

Efectos de la rotura del oleaje sobre el transporte de sedimentos y la morfología de playas

Subdirección de Hidráulica y Ambiental. Instituto de Ingeniería-UNAM

Por Adrián Pedrozo Acuña

En años recientes, dentro del campo de la ingeniería costera, existe la tendencia mundial de diseñar soluciones que trabajen en conjunto con los procesos físicos que se observan en la costa. El manejo sustentable de las zonas costeras requiere, sin lugar a dudas, de un mejor entendimiento de los procesos regionales que ocurren en ella. Este mejoramiento tiene su base, en la identificación de mecanismos fundamentales involucrados en la dinámica litoral y los procesos asociados al transporte de sedimentos.

Resulta evidente, que a través de una mejor comprensión de la dinámica del material en la playa, se abre la puerta a una mejor gestión de los recursos en zonas costeras. Las decisiones sustentadas en la comprensión de los fenómenos físicos, permiten la reducción de riesgos a la población y daños a infraestructura asociados a la dinámica marina (ej. erosión e inundación).

La zona de la playa donde rompen las olas, representa la región en donde ocurren los cambios morfológicos más importantes. Por lo tanto, es clara la importancia de tener un mejor conocimiento de la cinemática del oleaje en condiciones de rotura.

Sin embargo, a nivel internacional diversos investigadores han reconocido que esta no es una tarea fácil, la determinación de las velocidades en la zona de rompientes representa uno de los problemas más complejos dentro del campo de la ingeniería costera. Es por ello que la comprensión y descripción de los flujos en esta zona, sigue siendo un tema totalmente abierto.

Esto se debe a la gran complejidad para obtener mediciones precisas en condiciones de flujo altamente aleatorias y turbulentas. En este sentido, los trabajos asociados a los proyectos interno (A2) y PAPIIT 106610 a cargo del Dr. Adrián Pedrozo-Acuña consideran dentro de sus objetivos, la aplicación y desarrollo de una nueva técnica para la medición de flujos altamente turbulentos (ej. en la zona de rotura).

Dicho método, conocido como “Flujos por trazado de burbujas” (Bubble Image Velocimetry, en inglés) utiliza fotografías tomadas a alta velocidad para extraer el campo de velocidades de un flujo. Así, por medio del seguimiento del movimiento de las burbujas entre dos imágenes consecutivas, y si se conoce el intervalo de tiempo entre fotografías es posible estimar la velocidad del flujo (ver Figura 1). De esta forma, si se obtiene una correlación alta entre la posición de las burbujas entre imágenes, es posible determinar

las velocidades en una región con alto contenido de aire, donde otros instrumentos de medición han resultado poco efectivos (ej. Velocimetría por rayo láser).

El propósito de este proyecto, actualmente en curso, consiste en investigar y cuantificar el campo de velocidades asociado a oleaje en rotura (energética) por medio de una metodología integral. Para ello, y gracias al apoyo de los doctores Rodolfo Silva y Edgar Mendoza de la Coordinación de Hidráulica, se realizaron experimentos de laboratorio en el canal de oleaje del Instituto de Ingeniería. Además, el proyecto considera la comparación de la información experimental obtenida con resultados de un modelo numérico de alta resolución (que resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes con promedio de Reynolds). Es necesario hacer notar, que no existen en la literatura estudios que se aboquen al diagnóstico y evaluación del balance de los procesos físicos durante la rotura a este nivel de detalle. Por lo que la investigación integral descrita, contribuye en esta dirección al enriquecimiento del estado del arte.

Resultados preliminares

La investigación propuesta en este proyecto de investigación contiene los siguientes elementos:

1. Desarrollo de una técnica para la estimación de flujos durante la rotura del oleaje en laboratorio.
2. Empleo de un modelo de alta resolución basado en las ecuaciones promediadas de Navier-Stokes.
3. Comparación de experimentos vs. Modelo

El primer paso en el desarrollo de este método, consiste en tomar fotografías a alta velocidad, 1000-2000 fotos por segundo. De tal suerte que es posible dar seguimiento al movimiento de las burbujas entre fotografías. Con el propósito de presentar un ejemplo del tipo de resultados que se han obtenido, la Figura 2 presenta 9 fotografías (no consecutivas) tomadas con la cámara de video de alta velocidad en las que se observa a una ola en rotura propagándose sobre un fondo impermeable. Estas fotografías fueron obtenidas con una frecuencia de 1008Hz (1008 fotos por segundo).

