

# Generación de formas de fondo en el canal hidráulico ASSUT-1: Experiencia inicial

## *Bed forms generation using ASSUT-1 hydraulic channel: Initial experience*

Oriol Rosselló Coma y Ferran Colombo Piñol

Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines. Fac. Geologia. C/Martí-i-Franquès s/n. E-08028 Barcelona. pedrasecaoriol@gmail.com; colombo@ub.edu

### ABSTRACT

Some experiments on transport and accumulation of sediments have been produced as examples of the possibilities of the ASSUT-1 hydraulic channel. Water volume and the channel gradient have been kept constant during the sedimentary experiment. The bed forms generation has been documented through series of pictures. They have been the base for a group of different cartons which illustrates the relationships between the hydraulic conditions and the associated bed forms. The bed forms generated (rhomboid, linguoid, parabolic, lunar and sinuous) were formed in special conditions that the water surface irregularities were in phase.

**Key words:** Parabolic ripple mark, rhomboid ripple mark, sinuous ripple mark, sedimentary body, ASSUT-1 hydraulic channel

Geogaceta, 46 (2009), 171-174  
ISSN: 0213683X

### Introducción

El objetivo de esta experiencia es generar ondas (*ripples*) de corriente, y estudiar así su tipología y evolución en el espacio. Esto se realizará en el sentido que han marcado ensayos similares (McKee, 1964; Simons *et al.*, 1964), que han sido aplicados al análisis de estructuras sedimentarias primarias tractivas.

El sedimento utilizado corresponde a arena silícica de granulometría mediana (escala Wentworth), y la velocidad empleada es del orden de 0,6 m/s. Esta velocidad se puede generar combinando un caudal de 4000 l/h con una inclinación del canal de 0,9°. Esta combinación de caudal y altura del sistema genera un resalto hidráulico estable en el tramo final del canal que condiciona y favorece la sedimentación.

### Metodología

A lo largo del ensayo se ha producido el retrabajamiento de un cuerpo sedimentario preexistente de 4,15 m de largo y 5,4 cm de altura máxima situado en la parte inicial y media del canal. El sedimento está constituido predominantemente (aproximadamente un 80 % del volumen total de la mezcla de arenas) por arena blanca de composición

silícica y de granulometría mediana (partículas de entre 250 y 500 micras de diámetro), con densidad del orden de 2,28 gr/cm<sup>3</sup>. Esta arena blanca ha sido mezclada con otra arena de composición esencialmente silícica y de granulometría mediana, de color ocre (con densidad del orden 2,35 gr/cm<sup>3</sup>) y con otra arena de color granate de granulometría mediana (con densidad del orden de 2,45 gr/cm<sup>3</sup>).

Estas arenas de color ocre y granate, que corresponden aproximadamente a un 20 % del volumen total de la mezcla de arenas, se han extraído de afloramientos de la Formación Utrillas de las localidades de Utrillas, Castel de Cabras y Gandesa. Las diferencias cromáticas de las arenas permitirán destacar con mayor nitidez los relieves de las estructuras sedimentarias generadas.

### Resultados

#### *Ensayo de sedimentación*

Se pone en circulación el flujo (t=0 min.) y se destruye el cuerpo sedimentario que actúa como base del nuevo cuerpo en formación. El flujo retrabaja el sedimento (de un volumen de 49 litros) que conformaba un cuerpo sedimentario con geometría de cuña de 4,5 m de largo y 6 cm de altura máxima

situado en la parte media del canal. Después de 7 minutos la compuerta de salida del flujo se baja hasta la posición 0 y la altura máxima de la columna de agua corresponde a 6,8 cm. Esto hace que el sedimento sea transportado canal abajo rápidamente (parte B de la Fig. 1). Inicialmente, se instala una onda estacionaria ancha y seguidamente dos, tres o cuatro trenes de ondas estacionarias. Después de 20 minutos el depósito ya tiene estructurada una parte frontal y un cuerpo formado por *ripples* de corriente que están en fase o ligeramente fuera de fase con la superficie libre y ondulada del flujo.

