

MAPA DE PELIGROSIDAD DE INUNDACIÓN DE ORIGEN MARINO

DEFINICIÓN

La cartografía incluida en este servicio contiene los mapas de peligrosidad de las zonas identificadas en la evaluación preliminar como Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs) elaborados en cada Demarcación por las autoridades competentes en materia de aguas, costas y protección civil de acuerdo al procedimiento establecido en el artículo 8 del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, que transpone la Directiva 2007/60/CE, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

Los mapas de peligrosidad contemplan tres escenarios en función de la probabilidad estadística de ocurrencia de la inundación: alta probabilidad (asociada a un período de retorno igual a 10 años) a realizar cuando proceda, el cual únicamente ha sido seleccionado para las inundaciones de origen fluvial, probabilidad media (asociada a un período de retorno de 100 años) y baja probabilidad de inundación o escenario de eventos extremos (período de retorno igual a 500 años).

Sólo en las zonas costeras en las que exista un adecuado nivel de protección el mapa de peligrosidad podrá limitarse al escenario de baja probabilidad de inundación. Por lo tanto, en materia de inundaciones por la costa, únicamente se representen los escenarios para 100 y 500 años de periodo de retorno.

Los mapas de peligrosidad representan las zonas litorales que quedarían inundadas por alguno de estos dos motivos o por la superposición de ambos:

El fenómeno de inundación en una playa, o tramo de costa cualquiera, en un instante determinado, está caracterizado por un nivel de marea (NM) compuesto por la marea astronómica y la marea meteorológica (MA+MM) y una batimetría. Sobre dicho nivel de marea se encuentra el oleaje que, en función de sus características y de la batimetría del tramo, se propaga hacia la costa. Al alcanzar la costa, el oleaje rompe, produciéndose un movimiento de ascenso de la masa de agua a lo largo del perfil de playa Run-Up (RU). Todos estos factores están relacionados entre sí. Además de la interacción entre los elementos (oleaje - batimetría - nivel de marea - ascenso), el fenómeno de la inundación presenta la complicación añadida de que algunos de los factores (marea meteorológica, oleaje...) son variables aleatorias y, por tanto, su presentación está sujeta a una determinada probabilidad.



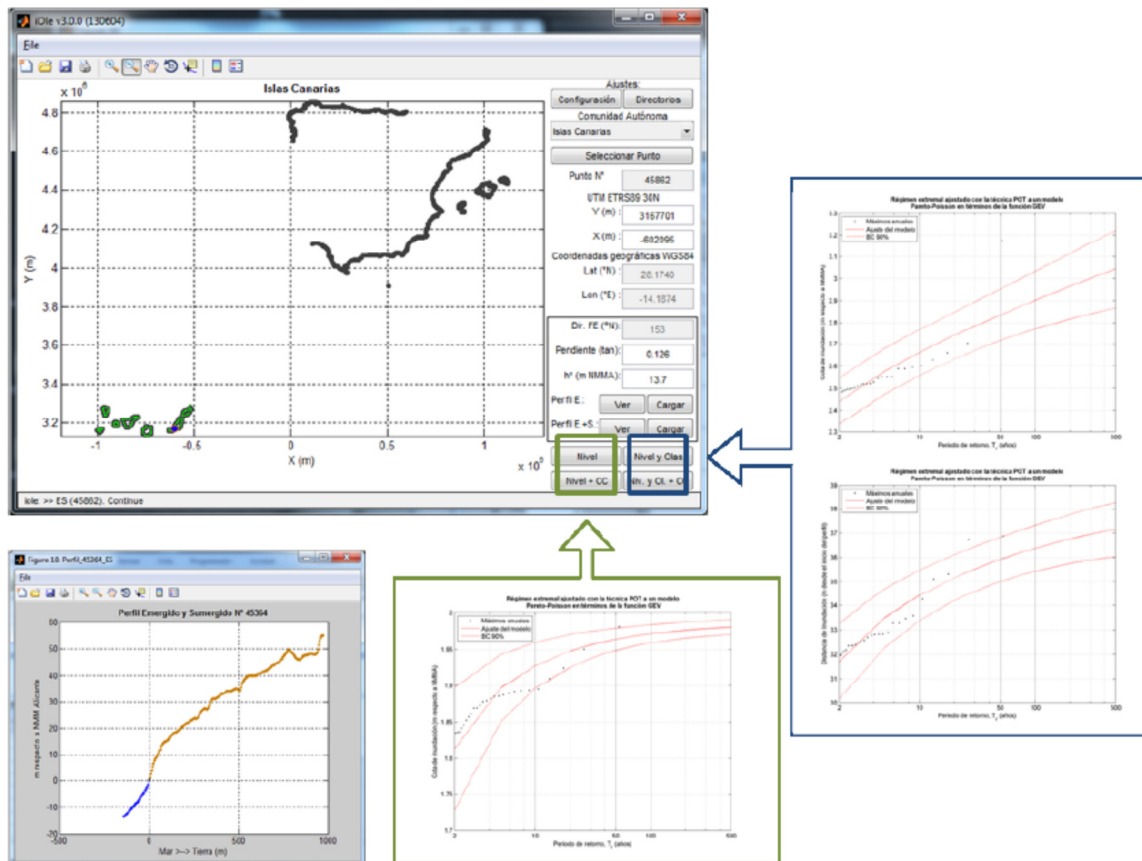
Esquema de inundación por marea e inundación por oleaje

