

## **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **UNIDAD 5-C. IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS HIDRÁULICAS**

Esp. Ing. Patricia Infante  
Prof. Titular, año 2020

### **UNIDAD 5.C. IMPACTOS AMBIENTALES EN APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS**

**Descripción del proyecto.**

**Acciones del proyecto.**

**Áreas de Influencia.**

**Factores ambientales relevantes.**

**Medidas de mitigación específicas.**

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO EN SUS DIFERENTES ETAPAS Y ACCIONES**

Memoria descriptiva de la obra completa.

Incluye: emplazamiento con indicación de los municipios y/o provincias involucradas, características propias de la obra, técnicas constructivas, generación de energía, obras complementarias.

### **Etapa de Construcción**

Presas y Embalse, Obra de toma, aliviadero, central hidroeléctrica y restitución, descargador de fondo, desvío del río, obras temporarias, accesos a la obra. Equipamiento hidromecánico en general.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO EN SUS DIFERENTES ETAPAS**

### **Etapa de funcionamiento**

Primer llenado y manejo del embalse  
Operación de la central hidroeléctrica  
Mantenimiento de la presa y la central

### **Etapa de cierre o abandono**

Desinstalación de equipamiento  
Demolición de estructuras  
Nuevo cauce fluvial  
Áreas desocupadas  
Abandono de estructuras

### **MARCO LEGAL APLICABLE**

**Constitución Nacional. Artículo 41**

**LN N° 25.675. Ley General del Ambiente**

**LN N° 25.612. Gestión de Residuos Industriales y de Actividades de Servicio**

**LN N° 25.670 de Gestión y Eliminación de PCBs**

**LN N° 25.688. Preservación, aprovechamiento y uso racional de las aguas**

**LN N° 24.051. Residuos Peligrosos**

**LN N° 22.421. Fauna**

**LN N° 23.879. Evaluación de obras hídricas nacionales o extranacionales**

**LN N° 25.743. Patrimonio Arqueológico y Paleontológico**

**LN N° 23.302, 24.071, 26.160 y 23.054. Sobre comunidades indígenas**

### **MARCO LEGAL APLICABLE**

**Constitución Provincial**

**LP General de Aguas (1884). Concesiones de uso**

**LP N° 5961. Preservación y protección del Ambiente.**

**LP N° 6.045. Áreas Naturales Protegidas**

**LP N° 8.051. Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo**

**LP N° 6.034. Patrimonio Cultural**

**LP N° 8.195. Bosques Nativos**

**LP N° 6.497, 6.498, 7.388 y 7.543. Marco Regulatorio Eléctrico**

## MARCO LEGAL APLICABLE

LP N° 5917. Residuos Peligrosos

LP N° 5.100. Calidad del aire

LP N° 4.602. Fauna

Resolución N° 109/00 HTA DGI. Evaluación de Impacto Ambiental de Obras Hídricas

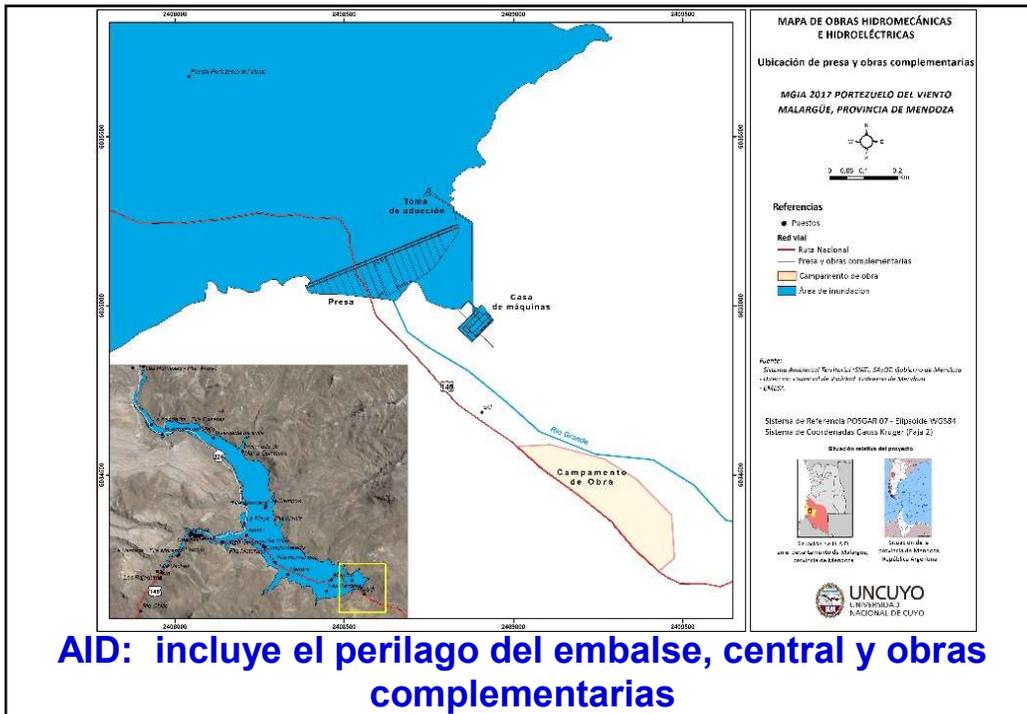
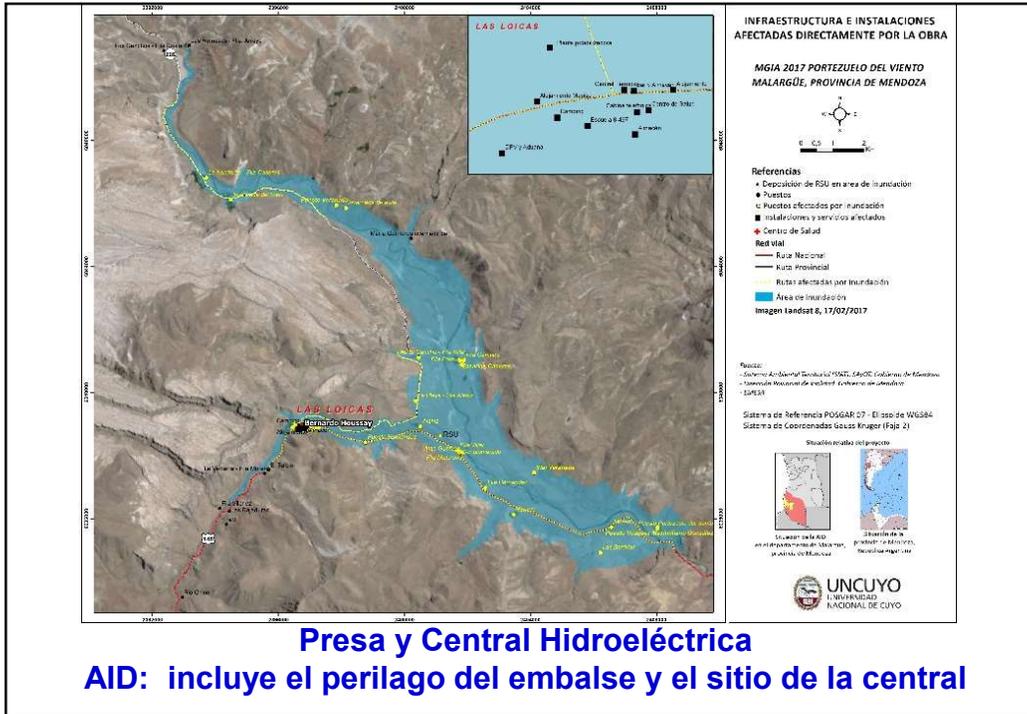
Resolución N° 778/96 HTA DGI. Reglamento de protección de la calidad del agua

