

TRANSFORMACIONES INDUCIDAS POR EL DESARROLLO TURÍSTICO EN EL CAMPO DE DUNAS DE MASPALOMAS (GRAN CANARIA, ISLAS CANARIAS)

LUIS HERNÁNDEZ CALVENTO (1), PURIFICACIÓN RUIZ FLAÑO (1), IGNACIO ALONSO BILBAO (2), JAVIER ALCÁNTARA CARRIÓ (3), EMMA PÉREZ-CHACÓN ESPINO (1) Y CARLOS SUÁREZ RODRÍGUEZ (4)

(1) Departamento de Geografía. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
C/ Pérez del Toro, 1 (35003) Las Palmas de Gran Canaria
lhernandez@dgeo.ulpgc.es; pruiz@dgeo.ulpgc.es; eperez@dgeo.ulpgc.es

(2) Departamento de Física. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Campus de Tafira (35017) Las Palmas de Gran Canaria
ialonso@dfis.ulpgc.es

(3) Departamento de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Alfonso X el Sabio
Avda. de la Universidad, 1 (28691) Villanueva de la Cañada, Madrid
jalcacar@uax.es

(4) Servicio de Ordenación de Espacios Naturales Protegidos. Gobierno de Canarias
Edificio de Usos Múltiples II (35003) Las Palmas de Gran Canaria
carlos.suarezrodriguez@gobiernodecanarias.org

RESUMEN

En este trabajo se analizan las transformaciones experimentadas por el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias) desde 1960 hasta la actualidad. La metodología utilizada ha combinado el uso de fotogramas aéreos, imágenes de satélite y trabajo de campo. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que, a lo largo de este periodo, se han reducido los aportes de sedimentos hacia el campo de dunas, coincidiendo con el desarrollo turístico. El déficit de arena se ha traducido en la fijación de dunas, el incremento de las áreas de deflación, la reducción de la altura de las dunas y el alejamiento del primer cordón transversal respecto a la línea de playa.

Palabras clave: Dunas de Maspalomas, geomorfología eólica, áreas de deflación, desarrollo turístico, Gran Canaria, Islas Canarias.

ABSTRACT

In this paper the transformations experienced in the field of dunes of Maspalomas (Gran Canaria, Canary Islands) since 1960 to nowadays are analyzed. The methodology has combined the use of aerial photographs, images of satellite and field work. The results reveal that, along this period, the contributions of sediments to the field of dunes have diminished, coinciding with the tourist development. The deficit of sand has produced the fixation of dunes, the increase of the deflation areas, the reduction of the height of the dunes and the withdrawal of the first transverse ridge with regard to the beach line.

Keywords: Dunes of Maspalomas, wind geomorphology, deflation areas, tourist development, Gran Canaria, Canary Islands.

1. Introducción

La interacción de factores ambientales que se produce en los ámbitos costeros determina una gran variedad de procesos que hace de estos espacios áreas de elevada fragilidad natural (Andrés y Gracia, 2000). En las últimas décadas, la continua ocupación del litoral por parte de la sociedad humana y el desarrollo de actividades y usos ajenos a este medio han alterado su dinámica natural (Paskoff, 1998), incrementando gravemente esta fragilidad.

Especialmente importante ha sido la modificación de los litorales arenosos, pues han sido el reclamo para el asentamiento de actividades e infraestructuras turísticas (Nonn, 1987). En estos últimos, uno de los sistemas más complejos y, en consecuencia, más frágiles, son los espacios dunares. A su dinámica natural, controlada por el campo de vientos, las características de los sedimentos, la vegetación, la humedad ambiental y la topografía, se ha unido una agresiva ocupación humana que ha originado modificaciones en su dinámica y evolución (Nordstrom, 1994 y 2002), y que, en muchos casos, ha conducido a su desaparición (Paskoff, 1998).

El sistema dunar de Maspalomas es uno de estos campos de dunas litorales. Reserva Natural Especial desde 1994, ha sido un destino turístico muy atractivo por su vinculación a las Playas del Inglés y de Maspalomas. Desde hace unos años, un equipo multidisciplinar vinculado al Grupo de Geografía Física y Medio Ambiente de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria viene desarrollando estudios centrados en las transformaciones experimentadas por este espacio en las últimas décadas, vinculadas a su desarrollo turístico. En este trabajo se presentan la metodología utilizada y algunos de los resultados obtenidos hasta el momento, aportando un diagnóstico final sobre el estado actual de este sistema dunar.

2. Área de estudio

El estudio se ha realizado en el campo de dunas de Maspalomas ([figura 1](#)). Ubicado en el extremo meridional de Gran Canaria, se extiende sobre una superficie de 4 km² y constituye hoy el único sistema dunar activo de la isla. Las morfologías dominantes en su interior son las dunas

Hernández Calvento, L., Ruiz Flaño, P., Alonso Bilbao, I., Alcántara Carrió, J., Pérez-Chacón Espino, E., Suárez Rodríguez, C. (2003): "Transformaciones inducidas por el desarrollo turístico en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 127-142. ISSN: 1578-5157

barjanas y los cordones transversales, existiendo sectores donde la movilidad es muy reducida o inexistente en la actualidad. Junto a estas morfologías dunares, destacan la presencia de un *lagoon*, de elevado interés botánico y faunístico, y la existencia de una playa de 6 km de recorrido continuo, conocida como Playa de Maspalomas, en su exposición sur, y Playa del Inglés, en su exposición este.

El clima es cálido y seco (Marzol, 1987). Las precipitaciones anuales no superan los 100 mm, siendo muy irregulares en su distribución estacional y anual. La temperatura media se sitúa en torno a los 23°C. Los vientos dominantes son los alisios, de dirección NE, con velocidades medias en torno a 24-28 km/h (Naranjo, 1999). La vegetación está compuesta por especies psammófilas y halófilas, que conforman comunidades cuya distribución y cobertura se encuentra condicionada por la existencia de agua, la presencia de sal y la movilidad del sustrato arenoso.

Desde 1982 este espacio ha contado con diferentes figuras de protección, siendo declarado Reserva Natural Especial en 1994. No obstante estas figuras, la presión antrópica que experimenta este sistema se ha incrementado progresivamente desde que se iniciara su desarrollo turístico en los años sesenta del siglo XX. Así, en la actualidad casi todo su perímetro externo se encuentra urbanizado (urbanización del Inglés, campo de golf y urbanización de Maspalomas), estimándose en 3.000.000 el número de usuarios que anualmente visita las playas aledañas.

