



# MODELACION DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS CON LA INFLUENCIA DE ESTRUCTURAS MARINAS, DISTRITO DE MALA

Dirección de Hidrografía y Navegación – Departamento de Oceanografía – División de Modelamiento Numérico  
Emanuel Guzmán & Carmelo Ramos



## INTRODUCCION

El presente estudio tiene por denominación: "Modelación del Transporte de Sedimentos con la influencia de Estructuras Marinas en el Distrito de Mala". Dicho estudio evaluará la influencia de la construcción de dos estructuras marinas en el perfil costero, haciendo uso de los modelos numéricos que actualmente son empleados por esta Dirección. En este sentido, los modelos numéricos aplicados al presente estudio fueron el modelo de olas REFDFIF (Refraction/Difraction) de la Universidad de Delaware de Estados Unidos y el modelo de transporte de sedimentos Uniform Beach Sediment Transport (UNIBEST) del laboratorio Delft Hydraulics de Holanda, estos modelos permitieron realizar una evaluación de la transformación del oleaje y el transporte de sedimentos en la zona de estudio. Los datos y escenarios propuestos para los procesos litorales que se presentan en las playas fueron brindados y propuestos por la empresa Desarrollo Playa Sur.

## OBJETIVOS

Estudiar la evolución del perfil costero en el área específica del distrito de Mala, manteniendo las condiciones actuales y por la influencia de la construcción de dos estructuras marinas, mediante la aplicación de modelos numéricos de olas y transporte de sedimentos

## METODOLOGIA

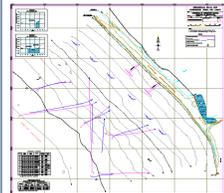
### Datos empleados:

#### Olas



Se emplearon diagramas de refracción de olas en guas profundas y poco profundas para la zona de estudios, considerando la dirección suroeste como las dirección de olas que mas porcentaje de frecuencia en todo el año.

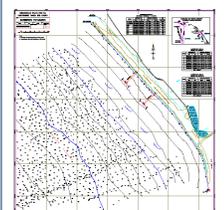
#### Corrientes



Las mediciones de corrientes fueron realizadas mediante el método Lagrangiano. En la figura 05, se presenta un flujo de corrientes que principalmente viaja hacia la costa, tanto en corrientes superficiales como subsuperficiales.

Las velocidades promedio de las corrientes para el 07 y 08 de noviembre 2006 fueron en las superficiales de 14.8 - 16.9 cm/sg y subsuperficiales entre 7.8 - 11.4 cm/sg, lo cual representa valores de velocidad de corriente relativamente altos, lo que permitirá que los sedimentos sean transportados rápidamente.

#### Batimetría y perfil costero



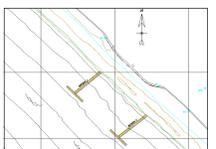
Al observar la configuración de la batimetría de la zona de estudio, podemos determinar 2 configuraciones distintas de la batimetría, la primera de ellas es de aguas profundas a la zona de rompientes y la otra de la zona de rompientes a costa.

En la primera configuración los veriles tienen la forma casi paralela al perfil costero, lo que le estaría dando las características de un fondo con pendiente suave. La segunda configuración, nos representa una zona de mayor pendiente debido fundamentalmente a la presencia de cantos rodados, tanto en las playas La Laguna y el Quemao

#### Estructuras marinas

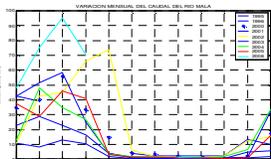


Durante el desarrollo del trabajo, se realizó una inspección ocular a la zona de estudio, donde se pudo apreciar la presencia de una estructura de característica impermeable (espigón) de aproximadamente 20 m de longitud y que se extiende de manera perpendicular desde la línea de costa hacia el mar.



