
*II Jornadas sobre Ingeniería del Agua
Barcelona, Octubre de 2011*

Modelación hidráulica y análisis del riesgo de inundación
según las líneas guía de la Directiva Marco del Agua. El
caso de la Marina Alta y la Marina Baja (Alicante)

*Gianbattista Bussi, Enrique Ortiz, Félix Francés,
Lucas Pujol, Rafael Gabaldón, Vicente Guna,
Vicente Bellver, José Antón Sempere*

gbussi@upvnet.upv.es



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA





Introducción

Introducción

Metodología

Caso de estudio

Hidráulica

Vulnerabilidad

Conclusiones

- Directiva Europea Marco del Agua (2007/60)
 - Plan Director de defensa contra las avenidas
 - **zonas con riesgo potencial de inundación**
 - cartografía de detalle de daños y riesgos
 - redacción de un plan director

Objetivos

Introducción

Metodología

Caso de estudio

Hidráulica

Vulnerabilidad

Conclusiones

- Evaluación de la **peligrosidad**
 - Identificar zonas inundables
 - Calcular calados y velocidades
 - Estimar la peligrosidad de las inundaciones
- Estimación de los **daños** asociados
 - Evaluar los daños monetarios asociados a cada zona inundable
- Caso de estudio: **Marina Alta y Baja**

Metodología

Introducción

Metodología

Caso de estudio

Hidráulica

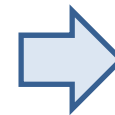
Vulnerabilidad

Conclusiones

Generación tormentas sintéticas (RAINGEN) – *García Bartual y Francés, Poster tema B*



Modelación hidrológica distribuida (TETIS) – *Francés et al., Sesión B2*



Modelación hidráulica 2D (InfoWorks RS)
T = 10, 25, 50, 100 y 500 años



Asignación de probabilidad a los caudales - *Francés et al., Sesión B2*



Estimación de los daños en €/año



Modelación hidráulica

Introducción

Metodología

Caso de estudio

Hidráulica

Vulnerabilidad

Conclusiones

- Objetivo: determinar los **calados máximos** de inundación asociados a 5 periodos de retorno ($T = 10, 25, 50, 100$ y 500 años)
- Input: **hidrogramas** de crecida de todos los periodos de retorno
- Output: 5 mapas de calados máximos



Modelación hidráulica

Introducción

Metodología

Caso de estudio

Hidráulica

Vulnerabilidad

Conclusiones

- Software: Infoworks RS 2D: **InfoWorks™ RS**
 - volúmenes finitos
 - mallado triangular irregular
- MDT de partida: Lidar 1x1 m
- Rugosidad: CORINE + Ortofoto
- Cond. Contorno: hidrogramas mod. hidrológica (5 periodos de retorno)
- Cond. Contorno mar: atlas inundaciones litorales UniCantabria



Evaluación de daños

Introducción

Metodología

Caso de estudio

Hidráulica

Vulnerabilidad

Conclusiones

- Objetivo: determinar los **daños directos** provocados por una inundación
 - daños físicos sobre los bienes
 - costes de las medidas de emergencia adoptadas
 - coste de limpieza de calles, casas
 - ...
- Input: mapas de calados máximos
- Output: mapa de daños en €/año/m²

