0
Saes S.A.	2.000	0
Jaime Ercoreca Negron	10.000	0
Jose Antonio Opazo Werner	4.000	0
Colbun S. A.	4.000	0
Ingenieria y Construcion Madrid S. A.	11.900	11.600
Ingenieria y Construcion Madrid S. A.	7.600	12.800
Exploraciones, Inversiones y Asesorias Huturi S. A.	26.000	0
RPI Chile Energias Renovables S. A.	6.000	0
Inmobiliaria e Inversiones Ilihue Limitada e Inversiones y Rentas Los Andes S. A.	4.000	0
Inmobiliaria e Inversiones Ilihue Limitada e Inversiones y Rentas Los Andes S. A.	35.000	0
Manuel Madrid Aris	50.000	0
Manuel Madrid Aris	50.000	0
Gonzalo Guajardo Pizarro	50.000	0
Manuel Madrid Aris	50.000	0
Manuel Madrid Aris	50.000	0
Endesa Eco S. A.	50.000	0
Endesa Eco S. A.	50.000	0
Endesa Eco S. A.	50.000	0
Endesa Eco S. A.	50.000	0
Alberto Eduardo Cortes Nieme	50.000	0
Sixto Efrain Rojas Bahamonde	20	0
Alejandra Lamarca	2.500	0

Zona de alto valor ambiental, social y turístico: bajo grado de intervención antrópico; alta preservación ecológica; alto valor paisajístico.





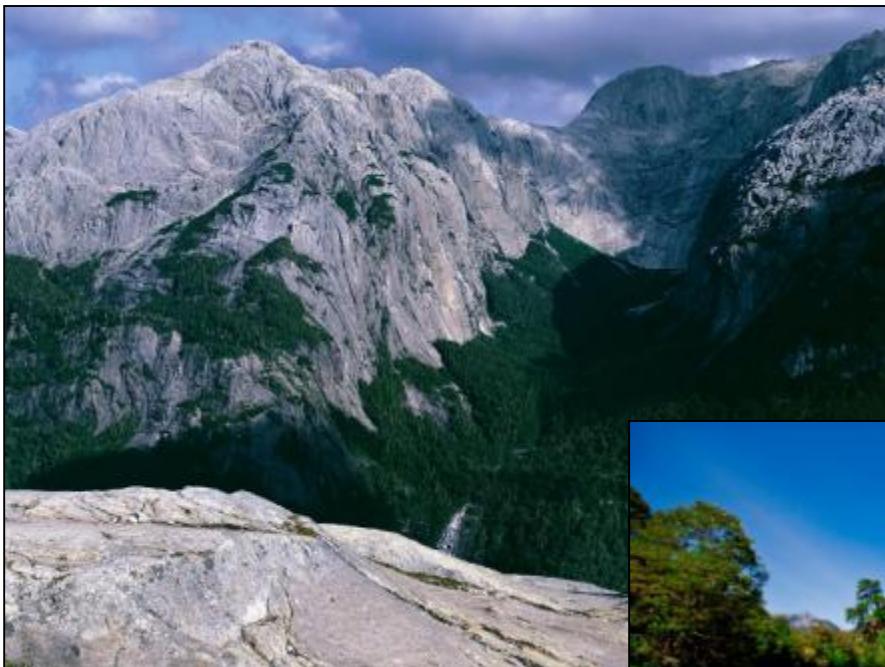
1. El área propuesta comprende un territorio de alto valor paisajístico (...) otorgándole una clara vocación y potencial turística.
  2. La comuna de Cochamó ha demostrado un interés creciente en contar con esta ZOIT.
  3. El área ha sido sujeto de variados estudios, iniciativas y proyectos tendientes a preservar el patrimonio natural: con lo cual esta declaratoria consolida dicho proceso.
  4. Las autoridades locales anhelan contribuir a un mayor desarrollo de su territorio en beneficio tanto de la preservación de su patrimonio natural y riqueza paisajística como el fortalecimiento de la calidad de vida de sus habitantes.

