



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CUADERNO DE TRABAJO I Y II**  
**GEOLOGÍA FÍSICA.**

**ING. FRANCISCO QUEROL.**

350  
G-601144

APUNTE 94

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



601144

G.- 601144

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA

CUADERNO DE TRABAJO PARA LAS  
ASIGNATURAS GEOLOGIA FISICA

I y II

2a. EDICION

Por:

DR. FRANCISCO QUEROL SUÑE

1981

## I N T R O D U C C I O N

Este cuaderno de trabajo ha sido preparado para ofrecer, tanto a profesores como alumnos de las asignaturas Geología -- Física I y II, material didáctico acorde con los objetivos de estas asignaturas.

Los profesores pueden utilizar este material como:

- 1) Ejercicios de tarea para hacer que los alumnos profundicen en los temas vistos en clase.
- 2) Material auxiliar durante la clase.
- 3) Complemento de exposiciones audiovisuales en clase o la boratorios.
- 4) Auxiliar para el trabajo de prácticas de campo, ya sea - antes o después de la experiencia.
- 5) Para sustituir exposiciones en clase.,

Los alumnos pueden utilizar este material como:

- 1) Guía de estudio en algunos temas proporcionados, dado -- el carácter autodidáctico de algunos de los ejercicios.
- 2) Para aclarar o profundizar en temas cuya información es difícil de obtener por otros medios.
- 3) Auxiliar en la resolución de los objetivos de la asignatura.

CONTENIDO:

El material contenido de este cuaderno incluye:

del profesor, del material audiovisual existente en el laboratorio de Geología Física.

- Programas detallados por objetivos específicos de las asignaturas Geología Física I y II según los programas aprobados.
- Guías de actividades y objetivos de las prácticas de ambas asignaturas.
- Guías de actividades y objetivos de los laboratorios programados.
- Ejercicios preparados por el autor.
- Diagramas ilustrativos de algunos temas.

#### OBSERVACIONES:

En esta segunda edición se han corregido numerosos errores y omisiones que tiene la primera edición. Se agradece los numerosos comentarios y observaciones realizadas al autor por parte tanto de alumnos como de maestros, las cuales contribuyeron a mejorar esta edición. Asimismo se espera que esta retroalimentación continúe para que las próximas ediciones sean más completas y adecuadas al objetivo que se persigue.

DR. FRANCISCO QUEROL SUÑE  
Profesor de Geología Física  
Jefe del Departamento de  
Geología y Geotécnia.

Cd. Universitaria, D.F. a 30 de septiembre de 1981.

I N D I C E

|  | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| Ejercicio 1 - - - - - Introducción a la Cristaloquímica - - - -                        | 6             |
| Ejercicio 2 - - - - - Mineralogía - - - - -  | 14            |
| Ejercicio 3 - - - - - Origen del Magma - - - - -                                       | 15            |
| Ejercicio 4 - - - - - Petrología - - - - -   | 18            |
| Ejercicio 5 - - - - - Cristalización Fraccionada y Diferencia-<br>ción Ignea - - - - - | 19            |
| Ejercicio 6 - - - - - Vulcanismo - - - - -   | 30            |
| Ejercicio 7 - - - - - Vulcanismo - - - - -   | 31            |
| Ejercicio 8 - - - - - Plutonismo - - - - -   | 32            |
| Tabla 1 - - - - - Clasificación de las rocas igneas - - - -                            | 33            |
| Ejercicio 9 - - - - - Laboratorio sobre mapas Topográficos - - - -                     | 34            |
| Figura 1 - - - - - El ciclo hidrológico - - - - -                                      | 38            |
| Tabla 3 y  |               |
| Tabla 2 - - - - - Erosión - - - - -  | 39            |
| Ejercicio 10- - - - - Geomorfología - - - - -  | 40            |
| Ejercicio 11- - - - - Sistema Oceánico - - - - -                                       | 41            |
| Ejercicio 12- - - - - Sistema Oceánico - - - - -                                       | 42            |
| Ejercicio 13- - - - - Grado de una corriente - - - - -                                 | 43            |
| Ejercicio 14- - - - - Sistema Glaciar - - - - -  | 50            |
| Ejercicio 15- - - - - Modelo de Davis - - - - -  | 52            |
| Ejercicio 16- - - - - Sedimentación y rocas sedimentarias - - - -                      | 53            |
| Ejercicio 17- - - - - Sedimentación química - - - - -                                  | 54            |
| Ejercicio 18- - - - - Sal y erosión - - - - -  | 55            |
| Ejercicio 19- - - - - Sedimentación y diagénesis - - - - -                             | 58            |
| Ejercicio 20- - - - - Edad relativa de las rocas - - - - -                             | 59            |
| Ejercicio 21- - - - - Correlación y sucesión faunística - - - -                        | 65            |
| Ejercicio 22- - - - - Medida de la Edad absoluta de las rocas -                        | 66            |
| Ejercicio 23- - - - - Temas Generales - - - - -  | 72            |
| Ejercicio 24- - - - - Metamorfismo - - - - -   | 74            |
| Ejercicio 25- - - - - Ondas sísmicas y el interior de la<br>Tierra - - - - -           | 81            |
| Ejercicio 26- - - - - Magnitud y energía de un Sismo- - - - -                          | 88            |
| Ejercicio 27- - - - - Lagos almacenadores de Energía Solar - - -                       | 99            |
| Ejercicio 28- - - - - Geoquímica Isotópica del agua - - - - -                          | 102           |

|  |           |                                      |           |     |
|--|-----------|--------------------------------------|-----------|-----|
| Laboratorio I                          | - - - - - | Mineralogía                          | - - - - - | 109 |
| Laboratorio II                         | - - - - - | Rocas ígneas                         | - - - - - | 115 |
| Laboratorio III                        | - - - - - | Rocas sedimentarias                  | - - - - - | 120 |
| Laboratorio IV                         | - - - - - | Rocas metamórficas                   | - - - - - | 129 |
| Laboratorio V                          | - - - - - | Geología estructural                 | - - - - - | 134 |
| Laboratorio VI                         | - - - - - | Identificación de estructuras        | - - -     | 142 |
| Laboratorio VII                        | - - - - - | Interpretación de un plano geológico |           | 143 |
| El proceso de observación estructurada | - - - - - |                                      |           | 147 |
| Guía de prácticas                      | - - - - - | México-Cuernavaca-Acatlipa           | - - - - - | 148 |
| Guía de prácticas                      | - - - - - | México-Valle de Bravo                | - - - - - | 151 |
| Guía de prácticas                      | - - - - - | México-Mexcala                       | - - - - - | 154 |
| Guía de prácticas                      | - - - - - | El Hospital, Cuautla,                | - - - - - | 157 |
| Guía de prácticas                      | - - - - - | México-Acatlán                       | - - - - - | 159 |
| Guía de prácticas                      | - - - - - | México-El Chico                      | - - - - - | 162 |
| Programas por objetivos                | - - -     | Geología Física I                    | - - - - - | 166 |
| Programas por objetivos                | - - -     | Geología Física II                   | - - - - - | 177 |
| Bibliografía básica                    | - - - - - |                                      |           | 186 |

## GEOLOGIA FISICA

## EJERCICIO No. 1

INTRODUCCION A LA CRISTALOQUIMICA

Cada mineral tiene una composición química que varía entre ciertos límites y está definido por una estructura interna ó arreglo de iones. A pesar de que la estructura del mineral y su composición química pueden parecer no relacionadas, una relación directa entre ellos puede demostrarse de diversas formas.

La composición química de un mineral es expresada por su fórmula química. Este símbolo integra dos tipos de información: (1) Los elementos presentes en el mineral; y (2) La razón de la cantidad de los elementos presentes.

Por ejemplo: El mineral halita tiene una fórmula química, Na Cl. Las abreviaciones Na y Cl son el símbolo químico de los elementos Sodio y Cloro. La fórmula indica que hay igual número de átomos de sodio que de cloro en el mineral. El mineral fluorita tiene una fórmula química, Ca F<sub>2</sub>. Esto nos indica que tiene dos elementos, Calcio (Ca) y Fluor (F) y que el mineral se compone de dos átomos de fluor por cada átomo de calcio.

Cada vez que se encuentran átomos cercanos se dá una competencia por los electrones. Algunos átomos son capaces de remover uno o varios electrones de otro átomo, acumulando así un exceso de electrones. Cuando un átomo, ha ganado o ha perdido un electrón, tenemos un ion. A un ion cargado negativamente, se le llama anión. La carga es igual a la diferencia entre el número de protones (carga positiva) que se encuentran en el núcleo y el número de electrones (cargas negativas) que orbitan alrededor del núcleo. Un átomo que pierde uno o varios electrones y queda cargado positivamente se le llama catión.

Cada elemento, en ionización, perderá o ganará un número específico de electrones. Esto porque la configuración de ciertas órbitas de electrones son estables y otras no lo son. Por ejemplo: El sodio, tiende a perder solo un electrón, porque así su configuración electrónica resulta ser muy estable. El átomo de sodio, Na, adquiere una carga de +1 y se convierte en catión, Na<sup>+</sup>. Dentro de un compuesto químico o un mineral debe haber el mismo número de electrones que de protones. En

en el mineral halita, el sodio tiene carga + 1 y el cloro está cargado con - 1. Es obvio que para balancear eléctricamente el compuesto debe haber igual número de iones de sodio que de cloro. El mineral fluorita se compone de cationes de calcio con una carga de + 2 y aniones de fluor con una carga de - 1. Por tanto debe haber dos veces más iones de fluor que de calcio. Hay diferentes maneras, llamadas colectivamente enlaces químicos, por los cuales, los átomos en un mineral se unen. El tipo más común de enlace químico en los minerales terrestres es el enlace iónico. Un mineral -enlazado iónicamente, se compone de aniones y cationes, los cuales realizan una fuerza de atracción eléctrica con respecto a los otros. La fuerza de atracción (o repulsión) entre dos iones, es directamente proporcional al producto de las cargas de los dos iones e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos. o matemáticamente:

$$F \sim \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

Donde F es la fuerza de atracción (-) o de repulsión (+), q1 y q2 son las cargas de un anión y un catión y d es la distancia entre los centros de los iones.