El paso siguiente, comprende el procesamiento de las imágenes obtenidas a fin de seleccionar el área de interés y manipular el color, de tal suerte que sea más fácil la identificación de las burbujas en la toma. Los mapas espacio-temporales de velocidad horizontal y vertical estimados por esta técnica (asociados los instantes de la Figura 2) se presentan en las Figuras 3 y 4, respectivamente. Tal y como se aprecia en estas figuras, el nivel de detalle que se obtiene en las mediciones es notable.

Para su validación, los resultados de la técnica puesta a punto han sido comparados con mediciones puntuales provenientes de velocímetro acústico en dos puntos sobre la pendiente, localizados en las zonas de rotura y de vaivén. Esta comparación para el caso de la zona de vaivén se presenta en la Figura 5, donde la línea azul representa mediciones con un velocímetro acústico, la línea punteada representa resultados numéricos y los puntos son las velocidades obtenidas con la técnica desarrollada.

Figura 1. . Pasos implementados en el desarrollo de la técnica de trazado de burbujas BIV (por sus siglas en inglés).

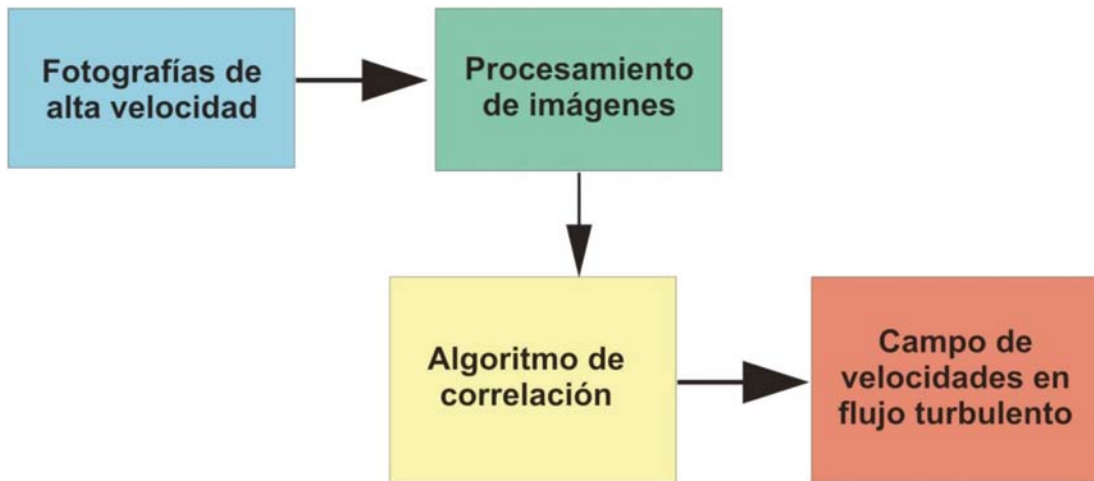


Figura 2. Fotografías donde se presenta la evolución espacio-temporal de la rotura del oleaje (Canal de Oleaje IIUNAM).

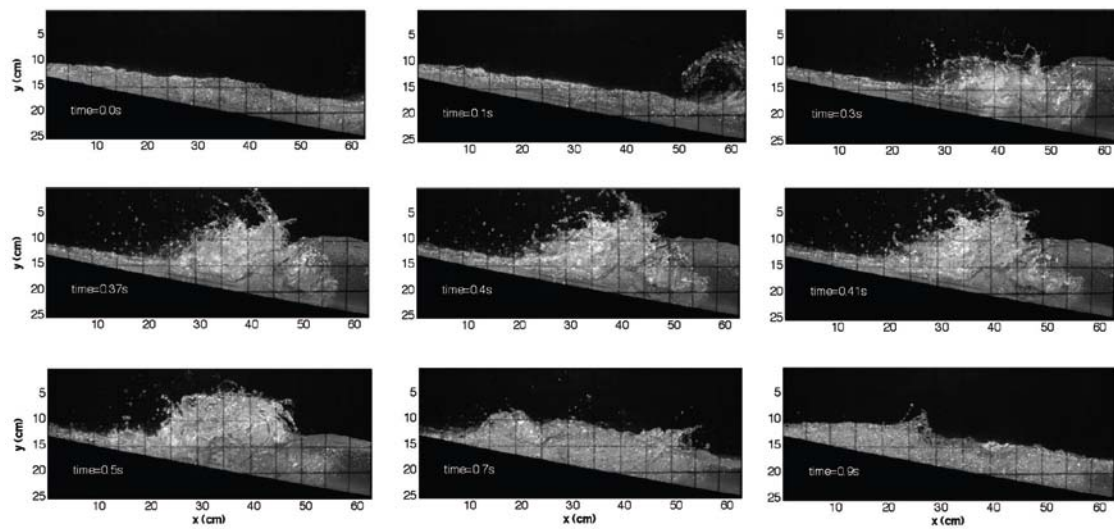


Figura 3. Velocidad horizontal obtenida con la técnica BIV bajo condiciones de rotura del oleaje (Canal de Oleaje IIUNAM).