En el 2007 el SERVICIO NACIONAL  
DE TURISMO la declara ZOIT: ZONA  
DE INTERÉS TURÍSTICO

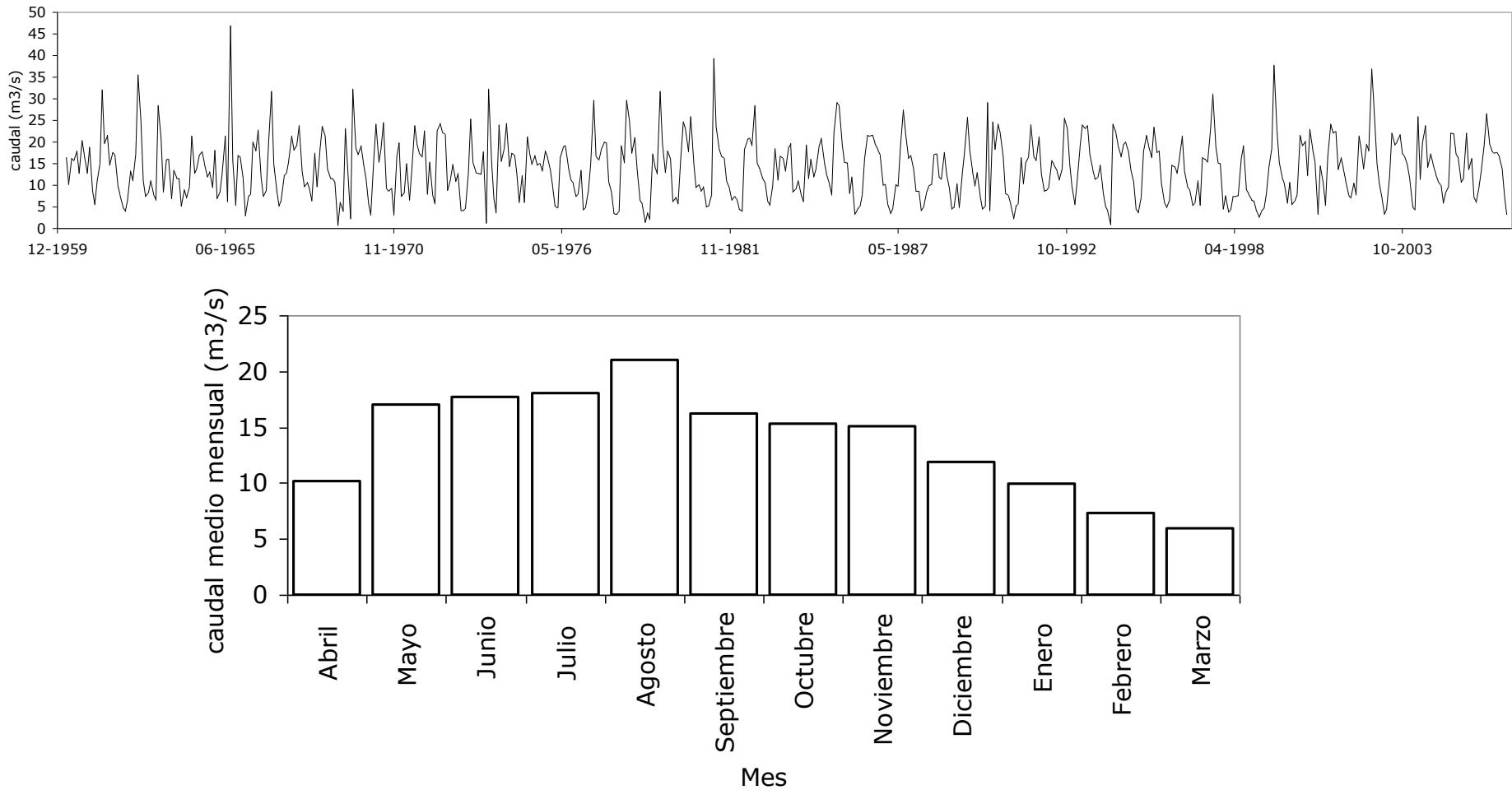
La ESTRATEGIA REGIONAL PARA LA CONSERVACIÓN Y UTILIZACIÓN SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD (2002). Coordinada por la Comisión Regional de Medio Ambiente, propone incorporar la cuenca del Cochamó al sistema de Parques Nacionales.

La cuenca forma parte de la Reserva de la Biosfera de Bosques Templados Lluviosos de los Andes Australes (2007) de la UNESCO.