Adicionalmente, se estudiará la influencia de dos estructuras marinas que se proyectan construir en la zona de estudio. Estas dos estructuras, están compuestas por un espigón y un rompeolas, conocidas como estructuras en forma de "T", que cumplen la función de rompeolas y espigón a la vez, permitiendo la retención de arena (efecto del espigón) y la disminución de la energía de la ola (efecto del rompeolas).

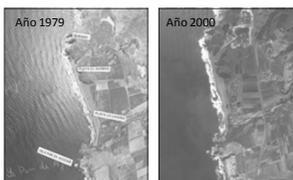
#### Descargas fluviales



Dentro de la zona de interés, se encuentra ubicado el río Mala (e régimen irregular durante todo el año. Para el análisis de la variación mensual del caudal se utilizó la estadística de caudal, desde el año 1995 a 1996 y 2000 a 2006, la que corresponde a la estación la Capilla (76°29'W y 12°31'S), ubicada en la provincia de Cañete, distrito de Calango, departamento de Lima.

El transporte de sedimentos aportado por el río Mala es de aproximadamente 7,000 a 150,000 tn/año, según el informe técnico "Estudio de los caudales del río Mala", correspondiente a los análisis realizados por la empresa GGM abastecimientos y servicios S.A.C., a solicitud de la empresa Desarrollo Playa Sur S.A.

#### Fotografías aéreas



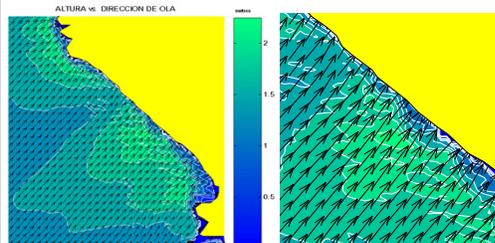
Se recopilaron fotografías aéreas del área de estudio, de abril de 1979 y de agosto del 2000, las cuales se muestran en las figuras 13 y 14. La escala de las fotografías aéreas es de 1/20,000.

Las fotografías aéreas se emplearon para la identificación de los procesos de erosión y sedimentación que se presentan en la zona de estudio, mediante la comparación de ambas fotografías haciendo un análisis multitemporal. De esta manera determinamos las zonas más afectadas por la erosión o sedimentación en el escenario de condiciones actuales. Del mismo modo el resultado del análisis multitemporal, sirvió como método de validación de los resultados obtenidos con el modelo UNIBEST.

## RESULTADOS

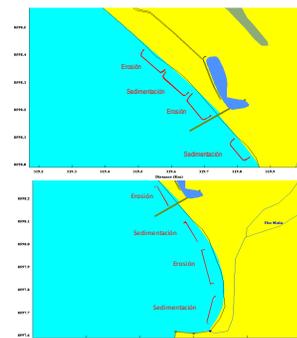
### Escenario 01: Condiciones actuales

#### Modelación de olas



Los resultados obtenidos con el modelo REFDFIF indican que el tren de olas se está aproximando de manera paralela a la costa, tal como se observaron en los diagramas de refracción, aunque en algunos sectores se observa cierta tendencia a formar un ángulo mayor hacia el norte, lo que originaría la formación de una corriente litoral y un transporte de sedimentos en ese sentido; así mismo, se puede apreciar que cuando la ola se va aproximando a costa va incrementando su altura hasta llegar a la zona de rompientes (aproximadamente a 200 metros de costa)

#### Modelación del transporte de sedimentos

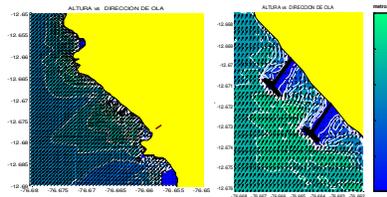


El periodo de simulación comprende desde el año 2007 hasta el 2020. Los resultados del modelo UNIBEST, se aprecia de manera general, que los resultados del modelo no muestran cambios significativos en el perfil de playa durante el periodo de simulación. Esta condición, puede estar fuertemente asociada a las características del tren de olas en algunos sectores la zona de estudio, que a pesar de presentarse alturas significantes alrededor de 2 metros, inciden sobre la costa de manera paralela a ella, tal y como fue presentado en los diagramas de refracción y modelación numérica (para olas del suroeste con 14 segundos de periodo).