3. Metodología

El estudio de las transformaciones experimentadas por este espacio ha requerido de la utilización de una metodología ([figura 2](#)) que permitiera combinar la perspectiva temporal del conjunto del espacio con la obtención de información, lo más detallada posible, sobre la evolución y el comportamiento actual y pretérito de cada una de las variables naturales que contribuyen a su configuración. En definitiva, se trataba de diseñar un esquema que permitiera caracterizar el funcionamiento del sistema en diferentes momentos temporales con el fin de determinar los grandes cambios evolutivos y aproximarnos a las causas de estos cambios.

La información temporal ha sido suministrada por fotogramas aéreos e imágenes digitales. Por su parte, el estudio detallado de las geoformas ha requerido la utilización de herramientas específicas en algunas ocasiones.

3.1. Fotointerpretación

Para el análisis de la evolución temporal de este campo de dunas se ha trabajado con documentos georreferenciados elaborados a partir de la superposición de los fotogramas aéreos correspondientes a distintos vuelos. Aunque Maspalomas dispone de vuelos fotogramétricos desde 1948, se han seleccionado sólo aquellos que, realizados en los últimos cuarenta años, tenían una escala nominal similar y ofrecían la posibilidad de realizar correcciones geométricas ajustadas. Estas condiciones eran cumplidas por las fotografías aéreas correspondientes a los años 1962, 1977,

Hernández Calvento, L., Ruiz Flaño, P., Alonso Bilbao, I., Alcántara Carrió, J., Pérez-Chacón Espino, E., Suárez Rodríguez, C. (2003): "Transformaciones inducidas por el desarrollo turístico en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 127-142. ISSN: 1578-5157

1987, 1989, 1994, 1995 y 1998, contando con el resto de vuelos (1948, 1959, 1960, 1961, 1963 y 1996) como documentos de apoyo.

Para eliminar la falta de ajuste entre las fotografías, todas ellas fueron llevadas a un sistema de georreferencia común (Moore, 2000). Con este fin se escanearon todas las imágenes y se realizó su corrección geométrica, utilizando 20 puntos de control para los centros útiles. La cartografía de referencia fue la realizada por el Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria (1962 y 1977) y por GRAFCAN (1996), todas a escala 1:5.000.

Una vez conseguidos los ajustes, los documentos derivados fueron superpuestos para obtener las imágenes georreferenciadas finales, que se establecieron para cuatro épocas que, atendiendo a la evolución del sistema dunar y de la ocupación humana del área, se consideran importantes. Estas épocas son:

1. Principios de los años 60, a partir de la fotografía de 1962, y el apoyo de los fotogramas de los años 1959, 1960, 1961 y 1963
2. Finales de los años 70, construida a partir del vuelo de 1977
3. Finales de los años 80, considerando los vuelos de 1987 y 1989
4. Años 90, con los vuelos de 1994, 1995 y 1998, y el apoyo del vuelo de 1996

La interpretación de estas imágenes permitió conocer el estado del área de estudio en cada uno de estos momentos. Entre los trabajos más importantes destaca la delimitación de unidades sedimentarias dentro del sistema y el análisis de sus variaciones espacio-temporales, así como la identificación de formas y procesos (geoformas dunares, vegetación, áreas de deflación y pasillos de sombra eólica, y elementos humanos).

3.2. Imágenes digitales

Con el fin de complementar y mejorar la información de las fotografías aéreas, se utilizaron también imágenes digitales correspondientes a dos momentos temporales diferentes. La primera es una imagen multiespectral captada en 1993 por el sensor ATM (Advanced Thematic Mapper) del INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial), de 1.75 m de resolución espacial. La segunda corresponde a julio de 2000 y pertenece al IKONOS, de Space Imaging, con una resolución espacial nominal de 1 m. Sobre ellas se realizaron filtrados direccionales y mejoras visuales, que permitieron obtener un mayor número de detalles. Al igual que se hiciera con las fotografías aéreas, se procedió a la corrección geométrica de ambas imágenes.

3.3. Geoformas eólicas

La interpretación, tanto de las fotografías aéreas como de las imágenes digitales, ha suministrado información muy valiosa para comprender el funcionamiento geomorfológico del sistema a lo largo del tiempo, información que ha sido complementada con el trabajo de campo para caracterizar el estado y la dinámica actuales.

Por lo que respecta al primer aspecto, sobre los documentos fotográficos corregidos se identificaron y siguieron, temporal y espacialmente, las unidades sedimentarias que pueden establecerse en el sistema dunar. También se prestó especial atención a algunos elementos decisivos para comprender la evolución del sistema. Y así, sobre las imágenes más antiguas se identificaron ya formas dunares y espacios interdunares, incorporándose posteriormente nuevos elementos de estudio. Entre estos últimos destacamos la presencia de pasillos de sombra eólica y de áreas de deflación asociadas a las infraestructuras de playa, cuyas dimensiones pueden medirse fácilmente sobre los fotogramas. Asimismo, sobre estos documentos se pudo realizar el seguimiento de la distancia entre la playa alta y el primer cordón transversal de dunas móviles, aspecto tomado como indicador de las variaciones sedimentarias del sistema litoral (Ojeda, 2000). Para esta medición se consideraron como elementos fijos de referencia los ejemplares de *Traganum moquinii* existentes en Playa del Inglés, midiendo en cada documento la distancia que los separaba del espacio interdunar situado a sotavento del primer cordón transversal.

Con el fin de completar la evolución geomorfológica se procedió a realizar perfiles topográficos que mostrasen la pérdida o ganancia de arena del sistema entre dos o más de los momentos claves. Para ello, se realizaron perfiles altimétricos sobre la cartografía existente (1962 y 1996). En cada sector del sistema se realizaron tres trazados paralelos y se interpolaron los puntos intermedios para garantizar un cálculo más adecuado. Como valor altitudinal de cada sector se tomó el valor medio de los perfiles realizados. Finalmente, se calculó el volumen de arena para cada época y unidad, considerando la existencia de una superficie homogénea en la base. Ello permitiría posteriormente calcular la pérdida o ganancia media de sedimentos tanto a nivel global como para cada una de las unidades.