En Chile es protección oficial.

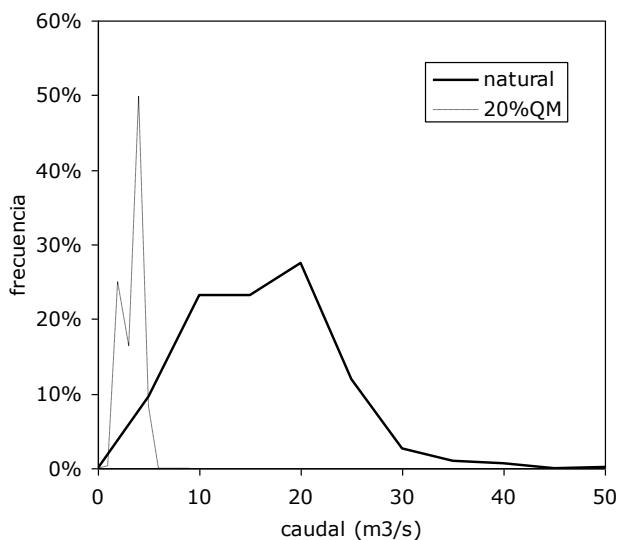
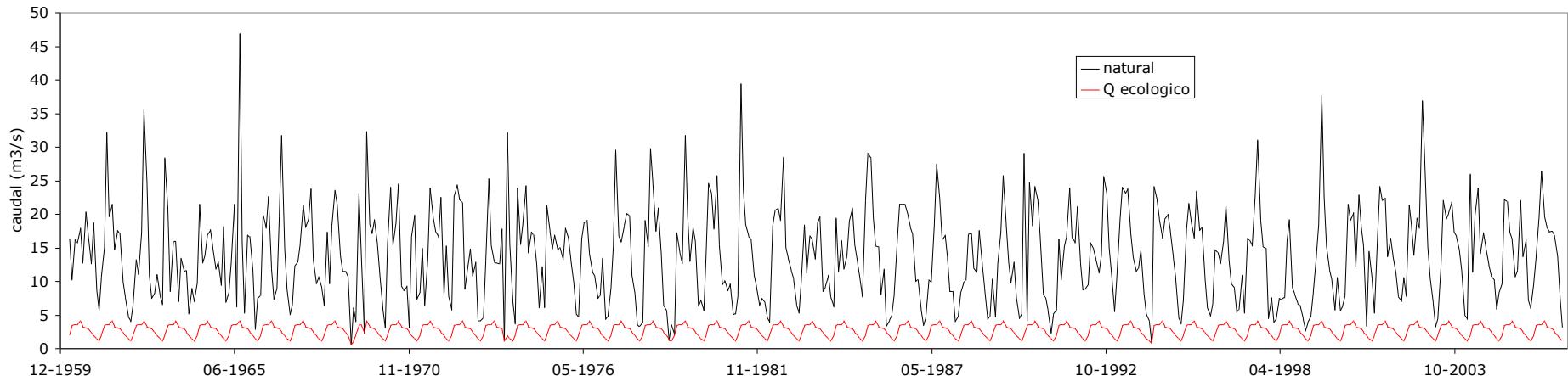


