

**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**

Modelación matemática de flujos

Moisés Berezowsky

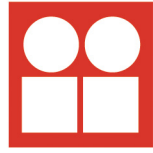
Universidad Nacional Autónoma de México

Instituto de Ingeniería

2009

Discusión

- Modelación (física y matemática)
- Uso de los modelos
- Límites



**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM**

Flujos en la naturaleza

- tridimensionales
- turbulentos
- no permanentes

Descripción matemática

- Ecuaciones de Navier - Stokes
- Ecuaciones de cierre (turbulencia)
- Condiciones de frontera

Desarrollo experimental

- Teoría de similitud
- Modelos físicos
- Experimentos controlados

Escala del problema

- Magnitud de la zona en estudio
- Duración del evento
- Tiempo disponible
- Costos

Simplificar

- Eliminar dimensiones
- Flujo permanente o no

Desarrollo de modelos

- Escoger versión de las ecuaciones
- Escoger método numérico
- Código
- Validación

Uso de modelos

- Calibración

Modelos unidimensionales

- Cálculo de perfiles
- Tránsito de avenidas
- Herramientas muy usadas para diseño y revisión

Flujo permanente



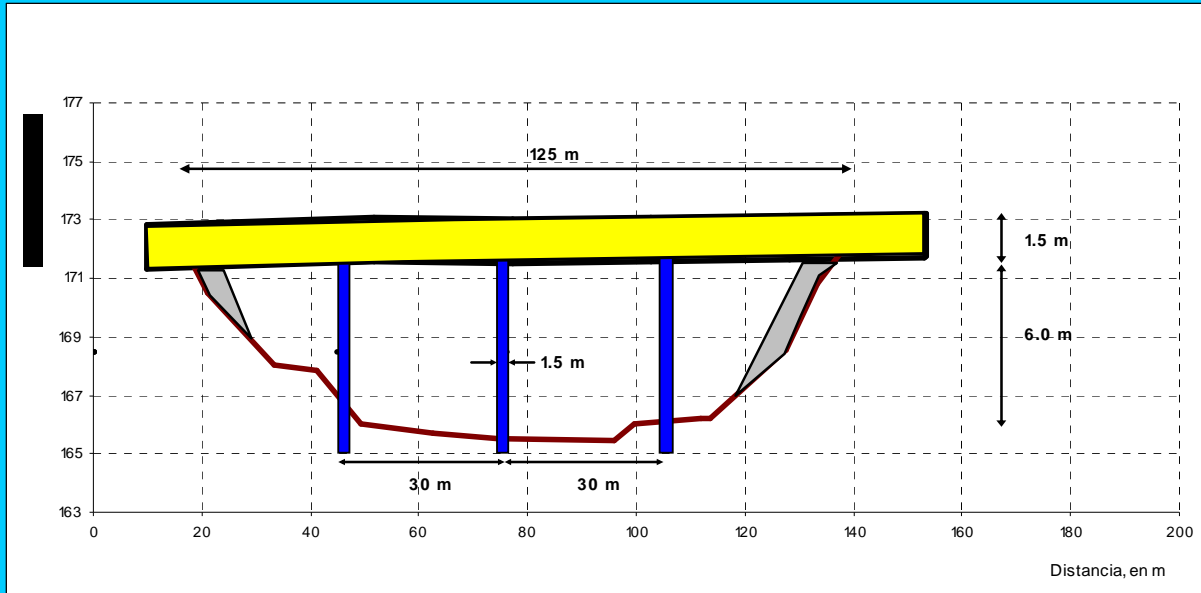
Río Coatán, Chiapas



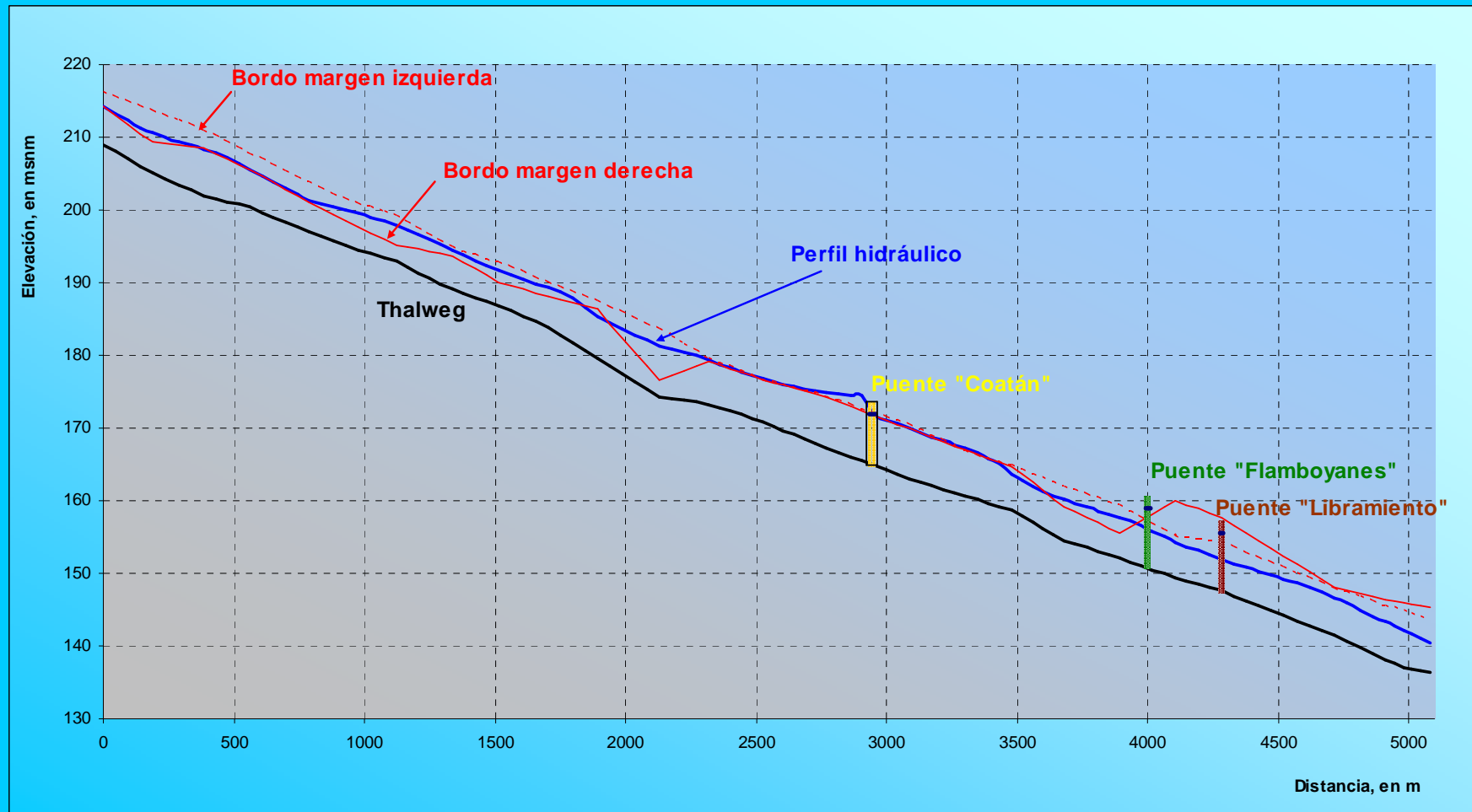
Después de Stan en
2005

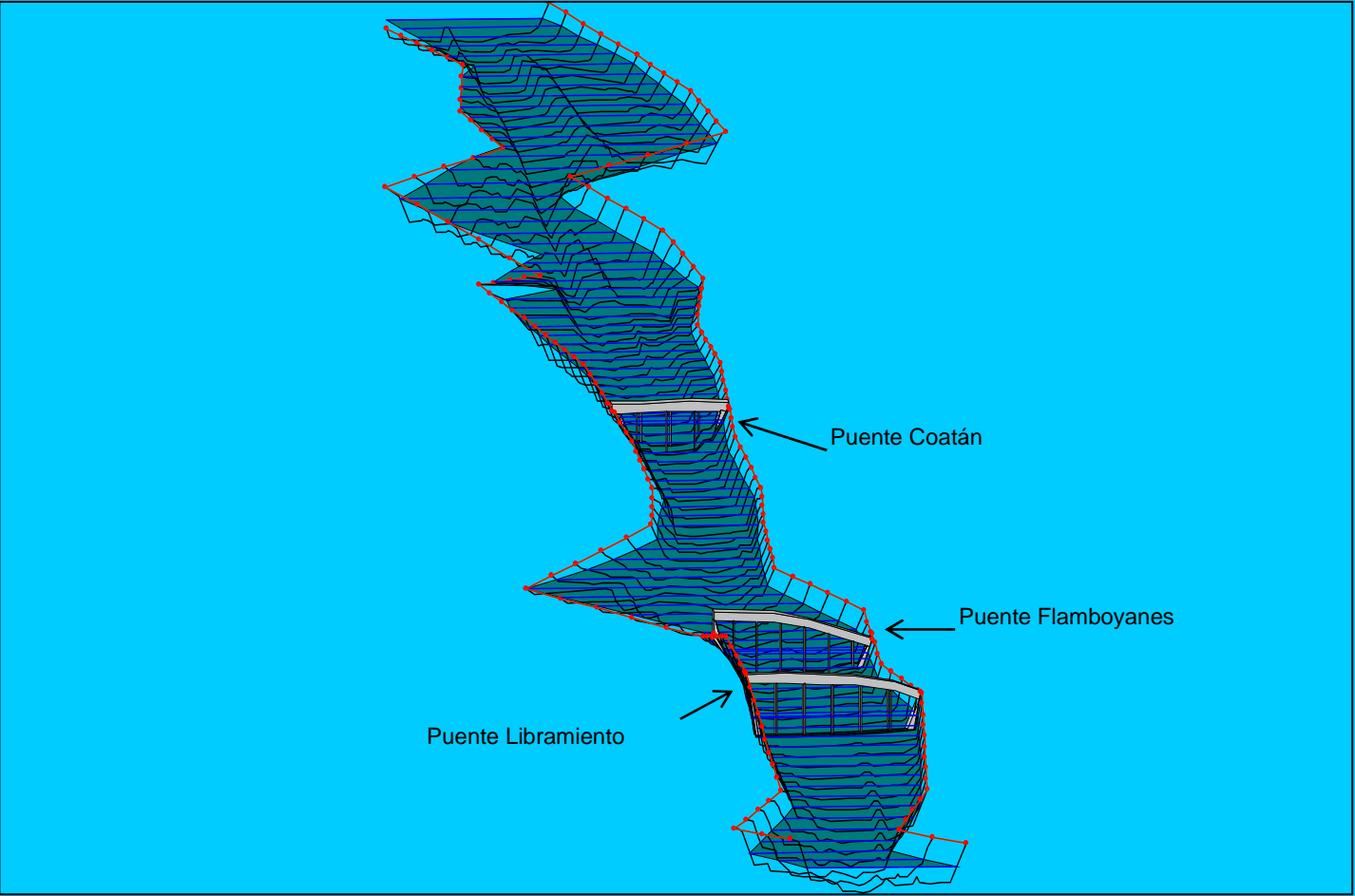


Localización de
secciones medidas

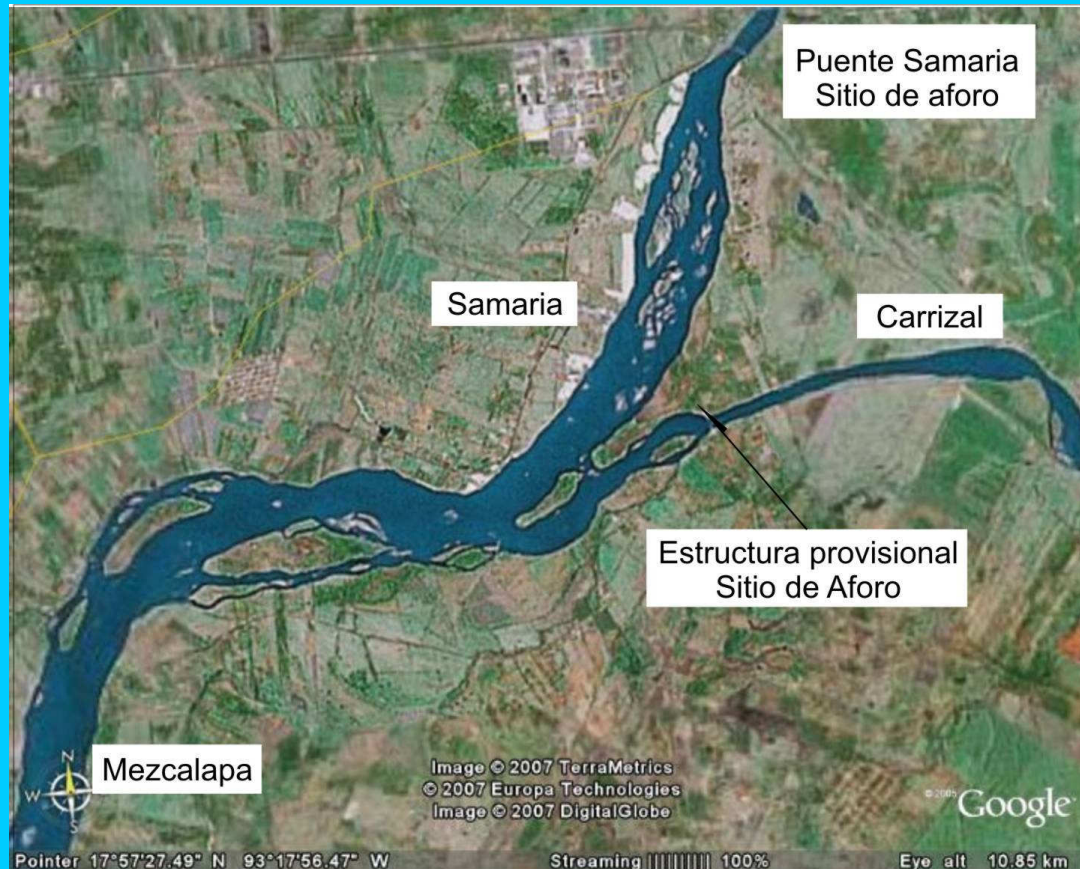