Además de los aspectos mencionados, se han realizado otros análisis que quedan fuera de los objetivos del trabajo que aquí se presenta, pero que han contribuido de forma notable a la reconstrucción del sistema en momentos precedentes. Entre ellos destacamos los siguientes: seguimiento de la velocidad del desplazamiento de las dunas; caracterización de la vegetación actual y seguimiento de su variación espacial y fisionómica a lo largo de estas cuatro décadas; análisis climático detallado (especialmente se estudiaron las variaciones diarias y estacionales del viento), análisis de suelos (textura, conductividad eléctrica y pH), y determinación de los materiales geológicos –arenas y rocas sedimentarias- mediante análisis petrográfico.

4. Resultados obtenidos

El análisis de las imágenes ha permitido seguir los grandes cambios experimentados por la evolución superficial de las principales unidades sedimentarias detectadas en el sistema para los primeros años de nuestro análisis. En el documento relativo a 1962, estas unidades eran 10, pudiendo ser agrupadas en cuatro grandes sectores ([figura 3](#)):

A. Franja del Inglés. Desde un punto de vista espacial comprende toda la Playa del Inglés y las dunas más cercanas a esta playa. Su localización a barlovento la configura como el área de entrada de arenas en el sistema (Martínez, 1990).

Hernández Calvento, L., Ruiz Flaño, P., Alonso Bilbao, I., Alcántara Carrió, J., Pérez-Chacón Espino, E., Suárez Rodríguez, C. (2003): "Transformaciones inducidas por el desarrollo turístico en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 127-142. ISSN: 1578-5157

B. Terraza sedimentaria, unidad geomorfológica situada a una altura media de 25 m. Los sedimentos conseguían rebasarla para entrar en el sistema. Hoy se asienta sobre ella una urbanización turística.

C. Interior del sistema dunar, donde podían detectarse distintas áreas en función de la mayor o menor llegada de arenas, que se traducían en la movilidad de las dunas existentes.

D. Sector occidental, donde finaliza el tránsito de las arenas después de atravesar el sistema dunar. Incluye el Barranco y la Charca de Maspalomas así como la playa del mismo nombre.

Del análisis temporal se desprende que las mayores transformaciones tienen lugar desde comienzos de los años sesenta hasta fines de la década de los setenta, coincidiendo con el desarrollo urbano y turístico de esta área, y que afectan principalmente a las unidades del interior del sistema y de la terraza sedimentaria. En la [tabla 1](#) se recogen los cambios de extensión registrados en estas unidades entre ambas fechas.

Por lo que respecta a la terraza, en 1977 desaparece como unidad sedimentaria propiamente dicha, pues pasa a ser ocupada, prácticamente en su totalidad, por la urbanización del Inglés ([figura 4](#)). Sólo quedará de ella una pequeña zona al sur (B5, 2.35% del total del sistema), que tras la ocupación urbana aparece como área individualizada, en la que se distinguirán algunos depósitos sedimentarios de vórtice, susceptibles de alimentar determinadas áreas del interior del sistema.

El otro gran cambio tiene lugar en el interior del sistema, donde se han podido reconocer tres grandes modificaciones. La primera es la reducción experimentada por el espacio de dunas móviles más septentrionales (C6). Su fuente de alimentación eran las arenas que conseguían rebasar la terraza sedimentaria. La ocupación urbana de esta última, y la consiguiente eliminación de su banco de arenas (B4) condujo a la fijación de muchas de ellas. Éstas pasan de ocupar el 23.5% en 1962 al 18.1% en 1977. No obstante, en esta última fecha todavía se mantiene una extensión importante del espacio más interno ocupado por dunas móviles. Hoy en día, si bien sus límites espaciales no han cambiado mucho, ya no puede hablarse de movilidad de las arenas, sino que se trata de un sector de dunas fijas, con pequeños enclaves de movilidad residual, y un espectacular desarrollo de la vegetación.

La segunda alteración se produce en la subunidad denominada "sector de las hoyas" (C7). Ubicada al sur de la anterior, se caracteriza por la aparición de arenas húmedas originadas por la capilaridad del agua del mar, pero con aportes eólicos y formas dunares libres. En 1962 este sector se reducía al 2% del espacio para pasar a ocupar, tan sólo quince años después, el 13%. La razón hay que buscarla en los menores aportes de arena desde la construcción de la terraza sedimentaria. Finalmente, el tercer cambio afecta a las dunas móviles más próximas al litoral (C8), cuya extensión disminuye debido al incremento de los sectores más inmediatos, como el de las hoyas.

Todos estos datos confirman el enorme impacto originado por el desarrollo urbano de la terraza del Inglés, alterando la dinámica sedimentaria que existía en la misma, pero también

Hernández Calvento, L., Ruiz Flaño, P., Alonso Bilbao, I., Alcántara Carrió, J., Pérez-Chacón Espino, E., Suárez Rodríguez, C. (2003): "Transformaciones inducidas por el desarrollo turístico en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 127-142. ISSN: 1578-5157

bloqueando la entrada de arenas a los sectores del sistema situados a sotavento, como eran las dunas móviles del interior o el sector de las hoyas.

Desde su urbanización el sistema sigue evolucionando para adaptarse a esta nueva situación. Así, aunque no se producen notables cambios superficiales en las unidades, en el interior de algunas de ellas asistimos a un importante desarrollo de geofomas que anuncian un déficit importante de arena ([figura 5](#)). Una de las pruebas más evidentes es el progresivo incremento experimentado por las áreas de arenas húmedas en el conjunto del sistema, en detrimento de las arenas secas. En la [figura 6](#) se puede apreciar cómo su extensión se ha duplicado desde 1977 hasta el año 2000. Y si bien es cierto que tan sólo ocupan el 6% del total, su tasa de incremento no deja de ser preocupante, pues sólo puede ser explicada con base en procesos de deflación asociados a unos menores aportes de arena. Las áreas de deflación son más abundantes en el sector del Inglés, donde se asocian a los pasillos de sombra eólica generados por los kioscos de playa (Suárez y Hernández, 1998, Hernández *et al.*, 2002a).

Los perfiles altimétricos realizados a partir de la cartografía de los años 1962 y 1996 siguen en la misma línea de evidenciar el déficit de sedimentos ([figura 7](#)). La pérdida de altura de la lámina de arena es de 1.09 m para todo el sistema. Pero las diferencias son muy notables entre las diferentes unidades. La mayor pérdida se registra en el sector de dunas móviles, con decrecimientos en torno a los 2 m de altura de la arena. Le sigue en importancia el sector sur de Playa del Inglés, donde la pérdida ronda 1.5 m, cifra muy a tener en cuenta por cuanto se trata del área de entrada de los sedimentos al sistema. Otros sectores, como las hoyas o la playa de Maspalomas, se acercan a las pérdidas medias. Como es lógico, en aquellos sectores donde la colonización vegetal ha sido importante, incluso fijando las dunas, los valores alcanzados son más reducidos.

