



**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



# Análisis de Vulnerabilidad en planicies de inundación, caso: zona urbana en Villahermosa Tabasco, México

Fernando González Villarreal  
Laura Vélez Morales  
Faustino de Luna Cruz

19 de agosto de 2010



**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**

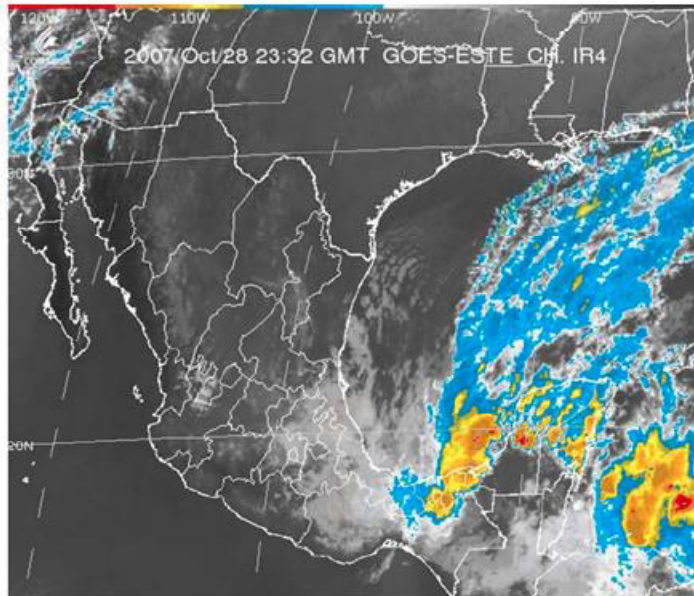


## ESTIMACIÓN DE LOS DAÑOS

- Como parte del análisis general, una vez que se ha determinado la frecuencia y tamaño de las inundaciones, se vuelve necesario estimar la magnitud de los daños.







2007

- El 24 de Octubre de 2007 el frente frío No. 4 provoca lluvias fuertes
- Del 26 al 30 de Octubre, el frente frío No. 5 se combina con la tormenta tropical “Noel”
- Estos fenómenos produjeron lluvias intensas ocasionando el ascenso de los ríos muy por encima de su nivel crítico del 12 de octubre y hasta el 16 de noviembre

