

Red de Institutos Nacionales
Iberoamericanos de
Ingeniería e Investigación
Hidráulica (RINIHH)



Modelación Física de Estructuras Hidráulicas en el Laboratorio de Hidráulica del INA

Presentación realizada en el
Taller de Modelos Físicos y Matemáticos

Programa de Hidráulica Industrial
Ing. Ing. Jorge D. Bacchiega
pho-lh@ina.gov.ar
Teléfono: (54 11) 4480-4500 int.2350

PROGRAMA DE OBRAS HIDRÁULICAS

- Desde su creación en el año 1969, el Laboratorio de Hidráulica ha desarrollado, entre otras líneas de trabajo aquellas vinculadas a las grandes obras hidroeléctricas y de regulación, centrándose en aspectos específicos del funcionamiento hidráulico de obras de alivio y disipación, como así también en equipamientos hidromecánicos.
- Si bien fue disminuyendo progresivamente el ritmo de construcción de grandes aprovechamientos, muchas de las técnicas desarrolladas se siguieron usando para la verificación y/o readecuación de obras existentes.



Red de Institutos Nacionales
Iberoamericanos de
Ingeniería e Investigación
Hidráulica (RINIHH)



Modelación Física de Estructuras Hidráulicas en el Laboratorio de Hidráulica del INA

Presentación realizada en el
Taller de Modelos Físicos y Matemáticos

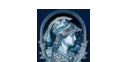
Programa de Hidráulica Industrial
Ing. Jorge D. Bacchiega
pho-lh@ina.gov.ar
Teléfono: (54 11) 4480-4500 int.2350

PROGRAMA DE OBRAS HIDRÁULICAS

Líneas Básicas de Desarrollo

- Presiones y esfuerzos originados en flujos macroturbulentos
- **Disipación de energía por Salto de Esquí. Procesos de erosión localizada**
- Dispositivos de Aireación Forzada en rápidas y en vertederos de baja caída.

- **Vertederos Escalonados**
- **Dispositivos complementarios de captación en sistemas de drenaje urbano**



Dispositivos de aireación forzada

- Estudios de Casos: Piedra del Aguila, Potrerillos, Saladillo, Chihuido



Potrerillos



Saladillo



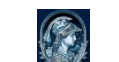
PROGRAMA DE OBRAS HIDRÁULICAS

- Asimismo, se generaron otras necesidades vinculadas al crecimiento de la población en grandes ciudades, situación que demandó la ejecución de algunos estudios en modelos físicos vinculados a obras de drenaje urbano.
- En ese marco, el Laboratorio comenzó a desarrollar estudios de hidráulica urbana mediante la aplicación de modelos matemáticos hidrodinámicos para la simulación de las redes de conductos y canales que conforman los drenajes.
- Los estudios más importantes se desarrollaron en el ámbito de la ciudad de Buenos Aires, con más de 3×10^6 habitantes y para la ciudad de Pergamino (100.000 hab).



Líneas Básicas de Desarrollo

- Presiones y esfuerzos originados en flujos macroturbulentos.
- Disipación de energía por Salto de Esquí. Procesos de erosión localizada
- Dispositivos de Aireación Forzada en rápidas y en vertederos de baja caída.
- Vertederos Escalonados
- Dispositivos complementarios de captación en sistemas de drenaje urbano

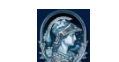


PROGRAMA DE OBRAS HIDRÁULICAS

Líneas Básicas de Desarrollo

- **Presiones y esfuerzos originados en flujos macroturbulentos**
- **Disipación de energía por Salto de Esquí. Procesos de erosión localizada**
- **Dispositivos de Aireación Forzada en rápidas y en vertederos de baja caída.**

- **Vertederos Escalonados**
- **Dispositivos complementarios de captación en sistemas de drenaje urbano**



