

Evolución de la Ingeniería Marítima en relación con los sistemas de medida y simulación del oleaje

Ignacio Berenguer Pérez

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Promoción 1980

HIDTMA Socio

La Ingeniería de Puertos y Costas ha experimentado notables avances en los últimos años como consecuencia del avance de los sistemas de observación y medida del oleaje y de los sistemas de simulación.

Hasta la aparición de instrumentos específicos de medida la información que se disponía del oleaje era aquella que se obtenía por observación visual. Esta información, obtenida por observadores en tierra o más modernamente por barcos navegando que reportaban esta información a bancos de datos, proporciona una estimación correcta del periodo medio del oleaje y de la dirección del mismo y una estimación menos correcta de la altura de ola, aspecto importante ya que cuanto mayor es la altura de ola más errónea es la información. En consecuencia, a las técnicas de diseño se les proporcionaba información sobre periodos medios, alturas visuales no calificables estadísticamente y frecuencias de presentación de las distintas direcciones de oleaje.

Los métodos de diseño se basaban en reglas empíricas o en la utilización de modelos a escala que como no podía ser de otra forma simulaban oleajes regulares. En trabajos de gabinete el método de los planos de oleaje, diseñado por D. Ramón Iribarren, era normalmente utilizado.

Un avance importante se produjo con la aparición de los sensores de presión, como instrumentos de medida con capacidad de ser instalados y de permanecer periodos de tiempo suficientes largos en el medio marino, como para elaborar estadísticas en base a su información.

Los sensores traducen la onda de presión en variación de voltaje. Dicha variación de presión medida está relacionada

con la oscilación que simultáneamente existe en la superficie por medio de una función de transferencia que equivale a la atenuación hidrodinámica de la altura de ola con la profundidad y a un cierto desfase, ambos directamente proporcionales a la profundidad e inversamente a la distancia al fondo.

Con esta información analizada se obtiene la distribución de la energía en un rango de frecuencias seleccionado, es decir el espectro de energía del oleaje, por lo que proporcionaba información sobre el periodo de pico, o periodo con mayor densidad de energía asociada, y sobre la altura significativa, definida como la raíz cuarta del momento de orden cero de ese espectro.

La aparición técnica del espectro de oleaje significó el comienzo de la utilización intensiva del oleaje como un sistema de olas con distintas alturas y periodos, es decir, se incorporó a la técnica el oleaje irregular. Su incorporación a las anteriores técnicas reveló las deficiencias que la no consideración del mismo representaban, que de forma simplificada podemos resumir en dos: la subestimación de la acción del oleaje en el diseño estructural y la sobrestimación en los estudios de agitación interior.

A continuación aparecieron los sistemas flotantes de medición. Todos los sistemas de este tipo corresponden a equipos compactos e integrados, instalados en una boya medidora. Por lo tanto son sistemas autónomos, con alimentación propia con o sin recarga por placas solares, y con transmisión de datos, bien a tierra y/o a satélite

El elemento medidor de la oscilación vertical es un acelerómetro, montado sobre un giróscopo que le mantiene con el eje

vertical normal al plano estático de la superficie del mar. La forma y tamaño de la boya y las características de su línea de anclaje producen una Función de Traslado determinada que modifica al propio oleaje, por lo que ha de ser introducida en el proceso de la información.

Estos sistemas flotantes son los más adecuados para la medición de larga duración, como la que nos ocupa, como lo viene demostrando la RED ESPAÑOLA DE MEDIDA Y REGISTRO DE OLAJE, R.E.M.R.O, radicada y dirigida por el CEPYC, con puntos de medición continuada desde hace más de 15 años.

La aparición de los ordenadores y el rápido incremento de la potencia de los mismos hizo posible que nuevas técnicas de gabinete hayan cobrado un gran auge hasta nuestros días, dichas técnicas son las de simulación en modelo numérico. De forma semejante a las anteriores técnicas de estudio los primeros modelos numéricos fueron en régimen estacionario, es decir, para oleaje regular (Fig. 1), aunque en el transcurso de pocos años, al final de la década de los 70, se comenzaron a desarrollar modelos que consideraban el oleaje irregular (Fig. 2) dada la importancia del mismo.

Es necesario aclarar que el desarrollo de los modelos numéricos ha sido posible gracias a los ordenadores, pues muchos de los mismos están basados en formulaciones de siglos pasados que si no era de forma simplificada era imposible llevar a la práctica. La aparición de los ordenadores indujo un importante avance en las técnicas de simulación numérica de forma que obtuvieran soluciones a las formulaciones existentes. Los resultados obtenidos también indujeron la incorporación a las mencionadas formulaciones de nuevos términos que consideraran aspectos físicos adicionales para una mejor simulación de la realidad física. Por lo cual se puede afirmar que las técnicas de simulación junto con los enayos a escala han contribuido a facilitar una retroalimentación de información para mejorar la descripción física que representan las ecuaciones descriptoras de un fenómeno físico, como es el oleaje en nuestro caso concreto.

