

## SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN Y MEDIDAS REMOTAS EN PLAYAS: AVANCES EN URUGUAY

Guillermo Echavarría, Manuel Teixeira, María Pedragosa, Maya Lambert,  
Sebastián Solari y Francisco Pedocchi.

Universidad de la República, Uruguay.

E-mail: gechavaria@fing.edu.uy, mteixeira@fing.edu.uy, mariapa78@gmail.com, mayal@fing.edu.uy, ssolari@fing.edu.uy, kiko@fing.edu.uy

### Introducción

Desde hace varios años se trabaja a nivel internacional en el desarrollo de sistemas que permitan la obtención de información hidrodinámica y morfodinámica de playas mediante métodos no intrusivos, en particular mediante sistemas de video, con el objetivo de facilitar la medición en zonas de difícil acceso, reducir los costos de estas medidas y/o facilitar la obtención de series de datos de larga duración y alta frecuencia de muestreo, y pueden ser utilizadas además para la realización de campañas puntuales de corta duración. A modo de ejemplo cabe mencionar los trabajos sobre detección de línea de costa en Truc Vert, Bordeaux (Almar et al., 2011), medición de corrientes litorales en Duck, Carolina del Norte (Chickadel et al., 2003) y moni-toreo continuo de playas como el sistema Argus (Holman et al., 2007).

Estos métodos permiten tener una mayor resolución espacial, sacrificando precisión en la medición de las distintas variables. Por otra parte, se gana seguridad a la hora de medir los distintos parámetros en zonas de difícil acceso donde es peligroso realizar mediciones in-situ. Una vez implementados y calibrados, los sistemas basados en el uso de cámaras de video resultan notoriamente más económicos y de fácil uso y mantenimiento que los sistemas intrusivos de medición in-situ.

Este trabajo presenta los avances en la implementación de distintos sistemas de monitorización remota, mediante cámaras de video, de procesos hidro- y morfodinámicos en playas de Uruguay. En particular se introducen dos sistemas de reciente implementación, a saber: un sistema de cámaras fijo, ubicado en la costa atlántica de Uruguay, cuyo objetivo es la recopilación de información a largo plazo, y un sistema móvil, ideado como complemento para campañas de playa de corta duración (días), el cual se ha utilizado tanto en la costa atlántica como en la costa del estuario del Río de la Plata.

### Metodología e instrumentación

Para realizar la obtención de imágenes se cuenta con dos cámaras HD fijas en el techo de un edificio en la playa de Costa Azul, Rocha (ver Figuras 1 y 2), las cuales están conectadas a un sistema informático que almacena y procesa videos de 10 minutos de duración cada una hora durante las horas de luz.

Además se cuenta con un sistema para hacer campañas de medición de corta duración. Este sistema cuenta por un lado con un mástil portátil de altura variable, entre 3 m y 9 m, en cuyo extremo se instala una cámara GoPro Hero 4+ para la obtención de los videos (ver Figura 3). Esta cámara se controla mediante celular y se alimenta con una batería externa para darle autonomía durante el día de medición. El sistema portátil se complementa con un dron Mavic Pro, el cual de momento se utiliza para realizar filmaciones desde un ángulo azimutal a la costa, lo que permite realizar un relevamiento topográfico de las dunas y el perfil de playa emergida.

### Monitorización mediante cámaras en Costa Azul

Costa Azul está ubicado en el arco de playa La Paloma-La Pedrera, en la costa Atlántica de Uruguay. Al sur del arco se encuentra el

puerto comercial, pesquero y deportivo de La Paloma; en la zona central del arco, en los balnearios de La Aguada y Costa Azul, de uso intensivo durante la temporada estival, existen problemas de erosión que comprometen tanto el atractivo turístico de estas playas como la infraestructura ubicada por detrás de la misma. En función de esto es que se decidió instalar en Costa Azul, en uno de los pocos edificios de altura ubicados a pie de playa de la zona, el sistema de cámaras fijas. Como se aprecia en la Figura 2, una de las cámaras mira hacia el Norte mientras que la otra mira hacia el Sur, abarcando en total una zona de registro de aproximadamente 700 m de línea de costa (ver Figura 3).

En la zona de registro de las cámaras se tomaron varios puntos de control con GPS diferencial, que son utilizados posteriormente en el procesamiento de las imágenes (ver Figura 4). Los videos se procesan utilizando algoritmos disponibles en la bibliografía para obtener: altura de ola en la rotura (Almar et al., 2012), posición de las barras (Holland et al., 1997), posición de la línea de costa (Almar et al., 2011), batimetría (Almar et al., 2012).



Figura 1.- Ubicación de las cámaras instaladas en Rocha.



Figura 2.- Sistema de cámaras instalado en Costa Azul, Rocha.



Figura 3.- Sistema portátil para obtención de imágenes en campañas de corta duración.



Figura 4.- Línea de costa dentro del registro de las cámaras.

