

INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN

Una gran parte de las actividades humanas se realizan en la zona costera, donde las estructuras de ingeniería civil son construidas y utilizadas con fines económicos, de ocio, e industriales. En estas áreas las olas y las corrientes generalmente son muy variables y ejercen fuerzas sobre las estructuras, por lo que sus condiciones y evolución son de gran importancia para el diseño y manejo de estas zonas. Además del aspecto ingenieril, la predicción del clima marítimo es de gran utilidad para las embarcaciones durante la navegación. En la última década, la investigación del oleaje se ha enfocado no solo a condiciones de mar abierto sino también a zonas costeras aumentando la importancia de las condiciones de *fetch* (área de generación del oleaje) y duración limitada (*Bourassa et al., 2001; Huang, 1999*).

La costa mediterránea española es una zona sometida a una alta presión de uso (ver e.g. *MOPU, 1998*) y a un clima altamente variable (*Del Amo, 2000*) influenciado por la orografía. Esto hace que las actividades socio-económicas en esta zona costera resulten vulnerables a fenómenos de inundación y erosión típicos del clima “torrencial” mediterráneo (ver e.g. *Penning-Rowse y Fordham, 1994*). Esta situación requiere, desde un punto de vista tanto social como económico, un mejor conocimiento de la climatología de la zona y unas herramientas de previsión que permitan anunciar con suficiente antelación los sucesos meteorológicos episódicos que producen daños costeros (*Day et al., 1997; Sánchez-Arcilla et al, 1998*).

Una de las dificultades que experimenta la previsión de oleaje en costas mediterráneas viene asociada a las escalas espacio-temporales limitadas de la zona. En efecto, escalas del orden de 10 km (como la “abertura” en el valle del río Ebro) y 12 horas (como la duración media de tormentas a partir de los registros de oleaje direccional (*Gómez et al., 2001*)) son habituales. Esta situación afecta a la resolución espacio-temporal de modelos atmosféricos y a las parametrizaciones de los diferentes procesos físicos. Para zonas tan “limitadas” como el Mediterráneo es necesario considerar un modelo atmosférico de mesoescala anidado y una parametrización de la capa límite superficial adecuada.

Otra de las dificultades a considerar es la alta variabilidad del viento tanto en velocidad como en dirección. La variabilidad de la intensidad hace que el término fuente en las ecuaciones de generación del oleaje, pierda información, y con ello, acumule errores de subestimación o sobrestimación. Por ejemplo, los modelos de oleaje “actúan” cuando la velocidad del viento es mayor a la velocidad del oleaje, por lo que, para vientos promediados en el tiempo y en el espacio, esto resulta en una subestimación de las condiciones de oleaje. Esta incertidumbre está asociada también al viento “óptimo” con que se debe alimentar un modelo de generación/previsión de oleaje, así como, en la determinación del paso de tiempo más adecuado para la integración de las ecuaciones de conservación de la acción. Por todo ello, la alta variabilidad propia del Mediterráneo Occidental requiere una integración temporal capaz de reproducir este rasgo de la climatología local.

Otra complicación va asociada a la irregularidad (orografía y geometría de los contornos) típica de la costa mediterránea. Esto se ilustra por las distancias de generación del oleaje que van desde alrededor de los 800 km hasta unos pocos kilómetros (*García et al., 1993*). Esta restricción en el área de generación ha sido estudiada a escalas superiores a la mediterránea (*Hersbach y Janssen, 1999*) y pone de manifiesto las limitaciones en la predecibilidad asociada a la frontera mar-tierra. Esta frontera constituye una fracción importante de la zona costera mediterránea.

Todos estos factores, junto con la irregularidad en la geometría y batimetría costera (cañones submarinos, ancho de la plataforma continental variable e islas) hacen que las parametrizaciones convencionalmente utilizadas en modelos de previsión atmosférica y de oleaje sean de aplicabilidad cuestionable para la costa mediterránea española. Lo mismo ocurre con los conceptos de la edad del oleaje y mar de viento/fondo, que necesitan una revisión para su correcta aplicación al Mediterráneo Occidental.

La predicción local de oleaje para la costa catalana continúa mostrando errores de hasta el 100%, por ejemplo en el delta del Ebro, donde los Mestrales proporcionan una subestima en la predicción de altura de la ola. Esta predicción local es particularmente sensible a la variación del viento y da lugar a errores importantes (*Ponce de León et al., 2000*) que permiten una predicción operativa pero que limitan una caracterización local suficientemente precisa y una estima segura del riesgo costero.

Por todo ello, el énfasis de la investigación en este proyecto está enfocado en el estudio del oleaje y los modelos de tercera generación de previsión del oleaje para contribuir a una determinación más robusta y fiable de la climatología local en la zona costera.

Durante las primeras investigaciones que han dado lugar a este trabajo, emergieron una serie de preguntas que fueron una importante motivación para continuar el desarrollo e investigación en este campo. Ante la falta general de conocimiento sobre el modelado de oleaje en la costa catalana surgió la necesidad de contestar preguntas como ¿Cuáles son las características espectrales del oleaje de la zona?, ¿Cuáles son las características de las tormentas de oleaje en la costa catalana? ¿Cómo responden los modelos de oleaje a zonas con las escalas del Mediterráneo Occidental? ¿Cómo responde el *sea* (mar de viento) al viento “local” en la costa catalana?, ¿Qué errores tienen los modelos atmosféricos y qué impacto tienen sobre las predicciones de oleaje en el Mediterráneo Occidental?, ¿Qué modelo de oleaje es el más apropiado para esta zona del Mediterráneo y bajo qué parametrizaciones?, ¿Qué procesos físicos son importantes para la predicción y validación con las boyas costeras?, ¿Qué importancia tienen las islas Baleares para la predicción operativa? ¿Qué estrategia de anidamiento espacial y temporal es mejor para realizar una predicción local detallada?

Durante el desarrollo de este trabajo se ha avanzado en la respuestas a algunas de estas preguntas. Sin embargo, también han surgido nuevos interrogantes que plantean una línea clara de trabajo futuro. El objetivo final (aplicable) de esta investigación es, en definitiva, la mejora de la predicción operativa de oleaje en costas como la del mediterráneo Occidental.

