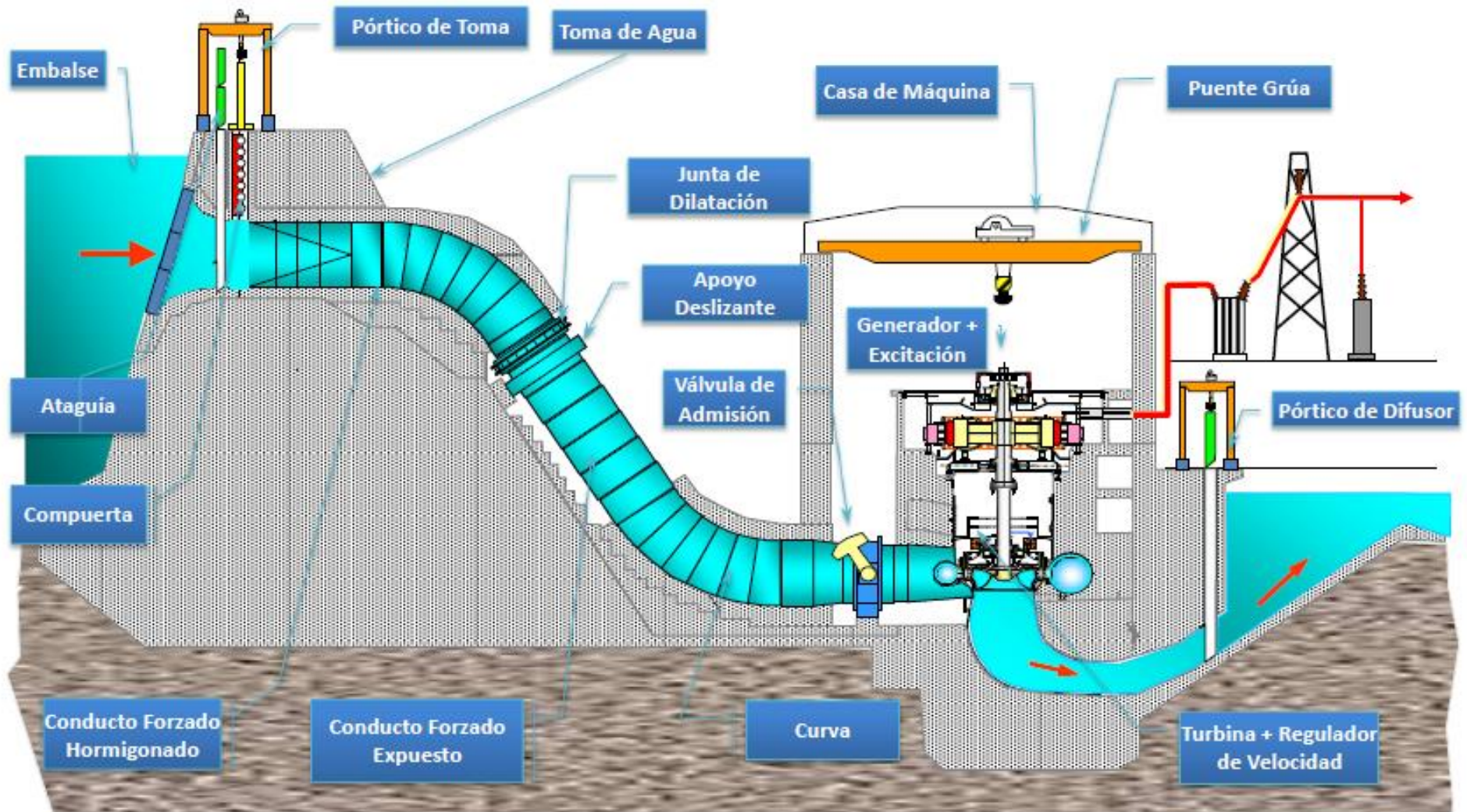
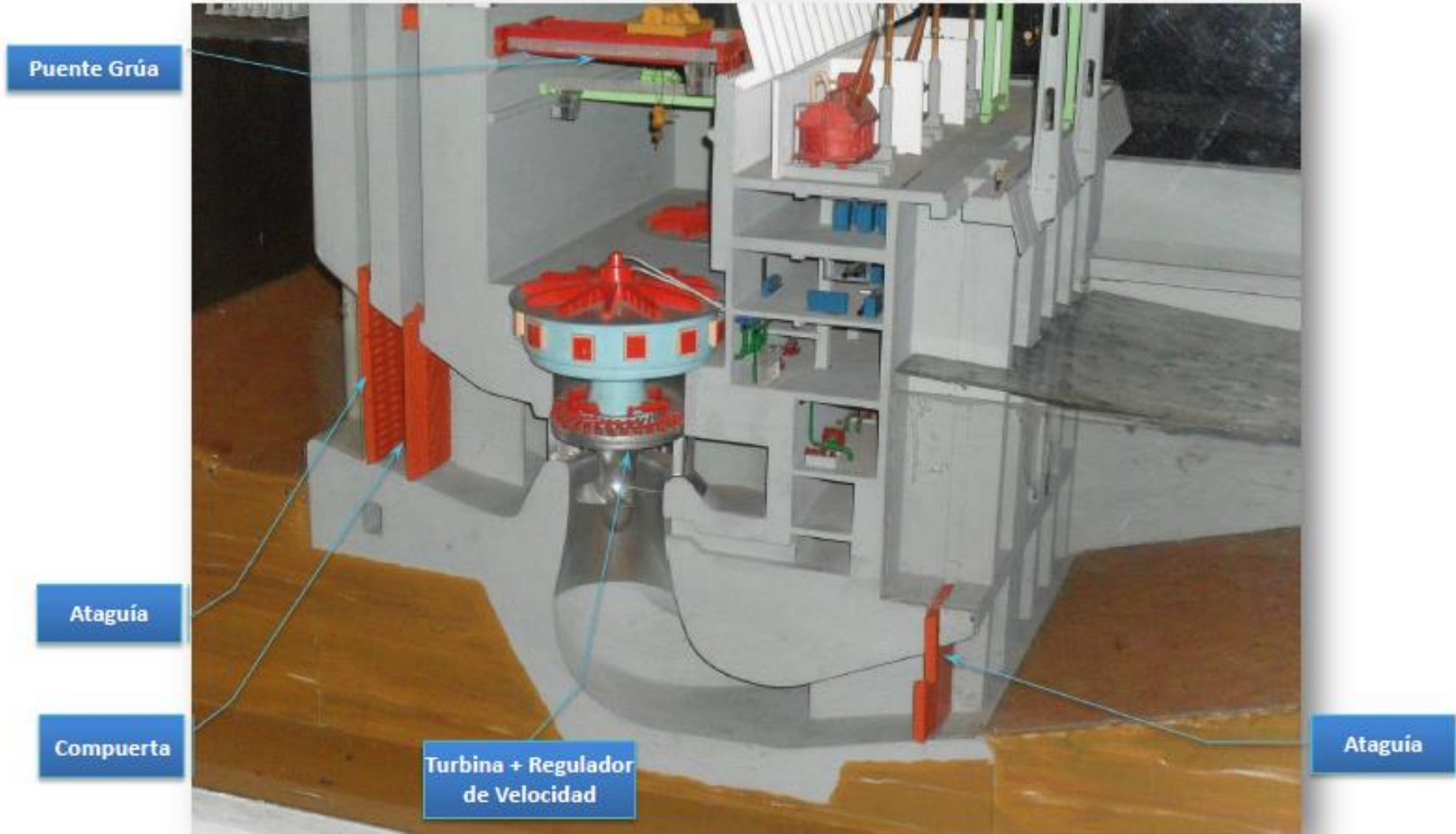


# APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS

*OBRA DE TOMA SECCION DE CONTROL*







UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

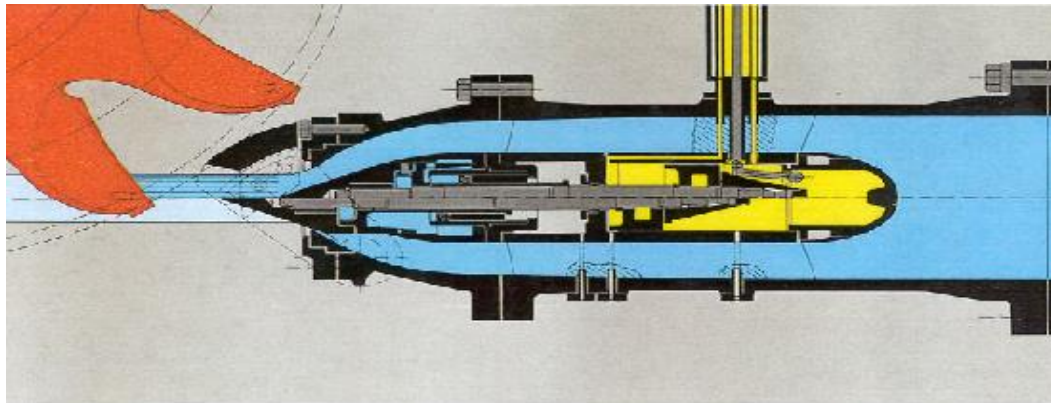
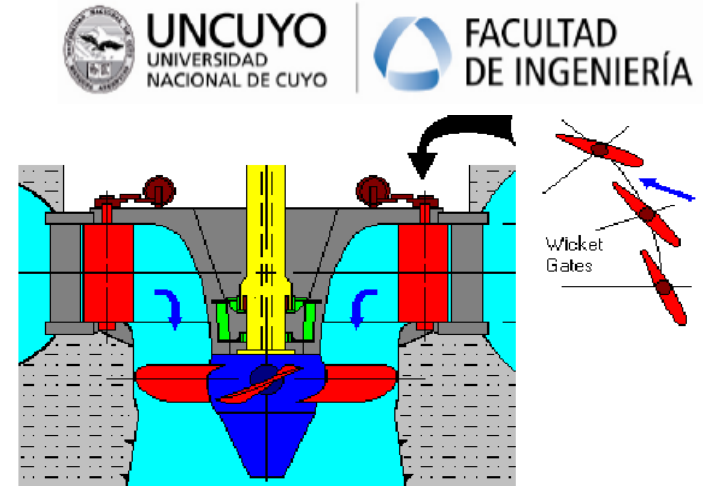


FACULTAD  
DE INGENIERÍA

# ÓRGANOS DE SEGURIDAD REGULACIÓN Y MANTENIMIENTO

# ÓRGANOS DE REGULACIÓN - DISPOSITIVOS DE REGULACIÓN DE FLUJO

Los álabes del distribuidor (en turbinas Francis, Kaplan, Diagonales o Bulbo) o válvulas tipo aguja (en turbinas Pelton) son los dispositivos primarios de regulación. Estos dispositivos son los responsables para cierres o aperturas rápidas o cambios pequeños de flujo.

