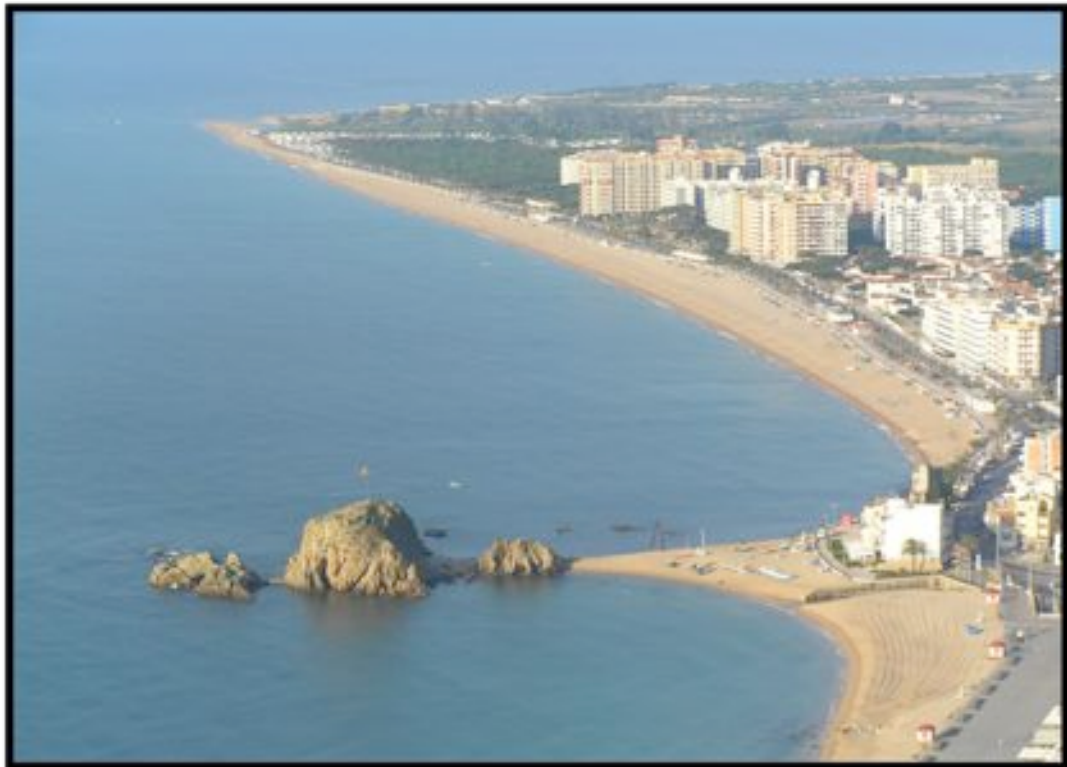


# **Análisis del comportamiento de la zona sur de la playa de S´Abanell durante el período 2009 – 2011. Implicaciones para su gestión.**



**ROBERTO CONDE GARCÍA**

**Tutor: Jose A. Jiménez (LIM/UPC)**

**15 Septiembre 2011**

**Memoria de prácticas en empresas. Master en Ciencias del Mar:  
Oceanografía y Gestión del Medio Marino. Universitat de Barcelona.**

## ÍNDICE

Resumen	3
Introducción	4
Área de estudio y problemática	5
Datos y metodología de análisis	8
Resultados	11
Conclusiones	13
Referencias	15
Anexo	16

## RESUMEN

La playa de S'Abanell está en fase de regresión desde los años setenta, siendo su extremo sur el más afectado. Las causas no están constatadas pero todo apunta a factores geológicos, antrópicos y relacionados con el cambio climático. En la última década parece apreciarse un incremento en la velocidad a la que se suceden estos fenómenos erosivos. A pesar de esto en el año 2002 se construyen en la zona unas infraestructuras indispensables para abastecer de agua potable a varios municipios, las cuales a los cinco años quedan parcialmente inutilizadas por estar sometidas a la acción directa del oleaje. Las soluciones que se aplican son puramente de carácter temporal y actualmente estas infraestructuras están ya interactuando con la dinámica litoral de la zona y posiblemente contribuyan a agravar el proceso erosivo presente, aunque esto no está probado. El presente trabajo pretende constatar el fenómeno de erosión que afecta a esta zona de la playa a través de un análisis comparativo de imágenes de los últimos dos años y medio así como de un análisis de incidencias detectadas en la playa en este período, sirviendo este trabajo como punto de partida para una serie de estudios más detallados de la zona destinados a propiciar la elaboración de un plan de gestión hasta la fecha inexistente.

## **1. Introducción**

La erosión costera es un proceso generalizado a nivel mundial que afecta aproximadamente al setenta por cien de las playas. En el caso de Cataluña alrededor del 72% de las playas están sujetas a la erosión con una tasa media de retroceso anual de 1.9 metros (Jiménez et al 2011). Las causas son complejas y de distinto origen: geológicas, antrópicas y cambio climático. La erosión que sufre la playa de S'Abanell desde los años setenta parece haberse acelerado durante la última década. Esto se aprecia especialmente en la zona sur de la playa, junto a la desembocadura del río Tordera donde en el año 2002 se colocaron nueve pozos de captación de agua y una estación de bombeo que sirven a una planta desalinizadora situada río arriba. A día de hoy dichas instalaciones se encuentran inutilizadas y a merced del oleaje y los temporales ya que la playa ha sufrido un fuerte retroceso desde que fueron construidas, y pudieran estar interactuando con la dinámica litoral de la zona acrecentando el ya presente fenómeno de erosión.

### **1.1 Marco de la práctica**

El presente estudio ha sido realizado durante una estancia en la Unidad de Investigación de Ciencias Marinas Operacionales y Sostenibilidad del Departamento de Ecología Marina del Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CSIC) bajo la tutela del Dr. Rafael Sardá Borroy y se enmarca dentro del modulo de prácticas en empresas del master. Dicha estancia ha sido de 275 horas distribuidas desde el 2 de Mayo hasta el 15 de Julio de 2011 en el horario de 9 a 14h. Las líneas principales de investigación de esta unidad pretenden obtener los conocimientos científicos que sirvan de base para la gestión de los recursos y de la conservación de los ambientes costeros y marinos, enfocados desde un punto de vista multidisciplinar.

### **1.2 Objetivos y estructura**

El objetivo de la práctica ha sido poder adquirir una visión directa del entorno laboral de un centro de investigación marina e integrarse en un equipo multidisciplinar, así como realizar un trabajo de carácter técnico-científico dentro de un contexto para la gestión integrada de las zonas costeras en el

Mediterráneo, aplicando, desarrollando y ampliando los conocimientos adquiridos durante el curso.

Las tareas realizadas durante la estancia en el CEAB han consistido en la asistencia a diversos seminarios y reuniones para fijar las líneas de trabajo a seguir por parte de cada miembro de la unidad, la toma de imágenes periódicas de la zona de estudio siguiendo una metodología simple y el análisis de dichas imágenes, así como el tratamiento estadístico de los datos obtenidos a partir de las mismas para la elaboración de este documento.