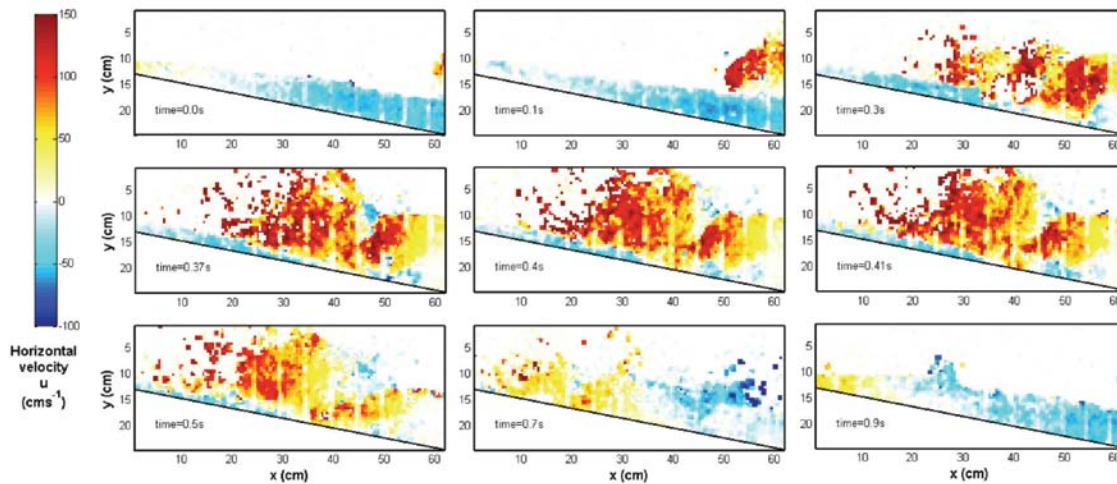


Figura 4. Velocidad horizontal obtenida con la técnica BIV bajo condiciones de rotura del oleaje (Canal de Oleaje IIUNAM).

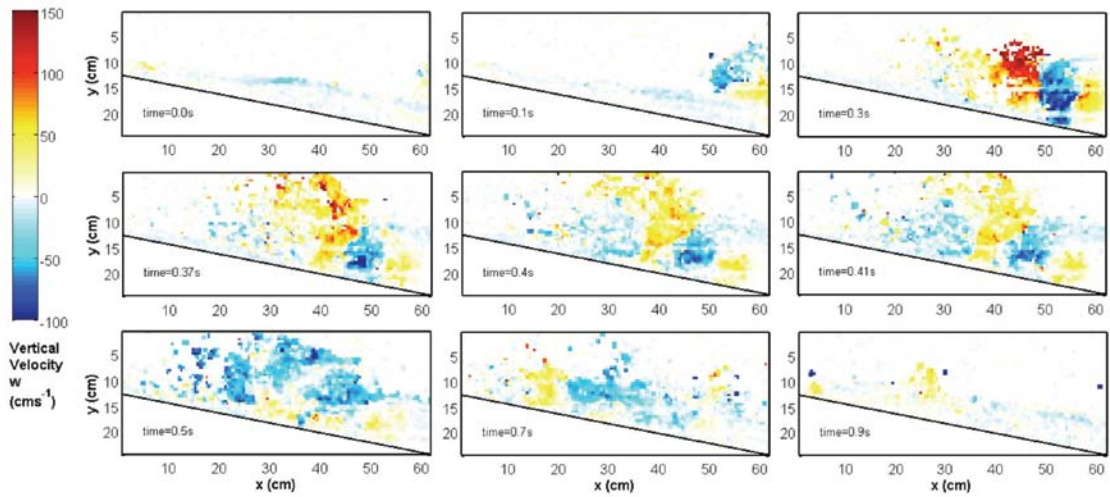


Figura 5. Panel superior: Fotografía del punto de medición; panel inferior : Comparación de resultados. Línea sólida- mediciones velocímetro acústico; línea discontinua – velocidades del modelo numérico; Puntos rojos– velocidades técnica BIV (Canal de Oleaje IIUNAM).