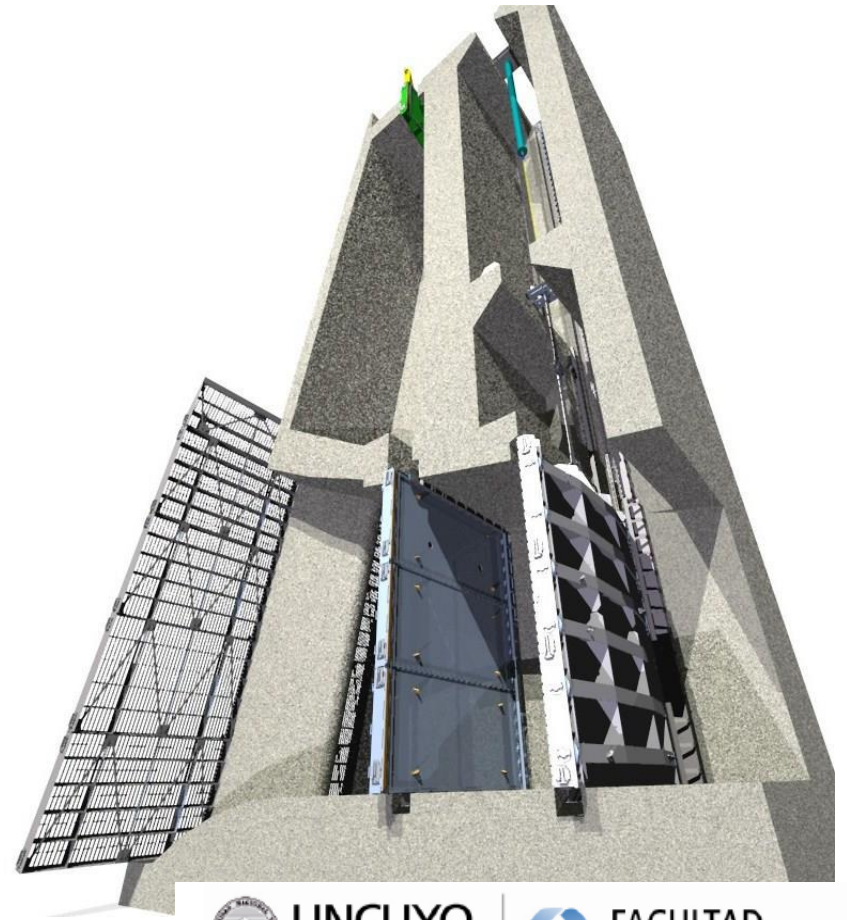


La rapidez de cierre o apertura de los órganos de regulación son de fundamental importancia en el análisis de las condiciones transitorias.

# DISPOSITIVOS DE REGULACIÓN DE FLUJO

- ✓ Si el dispositivo de regulación de flujo falla, entonces aguas abajo o aguas arriba deben habilitarse órganos de resguardo para cerrar el flujo con el fin de prevenir a la planta de eventuales daños y pérdidas de agua. Esas válvulas pueden ser válvulas de resguardo de turbina ( localizada en la adyacencia de la turbina) válvulas de tubería ( localizada en la parte superior de la tubería forzada), válvulas o compuertas de toma ( ubicadas cerca del reservorio) o compuertas de tubo difusor.
- ✓ El análisis de las condiciones transitorias deben incluir (además del análisis de los órganos principales de regulación) como operarán estos organismos de seguridad en todas las circunstancias especialmente durante el cierre.

