

Jesús Martínez Martínez



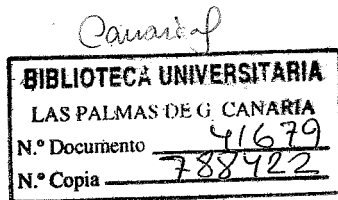
# GEOMORFOLOGIA:

4  
R  
modelo para el  
torno canario

# GEOMORFOLOGIA:

## Un modelo para el entorno canario

---



**Jesús Martínez Martínez**

**Impresión y distribución: Tipografía Imprenta El Pino,  
c/. Prolongación D. Pedro Infinito, 319**

**Las Palmas, Octubre 1985**

**Depósito Legal: G. C. 816 - 1985**

**Este libro fué impreso en la máquina ADAST Dominant,  
Modelo 714, con el número de registro, 7147912341.**

# I N D I C E

	Pág.
Introducción - - - - -	3
Recursos metodológicos - - - - -	4
Criterios de evaluación- - - - -	5
Unidades Didácticas - - - - -	7
Acción geológica de las aguas superficiales - - -	8
Objetivos - - - - -	10
Recursos instrumentales - - - - -	13
Contenidos - - - - -	13
Actividades - - - - -	35
Modelo de prueba de items - - - - -	36
Bibliografía - - - - -	42
Acción geológica del viento - - - - -	43
Objetivos - - - - -	45
Recursos instrumentales - - - - -	48
Contenidos - - - - -	48
Estudio de campo - - - - -	70
Actividades - - - - -	70
Modelo de prueba de items - - - - -	72
Bibliografía - - - - -	78
Acción geológica del mar en los litorales - - -	79
Objetivos - - - - -	81
Recursos instrumentales - - - - -	83
Contenidos - - - - -	83
Actividades - - - - -	102
Modelo de prueba de items - - - - -	103
Bibliografía - - - - -	110
Bibliografía didáctica - - - - -	111

## INTRODUCCION

En la Geología canaria se puede considerar dos - aspectos sobresalientes:

a) Por una parte, la arquitectura de las islas, - la vulcanología estructural. Aquí se estudia las for - mas y estructuras en rocas volcánicas e hipoabisales, así como el llamado Complejo Basal. Y

b) por otra, las acciones geológicas de las -- aguas superficiales, del viento y del mar sobre la - vulcanología estructural (erosión y sedimentología).

Hay una convergencia entre arquitectura, modelado del relieve por erosión (geomorfología) y proce-- sos sedimentarios en áreas volcánicas. Las discordan - cias se sitúan a caballo entre estas divisiones geod - dinámicas.

En este trabajo se va a desarrollar una geomorfo - logía canaria, pero destinada a la didáctica de las - Ciencias Naturales en Bachillerato. La acomodación - de este material, a un primer o tercer curso, corres - ponderá a una programación específica y la realizará - el profesorado del Seminario.

Se utiliza unos criterios de clasificación y una terminología relativamente rígida, aunque en la rea - lidad, en el campo, se trabaja con flexibilidad. Pe - ro la sistematización es importante, si se quiere - transmitir de forma ordenada, unos conocimientos, - además de prepararlos para ser informatizados. La in - formática constituye una herramienta que, se quiera - o no, se está imponiendo en nuestra sociedad.

Algunos términos utilizados en la sistemática - proceden de un vocabulario popular, otros son habi - tuales en la literatura geológica y unos pocos tie - nen unos orígenes lingüísticos más cuidados.

## RECURSOS METODOLOGICOS

En clases de gran grupo, se deben desarrollar, en parte, los contenidos de la unidad geomorfológica en cuestión, mediante:

1. La presentación de unos esquemas conceptuales, utilizando exposiciones audiovisuales,
2. una distribución de material gráfico, y
3. discusiones puntuales de algunos objetivos de la excursión geológica. Se considera poco didáctico la entrega previa de una detallada memoria de campo a los alumnos, lo cual anularía el carácter investigativo de esta actividad.

Destinados a profesores de Bachillerato de Ciencias Naturales, y como base de recursos de campo, hay varios itinerarios geológicos descritos de las islas canarias (Martínez, 1984 y 1985), concretamente, de las islas de Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura.

Las jornadas de campo, núcleos de las clases de puesta en común, se complementarían posteriormente en el centro, con la consecución de los objetivos de comunicación, que incluyen la preparación de informes por los alumnos en equipo.

## CRITERIOS DE EVALUACION

En la evaluacion de las unidades didacticas se propone:

1. una prueba de items y
2. la participacion de los alumnos en los informes de campo.

Los items,opcionales de alternativas constantes, se toman de un banco confeccionado a partir de los - objetivos.Se deberian conocer los indices de dificultad y discriminacion y el tiempo idoneo de realizacion de cada uno de ellos.En la calificacion se aplican los correctivos que neutralicen el influjo del - azar en los aciertos.Para ello se utiliza la formula:

$$P = A - \frac{E}{n-1}$$

en donde:

P = puntuacion total

A = numero de aciertos

E = numero de errores

n = numero de opciones del items.

Normalmente,las puntuaciones totales se refieren a una escala standard,construida segun la puntuacion media de la clase y la desviacion tipica.

Respecto a la correccion de los informes de campo,se recomienda valorar la calidad de exposicion, que comprende:

1. la ordenacion de ideas,
2. la expresion literaria,fundamentalmente las formulaciones precisas de conceptos y coherencia entre los mismos,

3. La ortografía y caligrafía,
4. la presentación estética, sobre todo la ausencia de tachaduras,
5. el grado de consecución de los objetivos - de la excursión,
6. la ausencia de errores conceptuales importantes, y
7. la creatividad.

La anterior calificación se ponderaría mediante el procedimiento de la "autocalificación del trabajo en equipo".





## UNIDADES DIDACTICAS

ACCION GEOLOGICA DE LAS AGUAS  
SUPERFICIALES

E S Q U E M A :

- I.    Objetivos.
  
- II.   Recursos instrumentales.
  
- III.  Contenidos.
  
- IV.  Actividades.
  
- V.    Modelo de prueba de items.
  
- VI.  Bibliografía.

## I. OBJETIVOS

### 1. Informativos:

- 1.1 Tener un esquema amplio de la acción geológica de los distintos tipos de aguas continentales.
- 1.2 Conocer los condicionantes climatológicos, litológicos, etc. en el modelado (erosión y depósito) por la acción geológica de las aguas continentales.
- 1.3 Conocer las formas erosivas de arroyada.
- 1.4 Conocer las formas erosivas transitorias entre las de arroyada y las de aguas encauzadas.
- 1.5 Conocer las formas erosivas de las aguas encauzadas.
- 1.6 Conocer la clasificación morfológica de los barrancos y torrentes en general.
- 1.7 Conocer los relieves erosivos formados por la acción combinada de varios barrancos.
- 1.9 Conocer formas particulares de la erosión en las islas de marcado carácter subdesértico.
- 1.10 Conocer ejemplos de formas erosivas.
- 1.11 Conocer las características sedimentarias de los grandes piedemontes canarios.
- 1.12 Conocer las características sedimentarias de las cuencas endorreicas canarias.
- 1.13 Conocer las características sedimentarias de los depósitos de desembocadura de barrancos.
- 1.14 Conocer las características de las formas sedimentarias menores.
- 1.15 Conocer ejemplos de formaciones sedimentarias.

### 2. Formativos:

- 2.1 Discutir el encajamiento de muchos barrancos - bajo las perspectivas de las actuales condiciones climáticas.

- 2.2 Deducir las repércusiones de los movimientos - eustáticos y tectónicos en el modelado.
  - 2.3 Reconstruir paleoclimatologías en función de - formas erosivas y de formaciones sedimentarias.
  - 2.4 Contrastar formas erosivas en el ámbito canario
  - 2.5 Contrastar formas erosivas canarias con las de otras áreas geográficas.
  - 2.6 Contrastar formaciones sedimentarias en el ámbito canario.
  - 2.7 Contrastar formaciones sedimentarias canarias - con las de otras áreas geográficas.
  - 2.8 Valorar los recursos hídricos de las distintas- cuencas hidrológicas de Gran Canaria.
3. De automatismos, destrezas e investigaciones:
- 3.1 Identificar in situ formas erosivas.
  - 3.2 Saber denominar las formas erosivas.
  - 3.3 Clasificar las formas erosivas.
  - 3.4 Interpretar las formas erosivas.
  - 3.5 Saber definir formas erosivas.
  - 3.6 Saber dibujar con razonable rapidez algunas - formas erosivas.
  - 3.7 Saber distinguir correctamente entre enunciado verdaderos y falsos referentes a términos, conceptos y causas de las formas erosivas.
  - 3.8 Identificar estados de evolución en distintas- formas erosivas.
  - 3.9 Saber clasificar morfológicamente un barranco.
  - 3.10 Identificar in situ formaciones sedimentarias.
  - 3.11 Saber denominar las distintas formaciones sedimentarias.
  - 3.12 Clasificar formaciones sedimentarias.
  - 3.13 Saber definir las distintas modalidades de for

- maciones sedimentarias.
- 3.14 Saber dibujar con razonable rapidez algunas-modalidades de formaciones sedimentarias.
  - 3.15 Identificar características sedimentarias.
  - 3.16 Saber definir las características sedimentarias.
  - 3.17 Saber dibujar con razonable rapidez algunas características sedimentarias.
  - 3.18 Saber dibujar columnas estratigráficas.
  - 3.19 Saber distinguir correctamente entre enunciados verdaderos y falsos referentes a términos conceptos y causas de las formaciones sedimentarias.
  - 3.20 Clasificar el grado de madurez de un paisaje
  - 3.21 Predecir la evolución geomorfológica de un área geográfica, conociendo la litología, la paleoclimatología y los actuales condicionantes (climatológicos, vegetación, etc.) y excluyendo manifestaciones geodinámicas internas actuales.
  - 3.22 Estudiar las formas erosivas y las formaciones sedimentarias en un itinerario preparado
  - 3.23 Saber elaborar un dossier sobre la erosión y sedimentación por la acción geológica de las aguas continentales en las Islas Canarias, - preferentemente en Gran Canaria.
  - 3.24 Identificar en mapas topográficos cuencas hidrologicas.
  - 3.25 Clasificar en mapas topográficos cuencas hidrologicas.
  - 3.26 Interpretar en mapas topográficos cuencas hidrologicas.

## RECURSOS INSTRUMENTALES

- Mapa geológico de la isla.
- Mapas topográficos.
- Mapas pluviométricos de la isla.
- Diapositivas de formas erosivas y de formaciones se  
dimentarias por la acción geológica de las aguas con  
tintales.
- Cámara fotográfica y películas virgenes.
- Útiles de dibujo.
- Cuaderno de notas de campo.

## III CONTENIDOS

1. Tipos de aguas superficiales.
2. Erosión.
  - 2.1 Introducción.
  - 2.2 Clasificación y nomenclatura de las formas ero  
sivas.
  - 2.3 Definición de términos.
  - 2.4 Sucesión evolutiva de formas erosivas por la -  
acción combinada de barrancos.
  - 2.5 Los barrancos y valles con perfiles transversa  
les en U.
  - 2.6 Ejemplos de formas erosivas.
3. Formaciones sedimentarias.
4. Cuencas endorreicas.

## 1) TIPOS DE AGUAS SUPERFICIALES

El agua de lluvia, tras caer sobre las tierras emergidas, junto con el agua de deshielo, pueden seguir varios caminos condicionados por el clima, la litología superficial, vegetación, etc. Estas alternativas se resumen como sigue:

- 1) una parte se evapora,
- 2) otra se infiltra en el terreno,
- 3) y el resto discurre por la superficie: escorrentía.

La escorrentía se subdivide en:

- a) arroyada o aguas salvajes,
- b) y aguas encauzadas.

Y estas últimas a su vez comprenden:

- 1) cursos de aguas permanentes: ríos
- 2) y cursos de aguas esporádicos: torrentes y barrancos.

Se entiende por arroyada el agua que discurre por la superficie en pequeños hilos o regueros, normalmente según la línea de máxima pendiente, o incluso como una capa casi continua, en el caso de violentas precipitaciones.

Un torrente típico se caracteriza por:

- 1) no tener tributarios
- 2) tener un perfil longitudinal con una fuerte pendiente y corto recorrido,
- 3) desembocar en un valle fluvial principal.
- 4) y por sus elementos morfológicos: cuenca de recepción, canal de desagüe y cono de deyección muy definidos

Los barrancos son particulares torrentes en los que:

- 1) los recorridos llegan a ser importantes
- 2) los perfiles longitudinales no necesariamente tienen fuertes pendientes, y
- 3) pueden haber jerarquizaciones y salidas directas al mar.



Entre las aguas continentales se incluyen las lacustres. Con estas puede ocurrir que:

a) no tengan salida directa al oceano. Son niveles de base de aguas encauzadas y definen cuencas endorreicas. 0

b) se interpongan, a manera de presas naturales, en el recorrido de las aguas encauzadas con desembocaduras en los oceanos. Son niveles de base parciales.

## 2) EROSION

### 2.1 INTRODUCCION.

La erosión por las aguas superficiales actuales conserva parte de la geomorfología condicionada por los climas anteriores, especialmente del cuaternario, con sus cuatro grandes cambios climáticos o glaciaciones, que en Canarias fueron épocas de grandes y abundantes lluvias, las cuales explicarían, en muchos casos, los profundos barrancos, si bien estos procesos de encajamiento estarían favorecidos por el descenso del nivel de base (movimientos eustáticos y quizás tectónicos).

Las aguas salvajes son poco espectaculares, y, sin embargo, son el factor básico del rebajamiento del relieve y afectan sobre todo a los materiales más desmenuzados o aptos para soliflucción, deslizamientos y desprendimientos. Para algunos puntos de las islas se ha calculado que por arroyada se pierden anualmente unas 500.000 toneladas de suelo vegetal.

Los materiales volcánicos recientes resisten muy bien la arroyada, dada sus características litológicas; el agua se infiltra rápidamente y no se desplaza en superficie. Esta erosión, en dependencia con la pendiente, actúa con más intensidad en terrenos meteorizados, esto es, relativamente antiguos, y en donde se ha destruido el manto vegetal, que retendría la evacuación de materiales y favorecería la infiltración.

## 2.2 CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE LAS FORMAS EROSIVAS

Las formas erosivas continentales a describir e interpretar son encuadrables en un sistema de erosión mediterráneo, con tendencias a un sistema de erosión de sértico-subdesértico, sin descartar etapas pasadas relativamente muy lluviosas y dándose interesantes matizaciones atribuibles a la influencia de las rocas eruptivas e hipoabisales en el modelado. No obstante, en sectores muy delimitados de algunas islas, es identificable un sistema de erosión llamado periglacial, que dará formas características.

Proponemos la siguiente sistemática para las formas erosivas debidas a las aguas superficiales.

### 1. Erosión de arroyada o muy influenciada por la arroyada:

- 1.1 señoritas o paisaje lunar
- 1.2 torreones
- 1.3 formas descarnadas
- 1.4 soliflucción-deslizamiento
- 1.5 desprendimientos
- 1.6 cicatrices de desprendimientos
- 1.7 agujeritos (vuelcos)
- 1.8 erosión areolar.

### 2. Erosión de tránsito entre arroyada y aguas encauzadas:

- 2.1 barranqueras y regueros
- 2.2 conos en parasol
- 2.3 bandas lávicas.

### 3. Erosión de aguas encauzadas (barrancos):

- 3.1 Elementos morfológicos típicos de erosión en los torrentes en s.s.:
  - 3.1.1 cuenca de recepción
  - 3.1.2 canal de desagüe.

- 3.2 Según criterios morfológicos del barranco-,  
considerado en su conjunto:
  - 3.2.1 barrancos en V
  - 3.2.2 barrancos tipo rambla
  - 3.2.3 barrancos en U
  - 3.2.4 barrancos colgados o decapitados
  - 3.2.5 barrancos disectadores
  - 3.2.6 barrancos en cañon
  - 3.2.7 barrancos con cabeceras en caldera -  
de erosión.
  
- 3.3 Formas erosivas opcionales de los barrancos
  - 3.3.1 caideros o gap
  - 3.3.2 caideros multiples
  - 3.3.3 caideros basales potencialmente re-  
montantes
  - 3.3.4 cabocos
  - 3.3.5 cunillas
  - 3.3.6 angosturas
  - 3.3.7 meandros
  - 3.3.8 degolladas
  - 3.3.9 laderas en trapps o andenes
  - 3.3.10 terrazas sedimentarias o aluviales
  - 3.3.11 terrazas lávicas
  - 3.3.12 culatas
  - 3.3.13 portillos
  
- 3.4 Relieves erosivos formados generalmente -  
por la acción combinada de varios barran-  
cos:
  - 3.4.1 facetas erosivas o tablados
  - 3.4.2 mesas
  - 3.4.3 cuchillos
  - 3.4.4 alcazabas o fortalezas (cerros testi-  
gos)
  - 3.4.5 isleo eruptivo

3.4.6 monolitos isleos. (roques fluviales)

3.4.7 paisajes de erosión (tempestad petrificada)

4. Erosión en zonas con clima de carácter marcadamente "subdesértico":

4.1. bad- lands

4.2. glacis de erosión

4.3. pedimentos

La anterior sistematización presenta dificultades para encuadrar aquellas formas de erosión sin un predominante carácter de arroyada o de aguas encauzadas. Este es el caso de las inversiones de relieve y de las calderas de erosión.