La máxima atracción entre iones cargados opuestamente ocurre cuando los iones se tocan. Estos arreglos se presentan en la Fig. 1.1.

La distribución de aniones alrededor de cationes, o de cationes alrededor de aniones, es tal que la fuerza de repulsión entre cationes es mínima. Si consideramos nosotros los aniones alrededor de los cationes, los aniones se acomodarán todos ellos tocando el catión. El posible arreglo geométrico dependerá de los tamaños relativos de los cationes y los aniones. Así un mayor número de aniones se acomodará alrededor de un catión grande que alrededor de uno pequeño.

Los iones de cada elemento químico tienen un tamaño definido, y pueden ser manejados como esferas. Si tomamos aniones y cationes del mismo tamaño, el máximo número de aniones los cuales se pueden acomodar alrededor de un catión es de doce. Este número es llamado número de coordinación del catión. En este caso el radio del catión ( $R_c$ ) es igual al radio del anion ( $R_a$ ), y la razón de los radios es  $R_c/R_a = 1$ .

La relación entre la razón de los radios y el número de coordinación se da en la Tabla 1.1.

Para un rango específico del valor de  $R_c/R_a$ , dado en la tabla, el número de coordinación para un catión podría ser el mismo.

Tabla 1.1. Relación entre  $R_c/R_a$  y número de coordinación de un catión.

| $R_c/R_a$   | Número de Coordinación de un Catión | Arreglo Geométrico                      |
|-------------|-------------------------------------|---|
| 1.00        | 12                                  | Puntos medios de las aristas de un cubo |
| 0.73 - 1.00 | 8                                   | Esquinas de un cubo                     |
| 0.41 - 0.73 | 6                                   | Esquinas de un octaedro                 |
| 0.22 - 0.41 | 4                                   | Esquinas de un tetraedro                |
| 0.15 - 0.22 | 3                                   | Esquinas de un triángulo                |
| 0.15        | 2                                   | A lo largo de una línea recta           |

El tamaño de un ion se mide en términos de una unidad muy pequeña llamada angstrom. Un angstrom ( $\text{\AA}$ ) es igual a  $1 \times 10^{-8}$  cm. Para cualquier compuesto iónico simple, el valor de  $R_c/R_a$  puede ser calculado en una tabla de valores para radios iónicos de iones. Para el mineral halita ( $\text{NaCl}$ ), el radio iónico del catión de sodio es de  $0.97 \text{\AA}$  y el radio iónico del anión del cloro es de  $1.81 \text{\AA}$ . La razón es obtenida dividiendo el valor del radio iónico del catión entre el radio iónico del anión. Para la halita, el valor de  $R_c/R_a$  es 0.54, el cual nos indica en la tabla 1.1 que el número de coordinación del ion sodio es de 6. El arreglo geométrico de los aniones alrededor del catión es por tanto el de un octaedro como lo muestra la figura. 1.1 d.

Cuando se conocen el arreglo geométrico de los aniones alrededor de los cationes, y la razón de los elementos presentes en el mineral, se pueden derivar un conjunto de posibles interpretaciones de su estructura interna. Aunque los cristalógrafos han desarrollado métodos precisos y exactos para resolver estructuras cristalinas, los compuestos simples pueden ser determinados por el método arriba indicado. Muchos minerales y compuestos químicos, tienen idénticas estructuras internas. Invariablemente los cationes en estos compuestos tienen el mismo número de coordinación y la relación de elementos es 1:1

#### Derivación de los valores de $R_c/R_a$ para arreglos específicos de iones.

Un catión con un número de coordinación de 8 se ilustra en la Fig. 1.2. En el dibujo todos los aniones se tocan. Esto es una condición limitante. Si los aniones fueran grandes ellos no podrían tocar al

catión. Un incremento en el tamaño del anión ( $R_a$  mayor) daría un decremento en el valor de la razón de los radios  $R_c/R_a$ , y el arreglo establecido podría resultar en un número de coordinación de seis.

La geometría derivada de este valor  $R_c/R_a$  nos daría el límite superior de un catión con seis de coordinación y el límite inferior de un catión con ocho de coordinación. De la tabla 1.1, este valor podría ser igual a 0.73.

Una aproximación para determinar los radios límites, es encontrar el valor de la diagonal AD ( $\overline{AD}$ ), donde A, D, C, B son los centros de los aniones 4,5,7,8 respectivamente. AD puede expresarse como:

$$\overline{AD} = 2 R_c + 2 R_a \quad (1)$$

ya que el catión y el anión estarían tocándose a lo largo de esta línea. Del teorema de Pitágoras la línea AD puede expresarse como:

$$(\overline{AD})^2 = (\overline{CD})^2 + (\overline{AC})^2 \quad (2)$$

Por observación la línea CD es igual al doble del radio del anión. Sin embargo, la línea AC debe ser derivada independientemente, del triángulo recto ABC así:

$$(\overline{AC})^2 = (\overline{AB})^2 + (\overline{BC})^2 \quad (3)$$

Substituyendo el valor de  $(\overline{AC})^2$  en la ecuación (2) por el valor de  $(\overline{AC})^2$  de la ecuación

$$(2) \text{ tenemos: } (\overline{AD})^2 = (\overline{CD})^2 + (\overline{AB})^2 + (\overline{BC})^2 \quad (4)$$

puesto que  $\overline{CD} = \overline{AB} = \overline{BC} = 2 R_a$ , la ecuación (4) queda:

$$(\overline{AD})^2 = 12 R_a^2 \quad (5)$$

$$\overline{AD} = 2 \sqrt{3} R_a$$

Substituyendo este valor en la línea  $\overline{AD}$  dentro de la ecuación (1) tenemos

$$2 \sqrt{3} R_a = 2 R_a + 2 R_c$$

Dividiendo la ecuación entre dos y reagrupando tenemos:

$$R_c = (\sqrt{3} - 1) R_a$$

$$\frac{R_c}{R_a} = 0.732 \quad (6)$$

## PROBLEMAS:

1.1.- Estudia el arreglo octaédral de aniones alrededor de un catión en la fig. 1.3. Este es el mismo arreglo de la figura 1.1 d. Hay un anión debajo y otro arriba del plano de los otros cuatro.

El catión está en contacto con otros seis aniones y los aniones adyacentes están tocándose.

a.- Deriva el valor  $R_c/R_a$  para este arreglo por un método similar al usado en el ejemplo.

b.- ¿Por qué es este valor el límite inferior para el arreglo octaedral de aniones alrededor de un catión?

9.2.- Las Propiedades físicas de los minerales dependen del tipo de enlace, la química y la estructura interna. La Tabla 1.2, enlista algunos iones con sus radios iónicos y su carga.

Tabla 1.2.

| ion           | Radio iónico (Å) | Carga |
|---------------|------------------|-------|
| Calcio (Ca)   | 0.99             | +2    |
| Cloro (Cl)    | 1.81             | -1    |
| Fluor (F)     | 1.36             | -1    |
| Magnesio (Mg) | 0.66             | +2    |
| Sodio (Na)    | 0.97             | +1    |

a.- Calcula la fuerza de atracción (F) para los compuestos iónicos siguientes:  $\text{CaF}_2$  (Fluorita);  $\text{NaCl}$  (halita); y  $\text{MgF}_2$ . Utiliza la carga de los iones para  $q_1$  y  $q_2$  (Recuerda:  $d = R_c + R_a$ )

b.- Haz una gráfica con los valores de  $\frac{q_1 q_2}{d^2}$  y la dureza para c/u de los componentes químicos en la figura 1.5

| Compuesto      | dureza |
|----------------|--------|
| $\text{CaF}_2$ | 4.0    |
| $\text{NaCl}$  | 2.5    |
| $\text{MgF}_2$ | 5.0    |

c.- Dibuja una curva que conecte los 3 puntos en la gráfica.

¿Qué relación existe entre la dureza del mineral y la fuerza de atracción de los enlaces?

9.3.- La estructura interna de un mineral puede ser representada por un modelo de la celda unitaria. Por definición la celda unitaria es la unidad más pequeña de mineral la cual contiene el número adecuado de átomos, la posición de cada átomo, y la geometría correcta de la celda. En la figura 1.4 a, está dibujada a escala la celda unitaria de Na Cl (Cloruro de Sodio), observa que un átomo que está localizado en los límites de la celda unitaria, está sólo en forma fraccional en cada celda. Un átomo compartido por dos celdas unitarias, contribuiría solamente medio átomo a c/celda. La figura 1.4b es la misma celda del cloruro de Sodio, con los átomos dibujados más pequeños de forma que la coordinación atómica puede ser vista más fácilmente

- a.- Determina el volumen de la celda unitaria en centímetros cúbicos. El radio iónico de los iones de sodio es  $0.97 \text{ \AA}$  y para el ion cloro el valor es  $1.81 \text{ \AA}$ . ( $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$ )
- b.- ¿Cuál es el número total de iones de sodio contenido dentro de los límites de la celda unitaria? ¿Cuál es el número de iones cloro ?.
- c.- Un átomo hipotético con peso atómico de 1.0000 pesaría  $1.66 \times 10^{-24}$  gramos en general. El peso de un átomo específico puede ser determinado multiplicando el peso atómico del elemento por la constante  $1.66 \times 10^{-24}$  gramos. Los pesos atómicos de sodio y cloro son 22.99 y 35.46 respectivamente. ¿Cuál es el peso de la celda unitaria en gramos. ?
- d.- La densidad se define como masa por unidad de volumen ( $\text{gm/cm}^3$ )
  - ¿Determina la densidad del cloruro de sodio?
  - ¿Se compara tu respuesta favorablemente con el valor aceptado de 2.16?