# ÓRGANOS DE SEGURIDAD - MANTENIMIENTO



JUAN CARLOS CACCIAVILLANI

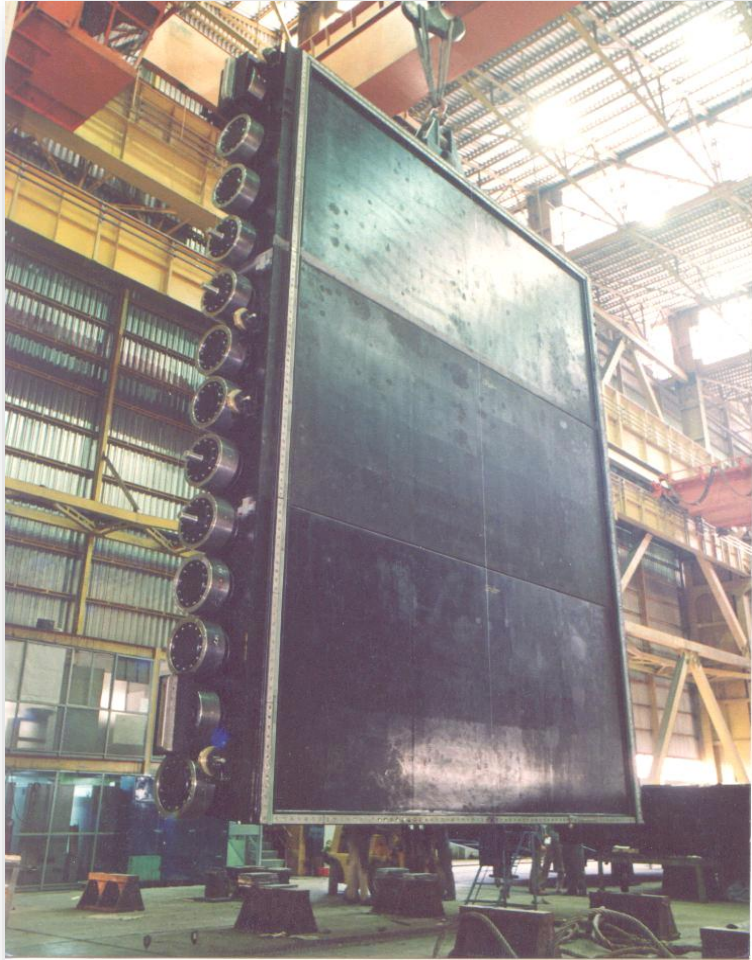


UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



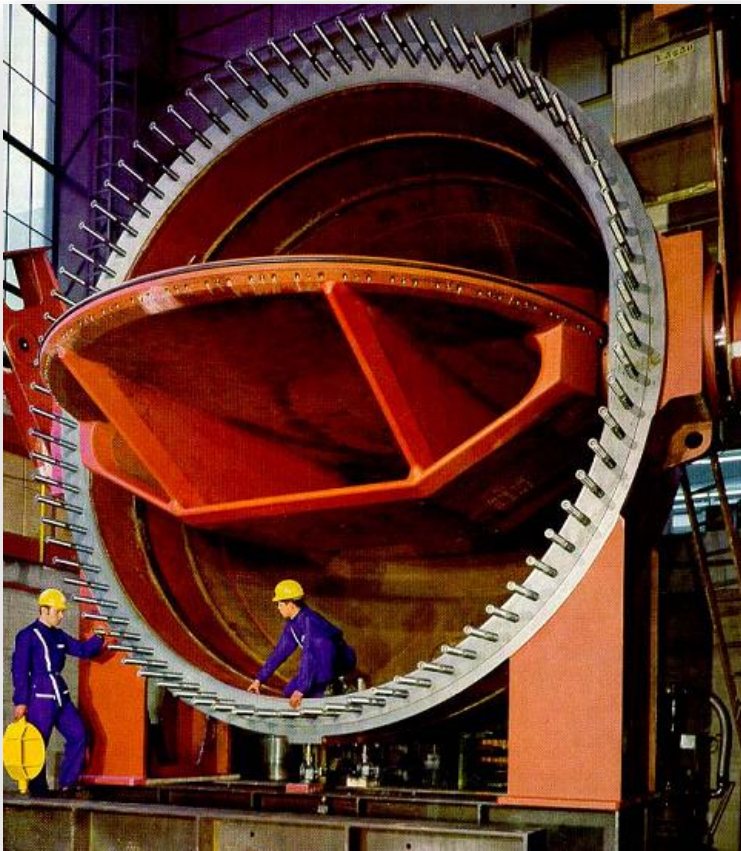
FACULTAD  
DE INGENIERÍA

# ÓRGANOS DE SEGURIDAD - MANTENIMIENTO





# ÓRGANOS DE SEGURIDAD - MANTENIMIENTO



# ÓRGANOS DE SEGURIDAD - MANTENIMIENTO



# ÓRGANOS DE SEGURIDAD - MANTENIMIENTO



# ÓRGANOS DE SEGURIDAD - MANTENIMIENTO



# ÓRGANOS DE SEGURIDAD - MANTENIMIENTO



# OBRA DE TOMA

## OBRA DE TOMA

Capta y conduce el agua ( optimizando las pérdidas de carga) a los conductos que conectan con las turbinas hidráulicas.

### Ubicación plani - altimétrica.

- ✓ Revisión de ángulo entrada de toma con eje del río - Contracciones de flujo- turbulencias- erosiones- deposito de sedimentos- Ensayos de modelo
- ✓ Umbral: por debajo del nivel mínimo de operación del embalse
- ✓ Solera: por encima de nivel de embalse muerto.

### Pendiente:

- ✓ Limpieza manual: pendiente mas baja posible
- ✓ Limpieza mecánica: limpieza con ángulo entre 5 a 30°

# OBRA DE TOMA

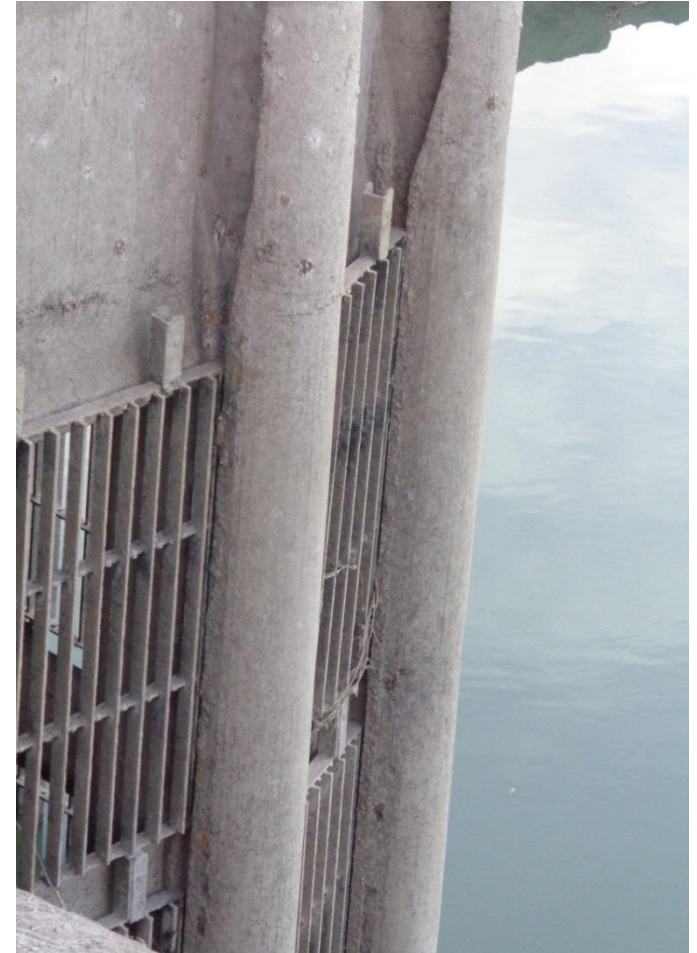
Elementos componentes:

- ✓ Estructura de embocadura
- ✓ Rejas
- ✓ Sección de control
  - Compuertas de servicio
  - Compuerta de guardia
  - Pozo de aireación