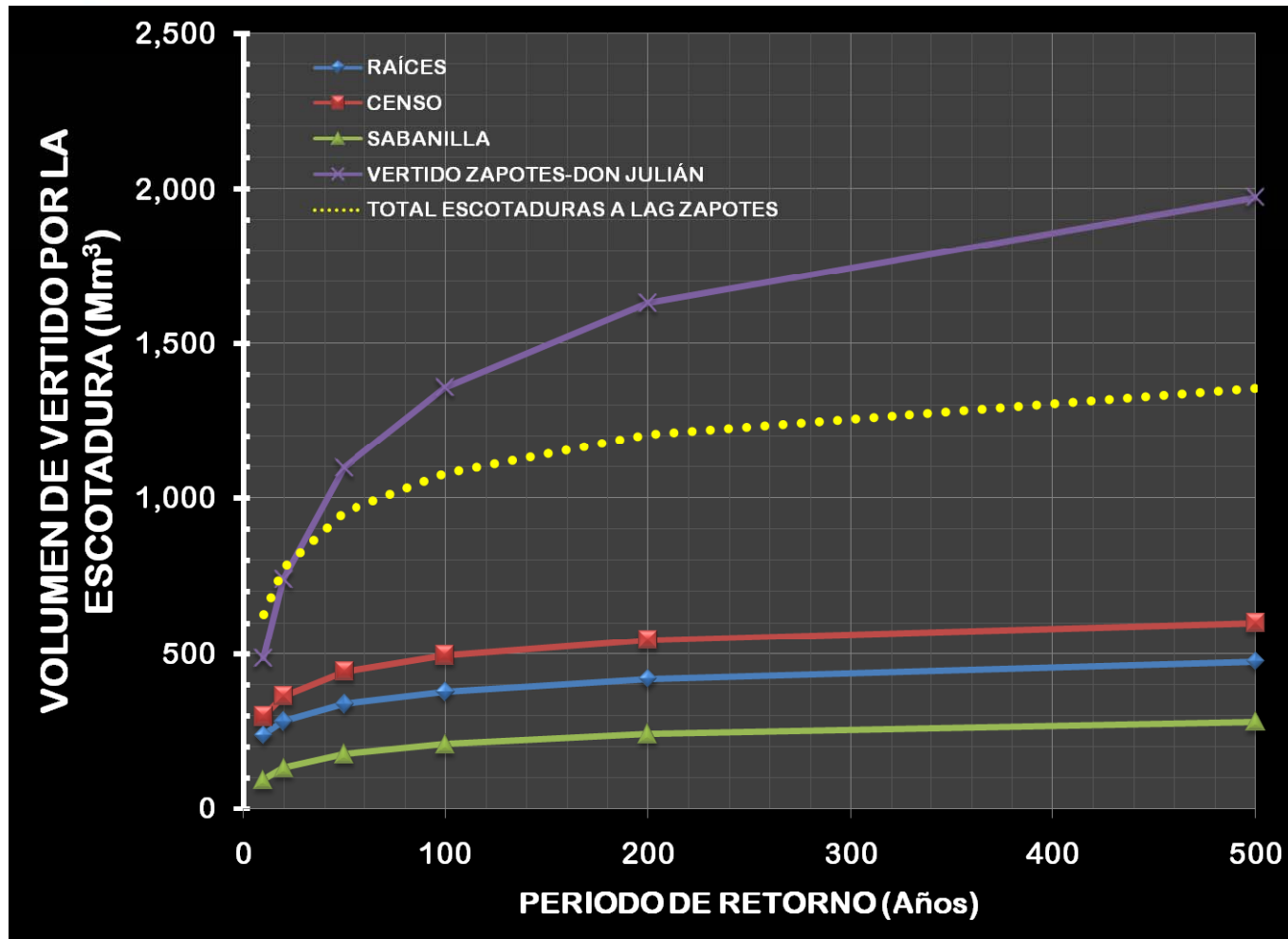




**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



## FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO



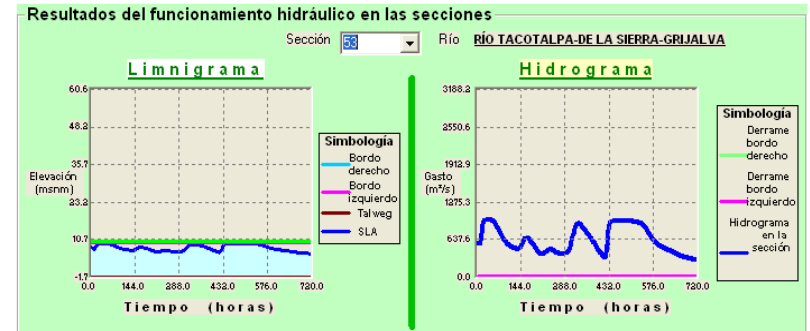
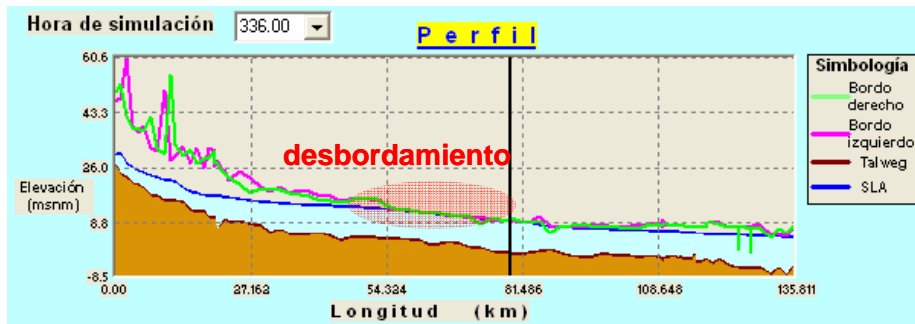


**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



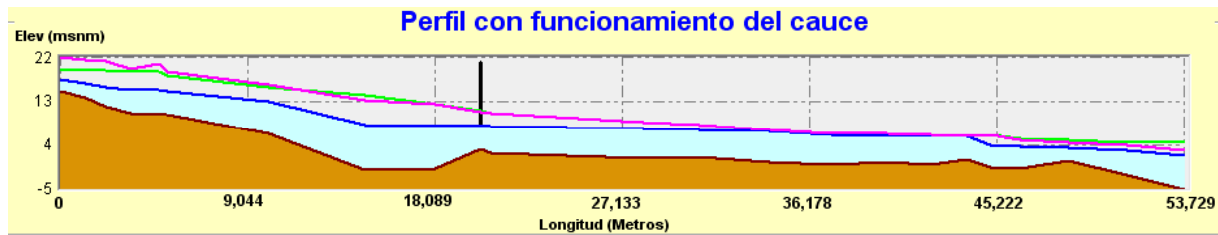
## TRÁNSITO DE AVENIDAS EN CAUCES

RÍO TACOTALPA-DE LA SIERRA-GRIJALVA

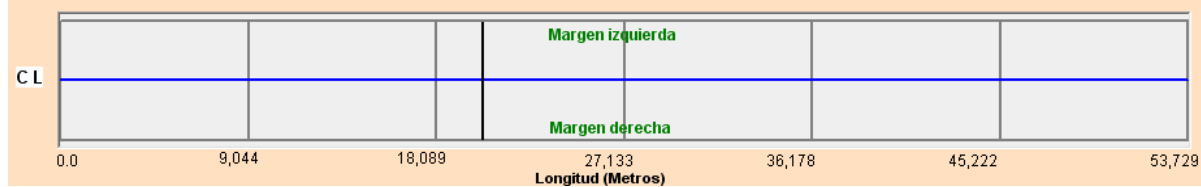


### Perfil hidráulico del río Samaria

Perfil con funcionamiento del cauce



Esquema idealizado del cauce en planta





**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



- Se calcula el flujo en el cauce para estimar los hidrogramas de desbordamiento
- Las técnicas de levantamiento de datos dependen de las características de un área específica y los recursos financieros disponibles.
- Las pérdidas anuales por inundación se calculan como la esperanza matemática de las pérdidas por inundación. Es decir se multiplica la probabilidad de ocurrencia de cada evento, por el correspondiente daño y se suman estos valores esperados.



