

DISEÑO CURRICULAR

DE LA

GEOLOGIA DEL COU

por

JESUS MARTÍNEZ Y DIEGO CASAS



SERVICIO DE PUBLICACIONES

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

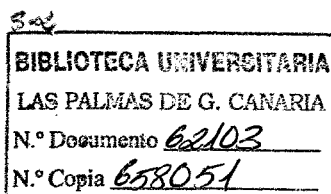
COORDINACION GENERAL DEL COU

JESUS MARTINEZ MARTINEZ, DIEGO CASAS RIPOLL

DISEÑO CURRICULAR

DE LA

GEOLOGIA DEL COU



SERVICIO DE PUBLICACIONES

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

COORDINACION GENERAL DEL COU

GRAFICAS MARCELO, S.L. - LAS PALMAS DE G. C.

Dep. Legal G. C. 1859 - 1991

**A ORBELINDA PEREZ BATISTA, DE JESUS
A CATALINA Y DIEGO, DE DIEGO**

AGRADECIMIENTOS

Es nuestro deseo agradecer la inestimable colaboración del colectivo de la Coordinación del COU de Geología, y en particular de los compañeros Herminia Cabrera Morales, Margarita Saavedra Cuesta, Rafael Santamaría Calvario y Araceli Suárez Guerra.

INDICE

	Pág.
Prólogo	7
Introducción:	9
Filosofía del diseño curricular	11
Objetivos generales	13
Estructura conductora del programa	15
Programa	19
Desarrollo de los módulos	23
Orientaciones y limitaciones de los contenidos	29
Sugerencias de prácticas y actividades	43
Ejemplos de prácticas susceptibles de pruebas de selectividad	57
Temporalización del desarrollo de los contenidos y prácticas	99
Bibliografía de consulta	103
Observaciones complementarias a la bibliografía de consulta	107
Referencias bibliográficas	111

PROLOGO

Como Coordinador General del Curso de Orientación Universitaria de la Universidad de Las Palmas, agradezco la distinción con que se me honra al solicitarme que desarrolle el prólogo del presente libro "DISEÑO CURRICULAR DE LA GEOLOGIA DEL COU".

El no ser especialista en Ciencias Geológicas, justifica el que no pretenda analizar 'técnicamente' la obra en cuestión. Al mismo tiempo, mi condición de Coordinador General me obliga, muy gustosamente, a considerar la aportación que, tanto la presente obra como la figura de sus autores, D. Jesús Martínez y D. Diego Casas, han proporcionado a la Coordinación de Geología de esta Universidad.

Desde el curso académico 1982-83, la responsabilidad de la Coordinación de Geología ha estado asignada al Dr. D. Jesús Martínez Martínez. Durante este dilatado periodo, es de justicia resaltar la dedicación y esfuerzos desarrollados por parte del prof. Martínez. Valga como muestra de ello la serie de monografías, editadas durante dicho periodo, relativas a "RECURSOS DE CAMPO EN LA DIDACTICA DE LA GEOLOGIA: ITINERARIOS GEOLOGICOS" de cada una de las siete islas del Archipiélago. A su vez, la Coordinación de Geología organiza unas "JORNADAS DE CAMPO", que se desarrollan cada año en una isla distinta y que utilizan como documentación base las monografías antes citadas.

La obra que se presenta: "DISEÑO CURRICULAR DE LA GEOLOGIA DEL COU", es fruto de multitud de reuniones de coordinación, horas de trabajo personal, experiencia acumulada, inquietud docente y, en definitiva, de una seriedad profesional. La obra pretende ser un documento base para los profesores de EEMM que imparten la asignatura de Geología en el COU. Así, después de mostrar los objetivos generales y específicos de la asignatura, se propone un programa con: acotación de sus contenidos, temporización, orientaciones a los profesores; como también un conjunto de actividades prácticas a desarrollar y otras susceptibles de ser propuestas en las Pruebas de Acceso a la Universidad. Por último, se presenta una bibliografía comentada por capítulo propuesto. Al indicar que se trata de un documento base, se quiere resaltar su carácter dinámico y como consecuencia, la posibilidad de ser revisado.

La labor personal del Prof. Martínez, como coordinador de Geología, merece la felicitación por parte de esta Universidad, por estar totalmente acorde con la filosofía e importancia que la propia institución ha concedido y concede a la labor de coordinación del COU.

Por último, a nivel personal, deseo agradecer a los autores, la colaboración que en todo momento me han prestado, lo que ha facilitado y, en ocasiones, ha orientado a la propia Coordinación General. Quizás merezca la pena resaltar que, producto de esta colaboración, ha surgido un grupo de trabajo interdisciplinar, que pretende incorporar las Nuevas Tecnologías de la información en la enseñanza de la Geología. En particular, se pretende desarrollar un proyecto multimedia que implemente sobre discos ópticos los itinerarios geológicos de las diferentes islas, junto con el conjunto de unas 2000 diapositivas digitalizadas, relativas a dichos itinerarios

Las Palmas, 21 de Octubre de 1991

Enrique Rubio Royo

INTRODUCCION

FILOSOFIA DEL DISEÑO CURRICULAR

Este diseño de la Geología surge como una necesidad en las reuniones de coordinación del COU, para intentar que el desarrollo de la asignatura:

- 1.- Se ajuste a los planteamientos modernos de las ciencias de la Tierra.
- 2.- Tenga la orientación adecuada, para la capacitación real de los alumnos que llegan a la Universidad.
- 3.- Suprima el marcado sentido academicista que se le suele dar a una Geología General. De esta manera, el alumno será más protagonista en su propio proceso de aprendizaje.
- 4.- Permita que el discente llegue a un mejor conocimiento y comprensión de su entorno.
- 5.- Y cumpla los objetivos generales establecidos.

Se admite, como premisa de salida, la truncalidad del programa, en base a una estructura conductora, con carácter científico en el sentido estricto de la palabra. Dentro de este marco, para:

- a) la propuesta de contenidos,
- b) las limitaciones de los mismos,
- c) y la selección de prácticas aconsejables,

se ha procedido de la siguiente manera:

- 1.- En primer lugar, se definen los objetivos generales para la impartición de la Geología.
- 2.- En función de estos objetivos, se hace un pre-diseño de tópicos mínimos y prácticas.
- 3.- Los anteriores posibles contenidos, y sus prácticas, se ponderan cualitativamente y se agrupan en módulos.
- 4.- Se establece una temporización de los distintos módulos configurados, a partir:
 - de la ponderación cualitativa,
 - y del número de horas lectivas, a lo largo del curso académico.
- 5.- La temporización de los módulos sirve, a su vez, como criterio de retroalimentación:
 - en las delimitaciones de los contenidos,
 - y en la programación y características de las prácticas prioritarias.

En lo referente a la forma:

- a) El programa está constituido por un número determinado de módulos.
- b) Y los módulos se agrupan en grandes unidades temáticas, bien definidas, aunque en dependencias sucesivas.

Se entiende por módulos un conjunto de contenidos y prácticas, que abarca una serie de procesos, muy interdependientes. Sub-conjuntos de ellos pueden tener la suficiente identidad como para constituir capítulos o temas en el sentido clásico.

Este diseño curricular se pone en permanente crisis, con sus implicaciones: asumir que soportará periódicas revisiones, pero cuando hayan concluido los cursos académicos, para no provocar distorsiones y descoordinaciones en los centros de enseñanza.

NOTAS

OBJETIVOS GENERALES

El diseño curricular que se propone deriva de unos determinados objetivos generales. De acuerdo con el Proyecto MT-62 (1978), se opta por el criterio de clasificarlos en los tres grupos siguientes:

- Formativos.
- Informativos.
- De automatismos, destrezas e investigación.

El anunciado de estos sería:

FORMATIVOS:

01. Hacer comprender que los conocimientos geológicos no se basan sólo en la observación y la experimentación, sino también en el planteamiento de preguntas, en la formulación de hipótesis y en su comprobación.
02. Desarrollar la capacidad de discusión respecto a diferentes hipótesis y observaciones.
03. Valorar la importancia y aplicación de la geología en la sociedad actual.
04. Comprender el entorno geológico, para contribuir al respeto y conservación de la Naturaleza.

INFORMATIVOS:

05. Obtener una visión actualizada de la Geología, como producto de incesantes investigaciones que, día a día, aclaran y cambian conceptos previos y plantean nuevas ideas en el camino de la investigación científica.
06. Adquirir un esquema global del conjunto de la Geología, a partir de procesos parciales interdependientes.

DE AUTOMATISMOS, DESTREZAS E INVESTIGACION:

07. Aplicar correctamente el vocabulario básico de Geología.
08. Desarrollar hábitos en el manejo de instrumentos de observación y medida, además de la capacidad para diseñar experiencias sencillas.
09. Desarrollar hábitos de localizar, describir, comparar, correlacionar y explicar procesos y materiales geológicos, para llegar a deducir conclusiones propias.
10. Adquirir hábitos de trabajo en equipo.

NOTAS

ESTRUCTURA CONDUCTORA DEL PROGRAMA

Se intenta diseñar, en una primera aproximación, un programa de Geología, para el COU:

- que recoja los objetivos generales, previamente establecidos,
- y en función de un modelo físico, que permita coordinar prácticamente a la totalidad de las observaciones geológicas.

El modelo físico consiste en un esquema sencillo, que reproduce las propiedades (aquí procesos), susceptibles de cuantificación, del objeto real estudiado (la Tierra).

En otro orden de cosas, y de acuerdo, respectivamente, con Popper (1982) y Lliboutry (1985):

- Sólo es Ciencia la elaboración de leyes físico-químicas, que se puedan verificar empíricamente con ensayos.
- Y las leyes, o teorías, dejan de ser ciertas cuando, en la verificación, soportan algún ensayo irreprochable negativo (cuando tienen excepciones).

Dentro de este contexto, y a partir del modelo físico de la Tectónica de Placas, el desarrollo de una Geología forma parte de la Ciencia, ya que sus procesos se ajustan a las leyes básicas.

Sea el ejemplo de los geosinclinales, según el concepto tradicional. Para explicar las causas de sus procesos, se tienen que:

- recurrir a leyes específicas,
- y admitir numerosas excepciones en las mismas.

Tales leyes, entre otros hechos, explican la migración de los fenómenos desde el océano al continente, durante fases orogénicas sucesivas. Luego la formulación de los procesos, que encierran los geosinclinales en un sentido clásico, carece de rigor científico. En cambio, con el modelo de la Tectónica de Placas, los geosinclinales se reducen a las leyes fundamentales y comunes del conjunto de las ciencias.

El programa comienza con un módulo de NOCIONES COSMOLOGICAS, al objeto de:

- Situar la Tierra en el "Espacio" y relacionarla con los demás astros.
- Y explicar, hipotéticamente, su origen y zonación.

La zonación de la Tierra se aborda bajo dos aspectos diferentes:

- el estático,
- y el dinámico.

Los contenidos del aspecto estático quedan recogidos en un sólo módulo, denominado COMPOSICION, ESTRUCTURA Y MATERIALES DE LA TIERRA. Este comprende la descripción física y el estudio de la composición de las capas terrestres, con las distribuciones geoquímicas peculiares. Para ello, se necesita hacer referencia a los medios de observación (esencialmente geofísicos, entre otros, la prospección

sísmica), y desarrollar nociones de mineralogía y cristalografía, que se completarán cuando se considere el magmatismo.

El aspecto dinámico lo define la **TECTONICA DE PLACAS**, que da nombre a otro módulo, de esquemas conceptuales generales. En él se exponen los contenidos que sirven de armazón al resto del programa.

Con los módulos de **TECTONICA** se definen tres niveles de síntesis:

- A escala regional. Se considera la dinámica de las placas, tanto en el interior de las mismas como en sus límites. Sobre todo, toma especial énfasis el estudio de las cordilleras orogénicas (en relación con los geosinclinales).
- A escala del estrato o serie estratigráfica (pliegues, fracturas, etc.).
- Y a escala pequeña, a objeto de explicar muchas texturas y estructuras de las rocas, principalmente de las metamórficas.

La termodinámica en los límites de las placas litosféricas conduce, además, al estudio de dos importantes procesos:

- el **MAGMATISMO**
- y el **METAMORFISMO**,

con sus correspondientes rocas.

El **VOLCANISMO** entra en el programa como un caso particular del magmatismo. No conviene olvidar que, en el entorno canario, el conocimiento y la comprensión de todo lo relacionado con los volcanes se encuentran potenciados.

Los movimientos y deformaciones corticales, y, en menor grado, los procesos ígneos (las erupciones volcánicas o pre-erupciones), muchas veces ligados a los procesos tectónicos, crean campos vibratorios. Esto justifica un módulo de **MOVIMIENTOS SISMICOS**, que seguirán a los anteriores.

Los procesos geológicos externos describen e interpretan los constantes cambios físicos y químicos, en la superficie de la corteza terrestre, como respuestas a la interacción entre las manifestaciones de la Tectónica de Placas y la energía solar, junto con la ley de la gravedad. Esta parte del programa comprende tres módulos:

- **DINAMICA ATMOSFERICA Y CLIMATOLOGIA**,
- **PROCESOS MORFODINAMICOS**,
- e **HIDROLOGIA**.

El primer módulo se precisa para entender muchos de los procesos geológicos externos.

La morfodinámica tiene una estrecha dependencia con los diferentes dominios climáticos. En este programa, abarca los siguientes aspectos:

- Los procesos de erosión-meteorización y sus relieves resultantes. Aquí se incluye también la edafología, en la que juega un papel importante la alteración geoquímica y la erosión mecánica.
- Y la sedimentología-estratigrafía, como resultado de los transportes, deposiciones y diagénesis de los materiales procedentes del modelado del relieve.

A partir de la conjunción entre la climatología y la morfodinámica, se presenta una hidrología, en donde se patentiza la intervención de la energía solar y de la gravedad en la superficie de la Tierra.

El programa concluye con una GEOLOGIA HISTORICA, para formular la evolución de la Corteza terrestre, al menos a partir de la disgregación de la Pangea. Pero en la explicación de esta evolución se precisa de una Paleontología, que dé:

- Datos significativos en la interpretación de algunos rasgos en la evolución de las placas (climas, distribución de tierra y mares, etc.).
- Y los criterios biológicos necesarios para el diseño y utilización de una cronología relativa. La Tectónica de Placas, como todo modelo físico, hay que referirla a una cierta escala en el tiempo y a otra en el espacio.

NOTAS

PROGRAMA

Unidad 1: La Tierra en el Universo.

Módulo 01: El Universo.

Módulo 02: Composición, estructura y materiales de la Tierra.

Unidad 2: Procesos geológicos internos.

Módulo 03: Tectónica de placas.

Módulo 04: Movimientos y deformaciones a escala regional.

Módulo 05: Movimientos y deformaciones a escala del estrato o serie estratigráfica.

Módulo 06: Magmatismo y su fisiquímica.

Módulo 07: Plutonismo y rocas filonianas.

Módulo 08: Volcanismo.

Módulo 09: Geología volcánica de Canarias.

Módulo 10: Metamorfismo.

Módulo 11: Movimientos sísmicos.

Unidad 3: Procesos geológicos externos.

Módulo 12: Dinámica atmosférica y climatología.

Módulo 13: Procesos morfodinámicos.

Módulo 14: Hidrología.

Unidad 4: Geología Histórica.

Módulo 15: El tiempo en Geología.

NOTAS

DESARROLLO DE LOS MODULOS

- 01: El Universo.
 1. Conceptos básicos. Métodos de estudio.
 2. Hipótesis genéticas del Universo.
 3. El Sistema Solar: Características y origen.
 4. Etapa pre-geológica de la Tierra.
- 02: Composición, estructura y materiales de la Tierra.
 1. Generalidades:
 - Composición química de la Tierra en su conjunto.
 - Composición química de la atmósfera e hidrosfera.
 2. Distribución de los elementos químicos:
 - Afinidad geoquímica de los elementos y su clasificación.
 - Modelo utilizado para la zonación de la Tierra.
 3. Etapas de la diferenciación geoquímica: Diferenciación primaria, secundaria y terciaria.
 4. Materiales de la Tierra:
 - Conceptos de materia amorfa, cristalina y cristal.
 - Minerales: Concepto, condiciones y procesos de formación, y nociones sobre la clasificación de los mismos.
 - Rocas: Concepto y ambientes de formación.
 5. Métodos de estudio para la identificación de la estructura de la Tierra.
 6. Modelo estructural de la Tierra:
 - La corteza: Estructura vertical y horizontal y composición.
 - El manto: Estructura y composición.
 - El núcleo: Estructura y composición.
- 03: Tectónica de Placas.
 1. Introducción: Las teorías fijistas y movilista.
 2. Antecedentes:
 - Teorías de la deriva de los continentes (Wegener).
 - Teoría de la expansión de los fondos oceánicos (Holmes, Hess).
 - Teoría de las corrientes de convección.
 3. Tectónica global:
 - Enunciado.
 - Las placas litosféricas: Generalidad y tipos.
 - Límites de placas: Las dorsales oceánicas, las zonas de subducción y las fallas de transformación.
- 04: Movimientos y deformaciones a escala regional.
 1. Movimientos y deformaciones en el interior de las placas.
 2. Movimientos y deformaciones en los límites de placas. Los geosinclinales.
 3. Movimientos epirogénicos en general. La isostasia.
 4. Transgresiones y regresiones marinas, en el marco de los movimientos epirogénicos. La Terraza de Las Palmas.
- 05: Movimientos y deformaciones a escala del estrato o serie estratigráfica.