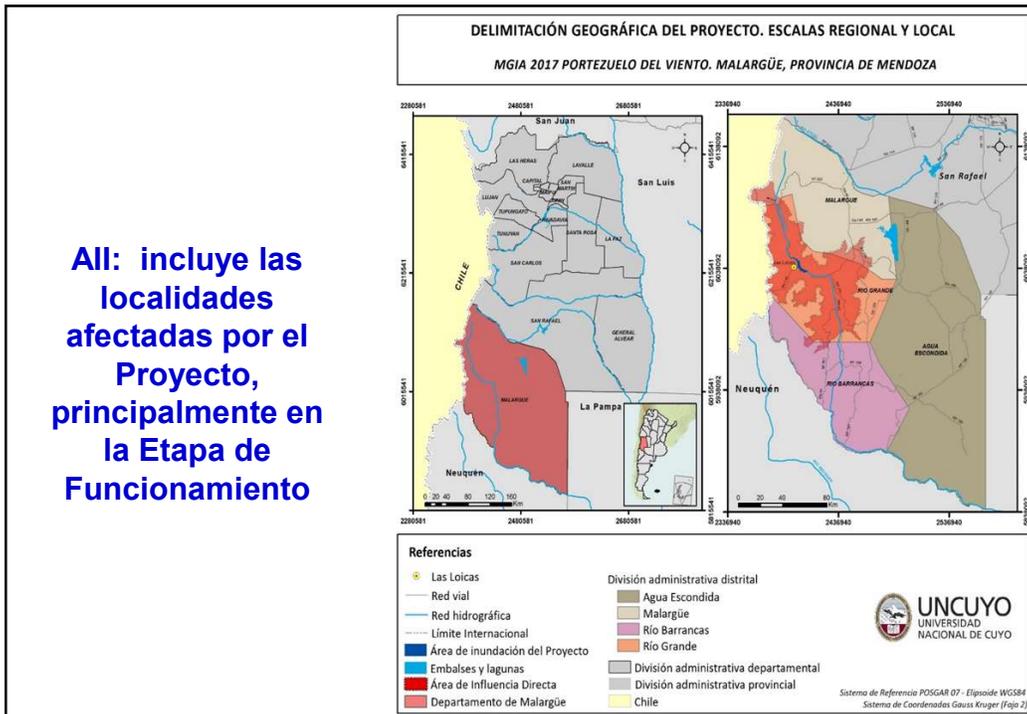
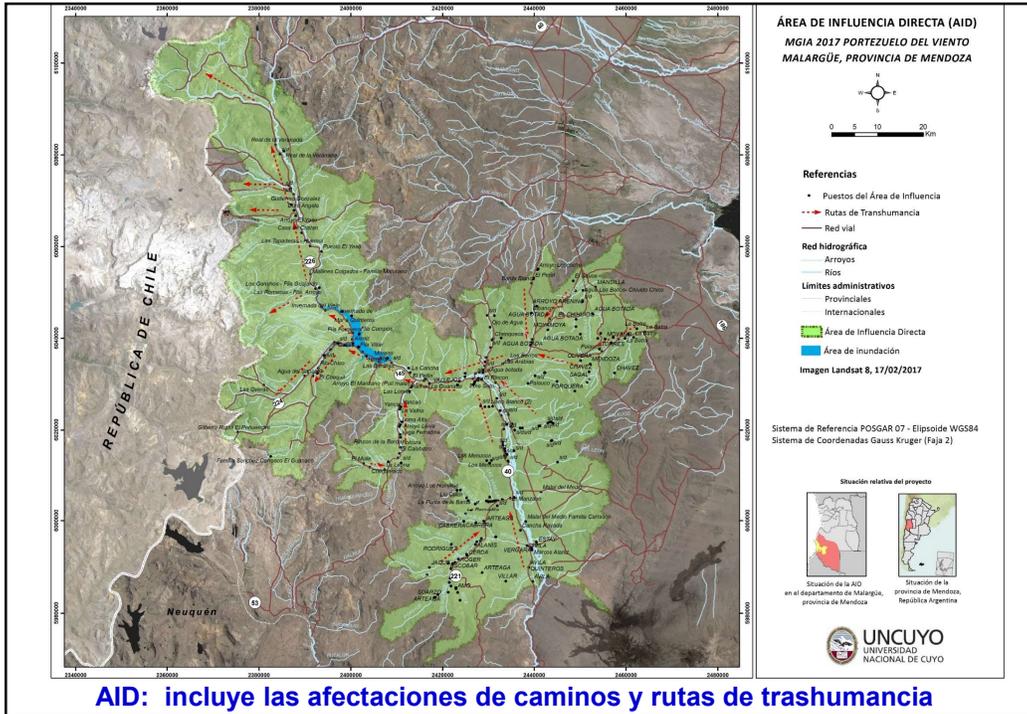
Legislación y/o normativa respecto de instituciones interjurisdiccionales para el caso de cauces interprovinciales.

## ÁREAS DE INFLUENCIA

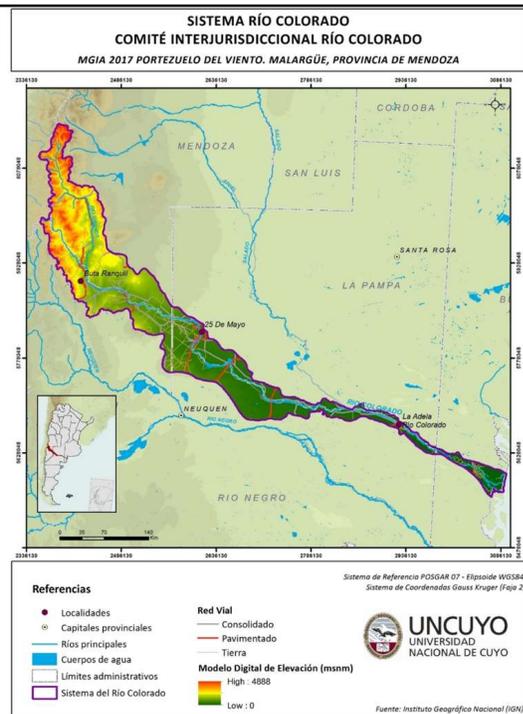
Hay que tener en cuenta que los efectos de este tipo de proyectos incluyen diferentes ámbitos espaciales:

- Área de Influencia Directa: que se ubica en el lugar de emplazamiento de las obras, en el cual se incluyen todos los factores ambientales.
- Área de Influencia Indirecta: que se verá afectada por el uso del agua para consumo, riego o generación de energía. En general, se incluyen factores socio-económicos.
- Área de Influencia Regional: por el efecto aguas abajo del sitio del aprovechamiento





**Área de Influencia Regional:  
incluye las localidades  
ubicadas en el Sistema del  
Río Colorado**



## INVENTARIO AMBIENTAL

### **MEDIO FÍSICO**

Calidad del aire, ruidos, suelo, calidad del agua, clima, geología, geomorfología, procesos de erosión y sedimentación, riesgo sísmico.