**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



- Se emplearon métodos hidrológicos que se basaron en hidrogramas donde se estimó el gasto de pico y el volumen. Para abarcar una zona amplia de inundación , se usaron “factores de simultaneidad”.
- Los modelos hidráulicos requieren de información de la topografía y de las secciones transversales de los ríos.

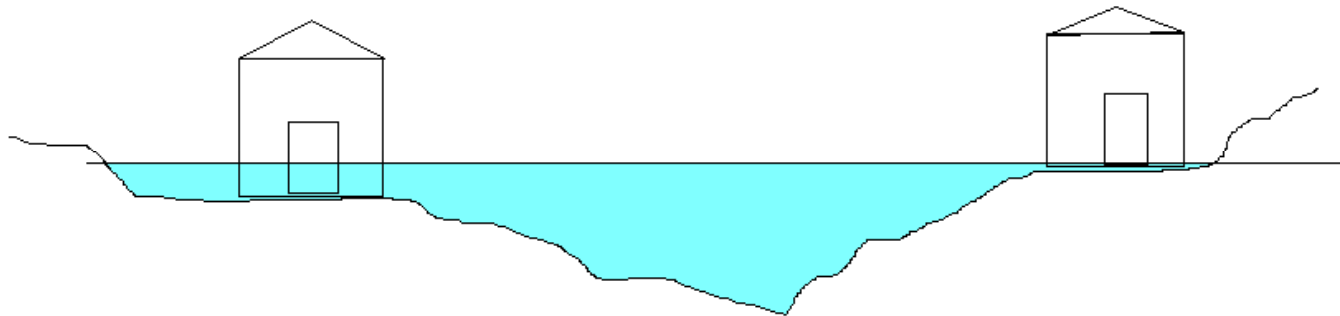




**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



- Una función tirante-daño en una zona urbana es una relación matemática entre la altura o tirante del agua sobre el nivel cero o de banqueta de una vivienda o un edificio y la cantidad de daño atribuible a una inundación. Las relaciones tirante-daño se calculan por separado para la estructura y los contenidos.





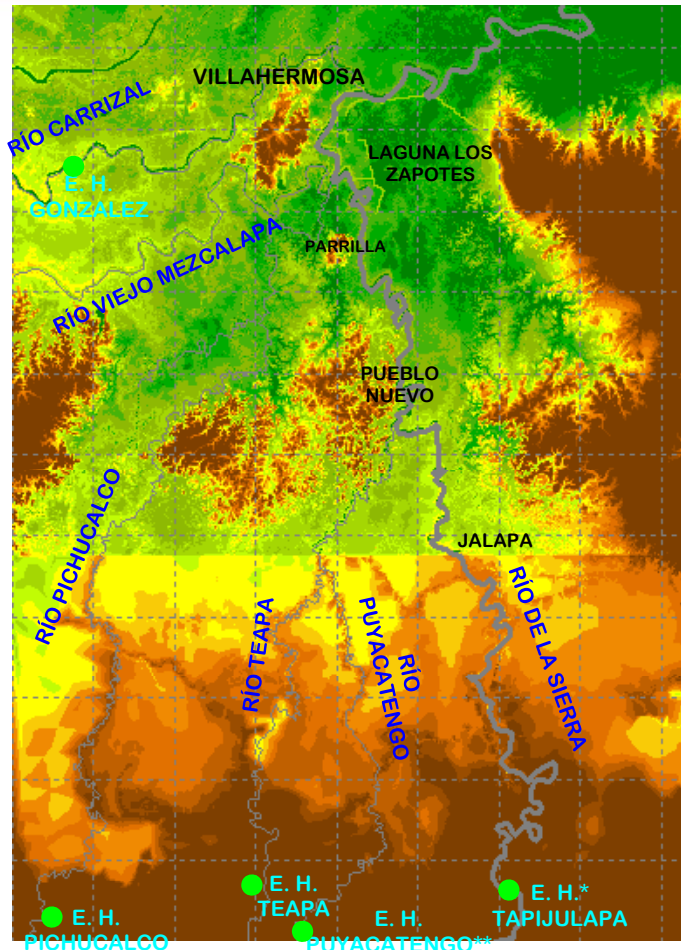
**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



