

**DIPLOMADOS EN
MEDIO AMBIENTE
2007**



**DIPLOMADO EN CONTAMINACION DE AGUAS
CAUDAL ECOLOGICO**

Relator:
Carlos Espinoza
Ingeniero Civil, Ph.D.
Académico Universidad de Chile



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA DE POSTGRADO



El agua que fluye a través de nuestros ríos tiene muchos usos,
los que son potencialmente conflictivos entre sí.



Caudal ecológico es el volumen de agua por unidad de tiempo que pasa a través de una sección de río, y que es capaz de sostener actividad biológica en niveles aceptables.



CAUDAL ECOLOGICO

Definición de un caudal ecológico debiera incluir:

Información Hidrológica
Información Hidráulica
Calidad Físico Química
Calidad Bacteriológica
Información de los Ecosistemas Biológicos

CAUDAL ECOLOGICO

Esquemas tradicionales para determinar demandas hídricas para sustentar un ecosistema acuático (caudales ecológicos) utilizan métodos de tipo hidrológico.

Esquemas más modernos incorporan en la determinación de los caudales ecológicos la componente biológica y de calidad de aguas.



CAUDAL ECOLOGICO

Método de Tennant

- Desarrollado en base a porcentajes del caudal medio anual
- Supone que las condiciones del habitat acuático son similares para diversos flujos que sean un porcentaje del caudal medio anual (QMA)
- Clasifica la calidad del habitat como abundante, óptimo, prominente, excelente, bueno, justo o aceptable, pobre y degradado basándose únicamente en el juicio del profesional y con la asistencia de información hidrológica mínima.



CAUDAL ECOLOGICO

Clasificación de la salud del Habitat	Q recomendado (% del QMA)	
	Otoño-Invierno* (Oct-Mar)	Primavera- Verano* (Abr-Sep)
Abundante	200	200
Rango Optimo	60-100	60-100
Prominente	40	60
Excelente	30	50
Bueno	20	40
Justo o Aceptable	10	30
Pobre o Mínimo	10	10
Degradación Severa	<10	<10

* Corresponden a períodos del hemisferio norte



CAUDAL ECOLOGICO

• Método del Area Drenante

- El caudal mínimo a mantener en los meses de estiaje (Oct-Mar) corresponde a 0.0055 (m³/s/km²)

$$Q=0.0055*A$$

- En los meses de caudales altos recomienda deben responder a las necesidades requeridas por las distintas especies de peces existentes, en los períodos de desove e incubación.



CAUDAL ECOLOGICO

Método de Estimación Hidráulica

- Se basan en relaciones entre condiciones hidráulicas y el caudal que escurre en un río.
- El más conocido corresponde al del **perímetro mojado**



CAUDAL ECOLOGICO

Método del Perímetro Mojado

- Este método supone que la optimización de los caudales mínimos para la preservación del habitat de los invertebrados acuáticos se obtiene en forma inmediata al encontrar la relación entre caudal y perímetro mojado.
- Se determina la curva perímetro versus caudal en la sección más angosta de la corriente o sección crítica como índice de hábitat para el resto de la corriente.



CAUDAL ECOLOGICO

Métodos de Estimación de Hábitat

- Estos métodos transforman las mediciones hidráulicas en un indicador del aprovechamiento potencial del hábitat.
- Entre los mas usados están IFIM (Instream Flow Incremental Methodology)
- Utiliza una serie de antecedentes los cuales van desde el conocimiento de las especies de microhábitat, estructura de canales, condiciones hidráulicas, temperatura, calidad del agua, etc.

CAUDAL ECOLOGICO



Métodos de Respuesta Biológica

- Se tiende a utilizar estos métodos haciendo un esfuerzo de hacer un manejo óptimo de los recursos acuáticos.
- Utiliza información relacionada con el desarrollo poblacional de especies, las que incluyen series de tiempo tanto de los hábitat como de caudales.
- El análisis se enfoca a las respuestas biológicas del hábitat frente a eventos de extracciones o embankes significativos, que ocurren frecuentemente en operaciones por ejemplo de las plantas hidroeléctricas.

CAUDAL ECOLOGICO



Legislación Internacional Existente

- Dentro de las más legislaciones más utilizadas para determinar el Caudal Ecológico son la Francesa y la Suiza.

Legislación Francesa

- Caudal Ecológico es calculado como el 10% del caudal medio anual.
- El cual debe evaluarse con una estadística de al menos 5 años de extensión.