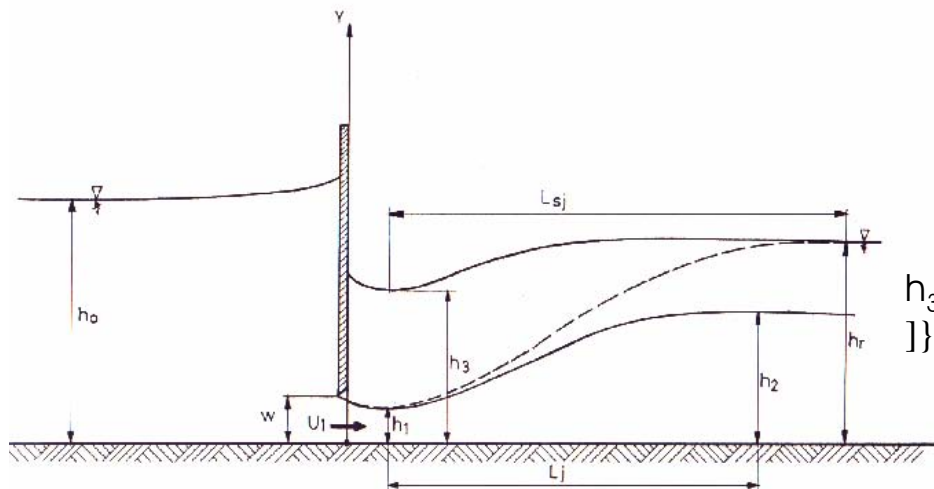
Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

- Evaluación de intensidad y frecuencias inducidas por el flujo en resaltos libres aguas abajo de compuertas y de vertederos.
- Evaluación de intensidad y frecuencia inducida por el flujo en resalto sumergido y resalto forzado en cuencos disipadores.
- Investigación de la condición de inicio de cavitación en flujos macroturbulentos.
- Investigación sobre el riesgo de fatiga en anclajes de losas de cuencos disipadores.
- Evaluación de la incidencia de la aireación forzada en el campo de presiones fluctuantes.
- Investigación básica sobre solicitaciones (fuerzas y momentos) de origen macroturbulento sobre losas de fondo de cuencos disipadores a resalto.
- Análisis de la tasa de decaimiento de la energía cinética residual en el tramo final de la estructura del resalto (técnica de medición con ADV).

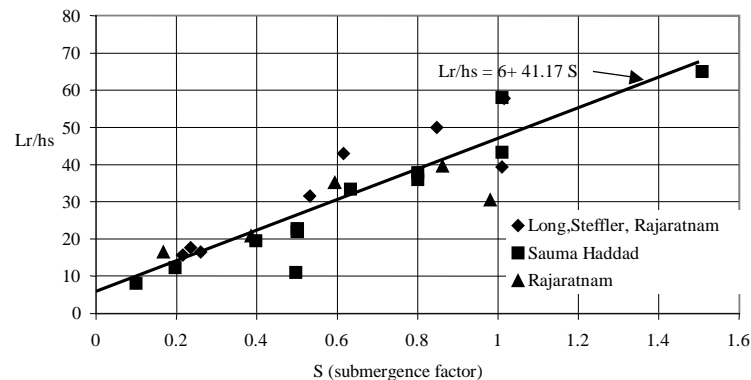


Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

➤ Longitud del Resalto Hidráulico Sumergido



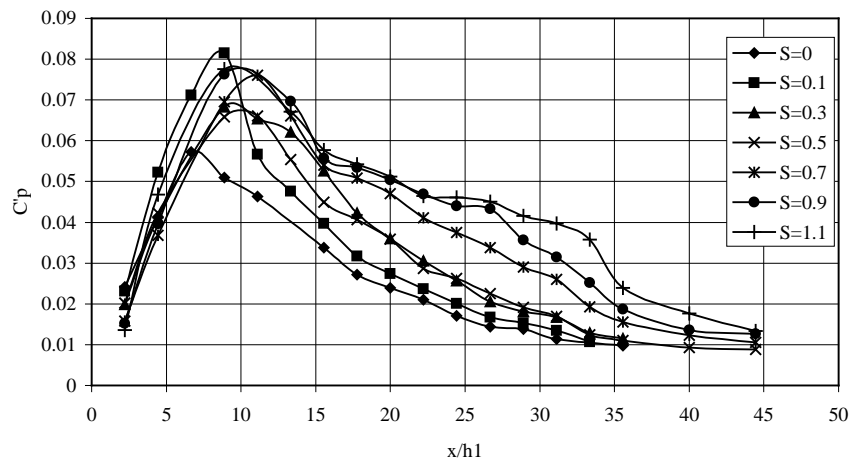
$$h_3/h_1 = \left\{ (1+S)^2 \sigma^2 - 2 F_1^2 [1 - (\sigma(1+S))] \right\}^{1/2}$$



Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

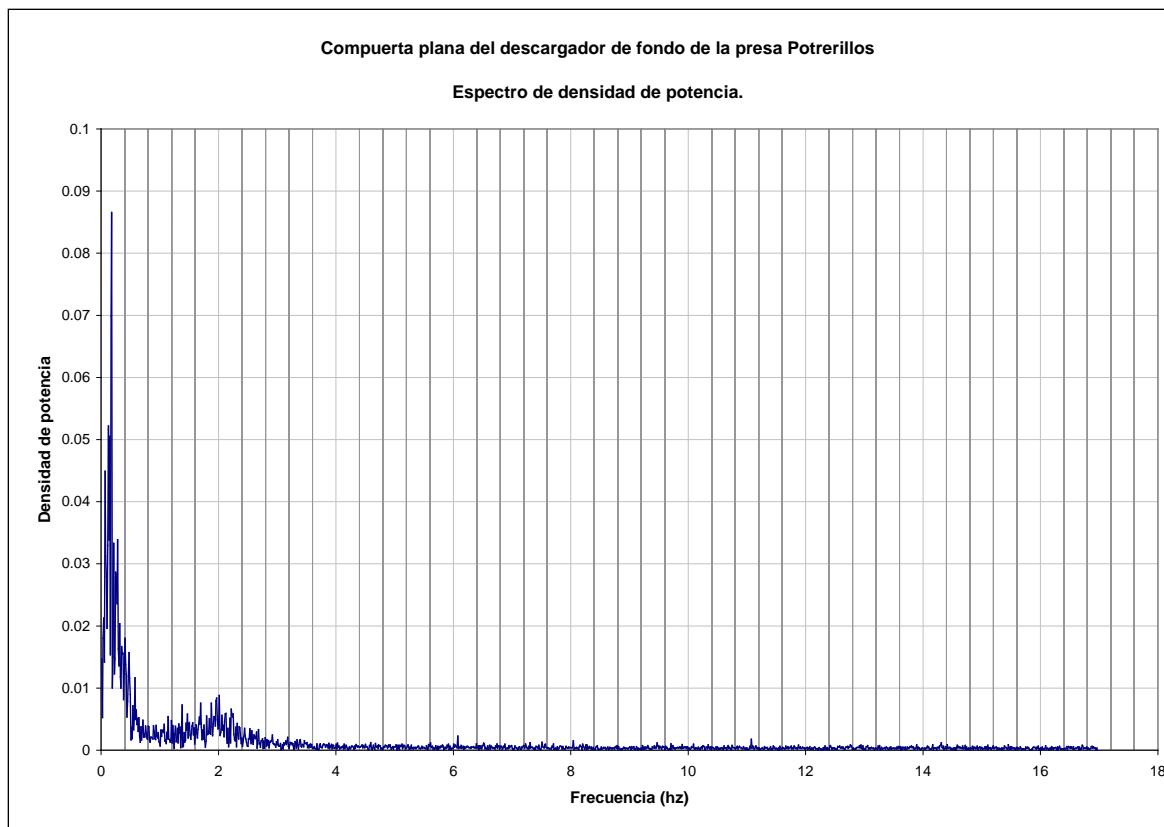
➤ Caracterización del Campo de Presiones Fluctuantes

$$C'p = \frac{\sqrt{p'^2}}{\rho \frac{U_1^2}{2}}$$



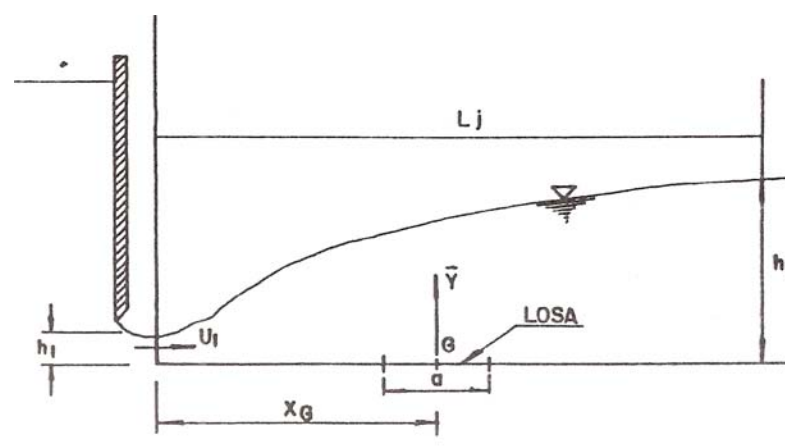
Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