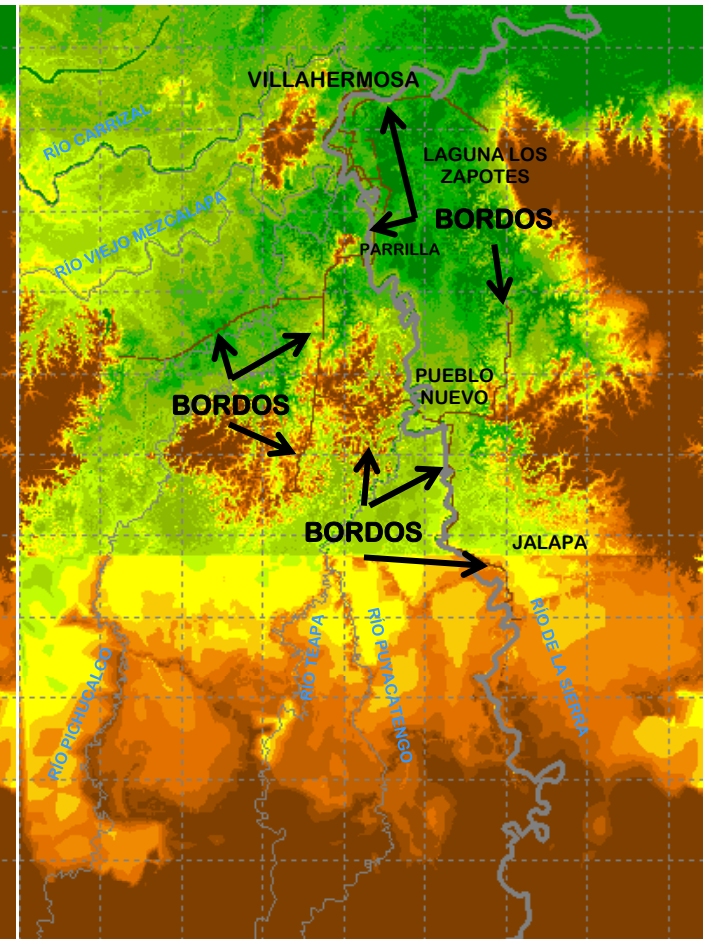
## INFRAESTRUCTURA PROPUESTA

**Escala de elevaciones**

	ELEV $\geq$ 17.8
	17.8 $>$ ELEV $\geq$ 16.4
	16.4 $>$ ELEV $\geq$ 15.1
	15.1 $>$ ELEV $\geq$ 13.7
	13.7 $>$ ELEV $\geq$ 12.4
	12.4 $>$ ELEV $\geq$ 11.0
	11.0 $>$ ELEV $\geq$ 9.7
	9.7 $>$ ELEV $\geq$ 8.3
	8.3 $>$ ELEV $\geq$ 7.0
	7.0 $>$ ELEV $\geq$ 5.6
	5.6 $>$ ELEV $\geq$ 4.3
	4.3 $>$ ELEV $\geq$ 2.9
	2.9 $>$ ELEV $\geq$ 0.2
	ELEV $<$ 0.2