1. Deformaciones continuas:
 - Pliegues.
 - Diapirismo.
2. Deformaciones discontinuas:
 - Diaclasas.
 - Fallas. Mantos de cabalgamiento.
- 06: Magmatismo y su fisicoquímica.
 1. Concepto y fases del magma.
 2. Origen y emplazamiento de los magmas.
 3. Características fisicoquímicas de los magmas.
 4. Los silicatos.
 5. Consolidación y diferenciación magmática.
 6. Grandes grupos de rocas magmáticas.
- 07: Plutonismo y rocas filonianas.
 1. Concepto de plutón y tipos.
 2. Texturas y estructuras en rocas plutónicas.
 3. Principales rocas plutónicas.
 4. Concepto y clasificación de filones.
 5. Nociones de yacimientos minerales, de interés económico, en relación con estas rocas.
- 08: Volcanismo.
 1. Concepto de volcán.
 2. Localización y tipos de volcanismo.
 3. Productos volcánicos: Sólidos, fundidos y gaseosos.
 4. Volcanismo fisural y puntual: Conceptos, condicionantes y formas.
 5. Diques y domos intrusivos en relación con el volcanismo.
 6. Las calderas de erosión.
 7. Estructuras y texturas en rocas volcánicas.
 8. Principales rocas volcánicas.
- 09: Geología volcánica de Canarias.
 1. Teorías sobre el origen de las Islas:
 - Punto caliente.
 - Fractura propagante.
 - Juego de bloques levantados.
 2. El complejo Basal.
 3. Formaciones sub-aéreas de rocas volcánicas.
 4. Los enclaves en las rocas volcánicas de Canarias.
 5. Los domos volcánicos de Canarias.
- 10: Metamorfismo.
 1. Concepto de metamorfismo.
 2. Factores que condicionan el metamorfismo y sus localizaciones en los límites de placas.
 3. Nociones de transformaciones metamórficas.

6. Principales rocas metamórficas.
- 11: Movimientos sísmicos.
 1. Concepto y causas de los terremotos.
 2. Registro y escalas de medidas de los terremotos.
 3. Localizaciones y frecuencias de los terremotos. Interpretaciones.
 4. Previsión de terremotos.
- 12: Dinámica atmosférica y climatología.
 1. Esquemas conceptuales básicos.
 2. Campos de presión y mapas climáticos de superficie.
 3. Circulación general de los vientos, Los vientos dominantes.
 4. Estancamiento y efecto "foëhn".
 5. Clasificaciones climáticas.
 6. La climatología canaria. Secuencias climáticas.
- 13: Procesos morfodinámicos.
 1. Erosión, transporte y depósito en los dominios climáticos más significativos.
 2. Glaciarrismo y los movimientos eustáticos. Las transgresiones y regresiones marinas.
 3. Meteorización. Formación del suelo.
 - A la formación del Nucleo, Manto y Corteza (diferenciación primaria).
 - A las subdivisiones en cada una de las anteriores estructuras, por los cambios en la composición (diferenciación secundaria).
 - Y a la aparición de la hidrosfera y atmósfera (diferenciación terciaria).
 3. Y de los métodos de estudio, para la identificación de la estructura de la Tierra, se revisarán, como mínimo, el magnético y el sísmico. Se recomienda que se haga hincapié en los datos, que se deducen con el análisis de las velocidades de la propagación ondulatoria.
 4. Diagénesis.
 5. Estructuras, texturas y minerales de los sedimentos y rocas sedimentarias.
 6. Formaciones sedimentarias. Las principales rocas sedimentarias.
 7. Los procesos morfodinámicos de Canarias.
- 14: Hidrología.
 1. La hidrología como unidad: El ciclo del agua.
 2. Generalidades de precipitación, evapotranspiración, sublimación, escorrentía e infiltración.
 3. Las aguas subterráneas.
 4. Procesos kársticos.
 5. El balance hídrico.
 6. Los recursos de agua en Canarias. Peculiaridades.
- 15: El tiempo en Geología.
 1. Medición del tiempo en Geología. Divisiones crono-estratigráficas.
 2. Conceptos generales de paleontología y procesos de fosilización.
 3. Evolución de la Tierra: Principales acontecimientos de cada Era.

NOTAS

ORIENTACIONES Y LIMITACIONES DE LOS CONTENIDOS

MODULO 01.

EL UNIVERSO

El desarrollo de una Cosmología se puede hacer desde una perspectiva muy amplia, pero como aquí sólo se pretende situar el planeta Tierra en el Universo, los contenidos se enfocarán hacia unos conceptos muy concretos, recogidos en los epígrafes enunciados, sin perder una visión global, y de acuerdo con la temporización asignada.

De todos los epígrafes, quizás el más ambiguo sea el primero. Este estará centrado:

a) Respecto a los conceptos básicos:

- en la evolución histórica del concepto "Universo",
- en su delimitación científica,
- y en la enumeración y definición de los principales objetos cósmicos.

b) Y en cuanto a los métodos de estudio, en indicaciones sobre análisis:

- De la luz blanca, mediante telescopios convencionales.
- Y del resto del espectro electromagnético, con el necesario empleo de los radiotelescopios. En este caso, la información es más rica.

Unas someras discusiones sobre las observaciones que se obtienen, con estos métodos de estudios, permiten enlazar con la formulación de hipótesis genéticas del Universo.

Se constata, además, que el progresivo conocimiento y comprensión del Cosmos esá sujeto al avance de la Física.

MODULO 02.

COMPOSICION, ESTRUCTURA Y MATERIALES DE LA TIERRA

Los epígrafes, que pueden llevar a distintos enfoques, son:

- Modelo utilizado para la zonación de la Tierra.
- Etapas de la diferenciación geoquímica.
- Y métodos de estudio.

Respecto a éstos, se proponen las siguientes pautas:

1. El recurso, que explica bastante aceptablemente la zonación de la Tierra, parte de las observaciones de lo que ocurre en un alto horno. De arriba a abajo, se forma la siguiente distribución zonal de las diferentes fases:
 - gases y vapores,
 - escorias en fusión (aquí se encuentran los silicatos),
 - sulfuros metálicos fundidos
 - y metales fundidos.
2. Las etapas de la diferenciación geoquímica harán referencia:

- A la formación del Núcleo, Manto y Corteza (diferenciación primaria).
 - A las subdivisiones en cada una de las anteriores estructuras, por los cambios en la composición (diferenciación secundaria).
 - Y a la aparición de la hidrosfera y atmósfera (diferenciación terciaria).
3. Y de los métodos de estudio, para la identificación de la estructura de la Tierra, se revisarán, como mínimo, el magnético y el sísmico. Se recomienda que se haga hincapié en los datos, que se deducen con el análisis de las velocidades de la propagación ondulatoria.

MODULO 03.

TECTONICA DE PLACAS

En cuanto a las diferentes teorías que constituyen los antecedentes de la Tectónica de Placas Litosféricas, conviene resaltar que se desarrollaron en una época determinada, en base a la observación de unos hechos concretos y un posterior análisis científico de los mismos, según los conocimientos del momento en cuestión. Por ello, cualquier teoría tectónica deberá venir verificada por unos hechos observables, a partir de los que se obtendrán interpretaciones.

Además, se recomienda someter, a cada teoría, a una revisión crítica, de acuerdo con los progresivos avances científicos. Así mismo, se delimitarán cuales son las partes que persisten y se complementan, a modo de puzzle, para llegar al modelo de Tectónica Global.

Una secuenciación concreta, en relación a las diferentes teorías, permite:

- A.- Apreciar la evolución, en el tiempo, del pensamiento geológico.
- B.- Evidenciar la importancia que tienen las relativas nuevas tecnologías en el contexto de las Ciencias en general, y de la Geología en particular.

Dentro de una metodología didáctica, se intentará ubicar, al máximo, los aspectos de la tectónica de Placas en un mapamundi, con las referencias geográficas más significativas. En estas localizaciones, los contenidos se deberán describir, interpretar y contrastar con otros.

En el contraste de los contenidos, se indicará lo común y lo diferencial, donde se incluirá en qué etapas se encuentran, en una secuencia evolutiva de acontecimientos.

MODULO 04.

MOVIMIENTOS Y DEFORMACIONES A ESCALA REGIONAL

Los movimientos y deformaciones en el interior de las placas se limitarán al dominio continental. En este se describirán e interpretarán, brevemente:

- a) Las anteclisas y sineclisas.
- b) Y las geofracturas (fracturas litosféricas), tanto con conexión oceánica (con las dorsales), como sin esa conexión, entre las que se encuentran:
 - geofracturas de gran desarrollo lineal, tipo Falla de San Andrés, en California,
 - y geofracturas en depresión.

Los movimientos y deformaciones en los límites de placas constituyen el núcleo central del módulo. Aquí debe tomar una especial relevancia el estudio de los geosinclinales.

Dentro de los movimientos epirogénicos en general, no se tratará a la isostasia

como un caso particular, sino como la causa fundamental de los desplazamientos verticales. No se llegará al desarrollo de los modelos propuestos por Pratt y Airy.

MODULO 05.

MOVIMIENTOS Y DEFORMACIONES A ESCALA DEL ESTRATO O SERIE ESTRATIGRAFICA

Los contenidos se deben enmarcar dentro del comportamiento de los materiales (elástico, plástico y rígido), como respuestas ante diferentes composiciones químicas, estructuras cristalinas y condicionantes físicos del entorno, entre los que se encuentran los diferentes tipos de fuerzas.

En las deformaciones se deben considerar:

- mecanismos que interviene,
- sus elementos,
- tipos, clasificación y nomenclatura,
- asociaciones,
- y otros aspectos que se consideren oportunos.

No se debe obviar la aplicación del "Principio de la edad relativa de los procesos geológicos", para poder formular la Historia Geológica de la columna litológica, o corte, que ejemplarizan las deformaciones.

MODULO 06.

MAGMATISMO Y SU FISICOQUIMICA

De los seis epígrafes sólo caben matizar los tres últimos. Al efecto se proponen las siguientes precisiones:

1. En cuanto a los silicatos:
 - En primer lugar, se hará una clasificación estructural de los mismos. Se señalarán los aspectos generales más significativos.
 - Y, posteriormente, se tratará la evolución de estas estructuras, en función de los cambios termodinámicos, con lo que, a su vez, se desarrollará el esquema de la consolidación y diferenciación magmática (Series de Bowen). Al objeto de simplificar este esquema, se excluirá la explicación de la formación de las menas metálicas.
2. La clasificación de las rocas magmáticas se centrará en el conocimiento y manejo de los diagramas triangulares de Streckeisen (1967-74), en sus aspectos más sencillos.

MODULO 07:

PLUTONISMO Y ROCAS FILONIANAS

En este módulo, las precisiones también se referirán a los últimos epígrafes.

1. Las rocas filonianas se considerarán como casos intermedios entre rocas plutónicas y volcánicas. Para la clasificación de éstas, se adoptará un criterio estructural (en diques y en sills) y sus relaciones con las chimeneas volcánicas y domos.
2. En el epígrafe 5, se relacionarán las etapas pneumatolítica e hidrotermal, de la consolidación magmática, con la concentración anómala de elementos metálicos, en terrenos permeables o fracturas.

MODULO 08:

VOLCANISMO

Los epígrafes que quizás necesiten limitaciones conceptuales son el segundo, el cuarto y el octavo.

1. Los tipos de volcánismo se relacionarán con la Tectónica de Placas, en una doble vertiente:
 - geoquímica
 - y en cuanto a sus localizaciones geográficas.

Se considerará un volcanismo:

- calcoalcalino (zonas de subducción),
- toleítico (sobre todo en las dorsales, y en particular en las islas oceánicas),
- y alcalino (con una buena representación en las islas oceánicas, cuando el magma tiene una procedencia profunda).

Se prescindirá de la clásica división del volcanismo en:

- explosivo (vulcaniano),
- efusivo (hawaiano),
- extrusivo (domático),
- y mixto (estromboliano),

aunque se podría tener presente en el epígrafe que estudia los productos volcánicos.

2. En las islas oceánicas, y preferentemente en las Canarias, dado que son ejemplos de nuestro entorno, el volcanismo fisural se contemplará desde una perspectiva de ejes estructurales.
3. Con las rocas de la actividad volcánica se pretenderá lo mismo que con las magmáticas en general: conocimiento y manejo de los diagramas triangulares de Streckeisen (1967-74).

MODULO 09

GEOLOGIA VOCANICA DE CANARIAS

Las concreciones de los epígrafes primero, segundo y quinto obvian aclaraciones sobre el desarrollo de los contenidos.

Respecto al epígrafe tercero, se estima indicar las siguientes aclaraciones:

1. Las formaciones volcánicas sub-aéreas se contemplarán de acuerdo con la distribución de las mismas en ciclos correlacionables cronológicamente. Esto permite una visión global del volcanismo canario. Sin embargo, para cada isla en particular, convendría tener presente las distribuciones de Fúster y colaboradores (1968), en cuanto que permiten un mejor aprovechamiento de los recursos de campo.
2. El estudio de una columna litológica, representativa de este vulcanismo, se hará a partir de la que se levanta en Gran Canaria. En ella, aparecen todos los episodios eruptivos de una diferenciación basáltica, esencialmente alcalina.
3. Respecto al punto 4, se dará el concepto de enclaves y su importancia como portadores de una posible información sobre la composición del manto superior, siempre y cuando tengan una procedencia profunda.

Se recuerda que los enclaves se clasifican en:

- relicticos (agregados de minerales que no llegan a fundir durante la formación de un magma),
- y asimilados (fragmentos arrancados de la roca encajante, durante el ascenso de un magma).

En algunas erupciones históricas de la Isla de Lanzarote, afloran numerosos enclaves, esencialmente de olivino y, presumiblemente, de procedencia profunda.

MODULO 10:

METAMORFISMO

Después de desarrollar, concisamente, el concepto de metamorfismo y de los factores que condicionan estos procesos, se pasará a la clásica clasificación de:

- Metamorfismo Regional,
- Metamorfismo de Contacto, y
- Metamorfismo Dinámico.

El metamorfismo de contacto englobará el pirometamorfismo. Este se relacionará, como ejemplos locales, con:

- la formación de almagres (a partir de paleosuelos),
- y las rubefacciones en los techos de coladas y niveles piroclásticos-tobáceos, que han servido de base a nuevas deposiciones eruptivas.

Esta clasificación se explicará en función de la Tectónica Global:

- El Metamorfismo Regional dentro del contexto de los geosinclinales, y en dependencia con los límites de subducción.
- El Metamorfismo de Contacto:
 - a) tanto con los procesos ígneos ligados a la evolución de un geosinclinal,
 - b) como con los de efusión-intrusión en las dorsales.
- Y el Metamorfismo Dinámico con:
 - a) las fallas implicadas en la tectónica de los geosinclinales,
 - b) y las grandes fallas de transformación.

En el epígrafe 3, sobre nociones de transformaciones metamórficas, se incluirá, no solamente los cambios texturales y mineralógicos isoquímicos, sino también el metasomatismo.

Y finalmente, respecto a las principales rocas metamórficas, se pretenderá que se conozca una sencilla secuencia de rocas del metamorfismo regional y, quizás, las más corrientes del metamorfismo de contacto.

MODULO 11:

MOVIMIENTOS SISMICOS

En este módulo, conviene precisar:

1. En las escalas de medidas de terremotos, se considerarán tanto los valores de intensidad como de magnitud. Los primeros hacen referencia a los efectos que provocan (destrozos). Las magnitudes se estiman por las aceleraciones que soportan las partículas del terreno.
2. Las localizaciones, frecuencia y previsión de terremotos se contemplarán

desde una perspectiva de zonas en donde cabe esperar una mayor probabilidad de movimientos sísmicos. Estas zonas se localizarán en los límites de placas destructivos y neutros. En las dorsales, los seísmos son menos significativos. Un ejemplo ilustrativo está en California, en la Falla de San Andrés, típicamente de transformación.

También, y a título complementario y optativo, se podrían hacer referencias a tentativas de metodologías y técnicas de detección precoz, como se desarrollan en centros de seguimiento del Japón.

MODULO 12:

DINAMICA ATMOSFERICA Y CLIMATOLOGIA

Los tópicos se reducen al desarrollo de unos esquemas conceptuales, muy generales, que permitan la comprensión de los procesos morfodinámicos.

Dentro de una amplia perspectiva, se abordará una clasificación zonal y de dominios climáticos de la Tierra, que expliquen los distintos comportamientos de unos mismos procesos, como los erosivos. Resultan ilustrativas, al efecto, las tablas 4.1 y 4.2 de Anguita y Moreno (1980), pags. 136 y 137.

A la vez, se presentará una panorámica de posibles clasificaciones climáticas, principalmente:

- termopluviométricas (Lang, De Martonne, etc.),
- y en base a balances del vapor de agua (Thornthwaite y otros).

Las segundas establecen secuencias dentro de un dominio climático. Esto explica, entre otros condicionantes, que en un mismo territorio haya una diversidad en los procesos edafológicos, y en otros muchos procesos externos. Ilustrativo resulta la explicación de la clasificación de Thornthwaite, en la Isla de Gran Canaria, por Sánchez Díaz (1978), para discutir su cartografía edafológica.

MODULO 13:

PROCESOS MORFODINAMICOS

En este módulo, conviene precisar:

1. La erosión, transporte y depósito, en los dominios climáticos más significativos, se contemplarán de acuerdo con las tablas 4.1 y 4.2 de Anguita y Moreno (1980).

En el desarrollo de los contenidos:

- 1.1. Los aspectos meramente descriptivos deberán haber sido tratados en cursos precedentes. Aquí se ceñirán a recordarlos en lo esencial.
- 1.2. En cambio, se hará hincapié en que se indentifiquen las diferentes deposiciones sedimentarias y modelados en regiones que, actualmente, soportan climatologías que no pueden explicar esos procesos. En realidad, se tratará de correlacionar unos procesos geológicos externos con una paleo-climatología.