Principalmente: **HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA, ESPACIOS NATURALES, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y PAISAJE**

### **MEDIO BIÓTICO**

Flora y vegetación terrestre, categorías especiales de conservación

Fauna terrestre, fauna íctica, aves, limnología

# INVENTARIO AMBIENTAL

## MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

Identificación y análisis de actores sociales.  
Identificación de conflictos. Población a  
relocalizar. Equipamiento comunitario e  
infraestructura afectada.

Caracterización productiva: minería, ganadería,  
agricultura, actividades de servicios afectadas,  
turismo.

Caracterización laboral

Finanzas públicas

Patrimonio histórico, cultural y arqueológico

Paleontología

## METODOLOGÍA DE RELEVAMIENTO DEL MEDIO FÍSICO

### TIERRA



Río Grande: estudios geotécnicos cierre de presa



C° El Planchón, relevamiento de geofomas: valle glaciar y depósitos morrénicos



Identificación de Unidades de Paisaje



Verificación de procesos biofísicos, margen izquierda Río Chico

### AGUA



Calidad de agua: muestreos y determinación "in situ"



Río Grande: Estación hidrométrica



### AIRE



Mediciones de ruidos "in situ"



### BIOTA



Relevamiento de unidades de vegetación: Mallín y vegetación de ladera

## METODOLOGÍA DE RELEVAMIENTO DEL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO



Encuestas a pobladores de Las Loicas y Puestos



Entrevistas en profundidad a actores clave



Taller con niños



Talleres Participativos (Técnicas: Arbol de Problemas y



Reuniones con Instituciones y Organismos en Malarque



Simulación de la situación productiva y laboral, con y Sin proyecto.  
Estimaciones de aporte de la presa al PBG y nivel de empleo. Efecto sobre finanzas públicas



En Zona de influencia directa: Estimación de las pérdidas económicas por la presa en términos de infraestructura y producción.



Arqueología: Trabajo de laboratorio y Trabajo de campo. Prospección de zonas seccionadas Estudios históricos - culturales



Relevamiento Paleontológico de campo: Reconocimiento de formaciones geológicas Identificación de facies sedimentarias Reconocimiento de fósiles



Turismo: Estudio de previabilidad. Trabajo de campo identificación de recursos. Aplicación de la teoría de sistema turístico y técnica FODA.

## ACCIONES DEL PROYECTO

### Etapa de Construcción

- Desmonte y limpieza de la zona de obra
- Acondicionamiento o apertura de accesos.
- Transporte de personal, equipos, maquinaria e insumos
- Radicación y funcionamiento de obradores y áreas de servicios
- Transporte, almacenamiento y manejo de explosivos.
- Explotación de canteras para producción de materiales de construcción
- Construcción del Desvío del Río

## **ACCIONES DEL PROYECTO**

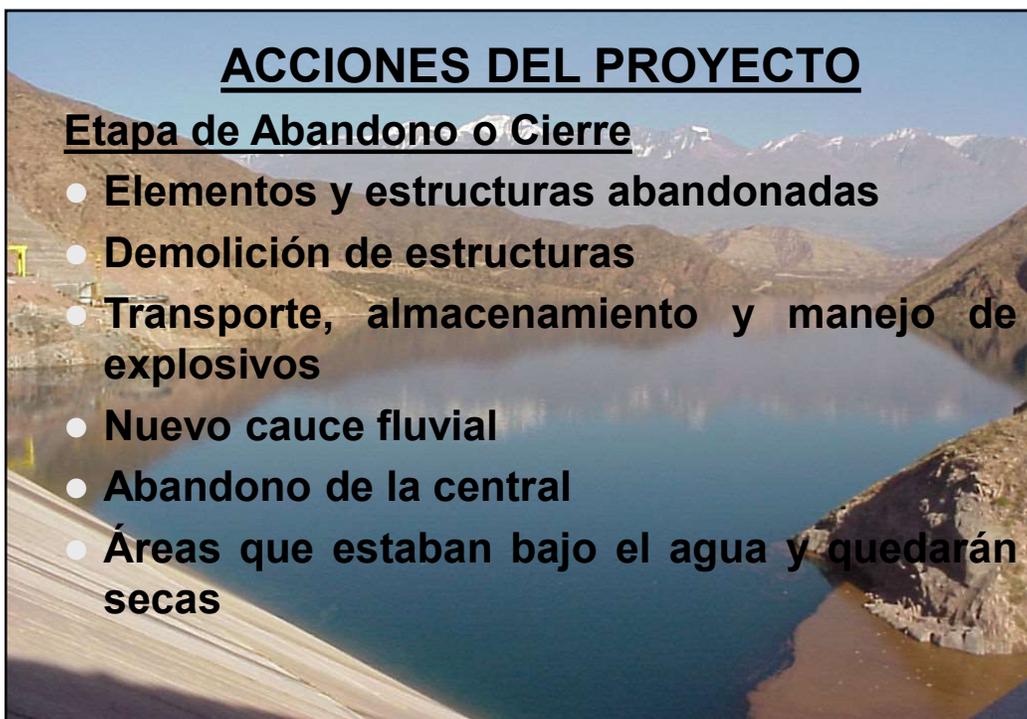
### **Etapa de Construcción**

- Construcción de obra de toma, túnel de la central, descargador de fondo y sistema de caudales mínimos
- Construcción de central y estación transformadora
- Construcción de la presa y aliviadero
- Instalación de red eléctrica para la obra
- Desmonte y limpieza del vaso
- Disposición de los materiales de desmonte
- Relocalización de infraestructura afectada
- Llenado del embalse
- Expropiaciones