# El río Cochamó: caudales de rango habitual entre 7 y 15 m<sup>3</sup>/seg

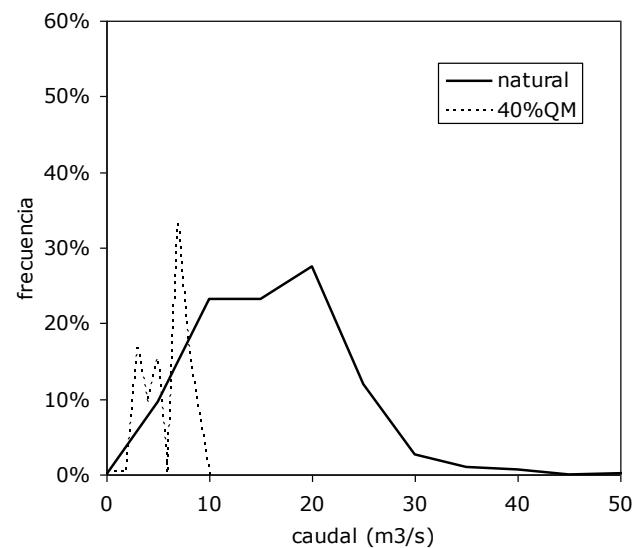
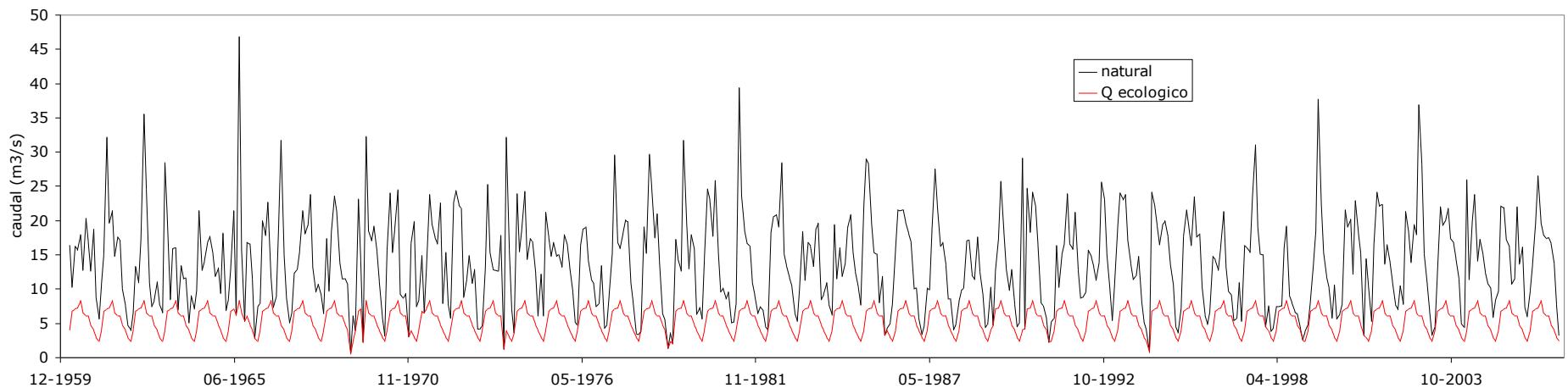


# Conservación ambiental? ¿caudal ecológico mínimo?

El caudal ecológico del 20% el QM sólo se da un 1% del tiempo en condiciones naturales en Cochamó. Cambia significativamente el río.