Como ejemplo cabe reseñar la imposibilidad de justificar el labrado de los grandes barrancos y las potentes formaciones aluviales del entorno canario, con la actual climatología.

En un contexto más amplio, estas correlaciones en el tiempo, con otras en el espacio, constituyen verificaciones de la dinámica de las placas litosféricas.

2. En relación con el glaciarrismo y sus movimientos eustáticos, que deter-

minan transgresiones y regresiones marinas, se explica la presencia de paleo-playas levantadas. En Canarias, muchas de estas representan buenos recursos de campo, por su contenido faunístico.

3. Los contenidos sobre meteorización, formación de suelos y diagénesis se limitarán al desarrollo de los conceptos básicos.
4. En cuanto al epígrafe 5:
 - a) Se indicarán los aspectos más relevantes de las texturas.
 - b) En las estructuras, se diferenciarán las primarias de las secundarias.
 - c) Los minerales de las rocas sedimentarias se clasificarán principalmente en resistatos y de neoformación. Se deberán indicar los más comunes de cada grupo.
5. Aunque en realidad se debería considerar las formaciones sedimentarias en los diferentes tipos de ambientes superficiales, de acuerdo con los recursos de campo disponibles en nuestro entorno, se propone limitar estos contenidos a las siguientes formaciones sedimentarias:
 - playas y dunas litorales,
 - depósitos aluviales tipo "Terraza de Las Palmas",
 - y, con menor énfasis, depósitos de piedemontes y lacustres.
6. Los contenidos de las rocas sedimentarias se ajustarán a sencillas clasificaciones, que abarquen a los siguientes grupos:
 - detríticas,
 - carbonatadas,
 - evaporitas,
 - silíceo - aluminico - ferruginosas, y
 - organógenas.
7. Para el desarrollo de los contenidos de los procesos morfodinámicos en Canarias, se propone el empleo de la metodología diseñada por Martínez (1990).

Esta morfodinámica se basa en criterios:

- geológicos,
- morfogenéticos, incluidos los procesos de erosión y sedimentarios,
- y evolutivos.

Y definen cuatro categorías jerarquizadas e interdependientes:

- elementos de erosión,
- unidades morfodinámicas,
- sistemas morfodinámicos,
- y conjuntos geológicos (o provincias morfodinámicas).

MODULO 14:

HIDROLOGIA

Se recomienda que este módulo se desarrolle a modo de conferencia.

Con todo, el conferenciante aplicará los esquemas conceptuales, tanto teóricos como de recursos de aprovechamiento:

- al entorno canario en su globalidad,
- y al de su isla en particular.

Como orientaciones complementarias, se resume lo siguiente:

La Hidrología subterránea no se considerará diferenciadamente respecto a las aguas superficiales, ya que el ciclo hidrológico forma una unidad.

La distribución de las aguas subterráneas toma características peculiares en las islas oceánicas y, por lo tanto, en la Oceanología geológica (Custodio, 1986).

En algunas de estas islas, los recursos hidráulicos se basan, en gran medida, en las aguas subterráneas. Concretamente en Canarias, los recursos de estas aguas representan el 85%, frente al 15% de recursos de aguas superficiales (situación inversa a lo que ocurre, por ejemplo, en áreas peninsulares).

En el estudio de la hidrología canaria resulta obligado tener presente los proyectos SPA-15 (1975), MAC-21 (1981) y el programa actual, del Gobierno Autónomo, "Canarias Agua 2000". Estos trabajos de investigación dan la información suficiente como para tomar decisiones técnicas o políticas aceptables, en relación con la planificación y gestión hidráulica.

Por otra parte, estos proyectos diseñan numerosos cortes hidro-geológicos, logísticamente aplicables para la comprensión de la Geología Regional.

MODULO 15:

EL TIEMPO EN GEOLOGIA

En el desarrollo de los contenidos se deberá tener presente:

1. Respecto a las divisiones cronoestratigráficas, que el alumno no confunda los conceptos de:
 - Eras,
 - Periodos, y
 - Pisos.
2. Dentro de la evolución de las Placas litosféricas, se utilizarán las dataciones:
 - paleomagnéticas, que describen el bandeo del fondo oceánico desde las dorsales,
 - y las paleontológicas, en base a los fósiles característicos.
3. Se relacionarán:
 - la dinámica de las placas,
 - la paleogeografía y paleoclimatología que determinan la anterior dinámica y otros condicionantes,
 - y la evolución de los seres vivos, como resultado de los cambios geográficos, climáticos, del campo geomagnético, etc. Los fósiles de facies describen los diferentes ambientes.

Tabla 4.1.					
GEOMORFOLOGÍA CLIMÁTICA					
Zona y dominio climático		Agente morfológico predominante	Formas características		Suelos
			De erosión	De sedimentación	
Polar	Glaciar	Glaciares	Lagos de sobreexca- vación Valles en U Pavimentos y cantos estriados Rocas aborregadas Cubetas lacustres	Cordones morrénicos Drumlins Eskers	
	Periglacial	Soliflucción Creep	Suelos poligonales Cuñas de piedras	Loess	Permafrost
Templada	Oceánico Continental	Ríos Fenómenos de ladera	Cárcavas Valles en V y en artesa Karst normal	Terrazas Aluviones	Podsoles Suelos pardos Suelos rojos
Tropical	Estepario	Ríos	No típicas		Tchernoziem
	Subdesértico	Cursos torrenciales	Cauces secos	Abanicos aluviales	Caliche
	Desértico	Viento Cursos torrenciales y arroyada difusa	Regs Tafonis Arcos naturales Montes-isla Pedimentos Llanuras endorreicas	Ergs Abanicos aluviales	
Ecuatorial	Selvático	Fenómenos de ladera Meteorización bioquímica Ríos	Montes-isla Panes de azúcar Karsts cónicos Pedimentos	No típicas	Lateritas

Tabla 4.2				
INDICADORES CLIMÁTICOS ESPECÍFICOS				
	<i>Clima cálido</i>	<i>Clima frío</i>	<i>Clima árido</i>	<i>Clima húmedo</i>
BIOLÓGICOS	Gran variedad de fauna (implica nutrientes todo el año). Flora abundante (fig. 4.102a; los árboles sin anillos de crecimiento indican clima sin estaciones marcadas (ecuatorial)). Grandes reptiles herbívoros (necesidad de flora abundante). Corales (requieren mares cálidos).	Poca variedad de fauna		Los mismos que para el clima cálido, salvo los corales
SEDIMENTARIOS	Calizas potentes (especialmente la variedad oolítica; ver cap. 6). Sedimentos rojos (barniz de minerales de arcilla y óxidos de hierro en las arenas)	Tillitas Series marinas formadas por bloques caídos de los icebergs. Pavimentos y bloques estriados (figura 4.102b)	Sales Arenas con granos redondeados mates (por abrasión eólica)	Carbón (clima en general templado; excepcionalmente ecuatorial, pues allí la madera es destruida en fermentación aerobia rápida)

NOTAS

SUGERENCIAS DE PRACTICAS Y ACTIVIDADES, EN RELACION CON LOS DISTINTOS MODULOS.

MODULO	N.º	DENOMINACION DE LAS PRACTICAS Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS
01	01	Observaciones cosmológicas, a través de telescopios.
	02	Observaciones y orientaciones sobre mapas celestes.
	03	Análisis espectral de la luz.
02	01	Reconocimiento, a visu, de rocas y minerales.
	02	Realización de procesos de cristalización en el laboratorio.
	03	Análisis de las capas terrestres sobre esquemas gráficos.
03	01	Identificación, descripción y discusión de componentes interdependientes de la Geología Global, sobre mapamundi.
	02	Levantamiento y discusión de cortes de la corteza terrestre, a gran escala.
04	01	Identificación y discusión de huellas de transgresiones y regresiones marinas.
	02	Estudio sobre el terreno de la Terraza de Las Palmas, o de otras formaciones sedimentarias similares.
	03	Análisis en el laboratorio, y discusión de datos, a partir de muestras sometidas a transgresiones o regresiones marinas.
05	01	Identificación, clasificación y denominación de estructuras en cortes geológicos.
	02	Interpretación de estructura geológicas mediante esquemas de campos de fuerza.
	03	Deducción de secuencias estructurales en cortes geológicos.
06	01	A partir de colecciones significativas, reconocimiento de silicatos, a visu, y secuenciación de los mismos, según las series continuas y discontinuas de la diferenciación magmática.
	02	Identificación geoquímica y termodinámica de ambientes o etapas de cristalización, en reservorios magmáticos, en los que se habrían formado determinados silicatos.
	03	Representación, en un diagrama triangular geoquímico previamente diseñado, de un silicato, dada su composición.

06	04	Cálculo de la composición geoquímica de una roca, representada por un punto en un diagrama triangular.
07	01	Clasificación y nomenclatura macro-morfológica de rocas plutónicas y filonianas. Se entiende por clasificación macro-morfológica la que se basa en la geometría del afloramiento, desde una amplia perspectiva (batolito, lacolito, dique, sills, etc...)
	02	Adiestramiento, a visu, en la identificación de rocas plutónicas e hipoabisales (filonianas y subvolcánicas), en supuestos sencillos.
	03	Clasificación, a visu, de rocas plutónicas y filonianas, así como de sus minerales más característicos, en una primera aproximación, de acuerdo con algunas fenocaracterísticas externas (hábitos, coloración, brillo, etc...).
	04	Identificación y descripción, a visu, de texturas-estructuras en rocas plutónicas y filonianas. Se admite como texturas de visu aquellos rasgos de las rocas que presentan dimensiones milimétricas y/o centimétricas.
	05	Reconocimiento, a visu, de minerales de interés económico, relacionados con procesos intrusivos.
	06	Clasificación y denominación modal de rocas plutónicas. Se emplearían los diagramas de Streckeisen (1967-74).
	07	Observación de texturas microscópicas, y sus interpretaciones geoquímicas y termodinámicas, en láminas delgadas de rocas plutónicas.
	08	Observación de los minerales más significativos, así como de sus propiedades ópticas más sobresalientes, en láminas delgadas de rocas plutónicas y filonianas.
08	09	Deducción de posibles ejes estructurales, en islas oceánicas, a partir de un banco de medidas referentes a direcciones y buzamientos de diques. La deducción tendrá como soporte la discusión de una proyección estereográfica de las medidas.
	10	Identificación de grandes afloramientos de rocas plutónicas en mapas geológicos, y ubicación de los mismos en mapas topográficos, a escala nacional.
08	01	Observación, identificación, clasificación e interpretación de formas, estructuras y texturas de visu, en rocas volcánicas. La actividad se podría realizar a nivel de campo, a partir de documentación gráfica, o a nivel de muestra.

08	02	Dibujo, a mano alzada, de formas, estructuras y texturas de visu, en terrenos volcánicos.
	03	Adiestramiento, a visu, en la identificación de rocas volcánicas, en supuestos sencillos.
	04	Clasificación de piroclastos, mediante técnicas granulométricas.
	05	Clasificación y nomenclatura, a visu, de rocas volcánicas, así como de sus minerales más característicos, en una primera aproximación, de acuerdo con algunas feno-características externas.
	06	Clasificación y denominación modal de rocas volcánicas, a partir de observaciones dadas. Se emplearían los diagramas de Streckeisen (1967-74).
	07	Observación e interpretación geoquímica y termodinámica de texturas microscópicas en rocas volcánicas.
	08	Observación de los minerales más significativos, así como de sus propiedades ópticas más sobresalientes, en láminas delgadas de rocas volcánicas.
09	01	Identificación, in situ, de formas volcánicas, y observación de sus escenarios geológicos (unidades litológicas en las que se enmarcan).
	02	Análisis de documentación audiovisual complementaria y suplementaria a los contenidos del entorno próximo.
	03	Identificación de formas volcánicas en mapas geológicos y de sus ubicaciones en mapas topográficos.
	04	Deducción de los posibles ejes estructurales a nivel regional, y de las diferentes islas en particular, a partir de las alineaciones de conos volcánicos y de la proyección estereográfica de un banco de datos respecto a medidas de direcciones y buzamientos de diques y fracturas.
	05	Contraste de mapas geológicos con los correspondientes topográficos. Se recomienda trabajar con la misma escala. En ocasiones, será conveniente modificar la de uno de ellos. Se suelen obtener resultados satisfactorios con el traslado previo del geológico a una transparencia, y su posterior coloración.
	06	Verificación de la cartografía geológica mediante excursiones.
	07	Análisis de la acreción insular, en planta, por la actividad eruptiva de 1971, en la Isla de La Palma. El mejor método didáctico sería el basado en el contraste de fotografías aéreas.
	08	Secuenciación de erupciones, y de otros procesos, en cortes geológicos.

10	01	Adiestramiento, a visu, en la identificación de rocas metamórficas en supuestos sencillos.
	02	Identificación, clasificación y nomenclatura, a visu, de rocas metamórficas, de acuerdo con los criterios más usuales.
	03	Clasificación y nomenclatura, a visu, de minerales significativos, en las rocas metamórficas, en una primera aproximación, según algunas fenocaracterísticas externas.
	04	Observación de minerales representativos, así como de sus propiedades ópticas más sobresalientes, en láminas delgadas de rocas metamórficas.
	05	Reconocimiento, in situ, de formas en rocas metamórficas. Por ejemplo, zonación concéntrica de facies diferenciadas de un metamorfismo de contacto, en dependencia con intrusiones ígneas.
	06	Identificación y observación, in situ, de almagres, como un ejemplo de pirometamorfismo, en relación con erupciones volcánicas.
	07	Identificación, descripción y clasificación de estructuras y texturas de visu en rocas metamórficas. La actividad se podría realizar a nivel de campo, a partir de documentación gráfica, o nivel de muestra.
	08	Interpretación geoquímica y termodinámica de microtexturas, fenotexturas y estructuras en rocas metamórficas. Se incluye el análisis de algunos procesos del pirometamorfismo de los almagres, como la oxidación que determina su coloración rojiza.
	09	Dibujo a mano alzada de formas, estructuras y texturas de visu, en relación con el pirometamorfismo de paleosuelos en terrenos volcánicos, en particular, y respecto a cualquier afloramiento de rocas metamórficas, en general.
	10	Identificación y descripción en cartografía del Complejo Basal, del entorno canario, de afloramientos de rocas plutónicas, tanto con procesos metamórficos en sentido estricto (sienitas de La Palma, asociadas a la malla de diques), como con cambios geoquímicos que hagan recordar procesos de metasomatismo (gabros alcalinizados de Fuerteventura).
	11	Identificación de grandes afloramientos de rocas metamórficas, en mapas geológicos, y ubicación de los mismos en mapas topográficos a escala nacional.
11	01	Reconocimiento y discusión de los distintos tipos y trenes de ondas sísmicas en un sismograma sencillo.
	02	Diseño de sismógrafos simples.

11	03	Identificación de epicentros e hipocentros con la información que proporcionen varias estaciones sismológicas.
	04	Análisis de las características de propagación de los diferentes tipos de ondas sísmicas y su discusión en relación con la modelización de la estructura de la Tierra.
	05	Sobre un mapamundi, indicar las zonas de máxima probabilidad de presentación de actividad sísmica.
	06	Identificación y discusión, en un mapamundi, de los diferentes tipos de límites de placas tectónicas, a partir de una cartografía sísmica que recoja tanto las características propias de las oscilaciones, en dependencia con las ubicaciones de los hipocentros, como la probabilidad de presentación de las mismas.
	07	Análisis de la sismología de territorios volcánicos de intraplaca, en donde se consideren las predicciones eruptivas.
12	01	A partir de mapas de predicciones meteorológicas de superficie, y de fotografías meteorológicas, vía satélite, identificar y discutir la dinámica atmosférica de Canarias: vientos dominantes, probabilidad de presentación de vientos, centros habituales de altas y bajas presiones de influencia regional, etc...
	02	Análisis y descripción de series significativas de mapas de predicciones meteorológicas, que afecten a Canarias, y determinación de situaciones generalizadas más representativas.
	03	Para islas oceánicas de relieves significativos, sometidas a vientos alisios, cálculo del incremento de temperaturas, en las vertientes de sotavento, respecto a las de barlovento, ambas a nivel del mar, cuando soplan los vientos dominantes. Las islas deben tener altitudes adecuadas, que permitan una completa condensación, en la vertientes de barlovento.
	04	En mapas físicos, a gran escala, indicar localizaciones geográficas en donde, ante determinados vientos, caben prever que se produzca el efecto "Foöhn".
	05	Toma de datos en estaciones meteorológicas, diseño de gráficas de temperaturas, precipitaciones, humedad, etc... y discusión estadística de las observaciones, desde una perspectiva de series temporales significativas en meteorología.
	06	Cálculo de clasificaciones climáticas sencillas (termopluviométricas), con datos de estaciones meteorológicas.
	07	Descripción de cartografías climáticas, de ámbito insular.