Evaluación de daños

Introducción

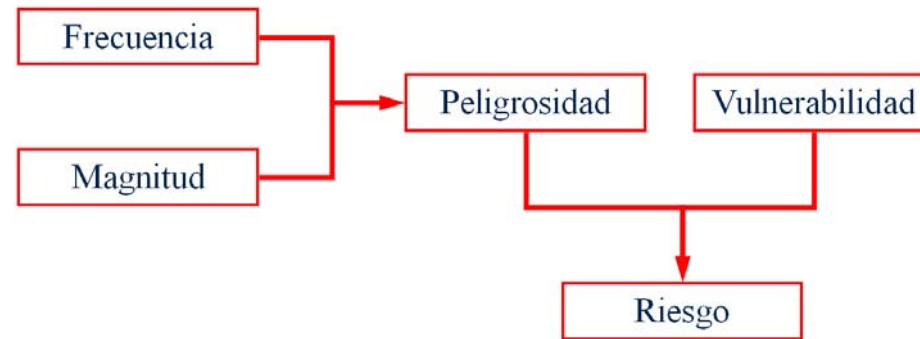
Metodología

Caso de estudio

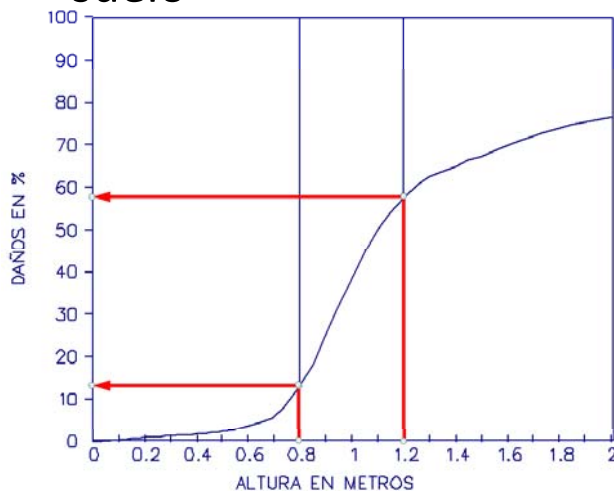
Hidráulica

Vulnerabilidad

Conclusiones



Curvas de vulnerabilidad en función del uso del suelo



$$D = \int_{F=0}^{F=1} V(h) dF_H = \int_{h=0}^{h=\infty} V(h) f_H(h) dh$$

D = riesgo (€/año)

h = calado (m)

$V(h)$ = vulnerabilidad (€)

F = frecuencia de la crecida (1/año)

Marinas (Alicante)

Introducción

Metodología

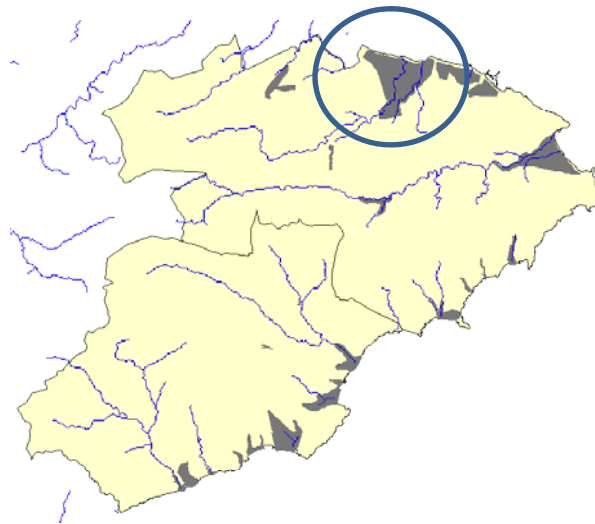
Caso de estudio

Hidráulica

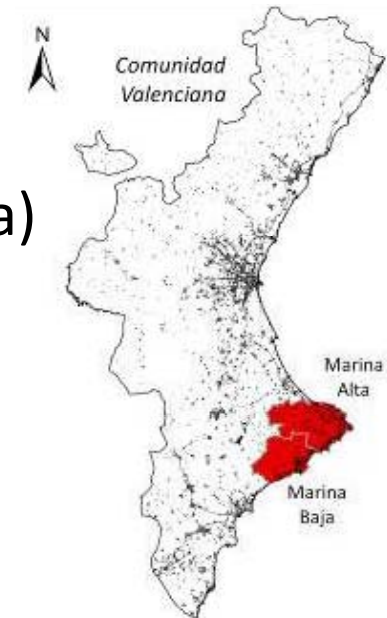
Vulnerabilidad

Conclusiones

- Orografía compleja
- Eventos torrenciales extremos (Gota Fría)
- Elevada vulnerabilidad (turismo en la costa)
- Se identifican 23 zonas inundables