En años recientes surgió la necesidad de medir la direccionalidad del oleaje. Para lo cual se han creado dos diferentes metodologías (Santás, 1994):

- ▼ El correspondiente a observación remota desde tierra (teledetección visual) o desde el espacio por teledetección en la banda de microondas, distinguiendo entre observación vertical desde satélite (imágenes Radar), por estereografía desde vuelos o globos de observación, y por observación desde tierra con Radar emplazado a elevada altura.

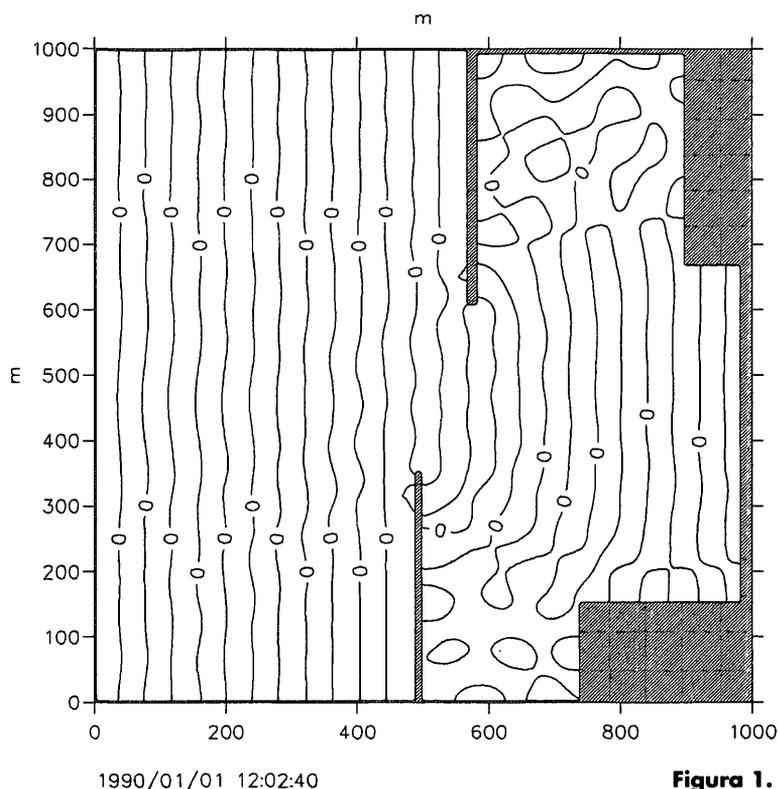


Figura 1.

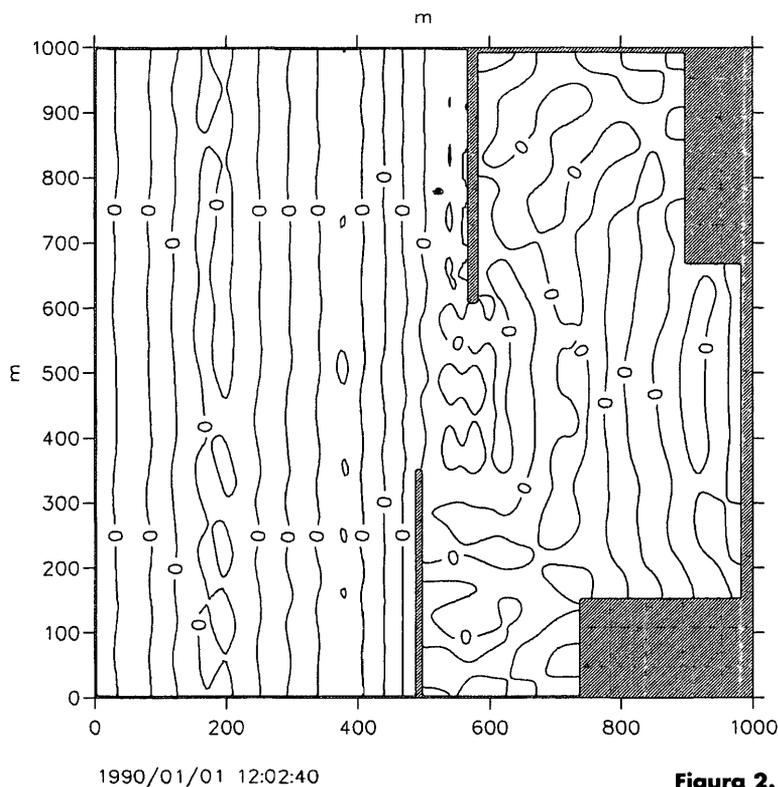


Figura 2.