Por consiguiente, cada evento de inundación tendrá una probabilidad de ser sobrepasado y, por lo tanto, la obtención de las máximas inundaciones, para cada perfil batimétrico, serán función del periodo de retorno o el tiempo medio en años que tardan en repetirse dichos eventos extremos.

Para hacer frente a la complejidad de los distintos aspectos que conforman el cálculo de la inundación a lo largo de las costas españolas se ha seguido una metodología en tres fases:

- En una primera fase se inunda todo el litoral únicamente con la dinámica del nivel del mar (derivada de los efectos de marea astronómica y meteorológica referenciadas al nivel medio del mar en Alicante) sin oleaje. Con esta aproximación se tienen resultados válidos en las zonas donde el oleaje no tiene relevancia (interior de rías y estuarios o al abrigo de infraestructuras exteriores). Para ello se ajusta para cada posición a lo largo del litoral español, el régimen extremal de cota de inundación a partir de las series de datos de nivel del mar del proyecto C3E del IH Cantabria (que dispone de más de 60 años de datos), calculándose la cota de inundación asociada al período de retorno con la técnica POT (Peaks Over Threshold) y ajustando por medio de la función de distribución GEV (o Gumbel en casos específicos). Como resultado se obtiene el nivel del mar en dicha posición, al que habrá que restar la cota correspondiente del MDT de referencia de la costa para obtener el calado sobre el terreno.
- En la segunda fase se corrigen las zonas del litoral donde el oleaje incide directamente, es decir, en la línea de costa propiamente dicha que no está al abrigo del oleaje. En esta segunda aproximación se trazan perfiles del terreno para resolver de forma bidimensional la inundación, perfil a perfil, incorporando el efecto combinado del oleaje y del nivel del mar. El efecto del oleaje se evalúa por medio del modelo numérico bidimensional IH-2VOF, que resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes, a partir de la base de datos de oleaje Downscaled Ocean Waves, DOW (Camus et al., 2013), obtenidas de las series de datos del proyecto C3E, que permite caracterizar correctamente el oleaje propagado hasta el litoral español con una resolución espacial de, al menos, 200 m.
- Finalmente se obtiene la envolvente de inundación se obtiene por la suma de la zona de inundación por nivel y la de por oleaje.

Para realizar los cálculos de nivel y oleaje se ha empleado el software iOLE del IH Cantabria, adaptado a la casuística española, que permite la introducción como dato de base de un perfil de playa definido a partir de información cartográfica, y da como resultado la información relativa a nivel y extensión del Run-Up de oleaje para diversos períodos de retorno.



Contorno del litoral español objeto del estudio y ejemplo de utilización del iOLE

En relación con el concepto de periodo de retorno, es importante realizar determinadas aclaraciones.