Por otro lado el objetivo de este trabajo es evidenciar el agravamiento de los fenómenos erosivos y su irreversibilidad dadas las condiciones actuales en el extremo sur de la playa de S'Abanell junto a las inmediaciones de la desembocadura del río Tordera durante los últimos dos años y medio, en el período que va desde enero de 2009 hasta Julio de 2011.

El presente trabajo está estructurado de la siguiente manera: (i) en la segunda sección se introduce el área de estudio y la problemática existente en la zona, (ii) en la tercera sección se explican las variables seleccionadas para el estudio y el porqué de su elección así como la metodología empleada para su análisis y (iii) en la cuarta y quinta (iiii) sección se exponen los resultados y conclusiones respectivamente.

## **2. Área de estudio y problemática**

La playa de S'Abanell, en el municipio de Blanes (Girona), constituye la zona emergida del frente norte del delta de la Tordera, zona altamente dinámica que actualmente se encuentra en fase de retroceso por lo que las infraestructuras presentes (campings e instalaciones de la planta desalinizadora) se hayan amenazadas (ver Figura 1).

El problema suscitado en la playa de S'Abanell es una paulatina pérdida de superficie como consecuencia de una evolución morfológica en la que predominan los procesos de erosión sobre los procesos de acreción de sedimentos. Esta tendencia que se observa desde hace unas dos décadas, se ha acelerado en los últimos años (Jiménez et al., 2007). Durante los últimos cincuenta años, la evolución de la playa de S'Abanell ha tenido dos

períodos de comportamiento claramente identificables. Un período de crecimiento, desde finales de los años cincuenta hasta los años setenta, en el que la playa avanzaba, sobre todo en la zona de la Tordera debido a los aportes fluviales – aunque la mayoría de los sedimentos eran transportados hacia el sur por la dinámica local, parte de este sedimento se redistribuía hacia la playa por difusión y por la acción del oleaje de sur - y, un período de retroceso – provocado por la acción antropogénica -, a partir de dicha fecha hasta la actualidad, en el que la playa pierde arena con las mayores tasas de retroceso verificándose en la zona de la Tordera (ver Figura 2). La zona sur de la playa, próxima a la desembocadura, es la que responde con mayor intensidad a los procesos dominantes, tanto de crecimiento como de decrecimiento (Jiménez et al., 2007).

Las posibles causas de este cambio de comportamiento en el perfil de la playa son las sucesivas operaciones de dragado llevadas a cabo durante las décadas de los sesenta y setenta en las que se llegaron a extraer varios millones de metros cúbicos de arena y grava del río que provocaron un descenso medio del mismo de 1,5 metros (Jiménez et al., 2007). Debido a esto, las posibles aportaciones fluviales de sedimento quedaban retenidas en su cauce rellenando las zanjas dejadas por los dragados, no saliendo al mar ni redistribuyéndose en la costa. En consecuencia, el balance entre el aporte sedimentario fluvial y la pérdida del mismo por acción de la dinámica litoral determinó la remodelación y erosión del delta. Esta erosión del frente deltaico afecta a la estabilidad de la playa ya que el delta sirve de soporte dinámico a la misma (Jiménez et al., 2011). Por otro lado, en la últimas cinco décadas, el cambio de usos y cubiertas del suelo en la cuenca de la Tordera, con un aumento de la superficie forestal y de la impermeabilización del suelo por urbanización ha provocado una menor carga sedimentaria susceptible de ser arrastrada a la cuenca y llevada al mar (Jiménez et al., 2007). En los años ochenta se construyó un pequeño espigón en la parte final de la margen derecha del río para evitar las pequeñas migraciones hacia el sur de la desembocadura, las cuales afectaban a la zona adyacente ocupada por un camping. Esta canalización de la desembocadura ha provocado que actualmente gran parte de los aportes sedimentarios fluviales se pierdan

directamente hacia dominios más profundos y dejen de contribuir al balance local de las playas del entorno (Jiménez et al., 2007).

Estas actuaciones han provocado un menor aporte local de sedimento al frente deltaico y una mayor canalización de éstos hacia fuera del delta con el consecuente incremento en la cantidad de estos materiales que se pierden en mar abierto y no pueden ser redistribuidos hacia las playas (Jiménez et al., 2007).

En 1994 se extrajeron alrededor de un millón de metros cúbicos de sedimento en las inmediaciones de la playa de S'Abanell en zonas relativamente someras (a menos de veinte metros de profundidad) lo que pudo haber afectado localmente a la estabilidad costera, sobre todo en situaciones de temporales (Jiménez et al., 2007). Estos factores originaron que el delta de la Tordera comenzara a reducirse, perdiendo su papel efectivo de apoyo sur a la playa de S'Abanell, lo que se observa claramente en las tasas de erosión más altas de la playa en su extremo sur. En consecuencia, a medida que pasa el tiempo, el apoyo es cada vez menor y los procesos erosivos no solo se mantienen sino que incluso se aceleran (Jiménez et al., 2007). Esta erosión afecta sobre todo al extremo sur (a lo largo del último kilómetro desde la desembocadura del río Tordera), aunque el resto de la playa se ve afectada también en menor grado. Así mismo, la playa de S'Abanell también se ve afectada por el impacto de temporales los cuales inducen una serie de cambios a mayores de los provocados por los procesos erosivos a largo plazo. Y dependiendo de la configuración de la playa previa a una tormenta, los cambios resultantes pueden implicar la total desaparición de la playa emergida (Jiménez et al., 2011).

En el año 2002 se construyeron unas instalaciones en la parte trasera de la zona sur de la playa (una estación de bombeo, canalizaciones y nueve pozos de abastecimiento) para dar servicio a la planta desalinizadora de la Tordera, situada río arriba, sin tener en cuenta que el delta se hallaba en retroceso y que solo era cuestión de tiempo que dichas instalaciones estuviesen sometidas a la acción del oleaje y los temporales (ver Figura 3).

La erosión que está sufriendo la playa de S'Abanell se califica de problemática desde el momento en que la playa deja de cumplir su función de protección de forma efectiva: las infraestructuras presentes sufren un deterioro por estar sometidas a la acción del oleaje y su función recreativa y capacidad de carga están comprometidas por la progresiva pérdida de superficie.

En diciembre 2007 se produjo la extracción 180.000 m<sup>3</sup> de arena de la parte sumergida del delta, así como la construcción de una escollera para regenerar la zona sur de la playa y proteger las infraestructuras (ya sometidas a la acción del oleaje), un proyecto con carácter de emergencia y sin evaluación del impacto ambiental. Este volumen de arena desapareció por acción de los temporales al cabo de un mes (ver Figura 4). En mayo de 2008 se extrajeron 144.000 m<sup>3</sup> de arena de la desembocadura del río para regenerar la zona norte de la playa, desapareciendo al cabo de seis meses y a mediados de 2009 se produjo otra regeneración con aproximadamente 250.000 m<sup>3</sup> de arena proveniente de un depósito alejado 20 Km al sur, para recuperar la playa de la erosión inducida por los temporales de invierno (Jiménez et al, 2011).