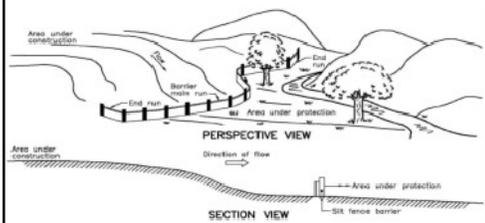
## **ACCIONES DEL PROYECTO**

### **Etapa de Operación o Funcionamiento**

- Primer llenado del embalse
- Presencia del embalse
- Embalse y desembalse por la central y/o descargador de fondo
- Funcionamiento de la central
- Línea de alta tensión y funcionamiento de playa de transformadores
- Mantenimiento de la central
- Uso del Perilago
- Manejo de crecidas



ACCIONES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	
<b>FACTORES/IMPACTOS</b>	Desmonte y limpieza de la zona de obra Acondicionamiento o apertura de accesos. Explotación de canteras para producción de materiales de construcción Construcción del Desvío del Río Construcción de obra de toma, túnel de la central, descargador de fondo y sistema de caudales mínimos Construcción de central y estación transformadora Construcción de la presa y aliviadero Instalación de red eléctrica para la obra Desmonte y limpieza del vaso Disposición de los materiales de desmonte Relocalización de infraestructura afectada Llenado del embalse Expropiaciones Relocalización de población afectada Transporte de personal, equipos, maquinaria e insumos Radicación y funcionamiento de obradores y áreas de servicios Transporte, almacenamiento y manejo de explosivos.
<b>AIRE Y NIVEL DE RUIDOS</b>	CONTAMINACIÓN POR GASES DE COMBUSTIÓN. CONTAMINACIÓN POR AUMENTO DE MATERIAL PARTICULADO. AUMENTO DEL NIVEL DE RUIDOS BASE Programa de Gestión de emisiones gaseosas y material particulado. Programa de Gestión de ruidos molestos y vibraciones
<b>SUELO</b>	PÉRDIDA DE SUELO CONTAMINACIÓN DE SUELO Manejo de combustibles y sus derivados en obra, Gestión de residuos peligrosos y Gestión de efluentes de obra Programa de desmantelamiento de obradores, campamento, villa temporaria y áreas de servicio (Manejo de topsoil).
<b>GEOMORFOLOGÍA</b>	CAMBIOS EN LOS PROCESOS MORFODINÁMICOS ACTUALES Programa de mitigación de intervenciones en la geomorfología local. Manejo en la explotación de yacimientos de materiales



**Trabajos de corrección de base hidrogeomorfológica y de unidades de suelos, mediante la realización de aterrazamientos, andenes, zanjas de infiltración, trampas de retención y revegetación en sitios liberados.**

ACCIONES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	
<b>FACTORES/IMPACTOS</b>	<p>Desmonte y limpieza de la zona de obra</p> <p>Acondicionamiento o apertura de accesos.</p> <p>Explotación de canteras para producción de materiales de construcción</p> <p>Construcción del Desvío del Río</p> <p>Construcción de obra de toma, túnel de la central, descargador de fondo y sistema de caudales mínimos</p> <p>Construcción de central y estación transformadora</p> <p>Construcción de la presa y aliviadero</p> <p>Instalación de red eléctrica para la obra</p> <p>Desmonte y limpieza del vaso</p> <p>Disposición de los materiales de desmonte</p> <p>Relocalización de infraestructura afectada</p> <p>Llenado del embalse</p> <p>Expropiaciones</p> <p>Relocalización de población afectada</p> <p>Transporte de personal, equipos, maquinaria e insumos</p> <p>Radicación y funcionamiento de obradores y áreas de servicios</p> <p>Transporte, almacenamiento y manejo de explosivos.</p>
<b>AGUA</b>	<p>MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL POR LA ACCIÓN DE LLENADO DEL EMBALSE</p> <p>CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL</p>
	<p>Limpeza del vaso, previo al llenado. Incluye vegetación e infraestructura existente</p> <p>Monitoreo de calidad de agua para preservar calidad del agua</p>
	<p>EL DESVÍO DEL RÍO PRODUCE AUMENTO DEL APORTE DE MATERIAL FINO AGUAS ABAJO Y CAMBIOS DE RÉGIMEN FLUVIAL A RÉGIMEN LÉNTICO AGUAS ARRIBA</p> <p>Construcción de ataguías aguas abajo para conseguir la permanencia de agua y restitución de hábitat hacia aguas arriba</p>
<b>FLORA Y FAUNA</b>	<p>SACRIFICIO O DESTRUCCIÓN IRREVERSIBLE DE POBLACIONES Y COMUNIDADES DE ENDEMISMOS Y ESPECIES DE INTERÉS DE CONSERVACIÓN. AFECTACIÓN DE ÁREAS SENSIBLES (CORREDORES Y REFUGIOS)</p>
	<p>Estrategias de conservación, tal como ANP, respeto por la época de cría. Pasafauna para accesos temporales y permanentes. Uso de trazas existentes para accesos. Restauración de flora autóctona</p>

## Conservación de flora autóctona



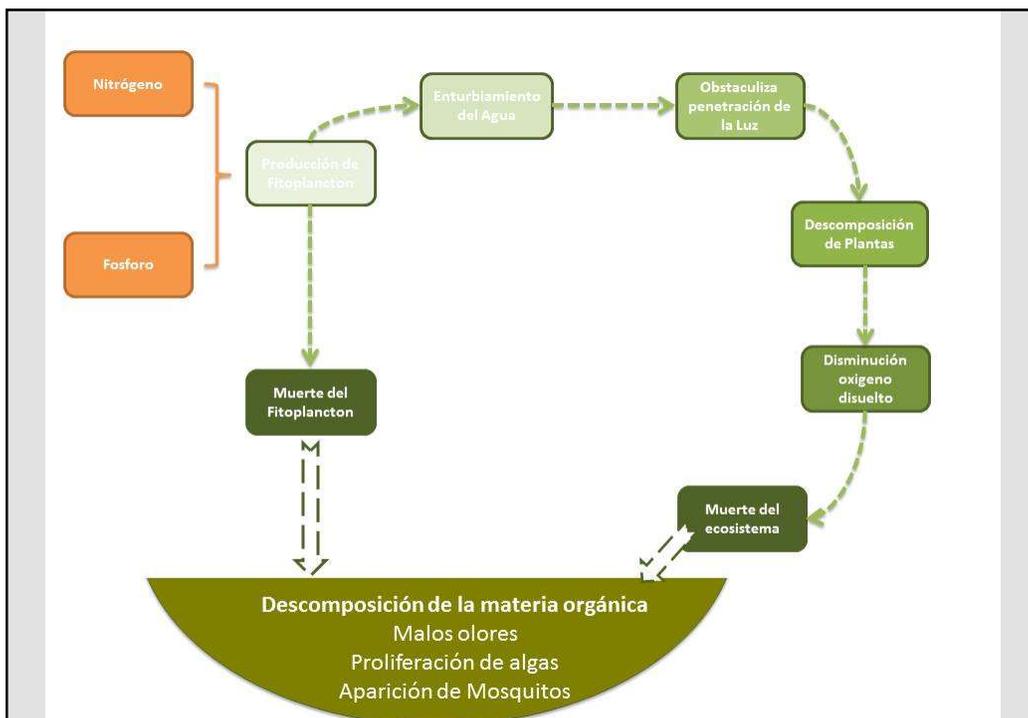
**Durante el período de destape y limpieza de terreno, las especies vegetales deben recuperarse y acondicionarse en un invernadero o vivero supervisado por especialistas.**