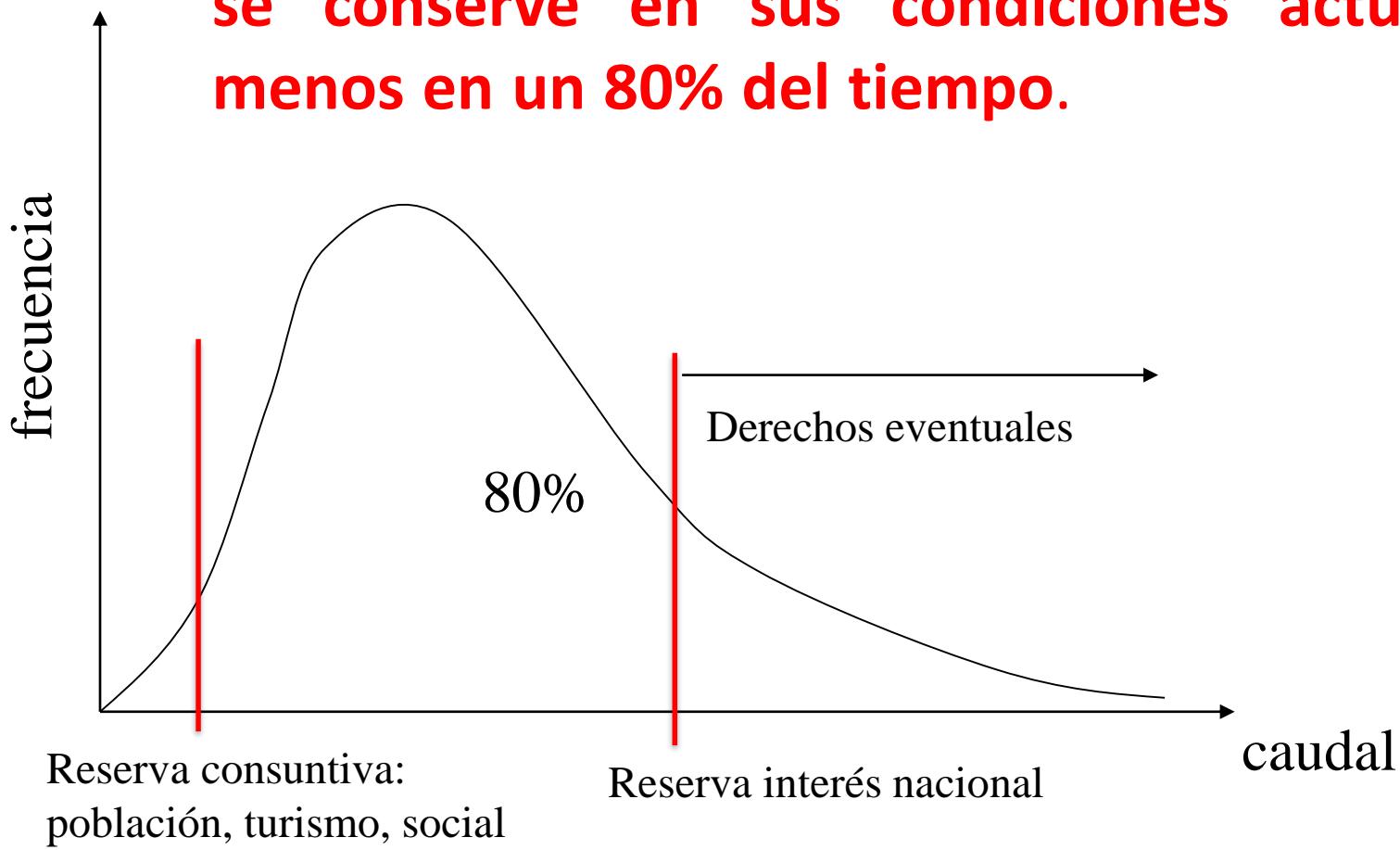


Si el caudal ecológico fuera del 40% el QM, la situación no cambia mucho. Sólo se da un 4% del tiempo en condiciones naturales en Cochamó.