12	08	Correlacionar mapas climáticos, pisos de vegetación, procesos de meteorización y características de perfiles edáficos.
	09	En dependencia con la zonación climática de una isla oceánica, contrastar los procesos de meteorización y edáficos, que tienen lugar en las distintas vertientes.
	10	En islas oceánicas, realizar levantamientos de histogramas de frecuencia de las avenidas en los barrancos, y discutir sus correlaciones con las precipitaciones y la evolución del nivel freático de las aguas basales.
	11	Delimitar sobre un mapamundi los grandes dominios climáticos terrestres, y la influencia de éstos en los diferentes tipos de modelados.
13	01	Adiestramiento a visu en la identificación de rocas sedimentarias en supuestos sencillos.
	02	Clasificación y nomenclatura, a visu, de rocas sedimentarias, así como de sus minerales más característicos, en una primera aproximación. La actividad se realizaría de acuerdo con algunas fenocaracterísticas externas y propiedades físico-químicas identificables con instrumentos y reactivos elementales (por ejemplo, uso de placas de cerámica y navajas de acero para la determinación de la dureza, HCl al 10% para identificar CaCO_3 , etc...).
	03	Estudio, in situ, de una secuencia de formación de evaporitas, mediante una visita a unas salinas.
	04	Estudio de análisis granulométricos de áridos, correspondientes a depósitos sedimentarios significativos del entorno canario (playas arenosas, cuencas endorreicas, niveles arenosos fluviales, etc...). Se debería llegar a una clasificación y denominación granulométrica, a una identificación del tipo de ambiente y, para algunos casos, a estimaciones energéticas determinantes de las deposiciones sedimentarias "efectivas".
	05	Seguimiento, in situ y a visu, de la dinámica textural de unos aportes sedimentarios organógenos. Por ejemplo, los componentes carbonatados de arenas, en entornos volcánicos, pueden proceder de otros depósitos en donde fácilmente se reconocen los restos de conchas (sea el caso de Las Canteras con respecto a El Confital, en Las Palmas de Gran Canaria).
	06	Estudio de la dinámica global de una playa arenosa. Por ejemplo: balances sedimentarios en dependencia con la geometría del ambiente, localización geográfica, clima marítimo, etc...
	07	Identificación, observación e interpretación de texturas, a visu y microscópicas, en rocas carbonatadas (oolíticas, esparítica, micrítica, etc...).

13	08	Identificación y observación de los minerales más significativos, así como de sus propiedades ópticas más sobresalientes, en láminas delgadas de rocas sedimentarias.
	09	Reconocimiento de ambientes sedimentarios, a partir de rasgos texturales de los áridos. Se pretende identificar ambientes marinos o continentales, de acuerdo con la morfoscopía de los áridos. Habrá de emplearse cartas de índices de redondeamiento y esfericidad, calibradores, lupas binoculares y otras herramientas. Formaciones como la Terraza de Las Palmas permiten realizar esta actividad.
	10	Interpretación de relieves mediante la visión estereoscópica de fotografías aéreas.
	11	Construcción de un mosaico de fotografías aéreas, que permita estudiar ambientes sedimentarios interdependientes (playas con flechas, campos de dunas, marismas, etc..., como ocurre en la bahía de Cádiz, o en la provincia morfodinámica de Morro Besudo - Faro de Maspalomas en Gran Canaria).
	12	Levantamiento, interpretación y correlaciones de columnas litológicas. Se llegará a formular historias geológicas.
	13	Levantamiento, descripción e interpretación de perfiles edáficos sencillos.
	14	Identificación, observación, clasificación e interpretación de formas debidas a diferentes procesos erosivos y de depósito. La actividad descrita se podría realizar a nivel de campo o a partir de documentación gráfica.
	15	Identificación y descripción de los distintos tramos de un barranco, torrente o río, tanto en el campo como en documentación gráfica.
	16	Identificación, descripción, clasificación, denominación e interpretación, dentro de una evolución secuencial, de formas erosivas por la acción de las aguas superficiales. Sea el ejemplo de mesas, cuchillos, fortalezas y roques.
	17	Identificación, descripción e interpretación, en el campo, del encajamiento de barrancos colgados, perfiles en "U", y otras caracterizaciones, en el entorno canario.
	18	Análisis de las avenidas en los barrancos canarios.
	19	Identificación, clasificación, nomenclatura y caracterización de cuencas hidrológicas. La actividad tendrá como soporte mapas topográficos y observaciones diversas.
	20	Modelización física de un torrente.

13	21	Simulación de un transporte y depósito eólico de arenas, en donde se juegue con pendientes topográficas, valores granulométricos de las arenas y velocidades de las corrientes eólicas. Para la interpretación de los resultados, se tendrá en cuenta la distorsión consecuente del cambio de escalas. Se recomienda que para el diseño del banco de pruebas, sobre todo del túnel de viento, se busque el asesoramiento de departamentos de ingeniería.
	22	Identificación, descripción, clasificación y nomenclatura de discordancias. La actividad se podría realizar a nivel de campo, cortes y/o columnas litológicas.
	23	Dibujo, a mano alzada, de formas de erosión y de depósito sedimentarios.
	24	Obtención de perfiles topográficos, a partir de mapas, y sus interpretaciones morfodinámicas.
	25	Sobre el corte transversal de un litoral, identificar, clasificar, denominar e interpretar estadios y procesos morfodinámicos.
	26	Sobre esquemas gráficos, o bloques-diagramas, de las diferentes etapas que puedan alcanzar un litoral, identificar, denominar e interpretar los distintos estados evolutivos.
	27	Levantamiento de cartografías morfodinámicas e interpretación de las mismas. La actividad tendría como soporte mapas topográficos y observaciones suplementarias y complementarias de campo.
14	28	Levantamiento, sobre mapas topográficos, de cartografías de paisajes. Se delimitarán y cualificarán cuencas visuales, desde puntos singulares de observación.
	01	Interpretación de cortes hidrogeológicos de las Islas Canarias. Para ello, se emplearán los reproducidos en proyectos tales como SPA-15 y MAC-21.
	02	Diseño de un corte hidrológico hipotético en donde queden representados: nivel freático, acuífero libre, acuífero confinado, nivel piezométrico, surgencias, etc...
	03	Discusión de la evolución del nivel freático en un «acuífero basal», a partir del régimen de precipitaciones y de la explotación de aguas subterráneas. Se trabajará con series temporales de datos lo más amplias posibles. Recuérdese que las series temporales significativas en meteorología son de unos 24 años.
	04	Estudio de mapas insulares de explotaciones de recursos de agua. En la discusión: 1.- Se compararán los tipos de recursos hídricos característicos de cada isla. 2.- Respecto a los recursos de aguas superficiales (embalses), se deberán tener presente: en qué islas son

		representativos, dónde y por qué se localizan preferentemente dentro de una misma isla, qué problemas pueden presentar (infiltraciones, pérdidas de capacidad de almacenamiento de agua por colmatación sedimentaria, interferencias en los aportes de áridos a las playas del litoral, etc...)
	05	Contraste de diferentes cartografías de explotación de aguas subterráneas de las Islas Canarias. Resulta muy ilustrativo comparar la de Gran Canaria, en la que son significativos los pozos, con la de Tenerife, en la que tiene mayor importancia la galería como obra de captación.
	06	Esquemmatización gráfica de un pozo.
	07	Esquemmatización gráfica de una galería.
	08	En un corte a escala, con un nivel freático y un pozo en explotación de características dadas: 1.- Determinar la ubicación más próxima de un segundo pozo que, al bombear, no influya a las extracciones del primero. 2.- Estimar cómo un segundo pozo, también de características dadas, afectaría al ya existente, si se situara a una distancia concreta, dentro de su radio de influencia. 3.- Para evitar la interferencia del segundo pozo, cómo tendría que modificarse el régimen de extracción del primero.
14	09	Estimar el régimen de explotación, para una isla dada y con un régimen determinado de precipitaciones, en los tres siguientes supuestos: 1.- Que no disminuyan las reservas de aguas basales. 2.- Que disminuya progresivamente, a niveles no alarmantes, el nivel freático general. 3.- Para que se agoten las reservas operativas de agua, a corto plazo; por ejemplo, dentro de los próximos 20 años. Esto es lo que ha sucedido en las islas de Lanzarote y Fuerteventura.
	10	Cartografía de pozos de agua dulce que, por contaminación artificial, han pasado a ser inservibles, incluso para usos agrícolas. La actividad se llevaría a cabo a base de encuestas y hacerse a una escala insular o comarcal.
	11	Cartografía del avance de la interfase (contacto entre el agua dulce y la marina) por la sobreexplotación de los recursos acuíferos del litoral, que conlleva que pozos de agua dulce se salinicen. La actividad se debería realizar a través de encuestas.

14	12	Se debe discutir el cambio de la calidad del agua con relación a la transmisibilidad del roquedo, en estos procesos. Por ejemplo, el basalto fresco, no fracturado, presenta muy baja transmisibilidad, lo que le permite explotar a los acuíferos instalados en ellos, en las cercanías al mar, sin apenas contaminarse de agua marina. Análisis de calidades de agua y evolución de los resultados. Las medidas se obtendrían tanto en laboratorio como en boca de nacimiento o explotación. Se usarán las clasificaciones propuestas por la O.M.S. (Organización Mundial de la Salud) y el C.A.E. (Código Alimentario Español).
15	01 02 03 04 05 06 07	Con colecciones de fósiles, clasificar taxonómicamente ejemplares didácticos. Obtención de moldes de fósiles didácticos, ya estudiados. Una vez clasificado taxonómicamente un fósil, describir las características de su hábitat y nicho ecológico, real o potencial. La actividad se basará en la consulta bibliográfica. Confección de un fichero de los fósiles característicos y de facies de las playas levantadas de Canarias. En cada ficha habrá un dibujo del fósil en cuestión, su breve descripción morfológica, las condiciones ambientales habituales de su hábitat y, cuando sea oportuno, la datación. Confección de una clave dicotómica para la clasificación y nomenclatura de los fósiles característicos y de facies más representativos de las playas levantadas de Canarias. En un afloramiento, con contenido faunístico, de una playa levantada de Canarias, identificar, describir y clasificar fósiles de facies. Ya en el laboratorio, intentar formular el paleo-ambiente que había durante la deposición sedimentaria. Se recomienda llegar a una aproximación de datación de la playa. Ante la ausencia, en la mayoría de los casos, de fósiles característicos, se podrían utilizar criterios altimétricos. Se debería discutir el valor de datación de los supuestos fósiles característicos de las playas levantadas de Canarias. Por otra parte, se podría cuestionar si los llamados fósiles lo son en sentido estricto o se tratarían simplemente de subfósiles. En relación con la ordenación del territorio, discutir los distintos niveles altimétricos de rasas y playas levantadas, datadas del Cuaternario, dentro del ámbito canario. Se supone la ausencia de movimientos pirogénicos, o que éstos no son significativos.

Se deberían considerar los siguientes puntos:

- 1.- Caracterización de los movimientos eustáticos más recientes en nuestro entorno.
- 2.- Interpretación de estos movimientos desde una perspectiva de los cambios climáticos, a nivel del Planeta.
- 3.- Predicción de las pautas de los actuales movimientos eustáticos, a partir de los cambios climáticos, en donde jugaría un papel decisivo, en el presente, un pretendido efecto invernadero.
- 4.- Interpretación de los procesos actuales de transgresión marina (retroceso de la orilla), en casos concretos, mediante la utilización de cartografías topográficas y de paleo-líneas costeras, además de posibles solicitudes ambientales de reservas sedimentarias de sus proximidades (por ejemplo, dunas para las playas arenosas).
- 5.- Estimación de la evolución de la orilla en esos casos concretos, ante el supuesto de ausencia de efectos por la intervención del hombre.

NOTAS

EJEMPLOS DE PRACTICAS SUSCEPTIBLES DE PRUEBAS DE SELECTIVIDAD

ESQUEMA:

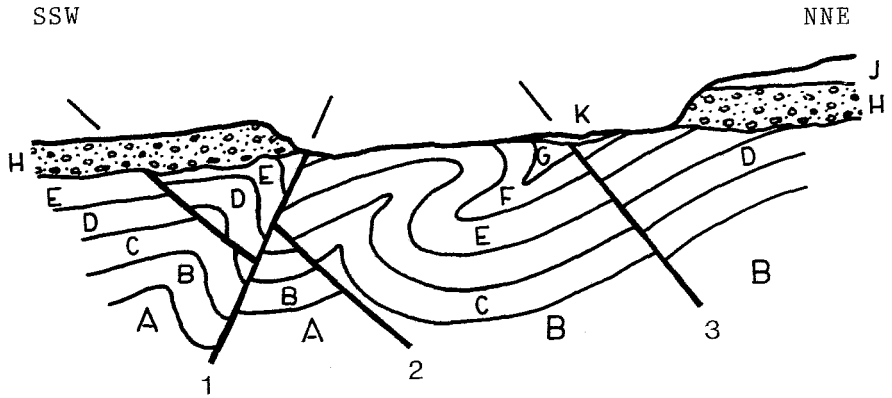
- 1.- Prácticas de cortes litológicos - estructurales.
- 2.- Prácticas de Tectónica Global.
- 3.- Prácticas de sedimentología.
- 4.- Prácticas de clasificación y nomenclatura modal de rocas ígneas.

PRACTICAS DE CORTES LITOLOGICOS-ESTRUCTURALES.

Ante cortes geológicos, como los que se adjuntan, el alumno deberá resolver las siguientes cuestiones:

- 1.- Identificación de las deformaciones continuas y discontinuas presentes.
- 2.- Clasificación, denominación y descripción de las deformaciones identificadas.
- 3.- Levantamiento de la columna litológica generalizada, de muro a techo.
- 4.- Formulación de la Historia Geológica de la zona estudiada.

Corte geológico nº 1



Escala libre

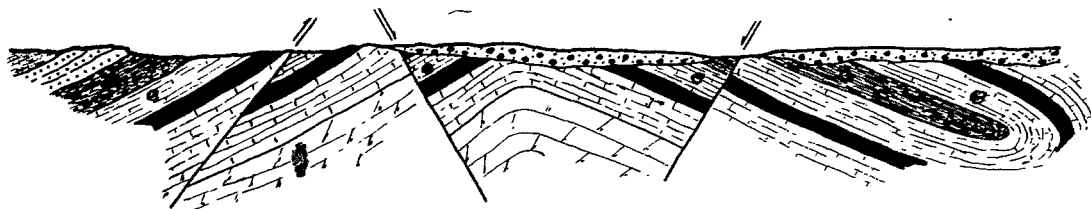
LEYENDA

A	Dolomías
B	Calizas arenosas
C	Margocalizas con crinoideos
D	Calizas arrecifales
E	Margocalizas con Belemnites
F	Margas con restos de equínidos
G	Margas con radiolarios
H	Conglomerados
J	Calizas con gasterópodos lacustres
K	Aluvial

Corte geológico nº 2

SE

NW



Escala libre

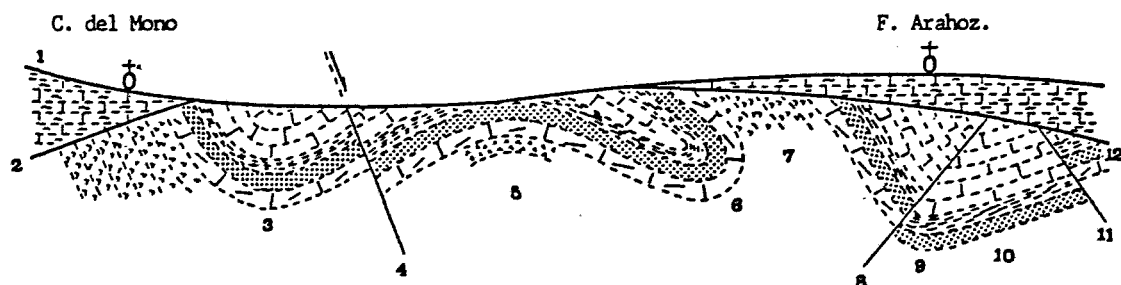
LEYENDA

	Margas con crinoideos
	Calizas
	Radiolaritas
	Margocalizas con Ammonites
	Areniscas
	Dolomías
	Margas
	Conglomerados

Corte geológico nº 3.

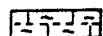
N

S

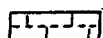


LEYENDA

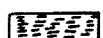
Escala 1: 100



Calizas miocénicas con lamelibranquios



Calizas cretácicas con ammonites



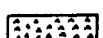
Margocalizas jurásicas con ápticus y calpionellas



Radiolaritas jurásicas

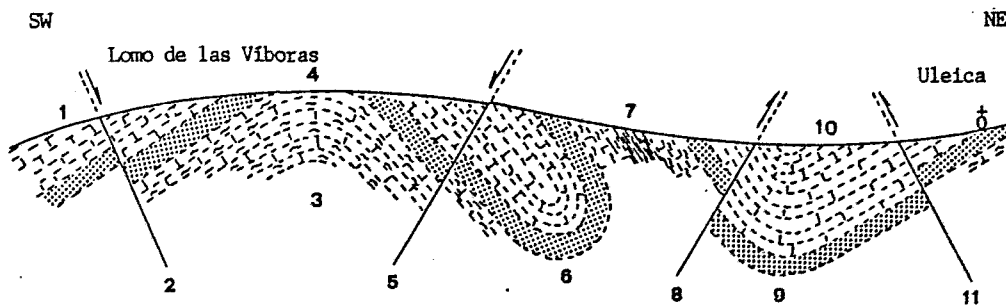


Dolomías y claizas del Trías medio-superior con ammonites



Margas del Trías inferior con fauna marina

Corte geológico nº 4. Escenario idealizado.



LEYENDA

Escala 1: 150



Calizas cretácicas.



Radiolaritas jurásicas.

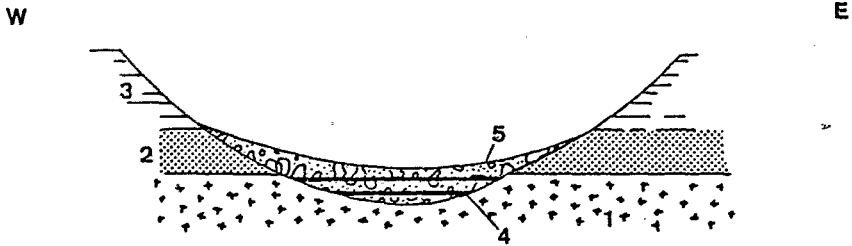


Dolomías del Trías superior.