Perfil calculado $Q= 2450 \text{ m}^3/\text{s}$

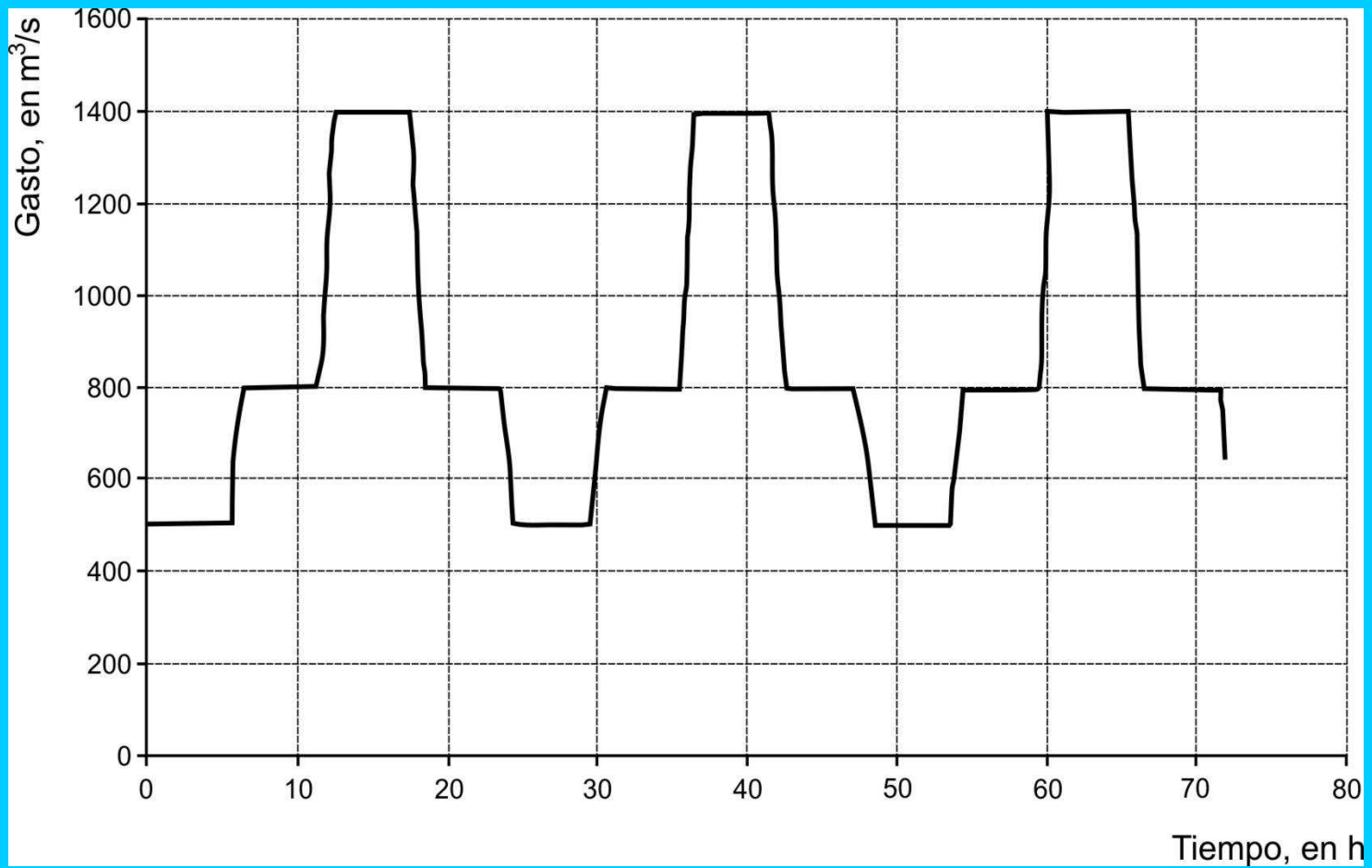




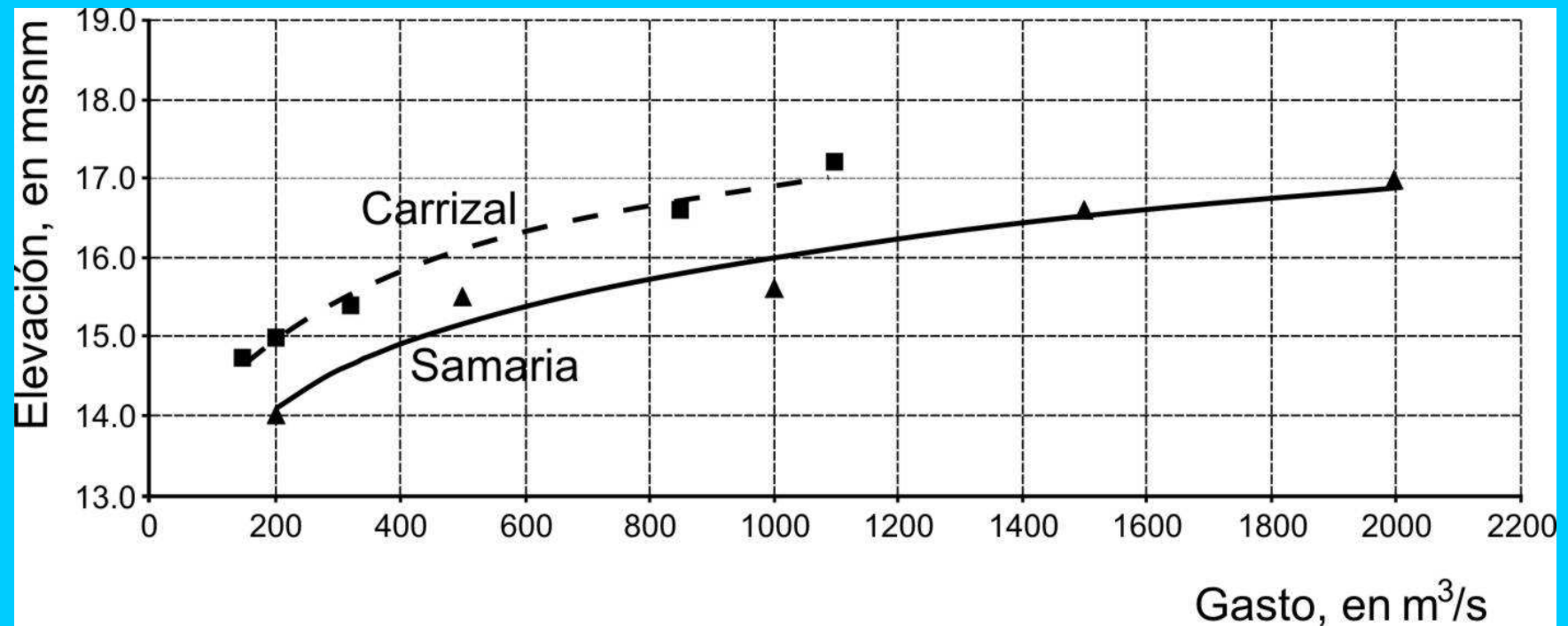
Flujo no permanente



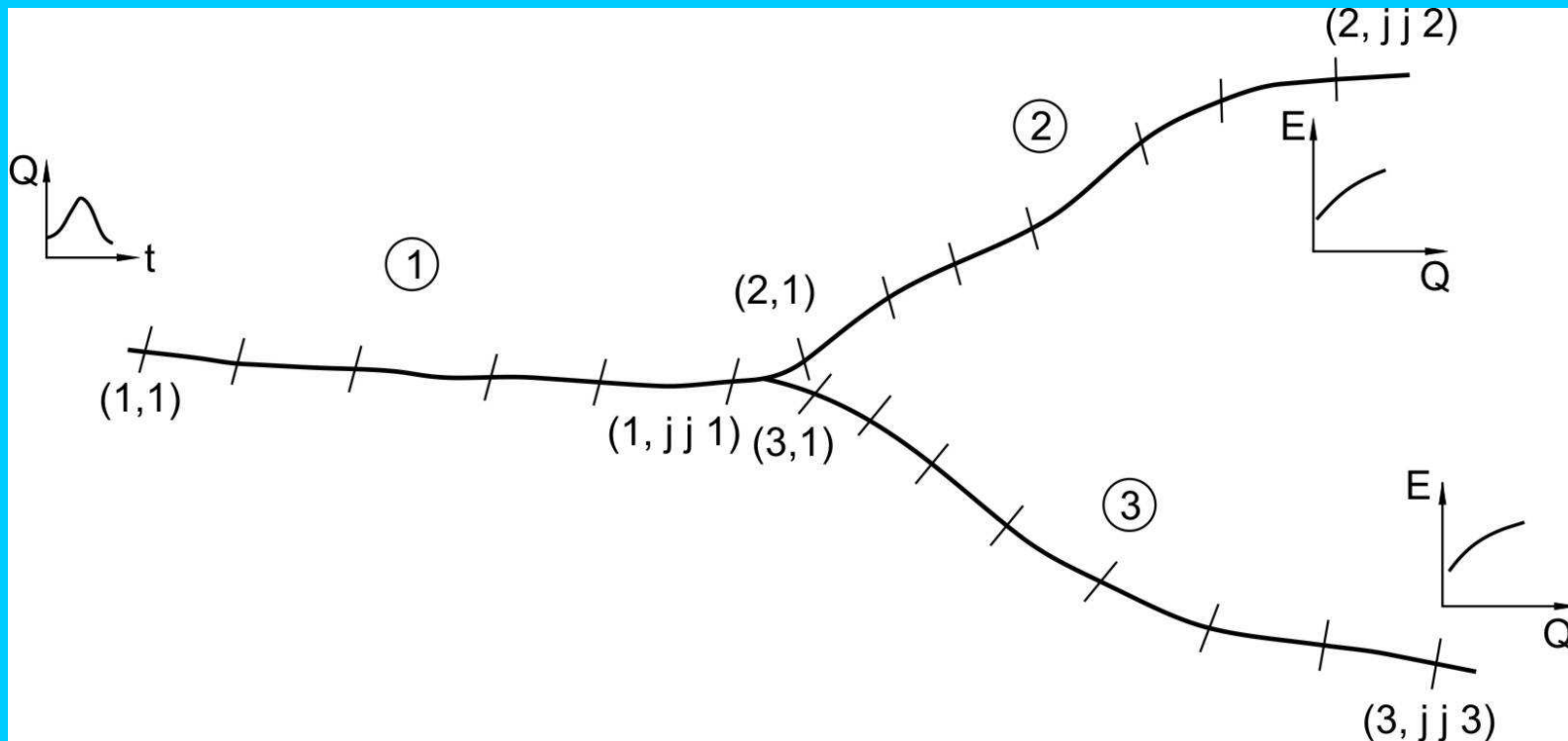
Hidrograma en presa



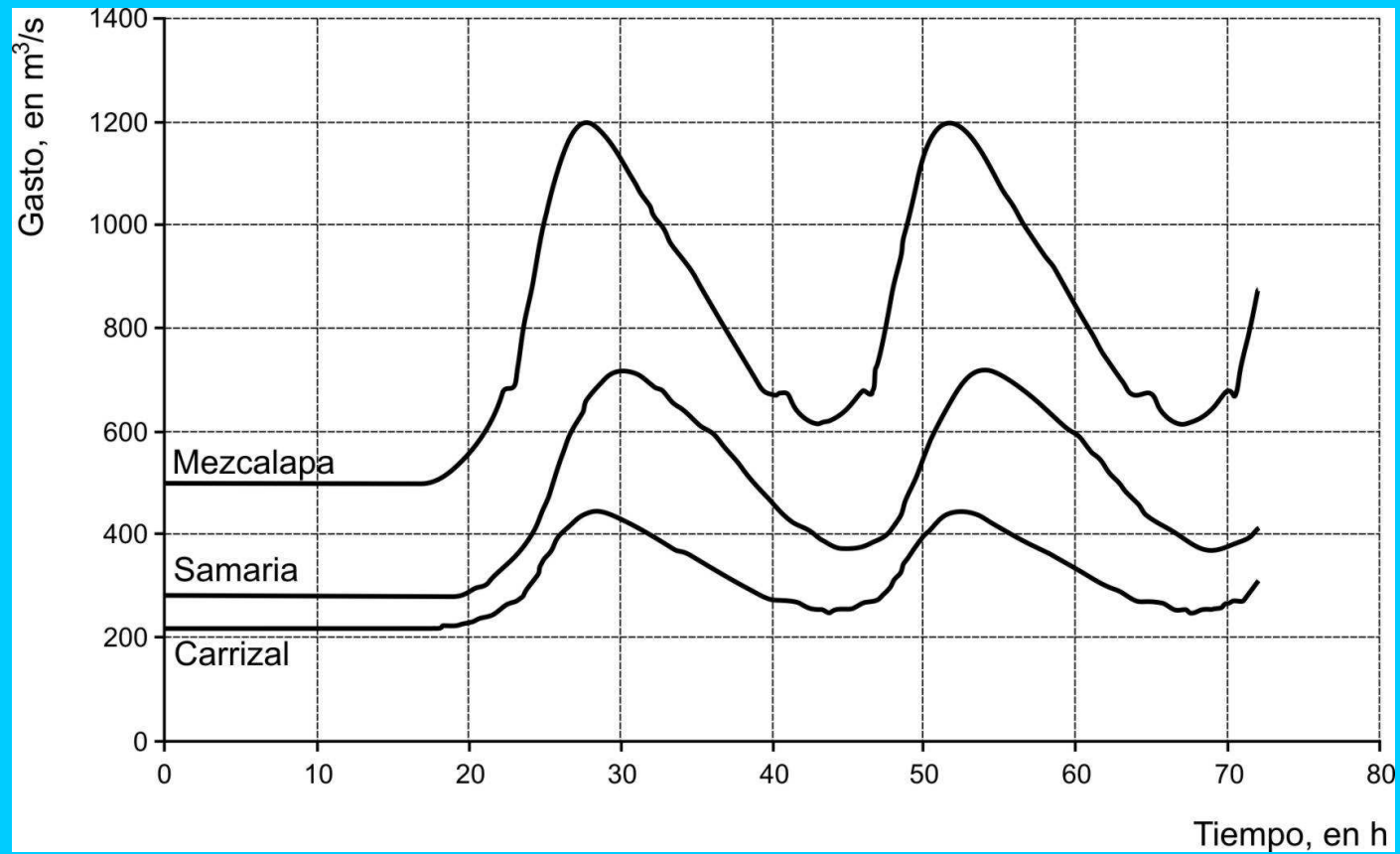
Curvas E-Q aguas abajo



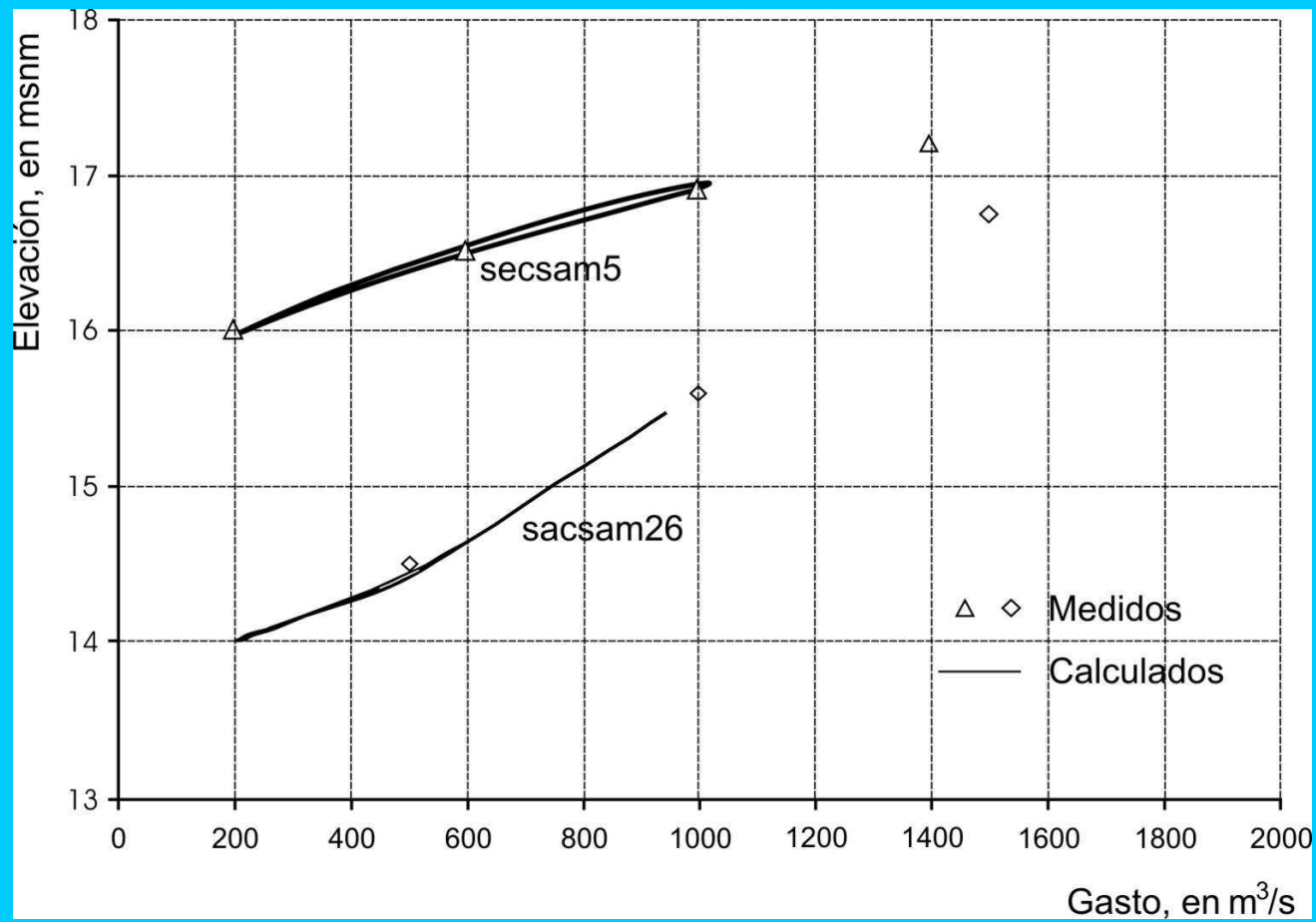
Esquemmatización de red



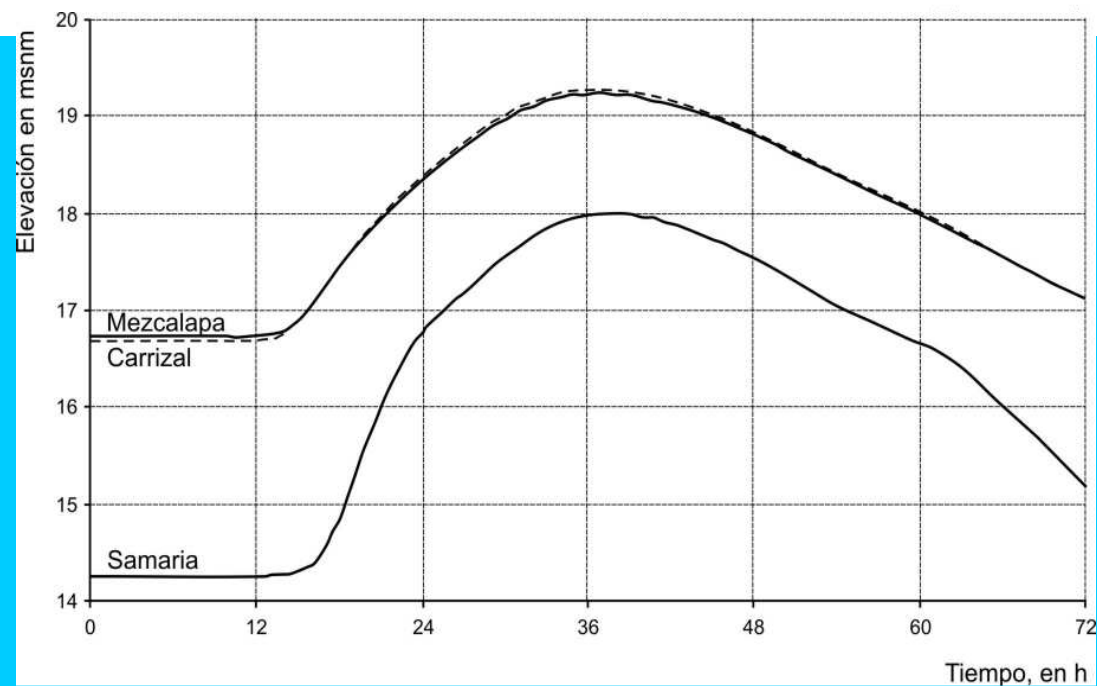
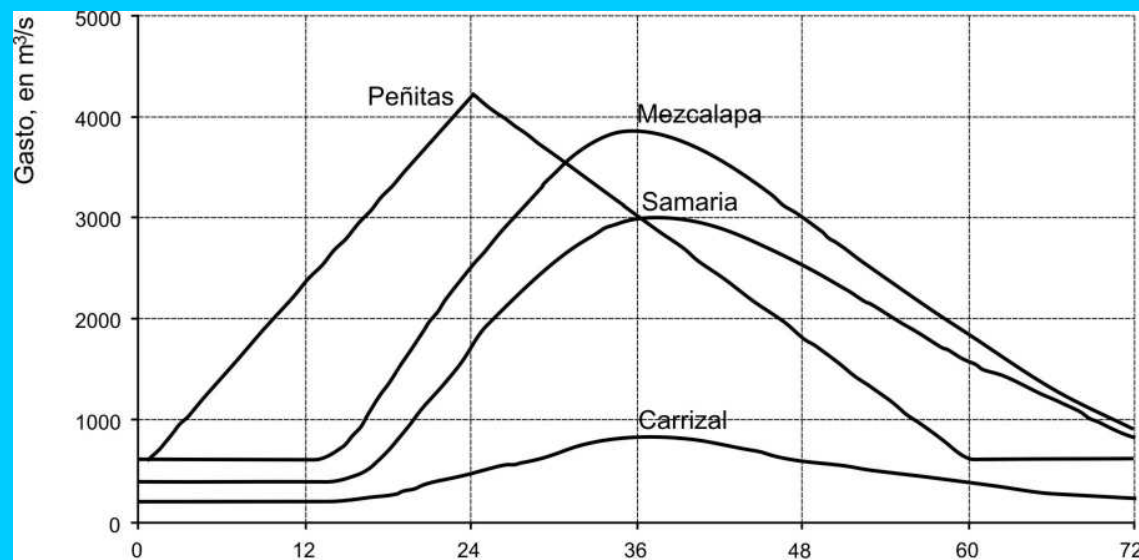
Hidrogramas



