

## Hidrodinámica y evolución del fondo en ecosistemas vegetados intermareales

Maza, María<sup>a</sup>; García-Maribona, Julio<sup>a</sup>; Argemi, Marta<sup>b</sup>; Lara, Javier L.<sup>a</sup>; Gillis, Lucy G.<sup>c</sup>; Balke, Thorsten<sup>b</sup>; Suzuki, Tomohiro<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria - Avda. Isabel Torres, 15, Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, 39011, Santander, España [mazame@unican.es](mailto:mazame@unican.es), <sup>b</sup>School of Geographical and Earth Sciences, University of Glasgow, G128QQ, UK, <sup>c</sup>Leibniz Centre for Tropical Marine Research, Bremen, Germany, <sup>d</sup>Flanders Hydraulics Research, Antwerp, Belgium.

### 1. Introducción

Manglares y marismas cubren áreas intermareales en zonas tropicales y templadas, respectivamente. Estos ecosistemas proporcionan importantes servicios ecosistémicos para la protección de las costas mediante la captura de sedimentos y la atenuación de las olas (Temmerman et al. 2013; Maza et al. 2015). Por ello, existe un interés creciente en el uso de soluciones basadas en la naturaleza para la defensa contra inundaciones y la reducción del riesgo de desastres en las zonas costeras. Sin embargo, aun es necesario conocer en profundidad y caracterizar las dinámicas en estos ambientes, especialmente atendiendo al transporte de sedimentos y a cómo éste se relaciona con las características del flujo y del propio ecosistema. Por ello, se plantea el siguiente estudio experimental, dentro del proyecto HyWEdges (hydrodynamics at coastal wetland edges), en el que se pretende evaluar los patrones de transporte de sedimentos en dos campos de vegetación con características biomecánicas diferentes, uno representando vegetación de marisma (flexible) y otro manglares (rígidos) expuesto a diferentes condiciones de flujo. Se prestará especial atención a los efectos de borde producidos en el borde frontal del campo, así como a los largo del borde alineado con la dirección del flujo.

### 2. Diseño experimental

Los ensayos se llevan a cabo en el tanque de oleaje del Denmark Hydraulics Institute (DHI) en Dinamarca. El tanque tiene 25 m de anchura y 35 m de longitud y cuenta con dos módulos de palas de tipo pistón para la generación de oleaje de 5.5 m de anchura y de un sistema de recirculación para la generación de corrientes. De acuerdo con las capacidades de la instalación, el máximo calado a estudiar (0.30 m) y la velocidad de flujo máxima que se quiere obtener en los ensayos (0.30 m/s), la anchura máxima del área de estudio debe ser inferior a 6.7 m. Por ello se considera la construcción de dos paredes laterales que definen un área de ensayo de 5.5 m de anchura que será dividida a su vez en dos canales para colocar en cada uno de ellos uno de los ecosistemas a estudiar. Cada uno de estos canales de 2.75 m se divide en una región en la que se colocan las réplicas de la vegetación de 1.25 m de anchura y un canal de 1.75 m (Figura 1).

#### 2.1 Condiciones hidrodinámicas

Se definen un conjunto de condiciones de oleaje características de zonas intermareales cubriendo el mayor rango de acuerdo con las capacidades de la instalación y al tiempo de ensayo disponible. Así, se estudian condiciones de oleaje regular de altura de ola  $H = 0.08$  m y periodos comprendidos entre 0.8 y 1.4 s. Estas condiciones se ensayan sobre un calado de 0.30 m. Además se ensaya una condición de flujo unidireccional de 0.30 m/s que se combina con las diferentes condiciones de oleaje para el estudio de la acción combinada de ambas dinámicas.

#### 2.2 Sedimento

El sedimento se selecciona atendiendo a los tamaños de sedimento que se pueden encontrar en estos ambientes y buscando un compromiso con las condiciones hidrodinámicas ensayadas para asegurar de esta manera que se produzca el transporte del mismo. Así, se elige un sedimento de 0.18 mm de diámetro nominal. De acuerdo con la máxima socavación esperada teniendo en cuenta el diámetro máximo de las réplicas de vegetación se estima que, para evitar que la socavación llegue al fondo del tanque, es necesario construir un foso de 0.20 m de profundidad en el que se colocarán las réplicas de los dos tipos de vegetación.

#### 2.3 Réplicas de vegetación característica del intermareal

Teniendo en cuenta las condiciones hidrodinámicas a ensayar se estima que una longitud de campo de vegetación de 10 m asegura un correcto análisis del efecto del borde frontal, junto a un análisis de la variabilidad lateral debido al canal. Dado el gran volumen de réplicas necesarias para cubrir las áreas vegetadas se opta por una geometría sencilla constituida por cilindros, rígidos o flexibles, uniformes en la vertical. Las réplicas de ambos campos se dimensionan de acuerdo con

valores realistas de *Spartina* para la vegetación de marisma y de raíces aéreas encontradas en bosques de manglar. Así se considera un diámetro de 0.006 y 0.03 m y unas longitudes de 0.30 y 1 m para la vegetación de marisma y manglar respectivamente. El número de réplicas se define atendiendo a valores de densidad de campo representativos de casos reales y a la obtención de un mismo volumen sólido sumergido para ambas especies, para la posterior comparación de los resultados. Así, se consideran 420 y 84 réplicas/m<sup>2</sup> para la vegetación de marisma y los manglares, respectivamente. Las réplicas de vegetación de marisma se construyen con un tubo flexible de polietileno guardando la similitud hidráulica de las mismas con respecto a la vegetación real y los manglares se representan mediante cilindros de madera.