Sin duda es la Franja del Inglés una de las más castigadas por esta pérdida de sedimentos, lo que representa una situación crítica pues, como ya se ha comentado, constituye el área de entrada de arenas. Las imágenes analizadas han permitido comprobar que, como consecuencia de la expansión de las áreas de deflación, ocupadas por arenas húmedas, y de la disminución de la altura de la lámina de arena, se produce el progresivo alejamiento de la primera línea de dunas respecto a la línea de costa ([figura 8](#)). Este alejamiento responde a una función exponencial ([figura 9](#)), que explica un incremento de la distancia acorde con la velocidad de desplazamiento de la duna en ese punto.

5. Discusión y conclusiones

La conversión de los fotogramas aéreos en documentos georreferenciados, así como el análisis de las imágenes de satélite, han sido herramientas decisivas en la interpretación de la evolución del área de estudio a lo largo de estas cuatro décadas, ofreciendo la posibilidad de captar las grandes modificaciones, pero también de visualizar cuestiones de detalle.

La utilización de estas imágenes ha permitido definir los grandes cambios producidos en el campo de dunas de Maspalomas. Estos cambios pueden resumirse en los siguientes: estabilización de las dunas interiores, acompañándose lógicamente de un notable incremento de la cubierta

Hernández Calvento, L., Ruiz Flaño, P., Alonso Bilbao, I., Alcántara Carrió, J., Pérez-Chacón Espino, E., Suárez Rodríguez, C. (2003): "Transformaciones inducidas por el desarrollo turístico en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 127-142. ISSN: 1578-5157

vegetal; expansión de las áreas ocupadas por arenas húmedas y áreas de deflación; disminución de la altura de las acumulaciones arenosas y alejamiento de la primera línea de dunas respecto de la trasplaya. Todos estos cambios apuntan hacia una notable reducción en los aportes eólicos que llegan al sistema, cuyo inicio coincide, según los documentos analizados, con la urbanización de la terraza sedimentaria del Inglés.

Sin embargo, este proceso urbanizador es el claro responsable de las modificaciones ocurridas a sotavento de la terraza o en áreas más o menos próximas, como puede ser la expansión de las dunas fijas en detrimento de las arenas móviles. Otros cambios, sin embargo, no pueden ser tan claramente explicados por la ocupación urbana. Eso es lo que ocurre con la reducción del perfil de la arena en sectores donde el viento no se ve afectado por la terraza sedimentaria o el progresivo alejamiento de la primera línea de dunas. Las razones de estos últimos no han sido aclaradas suficientemente todavía. Entre las hipótesis manejadas se sitúa el que puede tratarse de una adaptación del sistema en respuesta a la modificación de los flujos eólicos por las edificaciones, o bien a menores aportes de arenas originadas por intervenciones en la línea de costa cercana (Hernández *et al.*, 2002b).

En cualquier caso, del ritmo de las transformaciones puede inferirse una rápida capacidad de respuesta y de transformación de este sistema a cualquier intervención, próxima o más alejada, que pudiera interferir en su funcionamiento, aspecto éste que debe ser tenido en cuenta en futuras actuaciones sobre el litoral gran canario.

Referencias bibliográficas

- Andrés, J. R. y Gracia, F. J. (2000, Eds.): *Geomorfología litoral. Procesos activos*. Madrid, Monografías de la Sociedad Española de Geomorfología, 7.
- Hernández, L., Ruiz, P., Pérez-Chacón, E., Suárez, C., Alonso, I. y Alcántara, J. (2002): "Pasillos de sombra eólica generados por los kioscos de Playa del Inglés (Gran Canaria). Resultados preliminares", en Serrano, E., García de Celis, A., Guerra, J. C., Morales, C. G. y Ortega, M. T. (Eds.): *Estudios recientes (2000-2002) en Geomorfología. Patrimonio, montaña y dinámica territorial*. Valladolid, Sociedad Española de Geomorfología y Departamento de Geografía de la Universidad de Valladolid, pp. 141-148.
- Hernández, L., Alonso, I., Ruiz, P., Pérez-Chacón, E., Suárez, C. y Alcántara, J. (2002): "Decadal environmental changes on the dune field of Maspalomas (Canary Islands): Evidences of an erosive tendency", en Veloso-Gomes, F., Taveira-Pinto, F. y Das Neves, L. (Eds.): *Littoral 2002. The Changing COSAT*. Oporto, EUROCOAST, pp. 519-527.
- Martínez, J. (1990): "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", *I Reunión Nacional de Geomorfología*, pp. 351-363.
- Marzol, M. V. (1987): *Las precipitaciones en las islas Canarias*. La Laguna (S/C de Tenerife), Secretariado de Publicaciones de la Universidad de la Laguna.
- Moore, L. J. (2000): "Shoreline mapping techniques", *Journal of Coastal Research*, 16, 1, pp. 111-124.

Hernández Calvento, L., Ruiz Flaño, P., Alonso Bilbao, I., Alcántara Carrió, J., Pérez-Chacón Espino, E., Suárez Rodríguez, C. (2003): "Transformaciones inducidas por el desarrollo turístico en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 127-142. ISSN: 1578-5157

Naranjo, R. (1999): *Maspalomas, Reserva Natural. Las Palmas de Gran Canaria*. Las Palmas de Gran Canaria, Ayuntamiento de San Bartolomé de Tirajana.

Nonn, H. (1987): *Geografía de los litorales*. Madrid, Akal.

Nordstrom, K. F. (1994): "Beaches and dunes of human-altered coast", *Progress Phys. Geogr*, 18, 4, pp. 497-516.

Nordstrom, K. F. (2002): "The role of humans in transforming coastal landscapes", *Journal of Coastal Research*, Special Issue 36.

Ojeda, J. (2000): "Métodos para el cálculo de la erosión costera. Revisión, tendencias y propuestas", *Boletín de la AGE*, 30, pp. 103-118.

Paskoff, R. (1998): *Les littoraux. Impacts des aménagements sur leur évolution*. Paris, Armand Colin, 260 pp.

Suárez, C. y Hernández, L. (1998): "Impactos ambientales provocados por los equipamientos turísticos en los ecosistemas dunares", *Medio Ambiente Canarias*, 7, pp.16-18.