Asimismo, debido a que la estructura impermeable o espigón propuesto se ubica dentro del ancho de la zona de rompientes, lo que determina que los sedimentos, puestos en suspensión durante la rotura de la ola, puedan transportarse más hacia el norte, evitando procesos de erosión importantes. Los cambios en el perfil costero se producen en los primeros 4 años, luego del cual la playa entra en estado de equilibrio.

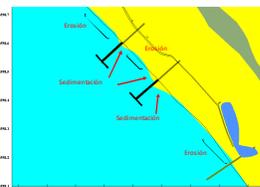
### Escenario 02: Inclusión de estructuras marinas

#### Modelación de olas



La inclusión de estas dos estructuras modifica el patrón del oleaje de manera local en la zona donde serían construidas. Esta modificación implica un cambio en la dirección y altura de olas. En la parte central de las dos estructuras en "T" se observa un patrón divergente hacia los lados de los dos rompeolas. En las zonas adyacentes a los dos rompeolas, la dirección del oleaje también es modificada, esto significa que el transporte de sedimentos va a ser influenciado fuertemente por esta condición.

#### Modelación del transporte de sedimentos



Los resultados obtenidos con el modelo para este escenario indican de manera general, que no se presentan cambios significativos en toda la zona de estudio, ya que las estructuras que son incluidas en la modelación no tienen un tamaño considerable para modificar la evolución del perfil costero y sobre todo que se ubican dentro del ancho de la zona de rompientes, evitando la retención total de sedimento que circula cerca al litoral. Los principales cambios en la morfología costera se presentan en los primeros 4 años de simulación, luego del cual la playa ingresa a un estado de equilibrio, donde las tasas de erosión y sedimentación poseen valores similares.

Los cambios más significativos en el perfil costero se presentan en la zona donde se construyeron las estructuras, donde se evidencia una tendencia a la sedimentación producto de la alteración del patrón de oleaje que inducen la construcción de estas dos estructuras.

En las zonas adyacentes norte y sur de las estructuras, no se presentan cambios significativos en el perfil costero y se obtienen resultados similares que en el escenario anterior, lo que confirma que la influencia de estructuras de manera local en la zona donde se proyectan construirse.

## CONCLUSIONES

•De acuerdo con los diagramas de refracción y modelación numérica de olas, se presenta una dinámica de olas intensa (altura significante de 2 metros); sin embargo, al realizar la comparación de fotografías aéreas, no se presentan cambios significativos en la zona, esta condición está asociada a que el tren de olas incide en la costa de manera casi perpendicular, lo cual induce a que el transporte de sedimentos sea bajo.

•El río Mala es la principal fuente de aporte de sedimentos en la zona de estudio y es el que se encarga de mantener el balance de sedimentos, impidiendo que se produzcan fuertes efectos erosivos por acción de la fuerte dinámica de olas existente en la zona. Este aporte de sedimentos es mayor durante las épocas de verano que en invierno ya que esta influenciado fuertemente por los caudales en cada temporada del año.

•Como resultados de las simulaciones numéricas, la construcción de las nuevas estructuras que se presentan en los escenarios 01 y 02 alcanzan como valores máximos dos metros en promedio, obteniendo una estabilidad de la línea de costa.

•Adicionalmente las estructuras marinas que se proyectan construir presentan procesos de sedimentación local, tal como se muestran en las figuras 33 y 34 del escenario 02, con un incremento del ancho de perfil de 0.5 y 2 metros en los sectores 01 y 02 respectivamente, alcanzando una estabilidad de la línea de costa en las zonas adyacentes al área de estudio (playas La Ensenada y La Totitorita).