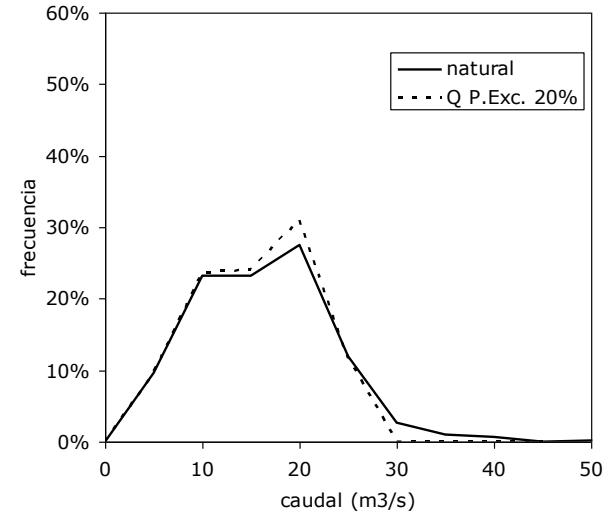
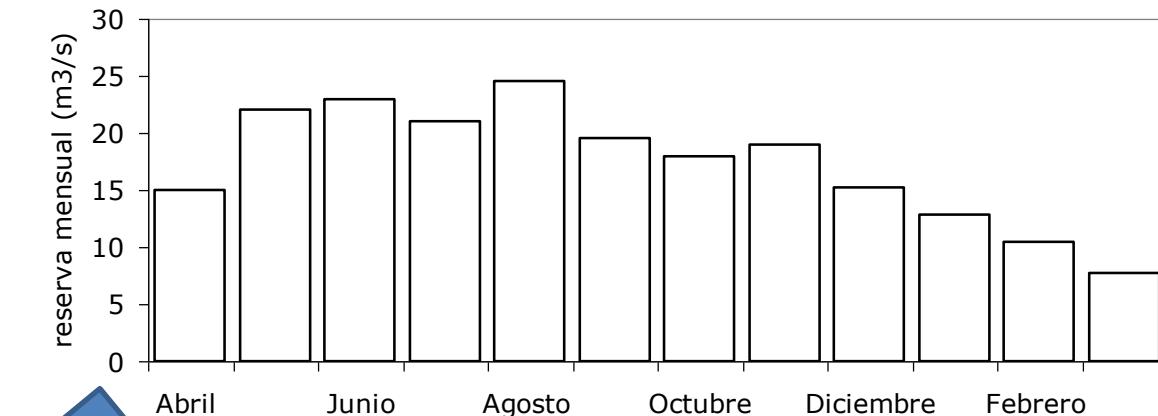
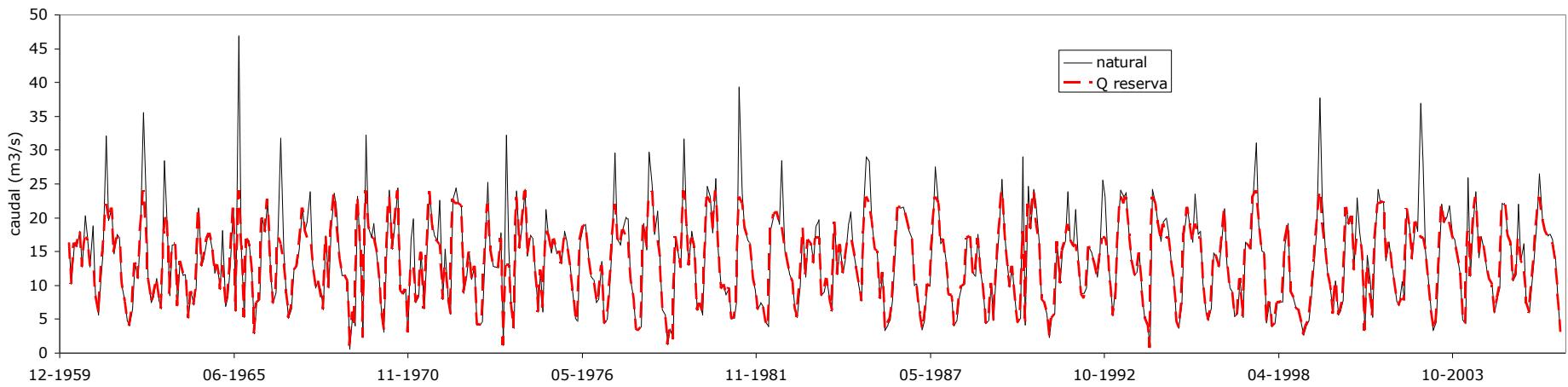


## Propuesta:

Realizar una conservación ambiental importante en el río Cochamó considerando todos los elementos mencionados, de manera que **el río se conserve en sus condiciones actuales al menos en un 80% del tiempo.**



# Aplicando el procedimientos a Cochamó:



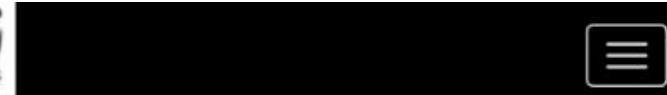
Decreto Supremo MOP N° 1519/2009 para conservación ambiental y desarrollo local del río Cochamó

## Nuevo golpe a HidroAysén. Ministerio de Medio Ambiente demanda resguardar caudales de ríos Baker y Pascua



Mientras el ministro de Energía Máximo Pacheco destaca el potencial hidroeléctrico de Aysén, su par de Medio Ambiente Pablo Badenier pidió, según el documento completo al que tuvo acceso PULSO, resguardar reservas de agua de las cuencas de los ríos Baker y Pascua, de los que se nutriría el proyecto de Endesa y Colbún.

**¿Dos almas al interior del gobierno?**



# Decreto presidencial protege las aguas del río Chaihuín

POSTED ON

22 abril 2010

Like 0

Twittear

**Valdivia, 21 de abril de 2010** – Desde marzo de este año se encuentra vigente un decreto presidencial que establece una reserva de caudales para conservación en el río Chaihuín, en la comuna de Corral, la que alcanza al 80% de su caudal.



Gracias...