### **3. Datos y metodología de análisis**

Para la realización de este estudio se partió de una serie de imágenes oblicuas de la punta del delta de la Tordera y el extremo sur de la playa de S'Abanell tomadas con una periodicidad de aproximadamente una semana (desde Enero de 2009 hasta Julio de 2011) y siempre desde el mismo punto y con el mismo encuadre. Se analizaron un total de 107 imágenes.

Las fotografías fueron hechas con tres cámaras digitales diferentes: Panasonic DMC-FX10, NIKON E7500 y SONY DSLR-A500 con una longitud focal de 17,4 , 99,6 y 200 mm respectivamente. Para compensar estas diferencias en los tamaños de las imágenes y poder disponer de una serie de fotografías idénticas para su estudio comparativo se procedió a tratarlas previo a su análisis. Este proceso se realizó con Microsoft PowerPoint 2008 bajo el sistema operativo Mac OS X 10.6.8 Snow Leopard y consistió en la ampliación de todas las imágenes a 200x y la colocación de una serie de



marcas de referencia para poder ser recortadas con el mismo tamaño y exportadas en formato TIFF. De la serie resultante de imágenes definitivas se eligieron una serie de variables para ser analizadas con ImageJ, un software de procesamiento y análisis de imágenes de dominio público bajo Mac OS X 10.6.8 Snow Leopard. Dicho análisis consistió en la medición y cálculo de distancias y dimensiones en las imágenes. Las variables seleccionadas fueron las siguientes: el ancho de playa en la zona comprendida entre la marca derecha de referencia y el final del paseo marítimo, la superficie de playa en esta misma zona, la altura de cada uno de los pozos, la distancia de los pozos a la orilla, la longitud de la escollera de protección de la caseta, la distancia de la escollera a la orilla, , la extensión offshore de la punta del delta (medida como la distancia de la caseta a la orilla) y la superficie de la lámina de agua de la laguna interior en la desembocadura del río. Con las mediciones del ancho de playa, las distancias de las diferentes estructuras con respecto a la orilla y la superficie de playa podemos constatar el retroceso sufrido en la zona sur de la playa, y con los datos de las alturas de los pozos y conociendo el área de esa zona de la playa podríamos estimar el volumen de arena perdido en dicha zona ya que las estructuras se construyeron bajo la playa y han sido desenterradas progresivamente por acción de los procesos erosivos. Las variables nos han servido para poder realizar un análisis cuantitativo de la erosión sufrida en esta zona de la playa en el intervalo de tiempo de dos años y medio que va desde enero de 2009 hasta julio de 2011.

Para poder obtener medidas en unidades del sistema métrico hubo que calibrar el software proporcionándole una distancia real para lo que se utilizó la longitud de la caseta (medida in situ en la playa). Así trazando una línea en la imagen y aplicando este dato conocido, el software automáticamente aplica una escala pixeles/metro extrapolable a las demás imágenes y cualquier medición que realicemos nos la proporciona en las unidades seleccionadas.

Las variables descritas anteriormente fueron medidas en las imágenes aplicando la misma metodología en todas ellas y por la misma persona por lo que se minimizó el posible error que pudo haber resultado de la precisión aplicada en las mediciones.

Cada variable fue medida de la misma forma en todas las imágenes, así el cálculo del ancho de playa se realizó trazando una línea recta partiendo de la intersección de la marca de referencia en la parte derecha de la imagen con el muro del paseo marítimo hasta la línea de orilla con un ángulo de  $155^\circ$ . Las distancias de los pozos a la orilla también se midieron trazando una línea recta con un ángulo de  $155^\circ$  desde el extremo inferior derecho de los mismos hasta la línea de orilla, así como la distancia de la escollera a la orilla. La altura de los pozos se calculó trazando una línea desde su extremo inferior a su extremo superior siempre con un ángulo de  $90^\circ$ . La longitud de la escollera se midió trazando una línea con un ángulo de  $170^\circ$  a lo largo de la misma siempre partiendo del extremo inferior derecho de la caseta. La extensión offshore del delta se calculó midiendo la distancia en línea recta con un ángulo de  $180^\circ$  entre el extremo superior izquierdo de la caseta y la orilla. Y por último, tanto el cálculo de la superficie de playa emergida al final del paseo marítimo como el de la superficie de la laguna interior se realizó dibujando el contorno de dichas superficies en cada imagen (ver Figura 5).

Se descartaron varias imágenes debido a que las condiciones meteorológicas presentes durante la toma de algunas fotografías hicieron que éstas fueran inservibles. Y no todas las variables fueron analizadas en el conjunto de imágenes ya que por causa del oleaje algunas estructuras no eran visibles y por lo tanto no susceptibles de análisis. Se aplicó el siguiente criterio: cuando por causa del oleaje incidente en la playa la línea de orilla no está claramente delimitada, lo que impediría una medición fiable de las distancias a la orilla y ancho de playa, no se miden estos parámetros pero sí tanto las alturas de los pozos que no están en el agua como la superficie de la lámina de agua de la laguna. Todas las demás imágenes fueron utilizadas en función de su idoneidad para la medición de las distintas variables.

Así mismo se dispuso de los datos de oleaje ( $H_{m0}$ : altura de ola significativa y MDP: dirección media del oleaje) proporcionados por la boya del delta de la Tordera del XIOM (Xarxa d'Instrumentes Oceanogràfics i Meteorològics de la Generalitat de Catalunya) para el período establecido, con el fin de correlacionar estos datos con los datos resultantes del análisis de las imágenes.

Además también se realizó un análisis cualitativo de las imágenes para lo cual se detectaron las incidencias y su extensión en el tiempo en el estado de la playa a lo largo del período de estudio, sin duda relevante desde el punto de vista de la gestión.

#### **4. Resultados**

El análisis cuantitativo de las variables medidas indica un evidente proceso de erosión que afecta el extremo sur de la playa de S'Abanell. Durante el año 2009 tanto el ancho como la superficie de playa se mantienen estables y es a partir del mes de diciembre de ese año cuando hay un cambio de comportamiento y la playa comienza a perder arena. Un análisis de regresión lineal simple aplicado a estos datos indica que el ancho de playa se reduce del orden de 6 metros al año y la superficie de playa disminuye aproximadamente 185 m<sup>2</sup> al año. Los datos de la boya indican la presencia de varios temporales ( $H_{m0} \geq 2$  m para el Mediterráneo) de gran magnitud de componente NE-SE desde diciembre de 2009 hasta marzo de 2010 que son los causantes de la súbita disminución del ancho de playa y de la superficie de playa en el mismo período. Tras el impacto de estos temporales la playa no vuelve a recuperar su ancho anterior a pesar de las fluctuaciones. (Figura 6). El oleaje de componente sur es el que teóricamente redistribuye el sedimento aportado por el río a lo largo de la playa, aunque es la zona norte de ésta la que se ve más beneficiada y aún así este oleaje incidente también provoca pérdida de arena.

La distancia que hay desde la escollera de protección de la caseta de la estación de bombeo hasta la orilla se reduce del orden de 3 metros al año aproximadamente estando la escollera actualmente en contacto permanente con el agua (ver Figura 7).