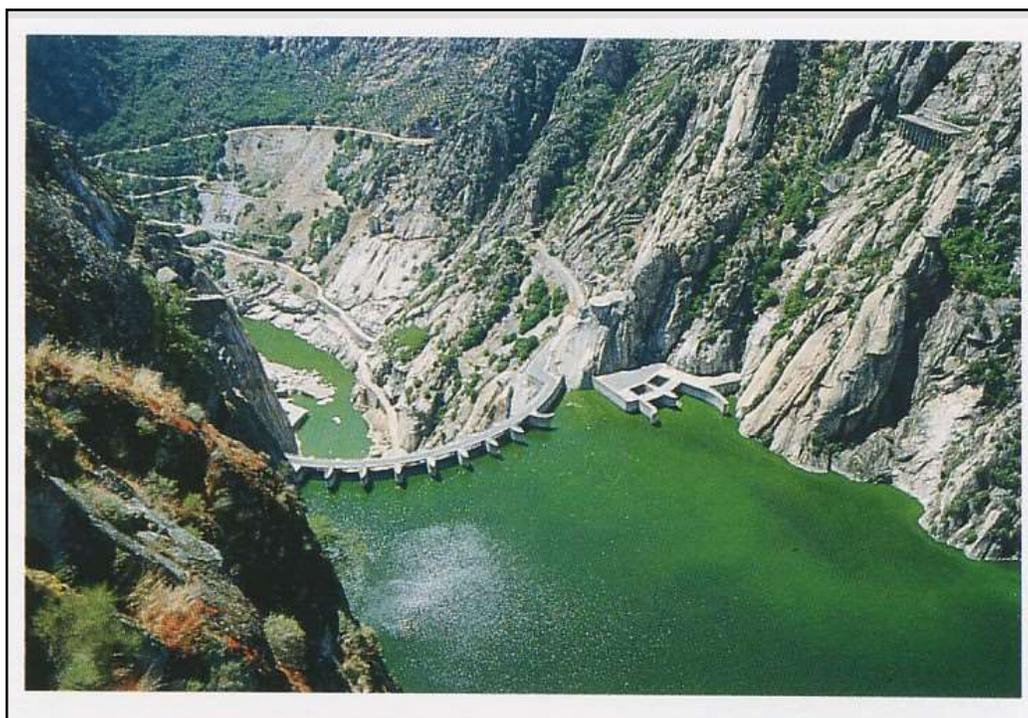
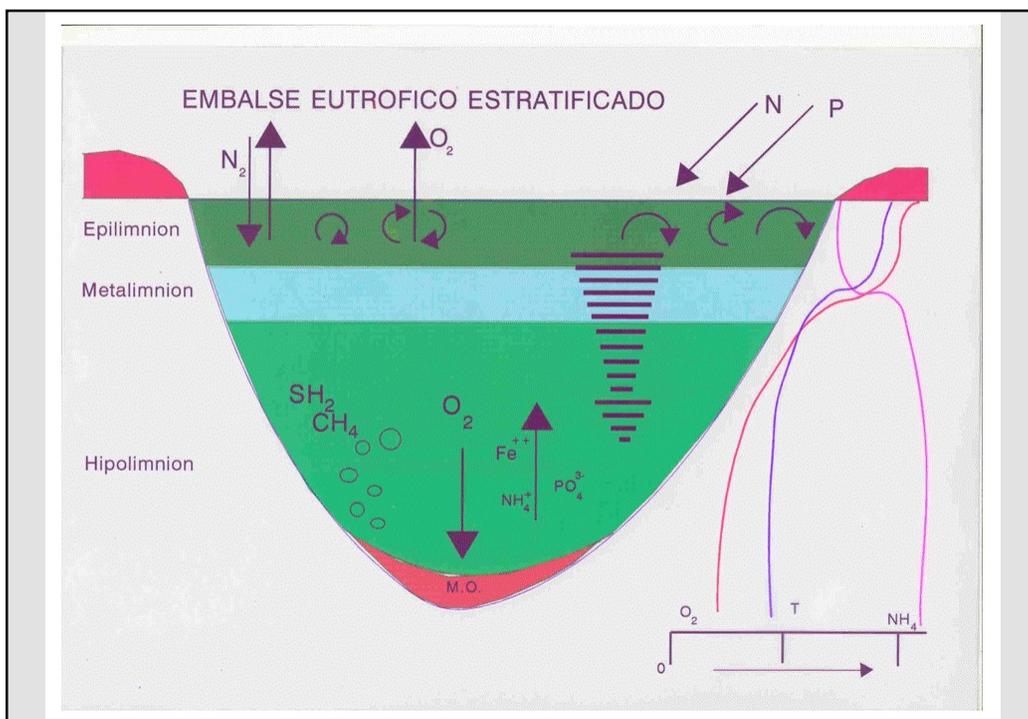
ACCIONES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	
<b>FACTORES/IMPACTOS</b>	Desmonte y limpieza de la zona de obra Acondicionamiento o apertura de accesos. Explotación de canteras para producción de materiales de construcción Construcción del Desvío del Río Construcción de obra de toma, túnel de la central, descargador de fondo y sistema de caudales mínimos Construcción de central y estación transformadora Construcción de la presa y aliviadero Instalación de red eléctrica para la obra Desmonte y limpieza del vaso Disposición de los materiales de desmonte Relocalización de infraestructura afectada Llenado del embalse Expropiaciones Relocalización de población afectada Transporte de personal, equipos, maquinaria e insumos Radicación y funcionamiento de obradores y áreas de servicios Transporte, almacenamiento y manejo de explosivos.
<b>PAISAJE</b>	AFECCIÓN DEL PAISAJE POR ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS Programa de preservación del paisaje. Desmantelamiento de infraestructura de obra. Recomendaciones para el diseño de LAT
<b>PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO Y PALEONTO</b>	AFECCIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO Y PALEONTOLOGICO Programa de preservación del patrimonio cultural físico
<b>CALIDAD DE VIDA</b>	AFECCIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA POR PÉRDIDA DE TENENCIA Y USO DE VIVIENDAS, INFRAESTRUCTURA, SERVICIOS EDUCATIVO Y SALUD Y DESARRAIGO, POR ACCIONES DE EXPROPIACIÓN, RELOCALIZACIÓN Y PRIMER LLENADO Programa para la Infraestructura Pública. Programa Socioproductivo. Programa de Comunicación. Modalidades de compensación e indemnización económica