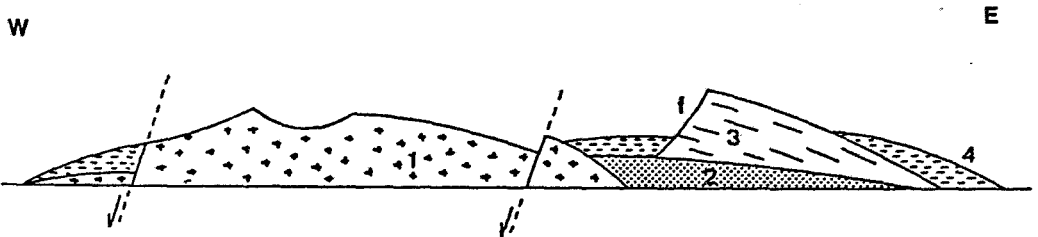
Margas del Trías medio e inferior.

Corte geológico nº 5



Modelo de valle central en Fuerteventura, a partir de H. Hausen.

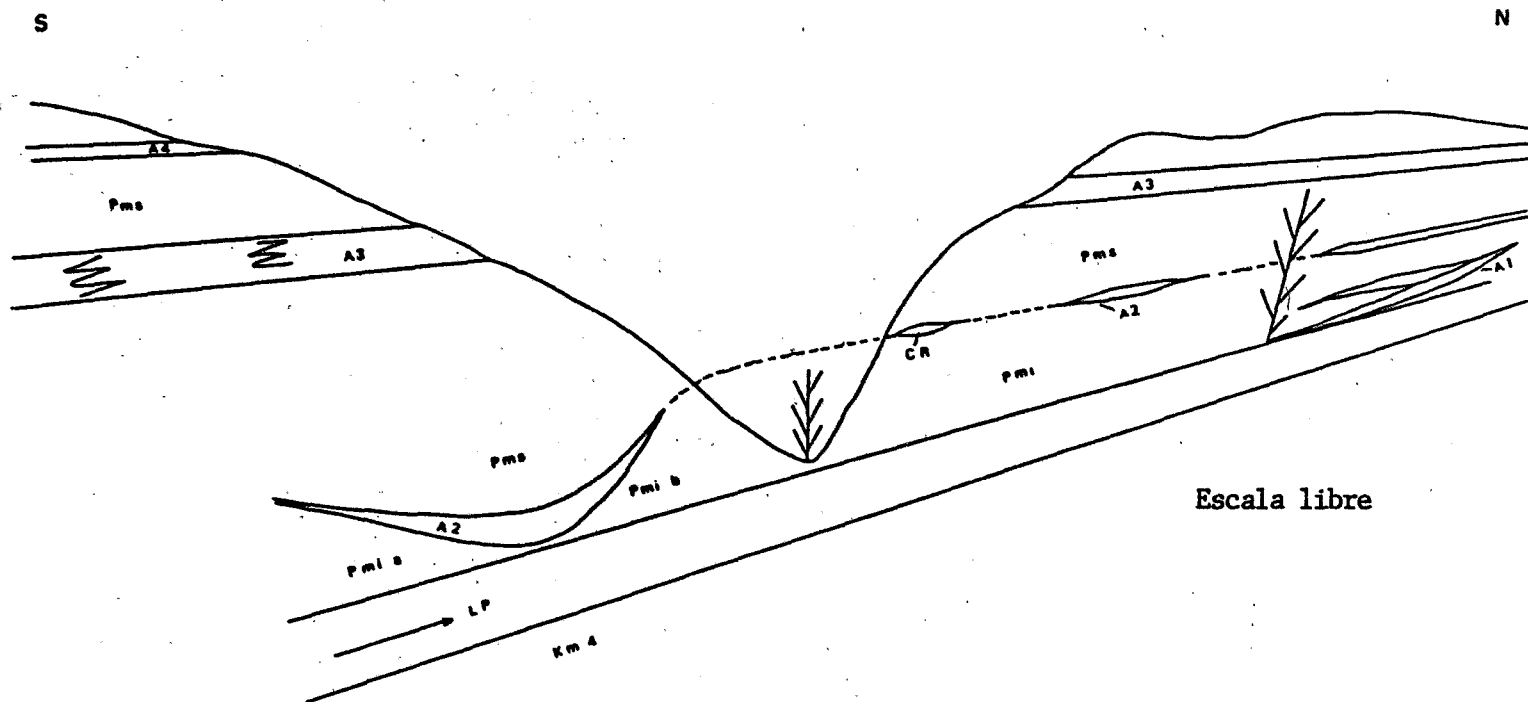
Corte geológico nº 6



Modelo de valle central en Fuerteventura, a partir de T. Bravo.

1. Complejo Basal
2. Tobas basálticas tipo "nube ardiente".
3. Coladas de la serie basáltica I.
4. Coladas basálticas recientes
5. Terrenos sedimentarios.
- F. Frente de retroceso por erosión.

Corte geológico nº 7

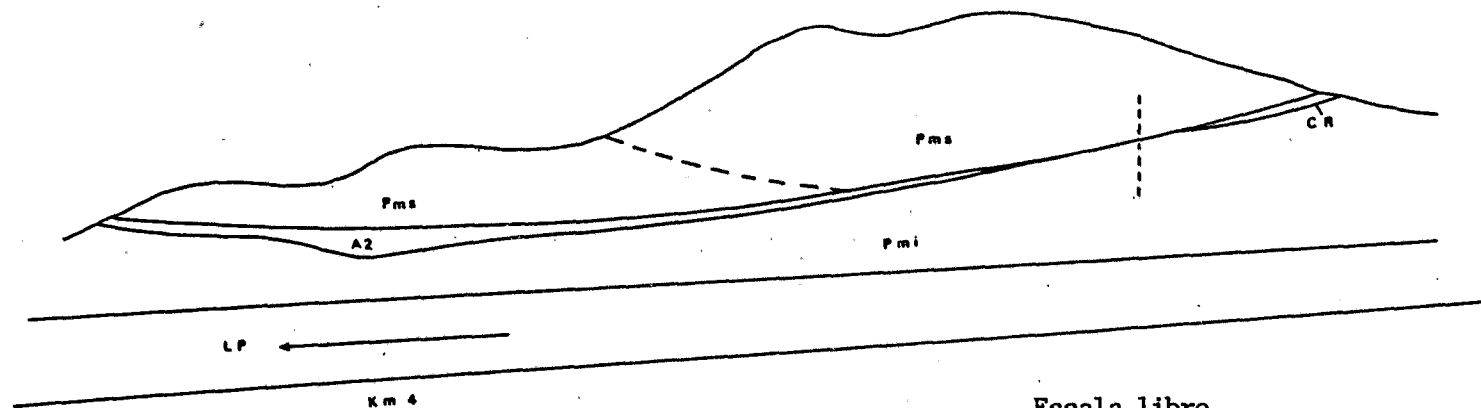


Terraza de Las Palmas. (Las Palmas).

Corte geológico nº 8

N

S



Escala libre

Terraza de Las Palmas. (Jinamar).

LEYENDA DE LAS SIGLAS:

- P.m.i. = piedemonte inferior; aglomerado caracterizado por un predominio de cantos fonolíticos y ausencia de cantos basálticos. Presenta cambios laterales de litofacies. Intercala niveles de arenitas marinas.
- P.m.i.-a = piedemonte inferior con ausencia de cantos muy alterados a productos rojizos.
- P.m.i.-b = piedemonte inferior con cantos muy alterados a productos rojizos.
- A = nivel marino de arenitas. Coloración beige clara. Caracteres estatigráficos: cambios laterales de litofacies, depósitos en bancos, paleo-canales de corrientes (morfologías plano-convexas) y estratificación cruzada. Algunos de estos caracteres son incompatibles.
- C.R. = nivel de cantos rojizos. Cambios laterales de litofacies: pasa a arenitas del nivel marino. Separa el P.m.i. del P.m.s.
- P.m.s. = piedemonte superior: aglomerado caracterizado por la presencia de cantos de basaltos y de la formación Roque Nublo, junto con cantos fonolíticos. También intercala niveles de arenitas marinas.

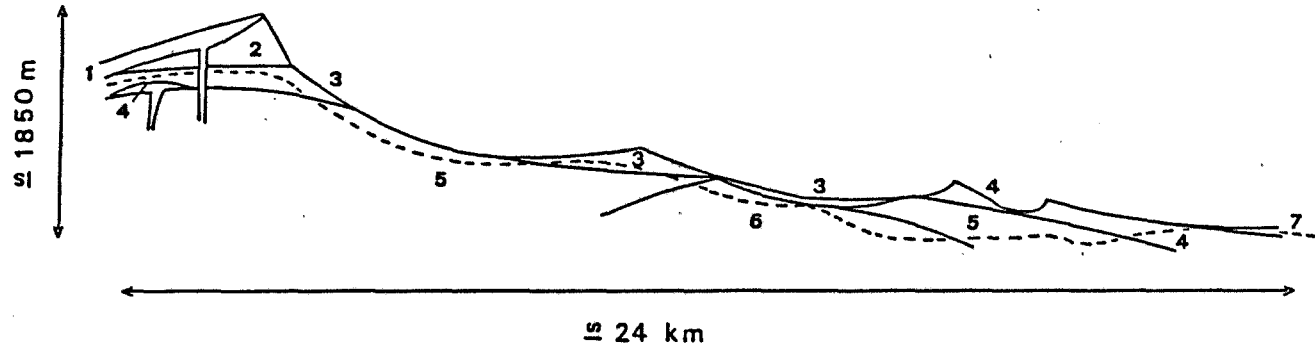
Corte Hidrogeológico esquematizado de Gran Canaria.

(a partir del Proyecto SPA - 15)

Agosto de 1972.

NW

SE



1

Basaltos recientes.

2

Aglomerados de la f. Roque Nublo.

3

Coladas y sedimentos de la f. R. N.

4

Fonolitas

5

Traquisiénitas.

6

Basaltos I.

7

Sedimentos cuaternarios.

Nivel de la superficie freática.

NOTAS

PRACTICAS DE TECTONICA GLOBAL.

Sobre un mapamundi mudo, se indicarán algunas localizaciones geográficas, como las Islas Canarias, las Azores y las Aleutianas. El alumno indicará el significado geológico, dentro de una perspectiva de Tectónica de Placas. Por ejemplo:

- Las Canarias como islas oceánicas de intraplacas.
- Las Azores, también como islas oceánicas, pero en límites constructivos (sobre una dorsal).
- Las Aleutianas como de arco insular (de zona de subducción).

Después de las correspondientes significaciones, se deberán hacer breves descripciones sobre sus caracterizaciones, e interpretaciones de las mismas, respecto a los comportamientos geoquímicos, sísmicos, metamórficos y otros. En relación con los casos indicados:

- Las Canarias representan a un volcanismo alcalino y/o toleítico, en dependencia con la profundidad en donde se forman los reservorios magmáticos.
- Las Azores, aparte de tener tendencias geoquímicas casi análogas a las de Canarias, llevan sobreimpuestas una actividad sísmica notable, que se explica por los procesos de intrusión ígnea y de expansión oceánica.
- Las Aleutianas ejemplarizan un volcanismo calcoalcalino, por la fusión parcial de corteza granítica, dentro de un entorno metamórfico, básicamente regional, por los procesos de compresión propios de choque de placas, sin olvidar el efecto de carga y la variación del gradiente geotérmico en una zona de Benioff.

NOTAS

PRACTICAS DE SEDIMENTOLOGIA

Dada la granulometría de una muestra de áridos, el alumno resolverá las siguientes cuestiones:

1º.- Clasificación y nomenclatura granulométrica, a partir de los parámetros Q_1 y Q_3 . Previamente habrá dibujado la curva acumulativa semilogarítmica.

2º.- Estimación del tipo de ambiente sedimentario.

En la prueba de selectividad, se facilitará papel semilogarítmico y la documentación consulta que se adjunta.

Como ejemplos de presentación de datos, sirvan los de la Playa de Melenara (Gran Canaria) y los de la Playa de Nogales (La Palma).

DOCUMENTACION PARA EL PROFESOR CONSTRUCCION DE GRAFICAS GRANULOMETRICAS

Las representaciones gráficas de los tamaños se realizan mediante:

- Histogramas,
- curvas de frecuencia, y
- diagramas de dispersión.

De todas, las curvas semilogarítmicas, de frecuencia acumulada, son las que tienen una mayor difusión. En éstas, se representan los porcentajes de peso acumulado (frecuencia) en una ordenada aritmética, o de probabilidad, frente a diámetros, en una abscisa logarítmica.

Los tamaños se toman según escalas logarítmicas, nunca en escala aritmética, ya que no se puede interpretar de la misma forma la proximidad de tamaños en los detritos. La diferencia entre 0'20 y 0'17 mm., por ejemplo, es significativa en la dinámica de las arenas, mientras que la diferencia entre diámetros de 48 y 49 mm. carece de significado dinámico.

En la actualidad, suele usarse una abscisa en unidades ϕ (fi). La escala fue propuesta por Krumbein (1934). Un tamaño de grano en unidades ϕ se define como el logaritmo negativo, en base 2, de ese tamaño de grano en milímetros.

$$\phi = -\log_2 \text{diámetro (mm)}$$

Un diámetro d en mm se pasa a unidades ϕ mediante la fórmula:

$$\phi = -\frac{\ln d}{\ln 2}$$

En efecto:

$$\text{Por definición: } \phi = -\log_2 d \quad (1)$$

en donde: ϕ = unidades fi
 d = diámetro en mm.

Si

$$\log_2 d = x \quad (2)$$

la ecuación (1) adquiere la expresión:

$$\phi = -(x) \quad (3)$$

La ecuación (2) implica, por definición, que:

$$d = 2^x \quad (4)$$

Tomando logaritmos neperianos en (4):

$$\ln d = x \ln 2, \text{ lo que implica que } x = \frac{\ln d}{\ln 2} \quad (5)$$

Si se sustituye, en la ecuación (3), x por su equivalencia, de acuerdo con la ecuación (5), se obtiene que:

$$\phi = - \frac{\ln d}{\ln 2}$$

como se quería demostrar.

La anterior fórmula hace que la reconversión sea muy sencilla. Por ejemplo, si se quiere pasar el diámetro 0'25 mm. a esas unidades, se operaría como sigue:

$$\phi = - \frac{\ln 0'25}{\ln 2} = - \frac{-1'38629}{0'693147} = - (-2) = 2$$

Para ordenadas aritméticas, independientemente que las abscisas estén o no en unidades ϕ , las curvas tienen configuraciones en «S» (figuras 1 y 4).

CONCEPTO Y CALCULO DE PARAMETROS GRANULOMETRICOS

Los parámetros se definen como las medidas o cuantificaciones de observaciones que permiten identificar, interpretar y verificar unos procesos, predecir unas tendencias y diseñar unos modelos.

Con los parámetros granulométricos, entre otras cosas:

- se deducen algunas de las propiedades de las rocas detríticas, tales como distribuciones de frecuencias, tamaños medios, calibrados, simetrías, etc.
- se clasifican y denominan granulométricamente esas rocas,
- se contrastan cuantitativamente sedimentos,
- se identifican ambientes sedimentarios,
- se hacen estimaciones cualitativas, o semi-cuantitativas, de las situaciones energéticas ambientales, y
- se diseñan diagramas de corrientes.

Los parámetros granulométricos se obtienen:

- a) de las tablas de porcentajes, en peso, de las fracciones de una muestra, o de curvas de frecuencia simple, y
- b) de curvas de frecuencia acumulada.

PARAMETROS DE CURVAS DE FRECUENCIA SIMPLE

Buscan el tamaño medio de los granos. Entre éstos están:

- la media aritmética y
- la moda,

que traducen la energía cinética del ambiente sedimentario.

La media aritmética se define como el centro de gravedad de la distribución. Corresponde a la fórmula:

$$M_z = \bar{x} = \frac{1}{N} (x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_n f_n) = \frac{1}{N} x_i f_i$$

en donde:

$M_z = \bar{x}$ = media granulométrica (diámetro medio).

N = número total de observaciones en la muestra elegida (si se trabaja en porcentajes, $N = 100$).

f_i = Frecuencia de clase = número de veces que se observa el diámetro i . Equivale al porcentaje de muestra correspondiente a una fracción dada para $N = 100$.

La moda es el valor del diámetro que aparece más veces (el que corresponde al mayor porcentaje). Representa el tamaño medio en estimaciones rápidas.

PARAMETROS DE CURVAS DE FRECUENCIA ACUMULADA

Se definen, generalmente, dos tipos de parámetros:

- a) percentiles o parámetros de rango, y
- b) parámetros de relación.

Percentiles.

Establecen valores de diámetros en relación con porcentajes acumulados (rangos). Entre los principales percentiles se encuentran:

- El centil (C)
- el cuartil Q_1 = cuartila grande,
- la mediana ($Md = Q_2$),
- el cuartil Q_3 = cuartila pequeña.

El centil representa el valor de diámetro de malla que separa el 1% de los granos mayores (que no pasan) del 99% de los granos más pequeños. Si en el transporte existen todos los tamaños de grano, el parámetro traduce el nivel de energía máxima disponible en el ambiente sedimentario.

El cuartil Q_1 representa el valor de diámetro de malla que separa el 25 % de los granos mayores del 75% de granos más pequeños.

La mediana se define como el valor de diámetro de malla que deja a la izquierda y a la derecha la mitad de las observaciones: pasa por el tamiz el 50% de granos más pequeños y sobre él queda el otro 50%, de granos mayores. Traduce el nivel estadístico de energía media, en el ambiente sedimentario, siempre que estén disponibles todos los tamaños de granos.