CAUDAL ECOLOGICO

Legislación Suiza

- Caudal Ecológico como una función del Q_{347} , con un mínimo de 5 años de estadística.

Para todos los cauces

- $Q_{\min}=50$ l/s
- Si $Q_{347} < 1000$ l/s $\rightarrow Q_{\min}=0.35 \cdot Q_{347}$ (l/s)

Condición respecto al Q_{347} (l/s)	Q_{\min} (l/s)
= 60	50
= 160	130
= 500	280
= 2.500	900
= 10.000	2500
> 60.000	10.000

Para pisciculturas



CAUDAL ECOLOGICO

DIRECCION GENERAL DE AGUAS

Criterios utilizados para evaluación de caudal ecológico en el caso de asignación de derechos de aprovechamiento:

DGA1: 10% caudal medio anual en el tramo

DGA2: 50% del caudal mínimo de estiaje del año con 95% de probabilidad de excedencia.

DGA3: Q_{330}

DGA4: Q_{347}



IFIM



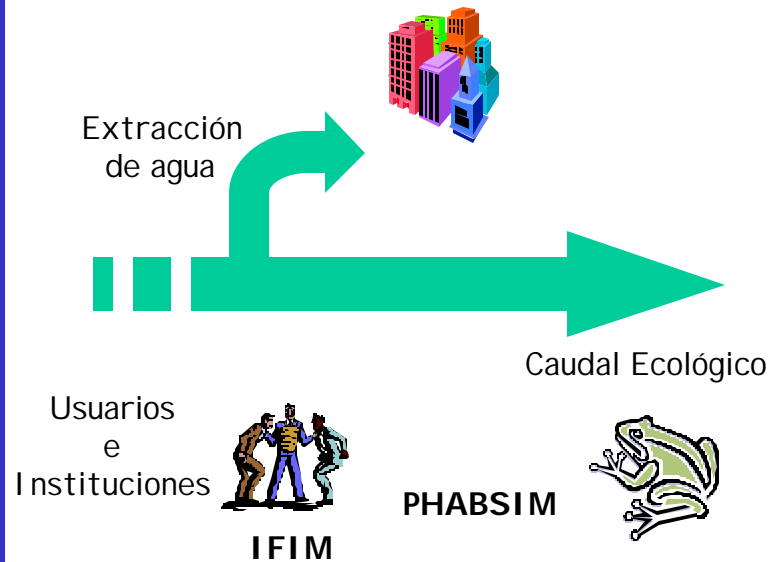


- IFIM es una metodología cuyo objetivo principal es analizar el efecto que un proyecto de ingeniería que incluye extracción de aguas desde un cauce tiene sobre el medio ambiente acuático circundante → **demanda ambiental hídrica**.
- Especialmente diseñada para abordar problemas de alta complejidad y que presenten dificultades de aceptación en la comunidad debido a su impacto sobre el ecosistema.
- Es una metodología estandarizada que incluye herramientas para llevar a cabo evaluaciones técnicas y administrativas.

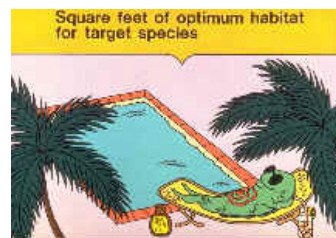
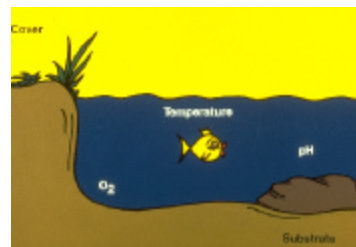


- Desarrollada por un grupo multidisciplinario de científicos e ingenieros del USGS. Incorpora intereses e información acerca de los distintos grupos de usuarios involucrados en el problema.
- IFIM requiere la definición de una (o más de una especie) que se desea preservar en el sistema hídrico (especie *objetivo*). Originalmente fue desarrollada para ríos con presencia de truchas y salmones.
- Predice cambios en el hábitat disponible para la especie objetivo, debido a una reducción en el caudal pasante.

CONFLICTO



PHABSIM combina criterios abióticos (altura, velocidad media y calidad del agua) y bióticos (especies y sus ciclos de crecimiento, requerimientos de hábitat).



Dependiendo de la época del año distintos estados de vida de la especie *objetivo* son críticos en la definición del hábitat disponible.