ACCIONES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	
<b>FACTORES/IMPACTOS</b>	Desmonte y limpieza de la zona de obra Acondicionamiento o apertura de accesos. Explotación de canteras para producción de materiales de construcción Construcción del Desvío del Río Construcción de obra de toma, túnel de la central, descargador de fondo y sistema de caudales mínimos Construcción de central y estación transformadora Construcción de la presa y aliviadero Instalación de red eléctrica para la obra Desmonte y limpieza del vaso Disposición de los materiales de desmonte Relocalización de infraestructura afectada Llenado del embalse Expropiaciones Relocalización de población afectada Transporte de personal, equipos, maquinaria e insumos Radicación y funcionamiento de obradores y áreas de servicios Transporte, almacenamiento y manejo de explosivos.
<b>INGRESOS DE LA POBLACIÓN AFECTADA</b>	ALTERACIÓN DE LA IDENTIDAD Y FUENTE LABORAL, POR ACCIONES DE RELOCALIZACION DE INFRAESTRUCTURA Y POBLACIÓN, Y LLENADO DEL EMBALSE Programa Sociocomunitario y el Programa de Restablecimiento de las Actividades Socio-Productivas
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	REDUCCIÓN DE LA CONECTIVIDAD Y ACCESIBILIDAD A LOS SERVICIOS POR AFECTACIÓN DE RUTAS Y CAMINOS POR LLENADO DEL EMBALSE Relocalización de trazas de rutas y de infraestructura afectadas
<b>NIVEL DE EMPLEO</b>	AUMENTO DEL NIVEL DE EMPLEO POR LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PORTEZUELO DEL VIENTO Prioridades en la contratación de mano de obra y servicios
<b>MINERÍA</b>	AFECTACIÓN DE ZONAS CON POTENCIAL MINERO POR EXPROPIACIONES Y LLENADO DEL EMBALSE Compensaciones económicas a considerar

ACCIONES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO	
<b>FACTORES/IMPACTOS</b>	Presencia del embalse Presencia y funcionamiento de instalaciones, casa de máquinas, planta de transformadores y línea de alta tensión Operación de la central hidroeléctrica Erogación de caudales (turbinaados y vertidos) Almacenamiento, Transporte y disposición de sustancias peligrosas utilizadas (fluidos y gases) Mantenimiento y limpieza de las instalaciones (presa, central) Presencia del peligro
<b>CLIMA</b>	LA PRESENCIA DEL EMBALSE PRODUCE MODIFICACIÓN DE PARÁMETROS CLIMÁTICOS A NIVEL LOCAL
<b>NIVEL DE RUIDOS</b>	AUMENTO DEL NIVEL DE RUIDOS BASE Programa de Gestión de ruidos molestos y vibraciones
<b>RIESGO SÍSMICO</b>	SISMICIDAD INDUCIDA POR LA PRESENCIA DEL EMBALSE Monitoreo de sismicidad local
<b>PROCESO SEDIMENTACIÓN</b>	EFFECTO DE AGUAS CLARAS Control de procesos erosivos y de remoción en masa, monitoreo de sedimentación en el embalse y de erosiones en el cauce del río. Fijación de caudales de crecidas para el mantenimiento del cauce
<b>GEOMORFOLOGÍA</b>	RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA POR LA PRESENCIA DEL EMBALSE Control de procesos erosivos y de remoción en masa. Monitoreo de geomorfología

ACCIONES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO	
FACTORES/ IMPACTOS	Presencia del embalse
	Presencia y funcionamiento de instalaciones, casa de máquinas, planta de transformadores y línea de alta tensión
	Operación de la central hidroeléctrica
	Erogación de caudales (turbinaados y vertidos)
	Almacenamiento, Transporte y disposición de sustancias peligrosas utilizadas (fluidos y gases)
	Mantenimiento y limpieza de las instalaciones (presa, central)
	Presencia del perillago
AGUA	EUTROFIZACIÓN Y ESTRATIFICACIÓN TÉRMICA DEL AGUA EMBALSADA
	Prevención y control de la eutrofización. Evitar los desbalances de nutrientes y propiciar la mezcla de aguas en profundidad
	CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL POR SUSTANCIAS PELIGROSAS, EFLUENTES Y RESIDUOS
	Gestión de residuos y efluentes generados en la central y perillago
	MODIFICACIÓN DEL REGIMEN NATURAL DEL CAUCE Y DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS
	Definir caudales superficiales a derivar para la recarga subterránea
	EFEECTO ATENUADOR DE CRECIDAS DEL EMBALSE
	Efecto positivo





ACCIONES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO								
FACTORES/ IMPACTOS	<table border="1"> <tr> <td>Presencia del embalse</td> <td>Presencia y funcionamiento de instalaciones, casa de máquinas, planta de transformadores y línea de alta tensión</td> <td>Operación de la central hidroeléctrica</td> <td>Erogación de caudales (turbinaos y vertidos)</td> <td>Almacenamiento, Transporte y disposición de sustancias peligrosas utilizadas (fluidos y gases)</td> <td>Mantenimiento y limpieza de las instalaciones (presa, central)</td> <td>Presencia del perillago</td> </tr> </table>	Presencia del embalse	Presencia y funcionamiento de instalaciones, casa de máquinas, planta de transformadores y línea de alta tensión	Operación de la central hidroeléctrica	Erogación de caudales (turbinaos y vertidos)	Almacenamiento, Transporte y disposición de sustancias peligrosas utilizadas (fluidos y gases)	Mantenimiento y limpieza de las instalaciones (presa, central)	Presencia del perillago
	Presencia del embalse	Presencia y funcionamiento de instalaciones, casa de máquinas, planta de transformadores y línea de alta tensión	Operación de la central hidroeléctrica	Erogación de caudales (turbinaos y vertidos)	Almacenamiento, Transporte y disposición de sustancias peligrosas utilizadas (fluidos y gases)	Mantenimiento y limpieza de las instalaciones (presa, central)	Presencia del perillago	
FLORA Y FAUNA	<p>AFECCIÓN DE ÁREAS SENSIBLES (CORREDORES Y REFUGIOS) POR LA PRESENCIA DEL EMBALSE</p> <p>Estrategias de conservación, tal como ANP, y medidas de mejora del hábitat</p> <p>EFEECTO BARRERA AL DESPLAZAMIENTO DE PECES Y OTROS GRUPOS RELACIONADOS A LOS ECOSISTEMAS FLUVIALES (MAMÍFEROS E INVERTEBRADOS)</p> <p>ESCALAS PISCÍCOLAS</p> <p>AFECCIÓN DE AVES POR PRESENCIA DE PLAYA DE TRANSFORMADORES Y LÍNEA DE ALTA TENSIÓN Y PECES POR TURBINAS</p> <p>Rejillas de ingreso en turbinas. Guarda aves en LAT</p> <p>REDUCCIÓN DEL HÁBITAT DISPONIBLE TOTAL Y DE LA DIVERSIDAD Y LA PROFUNDIDAD MEDIA, DEBIDO A LA REGULACIÓN DEL CAUDAL NATURAL DEL RÍO</p> <p>CAUDAL ECOLÓGICO Y MEJORA DEL HÁBITAT</p>							

## ESCALAS PISCÍCOLAS.



Foto 3. Escala de artesas comunicadas por hendiduras verticales.