**COND OCT-NOV 07**



**ESQUEMA SOLUCIÓN**

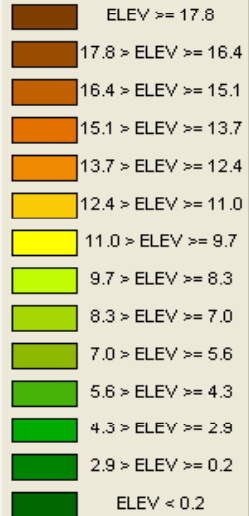


**09 NOV 07 00:00**

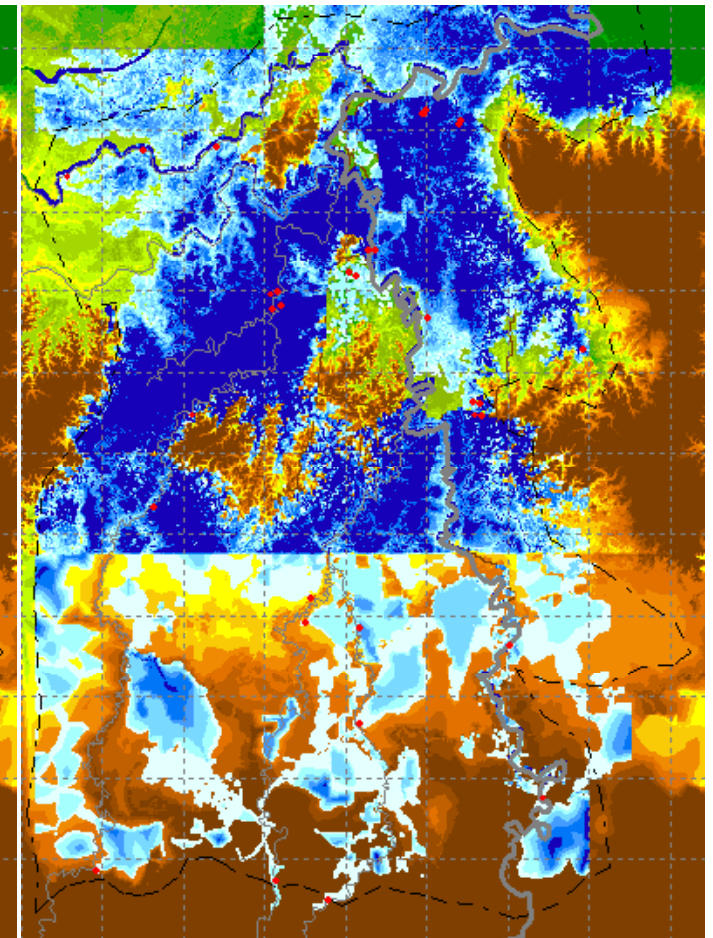
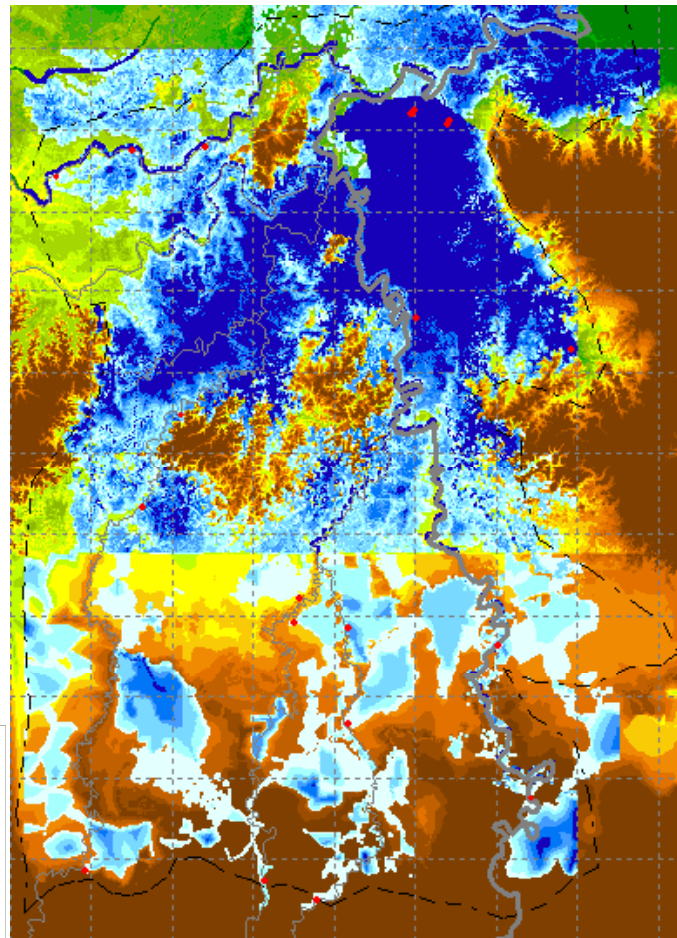
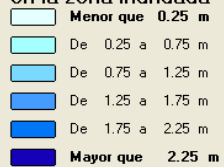
**712 HORAS DE SIMULACIÓN**