La extensión offshore de la punta del delta permanece constante a pesar de las fluctuaciones, posiblemente ocasionadas por las riadas que al bajar sedimento, éste queda atrapado en la desembocadura del río y provoca el crecimiento de la punta del delta, aunque no se ha dispuesto de los datos pluviométricos del período en cuestión para poder verificarlo. Así mismo la variabilidad en la superficie de la lámina de agua de la laguna interior en la

desembocadura del río no puede ser explicada sin los datos pluviométricos (ver Figura 8).

En cuanto a la distancia de los pozos a la orilla, a principio del período de estudio, los pozos 1, 2, 3 y 4 se encontraban a una distancia aproximada de 10 metros y actualmente están permanentemente en el agua (ver Figura 9). Los pozos 5-9 también han visto reducida su distancia con respecto a la línea de orilla en el período de estudio (ver Figura 10). El pozo número 8 no ha sido objeto de análisis en cuanto a su distancia con respecto a la orilla debido al escaso número de datos disponibles.

Las mediciones de las alturas de los pozos indican que éstos han ido aumentando su longitud (visible) a lo largo del período de estudio, evidenciando una pérdida de arena considerable en esta zona de la playa. Al principio del año 2009 los pozos 1-4 se encontraban prácticamente enterrados en su totalidad alcanzando actualmente alturas superiores a los 2 metros (ver Figura 11). Los pozos 5-9 también han ido aumentando su altura debido a la pérdida de arena (ver Figura 12). En las tablas 1 y 2 (ver anexo) podemos ver las tasas de retroceso anual y de aumento de altura de los pozos respectivamente. Con estos datos se podría hacer una estima del retroceso en esa zona de la playa en concreto y calculando la superficie de dicha zona se podría inferir el volumen de arena perdida.

El análisis de incidencias detectadas en el estado de la playa a lo largo del período de estudio revela que la escollera de protección de la caseta de la estación de bombeo colocada a finales de 2007 cuando la erosión en esta zona de la playa ya era más que evidente y la distancia que había hasta la orilla en el momento de su colocación se vio reducida drásticamente, permanece posiblemente enterrada bajo la arena por la acción de los temporales, ya que no es visible, desde el inicio del período de estudio hasta el mes de Febrero de 2010 y va aumentando su tamaño, es decir, se va desenterrando progresivamente hasta alcanzar su tamaño actual. Los pozos 1-3 no son visibles hasta Febrero de 2009 y a partir de esta fecha comienzan a ser cada vez más evidentes (se van desenterrando). Los pozos 4-7 ya son visibles desde el comienzo del período de estudio y el pozo 7 desaparece a

finales de dicho período, concretamente en abril de 2011, posiblemente demolido sin conocerse el agente ni el motivo. Los pozos 8 y 9 permanecen enterrados durante casi todo el período, por lo que no son visibles hasta Noviembre de 2010 y cuando comienzan a desenterrarse por la acción erosiva del oleaje lo hacen de forma más acusada que los pozos 1-3. A lo largo del período de estudio, en los meses previos a la temporada estival (tanto en 2009 como en 2010 y en 2011) se suceden diversas operaciones en la playa posiblemente destinadas a acondicionar ésta de cara a la apertura del camping, como la construcción de un promontorio de arena y una escollera de protección entre, y a la altura de los pozos 7 y 8. Sirviendo el pozo número 8 de base para este promontorio dónde se habilita una parcela para la colocación de una caravana y dividiendo esta zona de la playa en dos sectores ya que la escollera está en contacto con el agua, por lo que se impide el acceso a los usuarios a esta parte de la playa si no es escalando la escollera. Esto se evidencia por la presencia de excavadoras y camiones en la playa y posiblemente el agente implicado en estos sucesos sea el propietario del camping sin autorización alguna de las autoridades competentes (Figura 13). También se evidencia un retranqueo y adelantamiento de las vallas del camping en función de la temporada con la consecuente disminución de la superficie de la playa para uso recreativo en la época estival.

## **5. Conclusiones**

La reducción en el ancho y en la superficie de la playa de S´Abanell así como la reducción de las distancias entre las infraestructuras y la línea de orilla a lo largo del período de estudio son consecuencia de una erosión a corto plazo provocada por el impacto de los temporales acaecidos entre diciembre de 2009 y marzo de 2010 y estos cambios inducidos en la playa se superponen al constatado fenómeno de retroceso generalizado que sufre la playa desde la década de los setenta. Parte de las infraestructuras están en el agua de forma permanente y por lo tanto interactuando con la dinámica litoral. Habría que dilucidar si su presencia está modificando la dinámica de tal forma que se acelere el proceso de erosión en la zona.

Con respecto a los datos aportados por el análisis de incidencias cabe destacar que actualmente la playa de S'Abanell carece de un plan de gestión para hacer frente a los problemas causados por la erosión y las actuaciones que se han llevado a cabo hasta el momento son puramente reactivas, es decir, cuando aparece un problema simplemente se aplica una solución temporal sin existir una estrategia a medio/largo plazo. Las acciones tomadas hasta la fecha han estado únicamente relacionadas con la función de protección de la playa. A pesar de que los propietarios de los campings colindantes han tenido que retroceder los límites de sus propiedades debido a la desaparición de la playa emergida y la exposición directa a la acción del oleaje, se ha observado cómo éstos adelantan dichos límites al comienzo de la temporada estival y los mantienen durante la misma. Esto quizás propiciado por no existir una delimitación efectiva del espacio marítimo-terrestre en la zona ya que los mojones de deslinde de la Dirección General de Puertos y Costas hace tiempo que están bajo el agua.

Así mismo, como la principal actividad económica del municipio es el turismo y las autoridades lo permiten o lo desconocen, los propietarios de los campings proceden a realizar actuaciones en la playa bajo su propio criterio, viéndose la función recreativa de la playa seriamente afectada por causa de estas acciones.

La solución a este problema pasa por la creación y aplicación de políticas y planes de gestión a largo plazo, es decir la implicación de las administraciones en asumir las recomendaciones de Protocolo de Gestión Integrada de Zonas Costeras en el Mediterráneo.

## Referencias

Jiménez, J. A., Sardá, R., Serra, J., Pintó, J., Guillén, J., 2007. Unpublished Technical report.

Jiménez, J. A., Gracia, V., Valdemoro, H. I., Tonatiuh Mendoza, E., Sánchez-Arcilla, A., 2011. Managing erosion-induced problems in NW Mediterranean urban beaches. *Ocean & Coastal Management* xxx (2011) 1-12.