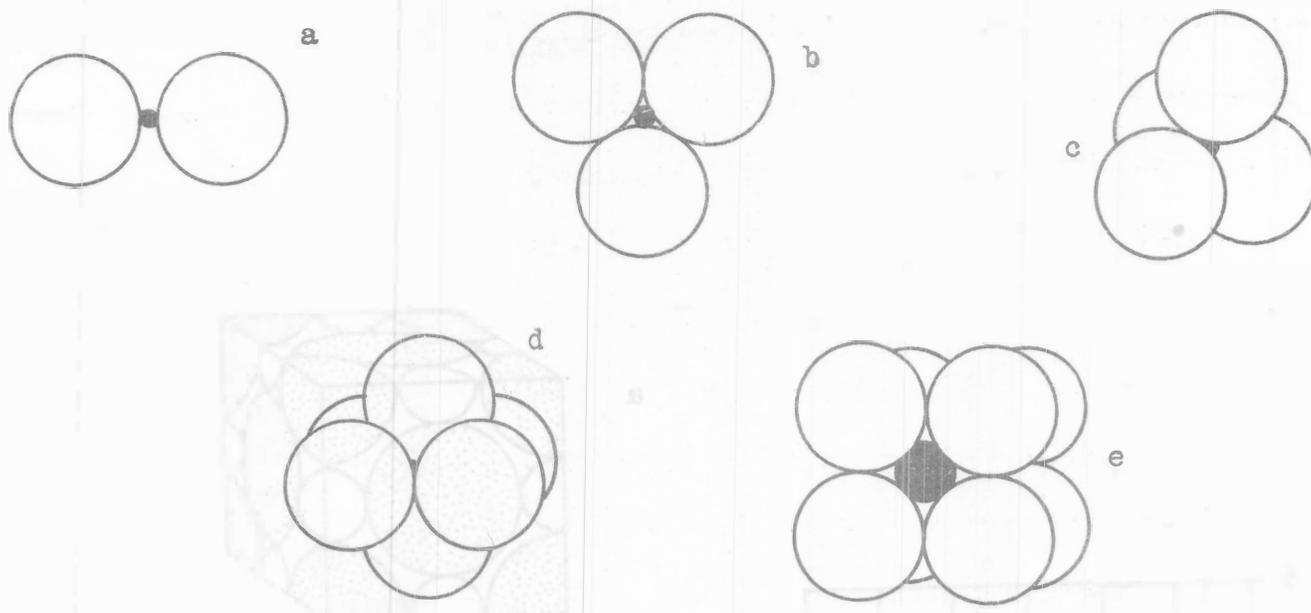


Fig. 1.1. Arreglo geométrico de aniones alrededor de cationes.

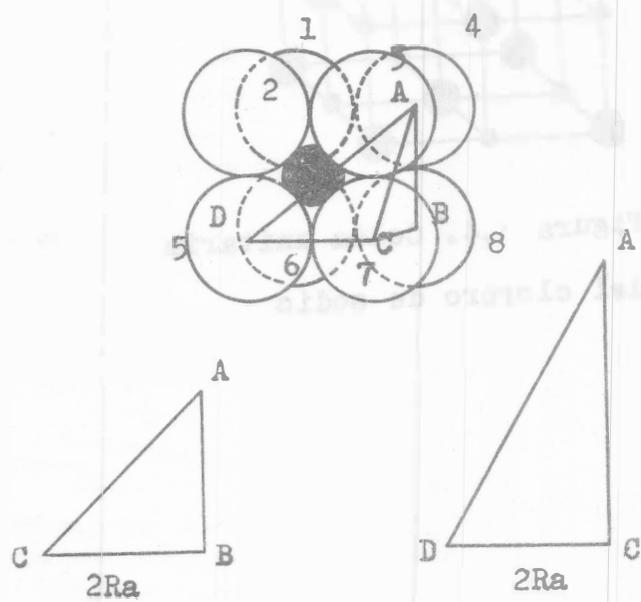


Figura 1.2.

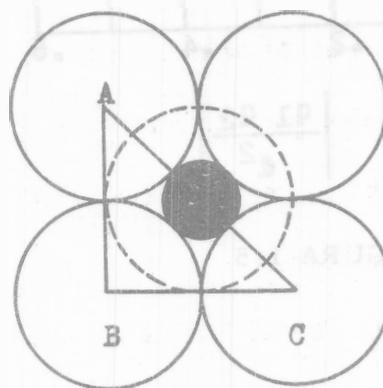
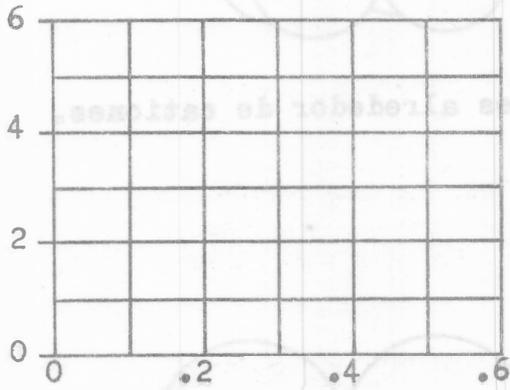


Figura 1.3.

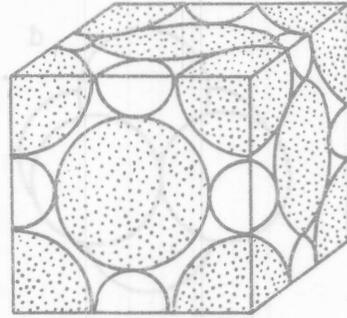
DUREZA  
(MOHS)



$$\left| \begin{array}{cc} q_1 & q_2 \\ \hline & d^2 \end{array} \right|$$

FIGURA 1.5

a



b

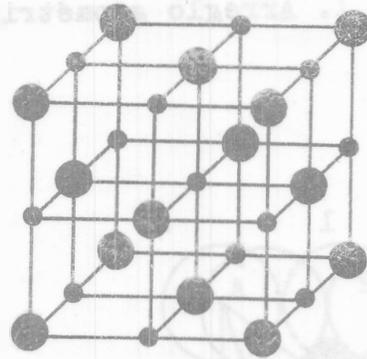


Figura 1.4. Celda unitaria  
del cloruro de sodio

## FACULTAD DE INGENIERIA

## GEOLOGIA FISICA

## EJERCICIO No. 2

## UNIDAD III

## Subtema A) Mineralogía

Este ejercicio se resolverá después de realizar el Laboratorio de Mineralogía.

1. - Hacer una lista de los minerales estudiados, indicando en columnas las siguientes propiedades: Formas cristalinas, número de planos de cruce ro, ángulo entre los planos de cruce, tipo de fracturas, tipo de dureza, solubilidad, color característico y composición química.
2. - ¿Porque hay diferentes nombres para minerales que tienen la misma composición? .
3. - Además de los minerales formadores de rocas que son los que comúnmente aparecen en las rocas, hay ciertos minerales que se denominan minerales de mena, los cuales son útiles en la sociedad, pues de ellos se extraen metales.

De los siguientes minerales, describe sus propiedades físicas y químicas e indica de que metales son menas.

Hematita  
Bauxita  
Esferita  
Pirita  
Calcopirita

Cromita  
Uranita  
Casiterita  
Pirrotita  
Galena

## GEOLOGIA FISICA EJERCICIO No. 3

### ORIGEN DEL MAGMA

En muchas localidades por todo el mundo, se encuentran gruesas secuencias de rocas ígneas máficas. Incluyendo tanto rocas de tipo intrusivo como de tipo volcánico, algunas de ellas llegan a tener espesores hasta de 16 km y cubrir 1'400, 000 Km.2 (estas pueden cubrir casi todo Alaska o todo Washington, Idaho, Oregon, Nevada y California juntos). Tales emanaciones del material fundido procedentes del interior de la Tierra se sabe tuvieron lugar varias veces durante la historia de la Tierra. Uno de tales eventos tuvo lugar hace un poco más de mil millones de años en la parte Central-Norte de los Estados Unidos. Los restos de estas rocas intrusivas y volcánicas se extienden desde la parte Noreste del lago Superior hasta el Norte de Michigan, Wisconsin y Noreste de Minnesota, además sobre el Suroeste en la parte más baja de Iowa, Nebraska y Kansas. El origen de estas enormes masas de magma presenta ciertos problemas interesantes: ¿De qué materiales se han derivado?, ¿dónde y cuándo se concentró el calor que fundió el material original?, ¿porqué están estos eventos localizados en tiempo y espacio?, ¿y cómo el material fundido alcanzó superficie?

Sin entrar en cálculos y asunciones detalladas, es suficiente indicar que por estudios sísmicos combinados con estudios químicos y térmicos (realizados por vulcanólogos, geofísicos y geoquímicos), es posible hacer la hipótesis de que el material original de estos magmas está localizado en la parte más alta del manto, y además que entre 1 y 10% del material original se funde para formar los magmas. Tal fenómeno, donde solamente está una pequeña parte de roca fundida, se llama fusión parcial. Esta fusión se produce en toda la masa de roca, usualmente a lo largo del contorno de los granos, resultando un material esencialmente sólido con fluido fundido en los intersticios. En los problemas que vienen a continuación, expresiones tales como "fusión parcial de 1%" se refieren al porcentaje

particular del volumen total del sólido, el cual ha sido licuado por fusión.

Para desarrollar una mejor comprensión de la magnitud del problema y algunos de los usos de los datos existentes que ayudan a resolver las preguntas, los siguientes ejercicios, basados en una situación hipotética, involucran valores numéricos los cuales se reconocen razonables.