**ANÁLISIS BIDIMENSIONAL**

**Escala de elevaciones**

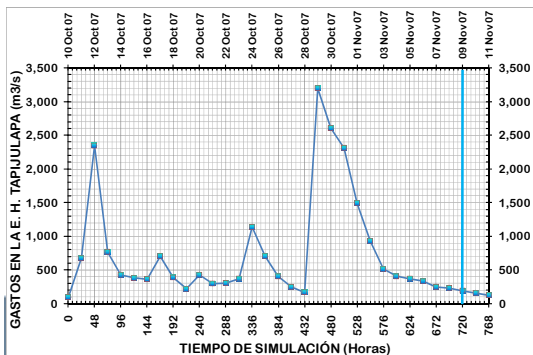


**Profundidad del agua en la zona inundada**



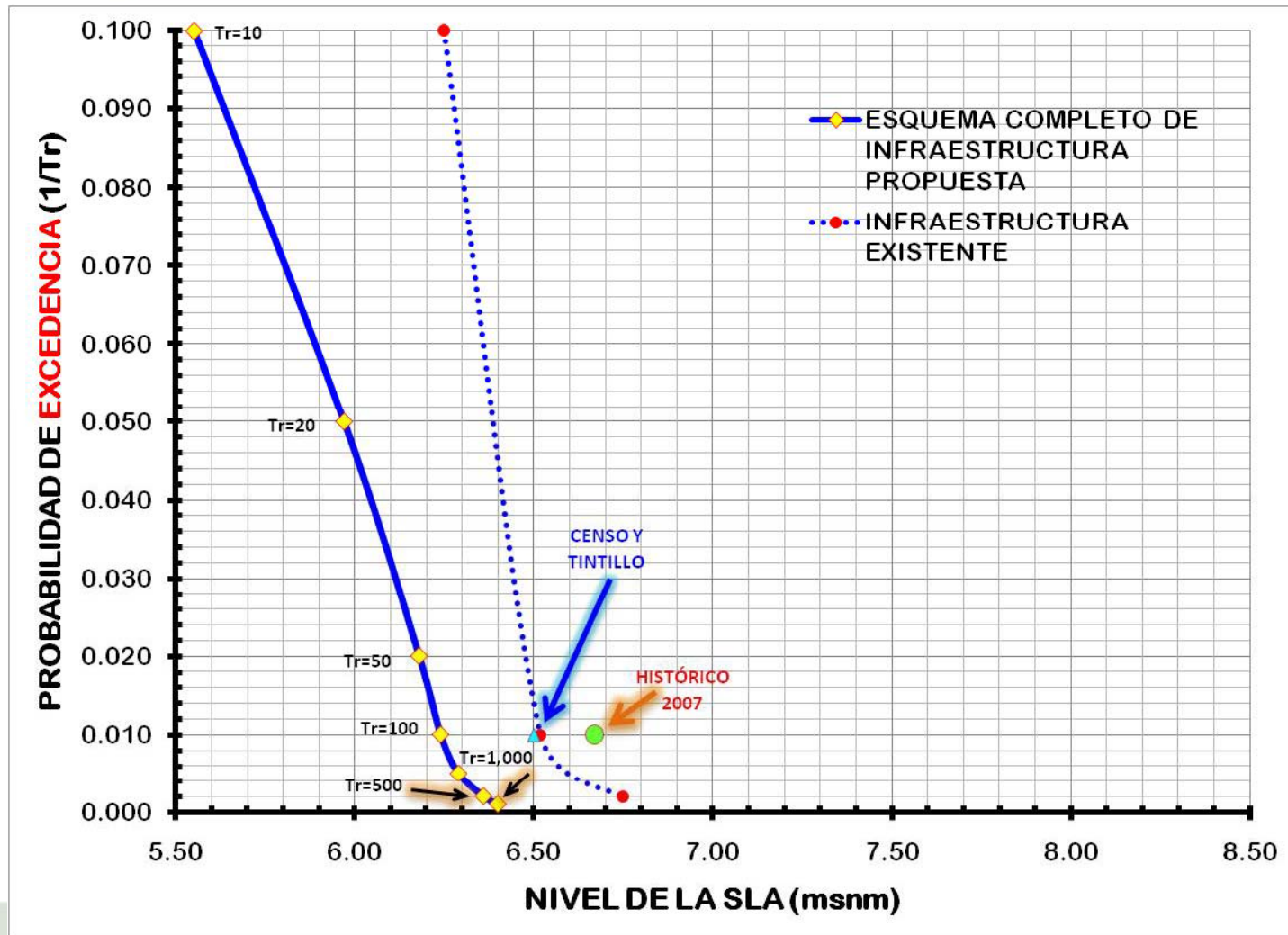
**COND OCT-NOV 07**

**OCT-NOV 07 ESQUEMA  
SOLUCIÓN**





## I/Tr VS. NIVEL DE LA SLA





**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



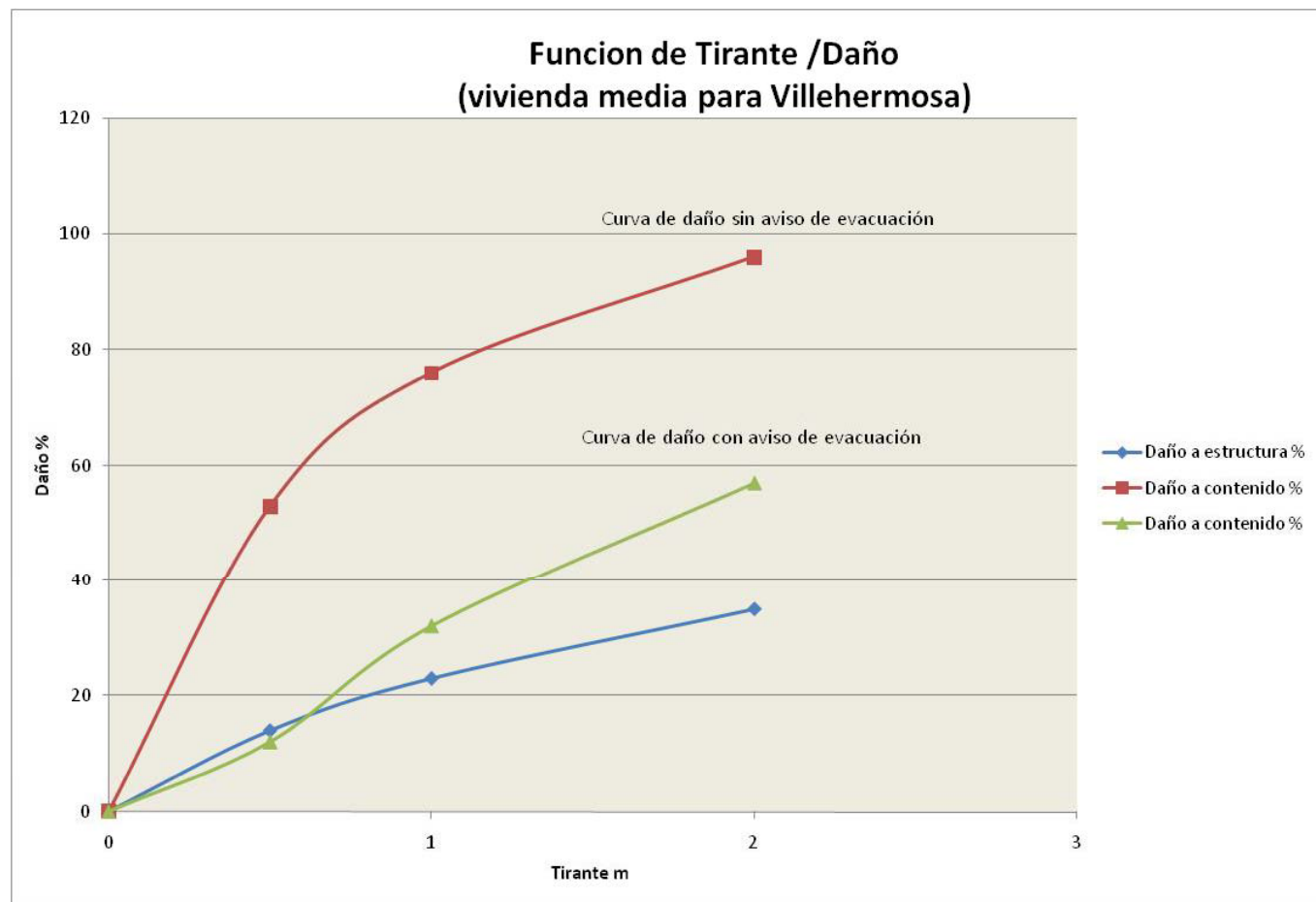
- Las relaciones tirante-daños parten de la premisa de que la altura del agua y su relación con la altura o elevación de la estructura es la variable más importante en la determinación de los valores esperados de los daños a los edificios. También se parte de la hipótesis de que los daños son similares para estructuras y contenidos similares.