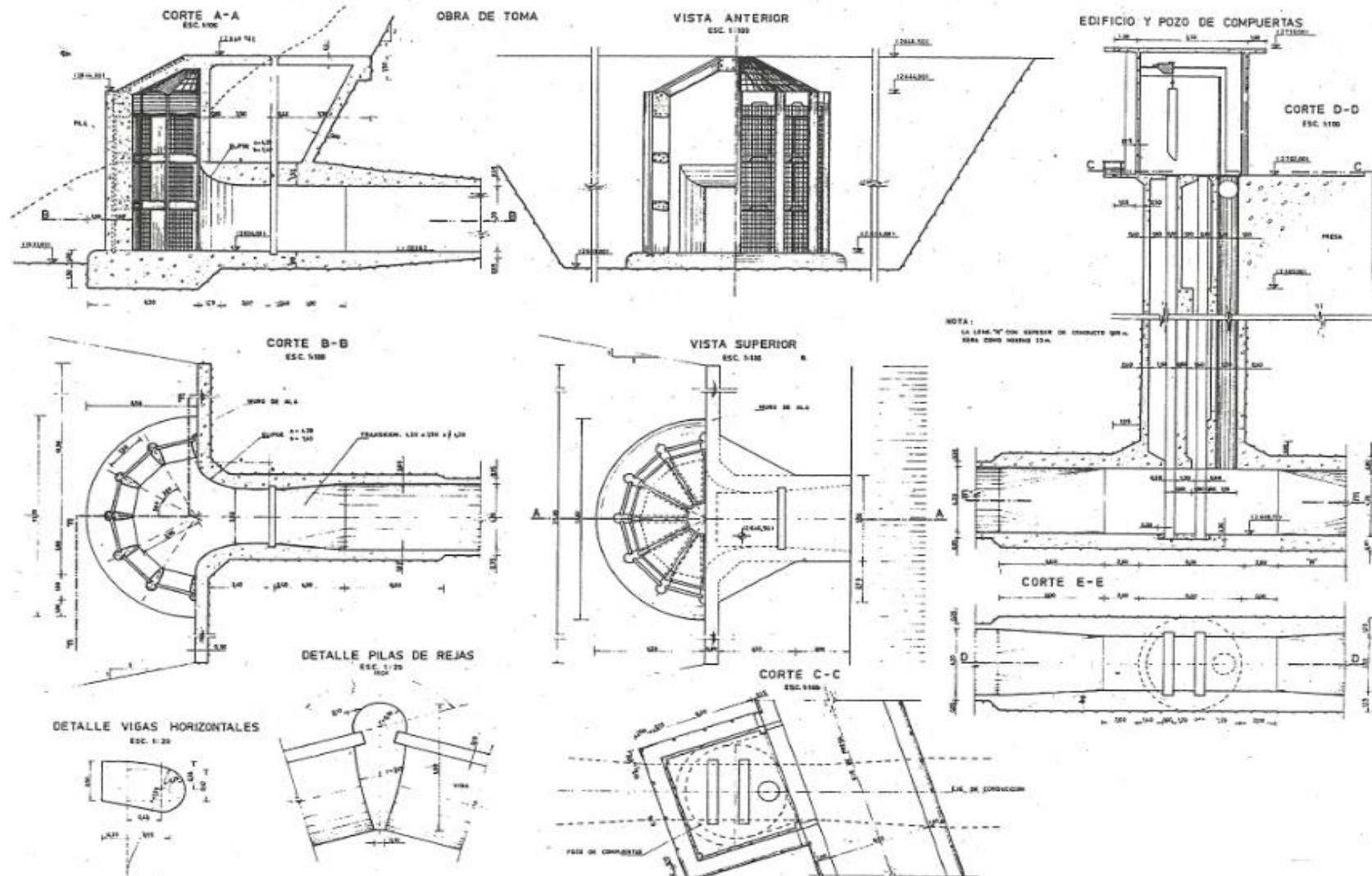




## OBRA DE TOMA



# OBRA DE TOMA



# OBRA DE TOMA - DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

**Velocidad de aproximación:** Área total de reja ( sección bruta) dividida por el caudal máximo de diseño.

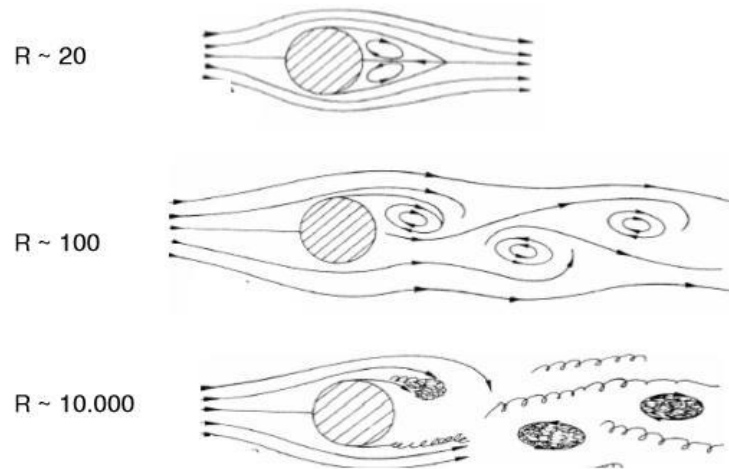
- ✓ Velocidad ~0.3 a 0,8 m/s a ajustar caso por caso
- ✓ Objetivo: Disminución de tendencia a recolección de impurezas contra las rejas minimiza perdidas de carga.