Verificación



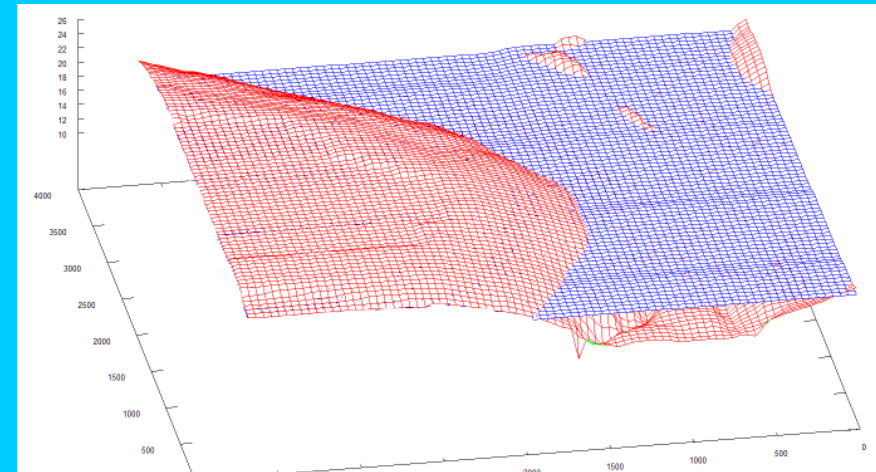
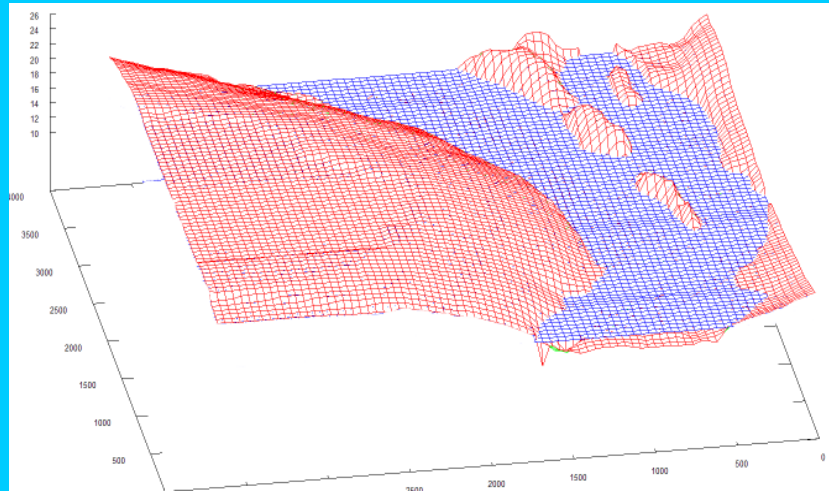
Predicción



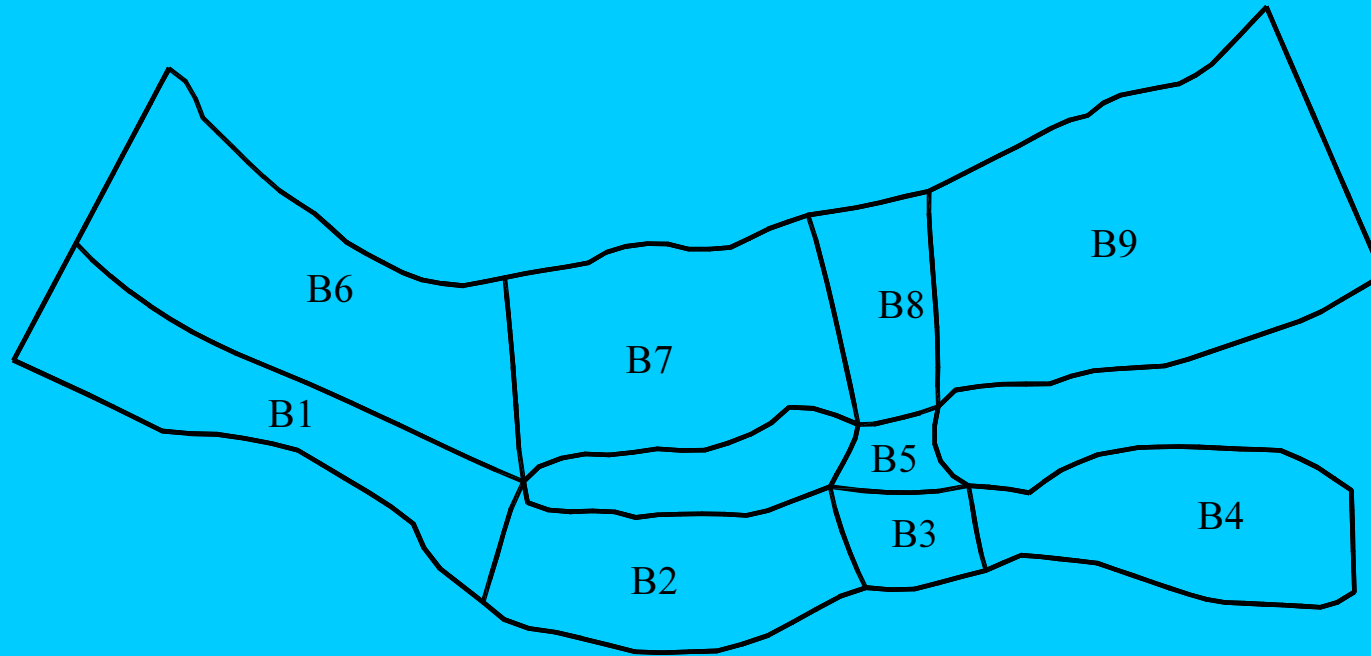
Flujo bidimensional

- Horizontal
- Vertical
- Modelos físicos (con o sin distorsión)