### 2.3. DEFINICION DE TERMINOS

#### Agujeritos:

grietas de distensión, por falta de apoyo lateral, y relacionada con grandes bloques de desprendimiento. Serían una forma particular de la erosión areolar.

#### Alcazabas (fortalezas o cerrros testigos):

edificios piramidales o cónicos, en anfiteatro o no, formados generalmente por la acción combinada de varias corrientes fluviales, que se jerarquizan en antiguos plateaux. Los cuchillos, cuando son cortados transversalmente por barrancos en un proceso de jerarquización, pueden evolucionar a alcazabas.

#### Angosturas:

tramos estrechos entre laderas muy inclinadas en barrancos, es decir, donde los perfiles transversales en V se han cerrado localmente.

#### Bad-lands:

barrancos ramificados, estrechos y profundos, separados por interfluvios relativamente agudos.

#### Bandas lávicas:

superficies planas e inclinadas de lava, afectadas por numerosas, próximas y subparalelas barranqueras, a consecuencia de la evolución erosiva en sistemas fisurales.

#### Barranco colgado o decapitado:

barranco en donde el perfil longitudinal es bruscamente interrumpido por el retroceso de un acantilado, marino o no.

#### Barranco disectador:

barranco cuya cabecera, o cuenca de recepción, recorta el techo plano de una potente formación de coladas apiladas subhorizontalmente.

#### Barranco en U:

barranco en donde los depósitos de piedemonte enmascaran el primitivo perfil transversal en V, dando otro en forma de U.

#### Barranco en V:

barranco en donde la erosión areolar fluvial sigue la pauta normal, donde perfiles transversales en V y sin que haya procesos de enmascaramiento de estos. Este perfil es disimétrico cuando la excavación se desarrolla entre laderas de diferentes litologías y/o estructuras.

#### Barranco tipo rambla:

barranco con perfil transversal en V truncada y perfil longitudinal casi horizontal.

#### Barrancos con cabeceras en caldera de erosión:

confluencias de barrancos en una caldera de erosión y salida estrecha en un único barranco.

#### Barranco en cañon:

barranco encajado, caracterizado por un estrecho cauce y riscos en sus paredes. Si el estrechamiento de la V es local, se obtiene una angostura.

#### Barranqueras:

ligeras excavaciones de erosión lineal, originadas por los hilillos del agua de las arroyadas. Particulares barranqueras son los regueros, definibles como canales estrechos, entre muretes agudos (crestas), que, tras un corto recorrido, desaparecen al hacerse, aguas abajo, la escorrentía intersticial.

#### Cabocos:

orificios en interfluvios.

#### Caideros:

pronunciados perfiles longitudinales, a modo de pequeñas cascadas. Las "colas de caballo" son particulares caideros, cuando estos tienen contra-pendientes o son verticales. En tales circunstancias, el agua no se desliza por las topografías, sino que salta al "vacío".

#### Caidero basal potencialmente remontante:

caidero muy próximo al nivel de base de un torrente, en algunos casos debido a un dique transversal

#### Caideros múltiples:

caideros a modo de escalera, debido a una estructu-

ra de bloques de deslizamiento, a una topografía - en trapps (andenes) o a un sistema de diques en es calera.

**Caldera de erosión:**

crater, pequeña caldera de explosión, hundimiento o una incipiente depresión en general, ensanchada por los agentes erosivos.

**Cono en parasol:**

Cono piroclástico con un drenaje superficial (barranqueras) radial. A mayor encajamiento de las barranqueras, mayor antigüedad del cono. Ocasionalmente, las barranqueras pueden estar borradas de media ladera hacia arriba, por la acción del viento

**Cuchillos:**

restos alineados y estrechos de plateaux por la - erosión fluvial (frecuentemente evolución de mesas erosionadas por barrancos subparalelos).

**Cunillas:**

ocasionales concavidades elípticas en el lecho de un barranco, originadas por el agrandamiento erosivo de las oquedades formadas por el desprendimiento de bolos (estructuras en piel de cebolla).

**Culata:**

cuenca de recepción de barranco con límite semicircular y abrupto (cuenca de recepción semi-cilíndrica, con la generatriz vertical).

**Degollada:**

línea divisoria de aguas concava hacia arriba, en un interfluvio con empinadas laderas.

**Desprendimientos:**

caídas de cantos y grandes bloques desde las laderas de barrancos o frentes rocosos, con fuertes pendientes (escarpes). La arroyada favorece este tipo de erosión.

**Erosión areolar:**

erosión en las laderas de los barrancos (interfluvios) en la que juega un importante papel la arroyada.

Facetas erosivas o tablados:

superficies planas inclinadas entre barrancos. La línea de máxima pendiente es paralela a los cauces de estos barrancos delimitantes. La morfología implica una erosión areolar poco desarrollada. Esto podría equivaler a los planezes, según los geomorfólogos franceses.

Formas descarnadas:

erosión diferencial a causa de las aguas superficiales. La participación de la arroyada puede ser muy importante. Quedan al descubierto formas encajadas. Las taparuchas (término gomero) son diques-descarnados, de gran continuidad lateral.

Glacis de erosión (rampas de erosión):

topografía en rocas blandas, de pendiente longitudinal neta constante (entre 1 y 5%) o ligeramente concava, pero sin pendiente lateral. Las corrientes de agua ocasionales pueden recorrerla, pero sin encajarse en ella.

Inversión de relieves:

se dice que hay inversiones de relieve cuando unos relieves formados por debajo de los niveles de base locales circundantes, actualmente se encuentran por encima de esos niveles. Son debidas estas inversiones a lavas que protegen rocas fácilmente erosionables por la excavación de las corrientes de agua.

Isleo eruptivo:

restos de coladas diferenciadas que coronan formas erosivas tales como alcazabas. No deben confundirse con los sombreritos, que estarían conexiónados con domos endógenos.

Laderas en trapps (andenes):

valles o barrancos con perfiles transversales escalonados, por el amontonamiento y erosión de coladas fluidas.

Meandros:

trazado del cauce describiendo curvas. Los meandros reciben el objetivo de encajados cuando estas



curvas discurren en tramos de cañon. Representan formas muy erosivas, aunque presenten procesos de sedimentación.

Mesas:

edificios de escarpados paredones (casi verticales) y techos planos, individualizados en los plateaux por la acción erosiva de las aguas encauzadas. Tales edificios, por lo general, dominan las llanuras próximas.

Monolitos isleos:

restos de planchas rocosas de paredes verticales. El techo tiene reducidas dimensiones. Los roques interfluviales son particulares monolitos isleos.

Paisaje de erosión:

gran depresión con numerosos casos de erosión diferencial y con un sistema de barrancos profundamente trazados, que se unen los unos a los otros antes de alcanzar la garganta terminal, cortando la barrera montañosa en su curso hacia el mar.

Pedimento:

glacis de erosión modelado en una roca uniformemente dura (en una colada lávica por ejemplo), que se convierte en arena.

Planezes:

sectores de las laderas bajas de los conos en para sol, preservados temporalmente de la acción erosiva, por la canalización de los drenajes. La canalización se consigue al desarrollarse barranqueras principales que capturan las barranqueras secundarias.

Portillo:

barranco que corta un escarpe.

Señoritas (paisaje lunar):

formas curiosas en rocas piroclásticas compactadas y normalmente soldadas, que recuerdan a "chimeneas de hadas", en donde el arroyamiento ha realizado una erosión diferencial, quedando pináculos protegidos por fragmentos rocosos de un relativo gran diámetro.

#### Solifluji3n-deslizamiento:

flujo lento de materiales a favor de un gradiente de pendiente, cuando arcillas empapadas en agua actuan como lubricantes. Los lahares son particulares casos de solifluji3n.

#### Terrazas l3vicas:

restos de coladas, que circularon por un valle o torrente y que actualmente est3n recortadas por la erosi3n fluvial, o superficies planas de erosi3n, talladas en capas l3vicas por la acci3n erosiva del torrente, que posteriormente se encaja en un lecho menor.

#### Terrazas sedimentarias o aluviales:

dep3sitos de superficie plana (testigo del lecho de inundaci3n), que terminan hacia el centro del valle o torrente en un reborde abrupto. Estas terrazas pueden ser multiples.

#### Torreones:

relieves locales de prominencias, prism3tica o c3nicas, en laderas formadas por coladas. Son formas de erosi3n diferencial en la que intervienen la arroyada y la fracturaci3n vertical.

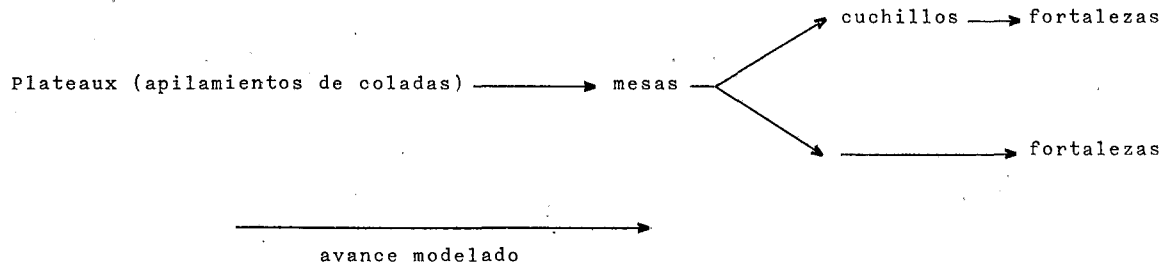
## 2.4 SUCESION EVOLUTIVA DE FORMAS EROSIVAS POR LA ACCION COMBINADA DE BARRANCOS

En la isla más árida, Fuerteventura, los pasos sucesivos en el desmantelamiento de un edificio de la serie basáltica antigua comprende:

1. Una erosión que excava una complicada red de barrancos.
2. La jerarquización de los barrancos, con lo que se corta el macizo principal.
3. Formación de grandes mesas, cuyas crestas se van agudizando, hasta formar los típicos cuchillos, separados por amplios valles, frecuentemente con perfiles transversales en U. Esta etapa corresponde ya a un modelo maduro.
4. Finalmente, estos cuchillos van siendo a su vez cortados transversalmente y quedan los cerros - testigos (alcazabas o fortalezas) con un porte piramidal o cónico, que salpican un paisaje totalmente arrasado, que espera su rejuvenecimiento con nuevas erupciones.

En Gran Canaria, la sucesión de formas se visualiza preferentemente en la formación fonolítica de la zona de Ayagaures. A grandes rasgos se sucede la siguiente secuencia de acontecimientos:

1. Apilamientos de coladas.
2. Excavación de profundos barrancos subparalelos con laderas en trapps. Formación de masas.
3. Agudización de las mesas, hasta formar cuchillos con laderas en trapps.
4. En un proceso de jerarquización y capturas, corte de algunos cuchillos por barrancos más o menos perpendiculares a los anteriores, con lo que se forman fortalezas en trapps. Estas, sin embargo, podrían ser formas derivadas directamente de las mesas.
5. Y como resultado de todo lo anterior, aparece un paisaje de profundos y relativos estrechos - barrancos, con laderas en trapps, y separados por mesas, cuchillos y fortalezas.



## 2.5 LOS BARRANCOS Y VALLES CON PERFILES TRANSVERSALES EN U.

Interpretamos estos anómalos perfiles como morfologías superpuestas: desarrollados piedemontes (acumulaciones de derrubios de ladera) se extienden casi o hasta el eje del cauce, como lo que se solapan los perfiles normales en "V". Este solapamiento es favorecido por las condiciones pluviales que determinan cauces permanentemente secos desde épocas muy remotas, al menos en sus tramos medio y final; en caso contrario, las esporádicas correntías torrenciales arrastrarían, periódicamente los piedemontes y dejarían al descubierto los perfiles normales.

Hay ilustrativos perfiles transversales en U en las islas orientales: Fuerteventura y Lanzarote. En esta última, tenemos la posibilidad de observarlos comodamente tanto desde la playa de la Caleta como desde el mirador de Haría, complementándose ambas observaciones ya que respectivamente están colgados y no, y en el último caso asociados con cuchillos muy destacados.

## 2.6. EJEMPLOS DE FORMAS EROSIVAS

Todas las formas sistematizadas tienen ejemplos en el archipiélago, ya que esta geomorfología, en función de las aguas continentales, la hemos desarrollado únicamente desde y para Canarias, si bien parcialmente es susceptible de aplicar en otras áreas geográficas.

Optamos por un estudio de campo con el alumnado para reconocer e interpretar este modelado y, en consecuencia, los ejemplos de las formas erosivas estarán enmarcados en un itinerario lo más completo posible. A pesar de ello no descartamos citar las locali-

zaciones de algunas de estas formas, bien por su espectacularidad, bien por sus aspectos didácticos, o porque están frecuentemente citadas o fotografiadas en la bibliografía divulgativa actualmente disponible.

Dentro de las formas de arroyada destacamos:

- las señoritas o paisaje lunar de Granadilla (Tenerife).
- el dique descarnado del Km. 45 en la carretera Agaete - S. Nicolás (Gran Canaria). Los Roques de García (Tenerife) determinan un espigón estructural que constituye un interfluvio.
- los deslizamientos de Rosiana, en la caldera de Tirajana (Gran Canaria).
- los desprendimientos de El Rincón o de la Cuesta de Silva (Gran Canaria) en días lluviosos. Pero los más llamativos son los de la caldera de Taburiente (La Palma) frecuentemente relacionados con agujeritos.

Los conos en parasol y los planezes, muy bien representados en Lanzarote y Fuerteventura, son los ejemplos más ilustrativos de la erosión intermedia entre arroyada y aguas encauzadas. Entre todos los conos en parasol, el más llamativo es el de Montaña Quemada, en Fuerteventura.

El muestrario por excelencia de barrancos lo observa la Gomera. Pero también, fuera de ese contexto se puede hacer numerosas citas:

El macizo de Tamadaba, observado desde el Puerto de Las Nieves (Gran Canaria), es un buen recurso para el estudio de perfiles transversales, cabeceras disectadoras, portillos y algunos casos de desembocaduras decapitadas. También este macizo ofrece una panorámica de una casi nula jerarquización. Los barrancos en cañon están bien representados en la isla de La Palma. Como ejemplos de barrancos o valles fosilizados indicamos los observables en Tufia o en el Valle de Agaete, a la altura de las Casas del Camino (Gran Canaria). Barrancos con cabeceras en calderas de erosión son el de Tirajana (Gran Canaria) y el de Las Angustias (La Palma).

El Valle de Agaete reúne unos recursos geológicos, los cuales servirían para que este sea seleccionado como "área de interés educativo". Presenta una didáctica riqueza de elementos vulcanológicos y geomorfológicos, y entre estos, limitándonos solamente a las formas erosiva opcionales de los barrancos, señalamos:

- al fondo de una angostura, el caidero de la Madre del Agua.
- en la entrada de El Paso, una terraza lávica.
- frente a las Cuevecillas, un caidero en V por un dique transversal, en un pequeño barranco tributario.
- a la altura de la Casa Roja, una cuenca de recepción con barranqueras.
- junto a la Romántica, dos culatas y un cuchillo.
- y en el Palomar, pequeños caideros, estructuras en piel de cebolla descarnadas y cunillas.

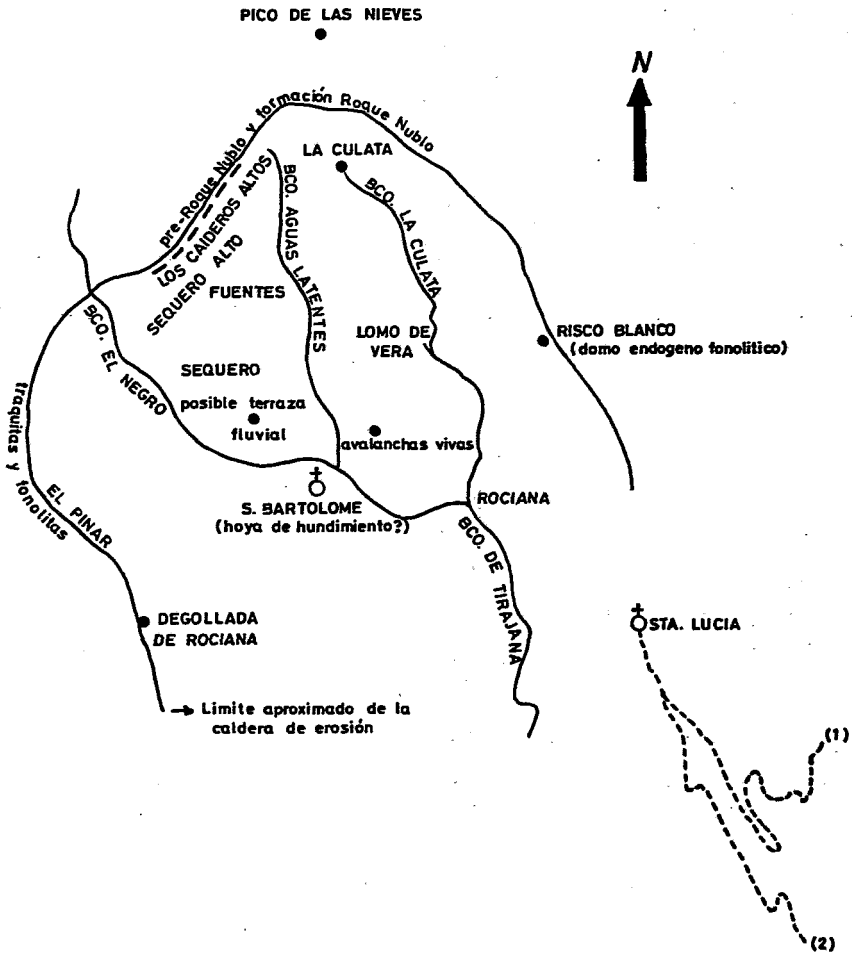
La carretera de Santa Lucía a Sardina del Sur (Gran Canaria) permiten observar cuchillos. Próxima a esta zona, en Ayagaures, pero no exclusivamente aquí, hay llamativas alcazabas, que contrastan con las de Fuerteventura en cuanto al modelado circundante.