Se ha medido la velocidad de flujo sobre las crestas de las formas de fondo. Los resultados son: Parte central (de 0,49 a 0,54 m/s), margen derecho (de 0,57 a 0,67 m/s) y margen izquierdo (de 0,46 a 0,51 m/s). Después de 32 minutos el flujo se detiene. Mediante el retrabajamiento de 49 litros de sedimento se forma un cuerpo de 5,1 m de largo y de 3,4 cm de espesor máximo.

#### *Formas de fondo generadas*

En la figura 2 se muestra la planta esquemática del cuerpo estudiado con el emplazamiento y la morfología de las estructuras sedimentarias primarias observadas. Se ha observado como las formas de fondo geométrica y genéticamente di-

## ACCIÓN DEL CAMBIO DE POSICIÓN DE LA COMPUERTA DE SALIDA

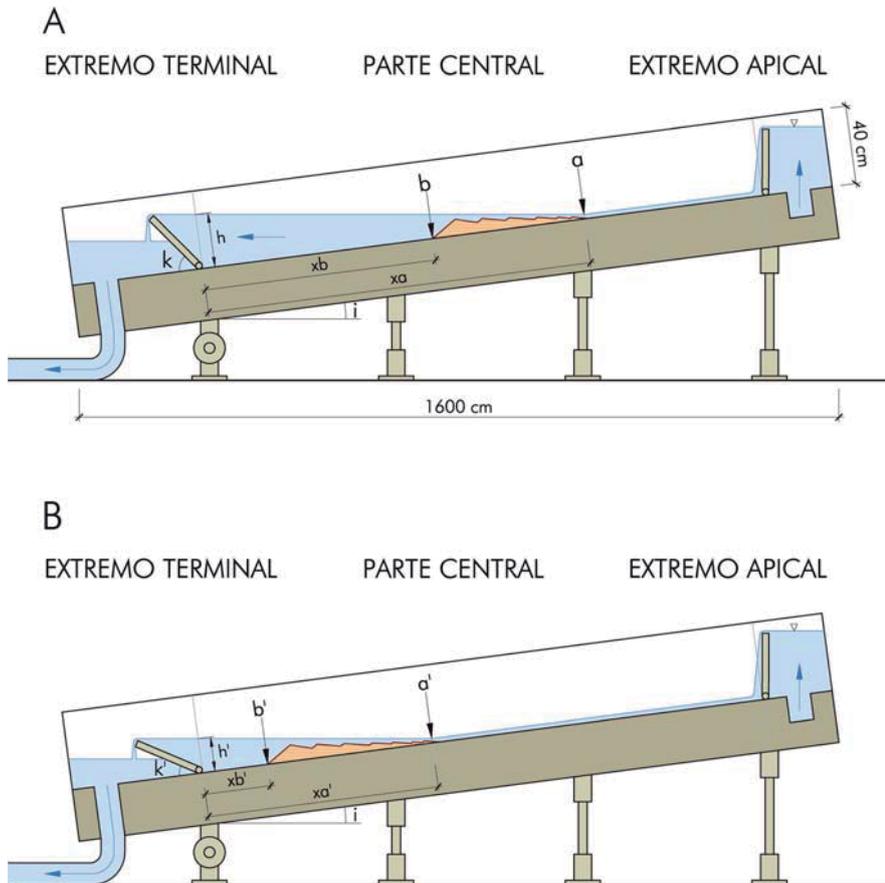


Fig. 1.- Acción del cambio de posición de la compuerta de salida.