DATOS DADOS. - Un área de  $1\,295\,000\text{ Km}^2$  es cubierta por una serie de rocas igneas intrusivas y corrientes volcánicas con espesor de  $12.87\text{ km}$ .

- El calor necesario para fundir material basáltico es igual a  $300\text{ cal/cm}^3$  (asumiendo que el material en el manto superior, está ya cerca del punto de fusión).

- El calor generado por radioactividad (principalmente por Uranio, Torio y Potasio) asumido en el material del manto es igual a  $5 \times 10^{-14}\text{ cal/cm}^3/\text{seg}$ .

- El calor normal disipado desde la superficie de la Tierra es igual a  $1.5 \times 10^{-6}\text{ cal/cm}^2/\text{seg}$ .

FACTORES DE CONVERSION. -

$$1\text{ km} \underline{\hspace{10em}} 10^5\text{ cm}$$

$$1\text{ km}^2 \underline{\hspace{10em}} 10^{10}\text{ cm}^2$$

$$1\text{ km}^3 \underline{\hspace{10em}} 10^{15}\text{ cm}^3$$

$$1\text{ año} \underline{\hspace{10em}} 3.1536 \times 10^7\text{ seg.}$$

PROBLEMAS. - 3.1.- Suponiendo que todo el magma el cual formó las rocas igneas observadas se derivó directamente del material del manto por debajo del área cubierta por estas rocas. ¿Qué profundidad (espesor) del manto sería implicada en la fusión parcial que produjo el volumen de magma observado, suponiendo una fusión parcial de:

a) 1 % ; b) 3% y c) 5 %

3.2.- En cada uno de los casos anteriores ¿cuál es el volumen total involucrado de material del manto?

3.3.- ¿ Qué cantidad de calor en calorías se requerirán para fundir el volumen conocido de rocas igneas máficas?

3.4.- Si suponemos que no haya pérdida de calor en los alrededores, es decir, todo el calor se acumularía, ¿Cuanto tiempo tomaría desarrollar suficiente calor de radioactividad para formar el volumen de magma observado? asumimos otra vez fusiones parciales de 1%, 3% y 5%. (El calor es generado en todo el volumen del material original).

3.5.- Considerando que toda la pérdida de calor en la superficie de la Tierra es calor producido por radioactividad en el manto, ¿Cuanto tiempo (en años), tomaría alcanzar el calor necesario para generar un magma de acuerdo a cada una de las 3 condiciones, si la cantidad de calor disipada en la superficie es constante?

3.6.- Se piensa que la Tierra tiene una edad de  $4.5 \times 10^9$  años más o menos; ¿Las respuestas a la pregunta 3.5 estan de acuerdo con el factor tiempo.? ¿Que conclusiones concernientes al tiempo, la radioactividad en el manto y la abundancia de rocas igneas sobre la superficie podrías hacer basado en tus respuestas?.

## FACULTAD DE INGENIERIA

GEOLOGIA FISICA  
Ejercicio No.4

## UNIDAD III.

## Subtema B) Petrología.

- 1.- Describe algunos criterios de clasificación de las rocas.
- 2.- Que relación tienen estas clasificaciones con:
  - a) Las propiedades físicas de las rocas.
  - b) Su historia
  - c) Su origen
  - d) Su composición química.
- 3.- ¿Qué sistema de clasificación será el más útil para investigar el origen de las rocas?
- 4.- ¿Qué sistema de clasificación será el más útil para simplificar la descripción de las rocas?.

## FACULTAD DE INGENIERIA

D.I.P.M.G.G.

## GEOLOGIA FISICA I

## Ejercicio # 5

## CRISTALIZACION FRACCIONADA Y DIFERENCIACION IGNEA

Casi el 90% del volúmen de la Corteza Terrestre consiste de rocas - igneas. La historia de la Tierra, entonces, es interpretada en base a estudios de campo y laboratorio de esta importante familia de rocas.

Una labor de los petrólogos de rocas igneas es reconstruir la historia del emplazamiento y enfriamiento de los cuerpos de roca intrusiva. Para hacer ésto debe reconocer y mapear características, tales como, - contactos de cuerpos igneos con rocas encajonantes, inclusiones de otras rocas en la intrusión, estratificación mineralógica y orientación prefe- rencial de los minerales.

Muestras de rocas colectadas durante el mapeo de campo son estudiadas con la ayuda del microscopio para; la identificación de los minerales, datos sobre características texturales, tales como: variación en el tamaño de grano, secuencia de la cristalización de las especies minerales individuales y alteración y reemplazamiento de algunos minerales por otros. De las investigaciones de campo y en el microscopio, el petrólogo pue- de proponer hipótesis para el origen del emplazamiento, e historia del enfriamiento de los intrusivos. Cuando estos se unen para un mapeo regional, se pueden desarrollar hipótesis adicionales para grandes proble-

mas tales como, la composición de la Tierra, el origen de los magmas igneos, modelos de distribución local en el mundo de tipos de rocas igneas, y el origen y distribución de muchos tipos de depósitos minerales económicos.

Los experimentos de los petrólogos consisten en simular en el laboratorio los procesos igneos, que ocurren en la naturaleza. Para hacer esto necesitan generar y mantener altas presiones y temperaturas. La fusión, enfriamiento y cristalización de la mayoría de los minerales individuales y asociaciones de minerales de las rocas igneas, ha tenido que ser estudiado en el laboratorio.

Debido a la composición compleja y la historia complicada del enfriamiento de muchos de los magmas igneos naturales, todavía no tenemos un completo conocimiento de la formación de las rocas igneas.

Sin embargo, los datos experimentales de los que dispone el petrólogo, le permiten comprobar conclusiones basadas sobre hipótesis derivadas del campo y de investigaciones microscópicas, estos datos proveen una base para escoger entre hipótesis conflictivas.

En el problema que sigue, la información experimental es presentada y explicada para un silicato simple fundido. Posteriormente se te pregunta que interpretes características observadas en parte de una intrusión ignea hipotética.

#### EL GRUPO OLIVINO

El grupo mineral olivino es muy común en rocas igneas máficas espe-

cialmente gabros y basaltos. Tiene por fórmula química  $(\text{Fe Mg})_2 \text{SiO}_4$  lo que significa que el ion hierro ( $\text{Fe}^{++}$ ) y el ion magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ) pueden, bajo condiciones apropiadas, substituirse uno por otro, dentro de la estructura del cristal olivino. Esta substitución es posible porque los iones positivos de estos dos elementos tienen la misma carga (+2) y son aproximadamente del mismo tamaño (Radio iónico de  $\text{Mg}^{+2} = 0.78 \times 10^{-8}$  cm;  $\text{Fe}^{+2} = 0.83 \times 10^{-8}$  cm).

Una substitución de éste tipo produce una solución sólida de las "Moléculas"  $\text{Mg}_2 \text{SiO}_4$  y  $\text{Fe}_2 \text{SiO}_4$ . La proporción de estas dos clases de olivino en el cristal depende de la temperatura a la cual el cristal se formó.

El  $\text{Mg}_2 \text{SiO}_4$  puro es llamado forsterita (abreviado como Fo), y el  $\text{Fe}_2 \text{SiO}_4$  puro es llamado fayalita (abreviado como Fa), es raro encontrarlos así en las rocas igneas. La mayoría de los cristales de olivino son una mezcla "molecular" de estos dos miembros finales.

Una manera precisa y conveniente de expresar la composición del cristal mezclado es dando el porcentaje de moléculas de sólo uno de los miembros finales. Así la notación  $\text{Fo}_{85}$  significa que el cristal olivino está compuesto de 85% de forsterita ( $\text{Mg}_2 \text{SiO}_4$ ) y 15% de fayalita ( $\text{Fe}_2 \text{SiO}_4$ ).

La formación de cristales de un olivino fundido involucra una reacción continua (transferencia de iones) entre los cristales y el líquido remanente, por los cambios de temperatura. La proporción de  $\text{Mg}_2 \text{SiO}_4$  en el cristal en cualquier momento en particular depende no sólo de la tem

peratura sino también de la composición original del líquido. Por medio de cuidadosos experimentos de laboratorio, la relación entre la composición de la mezcla fundida, los cristales y la temperatura, es conocida. Esta información es resumida en forma gráfica como un diagrama de fases

### LOS DIAGRAMAS DE FASES

En la figura 11.1 la composición del olivino se trazó a lo largo del eje horizontal en unidades porcentuales moleculares, de 100% de Fayalita ( $\text{Fe}_2 \text{SiO}_4$ ) en la izquierda a 100% Forsterita ( $\text{Mg}_2 \text{SiO}_4$ ) en la derecha. La temperatura es trazada sobre el eje vertical. La curva superior da la relación entre la temperatura y la composición de la mezcla fundida justo cuando los cristales empiezan a formarse y continúan formándose. A medida que se forman los cristales, los iones dejan la mezcla fundida y en el caso del olivino, más magnesio irá dentro del cristal a altas temperaturas que hierro. Además el líquido remanente es más rico en hierro y así la composición de la mezcla fundida, a medida que la temperatura sigue bajando la curva superior se va hacia la izquierda.

En una manera similar, la curva inferior da la composición de los cristales a varias etapas durante su formación.

Mientras los cristales de olivino estén en contacto con la mezcla fundida, habrá un continuo intercambio de Fe y Mg entre todos los cristales de olivino y la mezcla fundida durante el enfriamiento.

En otras palabras la composición de un cristal formado tempranamente cambiará en respuesta a un cambio de temperatura, mientras esté rodeado por la mezcla fundida. Un cristal de olivino formado tempranamente bajo estas circunstancias perderá algunos de sus iones de magnesio y los reemplazará con iones de hierro conforme la temperatura baja. Si además los cristales son en cierto modo removidos de la mezcla fundida, como ya están formados, su composición no puede cambiar y reflejarán con precisión las condiciones bajo las cuales fueron primero formados.