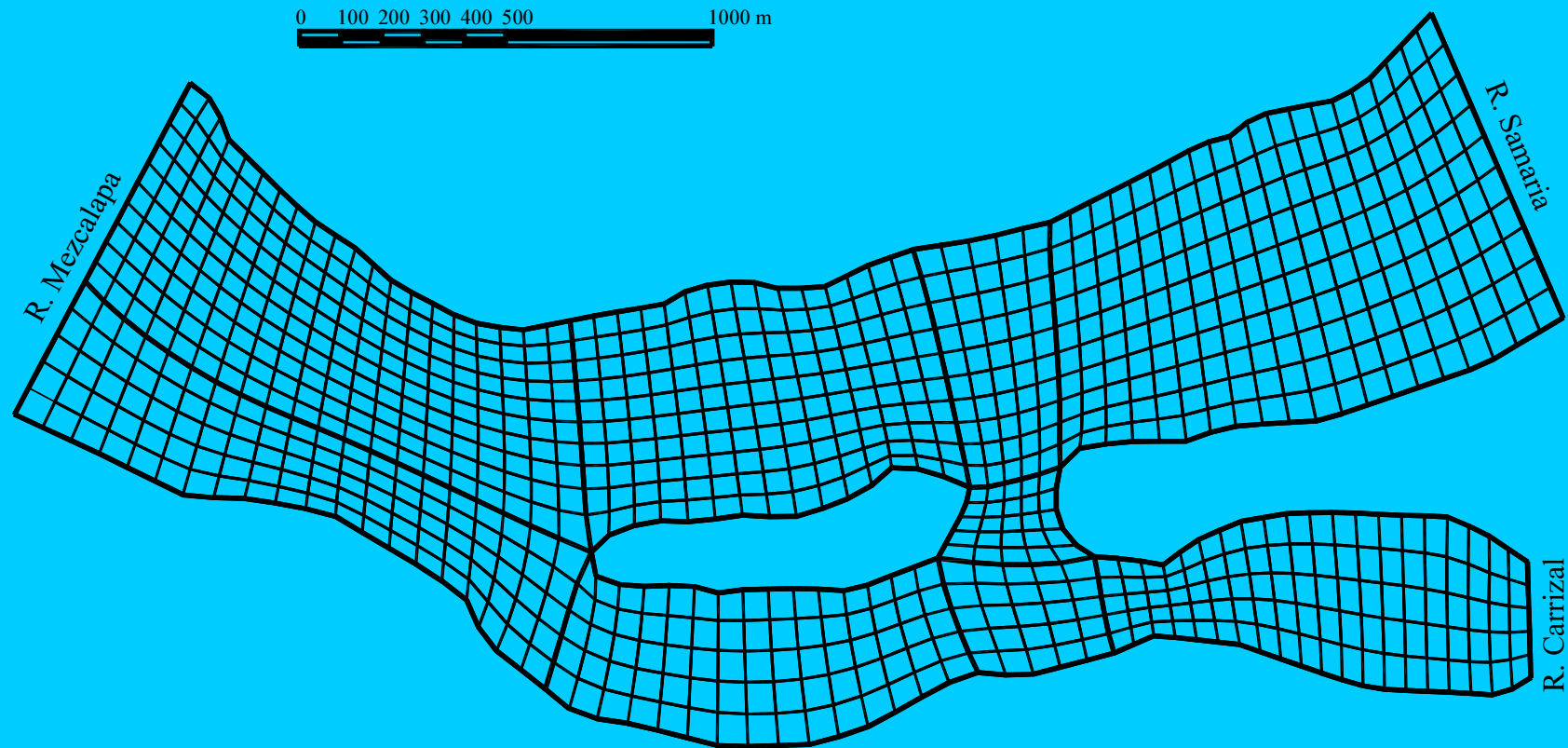
Cambio del dominio con Q



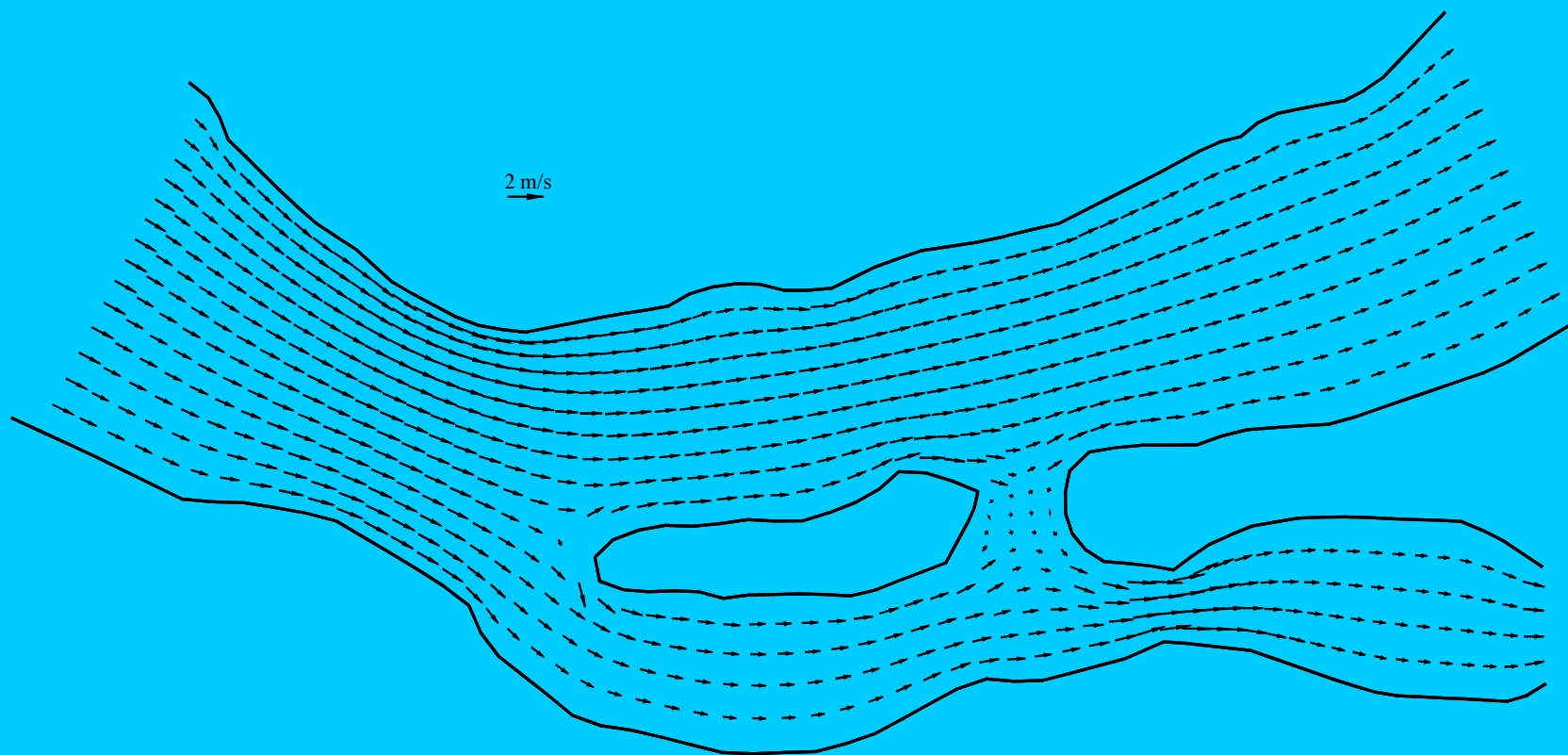
División en bloques



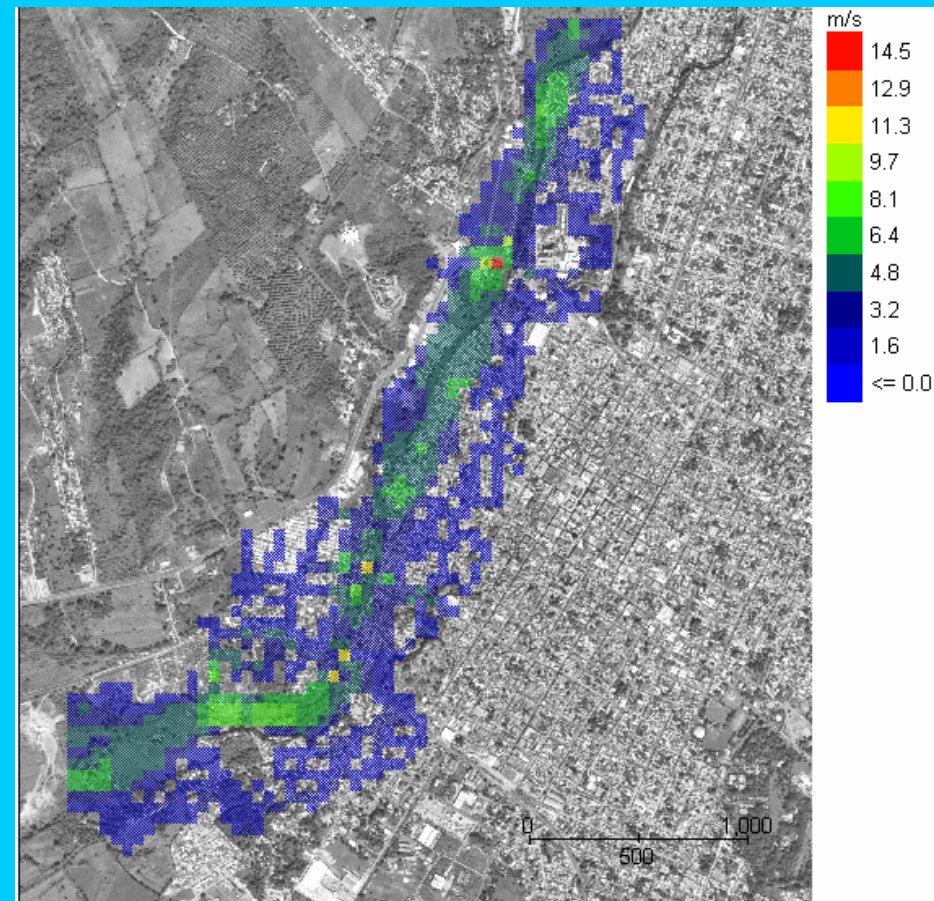
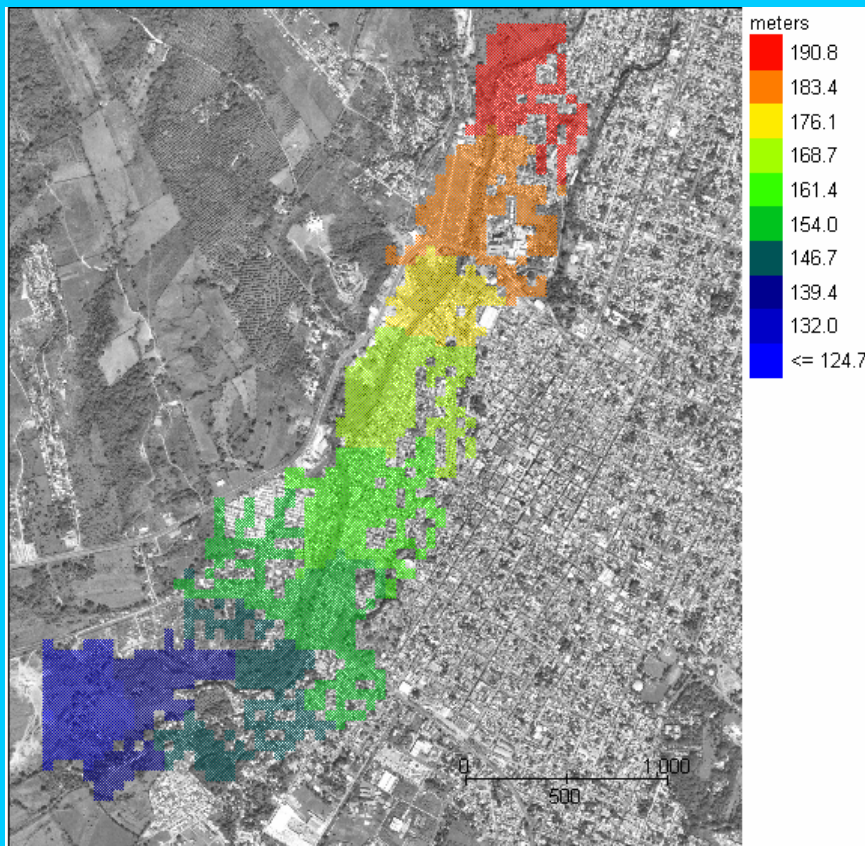
Malla de cálculo



