

# III JORNADAS ESPAÑOLAS DE INGENIERIA DE COSTAS Y PUERTOS

Volumen III Valencia, 3 y 4 de mayo de 1995

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

## METODOLOGÍA VERIFICADA EN EL ESTUDIO DE DUNAS LITORALES

J. Martínez, D. Casas, J.L. Pelegrí, P. Sangrá y A. Martínez.

Departamento de Física - Facultad de Ciencias del Mar. Apartado de Correos 550. C. P. 35080.  
Las Palmas de Gran Canaria.

### RESUMEN

Este estudio comprende (1) una introducción general donde se desarrolla la metodología estándar de trabajo en una formación de dunas litorales, en relación con la dinámica sedimentara eólica, y (2) un ejemplo de estudio de un descriptor de sustentabilidad, en relación con playas y dunas litorales solidarias.

El ejemplo consiste en el estudio de las repercusiones físicas, en la Playa y Dunas de Maspalomas (Isla de Gran Canaria, España), causadas por la extracción antrópica de áridos (reprofundización del perfil batimétrico), en un banco sumergido de contención (depósito de arenas externas de Pasito Blanco).

### INTRODUCCIÓN GENERAL

En la ordenación, planificación y manejo de un litoral, tiene interés el estudio de las dunas litorales, por lo que representan en cuanto a la evolución de la costa, así como por sus relaciones con otros ambientes sedimentarios, tales como los de las playas arenosas solidarias.

El hilo conductor, en este tipo de estudios, parte de una discusión de sus causas, a saber:

1. Existencia de playas arenosas, con balances sedimentarios hiperestables y superficies intermareales-secas adecuadas, que supongan aportes de arenas, en los transportes y depósitos eólicos.
2. Características apropiadas de las arenas de esas playas, para soportar un transporte eólico. Esto se expresa en términos de susceptibilidades, mediante parámetros que permitan expresiones analíticas de cuantificación.
3. Condicionantes topográficos, que faciliten los procesos de transporte y depósito de las arenas desde las playas hacia tierra adentro. Las barreras físicas supondrían serios inconvenientes al desarrollo de dunas.

4. Y un agente transportador capacitado: Vientos en las proximidades de las playas fuentes, reinantes u ocasionales, con direcciones y velocidades compatibles con el transporte y depósito de arenas. Si se dan las circunstancias enunciadas se pueden formar dunas litorales, en una doble modalidad alternativa: como cordones litorales o como campos de dunas. Las discusiones y toma de decisiones, en el manejo de las formaciones dunares, dependerán de que se dé una u otra de estas modalidades. Sea cual fuere la modalidad como se presenten las dunas, se tiene que llegar a la caracterización de las mismas, básicamente en lo referente a sus procesos y efectos, cuyas descripciones deben incluir formulaciones analíticas cuantitativas o semi-cuantitativas. La caracterización tiene como soporte los estudios de las geometrías de los depósitos de arena y de los espacios entre éstos, de las estructuras sedimentarias, de las texturas granulométricas y morfoscópicas, de la mineralogía y litología de las arenas, de mosaicos de fotografías aéreas, de naturaleza estadística, y de los aspectos fractales de las superficies de los granos de arena. Con el conjunto de las características de las formaciones dunares, se levantarán mapas de procesos y efectos del transporte eólico, en una secuencia de menor a mayor abstracción, desde mapas descriptivos a prescriptivos. De esta manera se pueden formular historias morfodinámicas de las formaciones dunares y, lo que es más esencial, se puede identificar, describir y evaluar cuantitativamente las relaciones de las dunas con sus playas solidarias. Tiene mucha importancia deducir el papel que juegan las dunas en los litorales. Normalmente son las despensas sedimentarias de sus playas asociadas. Esto acontece cuando las playas son afectadas por fuertes temporales, habituales o no. Pero estas relaciones adquieren una mayor relevancia si los depósitos eólicos amortiguan procesos de retroceso, hacia tierra, de la orilla de una playa. Cuando se llegue a la comprensión de los transportes y depósitos eólicos de arenas, en un litoral, y sus relaciones con sus playas solidarias, se pueden construir modelos físicos. Dentro de estos modelos, se encontrarán los diagramas de flujo sedimentario. De los modelos físicos, se puede pasar a la modelización numérica, y/o a la simulación informática. A partir de los distintos tipos de modelos numéricos y de la simulación informática, e incluso de las etapas precedentes, se pueden identificar, describir, clasificar, denominar, evaluar e interpretar los descriptores físicos de vulnerabilidad y de sustentabilidad. Los descriptores de vulnerabilidad describen, con valoraciones semi-cuantitativas, las variables, condicionantes y dependencias de las causas, procesos y efectos físicos de estos ambientes sedimentarios, sin ningún tipo de intervención antrópica explícita. Como ejemplo de descriptor de vulnerabilidad cabe considerar un movimiento eustático positivo, o un movimiento epirogénico negativo, en cuanto que puede determinar el retroceso de una playa, que forme parte de un sistema sedimentario, donde se encuentre la formación dunar solidaria.

Los descriptores de sustentabilidad corresponden a las respuestas (impactos positivos o negativos), valoradas de forma semi-cuantitativa, de los procesos y efectos físicos, y/o de sus causas, que rigen a estos ambientes sedimentarios, frente a determinados proyectos de desarrollo o usos ya existentes. Un ejemplo de descriptor de sustentabilidad sería la rotura del perfil de equilibrio, por profundización (extracción de áridos), de un fondo de arenas sueltas, que actúe a modo de contención de una playa, más o menos disipativa, que forme parte de un sistema sedimentario, donde se encuentre la formación dunar solidaria.

A partir de estos dos tipos de descriptores, se estiman sus indicadores. Estos se pueden definir como las expresiones analíticas, que combinan, mediante las opciones operacionales apropiadas, las valoraciones numéricas de los descriptores. Los valores numéricos que se obtienen hay que tomarlos en términos relativos, y son válidos para territorios específicos y proyectos o usos concretos.

Después de estos análisis, se está en condiciones de tener unos primeros criterios, para hacer una gestión "física" de las formaciones dunares, en determinados litorales.

## **ESTUDIO DE UN DESCRIPTOR DE SUSTENTABILIDAD: REPERCUSIONES FÍSICAS EN LA PLAYA Y DUNAS DE MASPALOMAS, FRENTE A LA EXTRACCIÓN ANTRÓPICA DE ÁRIDOS, EN UN BANCO SUMERGIDO DE CONTENCIÓN.**

### **Objetivos específicos y condicionantes de contorno.**

A continuación se explican los previsibles impactos físicos en la Playa de Maspalomas y en el Campo de Dunas, si se extrajeran áridos del banco sumergido de Pasito Blanco (figura 1). Según una serie de estudios, realizados desde 1983, se conocen los siguientes hechos:

1. La Playa interna de Maspalomas (figura 1) se comporta, en gran medida, como disipativa, y está sometida a una situación recesiva su orilla retrocede hacia tierra. La tabla 1 y la figura 2 corroboran estos aspectos.

El retroceso de la orilla se puede deber a una rotura del perfil de equilibrio, por un cambio ascendente del nivel del mar. De acuerdo con la Regla de Bruun (Komar, 1983), el actual retroceso se explicaría por la tendencia de la Playa sumergida a recuperar el perfil de equilibrio.