Las mismas condiciones ocurren cuando la proporción de enfriamiento es más rápida y los cristales no tienen tiempo de reaccionar con la mezcla fundida.

En la figura 5.1 el punto X representa la composición de un olivino particular fundido. Para poder seguir y entender la historia de la cristalización de esta mezcla fundida, debemos primero dibujar una línea vertical desde X, a través de las curvas de la gráfica hasta a  $M_1$  (la composición del olivino líquido). A temperaturas arriba de  $T_1$  el único material presente es el líquido de composición  $M_1$ . Si la temperatura baja a  $T_1$ , los cristales de olivino comienzan a formarse. La composición del primer cristal de olivino puede ser determinado, dibujando la línea horizontal a-b, desde  $T_1$ . La composición ( $M_1$ ) y la temperatura ( $T_1$ ) de la mezcla fundida están dados por el punto a. La composición  $X_1$  de los primeros cristales está dada por el punto b. A medida que la temperatura baja a  $T_2$ , el nuevo cristal de olivino ten

drá una composición diferente; por ejemplo en  $T_2$  la composición del cristal apenas formado será  $X_2$ , dando suficiente tiempo, todos los cristales que están en contacto con la mezcla fundida, intercambiarán iones con el líquido, hasta que su composición sea también  $X_2$ . La composición del líquido en éste momento será  $M_2$ . Cuando la temperatura baja a  $T_3$ , el olivino y la mezcla fundida continúa cambiando de composición a lo largo de las dos curvas, y la cantidad de cristales se incrementará en tanto la cantidad de mezcla fundida decrezca. A la temperatura  $T_3$  todo el olivino tiene la composición  $M_1$ , la composición con que iniciamos y la última gota de líquido tiene la composición  $M_3$ .

Observa bien, que para que la composición final total de todos los cristales de olivino sea  $M_1$ , tomó lugar un intercambio constante de Fe y Mg entre los cristales y la mezcla fundida, en respuesta a los cambios de temperatura. Para que esto sucediera, nada de material fué agregado o sustraído durante el proceso.

En cualquier punto  $T_1$  y  $T_3$  podemos dibujar líneas horizontales que conectan la composición del líquido y la composición de los cristales en las dos curvas. Estas líneas horizontales se llaman Líneas de Unión. La proporción de longitud de una línea que conecta la composición original con la mezcla fundida (Línea A-B, figura 11.1) a la longitud total de la línea de unión (A-C) dá la fracción de la cantidad de material cristalizado, se observa en la figura 11.1 que en  $T_1$ , esta fracción es cero y en  $T_3$  es uno. En forma similar la fracción de la mezcla fundida está dada por la proporción de B-C a A-C.

### Problema Ilustrativo

Basado en la discusión de arriba, contesta las siguientes preguntas. -  
 Checa tus respuestas con la lista que está al final de los problemas -  
 presentados. Asume que los cristales en cuestión son los primeros -  
 en enfriarse a partir de un magma dunitico.

- 1.- ¿A qué temperatura cristalizará el olivino de composición  $Fo_{75}$  -  
 basado en el diagrama de fase de la figura 5.1?
- 2.- ¿Cuál será la composición de la última gota de mezcla fundida?
- 3.- ¿A qué temperatura será completa la cristalización?
- 4.- ¿Qué fracción de la mezcla fundida remante quedará a  $1500^{\circ} C$ ?
- 5.- ¿Cuál será la composición final de los cristales de olivino?

### Problemas:

Una sección cortada de un placolito Hipotético de Dunita (nombre de -  
 una roca la cual consiste enteramente del mineral olivino), se vé en  
 el bosquejo de la figura 5.2.

La distribución, volumen y composición de la zona puede ser explicada  
 por una sóla intrusión. En la base hay una zona delgada, la zona A -  
 de unos centímetros de espesor de vidrio olivínico o olivino de grano  
 fino.

Esta zona se hace de grano más grueso hacia el centro del placolito. -  
 La composición del olivino en la zona B y zona F gradúa continuamente

hacia el centro de  $Fo_{80}$  a  $Fo_{70}$ .

En la zona C y zona E el olivino tiene una composición uniforme de  $Fo_{60}$ . En la zona D la composición es también uniforme, consistiendo de  $Fo_{30}$  que es más rico en hierro. Bloques de forma irregular de olivino de grano medio de composición  $Fo_{80-70}$  se encuentran en esta zona interior.

Estos bloques forman hasta el 2% del volumen total del placolito.

5.1 Basado en tus conocimientos de tamaño de grano e historia del enfriamiento de las rocas ígneas, da una explicación para la textura de grano fino del límite de la zona A.

5.2 De la composición del olivino que está inmediatamente en contacto con la zona A deduce cual sería la composición del vidrio en la zona bordera, basado en la información de la figura 5.1 ¿De esto, te da alguna información acerca de la composición original de la mezcla fundida?

5.3 De la discusión de la cristalización de una solución sólida mineral, sugiere un proceso por el cual el olivino no presentaría un cambio gradual en composición en la zona B y F

5.4 Usando sólo la figura 5.1 y la composición de la mezcla fundida original, calcula la fracción de mezcla fundida remanente cuando la composición del olivino cristalizado es de  $Fo_{70}$ .

¿Qué observaciones simples de la zona B y F indican que esta frac-

ción no es un valor correcto?

5.5 Asumiendo que la cristalización ocurre simultáneamente en la base y el techo del placolito, que fracción de líquido quedó, cuando la composición del olivino cristalizado era  $Fo_{70}$  basándose en la sección de la figura 5.2

5.6 ¿Qué evidencias puedes citar para la asunción de que el olivino cristalizó simultáneamente en el techo y la base del placolito?

5.7 Sugiere un proceso por el cual las distintas zonas C, D y E con composición uniforme, en lugar de composición variable gradual, pudieron haberse formado. (sugerencia: considera la línea de unión a  $1500^{\circ}C$  en la figura 5.1).

Respuesta a los cinco problemas iniciales.

1. -  $1640^{\circ}C$
2. -  $Fo_{23}$
3. -  $1440^{\circ}C$
4. -  $4/15$
5. -  $Fo_{52}$

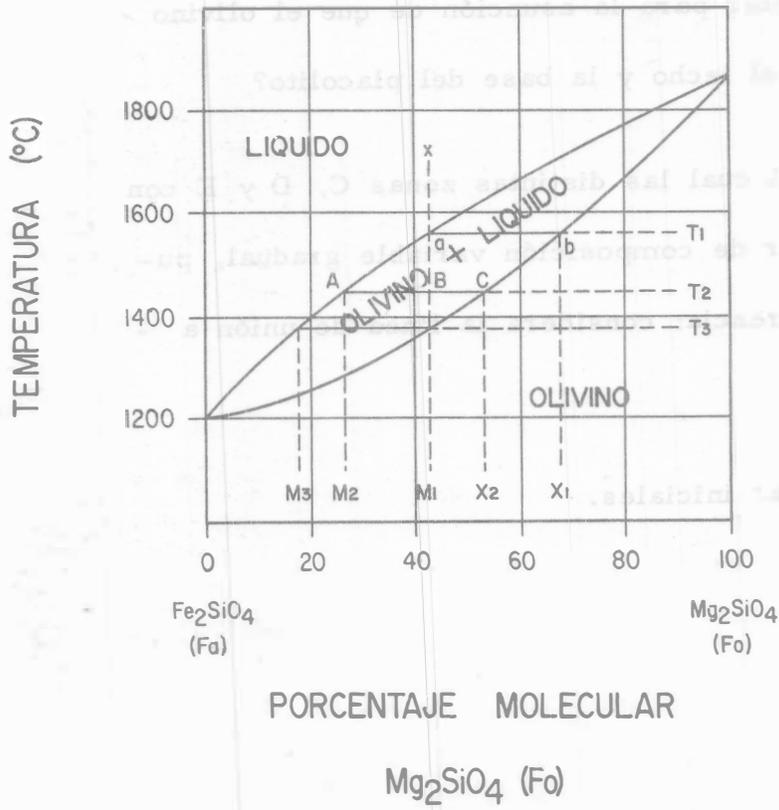


Figura 5.1. Diagrama de fases del grupo del olivino.