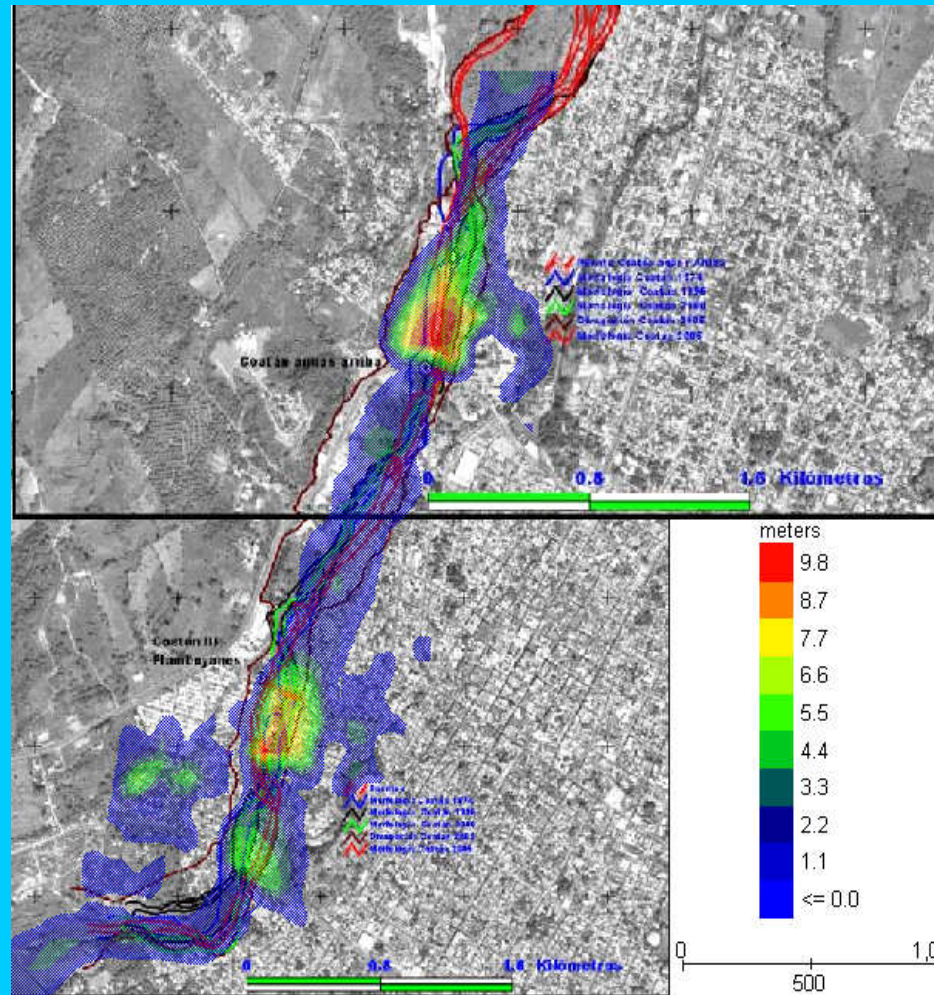
Campo de velocidades



Cotas del agua y velocidades río Coatán



Verificación



Detalle del Puente Coatán

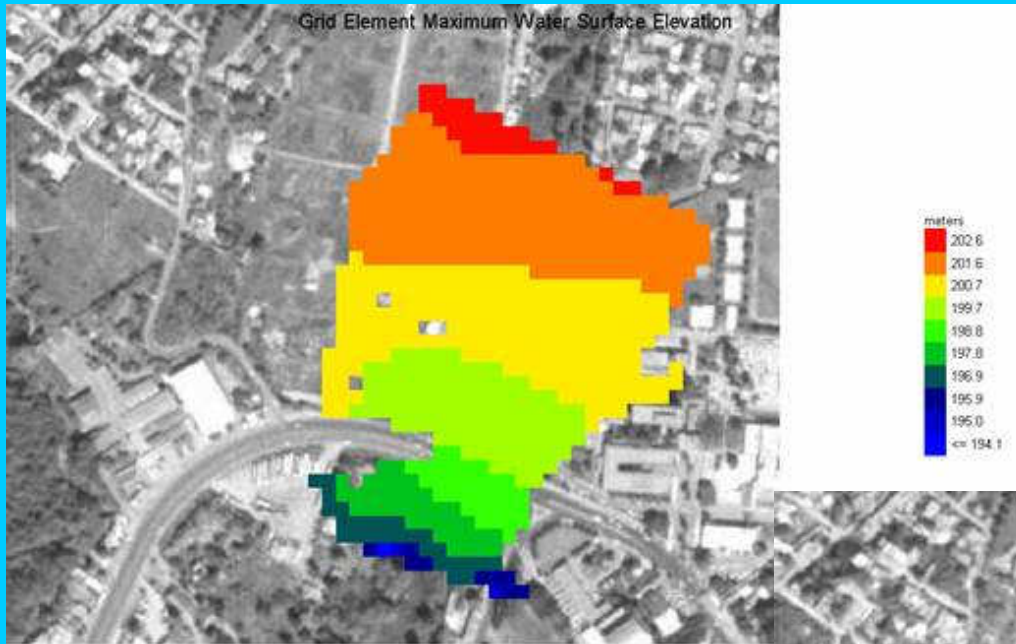
Dominio y malla de cálculo

$$\Delta X = 12.5 \text{ m}$$

750 celdas

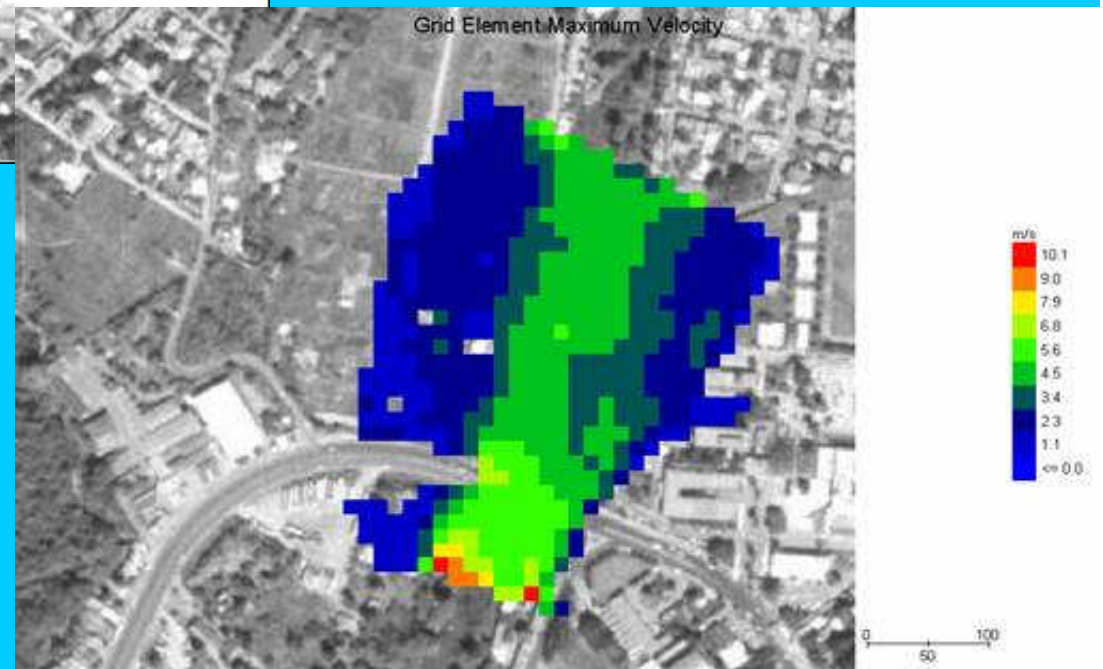


Detalle del Puente Coatán



Cotas del agua
($C_v = 25\%$)

Velocidades máximas
($C_v = 25\%$)



Modelos en 3D

- Zonas cortas
- Muchos recursos de cómputo
- Complejo reproducir superficie libre
- Calibrar parámetros de turbulencia y rugosidad
- Condiciones de frontera

