

# Dinámica de los arenales costeros en el caso de una playa regenerada. Las Teresitas (Tenerife)

M.M. Jordán (\*), A. Boix (\*), C. de la Fuente (\*\*) y T. Sanfeliu(\*)

(\*) Departamento de Ciencias Experimentales. Universitat Jaume I. Campus de Borriol s/n. Apartado 224. 12080 Castellón.

(\*\*) Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Depósitos minerales. Facultad de Geología. Universidad de Barcelona. Martí i Franquès s/n. 08028 Barcelona.

## RESUMEN

Se estudia el comportamiento mecánico o movilidad de unas arenas blancas procedentes de El Aaiún (Sahara) utilizadas para regenerar una playa de arenas negras, Las Teresitas, ubicada en la isla de Tenerife. Se realiza el análisis granulométrico y mineralógico de estas arenas añadidas a las originales preexistentes en la playa hasta 1973. De los datos sobre la identidad mineralógica, obtenida mediante análisis por difracción de rayos X, y sobre la granulometría de estas arenas superpuestas y su comparación con los de los minerales integrantes de sustrato arenoso preexistente se extraen conclusiones referentes al comportamiento dinámico de estas arenas utilizadas para regenerar la playa y se analizan las causas de esa dinámica.

**Palabras clave:** dinámica, arenal, mineralogía, tamaño de partícula, playa de Las Teresitas.

## ABSTRACT

The mechanical behaviour or movility of some white sands proceeding from El Aaiún (Sahara) used for the regeneration of a black sand beach, Las Teresitas, located in Tenerife island has been studied. The aim of this work is to carry out a mineralogical and granulometric study of the white sands added to the original black ones present on the beach until 1973. The information of the mineralogical constitution obtained by X ray diffractometry, and of the particle's size obtained by granulometric analysis of these added sands and its comparison with the preexistent sandy substract has allowed us to extract conclusions about the dynamic behaviour of the new sands used for the regeneration of the beach. The reasons of this dynamic have been analysed.

**Key-words:** dynamic, sandy ground, mineralogy, particle size, Las Teresitas beach.

Geogaceta, 19 (1996), 105-108

ISSN: 0213683X

## Introducción

La playa de las Teresitas está situada en la localidad de San Andrés, a 7 Km al NE de la capital, Santa Cruz de Tenerife (Fig. 1). En el año 1973 esta playa, situada en la margen izquierda del barranco de San Andrés, y formada por bancos de arenas negras y depósitos litorales de cantos rodados (Hausen, 1955), fué objeto de una regeneración profunda consistente en el vertido y explanación sobre los materiales detríticos existentes de varios miles de toneladas de arena procedentes de El Aaiún, antiguo Sahara español, y en el fondeado y construcción de dos espigones laterales y una barra-escollera situada a unos 500 m de la línea de costa con objeto de preservar la conservación de los vertidos arenosos realizados (Fig. 2).

En la actualidad, veintidos años después de realizada la profunda regenera-

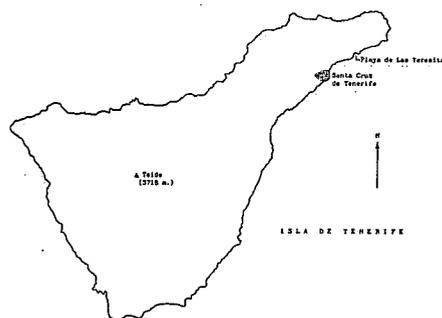


Fig.1.- Localización geográfica de la playa de Las Teresitas.