El cuartil Q_3 representa el valor de diámetro que separa el 75% de granos mayores del 25% de granos más pequeños.

Un percentil cualquiera se simboliza con una P y un subíndice, que hace referencia al rango.

Son también muy recurridos los parámetros, expresado en unidades ϕ , en relación con los rangos 10, 16, 84 y 90. Se simbolizan con el signo ϕ y un subíndice, que indica, el porcentaje. Ejemplo: ϕ_{10} .

Parámetros de relación

Se obtienen a partir de otros parámetros granulométricos. Con ellos se forman varios grupos:

- Medidas de tendencia central.
- Medidas de asimetría (parámetros skewness).
- Parámetros de clasificación o dispersión.
- Medidas de angulosidad o Kurtosis.

Corrales y otros (1977) resumen en una tabla (págs 74-80), los principales parámetros utilizados en la interpretación granulométrica.

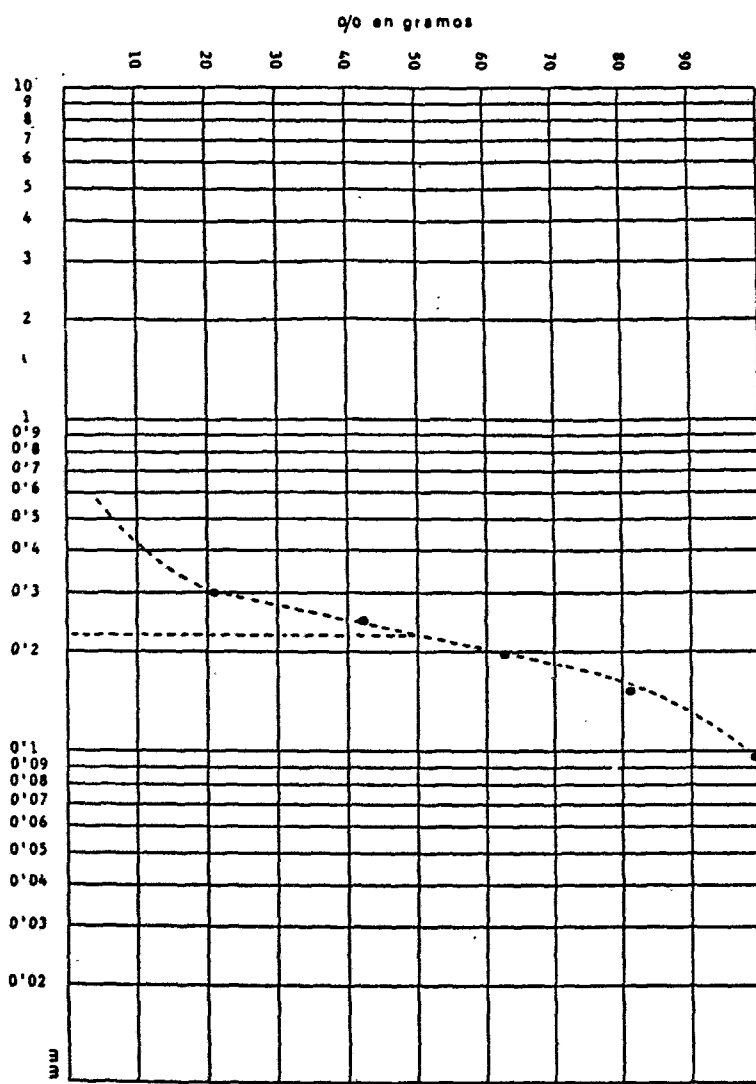


Figura 1
Curva granulométrica de frecuencia
acumulada, con abscisas logarítmicas

DOCUMENTACION DE CONSULTA PARA EL ALUMNO

(a utilizar tanto en las prácticas como en las pruebas)

CLASIFICACION Y NOMENCLATURA GRANULOMETRICA EN LAS ROCAS DETRITICAS

La clasificación y nomenclatura granulométrica, de las rocas y sedimentos detríticos, se obtienen a partir de esquemas en función de determinados percentiles.

Para los depósitos de playa, da buenos resultados el esquema de Niggli, modificado por Pettijohn (1957), y diseñando con los percentiles Q_1 y Q_3 (figura 2), ésto es, teniendo presente los tamaños de grano entre valores externos, que delimitan el 50% central de la curva de frecuencia acumulada.

Este esquema clasifica a las rocas en tres grandes grupos:

- ruditas,
- arenitas y
- lutitas.

Las playas, que normalmente se estudian, están formadas por arenas, luego conviene matizar la clasificación y nomenclatura de los detritos englobados en este término y, para éllo, se propone un esquema complementario (figura 3), también según los percentiles Q_1 y Q_3

percentiles Q_1 y Q_3 .

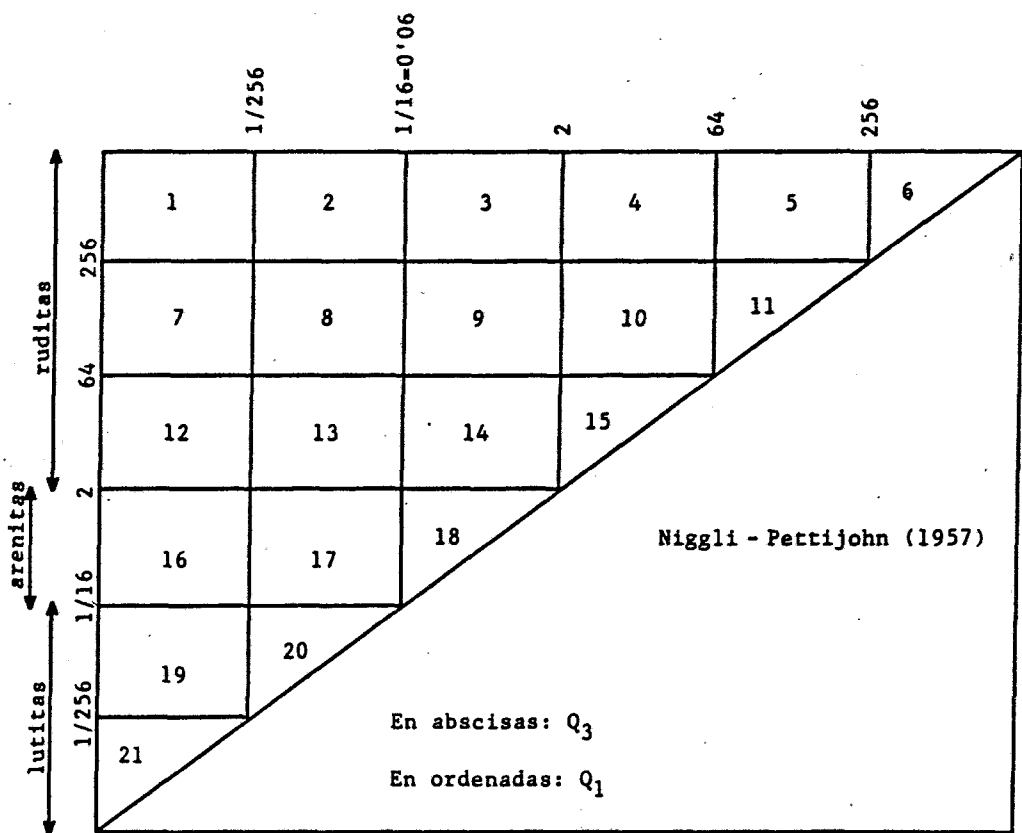


Figura 2
Esquema para clasificar y denominar las rocas y sedimentos detríticos.

Denominación de la áreas del esquema de Niggli-Pettijohn
(1957)

- 1.- Bloques arcillosos.
- 2.- Bloques limosos.
- 3.- Bloques arenosos.
- 4.- Bloques.
- 5.- Bloques.
- 6.- Bloques.
- 7.- Cantos gruesos arcillosos.
- 8.- Cantos gruesos limosos.
- 9.- Cantos gruesos arenosos.
- 10.- Cantos gruesos.
- 11.- Cantos.
- 12.- Cantos arcillosos.
- 13.- Cantos limosos.
- 14.- Cantos arenosos.
- 15.- Cantos granulados.
- 16.- Arenitas arcillosas.
- 17.- Arenitas limosas.
- 18.- Arenitas (arenas si están sueltas, areniscas si están cementadas).
- 19.- Limo arcilloso.
- 20.- Limo.
- 21.- Arcilla (si las partículas están sueltas) o argilita (si las partículas están cementadas).

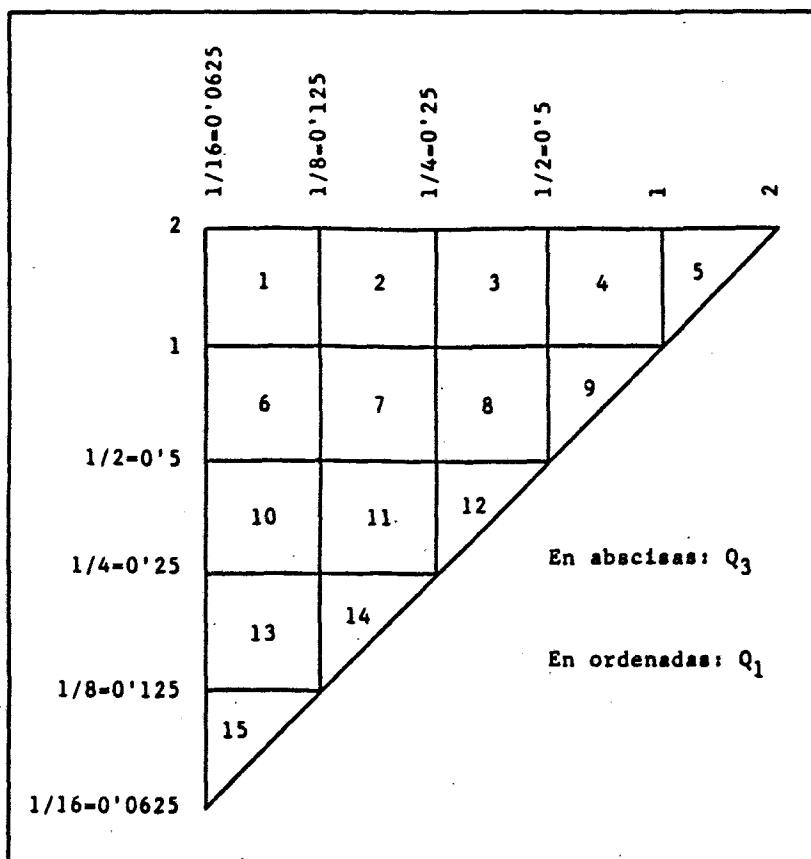


Figura 3
Esquema para clasificar y denominar las arenitas

Denominación de las áreas del esquema propuesto para clasificar y denominar las arenitas.

- 1.- Arenas muy gruesas con arenas muy finas.
- 2.- Arenas muy gruesas con arenas finas.
- 3.- Arenas muy gruesas con arenas medias.
- 4.- Arenas muy gruesas con arenas gruesas.
- 5.- Arenas gruesas.
- 6.- Arenas gruesas con arenas muy finas.
- 7.- Arenas gruesas con arenas finas.
- 8.- Arenas gruesas con arenas medias.
- 9.- Arenas gruesas.
- 10.- Arenas medias con arenas muy finas.
- 11.- Arenas medias con arenas finas.
- 12.- Arenas medias.
- 13.- Arenas finas con arenas muy finas.
- 14.- Arenas finas.
- 15.- Arenas muy finas.

DETERMINACION DE AMBIENTES SEDIMENTARIOS

Se utilizan, con mucha frecuencia, parámetros granulométricos en la identificación del medio sedimentario. Los principales introductores al método han sido Trask (1932), Inman (1952), Folk y Ward (1957), Mason y Folk (1958), Friedman (1961) y Shepard y Young (1961).

Muchos autores, ante la posibilidad de hallar un mismo índice numérico, a partir de las granulometrías, para diferentes ambientes sedimentarios, desconfían de las interpretaciones. Sin embargo, en base a estas identificaciones, se deduce la tendencia (real o potencial) al desarrollo de trasplayas eólicas, naturalmente arenosas, lo que justifica la inclusión de esta clásica metodología en el estudio de los procesos litorales.

En este contexto de playas, se opta:

a) Por un método de aproximación. Y/o

b) Por los ajustes con los parámetros Q_p de Krumbein y Hé de Cailleux.

En el método de aproximación, se contrasta visualmente la curva de frecuencia acumulada con las curvas más típicas de diversos medios de depósito (figura 4). El mejor ajuste traduce el ambiente sedimentario con el que se identifica.

Para calcular los parámetros Q_p de Krumbein y Hé de Cailleux, se precisa construir previamente una regleta. En la construcción, se emplea la abscisa logarítmica de la curva y se establece la siguiente correspondencia:

mm	graduaciones en la regleta
1	0
0'5	1
0'25	2
0'125	3
0'065	4

Los intervalos entre las unidades se dividen en diez partes iguales. Es decir, entre 0 y 1 habrá diez divisiones y así sucesivamente.

El índice numérico Q_p de Krumbein corresponde a la semi-distancia, en la abscisa de la curva, entre Q_1 y Q_3 , medida con la regleta, cuyo cero se le hace coincidir con Q_1 .

$$Q_p \text{ de Krumbein} = \frac{\text{distancia } Q_1 - Q_3}{2}$$

El índice numérico Hé de Cailleux se define como la distancia, en la abscisa de la curva, entre la mediana (Q_2) y uno de los percentiles externos centrales (Q_1 ó Q_3), medida con la regleta. El par de parámetros $Q_1 - Q_2$ ó $Q_2 - Q_3$ se selecciona en función de la curva: se toma el intervalo correspondiente al tramo de la curva con mayor pendiente (distancia más corta en abscisas).

Con estos parámetros, por separados y de acuerdo con gráficas apropiadas (figuras 5 y 6), se establecen secuencias de ambientes sedimentarios, indicando en cada caso el grado de ajuste. Después de contrastar estas dos series, se selecciona el ambiente que mejor se ajuste a ellas.

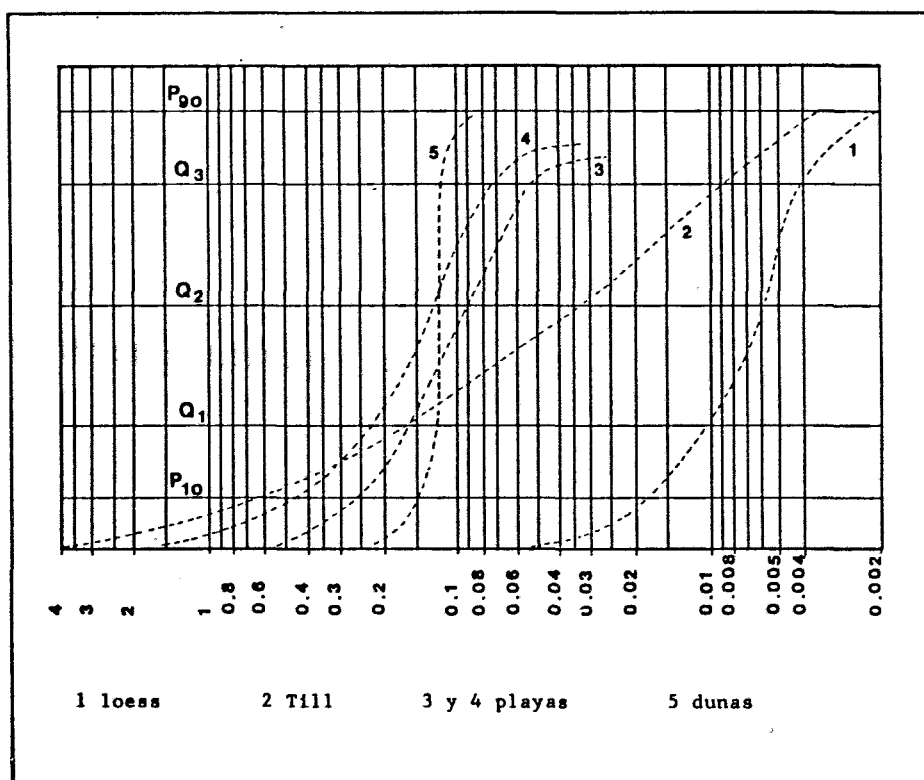


Figura 4
Algunos tipos de curvas acumulativas, correspondientes a diversos
ambientes sedimentarios.