La mesa de Acusa, en Gran Canaria, ilustra otra de las características formas de erosión por la acción combinada de varios barrancos. En esta zona se encuentra asimismo el mejor ejemplo de la denominada "tempestad petrificada".

Entre los monolitos isleos sobresalen en muchos roques de interfluvio de la Caldera de Taburiente (Roque del Huso, de Idafe, etc), en donde juegan tanto la acción combinada de varios barrancos como una muy activa erosión aerolar. En Gran Canaria es de todos conocido el "Roque Nublo".

Por último, formas tales como bad-lands, glaci-de erosión y pedimentos son localizables en Fuerteventura.

ESQUEMA DE LA CALDERA DE TIRAJANA



(1): Carretera de Temisas. Importante cuchillo y torreones.

(2): Carretera de Sardina. Cuchillos.

● : Destacados detalles geológicos.



### 3) FORMACIONES SEDIMENTARIAS

Limitamos el concepto de piedemonte a formaciones sedimentarias:

- 1) constituidas por una serie de acumulaciones de tríticas,
- 2) en forma de abanico y
- 3) a lo largo de la base de una vertiente abrupta

Como ejemplos de piedemonte analizaremos los sedimentos al pie del escarpe sur en Las Cañadas (Tenerife).

Los depósitos fosilizan una topografía previa, - con paleo-cauces. Pero estos depósitos a su vez, sufren incisiones por los barrancos actuales.

Se describe la siguiente sucesión estratigráfica:.

7. clastos actuales,
6. tramo opcional de cantos medios, de unos 10 cm de diámetro,
5. de manera excepcional, bolsas de arenas y arcillas, muy estratificadas, posiblemente de origen lagunar.
4. cantos de hasta 1 m. de eje mayor, aunque abundan los tamaños comprendidos entre 1 y 3 cms., con arenas y gravas. Los cantos se encuentran tumbados y, en algunos casos, con el eje mayor siguiendo la pendiente. Este tramo puede estar sustituido por otro heterométrico, de grandes bloques encajados entre sí y sin matriz. La ausencia de la matriz se debe a un intenso lavado de las fracciones finas.
3. opcional nivel de arenas apelmazadas.
2. cantos de pequeñas dimensiones, entre 3,5 y 6 cms. de eje mayor, estratificados, nada rodados, con los ejes mayores tumbados y cruzados entre sí. En algunos puntos hay intercaladas arenas, con espesores de hasta unos 12 cms. y gravas.
1. roca no sedimentaria.

En esta columna, los tramos fundamentales son el 4 y el 2. Además, en ella se puede describir depósitos en lenguas escalonadas y digitadas.

Los clastos actuales se presentan como:

- 1) lenguas muy locales de piedras imbricadas, escalonadas y digitadas, como consecuencia de la erosión torrencial. Los cantos más gruesos se sitúan en los frentes, debido a los efectos de empuje o de gravedad, pero no a un transporte y depósito torrencial.
- 2) canchales de gravedad y acumulaciones de piedras en la parte alta del talud y bajo los escarpes más abruptos.

La formación descrita es interpretada por algunos autores como pertenecientes:

- 1) a unas condiciones de fuerte erosión mecánica. Esta erosión, en parte, está condicionada por el escarpado perfil de la pared, que favorece la acción de la gravedad.
- 2) a unas características climáticas que proporcionan escorrentías esporádicas, capaces de producir arrastres importantes en volumen, pero limitados en recorrido.

Las grandes formaciones sedimentarias no son características de una edad determinada. Prueba de ello son los piedemontes analizados (datos por algunos autores como pleistocénicos) en contraste con los conglomerados basales (zona de la Fondada) de la serie de basaltos antiguos (miocénicos) en la Caldera de Taburiente (La Palma).

Formaciones sedimentarias menores son abundantes y a título de ejemplo citamos:

- 1) la playa de Taburiente, de arenas y gravas grises, así como de cantos poligénicos, en el barranco de su nombre (Caldera de Taburiente, La Palma), formada al quedar bloqueado y desviado el cauce por importantes desprendimientos en la zona del Capadero.
- 2) los pequeños piedemontes aislados en abanico, no relacionados con desembocaduras de torrentes, en las laderas del barranco de Almendro-Amargo (Caldera de Taburiente, La Palma). Estas morfologías, que recuerdan a conos de deyección, de manera generalizada se deben a -

consecutivos pequeños torrentes, con sus cuencas de recepción en las laderas. Famara (Lanzarote), observado desde La Caleta, ilustra al respecto.

- 3) El cono de deyección en abanico, muy desarrollado y todavía activo, al pie del Aceitunal (Fuerteventura).

No debemos de dejar de hacer referencia de los lahares. Estos son avalanchas o corrientes fangosas (mud flow) de materiales volcánicos (considerables masas de piroclastos no consolidados, que engloban los grandes bloques que encuentran a su paso), removidos por las aguas superficiales o por las del rápido deshielo.

La topografía preexistente condiciona la violencia y peligrosidad de estos sedimentos, los cuales pueden devastar regiones relativamente alejadas de los volcanes en erupción.

La procedencia del agua permite establecer diferentes tipos de lahares:

- 1) lahares debidos a grandes tormentas de lluvias. Estas frecuentemente tienen lugar después de las erupciones volcánicas.
- 2) lahares debidos al desborde de los lagos que ocupan centros eruptivos. Y
- 3) lahares provocados por el deshielo de glaciares.

Los lahares canarios pertenecen a los primeramente indicados.

#### 4) CUENCAS ENDORREICAS

El llano de Uanca, en las Cañadas de Tenerife, nos sirve para ejemplarizar el modelo de cuencas endorreicas en el ámbito geográfico de las Islas Canarias.

El correspondiente potencial lago, que mejor cabe denominarlo como llano bloqueado, se localiza en el sur de la caldera, tiene una dimensión de 2,5 por 2 km., recibe las aguas de varios barrancos y es uno

de los diversos casos de endorreísmo en la zona.

El origen de los lagos está en el bloqueo del drenaje por las lavas procedentes de los volcanes del interior de la caldera, o incluso por estos mismos volcanes. Sin embargo, este carácter endorreico se podría perder por la erosión remontante de torrentes en la pared de la caldera, ante cambios de pluviosidad.- El inicio de este proceso ya se tiene en el Llano de Maja, al N.E. de las Cañadas.

La secuencia sedimentológica generalizada en estas cuencas, a veces fosilizadas por coladas, es, de techo a muro:

1. arcillas (en ocasiones con cantos superficiales esparcidos),
2. arenas y arcillas,
3. arenas y gravas,
4. bloques,
5. depósitos de cantos que enlazan con los piedemontes,
6. coladas lávicas abiertas en abanico, y
7. nivel endorreico más antiguo.

La sedimentología típica de las cuencas endorreicas, en un ciclo de evaporación, en ambientes desérticos y también de techo a muro, sería:

1. evaporistas,
2. arcillas de neoformación,
3. arcillas detríticas,
4. limos,
5. arenas.

En los bordes lindantes con la pared de la Caldera se localizan los piedemontes. Entre éstos y los depósitos endorreicos, en superficie, se establece la secuencia:

bloques---> gravas ---> arenas ---> arcillas.

A pequeña escala, en Gran Canaria, podemos considerar como cuenca endorreica la caldera de Los Marteles, en la que desemboca un pequeño barranco.

#### IV ACTIVIDADES

- Proyección comentada de diapositivas sobre las distintas formas de la erosión por las aguas continentales en Canarias.
- Dibujo de esquemas de las distintas formas de la - erosión por las aguas continentales en Canarias.
- Proyección comentada de diapositivas sobre las formaciones sedimentarias por las aguas continentales en Canarias.
- Dibujo de esquemas de las distintas modalidades de formaciones sedimentarias por las aguas continentales en Canarias.
- Dibujo de esquemas de los distintos rasgos morfológicos de un barranco
- Realización de una excursión estructurada.
- Redacción de un informe sobre la excursión estructurada.
- Estudio in situ de formas erosivas.
- Estudio de cuencas hidrológicas en mapas topográficos.
- Estudio de un barranco.
- Elaboración de un dossier sobre las formas de erosión y formaciones sedimentarias en Canarias.

## V MODELO DE PRUEBA DE ITEMS

1. Las aguas de arroyada son aquellas que circulan:
  - a) esporádicamente en un cauce.
  - b) esporádicamente sin que estén encauzadas.
  - c) permanentemente en un cauce.
  - d) permanentemente sin un cauce fijo.
  
2. Las aguas de barrancos o torrentes son aquellas que circulan:
  - a) esporádicamente en un cauce.
  - b) esporádicamente sin que estén encauzadas.
  - c) permanentemente en un cauce
  - d) permanentemente sin un cauce fijo.
  
3. Las aguas de los ríos son aquellas que circulan:
  - a) esporádicamente en un cauce.
  - b) esporádicamente sin que estén encauzadas.
  - c) permanentemente en un cauce.
  - d) permanentemente sin un cauce fijo.
  
4. El encajamiento de muchos de nuestros barrancos se explican:
  - a) con una paleoclimatología de mayor pluviosidad.
  - b) con la climatología actual.
  - c) con una paleoclimatología de mayor pluviosidad - actual.
  - d) por cambios del nivel de base y con la climatología actual:
  
5. Uno de los siguientes términos manifiesta erosión de arroyada, o influenciada por la arroyada:
  - a) formación de cunillas
  - b) soliflucción
  - c) formación de mesas
  - d) formación de bandas lávicas

6. Uno de los siguientes términos manifiesta erosión de tránsito entre arroyada y aguas encauzadas:
- a) señoritas.
  - b) cuchillos.
  - c) caideros.
  - d) barranqueras.
7. Unos de los siguientes términos manifiesta erosión de aguas encauzadas :
- a) torreones.
  - b) conos en parasol.
  - c) fortalezas.
  - d) deslizamientos.
8. Un interfluvio de empinadas laderas y con una línea divisoria de agua cóncava hacia arriba se denomina:
- a) degollada.
  - b) caidero.
  - c) cuchillo.
  - d) angostura.
9. El paisaje lunar es una forma de erosión originada por las aguas de arroyada cuando circula sobre:
- a) coladas actuales.
  - b) rocas solubles.
  - c) aluviones y piroclastos compactados.
  - d) coladas basálticas meteorizadas.
10. Un cuchillo es una forma erosiva:
- a) opcional en un barranco.
  - b) de arroyada.
  - c) exclusiva de zonas con climas de marcado carácter subdesértico.
  - d) determinada por la acción combinada de dos barrancos.

11. Se define la desembocadura de barranco cortando un-acantilado como:
- a) barranco colgado.
  - b) un portillo.
  - c) barranco disectador.
  - d) barranco en cañón.
12. Un barranco colgado:
- a) puede ser disectador y su desembocadura definir se como portillo.
  - b) nunca su desembocadura puede definirse como portillo.
  - c) siempre su desembocadura puede definirse como -portillo.
  - d) es sinónimo de disectador.
13. Las fortalezas son formas:
- a) evolucionadas de cuchillos, pero a veces pueden evolucionar.
  - b) evolucionadas exclusivamente de cuchillos.
  - c) transitorias entre mesas y cuchillos.
14. En una región con apilamientos de coladas y con redes hidrográficas jerarquizadas cabría esperar:
- a) cuchillos y fortalezas, pero nunca mesas.
  - b) mesas y fortalezas, pero nunca cuchillos.
  - c) mesas, cuchillos y fortalezas.
  - d) mesas y cuchillos, pero nunca fortalezas.
15. Los barrancos en U se deben:
- a) a procesos de erosión durante climas de marcado carácter subdesértico.
  - b) a una importante sedimentación en los cauces de los barrancos.
  - c) a una erosión lineal parcialmente asolapada por procesos sedimentarios de ladera. Traducen una-climatología actual árida.
  - d) a una paleoclimatología glacial.



16. El Roque de Aguayro, en la carretera de Temisas, es definible como:

- a) un cuchillo.
- b) una mesa.
- c) un monolito isleo.
- d) una fortaleza.

17. Los barrancos, o mejor, torrentes del macizo de Tamadaba (Gran Canaria), observados desde el Puerto de Las Nieves, hace recordar a una red hidrográfica:

- a) jerarquizada, con barrancos disectadores.
- b) jerarquizada, con barrancos colgados.
- c) no jerarquizada, con barrancos disectadores, - colgados y desembocaduras en portillos.
- d) no jerarquizada, con barrancos solamente disectadores.

18. Barrancos en U.:

- a) son frecuentes en Gran Canaria.
- b) están bien representados solamente en Fuerteventura.
- c) están bien representados solamente en Lanzarote
- d) son formas características tanto de Lanzarote - como de Fuerteventura.

19. Mesas y cuchillos jalonados por amplios valles corresponden a un modelado:

- a) maduro.
- b) rejuvenecido.
- c) joven.
- d) de senectud.

20. Fortalezas que salpican en un paisaje totalmente arrasado definen a un modelado:

- a) maduro.
- b) rejuvenecido.
- c) joven.
- d) de senectud.

21. Las grandes formaciones sedimentarias de aguas continentales en Canarias:
- a) no son características de algunas islas, pero están condicionadas a una edad determinada.
  - b) no son características de algunas islas, ni estan condicionadas a una edad determinada.
  - c) son características de algunas islas y están condicionadas a una edad determinada.
  - d) son características de algunas islas, pero no están condicionadas a una edad determinada.
22. El endorreísmo canario:
- a) no está condicionado por las formas eruptivas, pero es potencialmente temporal.
  - b) no está condicionado por las formas eruptivas, ni es potencialmente temporal.
  - c) está condicionado por las formas eruptivas y es potencialmente temporal.
  - d) está condicionado por las formas eruptivas, pero no es potencialmente temporal.
23. Una formación sedimentaria recibe el nombre de fosilizada cuando:
- a) está recubierta por otros materiales, como coladas. Los sedimentos son antiguos.
  - b) está cubierta por otros materiales, como coladas. Los sedimentos pueden ser de cualquier edad.
  - c) corresponde a una edad antigua, sin estar necesariamente recubierta por otros materiales.
  - d) se encuentra levantada (a mayor altitud) por movimientos eustáticos o tectónicos.
24. Se entiende por piedemonte:
- a) formaciones sedimentarias, en abanicos, a lo largo de la base de una vertiente no necesariamente abrupta.
  - b) formaciones sedimentarias, sin el desarrollo de una morfología en abanico (que queda reservado al cono de deyección), a lo largo de la base de una vertiente abrupta.

c) formaciones de coladas que solapan la base de una vertiente abrupta.

d) formaciones sedimentarias, en abanicos, a lo largo de la base de una vertiente abrupta.

25. Para clasificar un lahar nos basamos en criterios:

a) litológicos (materiales transportados).

b) climatológicos.

c) de procedencia de las aguas.

d) morfológicos (forma de los depósitos).

## BIBLIOGRAFIA

- CARSON, M. A.; KIRKBY, M.J. 1.972. Hillslope form and process. CUP
- DAVIS, W.M. 1.954. Geographical Essays. Dover Publ
- GREGORY, K, J.; WALLYNG, D.E. 1.973. Drainage Basin Form and Process. Arnold.
- KING, L.C. 1.962. Morphology of the Earth. Oliver y Boyd.
- LEOPOLD, L.B.; WOLDMAN, M.G.; MELLER, J.P. 1.964.-  
Fluvial Processes in Geomorphology. Free  
man.
- MARTINEZ; J. 1.982. Guía de campo para el estudio de los barrancos canarios. I.B. Saulo To  
rón. Gran Canaria.
- MORISAWA, M. 1.968. Streams: Their Dynamics and -  
Morphology. McGraw Hill.
- PENCK, W. Morphological Analysis of Landforms: Con  
tribution to Physical Geology. Macmillan
- RICE, R.J, 1.983. Fundamentos de Geomorfología. Pa-  
raninfo.
- YOUNG, A. 1.972. Slopes. Oliver and Boyd.

**ACCION GEOLOGICA DEL VIENTO**

## E S Q U E M A

- I. Objetivos.
- II. Recursos instrumentales.
- III. Contenidos.
- IV. Estudio de campo.
- V. Actividades.
- VI. Modelo de prueba de items.
- VII. Bibliografía.