La estimación de los cambios locales, o regionales, del nivel del mar, debe hacerse conforme con series temporales significativas de medidas de mareógrafos. Las extrapolaciones, de lo que ocurre globalmente, pueden llevar a serios errores, como apunta Goy (1994). Esto quiere decir que es

muy arriesgado asegurar que la Playa de Maspalomas está sometida a efectos no progradantes, de transgresión marina, por causa de un ascenso global del mar de 5 mm anuales, tal como recoge el informe de la Dirección General de Costas (1995).

2. La degradación sedimentaria de esta Playa se encuentra desacelerada, o mitigada, por el Campo de Dunas de Maspalomas. El depósito eólico de arenas actúa a modo de despensa sedimentaria del ambiente playero, sobre todo después de los "temporales del Sur".

3. El frente terminal, de la zona activa del depósito eólico de arenas del sector occidental del Campo, se ha retraído más de un kilómetro en 30 años, concretamente entre 1962 y 1991 (figuras 3 y 4).

4. El Campo de Dunas tiene su fuente significativa de alimentación en la Playa de El Inglés.

5. La orilla de la Playa de El Inglés se mantiene prácticamente estabilizada (figura 2).

6. En la Playa de El Inglés hay un superávit en el balance sedimentario del sub-ambiente más interno, afectado directamente por la hidrodinámica marina.

#### **Escenario geográfico de las pretendidas extracciones de arenas.**

Las pretendidas extracciones de arenas se localizarían sobre la plataforma S-SW de la Isla de Gran Canaria, en la vertical de la Punta de Pasito Blanco, a unos 7 kilómetros de la orilla (figura 5). El banco sumergido seleccionado de áridos se encuentra entre 20 y 30 metros de profundidad, en una situación límite dada por exigencias de la proximidad del talud de la plataforma insular. Las extracciones, posiblemente, se desplazarían hacia zonas de menor profundidad, más cerca de tierra. Para llegar a esta conclusión, basta con examinar la forma elongada de la isobata de 20 metros (figura 5).

La caracterización topográfica, de esta plataforma insular, se puede obtener con el levantamiento de perfiles. El buzamiento real, de una superficie inclinada, es el que se mide en la dirección de máxima pendiente. En cualquier otra dirección las pendientes son menores a la anterior, por lo que reciben el nombre de buzamientos aparentes. Algo similar ocurre con el levantamiento de perfiles batimétricos. La pendiente significativa, y su forma geométrica, entre un determinado sector sumergido y la orilla emergente del litoral, corresponde al corte topográfico que represente la menor distancia horizontal entre ambos. La dirección de este perfil significativo se ajusta bien a la perpendicular a la orilla, enfrentada al sector sumergido en cuestión.

Según lo anterior, y conforme a la figura 5, retomada de López Jurado (1993), se puede deducir que el perfil 1 carece de interés, en relación con la zona propuesta para la extracción de áridos

(Zona A de la figura 5), mientras que el perfil 2 corresponde a un corte, levantado de forma tal, que no revela ni la pendiente ni la geometría real de la plataforma insular.

En cierta medida, el perfil 2 sería el caso análogo de una pendiente superficial inclinada, en una dirección distinta a la de máximo buzamiento, cuando lo que interesa pudiera estar relacionado con la dirección de la línea de máxima pendiente. Este perfil fue utilizado por Losada (1995) para justificar que la extracción de arenas no tendría impacto sobre las playas que se encuentran aguas arriba.

En la figura 5 se ha sobrepuesto lo que podría ser un corte significativo de la plataforma insular, a escala local, según la dirección de mínima distancia entre la orilla emergente y la zona propuesta para la extracción de áridos. Este corte tiene una geometría similar a la de un perfil de equilibrio, característico de fondos arenosos sumergidos, a profundidad somera. No obstante, en este perfil, hay sectores internos de naturaleza rocosa, sin cobertura de arenas. La ausencia de áridos, en esos sectores, se puede deber a que el techo de la formación de rocas, labrado por la erosión, describe una geometría que, fortuitamente, coincide con la del perfil de equilibrio de la deposición de arenas.

Hasta la zona del talud insular, a una distancia próxima a los 8 kilómetros de la orilla, la profundidad no rebasa los 25 metros. Estas profundidades, con depósitos de arenas, son afectadas por los efectos modeladores de los oleajes de los fuertes temporales regionales, sin tener la necesidad de esperar a los temporales de carácter inusitados.

La Dirección General de Costas (1995) utiliza el perfil 2 para concluir que la zona de extracción está en una "cubeta", separada por medio de un "escarpe" de las playas aguas arriba, tanto en relación con el oleaje dominante de componente NE, como con las corrientes litorales medias hacia el SW. El perfil significativo, por lo contrario, pone de manifiesto que dicha cubeta es ficticia y que el "sumidero" se encuentra inmediatamente mar adentro de la zona propuesta de extracción, y se corresponde con el talud de la plataforma insular. En la plataforma insular de Pasito Blanco, todo el depósito de arenas constituye la "sustentación" o, mejor, la "contención" general, del perfil de la Playa de Maspalomas.

La figura 5 muestra que además hay "contenciones" locales del lecho marino, como efectivamente se recoge en el informe de la Dirección General de Costas (1995). Sin embargo, la presencia de estas contenciones locales no suponen barreras que bloqueen los impactos físicos negativos, hacia la Playa de Maspalomas. Esto se basa en dos sencillos análisis:

1. La contención de mayor envergadura se sitúa entre la zona propuesta de extracción y la Playa de Triana, pero no supone ninguna barrera, en la dirección NE, donde se localiza la Playa de

Maspalomas, y de donde proceden las corrientes litorales dominantes. Como se discutirá en su momento, estas corrientes litorales representan unos de los mecanismos que regularían el fondo marino, si éste fuese alterado. Esta regularización conllevaría los impactos físicos negativos en la Playa y en el Campo de Dunas de Maspalomas.

2. Las extracciones de áridos por detrás (hacia mar adentro) de contenciones, provocarían socavamientos responsables de "chupaderos de borde". Estos "chupaderos" en los laterales del obstáculo topográfico, determinarían evacuaciones de arenas, por delante (hacia tierra) de la contención, con el riesgo de que se produzcan todos los impactos físicos negativos, en el contexto de una excavación remontante, hacia la orilla.

#### **Análisis y evaluación de impactos físicos de las pretendidas extracciones de arenas**

##### ***Excavación remontante en la plataforma insular***

La explotación de áridos se comportaría a manera de sumidero adicional, que provocaría una excavación remontante, hacia los fondos limítrofes, en la dirección de procedencia del oleaje dominante y de las corrientes medias litorales. A continuación se discuten las causa y mecanismos de la excavación remontante.

Las causas de la excavación se basan en que las extracciones rompen el perfil de equilibrio geométrico, o hacen que aumente el desequilibrio, respecto al nivel medio del mar, de un fondo no bloqueado (fondo activo). Tanto en el caso de que el perfil se encuentre en equilibrio, o fuera de equilibrio, debe evitarse la perturbación del transporte de áridos que se desarrolla sobre él. Las arenas que se "pierdan" por el transporte sólo se podrían "captar" una vez iniciado el talud.

La existencia de partes del fondo formadas por arenas relativamente consolidadas, por costrificación, indica que no hay una deposición "efectiva" actual, por describir una geometría en equilibrio en relación con los procesos de erosión, transporte y depósito. Esto no impide que sea una zona de trasvase de arenas, aguas abajo.