TABLAS

Tabla 1. Principales cambios superficiales en el sistema dunar de Maspalomas (1962-1977)

Unidades sedimentarias	1962 (m ²)	% del total del sistema dunar	1977 (m ²)	% del total del sistema dunar
Terraza sedimentaria	329885	8.23	0	0
Dunas móviles interiores	942652	23.5	658220	18.14
Sector de las hoyas	76746	1.91	470699	12.97
Dunas móviles litorales	853743	21.30	609322	16.79

Hernández Calvento, L., Ruiz Flaño, P., Alonso Bilbao, I., Alcántara Carrió, J., Pérez-Chacón Espino, E., Suárez Rodríguez, C. (2003): "Transformaciones inducidas por el desarrollo turístico en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 127-142. ISSN: 1578-5157

FIGURAS

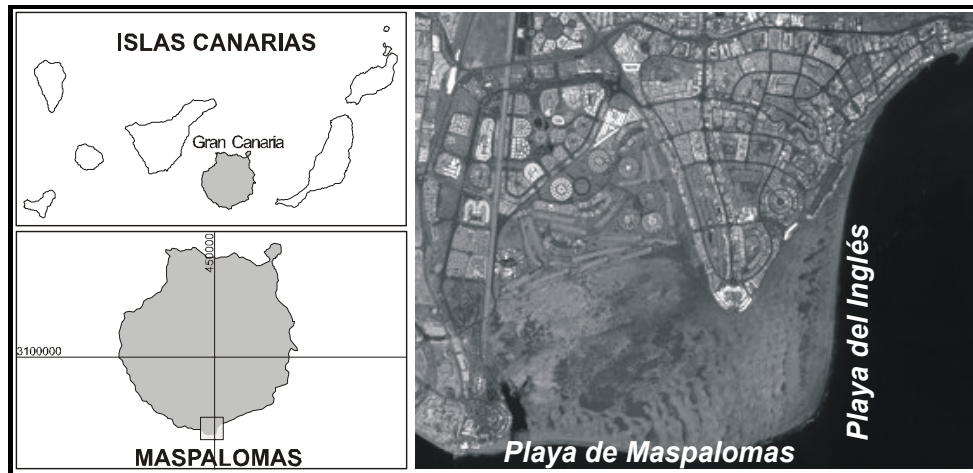


Figura 1. Croquis de localización del área de estudio

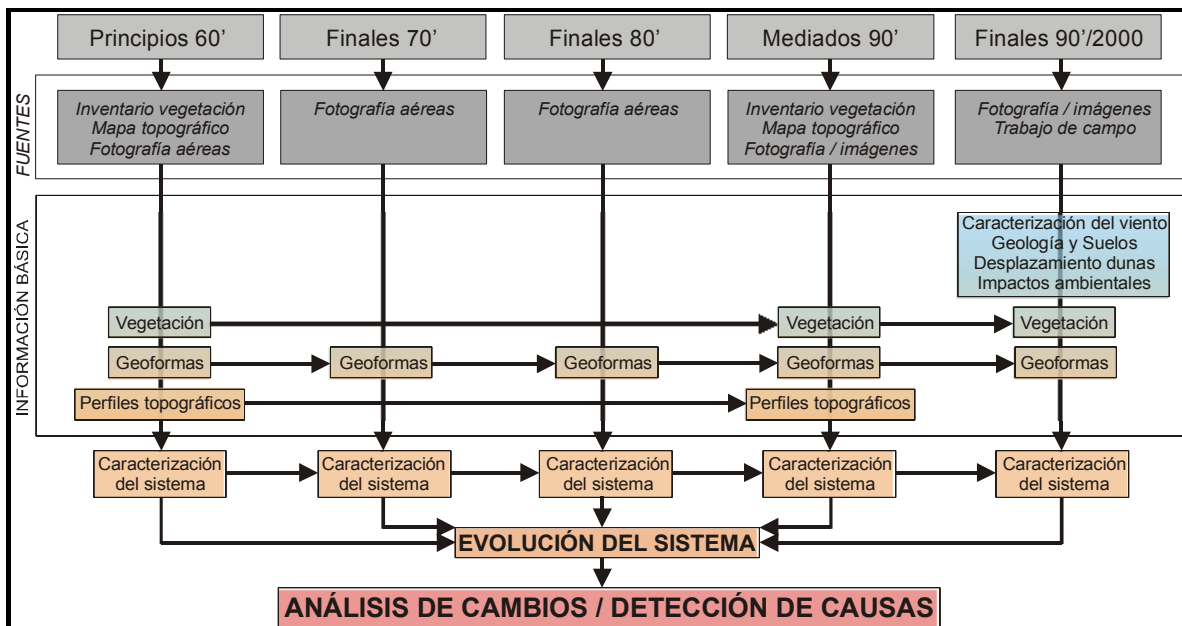


Figura 2. Esquema metodológico

Hernández Calvento, L., Ruiz Flaño, P., Alonso Bilbao, I., Alcántara Carrió, J., Pérez-Chacón Espino, E., Suárez Rodríguez, C. (2003): "Transformaciones inducidas por el desarrollo turístico en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 127-142. ISSN: 1578-5157