## OBJETIVOS

### 1. Informativos:

- 1.1. Conocer los sistemas de vientos en las is las Canarias.
- 1.2. Conocer la influencia de los vientos domi nantes en la morfología de ciertos conos- piroclásticos.
- 1.3. Conocer las formas de erosión eólica.
- 1.4. Tener un esquema amplio de los distintos- tipos de depósitos eólicos.
- 1.5. Conocer el concepto de duna.
- 1.6. Conocer los distintos tipos de dunas.
- 1.7. Conocer el concepto de polvo en suspen- sión.
- 1.8. Conocer las condiciones climáticas que per- mitan polvo en suspensión en Canarias.
- 1.9. Conocer estructuras sedimentarias en los depósitos eólicos.
- 1.10. Conocer las causas de las estructuras se- dimentarias en los depósitos eólicos.

### 2. Formativos:

- 2.1. Comprender que la erosión no es función un- icamente de un solo agente, aunque pue- da destacar uno de ellos.
- 2.2. Analizar las formas erosivas en función de los sistemas de vientos, de la petrolo- gía y de la fisiografía en Canarias.
- 2.3. Analizar la morfología de determinados co- nos piroclásticos, a partir de los vientos dominantes presumibles durante las erup- ciones.
- 2.4. Contrastar depósitos eólicos con los de - otros agentes.
- 2.5. Formular hipótesis sobre el origen y evo- lución del campo de dunas de Maspalomas - (Gran Canaria).

- 2.6. Deducir las relaciones que existen entre los depósitos costeros y eólicos.
- 2.7. Comprender los condicionantes climatológicos y fisiográficos en las formaciones de loess, ante los condicionantes del polvo en suspensión en Canarias.
- 2.8. Explicar las estructuras sedimentarias primarias en depósitos de picón.
- 2.9. Valorar las estructuras sedimentarias en los depósitos eólicos como método de identificación techo-muro.

3. De automatismo, destrezas e investigaciones:

- 3.1. Reconocer in situ formas de erosión eólica.
- 3.2. Saber denominar las formas de erosión eólica
- 3.3. Saber dibujar con razonable rapidez algunas formas de la erosión eólica.
- 3.4. Saber distinguir correctamente entre enunciados verdaderos y falsos referentes a términos, conceptos y causas de la erosión eólica
- 3.5. Reconocer in situ dunas.
- 3.6. Saber denominar los distintos tipos de dunas
- 3.7. Saber dibujar con razonable rapidez los distintos tipos de dunas.
- 3.8. Saber identificar mapas climatológicos en su superficie, que indujesen a pensar en la posible existencia de Siroco en Canarias.
- 3.9. Saber distinguir correctamente entre enunciados verdaderos y falsos referentes a términos, conceptos y causas de los depósitos eólicos.
- 3.10 Realizar un estudio granulométrico de las arenas de una duna.
- 3.11 Realizar una granulometría comparada, con sus curvas, entre las arenas de una duna y las arenas de una playa.
- 3.12 Reconocer in situ estructuras sedimentarias en los depósitos eólicos.



- 3.13. Reconocer in situ estructuras sedimentarias primarias en depósitos de picón.
- 3.14. Saber denominar los distintos tipos de estructuras sedimentarias en los depósitos eólicos y de picón.
- 3.15. Saber aplicar los criterios techo-muro en función de las estructuras sedimentarias estudiadas.
- 3.16. Saber distinguir correctamente entre enunciados verdaderos y falsos referentes a términos, conceptos y causas de las estructuras sedimentarias.

## II RECURSOS INSTRUMENTALES.

- Mapa topográfico de la Isla.
- Diapositivas de formas de erosión y depósitos eólicos.
- Cámara fotográfica y películas vírgenes.
- Útiles de dibujo.
- Cuaderno de notas de campo.
- Mapas climáticos donde se representan las direcciones predominantes de los vientos en Canarias.
- Modelos de curvas granulométricas.
- Papel semilogarítmico.
- Tamizadora.

## III CONTENIDOS

1. Generalidades sobre el transporte y la erosión eólica.
2. Clasificación y nomenclatura de las formas erosivas.
3. Definición de los términos erosivos.
4. Condicionantes eólicos en los conos piroclásticos.
5. Generalidades de los depósitos eólicos.
6. Concepto de dunas.
7. Clasificación y nomenclatura de las dunas.
8. El polvo en suspensión o siroco.
9. Estructuras sedimentarias primarias en los depósitos eólicos.
10. Estructuras sedimentarias secundarias en los depósitos eólicos.

## 1. GENERALIDADES SOBRE EL TRANSPORTE Y LA EROSION EOLICA

En este apartado de la acción geológica del viento, solamente se abarcará la destrucción mecánica y los depósitos eólicos. La meteorización, por los componentes químicos de la atmósfera, será objeto de otro estudio.

En aquellas zonas de la tierra donde ha actuado la meteorización y otras formas de erosión, y los materiales no han sido consolidados, estos, si las condiciones de humedad y vegetación lo permiten, pueden ser transportados por el viento y depositados en otros lugares. Para que este transporte sea importante, es necesario que los vientos sean constante en intensidad y dirección, además de que haya acúmulos de polvo y arena en las proximidades y escasez de vegetación.

El viento realiza la erosión por deflación o por abrasión; esto es, por barrido de los derrubios de leznables y finos o por ataque con los materiales que transporta.

## 2. CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE LAS FORMAS EROSIVAS

En realidad no hay límites claros entre determinados términos de la erosión, tanto eólica en sentido estricto como en la que intervendría el viento en mayor o menor grado. Este es el caso entre erosión alveolar, taffonización, taffonis en zonas costeras y pequeñas oquedades de probable spray marino. A pesar de ello, proponemos la siguiente sistematización

### a) Erosión en superficies topográficas subhorizontales:

1. reg y pavimento desértico
2. hammada
3. jardangs
4. cantos eólicos en facetas
5. arenas volanderas

b) Erosión en los frentes rocosos:

1. socavones y cuevas.
2. rocas en setas o en pedestal
3. solapones
4. superficie alveolar.
5. taffonis.

c) Erosión mixta (entre erosión en superficies topográficas subhorizontales y erosión en frentes rocosos):

1. relieve ruñiforme taffonítico.

### 3. DEFINICION DE LOS TERMINOS EROSIVOS

a.1 Reg y pavimento desértico:

Se entiende por reg un empedrado de cantos, resultado de la eliminación de los elementos finos por deflación. Un caso particular del reg sería el pavimento desértico, definible como una superficie del desierto constituida por un mosaico de cantos estrechamente empaquetados, del que han sido extraídos los granos finos.

a.2 Hammada:

Extensiones superficiales, normalmente en mesetas, de rocas pulidas por abrasión y desnudas por deflación

a.3 Jardangs:

Surcos y crestas abruptos, del orden de uno a varios metros, alargados en la dirección del viento, originados por abrasión y por una posterior deflación, en arcillas, esquistos o, incluso, en areniscas.

a.4 Cantos eólicos en facetas:

Cantos con caras ligeramente cóncavas, talladas por abrasión, de las cuales una es perpendicular al viento dominante y las otras oblicuas. Se pueden originar formas piramidales.

a.5 Arenas volanderas:

Granos de arenas, que transporta el viento, redondeadas, y frecuentemente pulidas, a consecuencia de -

golpeos entre ellas y de estas con el relieve.

#### b.1 Socavones y cuevas:

Formas erosivas en la base de las elevaciones rocosas, consistentes en entrantes. En el socavón tiene mayor relevancia la continuidad lateral. En la cueva, la profundidad predomina sobre la continuidad lateral. La erosión resulta del ataque continuo que sufren las rocas por las partículas transportadas eólicamente, bien en suspensión, bien en saltación o bien en reptación.- Esta acción está más desarrollada en las proximidades del suelo, ya que el número de partículas transportadas disminuye considerablemente con la altura.

#### b.2 Rocas en setas o en pedestal:

Formas erosivas de abrasión consistentes en afloramientos monolíticos socavados en sus bases. Son casos particulares de la erosión descrita anteriormente.

#### b.3 Solapones:

Formas erosivas de abrasión consistentes en profundos y estrechos entrantes, no basales, en los frentes rocosos. Se desarrollan cuando entre capas de rocas duras se encuentran otras blandas o fácilmente disgregables, como los piroclastos, o cuando hay zonas de debilidad en rocas disgregables pero cementadas, dentro de la altura en las que las arenas pueden ir en suspensión o en saltación.

#### b.4 superficie alveolar:

Superficie frontal en unas rocas más o menos blandas y preferentemente heterogéneas, como las piroclásticas e ignimbritas, plagadas de pequeñas (centimétricas) oquedades de abrasión.

#### b.5 Taffonis:

Formas cavernosas, más o menos redondeadas, a partir de una erosión puntual. La erosión genéticamente, es difícil de interpretar. Sin embargo, se presume que el viento, en principio, juega un determinado papel.

La taffonización en Canarias se caracteriza por:

- 1) encontrarse dispersa por diversos lugares de las islas, tanto en ambientes continentales como en ambientes con influencia del mar,
- 2) darse sobre litologías distintas: en rocas cementadas (areniscas y particulares piroclastos) soldadas (ignimbritas) y en duras y homogéneas (coladas, por ejemplo, basálticas y fonolíticas) y

- 3) localizarse generalmente en los piroclastos según los planos de estratificación y, en algunos casos, a partir de las oquedades producidas por la caída de bloques englobados. En las coladas, se inician a partir de diaclasas, porosidades y/o rugosidades externas.

c.1 Relieve ruiniforme taffonítico:

Tapografía, más o menos subhorizontal, muy accidentada y caprichosa, como consecuencia de una elevada densidad de taffonis en frentes rocosos, pero tan próximos a la superficie topográfica subhorizontal que afecta a ella.

EJEMPLOS

En Gran Canaria hay ejemplares interesantes de taffonis. Algunos de estos son:

- a) en la Punta de Arucas. La erosión está desarrollada en las columnas basálticas III y sin ninguna relación con el diaclasado,
- b) en las proximidades de la playa de Taurito, en traquitas, especialmente asociadas con pequeñas oquedades de probable spray marino, o simplemente a una erosión alveolar, y
- c) en las areniscas que circundan a la playa del Cabrón (Arinaga).

El mejor ejemplo de relieve ruiniforme taffonítico está en Las Cañadas del Teide (Tenerife), en los denominados "Caprichos".

Un buen ejemplo de roca en pedestal lo constituye el "árbol de piedra" en Las Cañadas (Tenerife), pero aquí la acción eólica se combina tanto con agentes mecánicos como con condicionantes petrológicos (rocas lávicas duras sobre una base rojiza de piroclastos soldados) para dar lugar a esta forma de erosión diferencial.

Solapones asociados a una erosión alveolar son identificables en Las Rosas, en el límite de los municipios de Galdar y Agaete (Gran Canaria). Otros ejemplos de solapones se encuentran en las areniscas que delimitan a la playa del Cabrón (Gran Canaria) pero ahora la forma erosiva se encuentra entre taffonis.

#### 4. CONDICIONANTES EOLICOS EN CONOS PIROCLASTICOS

La no simetría cónica de los conos piroclásticos, en muchos casos depende de los regimenes eólicos dominantes durante las erupciones, es decir, que la acción eólica, en ocasiones destructiva, puede dejar huellas en formas constructivas. Al respecto resulta ilustrativo el bonito grupo de volcanes recientes en herradura, por la acción de los alisios, observables entre Nazaret y Teguiše (Lanzarote). Desde Playa Blanca (Lanzarote) tenemos otra oportunidad de comprobar el control eólico en la morfología de ciertos volcanes; nos referimos al cono dominante en herradura de la isla de Lobos, aquí también abierto a barlovento de los alisios.

#### 5. GENERALIDADES DE LOS DEPO SITOS EOLICOS

A parte de los loess, las formas típicas de depósitos eólicos son las dunas. Estas pueden presentarse aisladamente o como campo de dunas, que reciben la denominación de erg. Desde otro punto de vista, las dunas se relacionan con zonas litorales o con áreas desérticas. En este último caso, entre la hammad y el erg, hay zonas intermedias o reg, en las cuales el viento levanta los granos finos, quedando una superficie de cantos y arenas gruesas. En los grandes desiertos, como el Sahara, se observa todas las formas de transición.

Las partículas más finas, limos y arcillas, suelen ser transportadas cientos de kilómetros por el viento, depositándose finalmente en las grandes llanuras para formar el loess. Estos depósitos no son propiamente formaciones desérticas, sino a lo sumo peridesérticas.

## 6. CONCEPTO DE DUNAS

Las dunas son depósitos arenosos con morfologías y estructuras sedimentarias primarias características, a partir de una alimentación de abundantes arenas, y debidas a un transporte eólico.

El viento responsable de este transporte debe reunir tres condiciones. Que tenga:

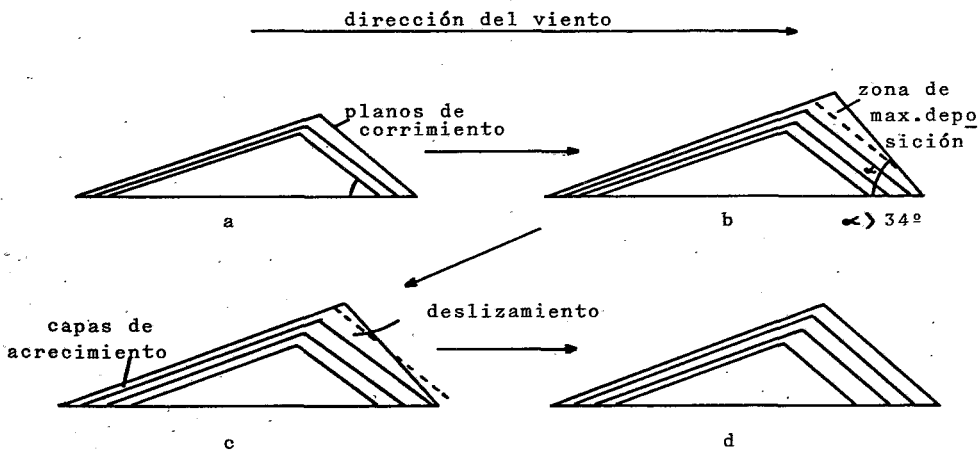
1. dominancia o cierto carácter de dominancia.
2. intensidad de fuerte a media, y
3. relativa sequedad.

El avance de una duna se realiza según planos de corrimiento. Se ha demostrado que en acumulaciones de forma y tamaño constante, la remoción y deposición en un punto son proporcionales a la  $\text{tg.}$  del ángulo de inclinación de la superficie. Por consiguiente, en la cima de una duna teóricamente no existe remoción ni deposición y se alcanza el máximo en los puntos de mayor pendiente, esto es, en la zona de sotavento y próxima a la cima, que acrecerá más rápidamente. Esta zona, por el crecimiento que en ella tiene lugar, aumentará de pendiente y cuando se supera los  $34^\circ$  (talud natural de arena seca), se producen avalanchas a lo largo de planos de corrimientos, los cuales tienen ángulos entre  $32$  y  $33^\circ$ . Esto motivarán que las dunas muestren siempre sus aspectos característicos y que se muevan a tirones, quedando registrados sus movimientos por los planos de corrimiento.

Pendientes ocasionales, en las bases de las laderas de sotavento, superiores a la del talud natural, pueden originarse por remolinos, independientemente a las causas anteriores.

A modo de conclusiones sobre la dinámica en las dunas, cabe formular que los desplazamientos se realizan por deflación en las vertientes de barlovento (las expuestas al viento) y por gravedad en las vertientes de sotavento.





- a) Corte transversal de una duna en donde se aprecian las capas de acrecimiento y los planos de corrimiento.
- b) Los granos de arena transportados por el viento, se depositarán preferentemente en la zona de sotavento y próximos a la cima de la duna.
- c) Cuando se supera en la zona de sotavento los  $34^\circ$  (tá-- ludo natural de la arena seca) se produce un deslizamiento según los planos de corrimiento, con lo que la duna avanza. Queda registrados estos deslizamientos en los planos de corrimiento.
- d) Posición de partida tras el deslizamiento, pero con una nueva capa de avance.

## 7. CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE LAS DUNAS

Trataremos de esbozar un esquema de clasificación y nomenclatura, pero sin pretender dar definiciones - exhaustivas. No obstante, comentaremos algunas peculiaridades de estos depósitos eólicos en Canarias.

Justificamos esta amplia panorámica para encuadrar las dunas canarias en un contexto general.

Una sistemática depende de los criterios de partida. Para las dunas creemos que los más prácticos, para un estudio de campo, son los de datación, localización geográfica, morfológicos, evolutivos, dinámicos y dimensionales.

### I. SEGUN CRITERIOS DE DATAACION:

#### 1.- Paleo-dunas:

- a) no fosilizadas,
- b) fosilizadas (cubiertas por otras rocas).

#### 2.- Actuales.

Las paleo-dunas están formadas por el transporte-eólico de épocas pasadas, aunque los regímenes eólicos, en mayor o menor grado, coincidan con los de la climatología actual. Estas paleo-dunas reciben el calificativo de "fosilizadas" cuando total o parcialmente se encuentran cubiertas por otras formaciones rocosas. Las dunas fósiles siempre son paleo-dunas, pero la inversa no es necesario que se cumpla. Las dunas formadas en las presentes condiciones climáticas son las actuales.