ción descrita, la playa de Las Teresitas conserva, en general, las arenas con las que se regeneró en 1973 gracias al acertado trabajo de ingeniería de costas realizado entonces con la construcción de los espigones y de la barra-escollera que minimizan los efectos

del oleaje y las corrientes marinas sobre los depósitos detríticos costeros (Ross, 1982) y garantizan en conjunto su permanencia; pero en algunas zonas de la banda arenosa empieza a aflorar el sustrato preexistente al vertido realizado, por lo que puede resultar interesante el análisis de factores y causas de la dinámica de las arenas utilizadas en la regeneración de la playa. Por el momento, el afloramiento del sustrato se va restaurando debido a la explanación y limpieza que con frecuencia realiza en estas arenas el Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife pero, con todo, es evidente que la playa, la más concurrida de la isla, pierde arena en las zonas emergidas y situadas sobre el nivel de la pleamar. En este trabajo analizamos las causas de esta pérdida a través de los procesos dinámicos (Araña y Carracedo, 1965) que afectan a estos arenales y del conocimiento de la granulometría y composición mineralógica tanto del sustrato arenoso existente con anterioridad al vertido, -

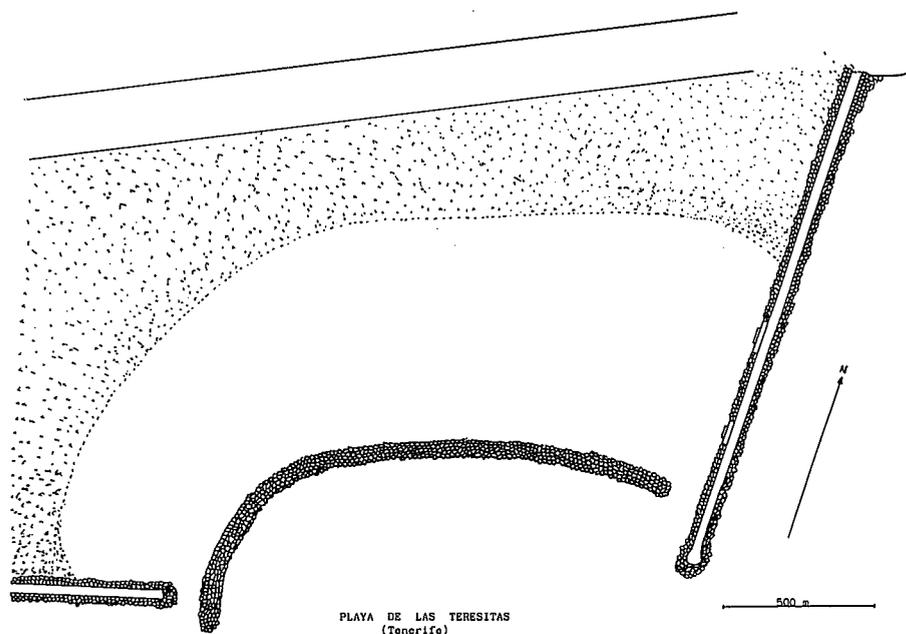


Fig.2.- Esquema de la ingeniería costera realizada en la playa de Las Teresitas.

estudio publicado en Acta Geológica Hispánica por Travería-Cros y De la Fuente-Cullell, 1968,- como de las arenas blancas vertidas en 1973 sobre dicho sustrato con el objeto de regenerar y acondicionar esta playa.

**Materiales y Métodos**

Para la realización de este estudio se realizó una toma de muestras en cuatro puntos de la playa de Las Teresitas equidistantes unos de otros unos doscientos metros y situados todos ellos a escasa distancia (unos dos metros del nivel de la pleamar). Como quiera que interesaba, en el presente trabajo, el conocimiento de la granulometría y de la composición mineralógica de estos arenales de forma global, las cuatro muestras, cada una de ellas de un volumen de 500 ml se integraron en una sola muestra total con un volumen de 2.000 cm<sup>3</sup> que constituyó el material estudiado. Para los objetivos de este estudio a este material se le aplicaron dos técnicas analíticas:

*Análisis mecánico:* con el fin de conocer la distribución granulométrica del sedimento así como el tamaño de partícula predominante y su morfología cuestiones de mucho interés cuando se pretende hacer un seguimiento de la dinámica de arenales costeros.

*Análisis mineralógico:* con el fin de conocer la identidad mineralógica de los granos que integran el sedimento y con ella, sus propiedades físicas que, obviamente condicionan su dinámica.