## ANEXO

### Leyendas de las figuras

**Figura 1.** a. Playa de S´Abanell. Fuente: J. A. Jiménez (UPC). b. Extremo sur de la playa de S´Abanell. Fuente: R. Sardà (CEAB- CSIC). c. Delta de la Tordera. Fuente: <http://jscpscsmalgrat.blogspot.com/>

**Figura 2.** Tasas de desplazamiento de la línea de orilla a largo plazo en la playa de S´Abanell. Fuente: J. A. Jiménez (UPC)

**Figura 3.** Infraestructuras dañadas tras el paso de un temporal. Fuente: J. A. Jiménez (UPC)

**Figura 4.** a. Regeneración de emergencia. Fuente: Google Earth. b. Regeneración de emergencia y estado de la playa al cabo de 1 mes. Fuente: J. A. Jiménez (UPC)

**Figura 5.** Variables medidas en las imágenes

**Figura 6.** Ancho de playa, superficie de playa. Oleaje y dirección.

**Figura 7.** Distancia escollera de protección – orilla

**Figura 8.** a. Extensión offshore. b. Superficie de la lámina de agua

**Figura 9.** Distancias pozos 1-4 – orilla

**Figura 10.** Distancias pozos 5-9 - orilla

**Figura 11.** Alturas pozos 1-4

**Figura 12.** Alturas pozos 5-9

**Figura 13.** Incidencias en el estado de la playa

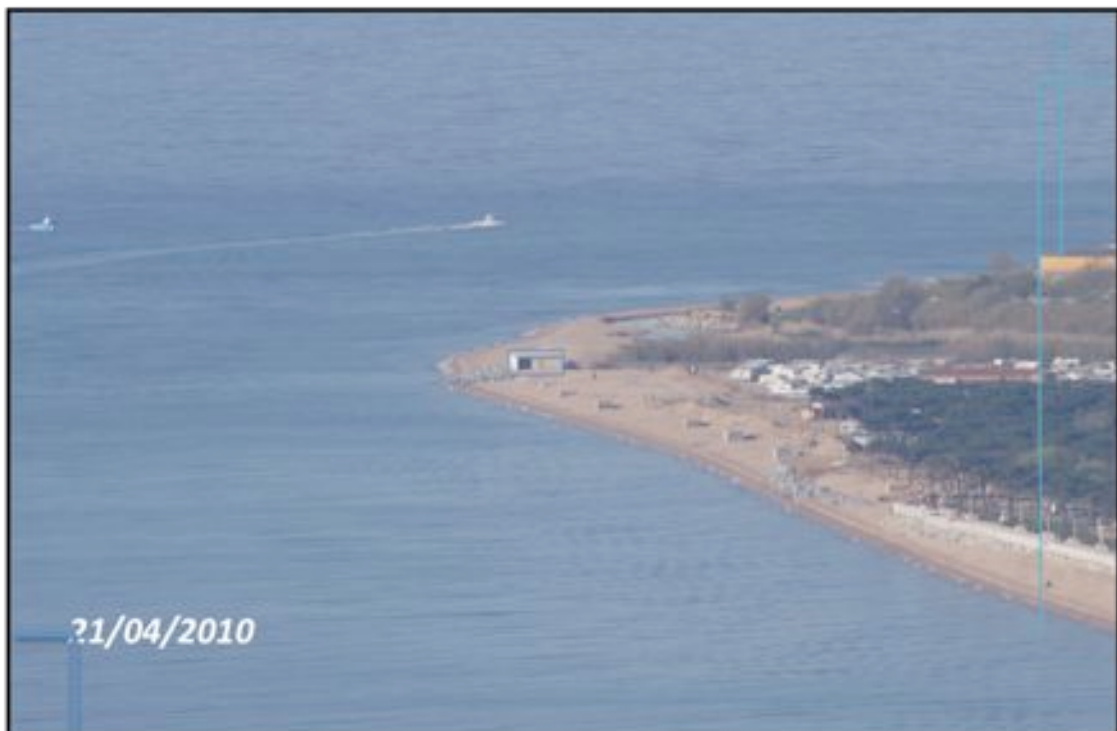
**Tabla 1.** Tasas de retroceso anual

**Tabla 2.** Tasas de incremento anual en la altura de los pozos





**Figura 1a**



**Figura 1b**



Figura 1c

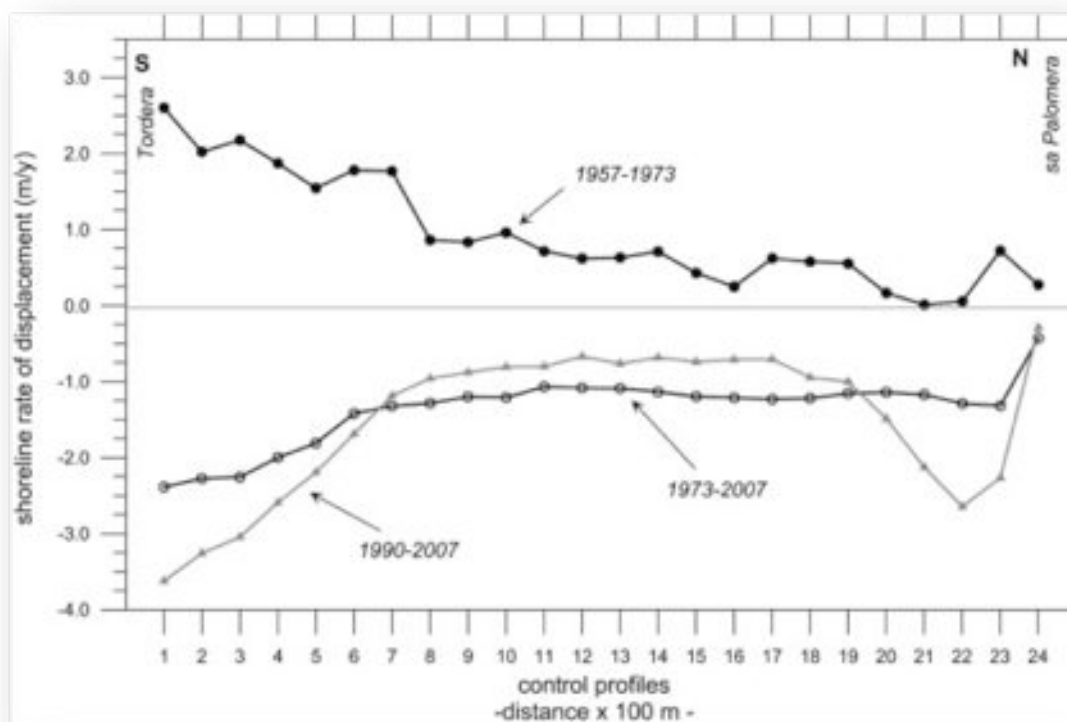


Figura 2



Figura 3



Figura 4a



**Figura 4b**

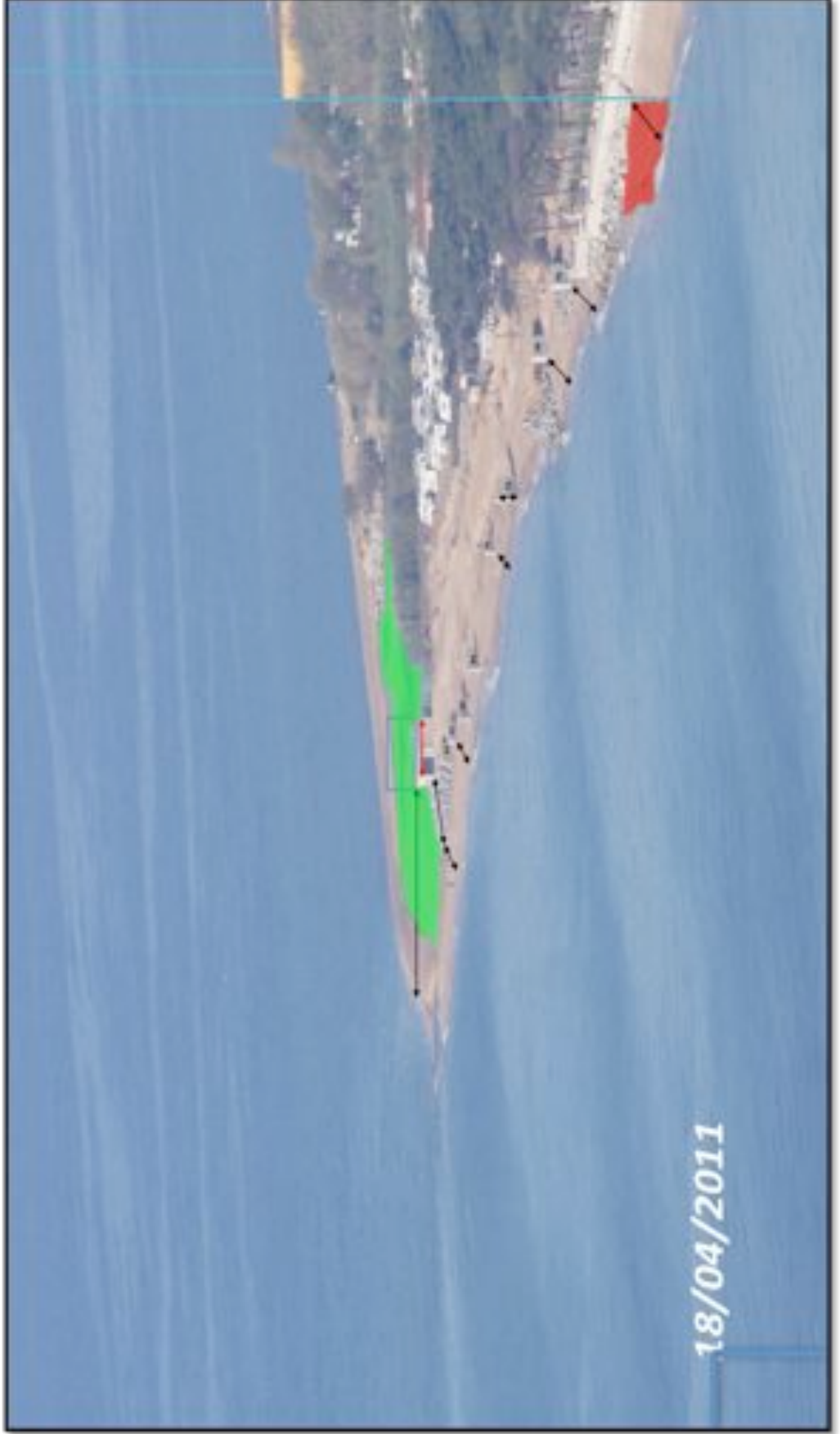


Figura 5

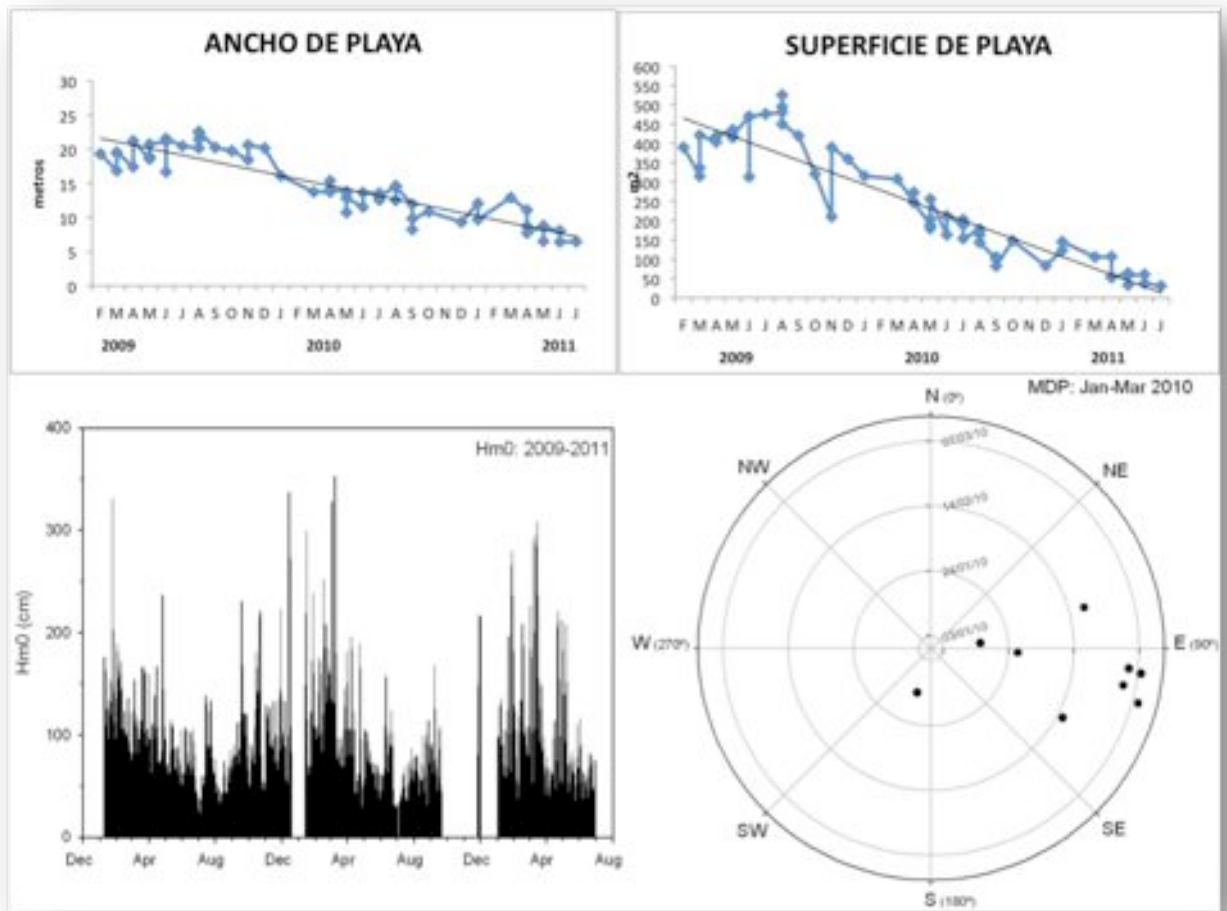
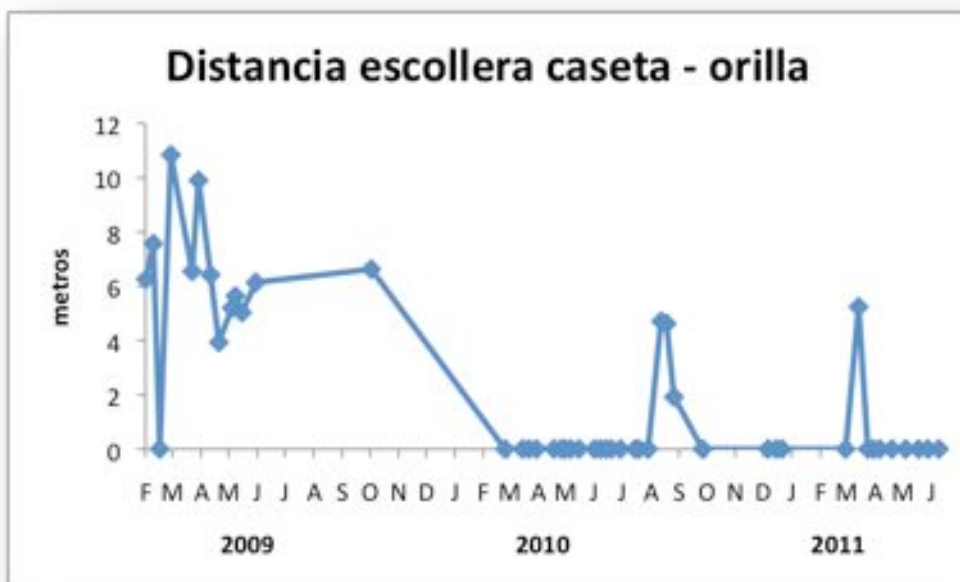