### II. SEGUN LOCALIZACIONES GEOGRAFICAS:

#### 1.- dunas en desiertos.

#### 2.- dunas en conexión con trasplaya.

#### 3.- dunas interiores, no relacionadas con actuales playas ni con desiertos.

### III. SEGUN CRITERIOS EVOLUTIVOS:

1.- Estado juvenil. La duna adquiere primeramente la forma de broquel (pequeño escudo), después se convierte en un ovoide, pero con superficies empinadas, para adquirir pronto una de las morfologías características.

2.- Estado de madurez. Se trata de dunas bien formadas.

3.- Vejez. Las dunas quedan desorganizadas por ensanches de las depresiones en las cimas. Estas corren y se agotan a un agotamiento del suministro de arena.

### IV. SEGUN CRITERIOS MORFOLOGICOS (sin perturbaciones debidas a la topografía o a la vegetación):

1.- Dunas transversales. Son cadenas desarrolladas perpendicularmente a un viento dominante, de intensidad media y constante en dirección y velocidad. La ladera de barlovento es bastante más suave que la de sotavento. Debe haber un buen suministro de arena.

2.- Dunas de aristas recurvadas en forma de S, probablemente por la variabilidad de los vientos. Son casos particulares de las transversales.

3.- Dunas en dorso de ballena: montículo o colina alargada, lisa y perpendicular a la dirección del viento, con una cresta redondeada y con pendientes similares en ambas laderas.

4.- Dunas tipo "barjan". Son dunas parabólicas, con los cuernos alargados hacia el sentido de avance del viento. Debe haber unas condiciones mediocres de suministro de arena, con situaciones de frecuentes vientos fuertes.

5.- Cordones de dunas longitudinales, llamadas también en cresta de gallo o en cremallera. Morfológicamente serían el resultado de las uniones de varias dunas de tipo barjan. Se presume que se forman cuando el viento sopla en dos direcciones en ángulo agudo. Son cadenas según la dirección del viento principal, con múltiples coletillas oblicuas en una misma cara y orientadas según la dirección del viento secundario.

6.- Dunas parabólicas en las que los cuernos se dirigen hacia la procedencia del viento. Se describen en climas templados.

7.- Ghourd (gurd). Grandes dunas piramidales, con depresiones en las cimas, que se elevan en un campo de dunas en S.

8.- Dunas en tronco de cono, con depresiones en las cimas. Podrían ser casos particulares de ghourd, aunque otra alternativa sería un estado juvenil avanzado y conjelado, que no ha adquirido una morfología típica al quedar fija, de forma prematura, por la vegetación.

9.- Sand-ridge. Son dunas a modo de cordones que se alinean paralelas entre sí durante varios kms. Estas no sobrepasan algunos metros de anchura y altitud.

#### V. SEGUN LA INFLUENCIA DEL RELIEVE O DE LA VEGETACION:

1.- Duna de barlovento: depósito de arena por delante y en los laterales de un resalte topográfico aislado, que hace frente a un viento que transporta arena. En sotavento del resalte, los remolinos, impiden el depósito de arena.

2.- Duna de eco: depósito de arenas paralelo y a cierta distancia de un escarpe o talud que hace frente a un viento que transporta arena.

3.- Dunas trepadoras y de caída: si el viento puede remontar la arena a través de un escarpe, con más o menos pendiente, se forma por este lado de barlovento depósitos denominados dunas trepadoras. Si la arena puede superar la divisoria del relieve y caer por la otra vertiente, se forman depósitos denominados dunas de caída.

4.- Dunas de sotavento: pequeños obstáculos aislados pueden frenar el viento, con lo que se producen depósitos de arena a sotavento de los mismos. Las dunas de arbusto o matojo (nebkha) son dunas de sotavento relacionadas con una vegetación escasa y dispersa.

## VI: SEGUN CRITERIOS DINAMICOS:

1.- Fijas. Intervienen obstaculos o vegetación, No hay avance.

2.- Efimeras. Las dunas poseen un continuo desplazamiento, aunque no se descarta transitorias retenciones.

## VII. SEGUN LAS DIMENSIONES:

1.- Dunas menores. La altura no sobrepasa los veinte metros.

2.- Dunas intermedias. En ellas, las alturas oscilan entre veinte y un centenar de metros.

3.- Grandes dunas: Estas poseen alturas de más de un centenar de metros.

Maspalomas se clasifica como un campo de dunas actuales, de litoral y, mayoritariamente, de forma maduras.

Las que dan identidad al campo son:

1. Dunas transversales del NE
2. Dunas transversales del SE
3. Dunas tipo barjan del NE
4. Dunas tipo barjan del SE

Las transversales tienen cierta tendencia a morfología en S.

Este conjunto de dunas efímeras se sitúan, por sus dimensiones, entre menores e intermedias.

Otras identificaciones dunares son:

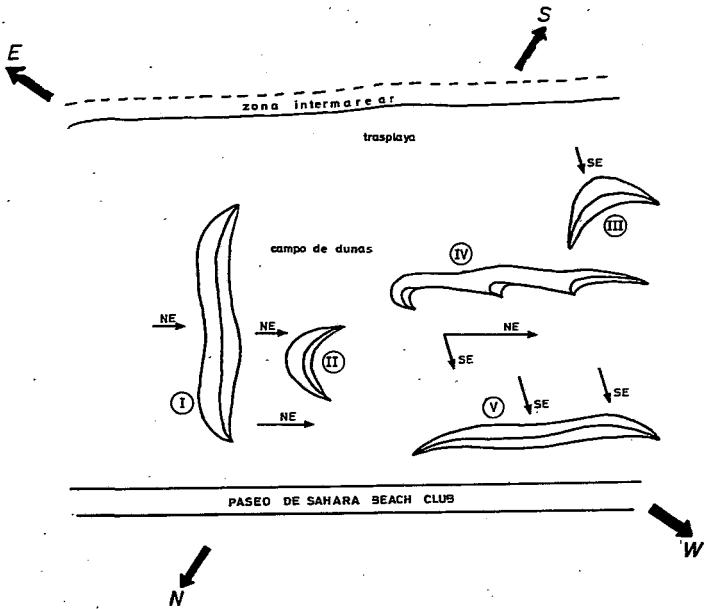
1. Dunas en dorso de ballena. Se localizan estas dunas menores, en zonas próximas a las trasplazas, entre dunas transversales.

2. Dunas menores y fijas en tronco de cono. Están relacionadas con la vegetación.

3. Pequeñas dunas juveniles de sotavento, localizables en las depresiones denominadas "HOYAS".

Las dunas próximas al escarpe aluvial, en el borde septentrional del sector NE del campo, pueden clasificarse como "dunas de eco". Los depósitos de arenas que se apoyan en el escarpe ya definen dunas de barlovento.

ESQUEMA DEL CAMPO DE DUNA DE PYA, DEL INGLES-MASPALOMAS



- Ⓘ Dunas transversales formadas por vientos dominantes de componente NE. Estas tienen cierta tendencia a transformarse en "dunas en S", quizás por la influencia del viento de componente SE.
- Ⓙ Dunas tipo "barjan" formadas por vientos dominantes de componente NE.
- Ⓚ Dunas, relativamente minoritarias, tipo "barjan" formadas por vientos de componente SE.
- Ⓛ Dunas en cresta de gallo que podrían haber estado representadas en el campo de dunas, aunque no sea este el caso. Corresponderían a la acción conjunta de los vientos del NE y SE.
- Ⓜ Dunas transversales formadas por los vientos de componente SE. También tienen tendencia a transformarse en "dunas en S".

## 8. EL POLVO EN SUSPENSIÓN O SIROCO

Hablar de la geología, en función de los vientos en Canarias, implica la obligatoriedad de hacer referencia del polvo en suspensión. Por otra parte, estas ocasionales suspensiones eólicas de las fracciones limo y arcilla nos sirve como excelente recurso metodológico, o como motivación, para explicar las formaciones de loess, de interés en geología y edafología, y por lo tanto en agricultura, en otras áreas geográficas, si bien, en los procesos de formación de estos depósitos, cambian las condiciones climáticas y los condicionantes fisiográficos de las áreas de alimentación en relación con el polvo en suspensión canario.

La situación climatológica en superficie más típica, que propiciaba el polvo en suspensión, de procedencia sahariana, en Canarias, está caracterizada por:

1. Un anticiclón centrado sobre el Mediterráneo o en el Sur de Europa.
2. Una borrasca entre Gran Bretaña y el Norte de Europa continental.
3. Una no imprescindible depresión térmica por Mauritania.
4. Y vientos secos y calientes africanos, como consecuencia de todo lo anterior, de componentes E o SE, (aunque reciban la denominación de "tiempo Sur".

Estas esporádicas situaciones de varios días de duración pueden darse en cualquier momento, pero son frecuentes sobre todo en otoño y primavera.



## 9. ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS PRIMARIAS EN LOS DEPOSITOS EOLICOS

Tres son las estructuras sedimentarias primarias destacables en los depósitos eólicos:

1. Estratificación subparalela.
2. Estratificación cruzada (cross bedding) y
3. Rizaduras (ripple marks).

Las dos últimas estructuras definen ambientes sedimentarias con corrientes.

Se entiende por estratificación subparalela la superposición de capas como resultado de cambios en el proceso de sedimentación.

Las capas de minerales pesados, comunmente negros, como la magnetita, representan las deposiciones precoces de arenas transportadas por el viento. Estos minerales, en un principio, estaban dispersos en los sedimentos.

La estratificación subparalela, con niveles de minerales pesados, se observan, o quedan reflejadas, en pequeños cortes, o en la superficie, de las laderas de las dunas.

Las deposiciones, relacionadas con remolinos, de los minerales pesados, con suerte se pueden observar en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria).

La estratificación cruzada se define como un conjunto de láminas, o de estratos, dispuestos oblicuamente a la estratificación principal.

Esta estructura está muy bien representada en numerosos depósitos de arenas de Canarias, por ejemplo, en las dunas fosilizadas de Puerto Santiago (Tenerife), en las paleo-dunas no fosilizadas de Tufia (Gran Canaria) y en el Jable de Cervantes (Fuerteventura).

La interpretación genética y la clasificación y nomenclatura de la estratificación cruzada se hacen de acuerdo con el esquema adjunto.

Los ripple marks se definen como rizaduras asimétricas y paralelas, de longitud de onda variable y de pequeña amplitud, producidas en incoherentes materiales arenosos por el viento.

La arena, para una determinada granulometría y velocidad del viento, puede ser transportada "en saltación". En tales circunstancias, los granos, al caer, determinan ángulos de incidencia con valores muy pequeños, de unos 15 grados. Cuando ocurre la incidencia, se dará uno de los dos siguientes casos alternativos:

- 1) o rebotan los granos incidentes, o
- 2) al chocar con otros granos, ceden su energía para que estos últimos salten a su vez o repiten según sus tamaños.

Estos desplazamientos a saltos, más o menos constantes, son los que originan, sobre los depósitos de arenas, las estructuras de rizaduras, cuyas alturas y espaciados dependerán de una serie de parámetros, a saber, de la:

- 1) granulometría
- 2) intensidad del viento, y
- 3) de la pendiente topográfica.

La estructura llega a desaparecer si la velocidad del viento es muy débil, ya que los granos se desplazarían por arrastre superficial y se acumularían preferentemente en las depresiones de las rizaduras, con lo que estas desaparecerían.

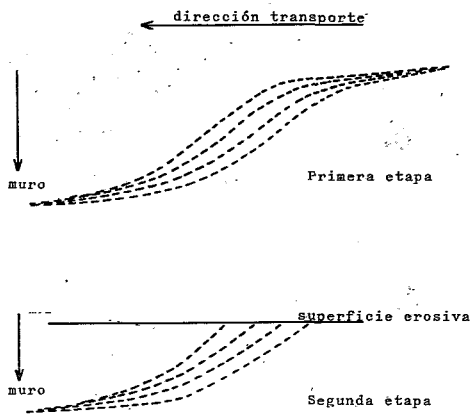
Las rizaduras casi siempre se observan en las laderas que hacen frente a los vientos. En estas también suelen formarse sistemas de rizaduras de interferencia debidas a cambios en la componente del viento.

Las morfologías y dinámicas de estas interferencias serán consideradas en la "Guía de campo para el estudio de las dunas litorales".

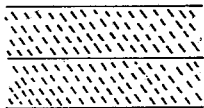
En Maspalomas (Gran Canaria), los sistemas de interferencia suelen describir esquemas muy ilustrativos y estarían condicionados por los vientos del NE (dominantes) y los del SE, y a veces por los del W.

Pero esta estructura sedimentaria no solamente se forma en depósitos eólicos de arenas, o en arenas de playas sometidas a vientos, sino también en otras acu-

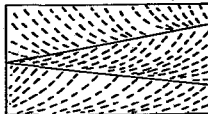
mulaciones de distinto significado, aunque la estructura tenga un origen eólico, como ocurre con los ripple marks identificables en las laderas - de algunos conos piroclásticos (de lapilli) sometidas a la acción de los vientos. Un ejemplo llamativo son las rizaduras en el picón del denominado "Mar de la tranquilidad" en el Parque Nacional de Timanfaya (Lanzarote).



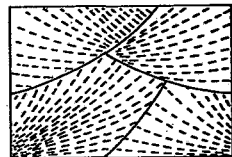
estratificación  
cruzada= cross  
bedding



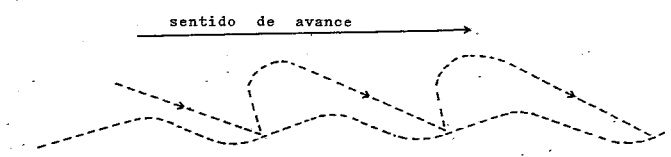
cross bedding tabular



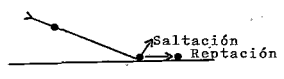
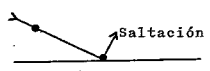
cross bedding en cuña



cross bedding lenticular



Transporte por saltación eólica, con equilibrio entre las longitudes de onda de los "Ripple-Marks" y los saltos de los granos de arena.



Los granos de arena, al caer, pueden rebotar o ceder su energía a otros granos, que saltan o reptan según sus tamaños.

## OTRAS ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

### PRIMARIAS

En un campo de dunas, con frecuencia, se observa:

- planos de corrimientos, y
- quillas: pequeñas acumulaciones angulosas -  
en el sotavento de un obstáculo, como puede  
ser una planta o un canto.

Ocasionalmente, y después de lluvias, se forma--  
rían:

- efímeras grietas de desecación (mud cracks),  
y
- efímeras aristas en cornisas.

## 10. ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS SECUNDARIAS EN LOS DEPOSITOS EOLICOS

Los depósitos de arenitas pueden tener estructuras sedimentarias secundarias. Dentro del ámbito canario, destacan:

1. Los tubitos centimétricos y con morfologías caprichosas de las paleo-dunas de Tufia (Gran Canaria). Se podrían interpretar como cementaciones de las arenas, una vez depositadas, en torno a raíces y tallos.

2. Elipsoides centimétricos, agrupados o no. Se interpretan como probables nidos de heminópteros. La estructura está muy bien representada en el "Jable de Cervantes" (Fuerteventura).

3. Aristas y caras verticales, determinando columnas, en arenitas cementadas (dimensiones centimétricas). Ejemplos: en los frentes basales de las dunas en tronco de cono de Corralejo (Fuerteventura).

4. En algunos campos, las dunas litorales descansan sobre sustratos arenosos, relativamente cementados por sales. En estos sustratos se suelen identificar estructuras sedimentarias secundarias de abrasión-deflación (originados por el ataque erosivo de arenas transportadas eolicamente y por el barrido de las arenas resultantes en la erosión). Entre estas estructuras están las angostas cresterías subparalelas. Las alineaciones responderían a la dirección del viento dominante. Un ejemplo de estas estructuras estaría en el campo de dunas de Maspalomas, preferentemente en la Hoya de las aneas.

#### IV ESTUDIO DE CAMPO

En un recorrido por la costa E-SE-S-SW, podemos estudiar formas erosivas de depósitos eólicos, entre otros, en los siguientes puntos:

1. Tufia (Punta de Silva). Desvío junto al Museo de Trenes: Paleo-dunas no fosilizadas.
2. Playa del Inglés (desde el paseo de Sahara - Beach Club): Campo de dunas actuales.
3. Km 81 (sobre la playa de Taurito): Taffonización y pequeñas oquedades de probable apray-marino.

Las anteriores observaciones han sido comentadas en los distintos apartados de los contenidos.

#### V ACTIVIDADES

- Proyección comentada de diapositivas sobre las distintas formas de la erosión eólica en Canarias.

- Dibujo de esquemas de las distintas formas de la erosión eólica en Canarias.

- Proyección comentada de diapositivas sobre los depósitos eólicos, con sus estructuras sedimentarias, en Canarias.

- Dibujo de esquemas de los distintos tipos de dunas.

- Realización de una excursión estructurada.

- Estudio in situ de dunas (Tufia y Maspalomas)

- Granulometría de las arenas de una duna.



- Granulometría comparada entre las arenas de una duna y de una playa.

- Interpretación de mapas climatológicos para la predicción de polvo en suspensión en Canarias.

- Elaboración de un dossier sobre las formas de erosión y los depósitos eólicos en Canarias.