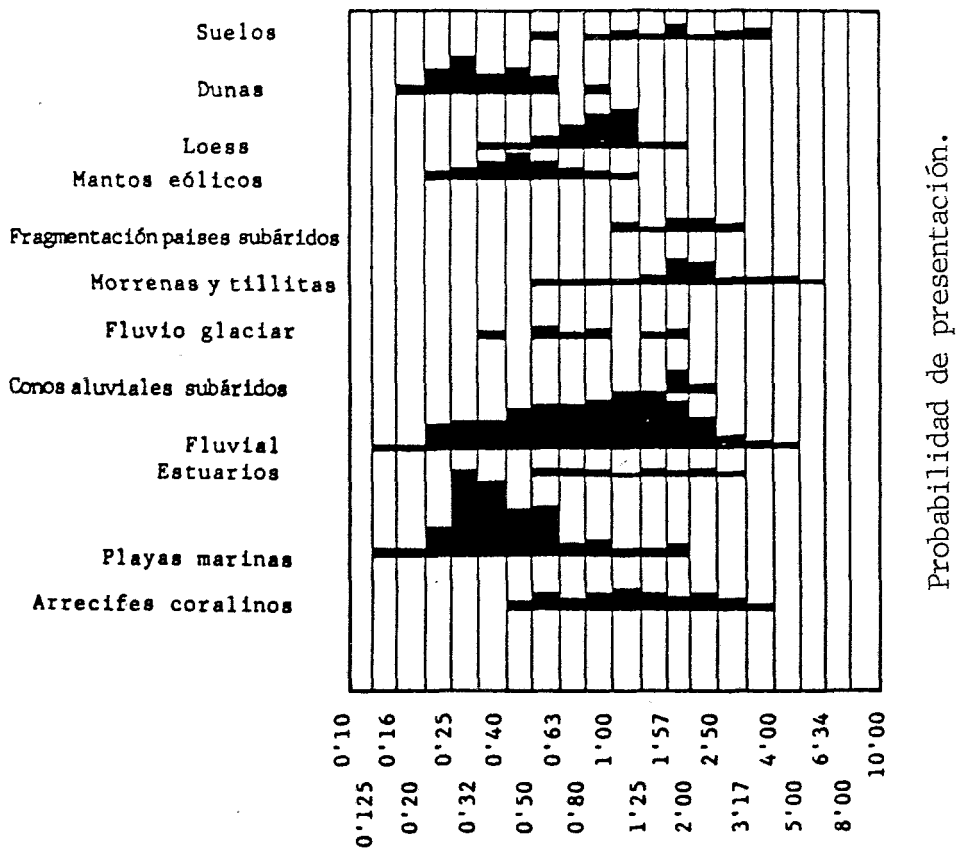


Figura 5
Valores del índice Q_p de Krumbein para diversos ambientes sedimentarios.

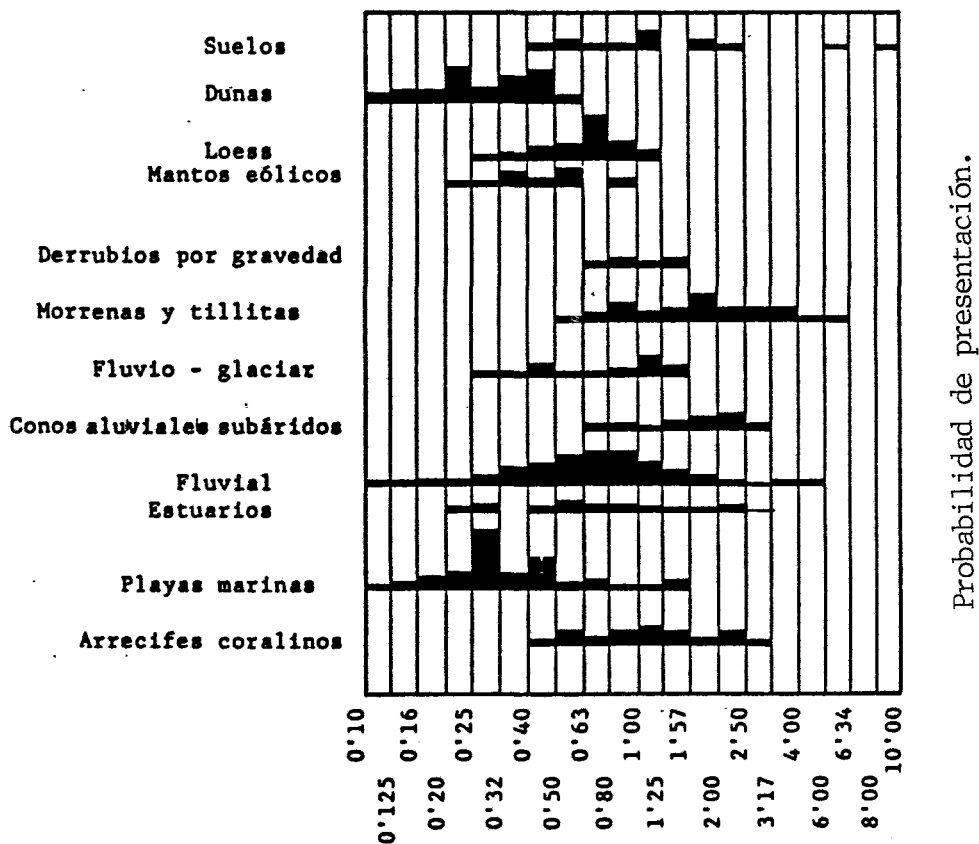
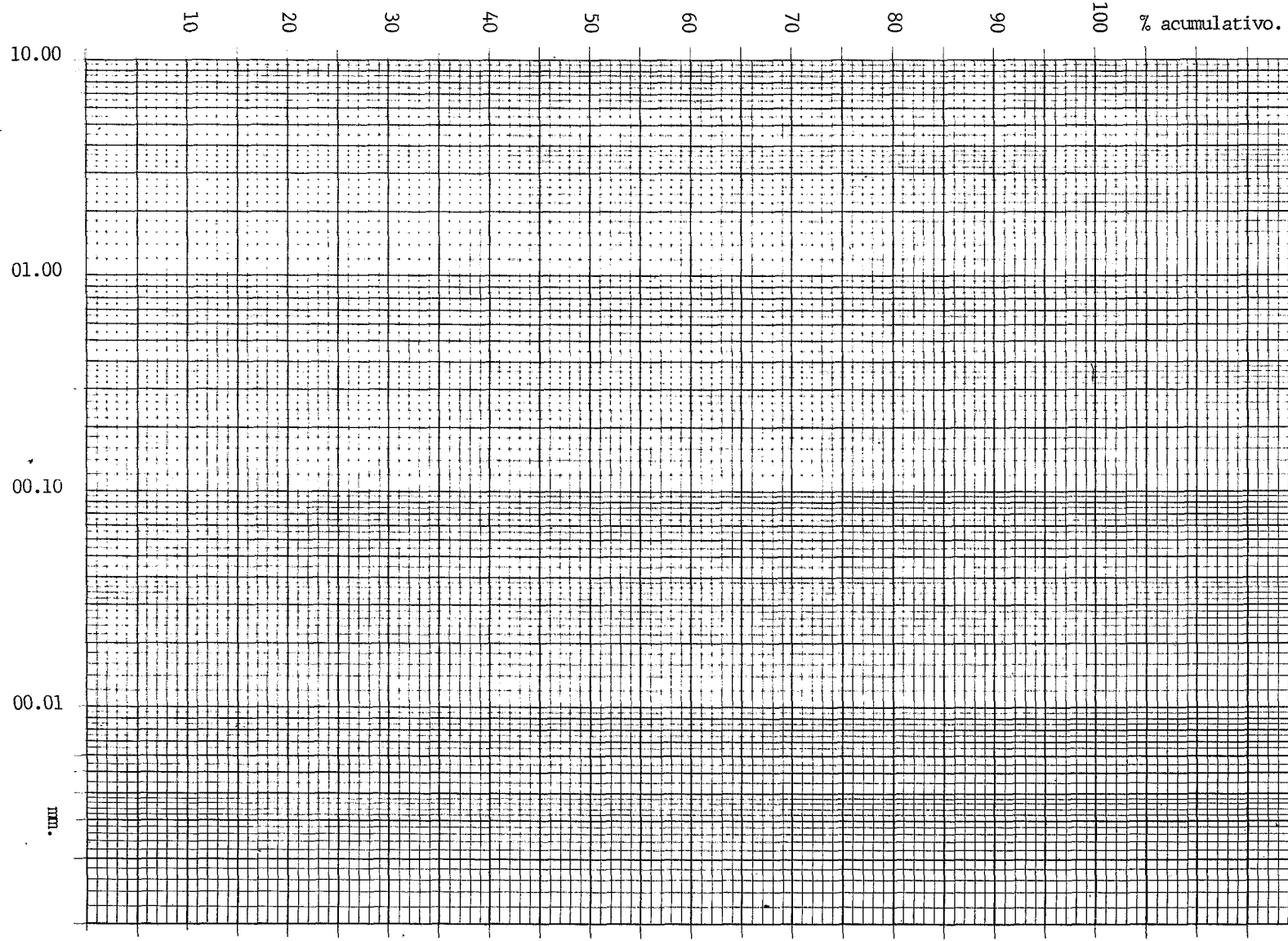


Figura 6
Valores del índice Hé de Cailleux para diversos ambientes sedimentarios

90



DATOS PARA REALIZAR EJEMPLOS

Primer caso:

Playa: Melenara (Gran Canaria)

Fecha muestreo: 19/01/85

Siglas muestra: M₃

Pesada inicial: 185'97 gramos.

mm	grs.	% simple	% acumulativo
1	1'31 .....	.....	.....
0,5	2'43 .....	.....	.....
0'30	3'41 .....	.....	.....
0'25	10'46 .....	.....	.....
0'20	19'74 .....	.....	.....
0'15	104'39 .....	.....	.....
0'10	39'85 .....	.....	.....
0'06	3'39 .....	.....	.....
< 0'06	0'99 .....	.....	.....
Totales	185'9	99'99%	

Coloración de la muestra global:

Apreciación subjetiva: grisácea

Según carta standarizada: Hue 10 YR, 7/1

Segundo caso:

Playa: Nogales (La Palma)

Fecha muestreo: 04/11/1990

Peso inicial: 557,30 gramos.

mm.	grs.	—	% simple	% acumulativo
1	0'02 .....		.....	
0'5	12'61 .....		.....	
0'30	135'75 .....		.....	
0'25	210'54 .....		.....	
0'20	92'18 .....		.....	
0'15	97'47 .....		.....	
0'10	8'22 .....		.....	
0'06	0'36 .....		.....	
< 0'06	0'07 .....		.....	

Totales	557'22			
---------	--------	--	--	--

El depósito sedimentario se define como homogéneo, correspondiente al rango de las arenas. Los áridos:

- A partir del muestreo del 04/11/90, se clasifican como arenas medias con arenas finas. Los valores granulométricos de los parámetros Q_1 y Q_3 son 0.309 mm. y 0.220 mm. respectivamente.
- Son de naturaleza basáltica.
- Presentan una coloración negra. Según Martínez (1987), este índice de color traduce una práctica ausencia de carbonatos organógenos. Lo anterior resulta coherente con el tipo de la plataforma insular que se enfrenta a esta playa. En efecto: la plataforma tiene una pendiente de un 20,62%, lo que implica que la costa sea intermedia, próxima a la abrupta, de acuerdo con los criterios de la cartografía morfodinámica de Martínez (1990). Una plataforma de tales características no favorece una adecuada eclosión biológica, como para alimentar significativamente, con fragmentos de caparzones calcáreos, a las playas limítrofes.

Con los datos de la Tabla 2, se obtiene la curva acumulativa semi-logarítmica de una muestra intermareal (Figura 7). La realización traduce un ambiente propio de playa, como era de esperar, de acuerdo con los diseños standard de la Figura 4. Pero además, se deduce una buena clasificación o uniformidad de los tamaños de las arenas, ya que la curva se acerca bastante a la verticalidad. Esto indica que el ambiente sedimentario está sometido a una energía cinética media de fluctuación reducida, durante una situación prolongada, por lo menos, en torno a la fecha de muestreo (04/11/1990). para la muestra en cuestión, el parámetro Sk_u de Krumbein

(1938), recogido por Martínez (1986), toma valor de -0.0105 mm. Esto quiere decir que la media de los valores granulométricos se desplaza hacia tamaños más finos, lo que se interpreta como que la energía cinética media relativa oscila hacia valores más bajos de lo normal.

Obviamente, la energía cinética, que actúa en una playa, está en dependencia, sobre todo, con las variables que describen el oleaje incidente (básicamente en relación directa con la altura). Por la localización y orientación geográfica de la Playa en estudio, las olas del N-NE son las que condicionan, de forma dominante y decisiva, los procesos físicos en el depósito sedimentario (ganancias y pérdidas, basculaciones topográficas, etc...). No obstante, en los procesos de erosión, el oleaje alfractado de los temporales del W-NW debe jugar, en principio, un cierto papel.

A finales de octubre-comienzos de noviembre, de 1990, decayó la frecuencia de presentación y las alturas de las olas del N-NE y no habían aparecido los temporales del W-NW en Canarias. De ahí que sean lógicas la estimación e interpretación energética del anterior parámetro Sk_a .

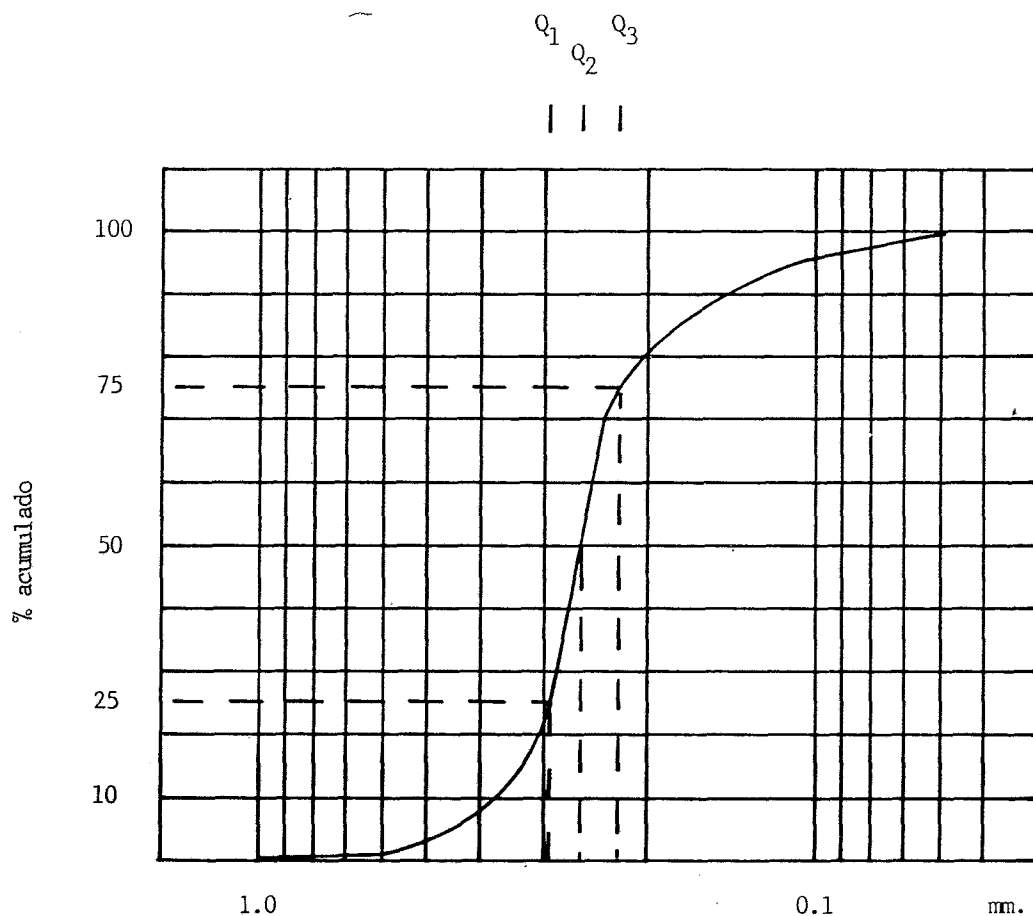


Figura 7
Curva acumulativa semilogarítmica de la Playa de Nogales (La Palma).
Muestra intermareal 04/11/1990. $Q_1 = 0.309$. $Q_3 = 0.220$

BIBLIOGRAFIA

Cailleux, A. 1943. Distincion de sables marins et fluviatiles. Bull. Soc. Géol. Fr. 13, 125-138.

Corrales, I.; Rosell, J.; Sánchez, L.; Vera, J.; Vilas, L. 1977. Estratigrafía. Editorial Rueda. Madrid. 718 pp.

Folk, R.L.; Ward, W.C. 1957. Brazos River baria study in the significance of grain size parameter. Jour. sed. Petr. 27, 3-26

Friedman, G.M. 1961. Distinction between dune, beach, and river sands from their textural characteristics. Jour. Sed. Petrology. 31, 514-529.

Inman, D.L. 1957. Wave-generated ripples in size distribution of sediments. Jour. Sed. Petrol. 22, 125-145.

Inman, D.L. 1957. Wave generated ripples in nearshore sands. Department Army Corps of Engineers, Beach Erosion Board Technical. Mem. 100, 1-65.

Krumbein, W.C. 1934. Size frequency distribution of sediments. Jour. Sedim. Petrol. 4, 65-77.

Krumbein, W.C.; Pettijohn, F.J. 1938. Manual of Sedimentary Petrography. Appleton. New York. 549 pp.

Krumbein, W.; Sloss, L. 1963. Stratigraphy and sedimentation. London. Freeman and Company. San Francisco. 660 pp.

Mason, C.C.; Folk, B.L. 1958. Differentiation of beach, dune, and eolian flat environments by size analysis, Mustang Island, Texas. Jour. Sed. Petrol. 28, 211-226.

Pettijohn, F.J. 1957. Sedimentary rocks. Ed. Harper. New York. (2ª edición). 718 pp.

Sahu, B.K. 1964. Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments. Jour. Sedim. Petrology, 34, 73-84.

Shepard, F.D.; Young, R. 1961. Distinguishing between beach and dune sands. Jour. Sed. Petrol. 31, 196-214.

Trask, P.D. 1932. Origin and environment of source sediments of Petroleum. Gulf. Publ. Co. Houston.

NOTAS

PRACTICAS DE CLASIFICACION Y NOMENCLATURA MODAL DE ROCAS IGNEAS

El alumno llegará a la clasificación y nomenclatura de una roca ígnea, de acuerdo con los criterios de Streckeisen (1967-74), dada la composición modal de la misma, en donde se indicarán cuales son los minerales leucocratos y melanocratos.

Las prácticas se limitarán sólo a rocas plutónicas o volcánicas, aunque estas últimas podrán ser tanto lávicas como piroclásticas.