**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



## DAÑO CON AVISO DE EVACUACIÓN

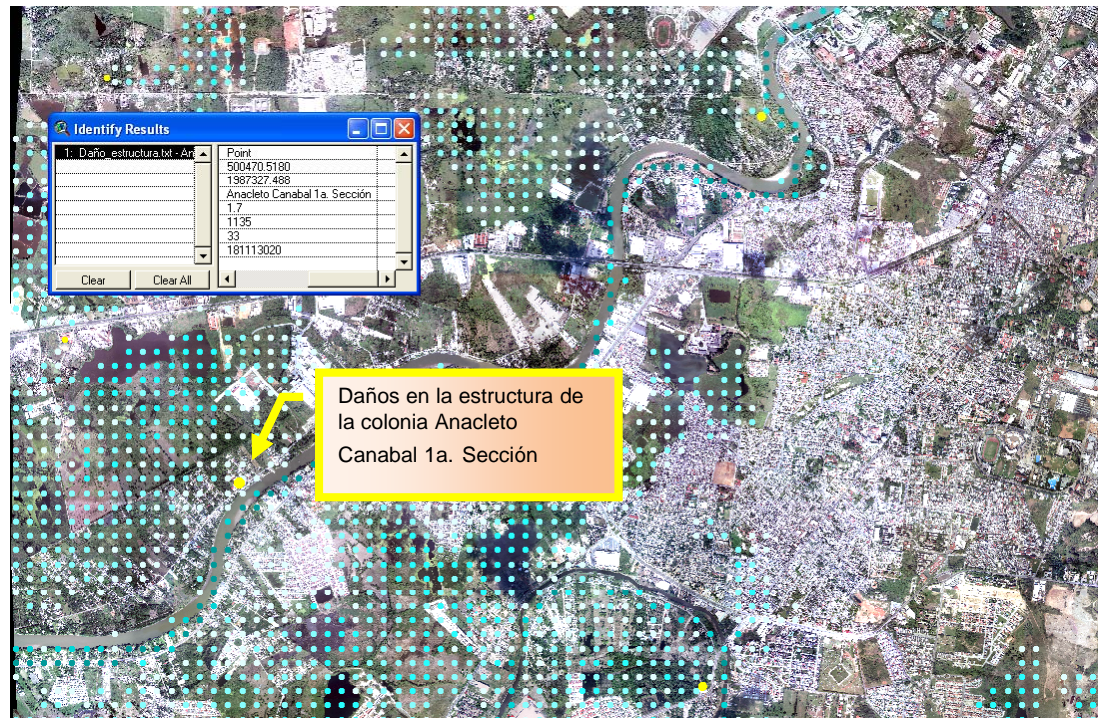




**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



## DAÑOS EN LA ESTRUCTURA

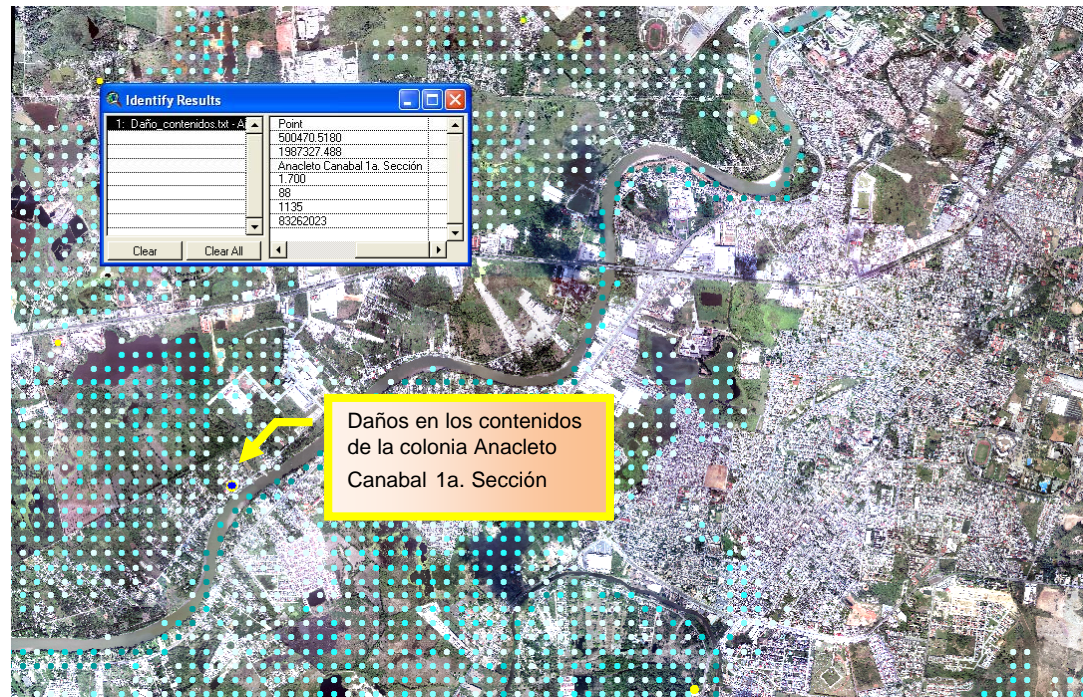




**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



## DAÑOS EN CONTENIDOS







**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



- En el cálculo de los daños existen muchos factores que determinan la cantidad
- Los aspectos variables que tienen las inundaciones influyen en los daños y se relacionan directamente con el nivel de inundación, época del año, velocidad del agua, duración de la inundación, carga de sedimentos y la **actuación temprana del sistema de protección civil en la etapa de alerta**



**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



Evacuaciones y desperdicios apilados en las calles.



**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



Zona centro de Villahermosa





**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



**CALLE MADERO**



**AGENCIA FORD DE RUIZ CARTINES**

Es importante analizar la variable de tiempo de permanencia del agua en los inmuebles, no solo por el deterioro de la infraestructura, sino por la paralización de la economía en las zonas comerciales.



**PLAZA GALAS Y CHEDRAUI DE JAVIER MINA**



**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



## CONCLUSIÓN

- Los criterios de diseño de las obra de protección contra inundaciones están directamente relacionados con el gasto máximo. Mientras más valor tienen los bienes a proteger, con la más alta prioridad a las vidas humanas, más alto será el período de retorno de diseño y por lo tanto más alto el grado de protección.
- Estas funciones tirante daño representan la herramienta más importante del análisis beneficio costo aplicado a proyectos de control de avenidas.

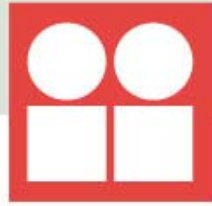


**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



## Daños para la zona urbana de Villahermosa

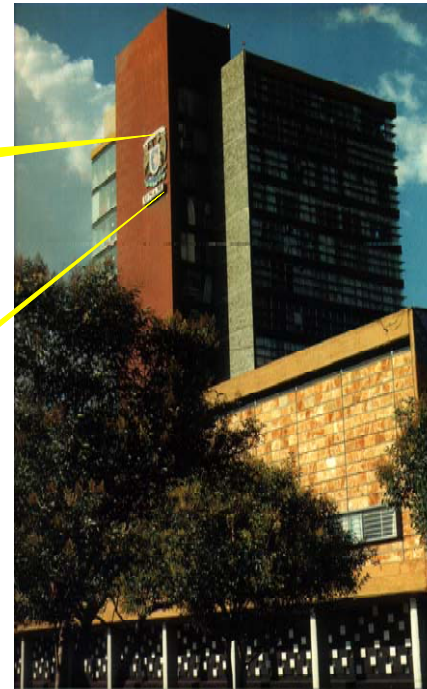
- Para el análisis de 25,356 viviendas del municipio centro obtuvimos un daño de 4,889.5 millones de pesos mexicanos
- Los mayores daños son para la Industria y el Comercio
- El análisis en la Agricultura debe estudiarse mas a fondo



**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



**POR MI RAZA  
HABLARÁ EL ESPÍRITU**



**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

# Sistema de ríos de Tabasco