## 2.4 Medidas

Para el estudio de las características del flujo se utilizan 12 sensores de superficie libre y 6 Acoustic Doppler Velocimeters (ADV) que se colocan frente a los campos de vegetación para medir las condiciones de flujo incidente y a lo largo del campo considerando diferentes posiciones en la lateral para la medida de gradientes de altura de ola y velocidades longitudinales y transversales (Figura 1). Para la medida del sedimento se utilizan 60 barras de medida de las que se toman fotografías tras posicionarlas sobre el fondo en 10 posiciones a lo largo de los 10 m de cada uno de los campos.

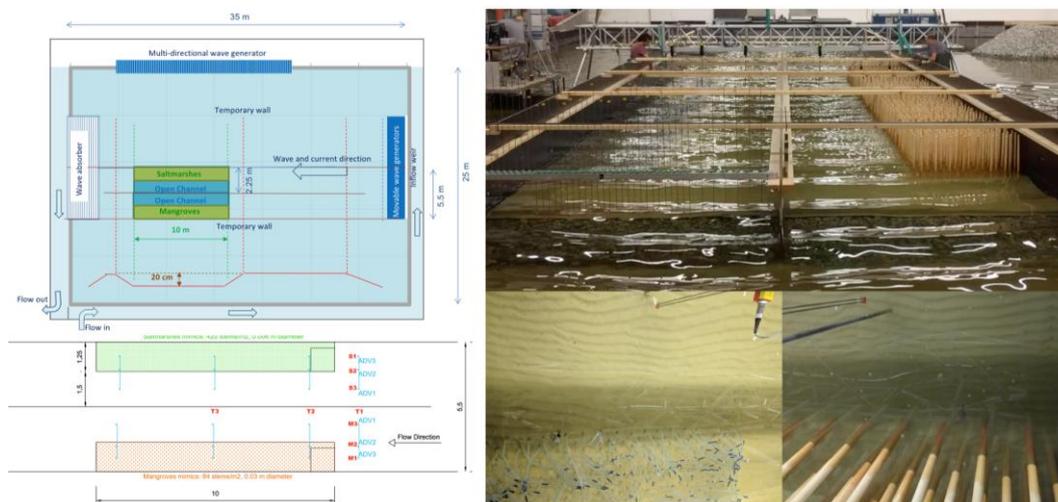


Fig. 1. Panel izquierdo superior: esquema del montaje experimental. Áreas vegetadas, en verde, y canales laterales, en azul. En rojo, perfil del falso fondo con foso de 20 cm; Panel izquierdo inferior: disposición de los campos junto con la localización de los puntos de medida de superficie libre y velocidad; Panel derecho superior: vista de los canales, a la izquierda réplicas de vegetación de marisma, a la derecha réplicas de manglar; Paneles derechos inferiores: ripples formados frente a los dos tipos de vegetación

## 4. Resultados

Los resultados preliminares de este estudio muestran grandes diferencias entre los dos campos de vegetación. Así, el campo de marisma presenta tasas de acumulación de sedimento dentro del campo mayores a las registradas en el campo de manglares, en el que se llega a registrar tasas de erosión dentro del campo. En detalle, se observa socavación alrededor de cada uno de los elementos que forman el campo de manglares, elementos rígidos y dispuestos con una separación entre ellos mayor a la de las réplicas de vegetación de marisma. De acuerdo con estos resultados la intensidad cinética turbulenta medida en el campo de manglares es mayor a la del campo de vegetación de marisma. La acción de la corriente da lugar de una erosión en la parte frontal de ambos campos de vegetación. Esta zona se extiende bajo la acción combinada de corriente y oleaje, creciendo a medida que aumenta la intensidad de las olas.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto HyWEdges (hydrodynamics at coastal wetland edges) dentro de Hydralab+, financiado por el programa EUHorizon2020 Research and Innovation Programme, Grant Agreement 654110.

## Referencias

- MAZA, M., LARA, J.L., LOSADA, I.J., ONDIVIELA, B., TRINOOGA, I.J., BOUMA, T.J. (2015) "Large-scale 3-D experiments of wave and current interaction with real vegetation. Part 2: Experimental analysis" *Coastal Engineering*, 106, 73-86.
- TEMMERMAN, S., MEIRE, P., BOUMA, T.J., HERMAN, P.M.J., YSEBAERT, T., DE VRIEND, H.J. (2013). "Ecosystem-Based Coastal Defence in the Face of Global Change" *Nature*, 504 (7478): 79–83.