Una metodología sencilla, a emplear por los alumnos, y ejemplos prácticos, con rocas del entorno canario, se encuentran recogidos por Martínez, 1989 (referencia bibliográfica número 42). Aquí aparecen los cuadros a utilizar, algunos de ellos con revisiones de nomenclatura.

En la prueba de Selectividad, se dispondrán de los cuadros de clasificación con las correspondientes denominaciones de sus distintas áreas. Se deberá indicar los pasos seguidos.

BIBLIOGRAFIA:

Streckeisen, A.L. 1967. Classification and nomenclature of igneous rocks. N.Jb. Miner. Abh. 107. 2-3; 144-240.

Streckeisen, A.L. 1974. Classification and nomenclature of plutonic rocks. Geologische Rundschau. Band 63. Haft 2; 773-786.

NOTAS

Temporización del desarrollo de los contenidos y prácticas.

Trimestre	Nº de orden	Denominación del módulo	Nº de créditos	Horas equivalentes
Tercero	01	El Universo.	0.2	02
	02	Composición, estructura y materiales de la Tierra.	1.2	12
	03	Tectónica de Placas.	1.0	10
	04	Movimientos y deformaciones a escala regional.	0.6	06
	05	Movimientos y deformaciones a escala del estrato o serie estratigráfica.	0.6	06
Segundo	06	Magmatismo y su fisicoquímica.	0.6	06
	07	Plutonismo y rocas filonianas.	0.6	06
	08	Volcanismo.	0.6	06
	09	Geología volcánica de Canarias.	0.4	04
	10	Metamorfismo.	0.6	06
Primero	11	Movimientos sísmicos.	0.3	03
	12	Dinámica atmosférica y climatología.	0.3	03
	13	Procesos morfodinámicos.	1.2	12
	14	Hidrología.	0.2	02
	15	El tiempo en Geología.	0.6	06

NOTAS

Bibliografía de consulta.

MODULO	DENOMINACION	SIGLAS DE REFERENCIA DE LA BIBLIOGRAFIA
01	EL UNIVERSO	06; 09; 26; 28; 31
02	COMPOSICION, ESTRUCTURA Y MATERIALES DE LA TIERRA	05; 06; 18; 26; 27; 28; 30; 31; 36; 57; 63
03	TECTONICA DE PLACAS	04; 06; 14; 16; 26; 28; 31; 55; 57; 61; 62; 64
04	MOVIMIENTOS Y DEFORMACIONES A ESCALA REGIONAL	06; 31; 35; 62
05	MOVIMIENTOS Y DEFORMACIONES A ESCALA DEL ESTRATO O SERIE ESTRATIGRAFICA	03; 07; 21; 30; 32; 48; 63
06	MAGMATISMO Y SU FISICOQUIMICA	07; 10
07	PLUTONISMO Y ROCAS FILONIANAS	07; 26; 30; 42
08	VOLCANISMO	07; 10; 26; 28; 30; 34; 38; 40; 42; 52; 62
09	GEOLOGIA VOLCANICA DE CANARIAS	02; 10; 11; 19; 33; 38; 40; 41; 42; 43; 52
10	METAMORFISMO	07; 30
11	MOVIMIENTOS SISMICOS	16; 17; 26; 28; 58
12	DINAMICA ATMOSFERICA Y CLIMATOLOGIA	02; 03; 08; 12; 19; 25; 44; 45; 47; 49; 50; 59
13	PROCESOS MORFODINAMICOS	03; 08; 15; 20; 22; 23; 24; 25; 30; 37; 39; 43; 49; 50; 51; 54; 59; 60
14	HIDROLOGIA	02; 03; 13; 19; 33; 53
15	EL TIEMPO EN GEOLOGIA	09; 26; 28; 30
TODOS	-----	01; 06; 29; 46; 56; 63

NOTAS

Observaciones complementarias a la bibliografía de consulta.

MODULO	SIGLAS DE LA BIBLIOGRAFIA	OBSERVACIONES
01	31	MODELO DE DESARROLLO GENETICO DE LA TIERRA; págs. 72-74
04	06	ANTECLISA Y SINECLISAS, págs. 370-371
	31	GEOFRACTURAS; págs. 65-72
	62	INTERPRETACION DE GUYOTS; págs. 52-56
06	10	GENESIS DE LOS BASALTOS; págs. 284-295
07	42	CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE LAS ROCAS PLUTONICAS; págs. 22-40
08	38	ENCLAVES Y TIPOS DE VOLCANISMO; págs. 46-47 y 38-41
	42	CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE LAS ROCAS VOLCANICAS; págs. 22-40
	62	FORMAS VOLCANICAS SUBAEREAS Y SUBMARINAS.
09	41	FORMACIONES SUBAEREAS DE ROCAS VOLCANICAS; págs. 11-12
	43	EJES ESTRUCTURALES Y ORIGEN DE LAS ISLAS CANARIAS; págs. 11-18
13	43	CARTOGRAFIA MORFODINAMICA; págs. 28-39
TODOS	06	CUIDADO CON LA INTERPRETACION DE LOS GUYOTS, págs. 374-375

NOTAS

Referencias bibliográficas.

- 01.- AGUEDA, J.; ANGUITA, F.; ARAÑA, V.; LOPEZ, J.; SANCHEZ, J.; 1983. GEOLOGIA. EDITORIAL RUEDA. MADRID. 528 pp.
- 02.- AFONSO PEREZ, A.; 1983. GEOGRAFIA DE CANARIAS. EDITORIAL INTERINSULAR CANARIA, S.A. STA. CRUZ DE TENERIFE. 212 pp.
- 03.- ALONSO OTERO Y OTROS. 1981. PRACTICAS DE GEOGRAFIA FISICA. EDICIONES OIKOS-TAU, S.A. BARCELONA. 207 pp.
- 04.- ALIAS, L. 1981. EL SISTEMA MUNDIAL DE DORSALES CENTRO OCEANICAS. SECRETARIADO DE PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA. 53 pp.
- 05.- AMIGO, J.J.; BRIANSO, J.L.; BRIANSO, M.C.; COY YII, R.; SOLANS HUGUET, J. 1981. CRISTALOGRAFIA. EDICIONES RUEDA. MADRID. 548 pp.
- 06.- AMOROS PORTOLES, J.L. Y OTROS. 1971. GEOLOGIA (MANUAL DE ORIENTACION UNIVERSITARIA). EDITORIAL ANAYA. MADRID. 623 pp.
- 07.- ANGUITA, F.; MORENO, F. 1978. GEOLOGIA. PROCESOS INTERNOS. EDITORIAL EDELVIVES. ZARAGOZA. 200 pp.
- 08.- ANGUITA, F.; MORENO, F. 1980. GEOLOGIA. PROCESOS EXTERNOS. EDITORIAL EDELVIVES. ZARAGOZA. 254 pp.
- 09.- ANGUITA VIRELLA, F. 1988. ORIGEN E HISTORIA DE LA TIERRA. EDICIONES RUEDA. MADRID. 525 pp.
- 10.- ARAÑA, V. Y LOPEZ, J. 1974. VOLCANISMO: DINAMICA Y PETROLOGIA DE SUS PRODUCTOS. COLEGIO UNIVERSITARIO. EDICIONES ISTMO. MADRID. 481 pp.
- 11.- ARAÑA, V. Y CARRACEDO, J. 1978-1980. LOS VOLCANES DE LAS ISLAS CANARIAS (3 VOLUMENES). EDITORIAL RUEDA. MADRID.
- 12.- BARRY, R.; CHORLEY, R. 1985. ATMOSFERA, TIEMPO Y CLIMA. EDITORIAL OMEGA. BARCELONA. 500 pp.
- 13.- BENITEZ, A. 1972. CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS. EDITORIAL DOSSAT, S.A. MADRID. 619 pp.
- 14.- BIOLLOT, G. 1984. GEOLOGIA DE LOS MARGENES CONTINENTALES. EDITORIAL MASSON, S.A. BARCELONA. 141 pp.
- 15.- BLOOM, A. 1974. LA SUPERFICIE DE LA TIERRA. EDICIONES OMEGA. BARCELONA. 151 pp.
- 16.- BOOTH, B.; FITCH, F. 1986. LA INESTABLE TIERRA. SALVAT EDITORES, S.A. BARCELONA. 283 pp.
- 17.- BOLT, B.A. 1987. TERREMOTOS. BIBLIOTECA DE DIVULGACION CIENTIFICA. EDICIONES ORBIS, S.A. BARCELONA. 265 pp.
- 18.- CANTOS FIGUEROLA, J. 1987. TRATADO DE GEOFISICA APLICADA. DISTRIBUIDORA CIENCIA 3 DISTRIBUCION, S.A. MADRID. 535 pp.
- 19.- CARRACEDO, J.C. Y OTROS. 1987. CANARIAS. EDITORIAL ANAYA. MADRID. 319 pp.
- 20.- COQUE, R. 1987. GEOMORFOLOGIA. ALIANZA EDITORIAL. MADRID. 475 pp.

- 21.- CORBERO, M.V. Y OTROS. 1988. TRABAJAR MAPAS. BIBLIOTECA DE RECURSOS DIDACTICOS ALHAMBRA. EDITORIAL ALHAMBRA, S.A. MADRID. 718
- 22.- CORRALES, J. Y OTROS. 1977. ESTRATIGRAFIA. EDITORIAL RUEDA. MADRID. 718 pp.
- 23.- DERRUAU, J. 1977. LAS FORMAS DEL RELIEVE TERRESTRE. EDITORIAL TORAY-MASSON, S.A. BARCELONA. 118 pp.
- 24.- ESCRIBANO, M. 1989. EL PAISAJE. UNIDADES TEMATICAS AMBIENTALES DE LA DIRECCION GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE. CENTRO DE PUBLICACIONES DEL M.O.P.U. MADRID. 107 pp.
- 25.- GARCIA BALLESTEROS, A. 1986. TEORIA Y PRACTICA DE LA GEOGRAFIA. COLECCION ALHAMBRA UNIVERSIDAD. EDITORIAL ALHAMBRA. MADRID. 372 pp.
- 26.- GASS, I.; SMITH, P.; Y WILSON, R. 1980. INTRODUCCION A LAS CIENCIAS DE LA TIERRA. EDITORIAL REVERTE, S.A. BARCELONA. 411 pp.
- 27.- HURLBUT, C Y KLEIN, C. 1982. MANUAL DE MINERALOGIA DE DANA. EDITORIAL REVERTE, S.A. BARCELONA. 564 pp.
- 28.- KHAN, M.A. 1980. GEOLOGIA GLOBAL. EDITORIAL PARANINFO. MADRID. 202 pp.
- 29.- LILLO BEVIA; LOPEZ DOMINGUEZ Y OTROS. 1982. GEOLOGIA. EDITORIAL ECIR. VALENCIA. 639 pp.
- 30.- LILLO BEVIA; LOPEZ DOMINGUEZ Y OTROS. 1978. PRACTICAS DE GEOLOGIA. EDITORIAL ECIR. VALENCIA. 224 pp.
- 31.- MARTINEZ-ALVAREZ, J.A. 1981. GEOLOGIA OCEANICA. SERVICIO DE PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO. 97 pp.
- 32.- MARTINEZ-ALVAREZ, J.A. 1985. MAPAS GEOLOGICOS. EXPLICACION E INTERPRETACION. EDITORIAL PARANINFO. MADRID. 280 pp.
- 33.- MARTINEZ DE PISON, E. 1980. ATLAS BASICO DE CANARIAS. EDITORIAL INTERINSULAR CANARIA. STA. CRUZ DE TENERIFE. 80 pp.
- 34.- MARTINEZ, J. 1984. FORMAS Y ESTRUCTURAS EN ROCAS VOLCANICAS E HIPOABISALES. I.C.E. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE LAS PALMAS. 140 pp.
- 35.- MARTINEZ, J. 1985 a. GEOLOGIA EN TU CIUDAD: LA TERRAZA DE LAS PALMAS. AYUNTAMIENTO DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA. 47 pp.
- 36.- MARTINEZ, J. 1985 b. INTRODUCCION A LA CRISTALOGRAFIA GEOMETRICA. I.C.E. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE LAS PALMAS. 140 pp.
- 37.- MARTINEZ, J. 1985 c. GEOMORFOLOGIA: UN MODELO PARA EL ENTORNO CANARIO. TIPOGRAFIA IMPRENTA EL PINO. LAS PALMAS. 117 pp.
- 38.- MARTINEZ, J. 1985 d. ITINERARIOS GEOLOGICOS: LANZAROTE. I.C.E. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE LAS PALMAS. 71 pp.

- 39.- MARTINEZ, J. 1986 a. METODOLOGIAS GRANULOMETRICAS. I.C.E. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE LAS PALMAS. 58 pp.
- 40.- MARTINEZ, J.; MENENDEZ, I.; CASAS, D. 1986 b. FORMAS VOLCANICAS: LAS CALDERAS. I.C.E. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE LAS PALMAS. 49 pp.
- 41.- MARTINEZ, J. 1988. ITINERARIOS GEOLOGICOS: LA CALDERA DE LAS CAÑADAS DE EL TEIDE (TENERIFE). I.C.E. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CANARIAS. LAS PALMAS. 41 pp.
- 42.- MARTINEZ, J. 1989. ITINERARIOS GEOLOGICOS: LA GOMERA. I.C.E. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CANARIAS. LAS PALMAS. 80 pp.
- 43.- MARTINEZ, J. 1990. ITINERARIOS GEOLOGICOS: EL HIERRO. I.C.E. UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA. 84 pp.
- 44.- MCINTOSH, D.H. Y THOM, A.S. 1983. METEOROLOGIA BASICA. EDITORIAL ALHAMBRA. MADRID. 356 pp.
- 45.- MEDINA, M. 1980. INICIACION A LA METEOROLOGIA. EDITORIAL PARANINFO. MADRID. 252 pp.
- 46.- MELENDEZ, B.; FUSTER, J.M. 1984. GEOLOGIA. EDITORIAL PARANINFO. MADRID. 912 pp.
- 47.- NAYA, A. 1987. METEOROLOGIA; MANUAL PRACTICO. PENTHALON EDICIONES. MADRID. 332 pp.
- 48.- NICOLAS, A. 1987. PRINCIPIOS DE TECTONICA. EDITORIAL MASSON S.A. BARCELONA. 185 pp.
- 49.- PATTON, C.P.; ALEXANDER, C.; KRAMER, F. 1983. CURSO DE GEOGRAFIA FISICA COLECCION VICENS UNIVERSIDAD. EDITORIAL VICENS-VIVES. BARCELONA. 445 pp.
- 50.- PLANS, P. Y OTROS. 1988. INTRODUCCION A LA GEOGRAFIA GENERAL. EDICIONES UNIVERSIDAD DE NAVARRA S.A. PAMPLONA. 656 pp.
- 51.- POSE, A. 1989. LA EROSION. UNIDADES TEMATICAS AMBIENTALES DE LA DIRECCION GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE. CENTRO DE PUBLICACIONES DEL M.O.P.U. MADRID. 121 pp.
- 52.- ROMERO, C.; QUIRANTES, F.; MARTINEZ DE PISON, E. 1986. LOS VOLCANES: GUIA FISICA DE ESPAÑA 1. ALIANZA EDITORIAL. MADRID.
- 53.- REMENIERAS, G. 1974. TRATADO DE HIDROLOGIA APLICADA. EDITORES TECNICOS ASOCIADOS S.A. BARCELONA. 515 pp.
- 54.- ROBISON, A. Y OTROS. 1987. ELEMENTOS DE CARTOGRAFIA. EDITORIAL OMEGA S.A. BARCELONA. 543 pp.
- 55.- ROUBAULT, M.; COPPENS, R. 1988. LA DERIVA DE LOS CONTINENTES. EDITORIAL OIKOS-TAU. BARCELONA. 131 pp.
- 56.- SALVAT, M. (DIRECTOR). 1968. ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS. TOMO Nº 10: GEOLOGIA. SALVAT S.A. DE EDICIONES. PAMPLONA. 348pp.

- 57.- SIEVER, R. Y OTROS. 1987. LA TIERRA. COLECCION LIBROS DE INVESTIGACION Y CIENCIA. EDITORIAL PRENSA CIENTIFICA. BARCELONA. 228 pp.
- 58.- STEIN, R.; YEATS, R. 1989. PREVISION SISMICA. REVISTA INVESTIGACION Y CIENCIA Nº 115 (AGOSTO). EDITORIAL PRENSA CIENTIFICA. BARCELONA. pp. 16 A 26.
- 59.- STRAHLER, A. 1988. GEOGRAFIA FISICA. EDITORIAL OMEGA S.A. BARCELONA. 767 pp.
- 60.- TANNENBAUM, B.; STILLMAN, M. 1965. LOS MAPAS Y COMO SE INTERPRETAN. EDITORIAL RAMON SOPENA. 189 pp.
- 61.- TARLING, D.M.; TARLING, M.P. 1975. DERIVAS CONTINENTALES. COLECCION EXEDRA. EDITORIAL ALHAMBRA. MADRID. 124 pp.
- 62.- TAZIEFF, H. 1974. LOS VOLCANES Y LA DERIVA DE LOS CONTINENTES. EDITORIAL LABOR S.A. BARCELONA. 127 pp.
- 63.- VERA, J.A.; GALLEGOS, J.A.; ROCA, A. 1978. GEOLOGIA. EDITORIAL EDELVIVES. ZARAGOZA. 479 pp.
- 64.- WILSON, J.T. (INTRODUCTOR). 1981. DERIVA CONTINENTAL Y TECTONICA DE PLACAS. H. BLUME EDICIONES. MADRID. 268 pp.

