

3. Descripción del laboratorio

3.1. Dimensiones

El Canal de Investigación y Experimentación Marítimas (CIEM) del Laboratorio de Ingeniería Marítima (LIM) de la Universidad Politècnica de Catalunya (UPC), es un canal de oleaje de 100 m de largo, 3 m de ancho y 5 m de profundidad frente al actuador (ver figura 3.1). Sus capacidades, la convierten en una herramienta de trabajo para análisis de ensayos cercanos a escala real. Por ejemplo, los ensayos de estabilidad tradicionalmente se han ido realizando a escalas de trabajo entre 1:40 y 1:80. En el canal CIEM, es posible realizar estos ensayos a escalas entre 1:10 y 1:25, o incluso inferiores, en función del prototipo a ensayar. Otra característica es que el canal, a pesar de sus dimensiones es cubierto y, por lo tanto, es operativo independientemente de las condiciones climáticas.

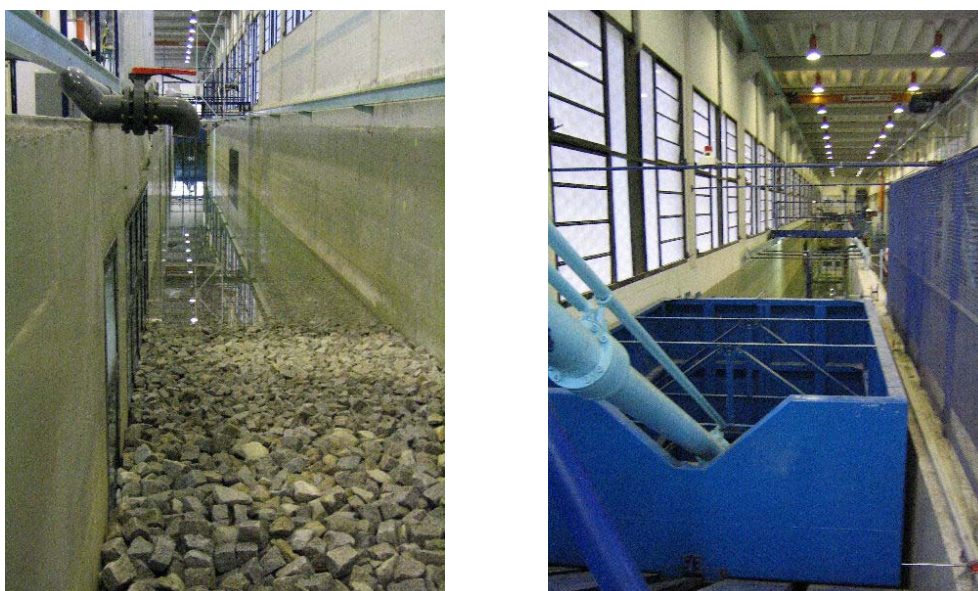


Figura 3.1. Vista del canal CIEM desde la playa y desde la pala

3.2. Actuador

Está compuesto por una pala tipo *falca* en forma de cuña (*wedge*) construida en aluminio marino que desliza a lo largo de un plano con una pendiente de 30°. Es accionada a través de un cilindro con una carrera máxima horizontal de ± 1.0 metros, con un sistema oleo-hidráulico compuesto por un depósito de 3000 litros de aceite y tres motobombas que ofrecen 870 litros/minuto a 210 bar de presión.

Una de las piezas más importantes es la servoválvula, que regula el paso del aceite a las cámaras del actuador y, por tanto, su desplazamiento. Esta servoválvula está

controlada electrónicamente por un equipo informático formado por dos ordenadores, que mediante un *software* transmiten la información para la generación del oleaje.