En el Sur de Gran Canaria, la presencia de un fondo que recientemente se ha ajustado a un perfil de equilibrio se verifica por el banco de arenas sumergidas de Pasito Blanco. Dicho banco se sitúa junto a un talud, que puede actuar a modo de sumidero sedimentario debido al transporte de arenas causado por corrientes litorales. Si no se hubiera ajustado a un perfil de equilibrio, el depósito de arenas no se habría desarrollado, a profundidades donde se dejan sentir, significativamente, los procesos de transporte litoral. Estos perfiles de equilibrio están muy condicionados por las características granulométricas de los áridos y por el oleaje actuante. La ecuación de Dean (1977)

proporciona uno de los perfiles más utilizados. Para aplicar esta ecuación se requieren datos fiables de oleaje, los cuales no se disponen para el Sur de Gran Canaria (Losada, 1995). Sin embargo, la existencia de ripples, a profundidades de 20-25 metros, demuestra un efecto modelador del oleaje (Losada, 1995).

En fondos someros, de arenas sueltas, el perfil de equilibrio evoluciona, en relación con cambios relativos del nivel medio del mar, conforme a la Regla de Bruun (ver, por ejemplo, Komar, 1983). Una vez que se rompiera el perfil de la plataforma insular de Pasito Blanco, o se aumentara su desequilibrio, tras la actuación antrópica de explotación de áridos, se produciría una "reacción" tendente a la recuperación del equilibrio geométrico del fondo. Ésto determinaría una reprofundización avanzante, hacia la orilla, de todo el lecho. O dicho de otro modo, habría una solicitud de arenas, que provocaría la excavación remontante, hacia batimetrías de menores cotas (hacia la playa activa sumergida de Maspalomas). Las velocidades de las corrientes litorales impedirían la deposición "efectiva" de arenas, necesaria para recuperar el perfil.

Los sectores de arenas "costrificadas" suponen, en principio, una protección frente a la excavación remontante, que aparecería como respuesta a una modificación "negativa" del perfil de equilibrio. En realidad, esta acción de resistencia a la excavación es transitoria. La erosión remontante socavaría progresivamente a la "costra". De esta manera, los fondos locales costrificados podrían perder el carácter de "estáticos", y permitir el avance de la excavación.

Los mecanismos para restablecer el perfil de equilibrio roto serían los transportes regidos por las corrientes litorales. En el Archipiélago Canario, comúnmente, los 50-100 primeros metros de la columna de agua se encuentran bien mezclados, y constituyen una capa de mezcla. Esta capa de mezcla se mueve prácticamente toda ella al unísono, debido a la acción del viento y de las mareas. Esto permite inferir que en las zonas de la plataforma insular, con profundidades menores a 50 metros, las corrientes horizontales variarán poco en la vertical.

Desde un punto de vista práctico, las corrientes en la capa de mezcla pueden interpretarse como el resultado de una suma lineal de las corrientes geostróficas, las producidas por los vientos y las determinadas por las mareas. Las corrientes geostróficas adquieren valores típicos de 0,1 a 0,2 m/s, en tanto que las de marea pueden superar los 0,4 m/s. La contribución debida al viento dependerá de la intensidad de éste. Para situaciones características de alisios, puede estimarse en unos 0,2 m/s. Estos valores se confirman con los datos recopilados durante los últimos años, en la plataforma insular, al Sur de la Isla de Gran Canaria (por ejemplo Sangrá et al, 1995, y Martínez, A., 1995) que muestran que las corrientes alcanzan, a menudo, velocidades superiores a 0,5 m/s (figuras 6 y 7).

Las velocidades máximas diarias toman valores entre 0,3 y 0,4 m/s, usualmente, con direcciones hacia el S-SW en zonas relativamente alejadas de la costa. Cerca de ella, la magnitud de las corrientes puede oscilar mucho de una zona a otra, debido a las grandes variaciones que sufre la corriente de marea (A. Martínez, 1995). La dirección de las corrientes costeras es aproximadamente paralela a la costa.

La magnitud de la corriente cercana a la costa es usualmente considerable, incluso a distancias inferiores a 1 km de la orilla. Como ejemplos están las mediciones realizadas con correntímetros, en diversas posiciones cercanas a la costa de Gran Canaria (Martínez, A., 1995). En la mayoría de los casos, las distancias son inferiores a 1 o 2 km (figura 6).

Como un ejemplo más de mediciones de corrientes en la plataforma insular, en el S-SW de Gran Canaria, se muestra la figura 7 (Sangrá et al, 1995). Las observaciones se hicieron del 28 al 29/10/94, y del 4 al 5/11/94. En este caso, la estación se encontraba próxima a la zona de la pretendida extracción, a unos 5 km de la orilla, en las coordenadas  $27^{\circ} 42'15'' \text{ N} - 15^{\circ} 44'48'' \text{ W}$ .

De las anteriores figuras, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Las velocidades medias de los 70 primeros metros de la columna de agua son considerablemente uniformes. A profundidades comprendidas entre los 20 y 30 metros (profundidades previstas para las extracciones) son muy cercanas a los 0,2 m/s para las componentes hacia el SW, y de unos 0,13 m/s hacia el NW. La resultante vectorial de las velocidades medias entre 20 y 30 metros de profundidad, es de 0,24 m/s, hacia el WSW.
2. La componente semidiurna de la corriente de marea es de considerable importancia. Su amplitud es de unos 0,26 m/s, en dirección hacia el SW. Las corrientes que se observan diariamente en esta estación son el resultado de la suma vectorial de la corriente media, hacia el WSW, más la corriente semidiurna de marea, esencialmente dirigida a lo largo del eje NE-SW. Esto ocasiona que las corrientes máximas diarias hacia el NE sean, usualmente, inferiores a 0,05 m/s, mientras que las máximas diarias hacia el SW están cercanas a los 0,5 m/s.
3. INTECSA (1990), en su Campaña de Sondeos Marinos en la Costa E de la Isla de Gran Canaria, y para 16 muestras de arena tomadas en las Playas sumergidas de Maspalomas y de El Inglés, obtiene valores de  $D_{50}$  comprendidos entre 0.22 y 1.03 mm. Conforme con Hjulström (1935), si las arenas sobre el fondo marino corresponden a las descritas por INTECSA (1990), y están afectadas por velocidades cercanas a los 0,5 m/s, se tiene que dar un perfil que está, o que recientemente estuvo, en equilibrio; entre los procesos de erosión, transporte y depósito. En caso contrario, las arenas serían erosionadas y transportadas. La gráfica de equilibrio de Hjulström indica que aún

admitiendo un margen de error por un factor 2, debido a la disminución de las velocidades de las corrientes en puntos muy cercanos al fondo marino, la conclusión anterior no se modifica.

4. El lugar de procedencia de estos áridos queda identificado por las características de los mismos, que son análogas a los de la Playa de Maspalomas, y muy distintas a los de las playas del S-SW (Playas de Triana, de Tauro, de Taurito, etc.). Esto concuerda con las direcciones de las corrientes determinadas a partir de los datos de Sangrá et al. (1995).

Roto el perfil de equilibrio, por profundización, las velocidades de las corrientes, en la plataforma insular, impedirían deposiciones "efectivas" para la recuperación del mismo.