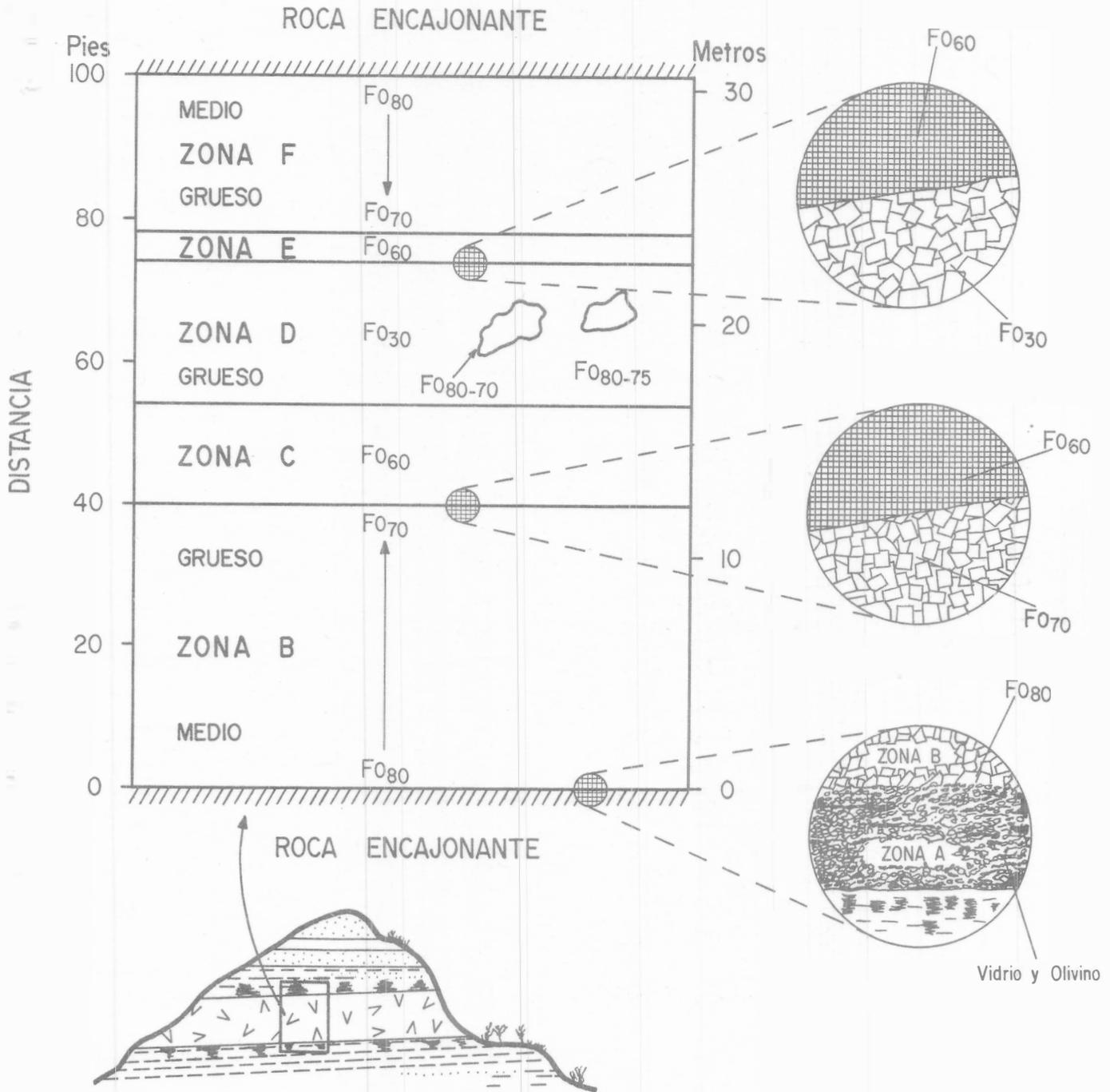


Figura 5.2. Sección transversal de un placolito de dunita, con vistas microscópicas de los contactos.

## FACULTAD DE INGENIERIA

## GEOLOGIA FISICA

## Ejercicio No. 6

## UNIDAD IV

## Subtema c). Vulcanismo

Determina la profundidad con respecto al nivel del mar, de la cámara magmática (lugar donde se originó la lava) del Popocatepetl, asumiendo que el magma ascendió por diferencia de densidad a la superficie según los siguientes datos:

densidad de lava =  $2.8 \text{ gr/cm}^3$

densidad de corteza =  $3.3 \text{ gr/cm}^3$

altura del Popocatepetl = 5,482 m. s.n.m.

## FACULTAD DE INGENIERIA

## GEOLOGIA FISICA

## Ejercicio No. 7

## UNIDAD IV

## Subtema c) Vulcanismo

Por la observación de las estructuras Volcánicas formadas de diferentes tipos de roca se puede generalizar que

- los basaltos forman en general grandes volcanes escutiformes o extensas coladas.
  - las andesitas forman grandes acumulaciones verticales en forma de conos de grandes alturas.
  - las riolitas salen lentamente a superficie en forma de grandes domos o en muchas ocasiones como grandes explosiones.
1. - ¿Qué conclusión obtienes respecto a la viscosidad relativa de los magmas de las tres composiciones mencionadas?
  2. - ¿Que variable es la que determina esta diferencia de viscosidad y porqué?

FACULTAD DE INGENIERIA

GEOLOGIA FISICA.

Ejercicio No.8

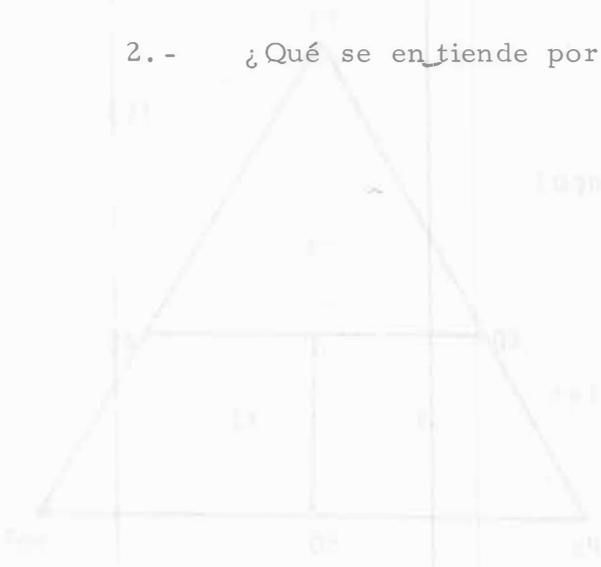
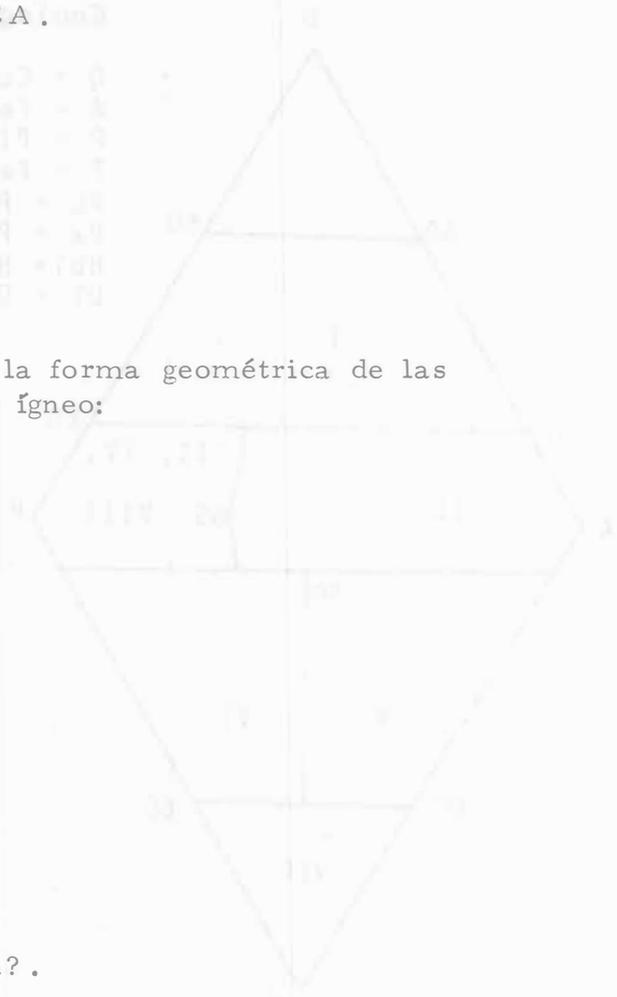
UNIDAD IV

Subtema D) PLUTONISMO.

1.- Describe en forma esquemática la forma geométrica de las siguientes estructuras de origen ígneo:

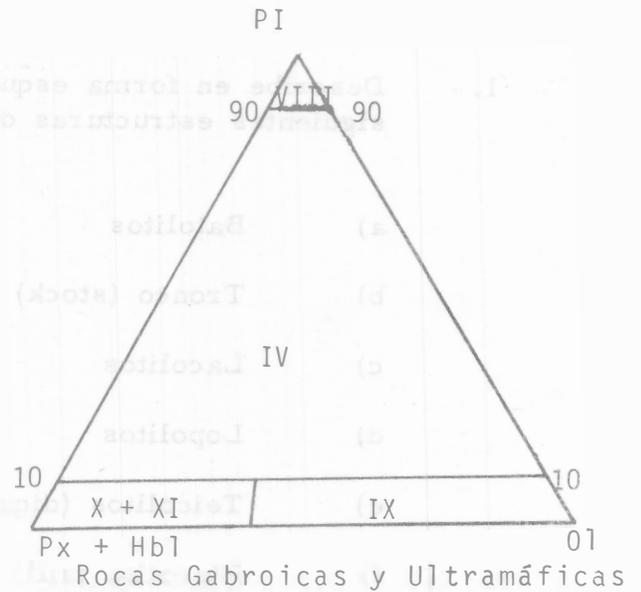
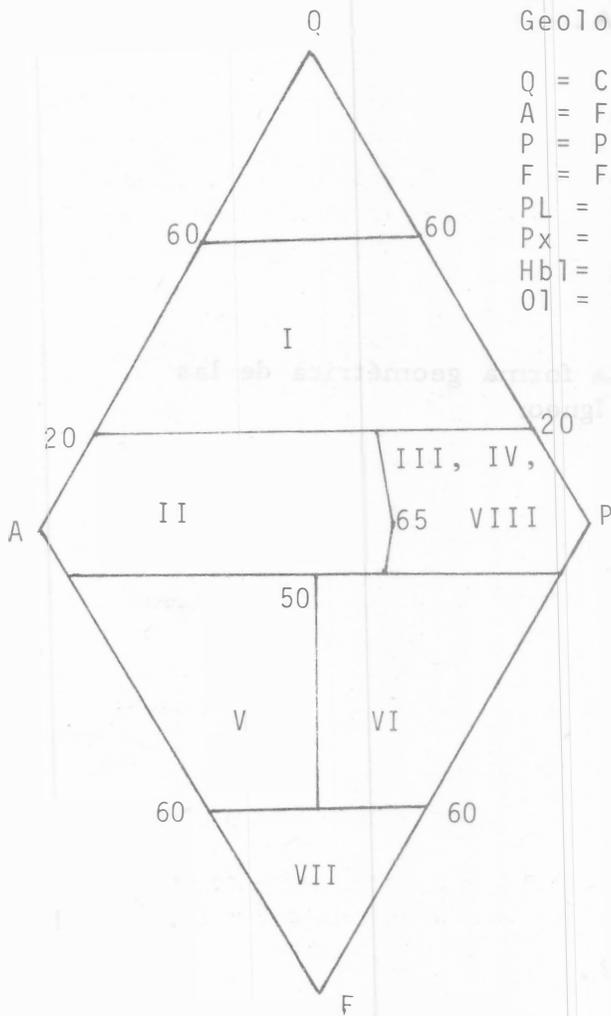
- a) Batolitos
- b) Tronco (stock)
- c) Lacolitos
- d) Lopolitos
- e) Teicolitos (diques)
- f) Placolito (sill)

2.- ¿Qué se entiende por pegmatita?.