Fig. 1.- Shift position act of the exit floodgate.

ferentes, coexisten lateralmente y comparten la tendencia en la orientación de las crestas. Cabe destacar la coexistencia de *ripples* linguoides (esta estructura sedimentaria necesita de un aporte constante y importante para desarrollarse (Chamley, 1990), lunados (esta estructura sedimentaria se forma con una falta de aporte sedimentario constante en el tiempo (Chamley, 1990) en situaciones de alto régimen de flujo (formas en fase con la superficie del flujo). A menudo las crestas de estas formas se integran en el seno de crestas sinuosas (Fig. 3). Esto parece indicar que, dentro del canal se pueden dar situaciones alternantes de abundancia y escasez de sedimento condicionando las zonas donde la sedimentación es preferencial.

Una característica de fabricación de la base del canal consiste en que está ligeramente inclinada lateralmente y genera acanalamientos diferenciales dentro del propio cuerpo sedimentario acumulado en el canal. Además puede ser la responsable o actuar como amplifica-

dor de los marcados cambios laterales de las formas de fondo.

Durante los ensayos se han formado ondas romboidales que parecen estar relacionadas con la interferencia de dos corrientes de interferencia que se originan a raíz de cómo se realiza la entrada del flujo al canal. Estas quedan reflejadas por los márgenes del canal hasta la parte frontal del cuerpo, donde también aparecen crestas romboidales.

Se ha realizado un cuidadoso estudio morfológico (Fig. 4) de las ondas romboidales. Hay que indicar que, en la figura 4, «S1» y «S2» corresponden a los sentidos principales de las corrientes de interferencia y equivalen al «sentido de las corrientes de interferencia» indicado con una flecha verde en la figura 2. Estas dos corrientes de interferencia son las responsables de la formación de las crestas de las ondas romboidales (representadas con líneas azules o rojas en la parte inferior de la Fig. 4). La interferencia entre estas corrientes, que también se refleja en la



Fig. 2.- Planta esquemática del cuerpo estudiado.

Fig. 2.- View schel of the studied body.

superficie del líquido, condiciona sistemas de ondas que producen geometrías romboidales que se mantienen estacionarias.

Se ha podido confirmar que la dirección principal del flujo coincide con la dirección de la diagonal ancha de los romboides de estas ondas de sedimento (Allen, 1984). Se ha documentado la formación y la morfología final de unas formas de fondo poco descritas en la literatura. Se trata de ondas (*ripples*) de morfología parabólica (Nielsen, 1992) de entre 7 y 10 cm de longitud de onda y de entre 1 y 1,5 cm de altura (Fig. 5), que han sido formadas en condiciones de superficie libre del agua marcada por ondas estacionarias o semiestacionarias emplazadas en el margen izquierdo del canal y en fase con las formas de fondo (parte A de la Fig. 6). Estas ondas se disponen en el margen izquierdo del ca-



Fig. 3.- Ondas sinuosas y onda lunada. Escala en centímetros.

Fig. 3.- Sinuous ripples and lunar ripple. Scale in centimeters.