#### *Excavación remontante en el dominio de la playa*

El radio de influencia de las transferencias de áridos, durante el proceso de erosión remontante, puede llegar desde la zona de extracción hasta la orilla de la playa de Maspalomas. Donde las corrientes litorales dejen de ser dominantes, entrarían en juego los transportes causados por las oscilaciones infragravitatorias (las correspondientes a la componente disipativa, del comportamiento morfodinámico de la Playa). El perfil sumergido de la Playa de Maspalomas incrementaría su desequilibrio geométrico: habría un "socavamiento generalizado" que equivaldría a un aumento de profundidad. En consecuencia, se acentuaría la tendencia a recuperarlo, lo que conllevaría una aceleración en el retroceso de la orilla de la Playa de Maspalomas.

Por la Regla de Bruun, habrá una respuesta del conjunto del "sistema playero", para restablecer la curva de equilibrio del perfil. Las arenas próximas a la orilla serían transferidas mar adentro.

#### *Repercusiones en el Campo de Dunas*

Con las transferencias de arena, hacia mar adentro, se acentuaría la inestabilidad interna de la Playa. Esto causaría que el Campo de Dunas reforzase su papel de despensa sedimentaria, al aportar más arena a la Playa para desacelerar, en lo posible, el retroceso de la orilla hacia tierra.

En el caso de que existiera un equilibrio sedimentario en el Campo de Dunas de Maspalomas, todo lo anterior haría que éste se rompiera. Sin embargo, hay argumentos que apuntan hacia un actual desequilibrio, por lo que estos procesos acelerarían el desequilibrio sedimentario.

En cualquier caso, el Campo de Dunas requerirá, para su mantenimiento, mayores aportes de arenas, o se capacitará para recibir nuevos incrementos de sedimentos. Como ya se ha indicado, la principal fuente de alimentación de arenas está en la Playa de El Inglés.

A partir de esta situación, podría ocurrir que la Playa de El Inglés responda al requerimiento de arenas que solicite el Campo de Dunas, o que esta Playa no satisfaga, o no tenga capacidad para

satisfacer, esta demanda añadida de arenas. Ésta última posibilidad es de esperarse debido al actual desequilibrio del Campo de Dunas.

Las observaciones de campo, reflejadas en cartografía, muestran que la Playa de El Inglés no ha sido capaz de frenar el proceso de retracción del frente terminal libre, de la zona activa de la formación eólica de arenas, con un incremento de aportes sedimentarios (figuras 3 y 4).

Si se admite que la Playa de El Inglés no puede satisfacer la demanda añadida de arena, todo el peso de las solicitudes de la Playa de Maspalomas, para amortiguar el incremento de su degradación más interna, corre a cargo de las Dunas de Maspalomas. En este caso, se aceleraría la degradación paulatina del Campo de Dunas.

## CONCLUSIONES

1. Los ambientes más internos de las playas de la zona se encuentran, en la actualidad, con superávit sedimentario: La hiperestabilidad de la Playa de El Inglés es lo que ha permitido la formación del Campo de Dunas. Y la hiperestabilidad de la Playa de Maspalomas, es consecuencia de la alimentación, desde tierra, que le aporta el Campo de Dunas.
2. Actualmente, la orilla de la Playa de Maspalomas se encuentra en retroceso, hacia tierra, sin que lo impida el hecho de que el depósito intermareal se encuentre en superávit sedimentario. El proceso se atenúa por los aportes de arena procedentes del Campo de Dunas, a pesar de encontrarse éste ya en desequilibrio.
3. El resultado neto del transporte de arenas, en la Playa sumergida de Maspalomas, y en su plataforma insular limítrofe, a causa del oleaje y corrientes dominantes, tiene lugar desde el NE hacia el SW. Concretamente se identifican transportes netos desde la Punta de Maspalomas hacia Pasito Blanco. Tras este transporte, la arena se pierde a través del talud de la plataforma insular, que actúa a modo de sumidero sedimentario. Este talud se inicia a profundidades de unos 20 metros.
4. El fondo de arenas de la Playa sumergida, y de la plataforma insular, tiende a ajustarse a un perfil de equilibrio. El desequilibrio de este perfil, por presumibles ascensos del nivel del mar, explica el retroceso de la orilla de la Playa de Maspalomas hacia tierra adentro, como respuesta a la Regla de Bruun. La pretendida extracción rompería el perfil de equilibrio, o aumentaría su desequilibrio, en un fondo de arenas que actúa a modo de contención de la Playa sumergida de Maspalomas, en la dirección de las corrientes máximas litorales (hacia el SW).
5. El fondo arenoso de la plataforma insular actúa a modo de contención (sustentación) de la Playa

sumergida de Maspalomas. La contención se enfrenta al sentido del transporte dominante. Toda extracción de arenas, en el Banco Sumergido de Pasito Blanco, supondría la destrucción de una buena parte de la contención de la Playa sumergida de Maspalomas, y la aparición de una excavación remontante. Las irregularidades batimétricas (bajas) que se interpongan entre la zona a explotar y la orilla de Maspalomas, provocarían procesos de succión hacia la zona del talud, compatibles con la excavación remontante generalizada. Todo esto aceleraría el proceso de retroceso de la orilla de Maspalomas y condicionaría que los procesos sedimentarios y, en consecuencia, las formas de estabilidad en planta y perfil de la Playa de Maspalomas se viesen afectados. Por efecto de compensación sedimentaria, las pretendidas extracciones también afectarían a las Dunas de Maspalomas.

6. La pretendida extracción de arenas, del Banco sumergido de Pasito Blanco, constituye un descriptor de sustentabilidad inadmisibles, o un parámetro excluyente del "Índice de uso".

#### REFERENCIAS

Dean, R. G. (1977) Equilibrium Beach Profiles. U.S. Atlantic and Gulf Coasts. Tech. Rep. No 12. University of Delirio, Newark.

Dirección General de Costas (1995) Informe Complementario sobre el Proyecto de Mejora de la Playa de Las Teresitas (Santa Cruz de Tenerife). Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Vivienda. Madrid. 24 pp.

Gleick, J. (1988) Caos: La Creación de una Ciencia. Seis Bardal, S. A. Barcelona. 358 pp.

Goy, J. L. (1994) Cambios del Nivel del Mar y Procesos Inducidos por el Hombre en Litorales, 61-84. In: Seminario sobre Territorio Litoral y su Ordenación, J. Martínez y D. Casas (Eds.). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

INTECSA (1990) Campaña de Sondeos Marinos en la Costa Este de la Isla de Gran Canaria. Informe interno.

Komar, P. (1983) Handbook of Coastal Processes and Erosion. CRC Press, Boca Raton, Florida.

305 pp.

López Jurado, L. F., y col. (1993) Estudio Biológico de Bancos de Arena en Gran Canaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Informe interno.

Losada, M. y col. (1995) Dictamen sobre la Incidencia de la Extracción de Arena en la Llamada "Zona Alternativa" sobre la Estabilidad de las Playas del Sur de Gran Canaria. Dirección General de Costas. Madrid.

Martínez, A. (1995) La Marea en la Plataforma de Gran Canaria. Memoria de Investigación. Departamento de Física. U.L.P.G.C. 19 pp. más 13 figuras.

Martínez, J. (1985) Dunas de Maspalomas (Gran Canaria): Los Parámetros Morfoscópicos/Granulométricos. Bol. Inst. Geol. Min. 96 (5), 486-491.

Martínez, J. , Carpio, P. , Gómez, M. , Hernández, T. y Mena, A. (1986a) Las Dunas de Maspalomas: Geología e Impacto del Entorno. Excmo. Cabildo de Gran Canaria-Universidad Politécnica de Las Palmas. 151 pp.