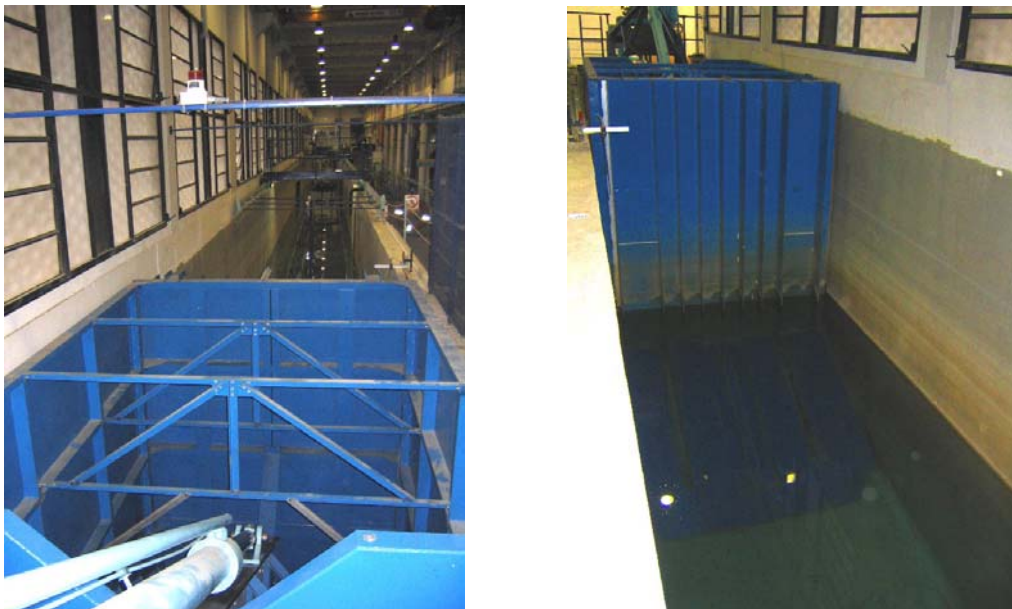


Figura 3.2. Vista de la parte frontal y trasera de la pala de la pala generadora

3.3. Instrumental

A lo largo de los ensayos se utilizaron los siguientes equipos de medida:

- 6 sensores de nivel de superficie libre de tipo resistivo
- 4 sensores de presión
- 1 correntímetro electromagnético

Sensores de variación de superficie libre

Los sensores de variación de la superficie libre miden la posición instantánea de ésta y permiten determinar sus variaciones en el tiempo, información a partir de la cual puede extraerse las alturas y períodos del oleaje en el ubicación del sensor. Existen diversos tipos, como por ejemplo los sensores de capacidad, sin embargo los usados en el canal CIEM son los sensores de conductancia.

El sensor de conductancia consiste en un elemento de soporte con dos alambres paralelos separados una cierta distancia y alineados de forma perpendicular a la dirección del oleaje. Dichos alambres constituyen los extremos de un circuito eléctrico que se cierra al contacto con el agua. Así, al hacer circular por dicho circuito una corriente eléctrica alterna y de alta frecuencia, es posible medir la

conductancia (inversa de la resistencia) entre los alambres. Esta conductancia será proporcional a la longitud de los alambres bajo la superficie del agua y a la conductividad de ésta. Suponiendo que la conductividad del agua es conocida (obtenida mediante la calibración del sensor) y que se mantiene constante durante las medidas se tiene que los cambios registrados de la conductancia equivalen a variaciones de nivel de la superficie libre.

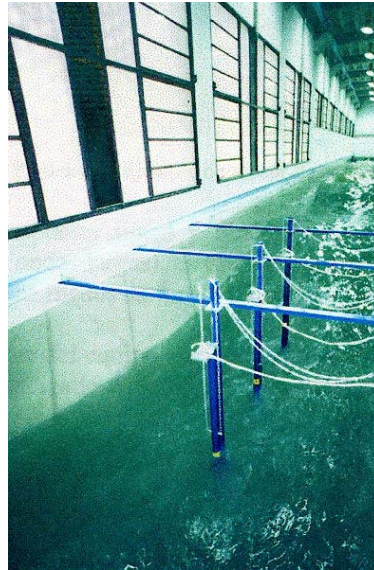
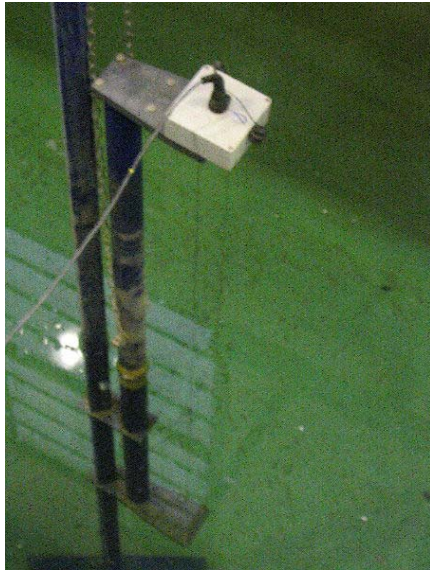


Figura 3.3. Sensores de conductancia utilizados en el canal CIEM

Las ventajas de estos sensores es su bajo precio de construcción y largo periodo de servicio, pero por otra parte son necesarias calibraciones frecuentes (a fin de compensar cambios de la conductividad del agua) y se produce distorsión en la forma de la ola por la obstrucción que supone el sensor.