## VI. MODELO DE PRUEBA DE ITEMS

1. La acción geológica del viento se manifiesta por:
  - a) formación de dunas.
  - b) formación de depósitos y procesos erosivos.
  - c) abrasión y formación de loess y dunas.
  - d) deflación y formación de loess y dunas.
  
2. Se definen las formas erosivas consistentes en - afloramientos monolíticos socavados en sus bases, por el viento armado de detritus, como:
  - a) rocas en setas.
  - b) socavones y cuevas en las formaciones rocosas con continuidad longitudinal.
  - c) profundos entrantes.
  - d) erosión alveolar.
  
3. El efecto de la abrasión en frentes de rocas duras y homogéneas originaría preferentemente:
  - a) superficies pulimentadas.
  - b) superficie alveolar.
  - c) erosión alveolar con taffonis.
  - d) superficies rugosas.
  
4. En una región árida, el viento puede barrer las partículas finas, dejando los cantos y arenas gruesas. Este proceso se denomina:
  - a) gelivación.
  - b) abrasión.
  - c) deflación.
  - d) soliflucción.
  
5. En una región, tras barrer el viento los materiales finos y dejar las arenas gruesas y cantos, se forman:
  - a) hammadas.
  - b) pavimentos desérticos, con o sin hammadas.
  - c) pavimentos desérticos, siempre sin hammada.
  - d) terrazas pedregosas.

6. La tafonización en Canarias son formas:
- exclusivamente eólicas.
  - exclusivamente meteóricas.
  - meteóricas con la participación de los vientos, probablemente secos.
  - meteóricas con la participación de los vientos, probablemente húmedas.
7. Las pequeñas oquedades de probable spray marino:
- son claramente diferenciables de la erosión alveolar, según criterios morfológicos.
  - no son claramente diferenciables de la erosión alveolar, según criterios morfológicos.
  - determinan una erosión sinónima de "alveolar" según criterios genéticos.
  - únicamente están relacionadas a vientos dominantes, como los alisios.
8. ¿Cual de las siguientes opciones incluye únicamente términos de la erosión eólica?:
- rocas en setas, reg, jardang y erosión alveolar.
  - erosión alveolar, hammada, culata, rocas en setas.
  - pequeñas oquedades de probable spray marino, farallón, jordang, rocas en setas.
  - pavimento desértico, relieve ruiforme tafonítico, cuchillo, erosión alveolar.
9. Las oquedades de diámetros mayoritariamente decimétricos, sobre la playa de Taurito o en la Punta de Arucas (Gran Canaria) son definibles como:
- erosión alveolar.
  - tafonización.
  - oquedades de probable spray marino.
  - pequeños socavones.

10. La topografía accidentada y caprichosa, normalmente con pequeñas torres verticales en disposición laberíntica, en algunas zonas sobre la playa de Taurito, y coincidente con una elevada densidad de taffonis, define un relieve ruiniforme:

- a) de aguas salvajes.
- b) alveolar.
- c) taffonítico, probablemente condicionado por las aguas salvajes.
- d) sin ninguna relación genética con los taffonis.

11. La taffonización en Canarias se dá:

- a) en piroclastos soldados.
- b) en los frentes de ignimbritas, a partir de rugosidades externas previas.
- c) en coladas con un control estructural - (aprovechando el diaclasado).
- d) sobre litologías distintas, no necesariamente ligada al diaclasado y rugosidades externas previas.

12. Una asimetría, uniformemente orientada, en un grupo de conos piroclásticos en herradura:

- a) es consecuencia del azar.
- b) hace pensar en unos condicionantes morfológicos eólicos.
- c) hace pensar en unos condicionantes topográficos.
- d) dependió tanto de unos condicionantes eólicos como topográficos.

13. Las dunas son depósitos arenosos, con morfologías y estructuras sedimentarias características, a partir de una alimentación de abundantes arenas no coherentes y debidas a un transporte:

- a) eólico.
- b) necesariamente eólico y fluvial.
- c) fluvial y marino.
- d) necesariamente eólico y marino.

14. A una duna, ya denominada de acuerdo con un determinado criterio, por ejemplo, "tipo barjan".
- a) no se le puede añadir otras denominaciones.
  - b) no se le puede sustituir la denominación por otra mejor, de acuerdo con unas normas correctas.
  - c) se lo puede añadir una serie de calificaciones, de acuerdo con unos criterios complementarios.
  - d) en ocasiones se puede sustituir la denominación pero nunca añadir otras nuevas.
15. Las dunas tipo barjan son parabólicas, con los cuernos dirigidos:
- a) oblicuamente respecto a la dirección del viento.
  - b) hacia el sentido de avance del viento.
  - c) perpendicularmente a la dirección del viento, siendo el estado juvenil de las dunas transversales.
  - d) en sentido contrario al avance del viento.
16. Las dunas formadas en épocas pasadas, cubiertas total o parcialmente por otras formaciones rocosas, pueden recibir, entre otras las denominaciones de:
- a) dunas fosilizadas.
  - b) paleo dunas no fosilizadas.
  - c) dunas fosilizadas pero no paleo-dunas.
  - d) dunas en estado de vejez.
17. Las dunas de Tufia (Gran Canaria) son calificables como:
- a) dunas actuales.
  - b) dunas fosilizadas.
  - c) dunas en estado de vejez.
  - d) paleo-dunas no fosilizadas.
18. Las dunas de Puerto Santiago (Tenerife) son calificables como:
- a) dunas actuales.
  - b) dunas fosilizadas.

- c) dunas en estado de vejez.
  - d) paleo-dunas no fosilizadas.
19. Las dunas piramidales del campo de dunas de Jan dfa (Fuerteventura) en principio definen:
- a) dunas en estado juvenil.
  - b) un campo de dunas con feidj.
  - c) un ghourd. . . . .
  - d) dunas con gassi.
20. Se define como: "campo de dunas actuales, en estado de madurez en la mayoría de los casos, efímeras, dimensionalmente de menores y formando dos sistemas de dunas transversales y de tipo -barjan":
- a) Tufia (Gran Canaria).
  - b) La Caleta (Oeste de Famara, en Lanzarote).
  - c) Puerto Santiago (Tenerife).
  - d) Maspalomas (Gran Canaria).
21. El polvo en suspensión en Canarias:
- a) es independiente de la climatología.
  - b) depende exclusivamente de la climatología.
  - c) está condicionado por determinadas situaciones climatológicas y la proximidad del Sahara.
  - d) está condicionado exclusivamente por la proximidad del Sahara.
22. El loess es un sedimento:
- a) de grano fino que ha sido transportado exclusivamente por el agua.
  - b) de grano fino que ha sufrido un transporte necesariamente mixto: fluvial y posteriormente eólico.
  - c) de grano fino que ha sido transportado por el viento.
  - d) de granos fino y grueso que han sido transportados por el viento.

23. Los ripple marks de las dunas son estructuras sedimentarias primarias caracterizadas por:

- a) rizaduras simétricas, de gran longitud - de onda u pequeña amplitud.
- b) rizaduras asimétricas, de gran longitud de onda y de pequeña amplitud.
- c) rizaduras simétricas, de pequeña longitud de onda y de pequeña amplitud.
- d) rizaduras asimétricas de pequeña longitud de onda y de gran amplitud.

24. Los ripple-marks dependen:

- a) de la dirección del viento y de las características granulométricas.
- b) de la velocidad del viento.
- c) de la velocidad del viento, de las características granulométricas y de la topografía.
- d) de la velocidad del viento y de las características topográficas.

25. Las estratificaciones cruzadas son estructuras sedimentarias primarias que definen ambientes sedimentarios con corrientes:

- a) éolicas o acuáticas, y por ello se pueden encontrar en dunas y en sedimentos marinos, lacustres y fluviales.
- b) exclusivamente acuáticas, y por ello no se pueden encontrar en las dunas y en otros depósitos éolicos.
- c) exclusivamente éolicas, y por ello se pueden encontrar en las dunas y en otros depósitos éolicos.
- d) o sin ellas, y por tal motivo, si se encuentran en las dunas, no necesariamente traducen la dinámica del depósito éolico.



## BIBLIOGRAFIA

BAGNOLD, R. A. 1.954. The physics of blown sand -  
and desert dunes. Methuen. Londres.

COOKE, R. U.; WARREN, A. 1.973. Geomorphology in  
deserts. Batsford.

DERRUAN, M. 1.970. Geomorfología. Ariel.

MARTINEZ, J. 1.985. Introducción a las dunas lito-  
rales de Canarias, I.C.E. Universidad  
Politécnica de Las Palmas.



ACCION GEOLOGICA DEL MAR  
EN LOS LITORALES

E S Q U E M A:

- I. Objetivos.
- II. Recursos instrumentales.
- III. Contenidos.
- IV. Actividades.
- V. Modelo de prueba de items.
- VI. Bibliografía.

## I. OBJETIVOS

### 1.- Informativos:

- 1.1. Conocer los agentes responsables del mode lado costero.
- 1.2. Conocer los principales mecanismos erosivos marinos.
- 1.3. Conocer las particularidades de los agentes modeladores en Gran Canaria.
- 1.4. Conocer las formas de erosión, resultado de la dinámica marina en la zona costera.
- 1.5. Conocer los diferentes tipos de orillas.
- 1.6. Conocer los diferentes tipos de playas.
- 1.7. Conocer las características de los depósitos costeros.
- 1.8. Conocer paleocostas en Gran Canaria.

### 2.- Formativos:

- 2.1. Comprender, dentro de los agentes responsables del modelado costero, el orden de importancia de ellos.
- 2.2. Relacionar causas-efectos de la acción dinámica del mar, en las costas de rocas eruptivas e hipoabisales.
- 2.3. Comprender las particularidades causas-efectos erosivos, en el marco de las diferentes estructuras-formas de las rocas eruptivas e hipoabisales.
- 2.4. Formular hipótesis sobre los tipos de orillas.
- 2.5. Analizar la acción de los agentes modeladores en la formación de los diferentes tipos de playas.
- 2.6. Contrastar las características de los depósitos costeros con los de otros ambientes.

2.7. Formular hipótesis sobre las paleocostas de la isla.

3.- De automatismos, destrezas e investigaciones:

- 3.1. Saber distinguir correctamente entre enunciados verdaderos y falsos referentes a los términos, conceptos y causas de la morfología marina, en las costas formadas por rocas eruptivas e hipoabisales.
- 3.2. Reconocer "in situ" formas erosivas marinas.
- 3.3. Denominar las formas erosivas marinas observables en un itinerario costero.
- 3.4. Deducir "in situ" la dinámica marina en determinadas formas.
- 3.5. Dibujar con claridad y razonable rapidez esquemas de formas erosivas costeras.
- 3.6. Localizar en mapas las grandes formas erosivas costeras.
- 3.7. Identificar presumibles tipos de orillas en mapas topográficos.
- 3.8. Identificar "in situ" tipos de orillas.
- 3.9. Identificar "in situ" las características de los depósitos costeros.
- 3.10. Identificar "in situ" criterios de paleocostas.
- 3.11. Intentar deducir, en determinados lugares de la costa, cómo será la evolución de ésta, únicamente en función de los agentes geológicos externos.
- 3.12. Saber elaborar un dossier sobre la erosión marina y las características costeras en general, observables en un itinerario establecido.

## II RECURSOS INSTRUMENTALES

- Mapa geológico de la isla.
- Mapas topográficos de la isla.
- Diapositivas de formas erosivas costeras.
- Cámara fotográfica y películas vírgenes.
- Útiles de dibujo.
- Cuaderno de notas de campo.
- Tablas sintéticas de las estructuras y formas en rocas eruptivas para utilizar en el campo.
- Mapas batimétricos de los alrededores de la isla.

## III CONTENIDOS

- 1.- Conceptos previos de costa y litoral.
- 2.- Particularidades de los agentes responsables de la dinámica litoral.
- 3.- Clasificación y nomenclatura de las formas erosivas.
- 4.- Definición de términos.
- 5.- Condicionantes volcánicos en las formas erosivas.
- 6.- Concepto y elementos morfológicos de playas.
- 7.- Tipos de playas.
- 8.- Tipos de costas.
- 9.- Las orillas en Gran Canaria según el esquema de costas de emersión-inmersión.

## 1. CONCEPTOS PREVIOS DE COSTA Y LITORAL

Se entiende por costa la franja comprendida desde el límite de baja marea hasta donde llega la acción - del oleaje, en la tierra emergida. Para algunos autores, la costa se adentra en el dominio continental - hasta donde se deja sentir la influencia del mar (por ejemplo, en una ría, hasta donde se percibe las mareas, a veces, muchos kms. hacia el interior).

El litoral abarca desde una línea en profundidad, en la plataforma continental, en la que las olas no afectan al fondo y, por lo tanto, no mueven la arena, hasta donde llega la influencia del mar tierra adentro.

En consecuencia, el concepto de litoral es más amplio que el de costa, o dicho de otra manera, la costa es una parte del litoral.

## 2. PARTICULARIDADES DE LOS AGENTES RESPONSABLES DE LA DINÁMICA LITORAL

El agua del mar es, por su dinámica (olas, corrientes y mareas), y por su acción química, el responsable esencial del modelado litoral. A este modelado con tribuyen también, aunque en menor grado, otros agentes como la meteorización, las aguas salvajes, los seres vivos, el viento y la desembocadura de los ríos (barraños). En él también intervienen como factores condicionantes la naturaleza de las rocas, las estructuras geológicas y la historia reciente del litoral (ascensos y descensos del nivel del mar).

La constancia de un oleaje intenso depende, de entre otros factores, de unos vientos dominantes sobre una extensa zona marina y de la inexistencia de una plataforma somera. Esto explica que gran parte de los litorales insulares canarios están abatidos por casi permanentes y fuertes olas.

En efecto:

1) Los litorales septentrionales están sometidos a vientos alisios, dominantes en las Islas Canarias y de componente N-NE, después de afectar una vasta zona marina del Atlántico, que llega muy al Norte. Las plataformas someras están muy reducidas.

2) Algo semejante ocurre hacia el W. en cuanto extensión oceánica. Los vientos dominantes en esa gran extensión repercutirán en el poniente de las islas, con un oleaje en cierto grado de mar de fondo, al que se suma el de los vientos de regularidad local. Aquí también las plataformas son estrechas.

3) Sin embargo, la escasa distancia a Africa y amplias plataformas someras hacen que las costas orientales estén protegidas de un oleaje intenso, a pesar de recibir parcialmente los alisios. Esta es la causa por la que los principales puertos insulares se encuentran en esta orientación.

4) Razonamientos análogos a los empleados para el oleaje del W. servirán para el de los litorales meridionales, si no se diese la circunstancia de la no mezcla de las aguas de los dos hemisferios, con lo que disminuye en mucho la extensión oceánica válida para la formación del oleaje, y de la existencia de amplias plataformas someras. Por ello, la intensidad y constancia de este queda reducido, o mejor anulado, por el oleaje del alisio, en ausencia de vientos de regularidad local con componente Sur.

Las características sedimentológicas de las playas de nuestras islas quedan explicadas mediante los diagramas de corrientes que afectan a los litorales (globalmente, para Canarias, corrientes del NE), condicionadas en general por las fuerzas de coriolis y en particular, entre otros factores, por el oleaje y por la presencia o no de barras prelitorales, junto con corrientes dependientes de la refracción del oleaje, incluyendo las corrientes de resaca. No se debe olvidar la influencia que determina los diferentes tipos de plataforma litorales y la actividad biológica. En principio se puede reseñar que estas playas serán más arenosas en los litorales orientales y meridionales y, considerando el archipiélago en su conjunto, a medida que las islas son más orientales y septentrionales.

## CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE LAS FORMAS EROSIVAS

Ante la inexistencia de una sistemática y nomenclatura generalizada, para las formas erosivas en litorales de rocas eruptivas e hipoabisales, convenimos adoptar preferentemente la terminología autoctona, aunque nos vemos obligados a proponer nuevos terminos. cuando carecemos tanto de vocablos vulgares como fisiográficos.

La conveniencia de una nomenclatura para las formas erosivas queda didacticamente justificable en tanto que es imprescindible unos terminos morfológicos - para la exposición de esquemas conceptuales sobre procesos erosivos.

Proponemos la siguiente sistematización de las formas erosivas:

1) Grandes formas:

- Acantilados.
- Caletas.
- Rasas: fosilizadas o no.

2) Formas generalmente subordinadas a las grandes formas:

2.1. A los acantilados:

- Bancos esculpidos.
- Arcos.
- Grutas.
- Hervideros o bufaderos.
- Paredones isleos
- Monolitos isleos marinos.
- Socavones.
- Cornisas.
- Plataformas de abrasión.
- Cresterias.
- Bloques de erosión.
- Taffonis y alveolos marinos.
- Oquedades superficiales. Charcones.
- Algunas caletas, consideradas como grandes formas, estan asociados a los acantilados.



## 2.2 A las Caletas:

- Cuchillos marinos (peinadillos)
- Farallones (fariones)

## 2.3 A las rasas:

- Monolitos isleos marinos

## 3) Formas normalmente en coladas a nivel del mar:

- Pasillos de erosión
- Charcones y oquedades superficiales
- Socavones
- Etc.