En términos numéricos, es equivalente a la probabilidad de que se presente un nivel (consecuencia de marea astronómica y meteorológica) y una extensión máxima de inundación (correspondiente a la envolvente del nivel anterior y de la extensión de la afección por oleaje) igual o superior en un determinado año, es decir, la probabilidad de que se supere en un año. Por ejemplo, para un periodo de retorno de 500 años, esa probabilidad $F(x) = 1/T = 1/500 = 0.002 = 0,2\%$. Es decir, existe un 0,2% de probabilidad de que un año se supere ese valor de nivel y extensión de inundación y un 99,8% de probabilidad de que no se supere.

Sin embargo, eso no implica que no puedan producirse dos o más inundaciones de tal o superior intensidad dentro del mismo año, al ser el periodo de retorno un concepto estadístico y depender de la duración del intervalo considerado.

En el caso de que queramos calcular la probabilidad de que se iguale o supere ese valor durante un periodo de N años (concepto estadístico de Riesgo), se calcularía mediante

la siguiente expresión:

$$1 - [1 - (1/T)]^N$$

De forma que, de acuerdo con la tabla siguiente, una zona afectada por la inundación de un periodo de retorno de 500 años tiene una probabilidad del 4,9% de verse inundada en un periodo de 25 años consecutivos y de un 9,5 % de inundarse en 50 años consecutivos.

Periodo de retorno (años) 500	Años consecutivos					
	1	2	5	25	50	100
Probabilidad de ocurrencia (%)	0,2	0,4	1,0	4,9	9,5	18,1

El contenido de los mapas de peligrosidad para cada escenario de probabilidad debe ser, según los artículos 8.3 y 8.4 del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, que transpone la Directiva 2007/60/CE, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, el siguiente:

- Extensión previsible de la inundación y calados del agua o nivel de agua según proceda.

MARCO LEGAL

La Directiva 2007/60/CE en su considerando 12 establece que *"Para disponer de una herramienta eficaz de información y de una base adecuada para el establecimiento de prioridades y la toma de decisiones adicionales de índole técnica, económica y política relativas a la gestión del riesgo de inundación, es necesario estipular la elaboración de mapas de peligrosidad por inundaciones"*. Las obligaciones de los Estados Miembros en este sentido se recogen en el artículo 7 de la citada Directiva. Su transposición a la legislación española se realiza a través del artículo 8 del Real Decreto 903/2010 donde se establece que *"Para cada demarcación hidrográfica se elaborarán mapas de peligrosidad por inundación para las zonas determinadas con arreglo al artículo 5"*.

El Real Decreto 903/2010 dedica su capítulo III, artículos 8, 9 y 10 a los mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación. El artículo 10 contiene disposiciones comunes a la cartografía de peligrosidad y riesgo de inundación y se desglosa en varios apartados que describen a los responsables de la elaboración de los mapas, la forma de realizarlos, el periodo de consulta pública a la que se someterán los resultados y el plazo para concluirlos, entre otros aspectos.

Sobre la base de los mapas de peligrosidad y riesgo que muestran las consecuencias adversas potenciales asociadas con distintos escenarios de inundación, los Planes de gestión del riesgo de inundación fijarán los objetivos de protección para cada una de las ARPSIs y los programas de medidas a ejecutar por cada administración competente para su consecución.

INFORMACIÓN ALFANUMÉRICA ASOCIADA AL SERVICIO

El dato que se puede consultar en los mapas de peligrosidad por inundación es el del calado del agua asociado a cada punto del ARPSI como se muestra a continuación.



Además del ráster de calados obtenido en las modelizaciones costeras (en azul), se completa el mapa con una zona de calado 0 (en blanco) que refleja la extensión de la zona inundable por oleaje. Dicha inundación no puede ser representada mediante calados debido a sus especiales características, pero se ha considerado necesario su inclusión en el mapa correspondiente para poder evaluar el alcance real de la inundación, cuya extensión final corresponde a la envolvente de la inundación por nivel y por oleaje.

PROFUNDIDAD	Profundidad asociada a la zona inundable
--------------------	------------------------------------------