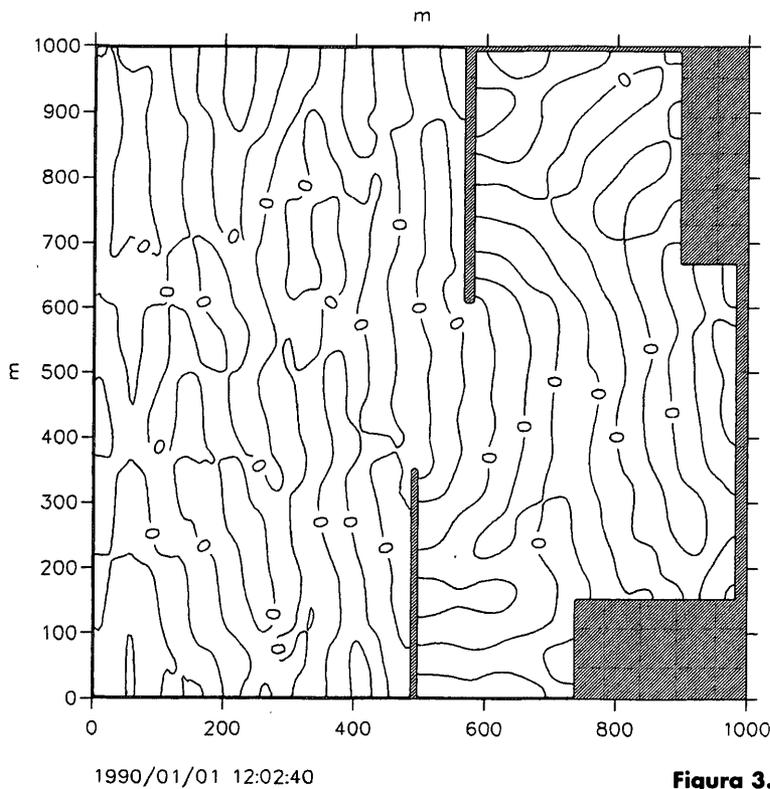


Figura 3.

▼ La medida directa o remota con sistemas sumergidos o flotantes consistente en la medición desde un único punto flotante con un sistema triparamétrico pues ha de tener en cuenta que es preciso medir la oscilación vertical y otros dos parámetros horizontales.

La comunidad técnica consciente de la importancia de la direccionalidad del oleaje realizó un importante esfuerzo para incorporarla a las técnicas en modelo a escala y a las técnicas de simulación numérica (Fig. 3).

Esta incorporación ha significado un importante avance en la Ingeniería Marítima, que como muestra comentamos en relación con tres aspectos de la misma: el diseño de estructuras, el estudio de la agitación interior y la protección de costas.

▼ El diseño de estructuras requiere una correcta definición de las condiciones del oleaje incidente. Esta definición parte del oleaje en zonas alejadas y su posterior propagación hasta la obra, por lo cual la definición exacta de las condiciones del oleaje según las distintas direcciones en aguas profundas y la propagación de estas mismas condiciones evitará la asignación de características no ciertas al oleaje incidente. Llevadas estas condiciones a los ensayos estructurales en modelos físicos se obtendrán estimaciones muy fiables de la capacidad resistente de los diseños frente a los oleajes existentes.

▼ La agitación interior de una instalación esta notablemente influida por la dirección en la que incide el oleaje. Dado que los buques deben entrar en Puerto también existirá un rango de direcciones del oleaje con facilidad de penetrar en el mismo. El diseño deberá realizarse de forma que la operatividad portuaria quede asegurada, por lo cual es obvia la importancia de una correcta definición del régimen de oleaje según las distintas direcciones y una correcta simulación de estos oleajes.

▼ El diseño de obras de protección de costas requieren un previo análisis de la dinámica litoral existente en la zona. De nuevo una correcta definición de las condiciones de oleaje según las distintas direcciones es esencial para determinar el balance de sedimentos existente, pues la incidencia oblicua del oleaje es el elemento generador de las corrientes litorales transportadoras del sedimento. Conocido el balance de sedimentos en la situación actual es posible diseñar actuaciones y estudiar el comportamiento de las mismas de forma que se realice una protección eficaz de la costa. ●

REFERENCIAS

—Santás, Jose Carlos. “Curso sobre oleaje en Ingeniería de Costas, Capítulo I. Sistemas de medida de oleaje, CEDEX 1994”