**Escalas de “Artesas”** o de diques sucesivos, son las más comunes, son fáciles de construir, y sencilla comprobación de adecuado funcionamiento

Escalera de agua formada por estanques de unos 2-3 m de largo y 1.2-1.5 m de ancho, conectados con peldaños de unos 30 cm por la que circula un caudal a través de unos vertederos, hendiduras verticales y/u orificios.

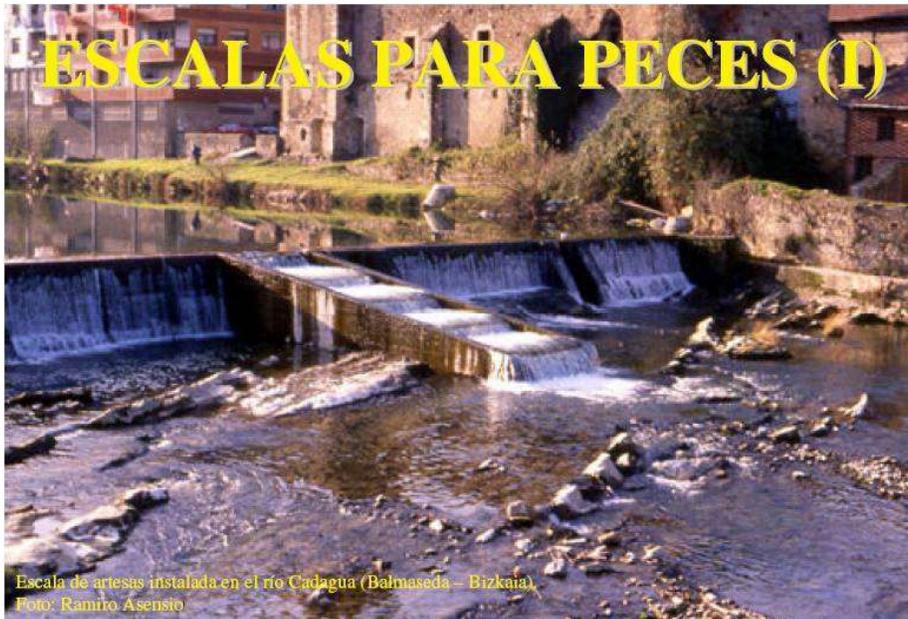
## ESCALAS PISCÍCOLAS.



Jaula (o caja de ascensor en donde se concentran los peces) que sube y vuelca su contenido aguas arriba del obstáculo con una cierta periodicidad, acorde con el número de migradores que estén tratando de franquear el obstáculo en cada momento.

Foto 1. Ascensor para peces en el río Miño (Mayo Rustarazo).

## ESCALAS PISCÍCOLAS.



Escala de artesas instalada en el río Cadagua (Balmaseda – Bizkaia).  
Foto: Ramiro Asensio

## ESCALAS PISCÍCOLAS.



**Escalas de estanque**



**Cruceta guarda aves en LAT**

**Cable de guardia para aves en LAT**





**CAUDAL ECOLÓGICO**

El caudal de reserva ecológico es el mínimo necesario para mantener los valores ecológicos del río, asegurando la permanencia de un volumen de agua dentro del cauce.

Los ríos forman ecosistemas que se denominan ecosistemas lóticos, y que comprenden cuerpos de agua y corrientes rápidas como ríos y arroyos.

## CAUDAL ECOLÓGICO

- Se diseñan para mantener un hábitat fluvial con capacidad de sostener la vida de la ribera y del medio acuático. Se justifican por muchos motivos:
  1. Preservar especies autóctonas de fauna y flora.
  2. Conservar la pesca.
  3. Mantener la calidad estética del paraje pluvial.
  4. Mantener recargas de acuíferos.
  5. Proteger tramos de interés científico o cultural.
  6. Subsistencia de lagos o lagunas preexistentes.

## Métodos de cálculo

- ✓ métodos hidrológicos
- ✓ métodos hidráulicos
- ✓ métodos de simulación de hábitat
- ✓ métodos holísticos

### Métodos hidrológicos

Consideran que los organismos de las comunidades ribereñas están adaptados a las variaciones estacionales propias de un régimen hídrico.

## Método de Curva de Permanencia

El caudal ecológico es expresado como un valor fijo que corresponde a un rango de caudal que se mantiene igualado o excedido un cierto porcentaje de tiempo. Como ejemplo se puede mencionar el caso del Estado Pernambuco (Brasil) en el que se calculó indirectamente un caudal ecológico como el 5% de  $Q_{90}$ . Es decir, un porcentaje de 5% del caudal que es excedido o igualado en 90% del tiempo de observación.

## Método de caudal mínimo de 7 días con período de ocurrencia de 10 años ( ${}_{7}Q_{10}$ )

Obtiene el valor de un caudal mínimo estadístico  ${}_{7}Q_{10}$  que corresponde al valor que en media, cada diez años, será igual o menor que el caudal medio en cualquier evento de 7 días de sequía consecutivos.

También existen otras aproximaciones similares utilizando la estadística hidrológica que describe las condiciones de sequía como el " ${}_{7}Q_{2}$ " y el " ${}_{10}Q_{5}$ ".

## Método de Tennant

Este método se fundamenta en estudios de campo realizados durante 10 años en 11 ríos montañosos de los estados de Montana, Wyoming y Nebraska, de los Estados Unidos de América.

El trabajo incluyó análisis físicos, químicos y biológicos realizados en diferentes secciones transversales; incluyendo pesquería de aguas frías y templadas.

Los caudales se calculan a partir de los escurrimientos históricos y de una serie de criterios cualitativos.

Criterio cualitativo para fijar caudales de reserva ecológicos	Caudales recomendados	
	octubre-marzo	abril-septiembre
Máximo	200% de caudal medio	200% de caudal medio
Rango óptimo	60% al 100% del caudal medio	60% al 100% del caudal medio
Excepcional o sobresaliente	40%	60%
Excelente	30%	50%
Bueno	20%	40%
Aceptable o en degradación	10%	30%
Mínimo o pobre	10%	10%
Degradación severa	< 10%	< 10%

El hábitat comienza a degradarse cuando el caudal es inferior al 10% del caudal medio anual, esto asociado a una velocidad media de 0,25 m/s y una profundidad media de 0,3m según lo establecido en el mencionado estudio.