- **Análisis espectral para la definición de riesgos de fatiga en estructuras**



Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

➤ Evaluación de Solicitaciones hidrodinámicas en cuencos disipadores

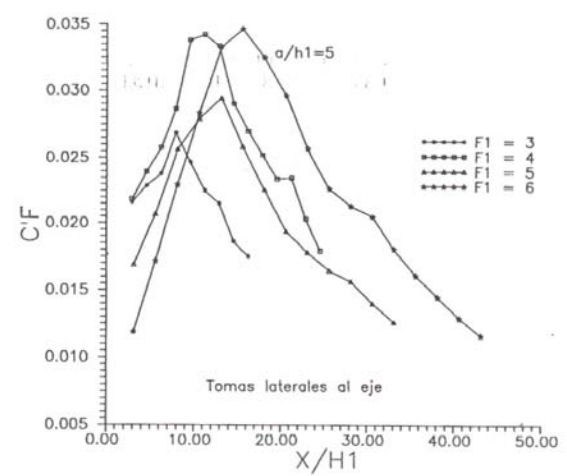


$$C'_F = \phi\left(F_1, x/h_1, z/h_1, a/h_1, b/a\right)$$

$$C'_M = \phi\left(F_1, x/h_1, z/h_1, a.b/h_1^2, a/b\right)$$

$$C'_M = \phi\left(F_1, x/h_1, z/h_1, a.b/h_1^2, a/b\right)$$

$$C'_F = \frac{\sqrt{F^2}}{1/2 \cdot \rho \cdot U_1^2 \cdot a \cdot b}$$



Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

➤ Estudios de casos de Cuencos Disipadores a Resalto

Presas	Río	Provincia	País	Altura de Presa	Caudal de diseño
Salto Grande	Uruguay	Entre Ríos	Uruguay-Argentina	69 m	50000 m ³ /s
Yacyretá (Brazo Principal)	Paraná	Corrientes	Paraguay-Argentina	42 m	55000 m ³ /s
Arroyito	Limay	Neuquén	Argentina	37 m	3750 m ³ /s
Pichi Picún Leufú	Limay	Neuquén	Argentina	48 m	10000 m ³ /s
Michihuaio	Limay	Neuquén	Argentina		
Alicurá	Limay	Neuquén	Argentina	130 m	3000 m ³ /s
Dique Ameguino	Chubut	Chubut	Argentina	113 m	150 m ³ /s
El Bolsón	Albigasta	Catamarca	Argentina	70 m	4200 m ³ /s
Nihuil IV	Atuel	Mendoza	Argentina		
Los Quiroga	Salí - Dulce	Santiago del Estero	Argentina	31 m	

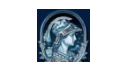


Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

- Estudios de casos de Cuencos Disipadores a Resalto



Salto Grande



Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

- Estudios de casos de Cuencos Disipadores a Resalto



YACYRETÁ



Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

- Estudios de casos de Cuencos Disipadores a Resalto

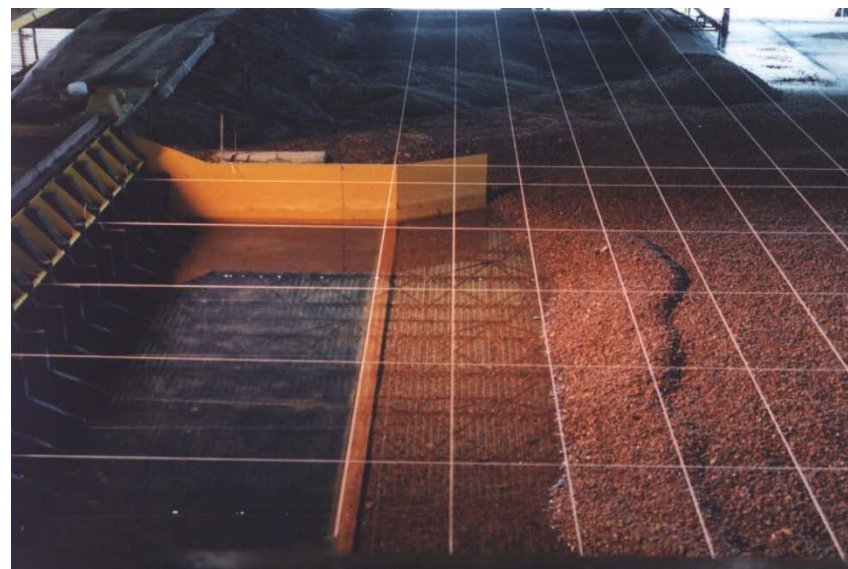
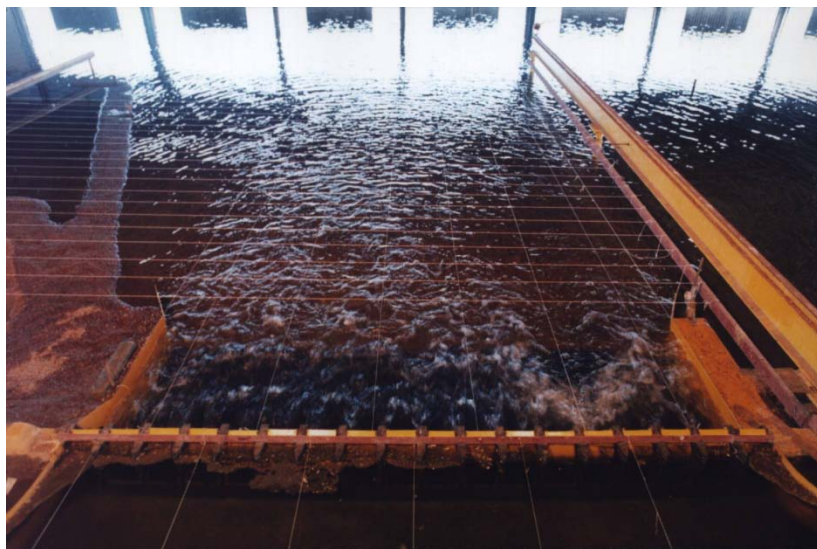
YACYRETÁ: Modelo Físico Bidimensional (Esc. 1:50)



Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

- Estudios de casos de Cuencos Disipadores a Resalto

YACYRETÁ: Modelo Físico Tridimensional



Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

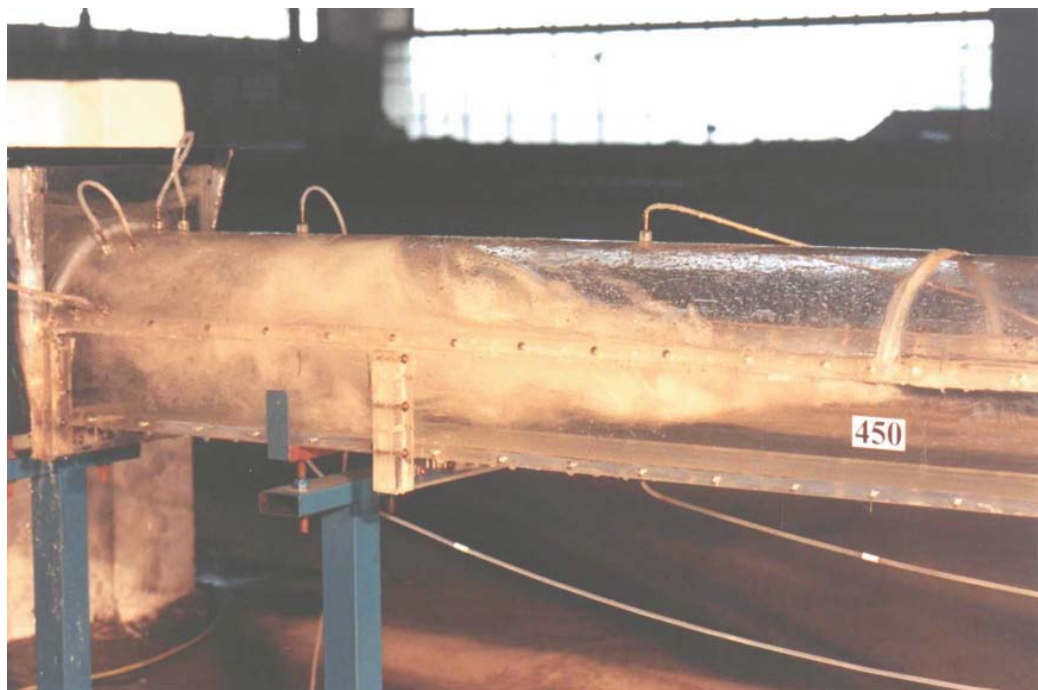
- Estudios de equipamiento hidromecánico



PRESA ALICURÁ: Modelo Físico Descargador de fondo y compuerta de regulación

Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

- Estudios de equipamiento hidromecánico



PRESA ALICURÁ: Modelo Físico Descargador de fondo y compuerta de regulación

Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

- Estudios de equipamiento hidromecánico



CENTRAL NIHUIL IV: Sistema de Riego – Válvulas de chorro hueco (Esc. 1:20)



Presiones y esfuerzos en flujos macroturbulentos

- Estudios de equipamiento hidromecánico



PRESA MIRANDA (BRASIL): Compuerta de la Central (Esc. 1:20)