Ejemplo: la plana aluvial del río Girona



Modelación hidráulica

Introducción

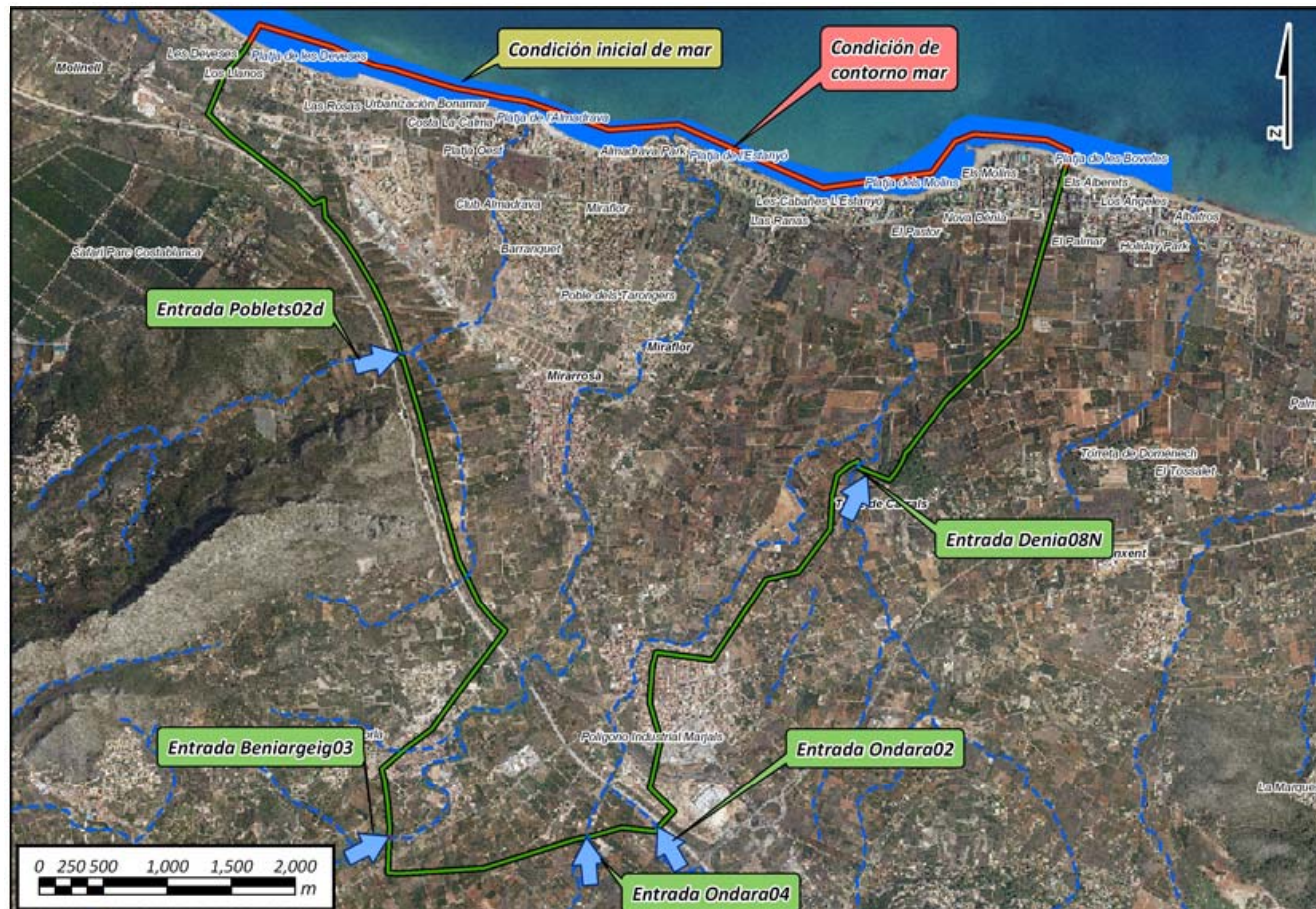
Metodología

Caso de estudio

Hidráulica

Vulnerabilidad

Conclusiones



Modelación hidráulica

Introducción

Metodología

Caso de estudio

Hidráulica

Vulnerabilidad

Conclusiones



Nota: No se considera la lluvia propia dentro del ámbito del modelo

Evaluación de daños

Introducción

Metodología

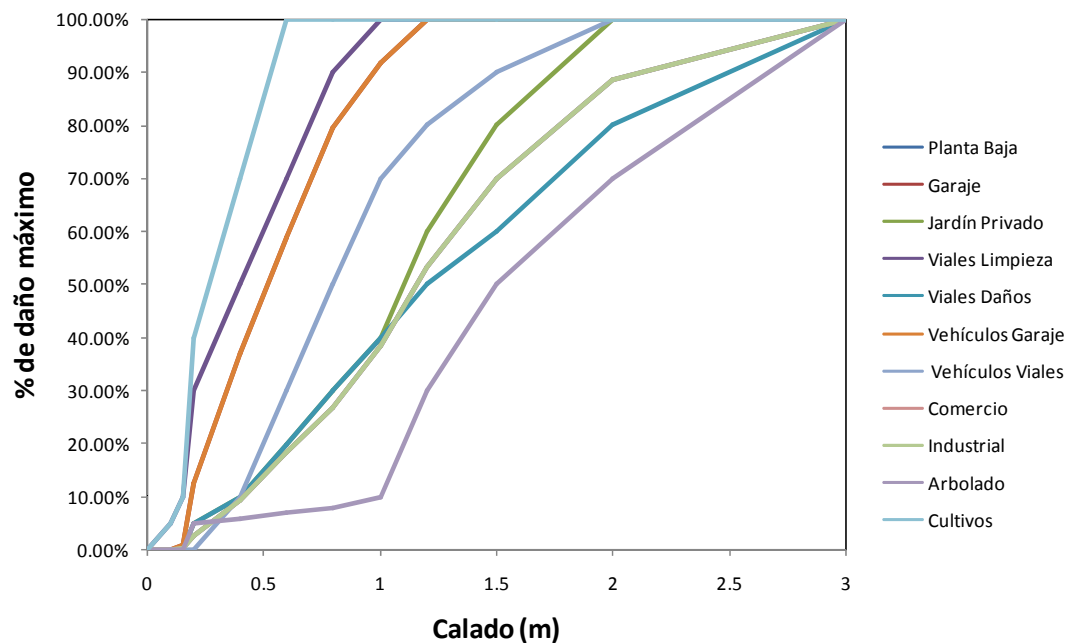
Caso de estudio

Hidráulica

Vulnerabilidad

Conclusiones

Curvas de vulnerabilidad elementales en función del uso del suelo



Módulos de daños máximos

Tipología	Módulo
Residencial en Planta Baja	200.00 €
Garaje en sótano	50.00 €
Jardín Privado	2.00 €
Viales Limpieza	0.70 €
Viales Daños	15.00 €
Vehículos en Garaje	2.50 €
Vehículos en Viales	2.50 €
Comercial	250 €
Industrial	250 €
Arbolado Regadío	0.50 €
Arbolado Secano	3.00 €
Cultivos Regadío	0.25 €
Cultivos Secano	1.50 €

Evaluación de daños

- Evento de calibración: octubre 2007
- Datos: daños registrados por el consorcio de compensación de seguros y el ayunt. de El Verger
- Daños registrados: 4.300.000 € (**georeferenciados**)



Importe de daños obtenido por la presente metodología:
4.500.000 € (error de 5%)