Martínez, J. (1986b) Dunas de Maspalomas (Gran Canaria): Naturaleza Petrológica de sus Arenas. Anuario de Estudios Atlánticos C.S.I.C., 32, 785-794.

Martínez, J. (1986c) Determinación de Procesos litorales en Playas de Arenas, según el Contraste de los Valores Granulométricos. Bol. Inst. Esp. Ocean., 3 (3), 17-32.

Martínez, J. y Cárdenes, M. (1987) Cambios Topográficos y Sedimentológicos en las Playas Arenosas de El Inglés y de Maspalomas (Gran Canaria-España). VIIª Reunión sobre el Cuaternario. AEQUA. Santander, 21-26 de Septiembre. Libro de Actas, 223-226.

Martínez, J. (1987) Dinámica Litoral, en el Proyecto de Ampliación y Equipamiento de la Playa de Maspalomas. Demarcación de Costas de Canarias. Dirección General de Costas. Fecha de solicitud de redacción: 18/3/1987.

Martínez, J. (1989a) Accretion-Erosion in the Beaches of the Canary Islands (Spain). In: Coastal Engineering 1988, B. Edge (Ed.). Proceedings American Society Civil Engineers. Vol. 3, Capítulo 203, 2738-2752. New York.

Martínez, J.(1989b) La Evolución Morfodinámica de la Punta de La Bajeta, en la Playa de Maspalomas (Isla de Gran Canaria, España). IX Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sevilla, 25-30 de Septiembre. Libro de Actas. Vol. 1. 235-243.

Martínez, J. (1989c) Informe Morfodinámico, para la redacción del Plan Especial de Ordenación del Litoral, de los Municipios de Mogán y San Bartolomé (Gran Canaria). Redactor Principal: Ricard Pié i Ninot. Gobierno Autónomo de Canarias.

Martínez, J. (1990a) La Provincia Morfodinámica de Morro Besudo-Faro de Maspalomas (Isla de Gran Canaria, España): Conocimiento y Comprensión de sus Procesos Geomorfológicos y Sedimentarios para la Planificación y Gestión de este litoral. 1ª Reunión Nacional de Geomorfología (Teruel, 17-20 de Septiembre), 351-363.

Martínez, J. (1990b) Procesos Dinámicos y Morfológicos en el Campo de Dunas de Maspalomas y en su Entorno (Isla de Gran Canaria). Informe para la Dirección General del Medio Ambiente. Gobierno Autónomo de Canarias.

Martínez, J., Melián, E., Reyes, F., Rúa-Figueroa, C. y Del Toro, C. (1990) Clasificación Climática de las Playas Arenosas de Gran Canaria. 1er. Congreso sobre Oceanografía y Recursos Marinos en el Atlántico Centro-Oriental. Gran Canaria, 28-30 de noviembre. En prensa.

Martínez, J. y Casas, D. (1993) La Dinámica Sedimentaria del Litoral Meridional de Gran Canaria (Islas Canarias-España). In: Libro de Ponencias de las Iª Jornadas Españolas de Costas y Puertos. M. Losada (Ed.), 218-242. Santander, 7 y 8 de Mayo de 1992. Universidad de Cantabria.

Martínez, J. (1994) Cartographic Characterization of the Littoral Camps of Dunes Related to the Arrangement, Planning and Management of this Territories. In: Coastal Dynamics'94. American Society of Civil Engineers. A. Arcilla, M. Stive y N. Kraus (Eds.), 462-475. New York.

Martínez, J. (1995) Estudio del Impacto Ambiental del Proyecto Básico del Plan Especial de Ordenación del Litoral de "Bahía Feliz". Municipio de San Bartolomé de Tirajana (Isla de Gran Canaria). Promotor: Sociedad "Puerto Feliz".

Sangrá, P., San Millán, C., Pelegrí, J.L. y Aristegui, J. (1995). Internal Tides Generation on the Shelf Break of Gran Canaria. European Geophysical Society, Abril de 1995. Hamburgo.

Wright, L. and Short, A. (1983) Morphodynamics of Beaches and Surf Zones in Australia. In: C.R.C. Handbook of Coastal Processes and Erosion. C.R.C. Press. P. Komar (Ed.), 35-64. Boca Raton, Florida.

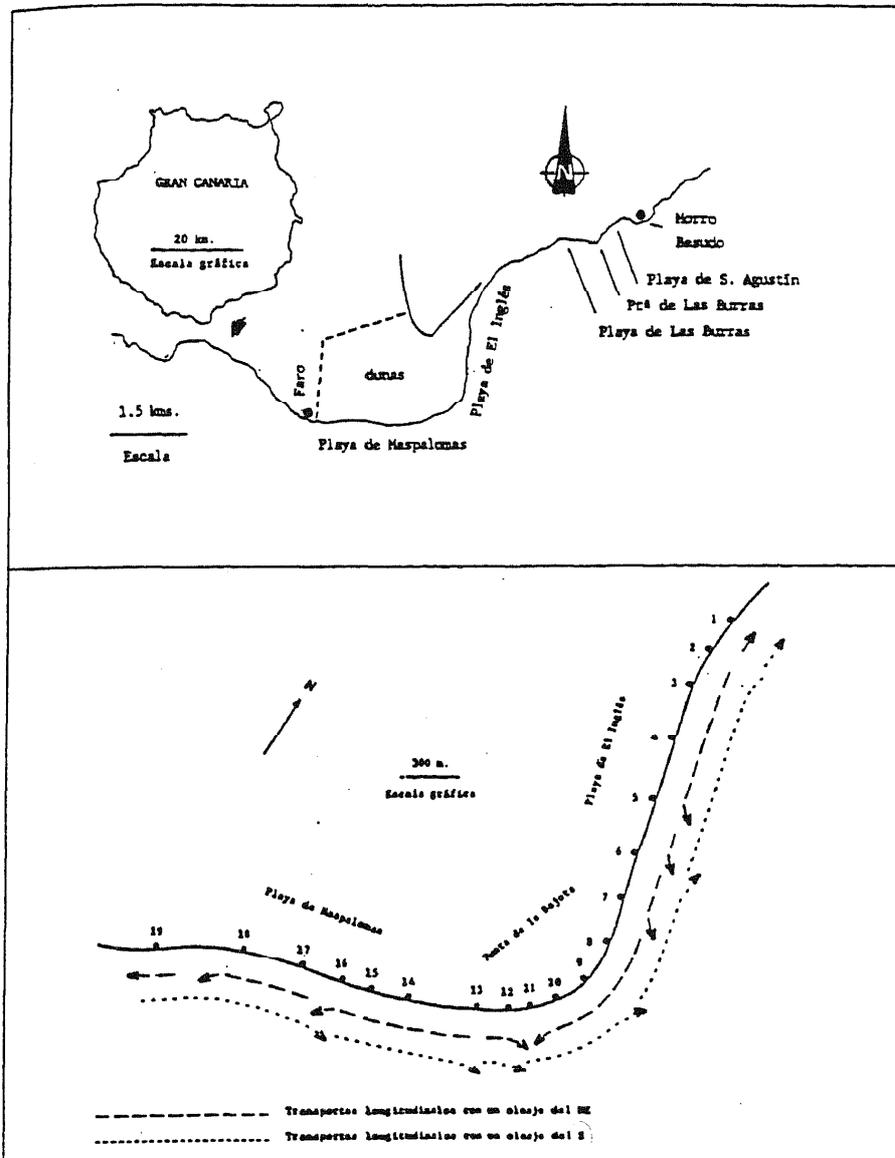


Figura 1

Localización y delimitación de la Playa de Maspalomas, en la Isla de Gran Canaria (España).