Sensores de presión

Son los elementos empleados para la obtención de medidas de presiones dinámicas y estáticas tales como: fuerzas inducidas por el oleaje en una estructura, presiones internas dentro de una estructura porosa o variaciones de la superficie libre.

Los valores de presión se obtienen a partir de la deformación que se produce en el elemento sensor (cristal de cuarzo) por la acción del fluido. Mediante un circuito electrónico dicha deformación se transforma en una señal eléctrica proporcional a la presión medida.



Figura 3.4. Sensores de presión utilizados en el canal CIEM

Los sensores de presión intersticial utilizados en el canal CIEM trabajan en un rango de presiones de 0 a 400 mbar. La señal de salida es de 0-10V.

Correntímetros

Son los elementos que permiten obtener la caracterización del flujo a través de medias de su velocidad y dirección. Existen varios tipos como los sensores de hélice o rotor; los sensores de hilo caliente y de película caliente; o los sensores de velocidad efecto Doppler; pero el utilizado en el canal CIEM es el sensor electromagnético.

Los sensores electromagnéticos basan su funcionamiento en el principio de inducción electromagnética de Faraday. A partir de dicho principio se tiene que un fluido que se mueve en dirección perpendicular a un campo magnético (generado por una pequeña bobina en el interior del sensor) genera un campo eléctrico a su vez perpendicular a ambos. El campo eléctrico así generado es detectado midiendo la diferencia de potencial (voltaje) entre los electrodos que están montados en el extremo del correntímetro, siendo esta proporcional a la velocidad del flujo. Situando dos pares de electrodos en dos planos perpendiculares entre sí es posible medir la velocidad y la dirección del flujo. La forma de este tipo de sensores en el caso del canal CIEM es la esfera, si bien existen también en forma de disco.

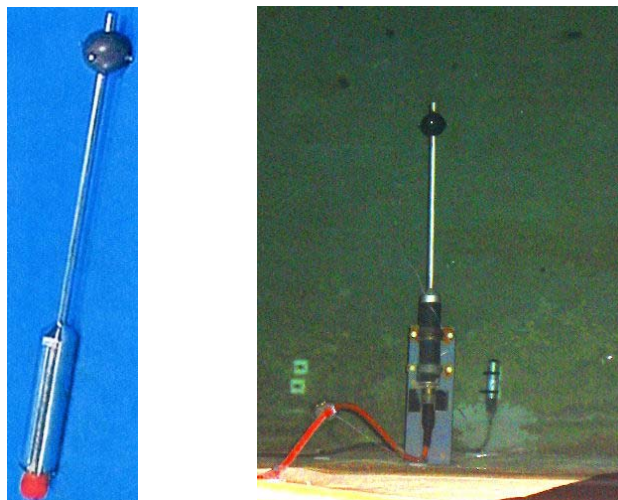


Figura 3.5. Correntímetros utilizados en el canal CIEM

En el canal CIEM los correntímetros utilizados han sido fabricados por Delf Hydraulics, tienen una cabeza esférica de 40 mm de diámetro y 4 electrodos que permiten medir velocidades del fluido en dos direcciones ortogonales, en un rango máximo de ± 0.01 m/s, $\pm 3\%$ del valor medio mas la respuesta de error por estar inclinado o no, la cual llega a ser del 5% en ángulos de 30.

3.4. Sistema de absorción activo

Para absorber el oleaje reflejado, el CIEM dispone de un programa de absorción activo (SAWAS). Esto significa que los ensayos pueden realizarse para series de olas tan largas como las requeridas sin el efecto de las reflexiones inducidas por el modelo y/o playa durante la generación. La absorción se realiza en un determinado rango de frecuencias que depende de las distancias entre los sensores utilizados para su control y de su posición respecto a la pala (método de Freegard).

De todos modos, para poder contrastar resultados con otros laboratorios (que no poseen el sistema de absorción), no se utilizará el programa. De ahí el motivo principal para construir una playa disipativa que reduzca al máximo posible la reflexión.