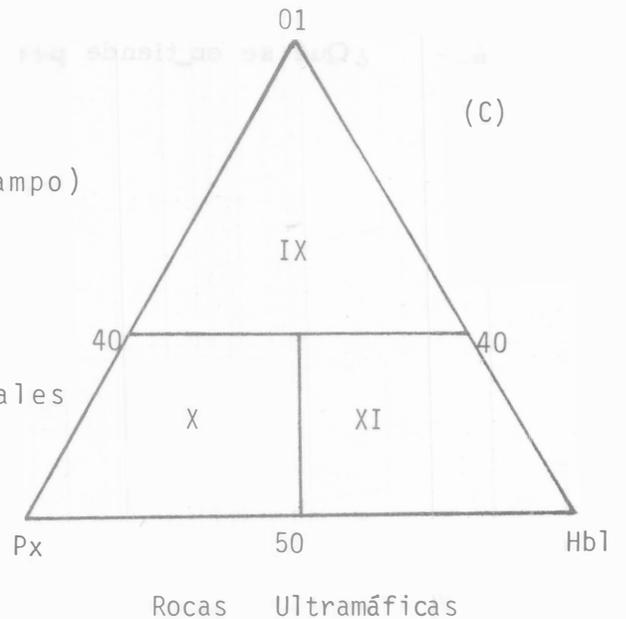
Clasificación y Nomenclatura de las Rocas Igneas  
 Clasificación propuesta por Albert Streckeisen en 1967 y recomendada por la International Union of Geological Sciences (IUGS).

- Q = Cuarzo
- A = Feldespato potásico
- P = Plagioclasa
- F = Feldespatoides
- PL = Plagioclasa
- Px = Piroxena
- Hbl = Hornblenda
- Ol = Olivino



Clasificación preliminar (para uso en campo)

- I. Granitoides
- II. Sienitoides (\*)
- III. Dioritoides (\*)
- IV. Gabroides (\*)
- V. Sienitoides feldespatoidales
- VI. Dioritoides y Gabroides feldespatoidales
- VII. Feldespatoiditas
- VIII. Anortositas
- Rocas Ultramáficas
- IX. Peridotitas
- X. Piroxenitas
- XI. Hornblenditas



\* Adjetivo "con feldespatoides" si los feldespatoides están presentes.

TABLA No.1

FACULTAD DE INGENIERIA  
GEOLOGIA FISICA I  
Ejercicio No. 9

LABORATORIO SOBRE MAPAS TOPOGRAFICOS.-

Un mapa topográfico es una representación gráfica de la configuración tridimensional de la superficie de la Tierra. La mayor parte de los mapas topográficos muestran divisiones de la Tierra y otras estructuras hechas por el hombre.

Los rasgos mostrados en un plano topográfico pueden ser divididos en tres grupos: (1) relieve, que incluye monte, valles, montañas, llanuras y similares, (2) rasgos hidrológicos, que incluye lagos, lagunas, rios, canales, pantanos y similares, (3) rasgos culturales, que incluye caminos, líneas de ferrocarril, límites de tierras, carreteras, etc. El relieve generalmente se imprime en color café, el agua en azul y los rasgos culturales en negro.

Elementos de un mapa topográfico.

Escala del mapa: Tres tipos de escalas son generalmente usadas en los mapas topográficos: (1) fraccional, (2) gráfica, (3) verbal.

1.- Escala fraccional es un cociente fijo entre medidas lineales en el mapa y su correspondiente distancia en el campo. La notación es como sigue:

$$1:10'000 \quad \text{o} \quad \frac{1}{10'000}$$

Esta notación simplemente indica que una unidad en el mapa equivale a 10000 unidades en el terreno. Estas unidades tienen que ser las mismas. Por ejemplo un centímetro equivale a 10000 centímetros. Nótese que el numerador es siempre uno.

2.- Una escala gráfica es simplemente una línea o barra dibujada en el mapa y dividida en unidades que representan distancias en el terreno. Por ejemplo:



Una escala verbal es una manera muy inconveniente de indicar una relación de la distancia del mapa con respecto a una distancia en el terreno. Este método se utiliza mucho en los países de habla inglesa y se habla así de escalas de "una pulgada es igual a una milla"

Topografía: Topografía es la configuración de la superficie terrestre y se muestra por medio de curvas de nivel. Una curva de nivel es una línea imaginaria en la superficie de la Tierra que conecta puntos de igual elevación. La equidistancia es la diferencia de elevación entre dos curvas de nivel adyacentes. Las elevaciones se dan en metros sobre el nivel del mar.

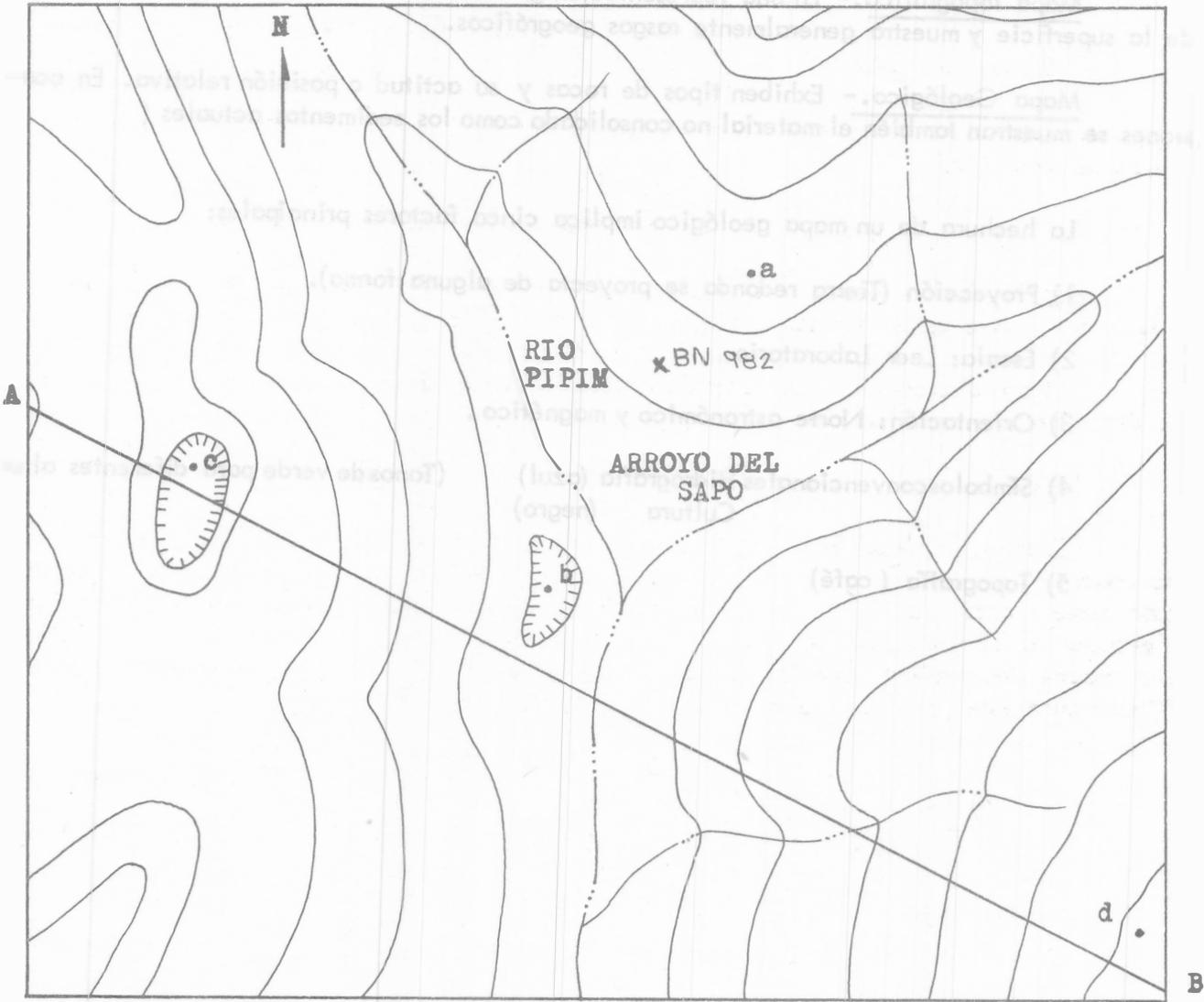
Aquí se mencionan algunas características de las curvas de nivel:

- 1) Cuando las curvas de nivel cruzan arroyos se doblan en dirección Aguas arriba, es decir, forman una V con el ápice apuntando aguas arriba.
- 2) Curvas de nivel nunca se cortan o intersectan y solo se amontonan o enciman a lo largo de paredes verticales.
- 3) Curvas de nivel que aparecen como elipses o círculos representan promotorios o cimas de montañas.
- 4) Curvas de nivel cerradas con hachures representan depresiones.
- 5) Pendientes fuertes están representadas por curvas de nivel muy cercanas unas a otras. Pendientes suaves están representadas por curvas de nivel muy espaciadas.
- 6) La diferencia de elevación entre el punto más alto y el punto más bajo de una zona se denomina el máximo relieve de la zona.