Figura 6



Fig

ura 7

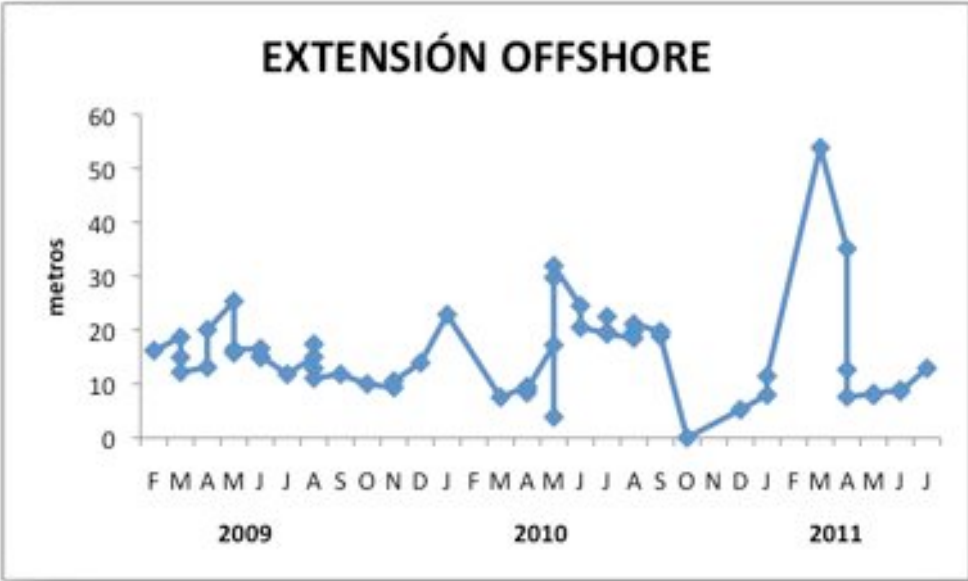


Figura 8a



Figura 8b

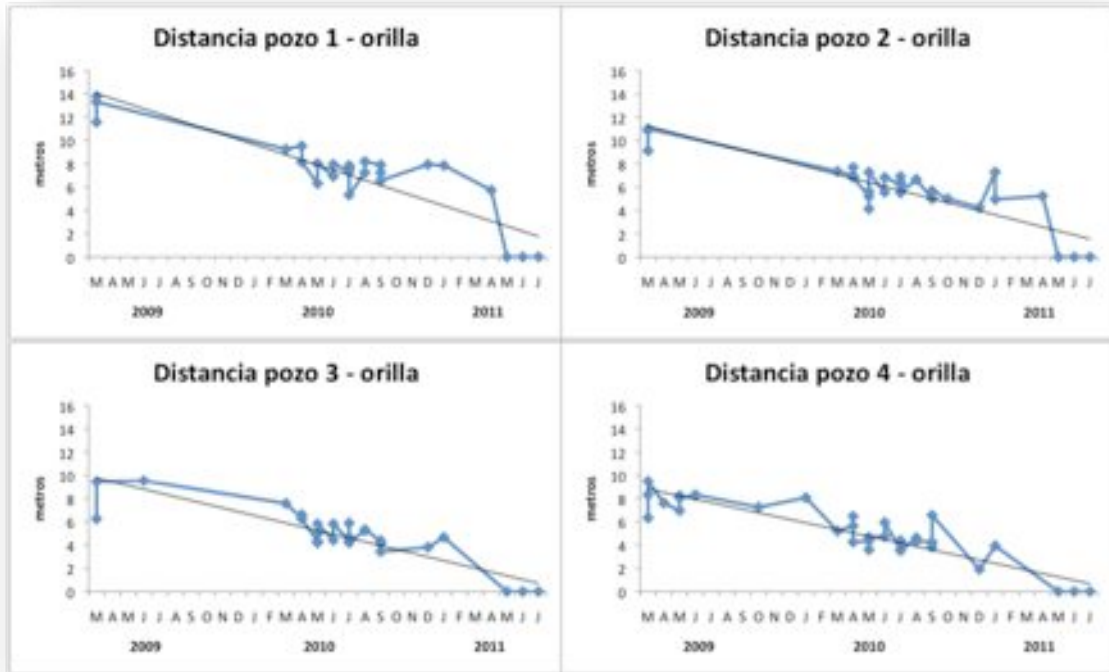


Figura 9

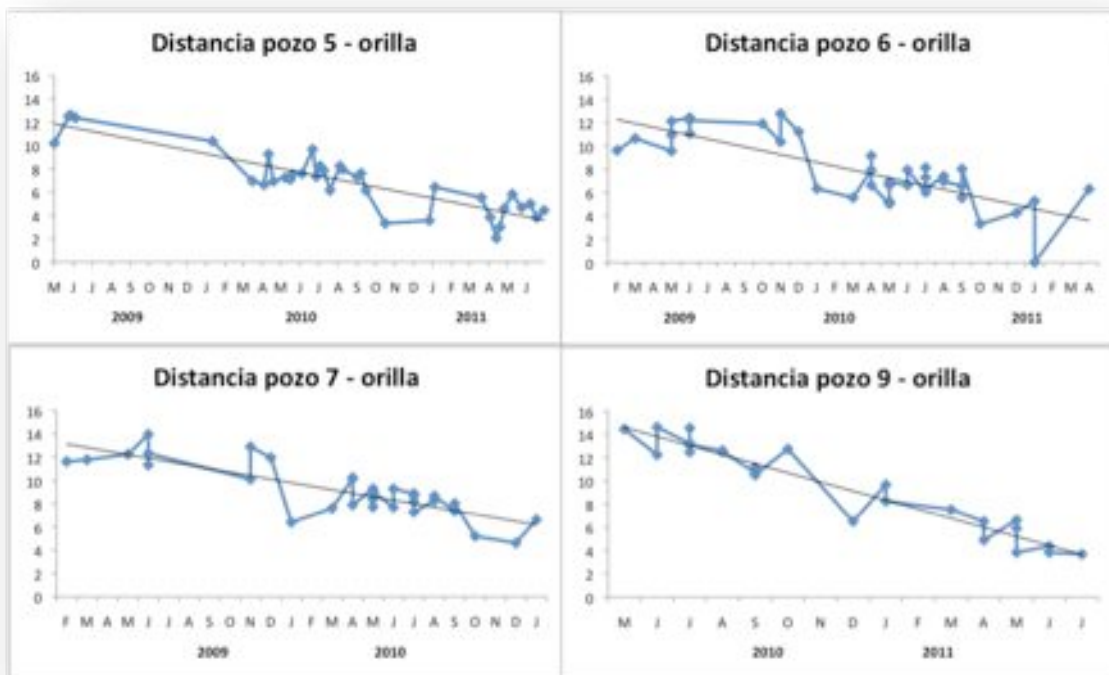


Figura 10



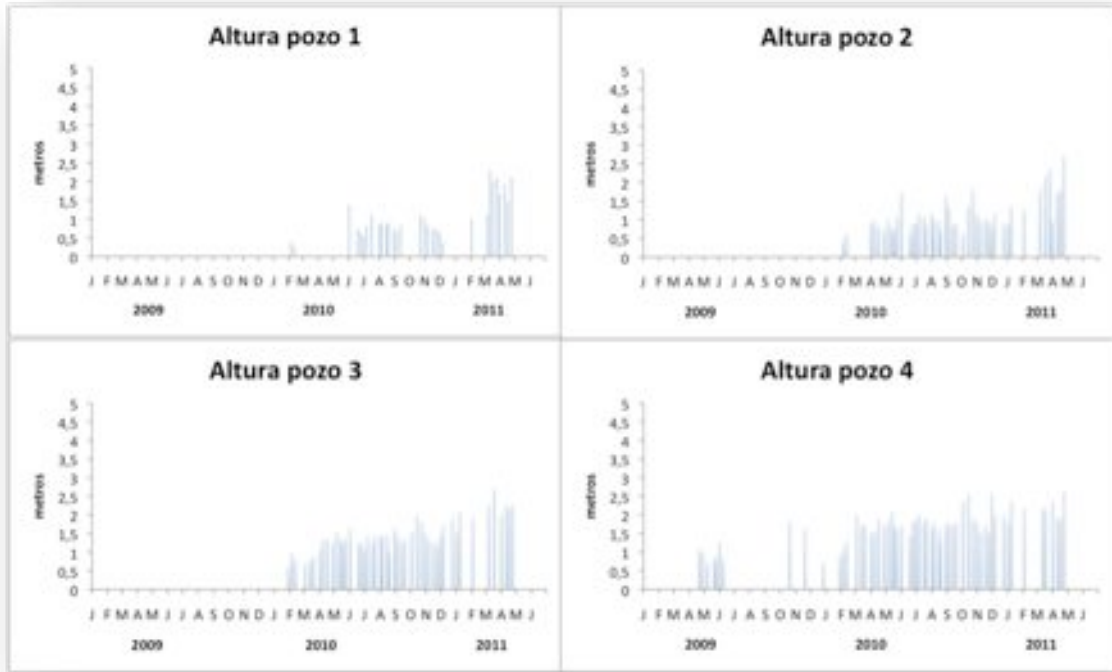


Figura 11

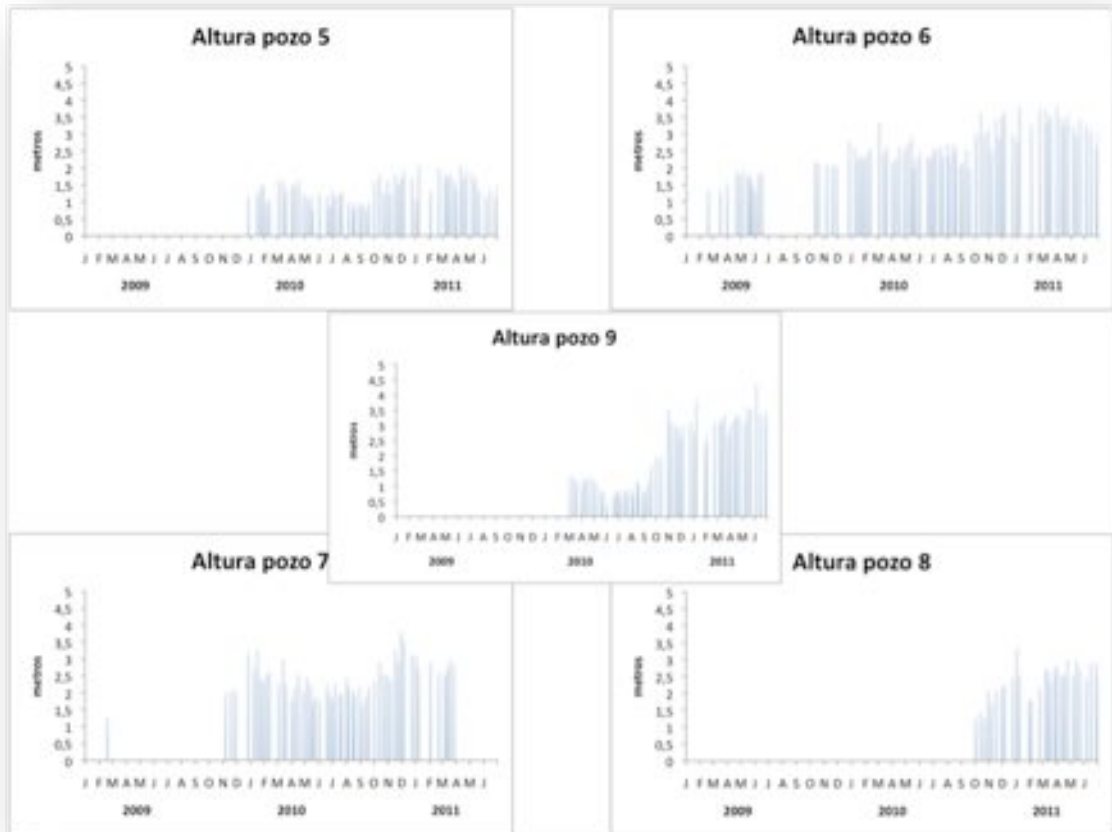


Figura 12



**Figura 13**

<b>TASAS DE RETROCESO ANUAL</b>	
Ancho de playa	6,15 m
Superficie de playa	184,13 m <sup>2</sup>
Distancia pozo 1 - orilla	5,24 m
Distancia pozo 2 - orilla	4,15 m
Distancia pozo 3 - orilla	3,84 m
Distancia pozo 4 - orilla	3,46 m
Distancia pozo 5 - orilla	3,81 m
Distancia pozo 6 - orilla	4,02 m
Distancia pozo 7 - orilla	3,67 m
Distancia pozo 9 - orilla	9,43 m

**Tabla 1**

<b>TASAS DE INCREMENTO ANUAL</b>	
Altura pozo 1	1,19 m
Altura pozo 2	0,93 m
Altura pozo 3	1,06 m
Altura pozo 4	0,65 m
Altura pozo 5	0,31 m
Altura pozo 6	0,82 m
Altura pozo 7	0,52 m
Altura pozo 8	1,63 m
Altura pozo 9	2,47 m

**Tabla 2**