## 4. DEFINICION DE TERMINOS

### Acantilado:

Resalte de erosión marina, de fuerte pendiente, - que puede llegar a la posición vertical o hasta - el desplome, de altura muy variable, y situado en tre la tierra emergida y el mar. En rocas volcánicas, reciben el calificativo de "en órganos" cuando sus frentes tienen una sobresaliente disyunción columnar.

### Arcos marinos:

Restos de promontorios en los que las olas y corrientes socavan lados opuestos, hasta que se comunican los entrantes entre sí. Se forman arcos naturales.

### Banco esculpido:

Plataforma de abrasión levantada, desde una base de acantilado y recortada lateralmente.

### Bloques de erosión:

Bloques redondeados por desgaste erosivo, normalmente al pie de los acantilados.

### Caletas:

Lineas de costa, convexas hacia tierra adentro, - formadas por la acción erosiva del mar, principalmente por el oleaje de barlovento. Los "golfos volcánicos" serían casos particulares de caletas-

y procederían de la destrucción parcial de edificios volcánicos.

**Cornisas:**

Salientes horizontales, de relativa poca potencia, en las partes altas de los frentes de los acantilados.

**Covachas:**

Entrantes concavos, cerca del nivel del mar, en los acantilados, por la acción marina.

**Cresterias:**

Resaltes verticales, a ambos lados de fracturas-asimismo verticales, en superficies de abrasión, por erosión diferencial.

**Cuchillos marinos (peinadillos):**

Escarpados angostos salientes, que separan caletas consecutivas y que potencialmente evolucionan a farallones.

**Farallones (fariones):**

Formas erosivas diferenciales, con morfologías plano-verticales y perpendiculares a la línea de costa, separada de esta por brazos de mar. Se localizan normalmente entre dos caletas y atestiguan el retroceso de la línea de costa.

**Golfos volcánicos:**

Golfo modelado, por erosión marina, a partir de edificios volcánicos. Suelen presentar acantilados abruptos.

**Grutas marinas:**

Estados particulares, pero avanzados de covachas y socavones.

#### Hervideros (bufaderos):

Cuevas al nivel o bajo el nivel del mar, y con aberturas en sus techos emergidos, por encima - del nivel del mar. Por las aberturas superiores sopla el aire, o sale surtidores de agua, - cuando penetran las olas a través de las aberturas laterales y/o frontales.

#### Monolitos isleos marinos:

Restos de formaciones rocosas (erosión diferencial), con morfologías prismáticas-cilíndricas y sobre rasas marinas o plataformas de abrasión.

#### Oquedades superficiales. Charcones:

Depresiones, más o menos subsemiesféricas, en superficies de abrasión. Pueden tener dimensiones de centimétricas a métricas. Los charcones son oquedades cuyos diámetros alcanzan dimensiones métricas. Se explican por erosión mecánica (torbellinos) y/o por disoluciones.

#### Pasillos de erosión:

Angostos entrantes desarrollados en primitivas franjas de debilidad. Normalmente están socavados.

#### Pitones emergidos:

Plataformas marinas sumergidas con pitones descarnados que emergen.

#### Plataformas de abrasión:

Superficies de erosión procedentes del retroceso de acantilados, o de líneas de costa en general, y emergidas durante la bajamar, si no están muy desgastadas.

#### Paredón isleo:

Forma plana, vertical y paralela a la línea de costa, testimonio de una erosión diferencial -

que determinó el retroceso de un acantilado.

#### Rasa marina:

Antiguas plataformas de abrasión, o superficies submarinas someras, que emergen por regresión.-- Las rasas fosilizadas son las que están protegidas (cubiertas) por los productos de erupciones posteriores o por sedimentos.

#### Socavones:

Entrantes subcilíndricos en la base de los acantilados, originadas por erosión marina. Los ejes de los subcilindros se disponen paralelos a la línea de costa.

#### Taffonis y alveolos marinos:

Los taffonis son oquedades con una geometría de subsférica a irregular, con diámetros decimétricos. Las oquedades milimétricas o centimétricas definen una superficie alveolar. En ambas formas, presumiblemente, hay una importante participación de las disoluciones o alteraciones químicas por las salpicaduras y/o spray marino.

### 5. CONDICIONANTES VOLCANICOS EN LAS FORMAS EROSIVAS

Con fines de simplicidad y a modo de ejemplo, esbozaremos los condicionantes en una sola forma erosiva marina: los acantilados. Pero debe quedar bien claro que son factores decisivos en el conjunto del modelado, tanto en relieves eruptivos como en otros tipos de rocas.

Los condicionantes en los acantilados de nuestras islas quedan, en principio, subdivididos en:

- litológicos, y
- en cuanto formas y estructuras.

#### a) Condicionantes litológicos:

Los diferentes tipos de rocas, en cuanto a sus grados de cohesión, naturaleza polimictica o no y

resistencia de sus componentes a la destrucción mecánica o química, darán distintas morfologías litorales. Así, rocas competentes, como los basaltos, tenderán a dar acantilados, mientras que rocas incompetentes, como los piroclastos en general y determinados tipos de ignimbritas, tienden a dar litorales con declives suaves.

El continuo retroceso de la línea de costa se ve favorecido cuando un apilamiento de coladas (rocas competentes) descansa sobre un tramo blando -- abatido por el mar. En este tramo, fácilmente socavable por el oleaje y corrientes litorales, se formará una plataforma de abrasión. Sería el caso de algunos puntos en la caleta de El Rincón.

b) En los condicionantes en cuanto formas y estructuras, intervienen principalmente la disposición de las coladas y la fracturación de contracción térmica, que define, entre otras cosas, la disyunción columnar, más o menos desarrollada, y el tableado. Un resumen al respecto sería:

1) Una disposición de coladas, con buzamiento en sentido contrario a la costa, origina acantilados verticales. Juega un papel importante los planos de contracción y los frecuentes desplomes de grandes bloques de rocas.

2) Una disposición de coladas horizontales también favorece la formación de acantilados verticales, con cornisas y profundas grutas en la base, en las que el mar penetra durante la pleamar.

3) En cambio, la disposición de coladas buzando debilmente hacia el litoral favorece la formación de costas con declives suaves (bajas y tendidas), por la tendencia a resbalar de las olas sobre las coladas. En este caso, el buzamiento de las coladas es el que condiciona, con su inclinación, el declive del litoral.

4) Para la estratificación de piroclastos consolidados, y para las estructuras tableadas de coladas, rigen las tendencias descritas en relación con la disposición de las coladas.

5) El socavamiento y posterior derrumbe (desgaje) de las columnas (disyunción columnar), no solamente desempeña un papel relevante en retroceso del acantilado, sino también en la verticalidad de este, dando lugar a costas recortadas con profundas caletas (erosión diferencial).

## 6. CONCEPTO DE PLAYA

Se entiende por playa "acumulaciones en el borde del mar, de materiales mas gruesos que los principales constituyentes del limo, que se extienden hacia tierra firme, hasta el punto mas distante en que los sedimentos han sido transportados por las olas, excluyendo las catastroficas".

Para algunos geólogos y geógrafos, la trasplaya a pesar de estar formada en muchos casos por el depósito de materiales transportados por el viento, y no necesariamente por el oleaje, constituye, en sentido estricto, parte de la playa.

En una playa de arenas, se puede distinguir los siguientes elementos:

a) Playa interna o trasplaya: Esta delimita por el cordón de dunas y el nivel de la marea alta. En ella se pueden situar las bermas o terrazas de playa. Son crestas de arena que representan el nivel máximo alcanzado por el impulso ascendente del agua. La altura de la berma depende del tamaño de la ola. Puede haber dos bermas en una misma playa:

b) Playa externa o zona intermarear: Esta comprendida entre el nivel alcanzado por la marea alta y por el alcanzado por la marea baja. Periodicamente y merced a las mareas, queda cubierta de agua y emergida.

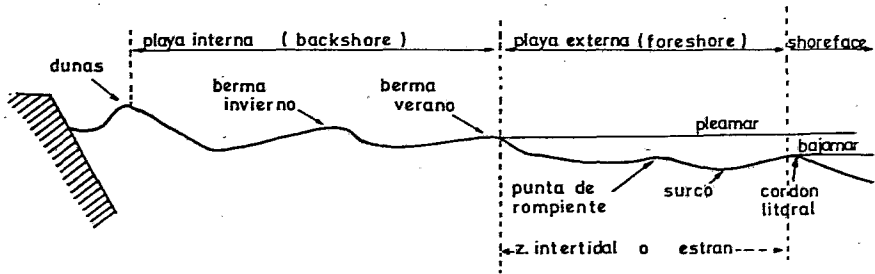
c) Barra o cordón litoral: Paralelamente a la playa externa, pero mar adentro, puede aparecer un cordón de arena, o de otros materiales mas gruesos. Entre este cordón y la playa externa queda delimitada una pequeña laguna durante la marea baja.

Sin descartar la posible participación de las corrientes litorales, para algunos autores las barras se forman cuando la acción violenta de las olas des-

truye las bermas más próximas a la zona intermarear y depositan el material a cierta distancia mar adentro. Pasada la época de los temporales, la energía de las olas decrece y estas, empiezan a trasladar arena hacia la orilla, desapareciendo las barras y formandose bermas en la parte mas baja de la playa-interna.

d) Fachada de playa: Corresponde a la parte más distal de una playa. Se encuentra constantemente su mergida. La delimita el nivel de la marea baja y la línea, de situación imprecisa, donde el oleaje ya no tiene una influencia sobre el fondo. La profundidad de esta línea, aproximadamente, corresponde a algo mas de la mitad de la longitud de onda para un oleaje "normal".





Perfil y partes de una playa.

## 7. TIPOS DE PLAYAS

En las islas son identificables una serie de playas, con las que podemos hacer una primera clasificación:

### I. SEGUN CRITERIOS DE DATAACION:

#### 1.) Paleoplayas, que a su vez comprenden:

a) playas levantadas, como la de la Punta de Arucas (Gran Canaria), y

b) playas fosilizadas por rocas eruptivas, o sedimentarias, como las de La Terraza de Las Palmas, que a su vez es tambien una playa levantada.

2.) Playas actuales. Estas, como en el apartado anterior, se sistematizan en varios tipos, de acuerdo con los epigrafes siguientes.

### II. EN FUNCION DE LA GRANULOMETRIA Y DE LA NATURALEZA DE LOS FRAGMENTOS DETRITICOS:

1.) Playas de bloques y cantos, localizables, sobre todo, en zonas próximas a acantilados. Ejemplo: -playas del Puerto de Las Nieves.

Los bloques son fragmentos de roca con diámetros iguales o superiores a los 256 mm.

2.) Playas de gravas y arenas negras-grisáceas, frecuentemente relacionadas con las de bloques y cantos. Las calcimetrías dan valores muy bajos o nulos. Como ejemplos nos pueden servir algunos sectores de las playas del Puerto de Las Nieves (Gran Canaria) y la playa de Las Salinas en Lanzarote.

Los diámetros de las gravas oscilan entre 2 y 64 mm, y los de las arenas entre 1/16 y 2 mm.

3.) Playas de arenas, que se subdividen en:

a) Playas de arenas negra-grisáceas. Las calcimetrías dan valores bajos, normalmente inferiores-

a un 16%. Ejemplos: la de fondo de caleta de Guayendra y las de desembocadura de barrancos en general.

b) Playas de arenas rubias-blanquecinas. Intervienen componentes detriticos de origen organico. - Las calcimetrías dan valores altos, superiores a un 25%. En la playa levantada de La Punta de Arucas, - los carbonatos representan el 76'5 %. Estan ubicadas, de manera general, al E.yS. de las islas. En litorales / con otras orientaciones son excepcionales. Ejemplos: Playa del Inglés y Maspalomas en - Gran Canaria, Corralejos en Fuerteventura, etc. Y

c) playas de arenas con coloraciones tostadas--castañas. Las calcimetrías oscilan entre un 2'5 y - 37%. Ejemplo: la playa de Ojos de Garza en Gran Canaria.

La naturaleza de los fragmentos de roca no condiciona, de forma decisiva, la coloración de la playa. En los tres tipos de playas arenosas descritas, y sistematizadas por su coloración, son identificables indistintamente, fragmentos de basaltos, fragmentos de fonolitas, así como de ambas rocas.

### III. SEGUN SUS LINEAS DE COSTA:

1.) Playas rectilíneas. Ejemplo: Playa del Inglés, en Gran Canaria.

2.) Playas de fondo de caletas, o de bañias, - que representan un trazado en arco. Hay numerosos - ejemplos, y entre las de arena tostada-castaña se - pueden citar la de El Cabron, en Arinaga.

3.) Playas en los margenes de caleta. Ejemplo:-playa de El Clavo, en Galdar de Gran Canaria. Y

4.) Playas de desembocadura de barrancos, en - donde los cumulos de materiales son claramente de origen mixto (marino y continental). Este es el caso de la playa de El Risco, entre Agaete y La Aldea (Gran Canaria).

IV. SEGUN CRITERIOS MORFOLOGICOS  
(solo para las playas de arenas):

1) Playas completas: playas con todos sus elementos morfológicos básicos: trasplaya+zona intermarear + barra.

2) Playas incompletas: playas sin algunos de sus elementos morfológicos básicos:

- a) sin trasplaya,
- b) sin barra litoral, y
- c) sin trasplaya ni barra.

V. SEGUN LOS BALANCES SEDIMENTARIOS Y  
CRITERIOS OCEANOGRAFICOS:

1) Playas de acumulaciones sedimentarias relativamente inestables: Se localizan normalmente en las orillas de las pequeñas caletas. Las cargas o deseargas dependerán del estado del mar, respectivamente de calma o agitación. Estas playas son casos intermedios entre playas reflectantes y disipativas. Las playas de El Clavo y de Bocabarranco, en Galdar de Gran Canaria, son algunos de los numerosos ejemplos.

2) Playas de colmatación: un crecimiento neto de la trasplaya se produce durante un número de años en zonas no afectadas por grandes tormentas estacionales. Las trasplayas no solo se hacen mas amplias, si no que las partes interiores se convierten en campos de dunas. Las playas de Maspalomas, en Gran Canaria, estarían incluidas aquí, si bien la amplitud de la trasplaya en general podría ser explicada por regresión marina, y esto en parte queda ratificado por la presencia de antiguas "barras" litorales de cantos rodados, bastante alejados de la costa actual, y parcialmente fosilizadas por las dunas. Otro ejemplo: las playas de Corralejos, en Fuerteventura.

La playa de Las Canteras, en Las Palmas, circunscionalmente se encuentra en este apartado. En efecto: el equilibrio de las acumulaciones dependía de los vientos alisios, dominantes, que formaban en épocas recientes, por el transporte eólico de las arenas, los arenales de Las Palmas. Relictos de estos son los depósitos de arenas en la prolongación de la calle Mesa y López y junto al Estadio Insular. Pero este equilibrio se ha roto al levantarse una serie de edificios (cinturón de cemento) en el perímetro de esta playa. Por lo tanto, ahora se está colmatando, proceso que es, por añadidura, acelerado al existir una "barra" lavica que impide parcialmente olas de tormentas y corrientes de fondo, agentes dinámicos que provocarían un transporte de arena mar adentro.

3) Playas neutras o equilibradas. Son playas en las que no hay un crecimiento o disminución neta en los depósitos de sedimentos durante un número de años, esto es, inexistencia de grandes pérdidas o ganancias de sedimentos, o tendencia a recuperar la estabilidad si la pierde en los temporales.

Un ejemplo peculiar sería las playas de San Felipe, en Gran Canaria. En estas, las casi permanentes corrientes, presumiblemente a grandes velocidades (hasta el momento no se tiene medidas), a lo largo del litoral, impiden el depósito de arenas, que son transportadas longitudinalmente hasta que alcancen corrientes de resaca, que las transportan mar adentro. Como resultado, se forman playas, predominantemente de bloques y cantos, con balances neutros.

Las playas estables se subdividen en:

a) playas reflectantes: son muy inclinadas. Producen reflexión en el oleaje, y

b) playas disipativas: son muy tendidas. En ellas hay rotura del oleaje por decrestamiento y/o en voluta.

Las playas disipativas de arenas recuperan la estabilidad, cuando la pierde por el oleaje de tormentas, mediante ensanches de lenguas de arena, que se introducen mar adentro. Al principio, estas lenguas se encuentran totalmente bordeadas por brazos de mar. Los brazos se van reduciendo hasta que las lenguas quedan soldadas entre sí y a la playa.

## 8. TIPOS DE COSTAS

En cuanto a los tipos de costas, que engloban a las orillas y playas, habría que destacar:

a) las de acumulación, en las que se concentran grandes cantidades de sedimentos. Son costas bajas, llanas, rectilíneas por lo general, en donde las aguas registran poca profundidad, razón por la cual las olas llegan con poca fuerza a la orilla y la erosión es muy exigua. Maspalomas es un buen ejemplo.

b) y las de abrasión, en las que se encuentran grandes formaciones rocosas escarpadas y dan lugar a profundos entrantes, caletas y playas reducidas, como las de Sardina y El Clavo en Galdar.