### Campaña playa Carrasco

Utilizando el sistema portátil compuesto de mástil y dron, se realizó una campaña puntual de un día de duración en Playa Carrasco, Montevideo, ubicada en la zona media del estuario del Río de la Plata. El mástil se utilizó a una altura de 6 m y se realizaron grabaciones con el dron a distintas alturas sobre el terreno. A modo de ejemplo en la Figura 5 se presenta una imagen obtenida a 120 m de altura. Además, se realizaron vuelos sobre el sistema de dunas para un posterior relevamiento topográfico. Por otra parte se instaló una boya GPS (Datawell Directional Waverider DWR-G4) para medir el espectro direccional del oleaje mientras se realizaba la adquisición de videos.

Se tomaron varios puntos de control con un GPS diferencial en la zona de playa emergida y algunos también en el agua, hasta profundidad de aproximadamente 1 m para la posterior rectificación de las imágenes. Cabe destacar que la boya GPS sirve como un punto de control adicional, dado que se puede ubicar en las imágenes y se cuenta con su posición. A su vez, con el GPS diferencial se realizó la adquisición de puntos correspondientes a transectas a la costa, i.e. se relevó la topografía de la zona de swash y parte del perfil sumergido, de manera de poder contrastar la batimetría calculada de forma indirecta (Almar et al., 2008) con la topografía obtenida de medición directa.



Figura 5.- Imagen obtenida por el dron Mavic Pro a una altura de 120 metros.

### Campaña playa "El Palenque"

En la playa "El Palenque", Rocha, se realizó una campaña de medición de dos días con el fin de estimar la corriente litoral.

Para esta campaña se utilizó el sistema del mástil a 9 m de altura con cámaras GoPro. Durante la filmación se soltaron trazadores ("drifter") en la zona registrada por la cámara (ver Figura 6). Por otro lado, se tomaron varios puntos de control

frente a la cámara, con un GPS diferencial, con los que posteriormente se realizan la rectificación de las imágenes. Con las imágenes rectificadas, se lograron obtener velocidades medias de la corriente litoral haciendo el seguimiento de los trazadores a través de los cuadros del video.

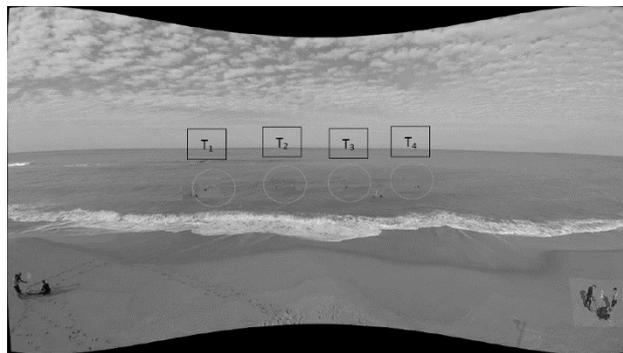


Figura 4.- Imagen con corrección del lente donde se muestra el trazador.

### Discusión y conclusiones

En Uruguay se está incursionando en la implementación y procesamiento de videos e imágenes para la obtención de parámetros hidro y morfodinámicos en la costa uruguaya.

Si bien los primeros resultados son alentadores, se evidencia la necesidad de disponer de más información de base medida in situ (perfiles de playa, velocidades de corriente, oleaje en la rompiente, etc.) a fin de calibrar y validar los algoritmos de cálculo disponibles en la bibliografía. De momento la estrategia seguida en este sentido es realizar mediciones periódicas de perfil de playa y posición de la línea de costa en Costa Azul y, por otro lado, realizar medidas simultáneas de corriente y/o oleaje cuando se realiza una campaña de corta duración.

De momento los procesos de calibración y validación utilizando los datos disponibles han sido satisfactorios, aunque se han detectado algunas dificultades con las mediciones realizadas en el estuario, en donde predomina el oleaje local de muy corto período.

Sin desmedro de lo anterior, se destaca la practicidad de estos sistemas para contar con un monitoreo continuo, económico y de fácil mantenimiento en zonas alejadas. Así como para realizar campañas de corta duración.

En el artículo final se incluirá el análisis de resultados acumulados de aproximadamente 6 meses de medición del sistema de Costa Azul, así como el detalle de los resultados y conclusiones de las campañas puntuales realizadas en El Palenque y Carrasco.

### Referencias bibliográficas

- Almar et al. (2008). "Wave Celerity from Video Imaging: a new method". *ICCE 2008*.
- Almar et al. (2011). "Video-Based Detection of Shorelines at Complex Meso-Marco Tidal Beaches". *Journal of Coastal Research JCOASTRES-D-10-00149*.
- Almar et al. (2012). "A new breaking wave height direct estimator from video imagery". *Coastal Engineering 61 (2012) 42-48*.
- R.A. Holman et al. (2007). "The history and technical capabilities of Argus". *Coastal Engineering 54 (2007) 477 - 491*.
- C. C. Chickadel et al. (2003). "An optical technique for the measurement of longshore currents". *Journal of Geophysical Research, Vol. 108, NO. C11, 336*.