## Método matemático Suizo

El cálculo del caudal de reserva ecológico se basa en caudales de estiaje, de aquí que proponga la utilización del  $Q_{347}$  para el cálculo de los caudales de reserva ecológicos

$$Q_{RE} = \frac{15 \times Q_{347}}{[\ln Q_{347}]^2}$$

$Q_{347}$ : es el caudal medio diario calculado, a partir de 10 años de registro, y que es igualado o excedido 347 días por año. El  $Q_{347}$  es un caudal tal, que sólo durante 18 días al año circulan caudales menores, el 95% del año circulan caudales mayores

## Legislación del Principado de Asturias

zonas trucheras (nivel de protección I) el mayor de las tres ecuaciones:

$$Q_{RE} = \frac{15 \times Q_{347}}{[\ln Q_{347}]^2} \quad Q_{RE} = 0.25 \times Q_{347} + 75$$

$$Q_{RE} = 0.35 \times Q_{347}$$

zonas de interés piscícola (nivel de protección medio II) + 2 l/s/km<sup>2</sup>

zonas salmoneras (nivel de protección máximo III) + 4 l/s/km<sup>2</sup>

## **Criterio de la Legislación Francesa**

La Ley de Aguas Francesa (Loi 84/512, del 29 de junio de 1984), en su artículo 410 indica que toda obra de construcción en el lecho de un curso de agua debe incluir dispositivos que mantengan en el mismo lecho un caudal mínimo que garantice la vida, la circulación y la reproducción de las especies que pueblan las aguas en el momento de la instalación de la obra. Que no debe ser inferior a la décima parte del caudal medio interanual, evaluado a partir de las informaciones disponibles en un periodo mínimo de 5 años.

## **Métodos hidráulicos**

Se basan en estudios de una sección transversal relacionando la magnitud de la descarga con la profundidad de los cauces, velocidad y perímetro mojado, y asumen que la integridad del hábitat está directamente relacionada con el área húmeda. Se construyen curvas que muestran la relación entre el caudal y el perímetro mojado. Según Stalnaker (1995), generalmente el caudal recomendado es aquél cerca de este punto de inflexión, en la relación entre la altura de agua y el perímetro mojado, pues se presume es el nivel óptimo para el desove de peces.

## Métodos de simulación de hábitat

Consideran que las especies de peces están mejor adaptadas a ciertas características hidráulicas, estructurales y geomorfológicas. Al conocer cómo afecta el caudal a estas características se puede predecir el caudal óptimo para mantener las poblaciones de estos peces.

El Método IFIM (Instream Flow Incremental Methodology) fue desarrollado por la US Fish and Wildlife Service (2003), al igual que el Método de Tennant.

## Métodos holísticos

Se asume que si son identificadas las características esenciales del flujo hídrico que pueden generar un impacto ecológico y son incorporadas dentro de un régimen de flujo modificado, entonces se puede mantener el medio biótico y la integridad funcional del ecosistema.

Los métodos holísticos generalmente se resuelven a través de dos aproximaciones distintas o de la combinación de ambas, aumentando desde el caudal mínimo o disminuyendo desde el caudal máximo.

# MEJORA DEL HÁBITAT

- Acciones que favorezcan la formación de pozos estables

**Deflectores de corriente:** cambian la dirección de flujo para proteger las orillas, socavar pozos, concentrar las aguas de estiaje, o crear rápidas.

**Azudes:** pequeñas presas bajas para crear o ahondar pozos, y para recolectar y sujetar gravas.

- Revegetación de orillas y limitación del pastoreo

	ACCIONES DEL PROYECTO EN LA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO							
<b>FACTORES/ IMPACTOS</b>	Presencia del embalse	Presencia y funcionamiento de instalaciones, casa de máquinas, planta de transformadores y línea de alta tensión	Operación de la central hidroeléctrica	Erogación de caudales (turbinaados y vertidos)	Almacenamiento, Transporte y disposición de sustancias peligrosas utilizadas (fluidos y gases)	Mantenimiento y limpieza de las instalaciones (presa, central)	Presencia del perillago	
<b>PAISAJE</b>	CAMBIOS EN EL PAISAJE							
	Programa de Restitución del Hábitat							
<b>PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO Y PALEONTOLÓGICO</b>	AFECTACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO Y PALEONTOLÓGICO							
	Programa de preservación del patrimonio cultural físico							
<b>DESARROLLO ECONÓMICO</b>	CAMBIOS EN LAS OPORTUNIDADES DE DESARROLLO ECONÓMICO DE LA POBLACIÓN LOCAL AFECTADA							
	Programa Restablecimiento de las Actividades Socio-Productivas							
<b>TURISMO</b>	RIESGO DE DEGRADACIÓN SOCIOAMBIENTAL POR TURISMO INCONTROLADO							
	Monitoreo de calidad de agua. Monitoreo de degradación del patrimonio cultural. Monitoreo de suelo y vegetación							
<b>DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	AUMENTO DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE FUENTES DE RECURSOS RENOVABLES							

## **MEJORAS PAISAJÍSTICAS**

Las instalaciones deben ubicarse en lugares donde su visibilidad sea menor.

La presa y el canal de derivación podrán revestirse en caras visibles con piedras similares al terreno del entorno, con colores y textura menos contrastante.

Las edificaciones se podrán recubrir de la misma manera o asemejarlas en arquitectura a la existente.

Se pueden usar cinturones vegetales (árboles).

Evitar cruces transversales de valles o cañones con el tendido eléctrico.

Usar colores para las torres, mimetizados con el paisaje.

## **IMPACTOS AMBIENTALES EN CANALES DE RIEGO.**

**MANUAL AMBIENTAL DEL PROGRAMA DE  
SERVICIOS AGRICOLAS PROVINCIALES**

**-PROSAP-**

**Ministerio de Economía y Obras y Servicios  
Públicos de la Nación (1997)**

Obra de desarrollo lineal.

**ACCIONES AMBIENTALES EN CANALES DE RIEGO.**

**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

- Apertura de caminos de accesos.
- Limpieza del terreno.
- Excavaciones.
- Movimientos de suelos: terraplenes y desmontes.
- Movimiento de maquinarias.
- Colocación de encofrados.
- Colocación de armadura.
- Hormigonado o colocación del revestimiento.
- Curado del hormigón.
- Tratamientos superficiales.
- Obras de arte necesarias.

**ETAPA DE FUNCIONAMIENTO**

- Operación del canal.

**IMPACTOS AMBIENTALES EN CANALES DE RIEGO.**

**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

- Cambios en el uso del suelo: expropiaciones.
- Destrucción de la vegetación del lugar.
- Cambios calidad del aire: emisiones gaseosas.
- Cambios en el nivel de ruidos.
- Consumo de agua y áridos.
- Consumo de combustibles.
- Generación de empleo.

**ETAPA DE FUNCIONAMIENTO**

- Mejoramiento en la distribución del agua.
- Mayor disponibilidad de agua en la propiedad.
- Aumento de las hectáreas regadas.