## 9. LAS ORILLAS EN GRAN CANARIA SEGUN EL ESQUEMA DE COSTAS DE EMERSION - INMERSION

La ausencia de un potente tramo basáltico I en el sector NE. de la isla, en contraste con el sector SW., podría inducirnos a admitir un importante basculamiento, o la existencia de una gran falla (?) de dirección NW-SE., que habría elevado el SW. y hundido el NE. Pero para explicarnos esta peculiar cartografía no es exclusivamente necesario recurrir a hipótesis tectónicas, ya que procesos erosivos marinos podrían haber hecho desaparecer un gran edificio volcánico, que se extendería al W. de la isla actual, donde hoy las costas son acantiladas, quedando descarnado el "núcleo-basáltico". Según la última hipótesis, para una primera parte de la historia geológica de Gran Canaria, no tendríamos que recurrir forzosamente a la dicotomía: orillas de emersión-orillas de inmersión. Los datos de campo confirman parcialmente la anterior formulación, ya que los basaltos I buzan liguamente hacia el E, aunque esta inclina-

ción podría ser una consecuencia de la basculación antes invocada.

En la historia geológica reciente de la isla, - desde el Plioceno inferior inclusiva, se identifica movimientos eustáticos-epirogénicos, que determinan regresiones y transeresiones, con un computo o balance global de regresión marina. Si esto es así, - lógicamente debería haber orillas de emersión, independientemente de sus situaciones geográficas, y es to lo confirma, entre otros argumentos, la paleo ra sa de la terraza de Las Palmas (Plioceno inferior), los sedimentos marinos del istmo de Guanarteme y - los de la ciudad de Las Palmas (antes de comenzar - la glaciación Würm), la playa levantada de la Punta de Arucas (con sedimentos de antes de comenzar la - antepenúltima glaciación, la Mindel), la rasa de - San Felipe, las covachas y socavones levantados de la caleta de Agaete, la playa levantada (?) de la Punta de las Arenas y las características de los de pósitos costeros de las playas sureñas, con barras- prelitorales emergidas y parcialmente fosilizadas - por dunas.

#### IV. ACTIVIDADES

- Interpretación en mapas de las grandes formas erosivas costeras.
- Proyección comentada de diapositivas sobre las distintas formas erosivas costeras en Canarias.
- Dibujo de esquemas de las distintas formas erosivas costeras en Canarias.
- Realización de una excursión estructurada.
- Redacción de un informe sobre la excursión estructurada.
- Localización de tipos de orillas en mapas topográficos e "in situ".
- Estudio "in situ" de las características de los depósitos costeros.
- Elaboración de un dossier sobre las formas erosivas y de las características generales de las costas de la isla.



## V. MODELO DE PRUEBA DE ITEMS

1. Los resaltes bruscos del relieve emergido por la acción erosiva del mar son definibles como:
  - a) rasas marinas
  - b) acantilados
  - c) plataformas rocosas
  - d) bancos esculpidos
2. Los bancos esculpidos son formas:
  - a) no relacionadas con otras evolutivamente
  - b) relacionadas con las rasas
  - c) particulares de lavas con oquedades superficiales de origen erosivo
  - d) relacionadas con los acantilados
3. Las caletas son formas en las que:
  - a) el oleaje de barlovento juega un papel fundamental
  - b) las mareas son los principales agentes erosivos
  - c) el modelado corre a cargo casi exclusivamente de las corrientes
  - d) no ha intervenido agentes de erosión
4. Las grutas marinas, bufaderos o hervideros, arcos marinos y monolitos marinos:
  - a) pueden ser formas relacionables en procesos evolutivos de erosión
  - b) nunca pueden ser formas relacionables en procesos evolutivos de erosión
  - c) en parte pueden ser formas relacionables en procesos evolutivos de erosión

- d) siempre son formas estructurales, como los tubos volcánicos, remodelados por la erosión.
5. Las manitas de gigante, socavones y covachas:
- a) nunca pueden ser formas relacionables en procesos de erosión evolutivos.
  - b) pueden ser formas relacionables en procesos de erosión evolutivos.
  - c) en parte pueden ser formas relacionables en procesos de erosión evolutivos.
  - d) siempre son formas estructurales remodelados por la erosión.
6. Las rasas marinas, los paredones isleos y los grandes bloques erosionados son formas erosivas relacionadas muy frecuentemente con:
- a) los golfos volcánicos.
  - b) las caletas.
  - c) las costas de pitones emergidos.
  - d) los acantilados.
7. Los paredones isleos y los farallones se diferencian:
- a) exclusivamente por las formas a las que están subordinados, pero no por sus morfologías.
  - b) por sus morfologías y no por las formas a las que están subordinados.
  - c) tanto por las formas a las que están subordinados como por sus morfologías.
  - d) por las formas a las que están subordinadas y por sus estructuras.

8. Normalmente los monolitos isleos y los paredones isleos se diferencian:
- a) exclusivamente por las formas a las que están subordinados, pero no por sus morfologías.
  - b) por sus morfologías, pudiendo estar ambas - subordinadas a unas mismas formas.
  - c) tanto por las formas a las que están subordinadas como por sus morfologías.
  - d) por las formas a las que están subordinadas y por sus estructuras.
9. Las rasas marinas, las paleo-rasas, los bancos - esculpidos y las covachas y socavones levantados definen:
- a) orillas de inmersión.
  - b) orillas neutras.
  - c) orillas de emersión.
  - d) simplemente costas de acantilados.
10. Los tipos de orillas dependen:
- a) solo de los movimientos eustáticos.
  - b) de las formas erosivas de las costas.
  - c) de los movimientos epirogénicos.
11. Las rasas marinas y las plataformas de abrasión:
- a) son terminos sinónimos.
  - b) las primeras emergen por regresión y las segundas durante la bajamar.
  - c) las primeras emergen durante la bajamar y - las segundas por regresión.
  - d) son superficies de erosión no relacionables con el retroceso de los acantilados y de la línea de costa en general.

12. Para denominar una playa, nos basamos en criterios:

- a) granulométricos (diámetros de los sedimentos)- y dinámicos de la sedimentación (sedimentos - inestables, etc.)
- b) morfológicos (formas de las orillas independientemente de que exista o no sedimentos).
- c) granulométricos y morfológicos.
- d) dinámicos de la sedimentación, granulométricos y de ubicación de los sedimentos en las formas de las orillas.

13. Las playas son:

- a) simplemente orillas.
- b) orillas con acumulos de sedimentos.
- c) orillas exclusivamente con sedimentos arenosos
- d) orillas sin sedimentos.

14. ¿Cual de las siguientes opciones incluye unicamente terminos de la erosión marina?.

- a) rasa marina, caleta, fotaleza, paredon isleo.
- b) paredón isleo, golfo volcánico, acantilado , - cuchillo.
- c) culata, arco marino, socavones marines, caleta
- d) caleta, farallón, arco marino, acantilado.

15. Una amplia trasplaya con dunas en su zona más inter na traduce:

- a) playa de acumulación y/o regresión marina.
- b) playa de sedimentos relativamente inestables - y/o transgresión marina.
- c) playas de sedimentos relativamente inestables- y regresión marina.
- d) playas de acumulación y/o transgresión marina.

16. De los siguientes ejemplos, ¿cual corresponde a una playa levantada?.
- a) playas de San Felipe.
  - b) Punta de Arucas.
  - c) playas de Maspalomas.
  - d) playa de Sardina (Galdar).
17. De los siguientes ejemplos ¿Cual corresponde a una-playa arenosa de fondo de caleta?.
- a) playas de San Felipe.
  - b) la playa de la Punta de Arucas.
  - c) playas de Maspalomas.
  - d) playa de Sardina (Galdar).
18. De los siguientes ejemplos, ¿cual corresponde a una playa de desembocadura de barranco?.
- a) la totalidad de las playas de San Felipe.
  - b) Las Canteras.
  - c) playa de "El Risco".
  - d) playa de Sardina (Galdar).
19. Maspalomas es una playa.
- a) levantada, de bloques y cantos, de fondo de caleta, de sedimentos relativamente inestables.
  - b) actual, de arena, rectilínea con barra prelitoral, de acumulación.
  - c) fosilizada, de gravas y arenas, de desembocadura de barranco, de sedimentos en equilibrio.
  - d) paleoplaya, de arena, rectilínea, con barra - prelitoral, de sedimentos en equilibrio.
20. Las costas del N y NW de la isla son denominadas de diversas maneras, pero el termino mas completo es:
- a) de acumulación.
  - b) de caletas.
  - c) de abrasión.
  - d) de acantilados.

21. La ausencia de playas de arenas en la rasa de San Felipe se debe a:

- a) importantes corrientes litorales.
- b) la carencia de vientos
- c) la carencia de una plataforma de abrasión - que quede casi sumergida durante la bajamar
- d) que es una zona resguardada del oleaje.

22. Una costa de rocas basálticas con una importante-disyunción columnar es idónea para el desarrollo de:

- a) una orilla con declives suaves
- b) una orilla con acantilados verticales, pero sin otras formas erosivas tales como socavones y plataformas de abrasión.
- c) una orilla no acantilada con playas de cantos.
- d) una orilla con acantilados verticales recortados, junto con otras formas erosivas tales como socavones y plataformas de abrasión.

23. Una costa de coladas basálticas con buzamiento en sentido al mar es idónea para el desarrollo de:

- a) una orilla con declives suaves.
- b) una orilla con acantilados verticales, pero sin otras formas erosivas tales como socavones y plataformas de abrasión
- c) una orilla acantilada con playas de cantos
- d) una orilla con acantilados verticales junto con otras formas erosivas tales como socavones y plataformas de abrasión.

24. Una costa de rocas piroclásticas muy consolidadas con una estratificación horizontal es idónea para el desarrollo de:

- a) una orilla con acantilados verticales, pero sin otras formas erosivas tales como socavones y plataformas de abrasión.
- b) una orilla con declives suaves

- c) una orilla no acantilada con playas arenosas
  - d) una orilla con acantilados verticales, junto con otras formas erosivas tales como socavones y plataformas de abrasión
25. Una costa de coladas basálticas horizontales, que descansa sobre una capa arenosa al nivel del oleaje, es idónea para el desarrollo de:
- a) una orilla con declives suaves
  - b) una orilla con acantilados verticales, pero sin otras formas erosivas tales como socavones y plataformas de abrasión
  - c) una orilla no acantilada con playas de cantos
  - d) una orilla con acantilados verticales, junto con otras formas erosivas tales como socavones y plataformas de abrasión

## BIBLIOGRAFIA

- BIRD, E.C.F. 1.969. Coasts. M.I.T. Press.
- DAVIES, J.L. 1.972. Geographical variation in Coastal Development. Oliver y Boyd.
- KING, C.A.M. 1.972. Beaches and Coasts. Arnold.
- MARTINEZ, J. 1.984. Introducción al estudio de las -  
playas canarias. I.C.E. Universidad Póli  
técnica de Las Palmas.
- MARTINEZ, J. 1.984. Estructuras sedimentarias en las  
playas arenosas de Canarias. I.C.E. Univer  
sidad Politécnica de Las Palmas.
- MARTINEZ, J. 1.984. Guía de laboratorio para: el estu  
dio de las playas canarias. Primera parte:  
granulometrías. I.C.E. Universidad Politécn  
ica de Las Palmas.
- MARTINEZ, J. 1.984. Guía de campo para el estudio de  
las playas canarias. I.C.E. Universidad Po  
litécnica de Las Palmas.
- MARTINEZ, J. 1.985. Características de las playas ca  
narias: Pendientes topográficas-granulome  
trías como factores de control en la diná  
mica de los depósitos arenosos. I.C.E. Uni  
versidad Politécnica de Las Palmas.
- SHEPARD, F.P. 1.973. Submarine Geology. Harper and -  
Row.



**BIBLIOGRAFIA DIDACTICA**

- ARNAL, J.V. 1.953. Enseñanza elemental de las Ciencias Naturales. Revista "Bordon". N<sup>a</sup>-del mes de Febrero.
- BAGUENA CORELLA, L. 1.967. Didáctica de las Ciencias Naturales 1<sup>a</sup>. Bello Barcas, 5 Valencia.
- BANY, M. A.; JOHNSON, L.V. 1.973. La dinámica de grupo en la educación. Aguilar.Madrid
- BLOUGH, G., SCHWARTZ, J. 1.966. La enseñanza elemental de las Ciencias Magisterio Español. Madrid.
- BONDOLI, M. 1.958. La didáctica de las Ciencias. Catedra.
- BUREAU AU INTERNATIONAL D'EDUCATION. L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES NATURELLES AUX ECOLES SECONDAIRES. 1.952. Unesco. Ginebra.
- BURNETT, R.W. 1.947. Teaching Science in the elementary School. Richart and Company. New York.
- CIRIGLIANO-VILLAVERDE. 1.966. Dinámica de grupos y educación. Humanitas. Buenos Aires.
- CONANT, J.B. 1.951. On Understanding Science. Mentor Books. Nueva York.
- CRESPO, O.V. 1.969. Trabajos de equipos en la Escuela la Secundaria. Troquel. Buenos Aires.
- DANBOIS, J. 1.976. La ecología en la escuela. Kapelus. Buenos Aires.
- DEVAND, E. 1.956. L' enseignamento della Storia - Naturale. La Scuola. Brescia.

- FERRY, G. 1.970. La Practique du Travail en Groupe. Dunod. Paris.
- FESQUET, A.E.J. 1.971. Enseñanza de las Ciencias. - Metodología y practica en las escuelas elementales e intermedias. Kepelusz. - Buenos Aires.
- FREINET, Celestin. 1.976. La enseñanza de las Ciencias Laisa. Barcelona.
- FROTA-PESSOA, O. 1.967. Principios básicos para la enseñanza de la biología. Departamento de Asuntos Científicos. Unión Panamericana. Washington.
- GEORDE. K.D., DETZ, M.A., ABRAHAM, E.C., NELSON, M.A. Las Ciencias en la Educación Básica.- Fundamento y métodos. Santillana. Madrid.
- GOLDSTEIN, P. 1.957. How to do an Experiment. Harcourt, Brace, World and Co. New York.
- GONZALEZ MOROL, Ireneo. 1.965. Metodología del trabajo científico. Biblioteca Comillensis. Santander.
- HELLER, R. 1.966. Tendances nouvelles d l'enseignement de la biologia Unesco. Paris.
- HURD, P. D. 1.969. Gallaygher, J.S. New Directions in Elementary Science Teaching. Wadsworth Publishing Co. Belmont. California.
- HURD, P. D. 1.965. How to Teach Science Through Field Studies. National Science Teachers Association. Washington. D.C.
- LANDETE AGUIAR, A. 1.971. Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza. Anaya. Salamanca.

- MAGER, R. F. 1.973. Creación de actividades y aprendizaje. Marova-Fex. Madrid.
- MAILLO, A. 1.973. Enciclopedia de Didáctica Aplicada. Labor. Madrid.
- MARTIN, Consuelo. 1.969. ALVAREZ, M. Didáctica de las Ciencias Naturales. Magisterio Español. Madrid.
- MARTINEZ, J. y otros. 1.984. Bases didácticas para la utilización de los recursos de campo en Geología. Publicaciones del Colegio de Doctores y Licenciados. Las Palmas.
- MARTINEZ, J. 1.984. Recursos de campo en la didáctica de la Geología. I.C.E. Universidad Politécnica de Las Palmas.
- MARTINEZ, J. 1.985. Itinerarios geológicos: Lanzarote. I.C.E. Universidad Politécnica de Las Palmas.
- MORY, F. 1.964. Enseñanza individual y trabajo por equipos. Kapelusz. Buenos Aires.
- NAVARRO, M.L. y otros. 1.966. El método de trabajo por equipos. Losada. Buenos Aires.
- OBRE, A., 1.955. La enseñanza de las Ciencias. Semana pedagógica. Rabat-Paques.
- PILTZ, A. 1.968. SUND, R. Creative Teaching of Science in the Elementary School. Allyn and Bacon. Boston.
- RIVAS GODAY, S. 1.965. Modernas orientaciones de la ecología vegetal. Dirección general E. M. Madrid.
- RODRIGUEZ, Jose Luis. 1.975. El trabajo científico-Didascalia. número 48. pags. 38-39. Madrid

- RODRIGUEZ, Jose Luis, 1.975. Informes sobre trabajos tecnicos o de laboratorio. Didascalía, - nº 48, pags. 39-40. Madrid.
- SEVPEN. 1.961. L'enseignement des Sciences Naturelle "Cahier pedagogiques". Service d'Edition et de Vente des Publicarions de l'Educa-tion Nacionales. Paris.
- STEPHENSON, J.P. 1.949, Sugestiones para los profesores de Ciencias Unesco. Paris.
- SUND, Robert. 1.970. Elementary Science Discovery Lessons. Allyn and Bacon. Boston.
- UHNAK, K. 1.978. La investigación. Barcelona, 1.978- Ref: Boletin Informativo Fuentetaja nº11 Madrid.
- UNESCO. 1.970. Sourcebook for Science Teaching. Unesco. Francia.
- UNESCO. 1.966. Manual de la Unesco para la enseñanza de las Ciencias. 3ª ed. Ed. Sudamericana Buenos Aires.
- VALLS, V. 1.965. Metodología de las Ciencias Naturales. Losada. Buenos Aires.
- VICTOR, E. 1.970. Science for the Elementary School- 2ª ed. The Macmillan Co. Nueva York.
- VIDAL.BOX, C. 1.961. Didáctica y metodología de las Ciencias Naturales. Dirección General de Enseñanza Media. Madrid.