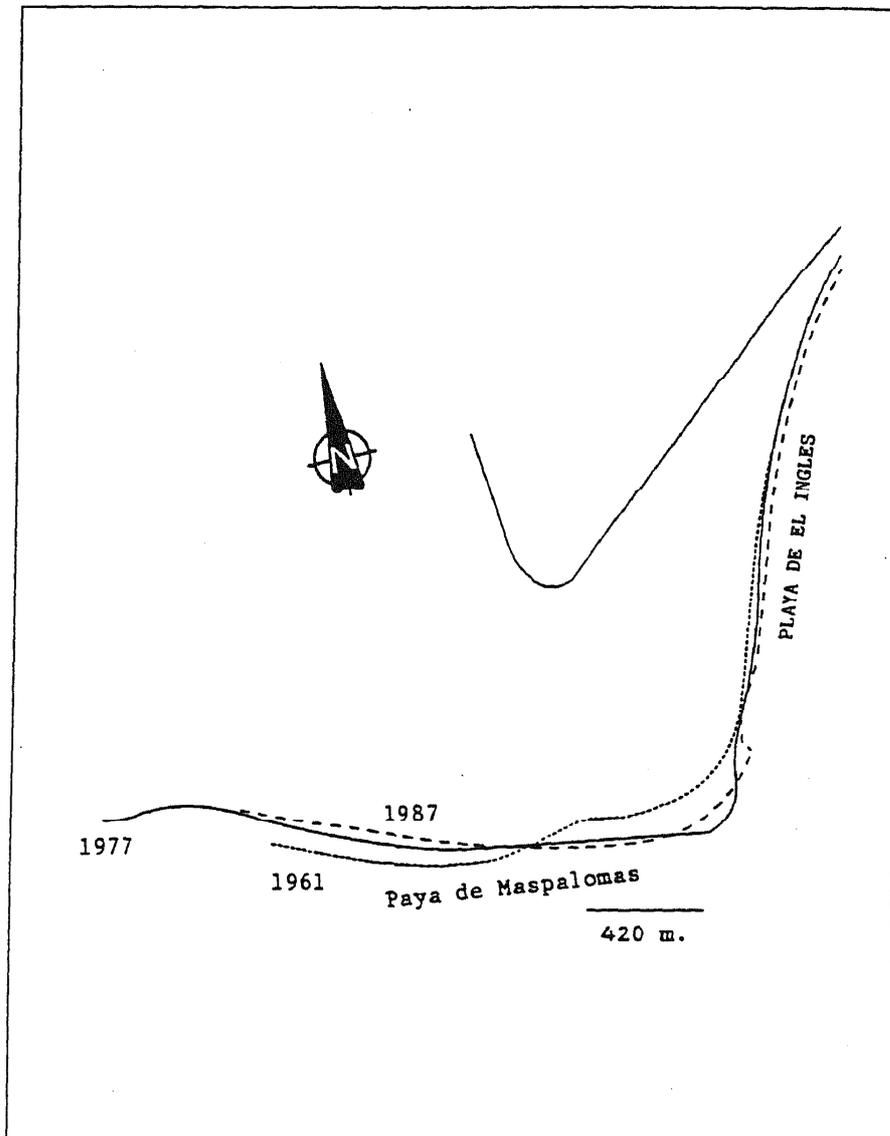


Figura 2

Evolución de la orilla en el entorno del Campo de Dunas de Maspalomas (Isla de Gran Canaria).