MORFOLOGÍA DE LAS ONDAS ROMBOIDALES

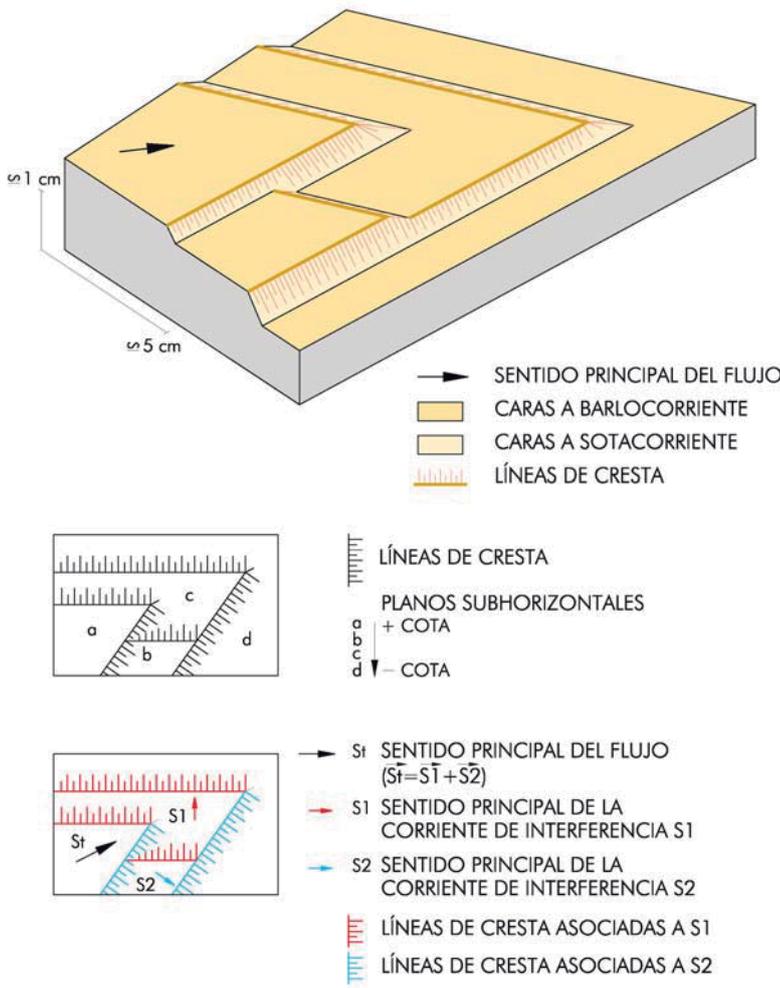


Fig. 4.- Morfología de las ondas romboidales.

Fig. 4.- Rhomboid ripples morphology.

DESCRIPCIÓN DE LAS ONDAS DE MORFOLOGÍA PARABÓLICA

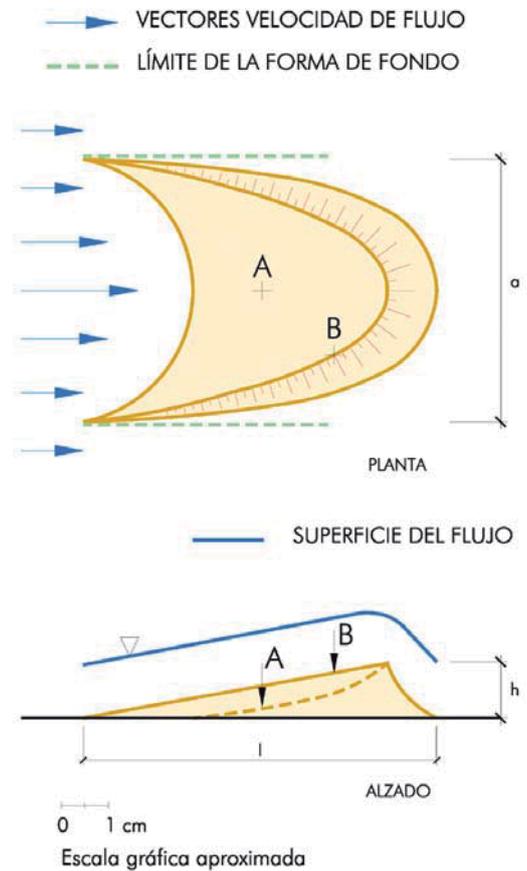


Fig. 5.- Descripción de las ondas de morfología parabólica.

Fig. 5.-: Description of the parabolic ripples morphology.

nal describiendo una hilera de ondas de morfología parabólica (Fig. 2), que presentan una cola en forma de media luna (parte B de la Fig. 6). Esta morfología parabólica es muy similar a la que muestran algunas dunas eólicas, como las dunas parabólicas. En este último caso la morfología parabólica está fuertemente condicionada por la presencia de vegetación en los brazos de la estructura (Allen, 1984), donde la humedad procedente de un río, del mar o del océano queda retenida diferencialmente. En los «brazos» de la estructura parabólica queda retenida la humedad y el sedimento adquiere mayor densidad y queda atrapado por este motivo. En ocasiones, esta humedad es aprovechada por la vegetación para enraizar en el sedimento, hecho que amplifica las diferencias de densidad citadas.