## Elementos que inciden en la determinación de la velocidad de aproximación:

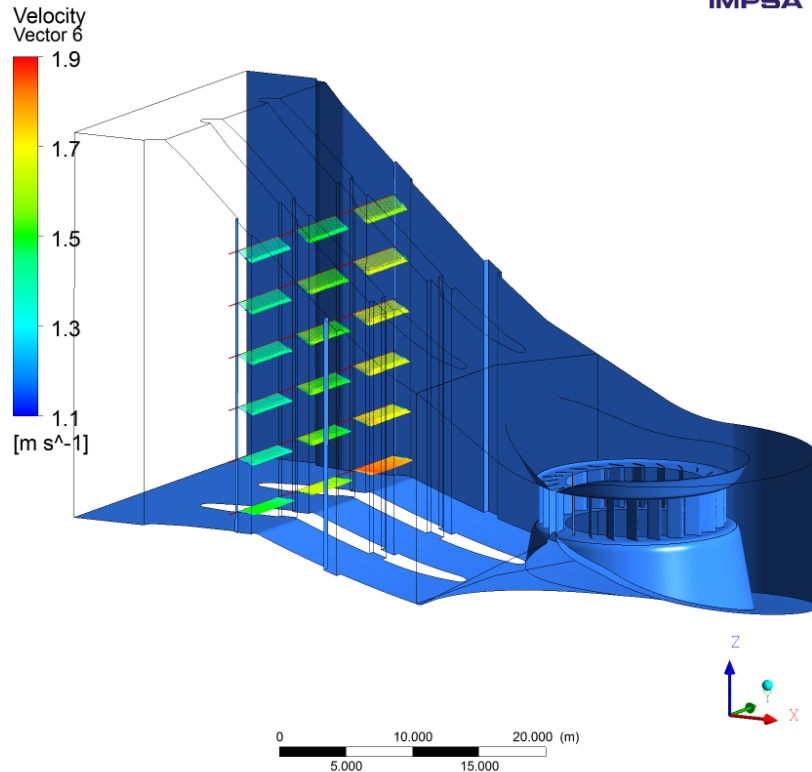
- ✓ Consideraciones de seguridad
- ✓ Localización de la toma dentro del sistema
- ✓ Preservación de peces
- ✓ Cantidad de elementos esperables
- ✓ Condiciones de sumergencia
- ✓ Económicos: Para limitar tamaños de estructuras y costos de capital pueden usarse velocidades mayores.

# OBRA DE TOMA - DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

**Velocidad de pasaje entre rejillas:** Como en cualquier objeto que se interpone a un flujo, el escurrimiento entre las rejillas provoca verticidades en el borde de salida de las pletinas con una frecuencia elevada. Los vórtices dependen de la velocidad y de las dimensiones del espesor de salida.



# OBRA DE TOMA - DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO



La velocidad de pasaje entre rejillas: no es uniforme a través de la sección transversal, pudiendo algunas ser el doble del promedio

Frecuencias de excitación hidráulica:

- ✓ La frecuencia de emisión de vórtices detrás de un obstáculo inmerso en un fluido en movimiento, (Von Karman), puede aproximarse mediante la fórmula de Strouhal.

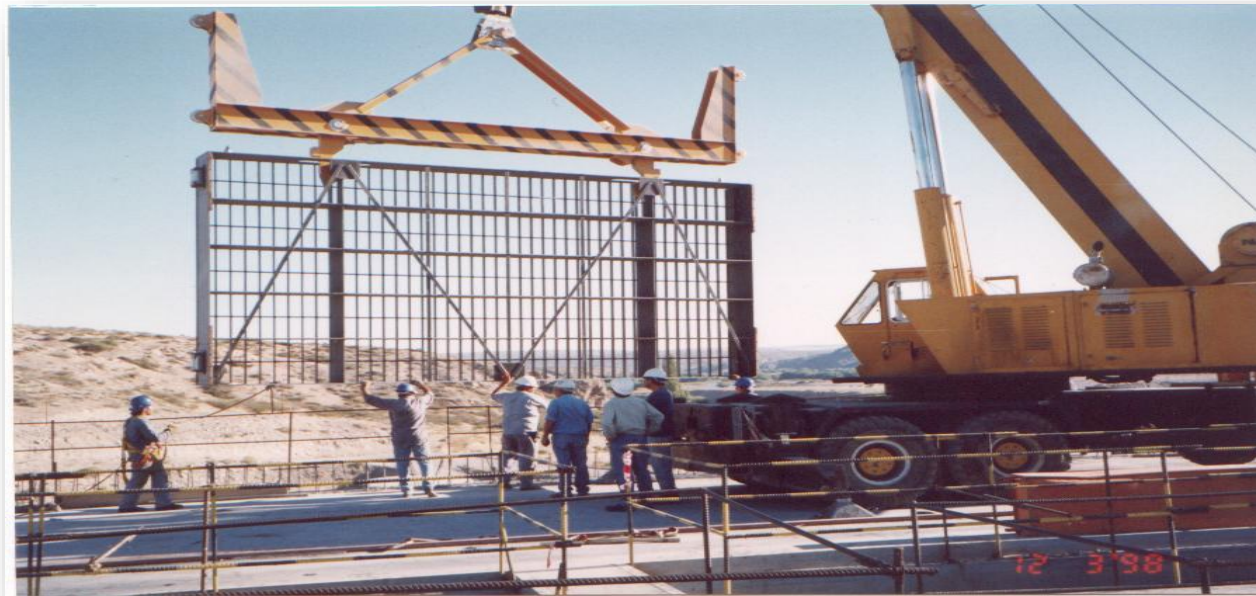
$$f = S^* \frac{V_{PS}}{\delta}$$

- ✓ Pulsaciones de presión originadas en tubo de aspiración. Aprox. 0,2÷0,5 Fr (carga parcial) 2-6 Fr (alta carga parcial)
- ✓ Frecuencias hidráulicas del conducto de admisión