A los datos que mediante la aplicación de estas técnicas analíticas se obtuvieron hemos de añadir aquellos que sobre la granulometría y mineralogía del sedimento preexistente a la regeneración practicada en 1973 nos ha proporcionado el trabajo ya citado publicado por Travería-Cros y De la Fuente-Cullell (1968), en donde se estudia y determina la granulometría y composición mineralógica de las arenas negras originales de esta playa según los criterios analíticos expresados en Pérez-Mateos, 1960.

Para la realización del análisis mecánico se ha realizado una tamización de la muestra global pasándola por tamiz de 250 m de luz lo que nos facilitó dos fracciones para poder operar mejor en el análisis mecánico de las muestras. La técnica utilizada para el análisis mecánico que nos interesa en este trabajo se ha basado en el empleo de un analizador de tamaño de partículas por difracción de haz de rayos láser, marca Malvern, modelo Mastersizer con dispersión en agua y lente óptica para el análisis de la fracción inferior a 600 m.

En las tablas siguientes (Tablas 1 y 2) se expresan los resultados obtenidos en este estudio con la aplicación de esta técnica de caracterización mecánica.

Para la realización del análisis mineralógico se ha recurrido a la difracción de rayos X como técnica analítica más apropiada (Rutley y Read, 1968) utilizando un difractómetro automático Siemens, modelo D-500, Kristallflex, con monocromador de grafito y detector de centelleo que utiliza la radiación de Cu K de

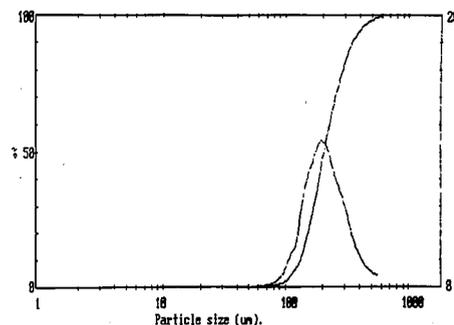


Fig.3.- Curva granulométrica de una muestra de arena blanca.

longitud de onda igual a 1,5406 . Los difractogramas obtenidos comprenden un barrido de 4 a 70 ° de 2, a una velocidad de 3 grados por minuto.

En la tabla 3 y en el gráfico que se adjunta se expresan los resultados obtenidos tras la interpretación del difractograma que permite identificar la naturaleza mineralógica de la muestra global estudiada.

La determinación precisa de la naturaleza mineralógica, y con ello de las propiedades físicas de los granos integrantes de estos arenales costeros tanto de los que hoy en día constituyen el sustrato como de los que en 1973 se vertieron sobre ellos para regenerar la playa, es uno de los factores intrínsecos que condicionan la dinámica o movilidad de estos materiales, pero no es el único factor condicionante de esta dinámica puesto que resulta obvio que la determinación del tamaño de grano que nos proporciona el análisis granulométrico es también necesaria para estudiar esta dinámica e incluso esta determinación debería añadirse a un estudio morfológico de los granos (Kerr, 1965) ya que la morfología es un factor intrínseco de la movilidad.

Con relación a este factor cabe subrayar aquí que los estudios morfofoscópicos de estos sedimentos costeros ponen de manifies-

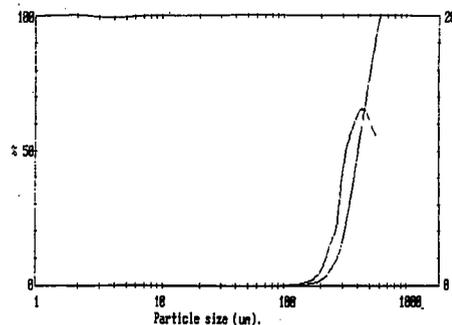


Fig 4.- Curva granulométrica de la fracción superior a 250 m.