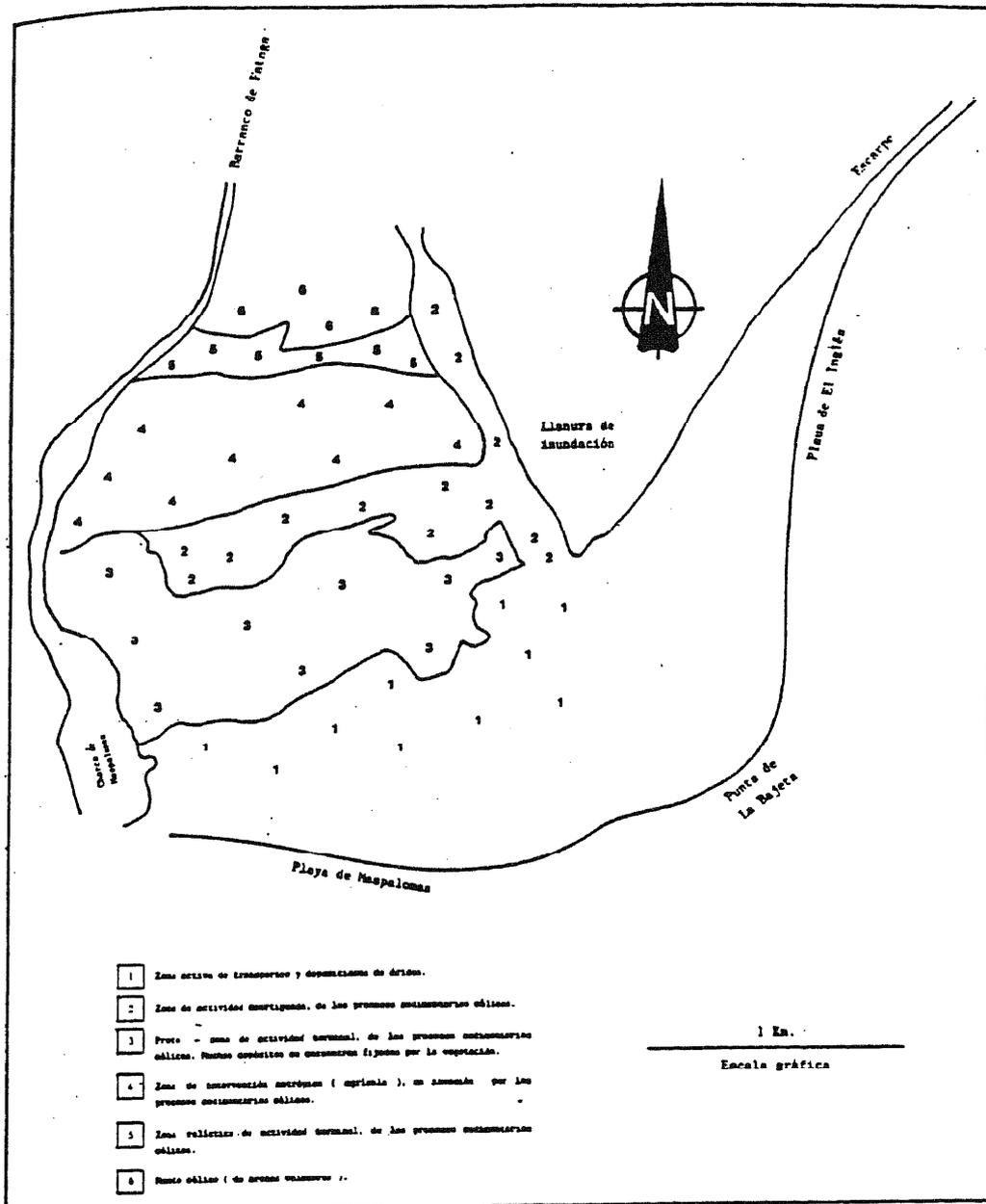
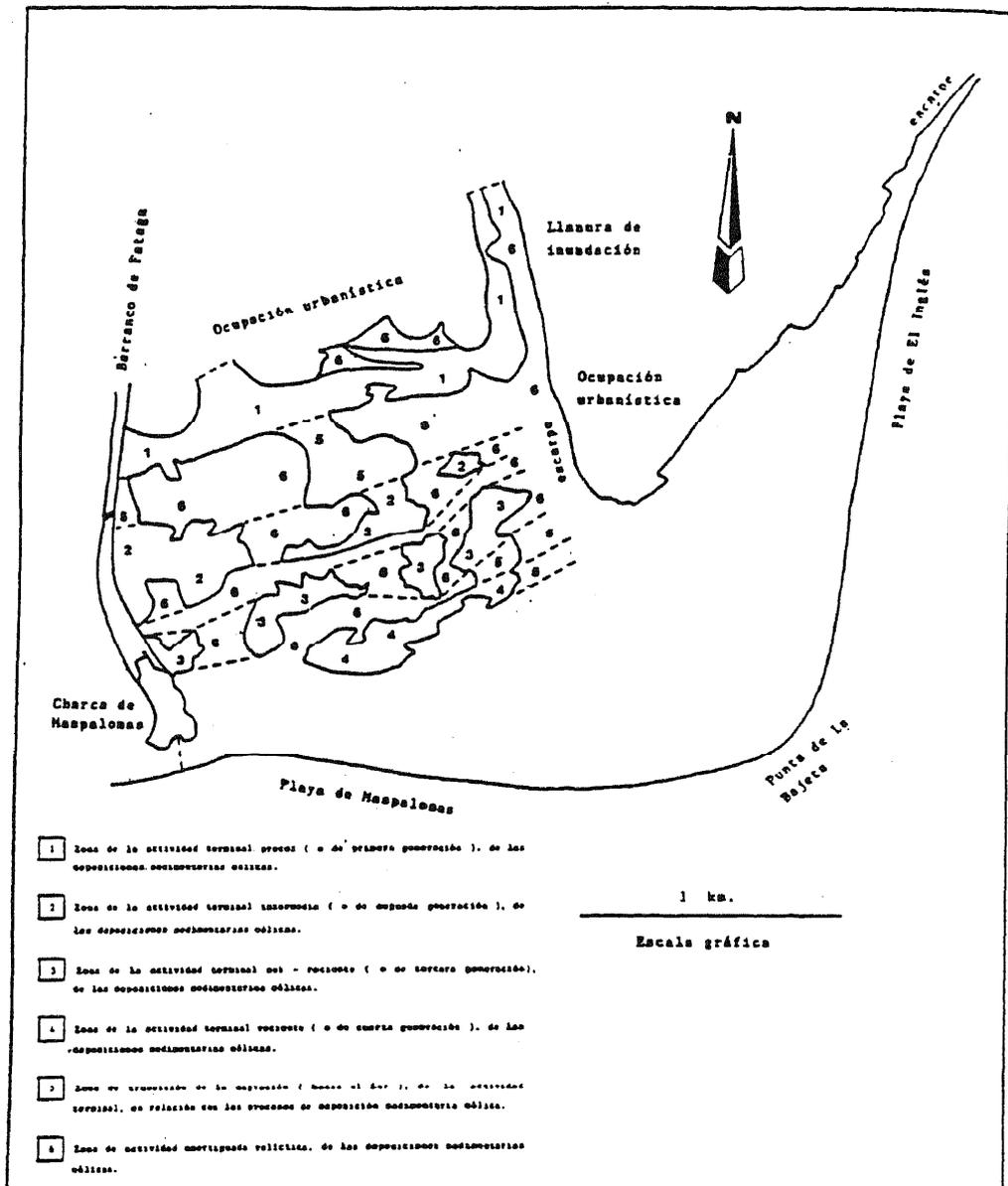


Figura 3

CARTOGRAFIA DE LA ACTIVIDAD TERMINAL DE LOS PROCESOS SEDIMENTARIOS EOLICOS, EN EL CAMPO DE DUNAS DE MASPALOMAS, A PARTIR DE UN MOSAICO DE FOTOGRAFIAS AEREAS ( MARZO DE 1962 ).



CARTOGRAFIA ESPECTRAL DEL CAMPO DE DUNAS DE MASPALOMAS, A PARTIR DE UN MOSAICO FOTOGRAFICO, DE ENERO DE 1991 : FRANJAS TERMINALES DE LAS DEPOSICIONES SEDIMENTARIAS EOLICAS.

Figura 4

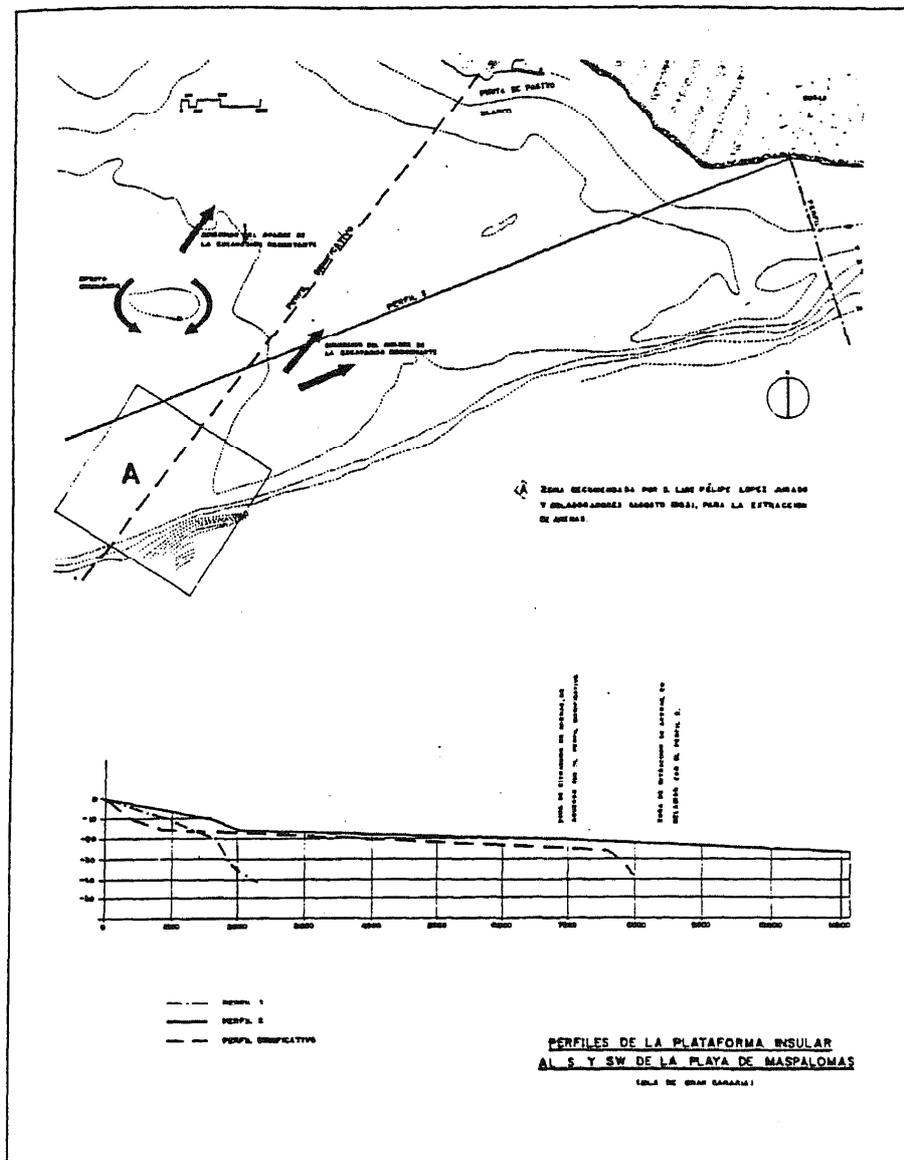


Figura 5

Planta y perfiles del sector que se pretende intervenir, para la explotación de áridos, en el Sur de la Isla de Gran Canaria.