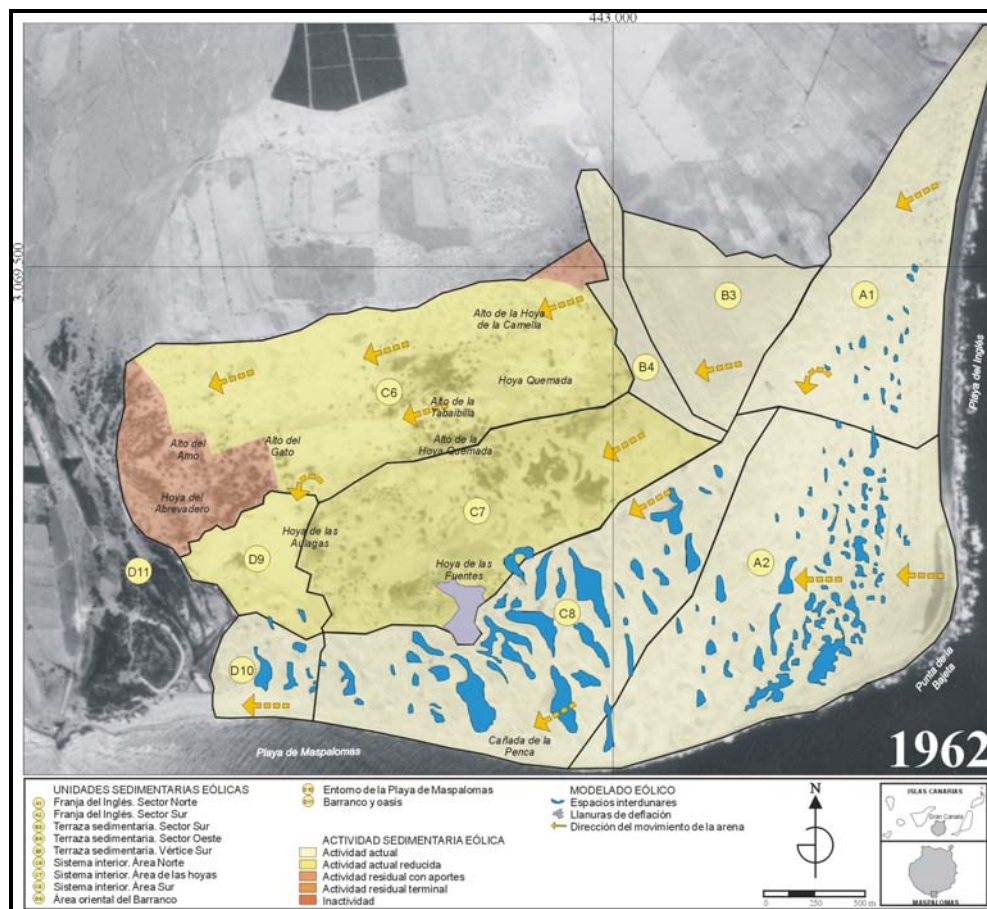


Figura 3. Morfología eólica del área de estudio en 1962

Hernández Calvento, L., Ruiz Flaño, P., Alonso Bilbao, I., Alcántara Carrió, J., Pérez-Chacón Espino, E., Suárez Rodríguez, C. (2003): "Transformaciones inducidas por el desarrollo turístico en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 127-142. ISSN: 1578-5157

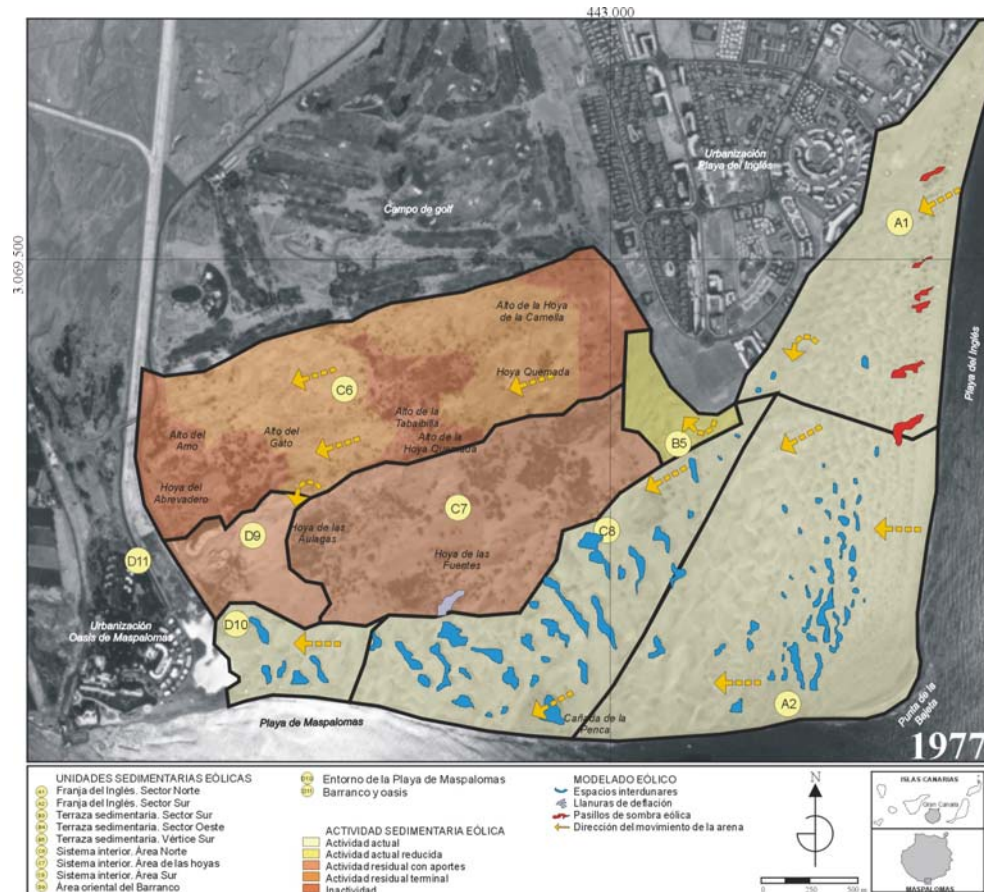


Figura 4. Morfología eólica del área de estudio en 1977

Hernández Calvento, L., Ruiz Flaño, P., Alonso Bilbao, I., Alcántara Carrió, J., Pérez-Chacón Espino, E., Suárez Rodríguez, C. (2003): "Transformaciones inducidas por el desarrollo turístico en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 127-142. ISSN: 1578-5157