Upper	in	Lower	Under	Upper	in	Lower	Under	Upper	in	Lower	Under	Span
				124	4.8	101	2.4	11.6	0.0	9.48	0.0	1.04
				101	1.7	83.3	0.7	9.48	0.0	7.78	0.0	D[4, 3]
				83.3	0.5	68.3	0.2	7.78	0.0	6.39	0.0	224.56µm
				68.3	0.1	56.1	0.1	6.39	0.0	5.24	0.0	
600	1.9	492	98.1	56.1	0.0	46.0	0.0	5.24	0.0	4.30	0.0	D[3, 2]
492	3.2	404	94.4	46.0	0.0	37.8	0.0	4.30	0.0	3.53	0.0	192.80µm
404	6.4	332	88.8	37.8	0.0	31.0	0.0	3.53	0.0	2.90	0.0	
332	12.0	272	76.0	31.0	0.0	25.5	0.0	2.90	0.0	2.38	0.0	D[1, 0.9]
272	17.1	224	63.4	25.5	0.0	20.9	0.0	2.38	0.0	1.95	0.0	343.56µm
224	21.4	183	58.0	20.9	0.0	17.1	0.0	1.95	0.0	1.60	0.0	
183	23.8	151	53.0	17.1	0.0	14.1	0.0	1.60	0.0	1.32	0.0	D[1, 0.1]
151	22.0	124	7.2	14.1	0.0	11.6	0.0	1.32	0.0	0.50	0.0	131.75µm
Source = :Sample				Beam length = 2.4 mm				Model indp				D[1, 0.5]
Focal length = 300 mm				Residual = 1.331 %				Volume Conc. = 0.2299%				204.58µm
Presentation = 2207				Obscuration = 0.0824				Sp.S.A 0.0117 #²/gm.				Shape OFF
				Volume distribution								

Tabla 1.- Resultado del análisis mecánico.

Upper	in	Lower	Under	Upper	in	Lower	Under	Upper	in	Lower	Under	Span
				124	0.1	101	0.1	11.6	0.0	9.48	0.0	0.70
				101	0.0	83.3	0.1	9.48	0.0	7.78	0.0	D[4, 3]
				83.3	0.0	68.3	0.0	7.78	0.0	6.39	0.0	402.11µm
				68.3	0.0	56.1	0.0	6.39	0.0	5.24	0.0	
600	23.1	492	76.0	56.1	0.0	46.0	0.0	5.24	0.0	4.30	0.0	D[3, 2]
492	28.0	404	50.0	46.0	0.0	37.8	0.0	4.30	0.0	3.53	0.0	359.03µm
404	33.8	332	27.0	37.8	0.0	31.0	0.0	3.53	0.0	2.90	0.0	
332	16.6	272	10.0	31.0	0.0	25.5	0.0	2.90	0.0	2.38	0.0	D[1, 0.9]
272	6.7	224	3.0	25.5	0.0	20.9	0.0	2.38	0.0	1.95	0.0	549.34µm
224	2.6	183	1.0	20.9	0.0	17.1	0.0	1.95	0.0	1.60	0.0	
183	0.8	151	0.0	17.1	0.0	14.1	0.0	1.60	0.0	1.32	0.0	D[1, 0.1]
151	0.3	124	0.0	14.1	0.0	11.6	0.0	1.32	0.0	0.50	0.0	268.79µm
Source = :Sample				Beam length = 2.4 mm				Model indp				D[1, 0.5]
Focal length = 300 mm				Residual = 2.735 %				Volume Conc. = 0.1726%				401.48µm
Presentation = 2207				Obscuration = 0.0343				Sp.S.A 0.0063 #²/gm.				Shape OFF
				Volume distribution								

Tabla 2.- Resultado del análisis mecánico correspondiente a la fracción superior a 250 m.

to que la acción del oleaje marino tiende a una agudización de las morfologías de los granos de tal modo que, por ejemplo, las formas planas tienden a aplanarse más y las formas redondeadas tienden a redondearse más.

A estos tres factores o condicionantes intrínsecos o endógenos que apreciamos en la dinámica de los arenales debemos añadir, básicamente, otros tres grupos de factores, que denominaremos extrínsecos o exógenos, y que concretamos en la acción del oleaje marino, la acción del viento, de la lluvia y la acción humana. Esta última, como es obvio, es determinante cuando se trata de playas, como ésta, regeneradas. Ya hemos indicado cómo se manifiesta la acción del oleaje marino influyendo sobre la morfología de los granos aunque en el caso que nos ocupa ya hemos indicado que la construcción de espigones y la barra-escollera minimiza la acción del oleaje notablemente y con ello, se aminora también mucho, la movilidad de estos arenales.