- Investigación

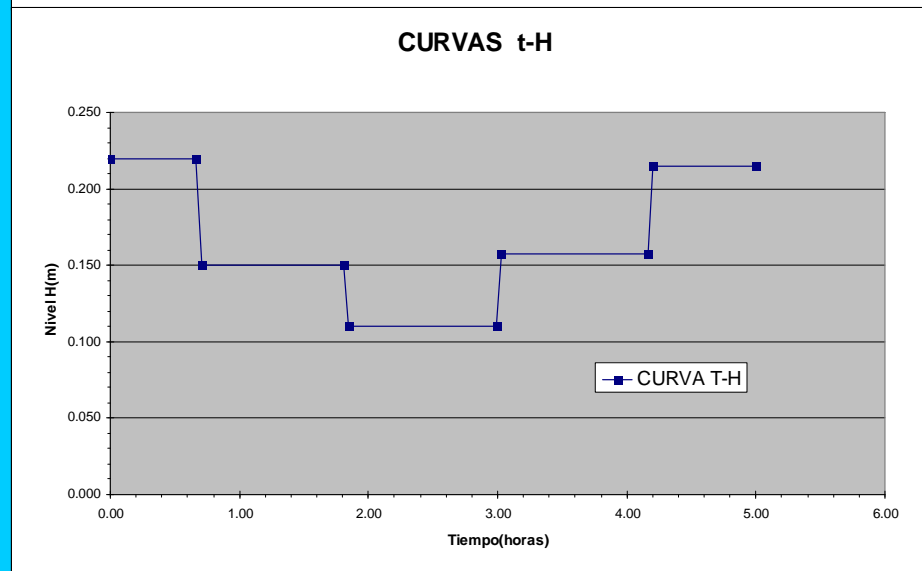
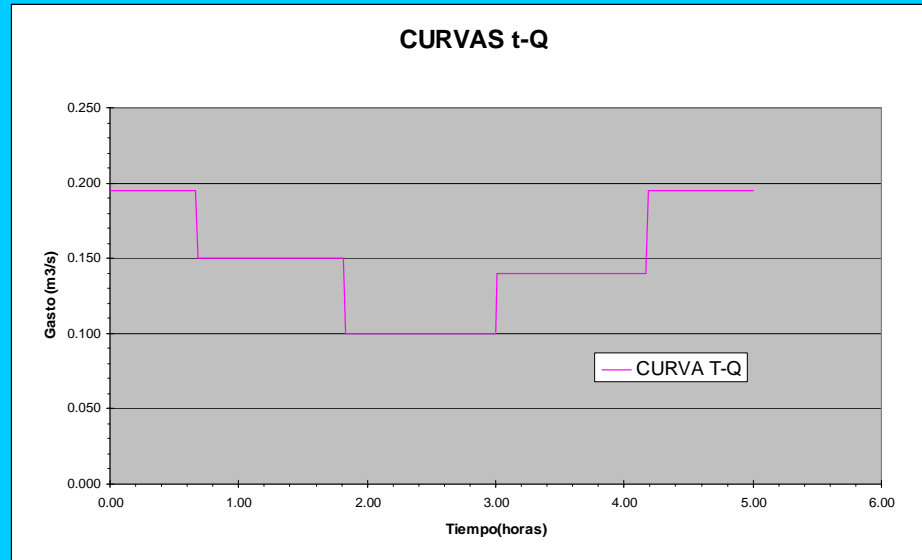
Conclusiones

- Los modelos matemáticos son una herramienta poderosa
- Incluyen un conocimiento teórico
- Incluyen experiencia en problemas
- No lo resuelven todo
- No son infalibles

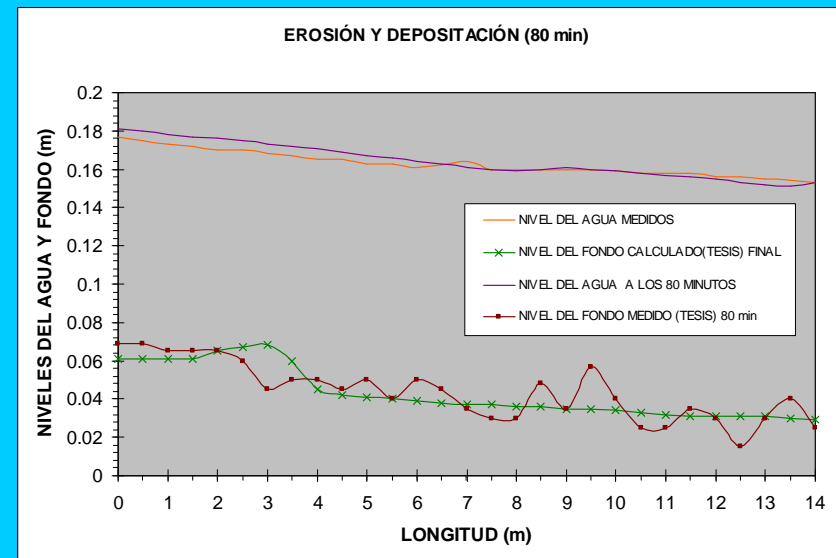
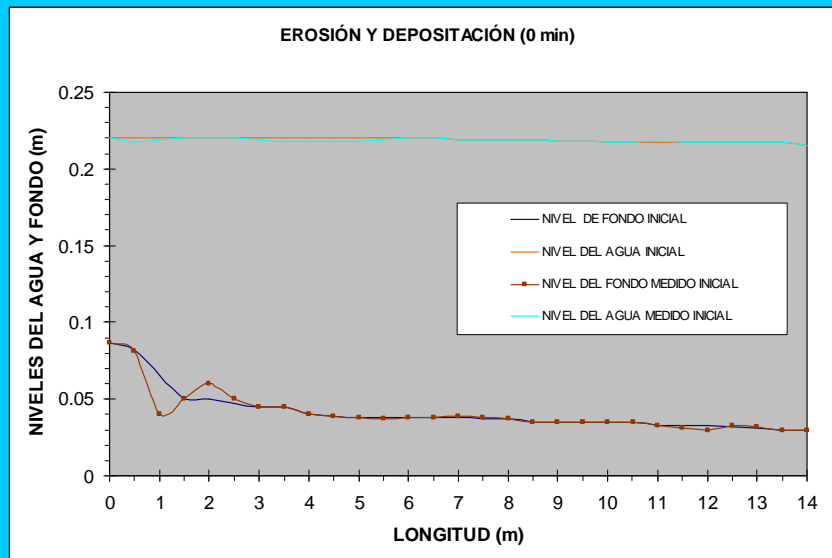
Modelos físicos y matemáticos

- No son excluyentes
- Ambos requieren validación y calibración
- En los físicos, efectos de escala
- En los matemáticos, condiciones de frontera y parámetros

VALIDACIÓN, FONDO MÓVIL, 1D

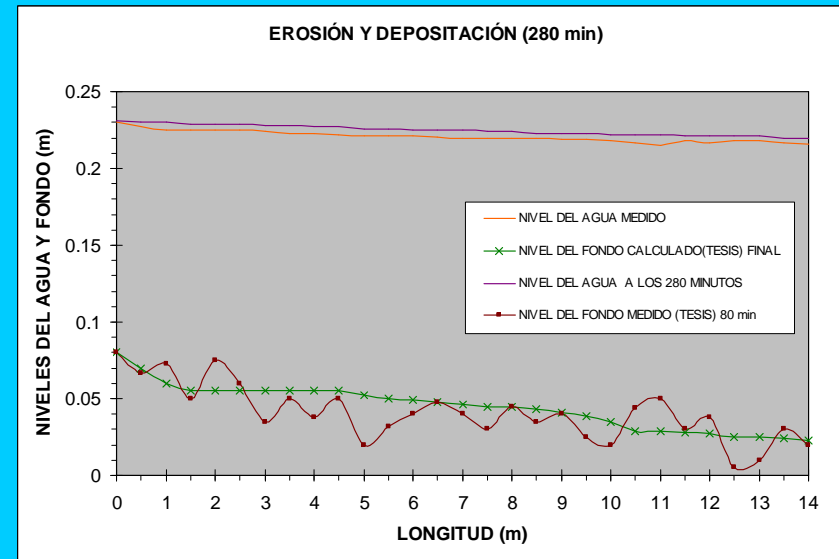
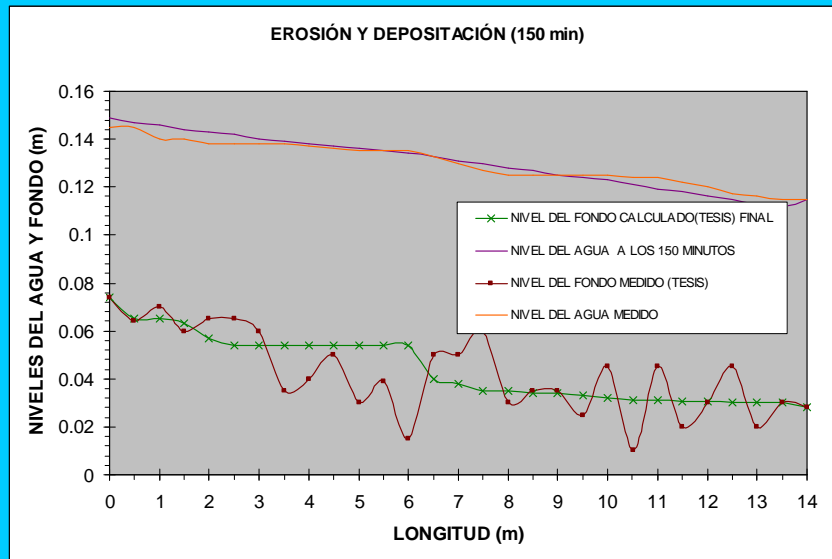


Datos reportados por Correia (1992)



Ec de transporte

Ec de resistencia al flujo



Usuarios

- Escoger el modelo
- Conocerlo
- Sus límites
- No pedirle lo que no puede dar
- ***Implica un conocimiento teórico mínimo***

¡Gracias!