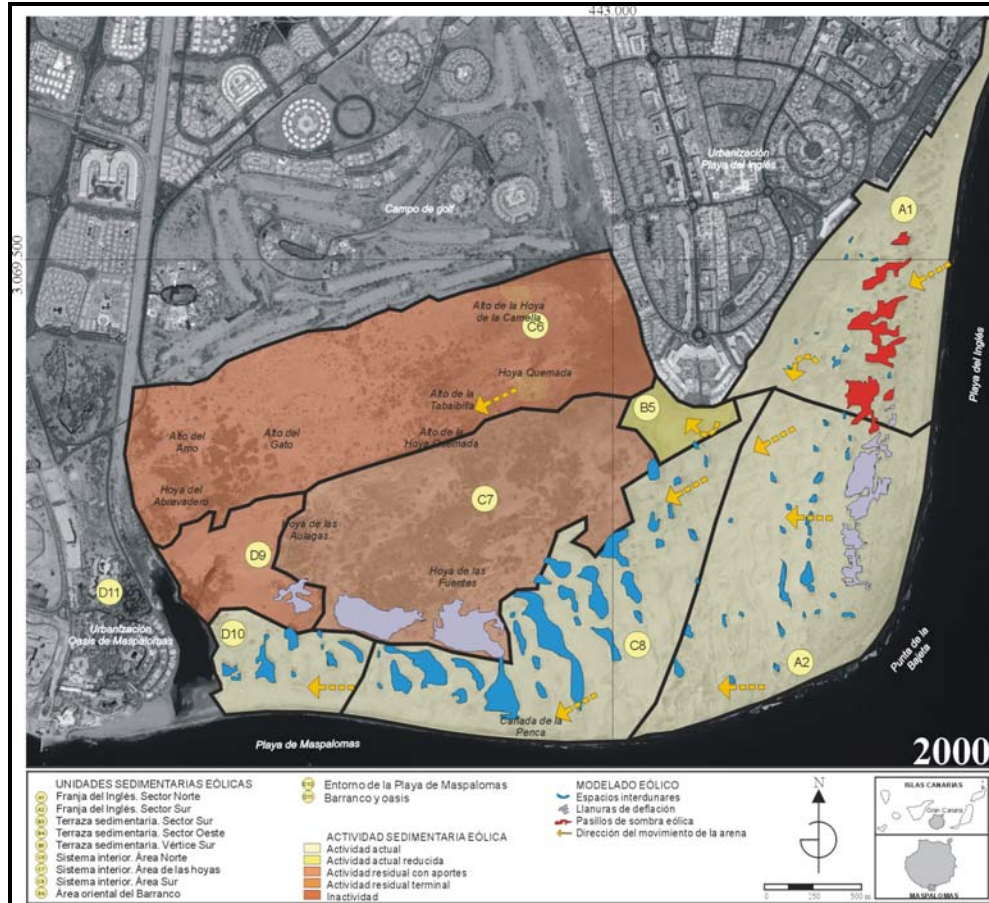


Figura 5. Morfología eólica del área de estudio en 2000

Hernández Calvento, L., Ruiz Flaño, P., Alonso Bilbao, I., Alcántara Carrió, J., Pérez-Chacón Espino, E., Suárez Rodríguez, C. (2003): "Transformaciones inducidas por el desarrollo turístico en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 127-142. ISSN: 1578-5157

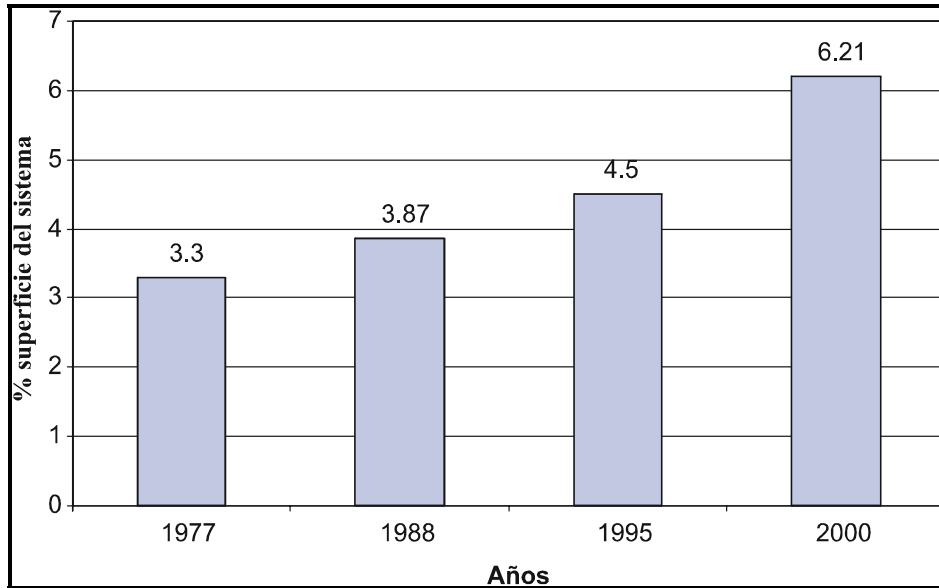


Figura 6. Evolución de la superficie (%) ocupada por arenas húmedas

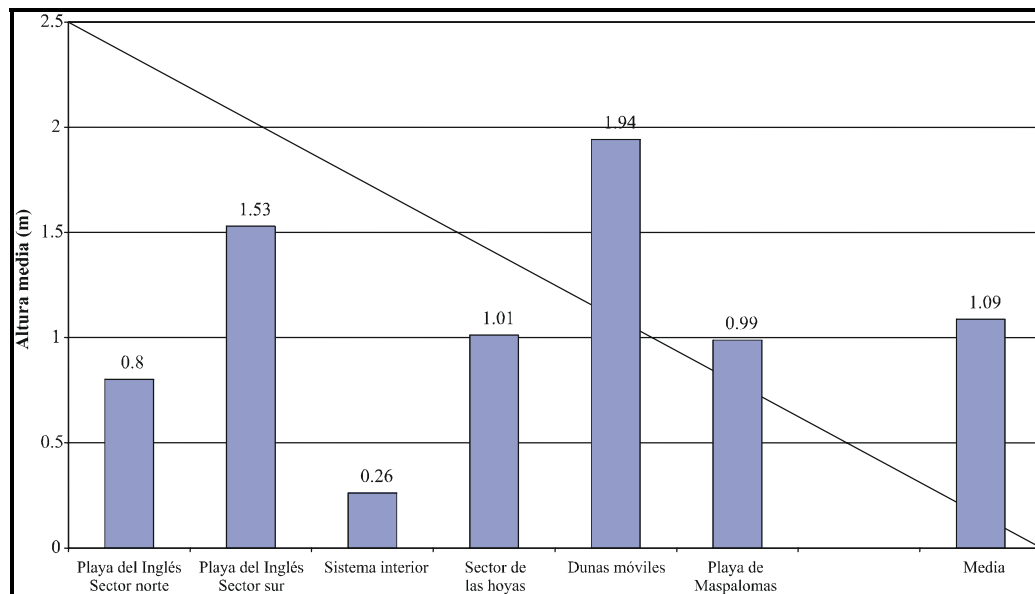


Figura 7. Diferencias de la altura de la lámina de arena (1962-1996)

Hernández Calvento, L., Ruiz Flaño, P., Alonso Bilbao, I., Alcántara Carrió, J., Pérez-Chacón Espino, E., Suárez Rodríguez, C. (2003): "Transformaciones inducidas por el desarrollo turístico en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", *GeoFocus (Artículos)*, nº 3, p. 127-142. ISSN: 1578-5157