La acción de la lluvia sobre esta movilidad es prácticamente nula puesto que las

precipitaciones, aquí en Las Teresitas, son muy escasas y débiles.

La que si resulta muy importante, dada la orientación y ubicación de esta playa, por lo que respecta a la movilidad de las arenas es, como luego veremos, la acción del viento.

Finalmente otro factor condicionante, aunque muy difícilmente evaluable en términos cuantitativos, es la acción humana o antropogénica. Hay que tener en cuenta que se trata de una playa muy concurrida durante los doce meses del año y que existe una continuada acción de limpieza y explanación de las arenas superficiales mediante palas mecánicas niveladoras que tienden a ir recubriendo con arenas blancas aquellas zonas donde empieza a aflorar el sustrato arenoso preexistente pero sin realizar nuevos aportes arenosos a la playa.

Conocidas pues estas acciones que, fundamentalmente, condicionan la dinámica mineral de estas arenas pasamos a considerar los resultados de la fase analítica de este trabajo.

Posición 2θ	Distancia d (Å)	Intensidad (Cps)
12,48	7,08	95
13,88	6,37	165
15,05	5,88	88
19,83	4,47	78
20,90	4,24	1725
22,08	4,02	110
23,12	3,84	206
24,27	3,66	229
25,56	3,48	260
26,68	3,33	5624
27,50	3,24	488
27,99	3,18	545
29,50	3,02	1358
33,15	2,70	481
35,10	2,55	160
36,60	2,45	195
37,92	2,37	219
38,58	2,33	150
39,51	2,27	503
40,30	2,23	231
41,24	2,18	112
41,87	2,15	175
42,55	2,12	643
43,30	2,08	229
45,88	1,97	376
47,62	1,90	225
48,59	1,87	296
50,25	1,81	812
52,54	1,74	202
53,06	1,72	124
54,94	1,66	165
55,44	1,65	137
56,74	1,62	77
57,57	1,59	113
60,05	1,53	753
60,92	1,51	89
61,57	1,50	101
63,05	1,47	88
64,06	1,45	116
65,88	1,41	135
67,90	1,37	325

Tabla 3.- Datos difractométricos de las arenas utilizadas para regenerar la playa de Las Teresitas.

Resultados y discusión

De la naturaleza granulométrica y mineralógica de los arenales originales de Las Teresitas conocemos que están constituidas por depósitos aluviales, detríticos, costeros integrados mayoritariamente por minerales pesados (entre un 70 y un 93,5 %) formando arenas de grano grueso (mayoritariamente por encima de 2 mm) y por los granos muy escasamente rodados como corresponde a una playa de formación reciente (Travería-Cros y De la Fuente-Cullerell, 1968).

En estas arenas, provenientes de la meteorización y arrastre detrítico de las rocas

ígneas que integran el macizo de Anaga, el análisis mineralógico por difracción de rayos X nos delató la presencia de los siguientes minerales: CIRCÓN, HIPERSTENA, MAGNETITA, HORNBLENDA, AUGITA, ANDESITA y CALCITA, este último de origen bioclástico.

Sobre estas arenas negras, como se ha comentado, se verificó en 1973 el vertido y explanación de las arenas blancas de El Aaiún (Sahara). Los datos que nos proporciona el análisis mecánico de estas arenas vertidas para regenerar la playa se exponen en las figuras 3 y 4 y en las tablas 1 y 2 y de ellos podemos enseguida advertir que se trata de arenas con un tamaño de grano mucho más fino (228 m) y también muy uniforme pues en los dos ensayos realizados se constata que el 90 % de los granos se sitúan en tamaños inferiores a 350 m y el 10 % de los mismos están por debajo de las 130 m.

El análisis mineralógico nos evidencia la presencia de las siguientes mineralizaciones en estas arenas blancas: CUARZO, ANORTITA, CALCITA, SERICITA y HEMATITES; también se aprecia la presencia, muy minoritaria, de CLORITA.