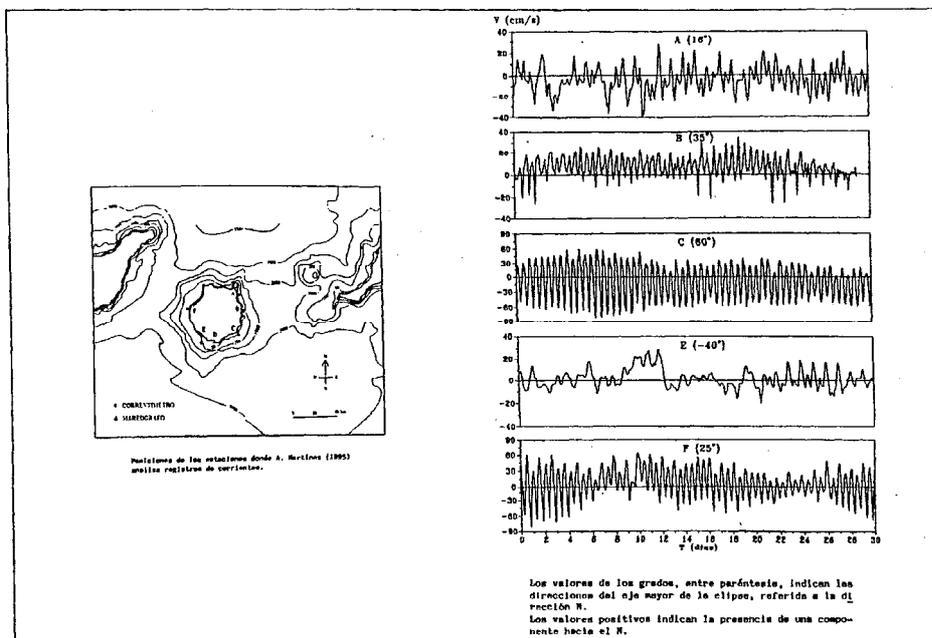


Figura 6: Posiciones y medidas de correntímetros.

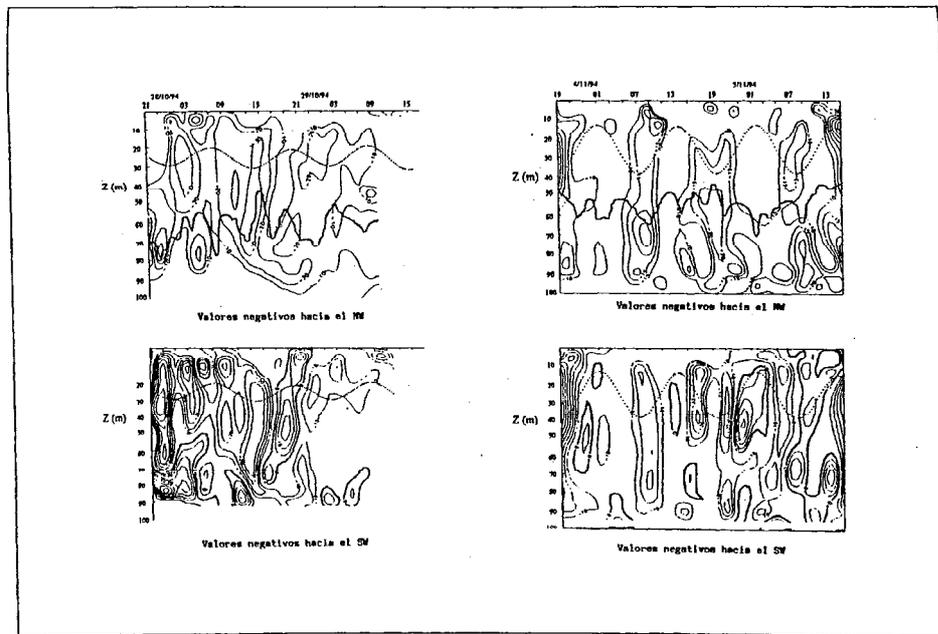


Figura 7: Valores de las corrientes en la Estación E (Gran Canaria).

| Fecha | Perfil 13 | Perfil 14 | Perfil 15 | Perfil 16 | Perfil 18 | Perfil 19 | Conjunto |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|       | P(%) I    | P(%) P    | P(%) I   |
| 12/82 | 2.23 5    | 3.43 5    | 3.53 5    | 3.66 5    | 5.26 3    | 3.93 4    | 3.67 5   |
| 01/83 | 2.13 5    | 3.96 4    | 4.90 4    | 4.33 4    | 5.23 4    | 7.26 2    | 4.63 4   |
| 02/93 | 0.00 5    | 0.80 5    | 0.53 5    | 3.16 5    | 4.46 4    | 2.60 5    | 1.92 5   |
| 03/93 | 1.76 5    | 4.53 4    | 2.66 5    | 5.93 3    | 4.63 4    | 3.86 4    | 3.89 4   |
| 04/93 | 2.66 5    | 5.20 4    | 4.13 4    | 6.16 3    | 5.23 4    | 5.73 3    | 4.85 4   |
| 05/93 | 4.53 4    | 3.33 5    | 1.80 5    | 4.80 4    | 4.63 4    | 2.30 5    | 3.56 5   |
| 06/93 | 7.96 2    | 5.96 3    | 5.90 3    | 7.56 2    | 5.33 3    | 4.46 4    | 6.19 3   |
| 07/93 | 5.40 3    | 5.66 3    | 5.73 3    | 6.86 2    | 4.70 4    | 6.16 3    | 5.70 5   |
| 08/93 | 5.86 3    | 3.46 5    | 5.93 3    | 6.33 3    | 4.40 3    | 6.06 3    | 5.34 3   |
| 09/93 | 6.46 3    | 1.80 5    | 7.33 2    | 5.60 3    | 5.26 3    | 4.26 4    | 5.11 4   |
| 10/93 | 9.80 1    | 5.33 3    | 9.00 1    | 6.33 3    | 4.46 4    | 5.06 4    | 6.66 3   |
| 11/93 | 5.40 3    | 4.06 4    | 9.60 1    | 6.46 3    | 5.73 3    | 1.40 5    | 5.44 3   |

P = pendiente intermareal. I = interpretación morfodinámica.  
1 = reflectivo,, 2 = intermedio, tendente a reflectivo. 3 = intermedio,  
en sentido estricto,, 4 = intermedio, tendente a disipativo,,  
5 = disipativo.

Medidas topográficas y sus significados morfodinámicos.

Tabla 1