## OBRA DE TOMA- REJAS

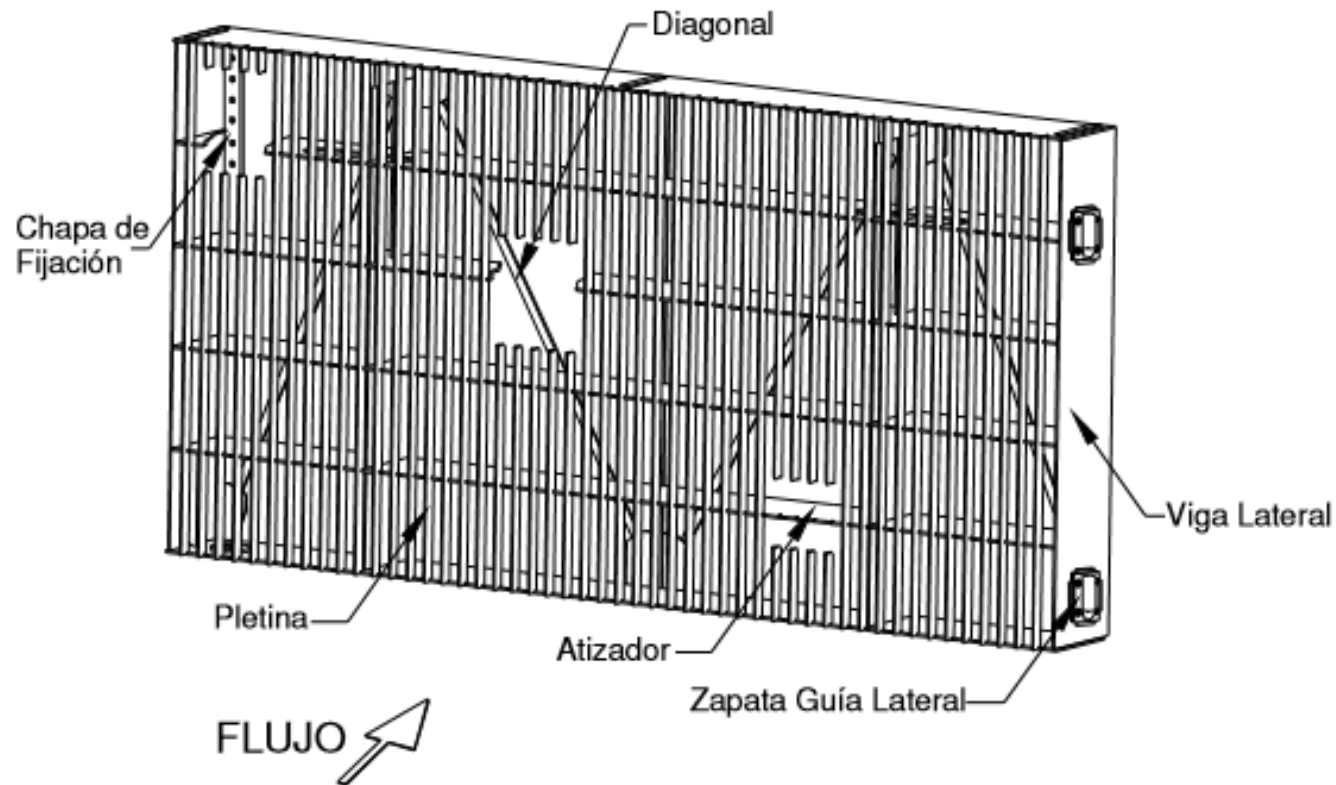
Función:

- Protección de los equipos de generación.
- Protección de los conductos situados aguas abajo.
- Protección de fauna ictícola.
- Protección de presencia humana en las inmediaciones.



## OBRA DE TOMA - REJAS

Barras de sección transversal rectangular ubicadas en posición vertical y unidas con rigidizadores laterales.



## OBRA DE TOMA - REJAS





# OBRA DE TOMA - LIMPIAREJAS



# OBRA DE TOMA - REJAS



## OBRA DE TOMA - LIMPIAREJAS

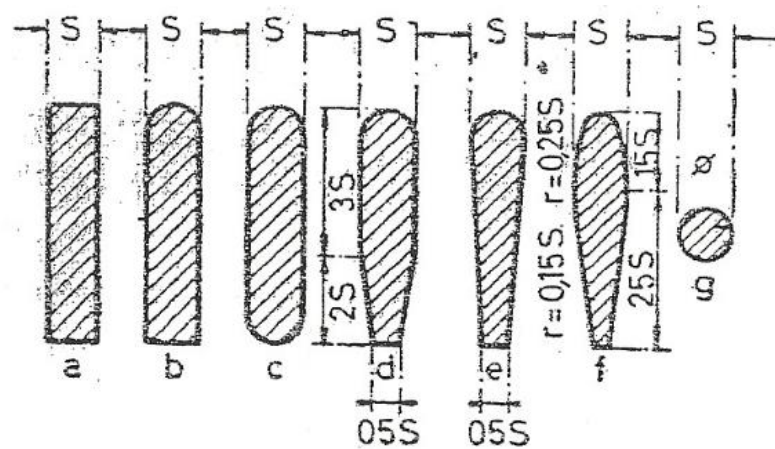


# OBRA DE TOMA - LIMPIAREJAS



## CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

**Forma:** Generalmente rectangular. Otras formas como las indicadas reducen perdidas de carga pero encarecen la protección



**Dimensiones:** Si bien requiere una verificación estructural algunas recomendaciones son las siguientes:

- ✓ Dimensiones transversales: Profundidad de 4 a 12 veces su espesor.
- ✓ Longitud: No exceder 70 veces su espesor.