A constatar que, salvo en el caso de la Calcita, que puede tener muy diversas procedencias, no existe coincidencia mineralógica entre las arenas del sedimento original y las sobreañadidas.

Los resultados manifiestan que el peso específico medio de los minerales del sustrato original es, en todos los casos, superior al de los minerales de las arenas blancas superpuestas, con excepción de la Hematites.

Resumiendo, podemos constatar que las arenas originales de Las Teresitas son de grano mucho más grueso e integradas por minerales pesados, de peso específico más elevado, que las arenas vertidas y extendidas sobre ellas.

## Conclusiones

La regeneración de la playa de Las Teresitas, llevada a cabo en 1973 no ha comportado, con el transcurrir del tiempo, la mezcla de unos arenales con otros.

Esta mezcla no se ha producido porque los factores endógenos (tamaño de grano, morfología de los granos y peso específico de los minerales integrantes) han prevalecido sobre la acción dinámica de los exógenos (oleaje marino, acción eólica, precipitaciones u acción antropogénica), de tal modo que la dinámica de estos arenales ha estado más condicionada por los primeros que por los segundos.

Esta acción tendente a la permanencia de las arenas superpuestas se ha visto favorecida por una adecuada actuación en ingeniería de costas con la construcción de los espigones y de la barra-escollera.

La aparición de afloramientos del sustrato en algunas zonas de la playa situadas por encima del nivel de la pleamar es debida a un meteoro muy importante en esta playa y cuya acción e influencia en la dinámica de los arenales superpuestos quizá no se evaluó en su momento, suficientemente. En efecto, el viento predominante, el terral, levanta y arrastra muy frecuentemente grandes cantidades de arena hacia el mar que éste, - con su fuerza dinámica disminuída por la obra de ingeniería realizada-, no restituye hacia la playa con lo que realmente el nivel emergido de la playa pierde arena que, cada vez más, va colmatando los niveles sumergidos situados entre la barra-escollera y la línea de la costa.

Esta acción, indeseable para la permanencia de los arenales superpuestos estudiados en Las Teresitas, se debe fundamentalmente a que sobre la acción deseada de hacer un recubrimiento del sustrato con arenas blancas, por obvias razones de utilización lúdica y turística de la playa, no se supo o no se pudo en su día buscar aportes de

arenas de grano sensiblemente más grueso que el de las utilizadas, con lo que se hubiera minimizado y hasta anulado la influencia del factor eólico en la dinámica de estos arenales en la que ahora es predominante.

Con toda seguridad, razones no geológicas, probablemente económicas, aconsejaron la elección de arenas de El Aaiún para realizar esta regeneración. Ahora, se aprecian bien las deficiencias generadas por la utilización de unas arenas susceptibles a una intensa dinámica eólica que conlleva su disminución y progresiva desaparición.

## Agradecimientos

Agradecemos a los Servicios Científico Técnico de la Universidad de Barcelona la disposición de las técnicas analíticas utilizadas en este trabajo. Así mismo expresamos nuestro agradecimiento al Dr. Ignacio Queralt del Instituto Jaume Almera del C.S.I.C. por su contribución al análisis mecánico de estas arenas.

## Referencias

- Travería Cros, A. y De la Fuente Cullerell, C. (1968): *Acta Geológica Hispánica*, 3: 64-66.
- Hausen, H. (1955): *Soc. Scient. Technica Comment. Physico-Mathematicae*. Helsingfors.
- Pérez Mateos, J. (1960): *Análisis mineralógico de arenas. Monografías de Ciencia Moderna*. C.S.I.C. Madrid.
- Ross, D.A. (1982): *Introduction to Oceanography*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey. Third Ed. New Jersey.
- Rutley, F. y Read, H. (1968): *Elementos de mineralogía*. Ed. Gustavo Gili, S.A. Barcelona.
- Araña, V. y Carracedo, J.C. (1978): *Canarian Volcanoes. vol I. Tenerife*. Ed. Rueda. Madrid.
- Kerr, P.F. (1965): *Mineralogía Óptica*. 3ª ed. Ed. El Castillo, S.A. Madrid.