Introducción

Metodología

Caso de estudio

Hidráulica

Vulnerabilidad

Conclusiones

Evaluación de daños

Introducción

Metodología

Caso de estudio

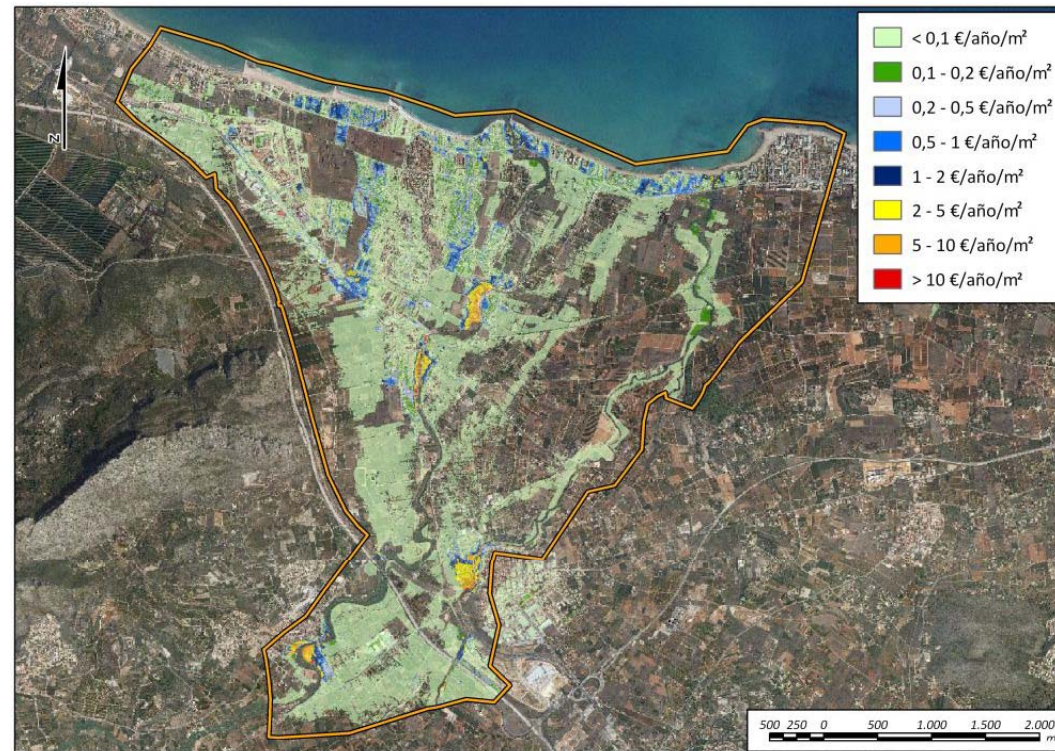
Hidráulica

Vulnerabilidad

Conclusiones

$$D \approx \frac{V_{10}}{2} \cdot \left[\frac{1}{T_{\min}} - \frac{1}{10} \right] + \frac{V_{10} + V_{25}}{2} \cdot \left[\frac{1}{10} - \frac{1}{25} \right] + \frac{V_{25} + V_{50}}{2} \cdot \left[\frac{1}{25} - \frac{1}{50} \right] + \frac{V_{50} + V_{100}}{2} \cdot \left[\frac{1}{50} - \frac{1}{100} \right] + \frac{V_{100} + V_{500}}{2} \cdot \left[\frac{1}{100} - \frac{1}{500} \right] + V_{500} \cdot \left[\frac{1}{500} \right]$$

D = Densidad espacial de daños



Conclusiones

Introducción

Metodología

Caso de estudio

Hidráulica

Vulnerabilidad

Conclusiones

- Se evalúa el riesgo de inundación en las comarcas de la Marina Alta y de la Marina Baja (Alicante), según las pautas dictadas por la **Directiva Marco del Agua**.
- Se redactan mapas de **calados máximos** con un valor de probabilidad asociado.
- Se evalúa del **riesgo de inundación** en euros/año.
- Se proporcionan herramientas indispensables para el estudio de **viabilidad** de medidas de **protección**.