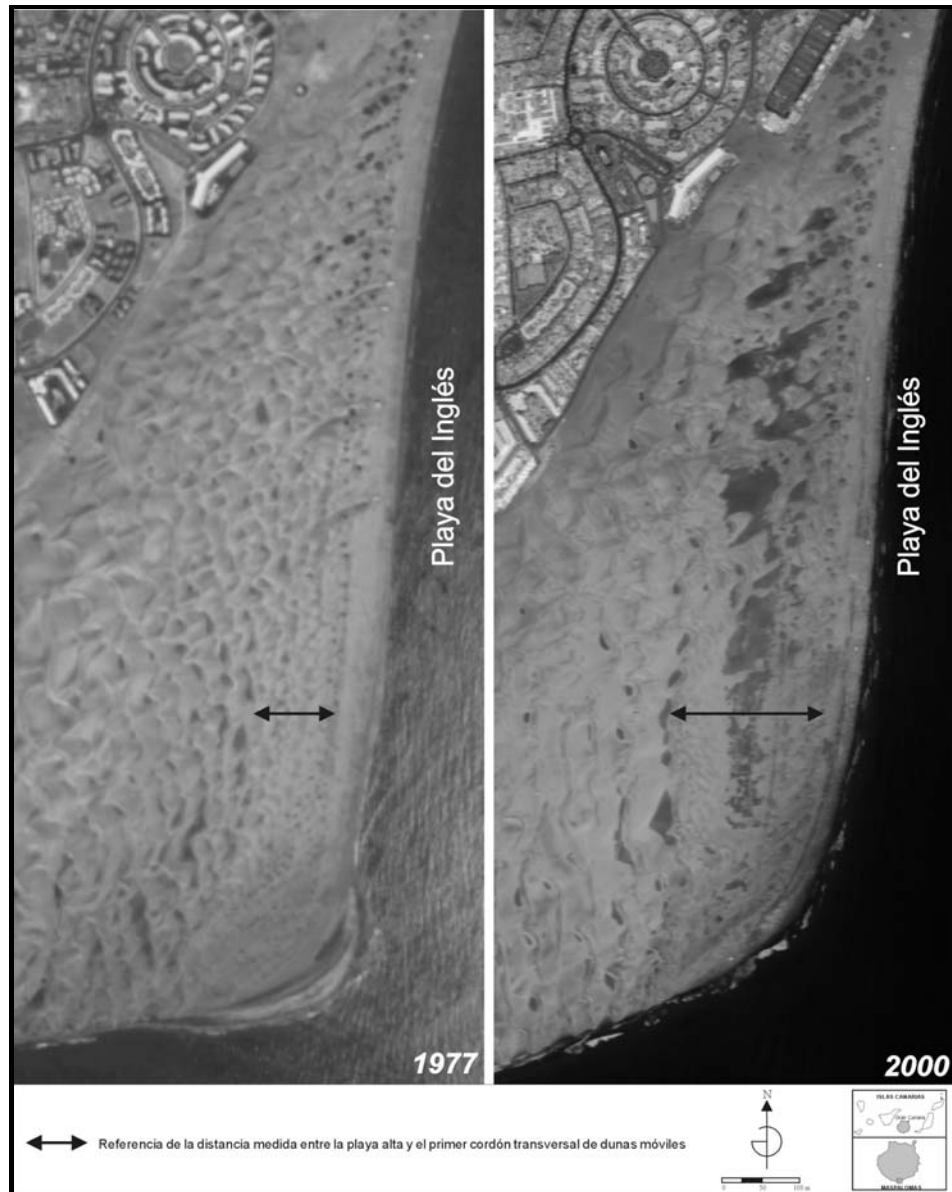


Figura 8. Evolución de las áreas de deflación al sur de la playa del Inglés entre 1977 (izquierda) y 2000 (derecha), y distancia entre la primera línea de dunas móviles y la playa alta

Hernández Calvento, L., Ruiz Flaño, P., Alonso Bilbao, I., Alcántara Carrió, J., Pérez-Chacón Espino, E., Suárez Rodríguez, C. (2003): "Transformaciones inducidas por el desarrollo turístico en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", *GeoFocus (Artículos)*, n° 3, p. 127-142. ISSN: 1578-5157

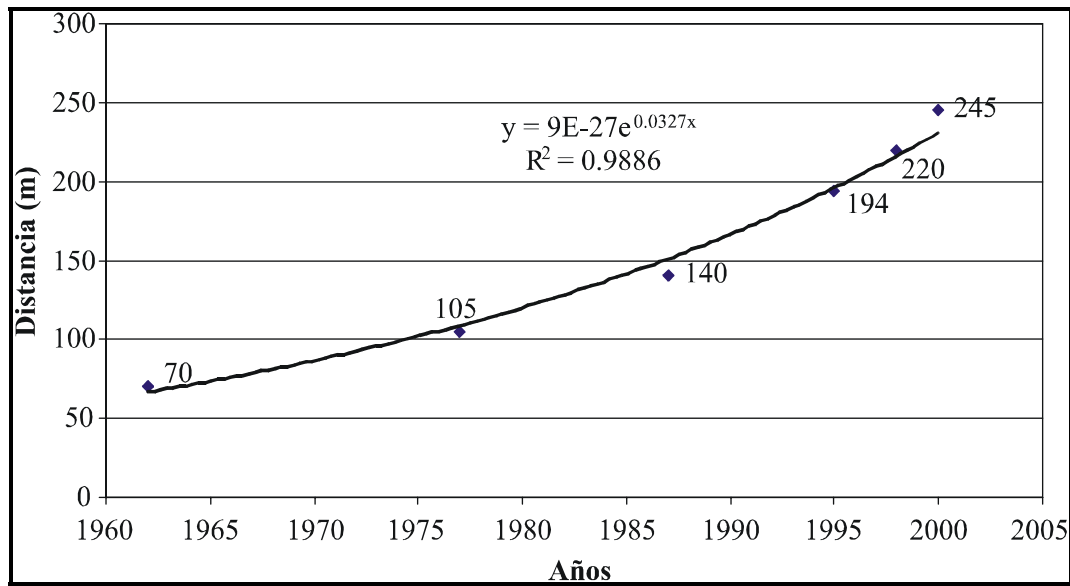


Figura 9. Evolución de la distancia entre la playa alta y la primera línea de dunas móviles