En el caso que aquí se trata las morfologías parabólicas de los ripples

de corriente observados parecen estar relacionadas con dos hechos diferentes:

- 1) El peculiar emplazamiento de las ondas de sedimentación; entre el vidrio del margen izquierdo y la pared derecha del acanalado interno que muestra el cuerpo sedimentario formado. Estos límites geométricos coinciden con los límites de la forma de fondo y esto contribuye a explicar la distribución de los «vectores de velocidad» que se citan en la figura 5.
- 2) Estas ondas presentan una cola erosiva en forma de media luna que es el resultado de la fricción de la base de la onda estacionaria de líquido con la onda en fase en el momento de su formación (parte A de la Fig. 6).

Se ha observado la formación de ondas sinuosas en condiciones de alto régimen de flujo. En la figura 7 se muestran las relaciones entre las lí-

neas de cresta de las ondulaciones de la superficie del agua y las líneas de cresta de las formas de fondo en condiciones de alto régimen de flujo, donde las ondas que describen las formas de fondo y las ondas de la superficie del líquido están en fase (Chamley, 1990; Einsele, 1992). La superficie libre del líquido es ondulada y por este motivo la sección propuesta presenta una morfología irregular.

Cabe destacar cómo las líneas de cresta de las formas de fondo tienen la misma morfología que las líneas de cresta de las ondas transversales, y que además están situadas unas debajo de las otras.

Conclusiones

Las formas de fondo descritas son típicas de bajo régimen de flujo o condiciones intermedias (Chamley, 1990;

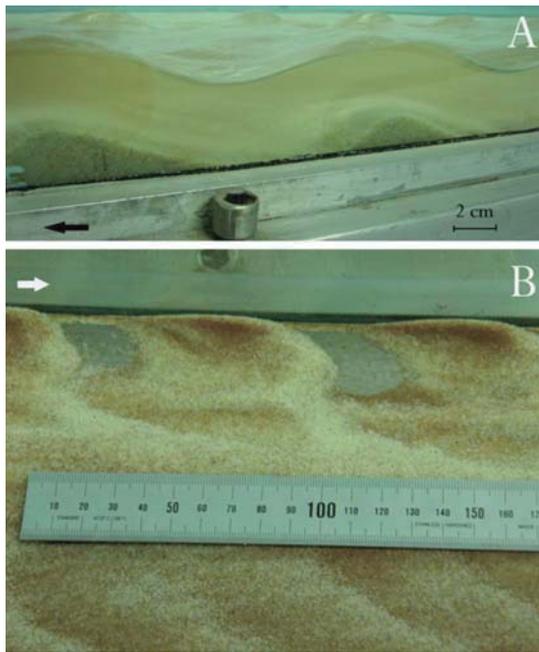


Fig. 6.- A) Formación de las ondas de morfología parabólica. B) Ondas de morfología parabólica. Escala en centímetros.

Fig. 6.- A) Formation of the parabolic ripples. B) Parabolic ripples. Scale in centimeters.

Einsele, 1992). Se ha documentado que se han formado en fase con las ondas del flujo, fenomenología que en principio se asocia a condiciones de alto régimen de flujo (Chamley, 1990; Einsele, 1992). Esta contradicción aparente parece sugerir que una vez superado el umbral de las condiciones de alto régimen de flujo, el sedimento se continúa organizando como ondas (*ripples*) de dimensiones y geometrías muy parecidas a las típicas de bajo régimen de flujo. Futuros trabajos orientados a resolver esta cuestión podrán aclarar la validez de esta hipótesis.

**Agradecimientos**

Investigación realizada en el Laboratorio de Simulación de Procesos Geológicos (SIMGEO) de la Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona.