## OBRA DE TOMA- REJAS

Separación entre pletinas:

Turbinas tipo Francis:

$$F = 0,80 - (Ns/762)$$

Donde Ns es velocidad especifica ( sistema métrico)

$$S = F * D_3 / n$$

Donde:

S = Separación en (m) entre barras para turbinas Francis

$D_3$  = Diámetro de descarga de la turbina

N = Numero de alabes del rodete

## OBRA DE TOMA- REJAS

Turbinas tipo Kaplan con diámetro < 1,5m ( 24 paletas directrices):

$$S = D_3 / 12$$

Turbinas tipo Kaplan con diámetro < 1,5m ( 20 paletas directrices):

$$S = 0,097 * D_3 + K1$$

Turbinas mayores a 1,5 m requieren una separación máxima de 150 mm

S = Separación en (mm)

$D_3$  = Diámetro envolvente (mm)

K1= 4mm

Pelton~ 1/5 de anillo asiento

Referencia

:

Norma NB  
1098:

Tipo de Turbina	Espaciamiento (mm)
Pelton	25 a 50
Francis	60 a 150
Kaplan	100 a 150

# OBRA DE TOMA – PERDIDAS DE CARGA

- ✓ Perdida de agua por aceleración de agua

$$Dh = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} / 2 * g$$

- ✓ Perdida de carga por rejillas

$$Dh = \beta * \sin \alpha * \left(\frac{e}{d}\right)^2 * \frac{v^2}{2} / 2 * g$$

Alfa inclinación de las rejillas en relación a posición horizontal

e = Espesor de las barras

d = Separación entre barras

Beta = 2,42 para barras rectangulares

v = Velocidad del agua calculada para la proyección de la abertura sobre un plano vertical sin descontar las barras de la rejilla

- ✓ Perdida de carga en recatas de compuertas

$$Dh = 0,02 * \frac{v^2}{2} / 2 * g$$



# OBRA DE TOMA EN RIOS



# OBRA DE TOMA EN RIOS



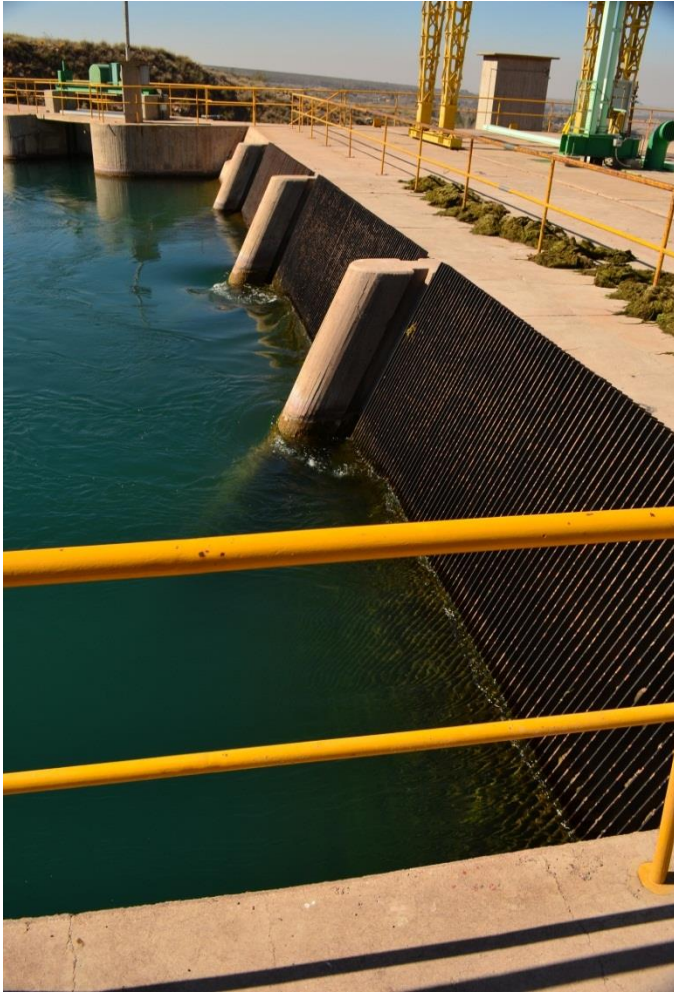
# OBRA DE TOMA EN RIOS

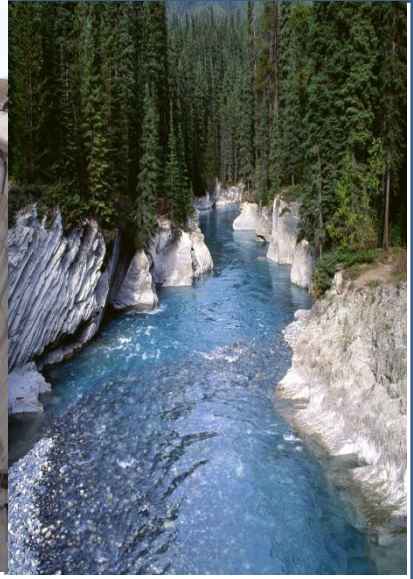
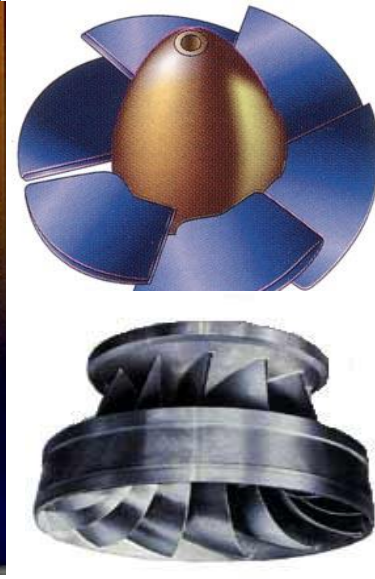


# OBRA DE TOMA EN RIOS



# OBRA DE TOMA EN CANALES





# APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS

*OBRA DE TOMA SECCION DE CONTROL*