Este trabajo ha recibido financiación parcial del Proyecto CGL 2006-12415-C03-03 Grup de Qualitat (2005-

**FORMACIÓN DE LAS ONDAS SINUOSAS EN CONDICIONES DE ALTO RÉGIMEN DE FLUJO**

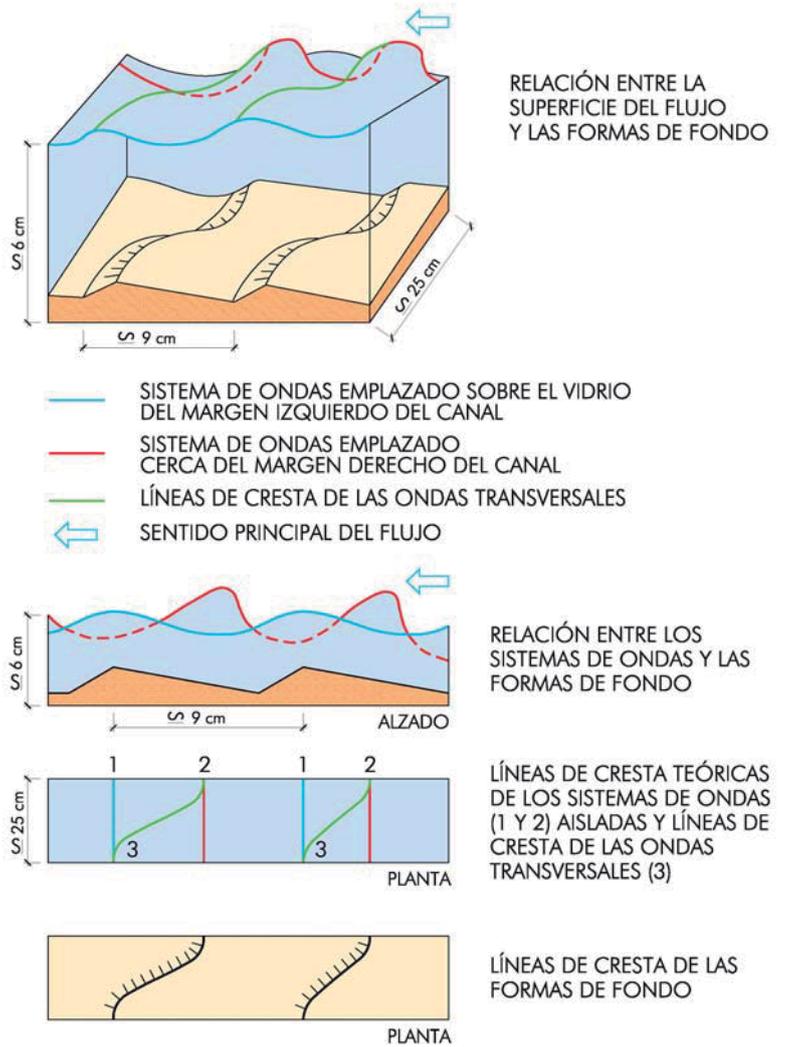


Fig. 7.- Formación de las ondas sinuosas en condiciones de alto régimen de flujo.

Fig. 7.- Formation of sinuous ripples in upper flow regime conditions.

SGR-00397) de la Generalitat de Catalunya.

**Referencias**

Allen, J. R. L. (1984). *Sedimentary structures, their character and physical basis*. Vol- I. Elsevier Science Publishers.  
 Chamley, H. (1990). *Sedimentology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.  
 Einsele, G. (1992). *Sedimentary Basins*.

Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 33.  
 McKee, E. D. (1964). *Society of Economic Paleontologist and Mineralogists Special Publication*, 12, 66-83.  
 Nielsen, P. (1992). *Advanced Series on Ocean Engineering*. Work Scientific, Vol-4, 157.  
 Simons, D. B., Richardson, E. V. y Nordin, C. F. (1964). *Society of Economic Paleontologist and Mineralogists Special Publication*, 12, 34 -52.