### TAREA.

Examina el mapa de la figura 9-1 El banco de nivel marcado con una X es una marca de concreto en el terreno que tiene una elevación de 982 metros. (1) Con este dato como base numera cada una de las curvas de nivel con su elevación correspondiente y determina la elevación de los puntos a, b, c y d. Nota que la equidistancia es 5 metros. (2) Dibuja una sección topográfica conocida con el nombre de perfil, A-B según se indica en la figura. Utiliza para este perfil una escala vertical de 1:500.

**MAPA TOPOGRAFICO**



Equidistancia 5 metros

Escala: 1 : 24 000

FIGURA 9-1

## MAPAS.

Mapa representación de la superficie de la Tierra.

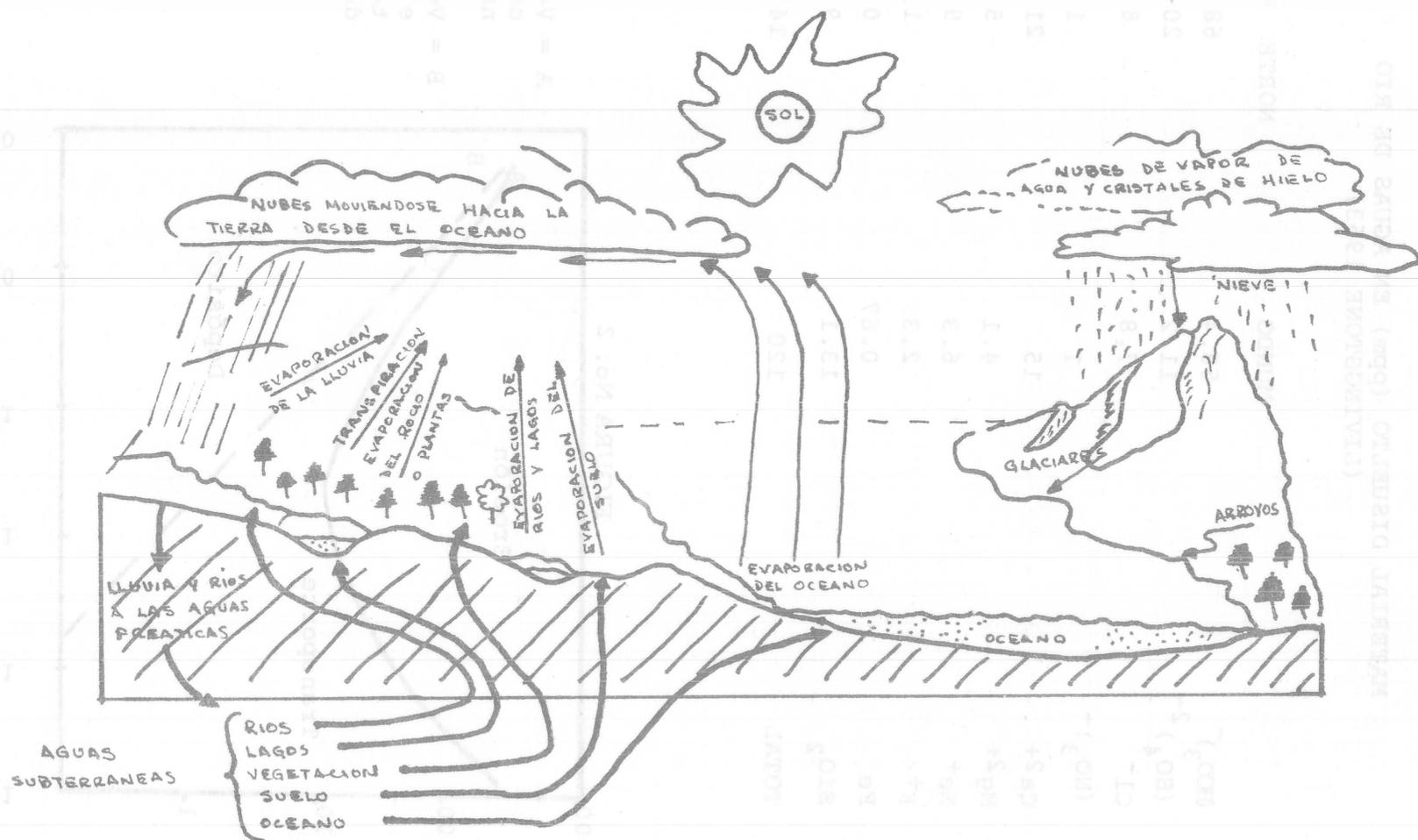
Mapa topográfico.- En una representación gráfica de la configuración tridimensional de la superficie y muestra generalmente rasgos geográficos.

Mapa Geológico.- Exhiben tipos de rocas y su actitud o posición relativa. En ocasiones se muestran también el material no consolidado como los sedimentos actuales (

La hechura de un mapa geológico implica cinco factores principales:

- 1) Proyección (Tierra redonda se proyecta de alguna forma).
- 2) Escala: Leer Laboratorio.
- 3) Orientación: Norte astronómico y magnético .
- 4) Símbolos convencionales Hidrografía (azul) (Tonos de verde para diferentes alturas..  
Cultura (negro)
- 5) Topografía ( café)

FIGURA 1  
EL CICLO HIDROLOGICO



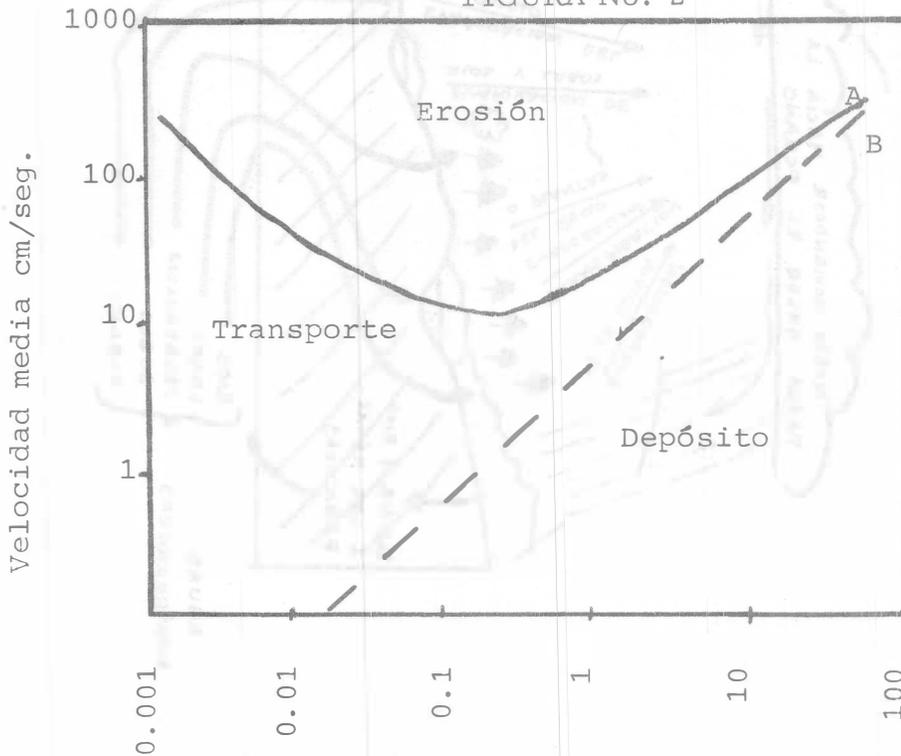
ALGUNOS DATOS SOBRE EROSION

TABLA 3

MATERIAL DISUELTO (ppm) EN AGUAS DE RIO  
(LIVINGSTONE 1963)

|                      | MUNDO | NORTE AMERICA |
|----------------------|-------|---------------|
| $(\text{HCO}_3)^-$   | 58.4  | 68            |
| $(\text{SO}_4)^{2-}$ | 11.2  | 20            |
| $\text{Cl}^-$        | 7.8   | 8             |
| $(\text{NO}_3)^-$    | 1     | 1             |
| $\text{Ca}^{2+}$     | 15    | 21            |
| $\text{Mg}^{2+}$     | 4.1   | 5             |
| $\text{Na}^+$        | 6.3   | 9             |
| $\text{K}^+$         | 2.3   | 1.4           |
| Fe                   | 0.67  | 0.16          |
| $\text{SiO}_2$       | 13.1  | 9             |
| TOTAL                | 120   | 142           |

FIGURA No. 2



A = Velocidad mínima necesaria para erosionar partículas

B = Velocidad a la cual el sedimento de determinado tamaño se deposita.

Tamaño de las partículas en mm.

GEOLOGIA FISICA I  
TAREA SOBRE GEOMORFOLOGIA  
Ejercicio No.10

Problemas por resolver despues de haber visto la filmina "Las rocas y el paisaje."

1) Como se sugirió en la filmina, los detalles de la mayoría de los paisajes se producen por intemperismo y erosión a medida que esculpen y labran las rocas expuestas. En cierto sentido, tales paisajes se llaman destruccionales, porque representan el resultado de procesos que están destruyendo las rocas. Hay otro grupo de formas menos común, que se denominan construccionales, porque son producidos por procesos que construyen terreno. Los conos volcánicos fueron ejemplos de estos últimos ¿Podrías hacer una lista de otros tipos de procesos construccionales?

2) En la filmina se exploró el papel que juega el tipo de roca en la detrmnación de la geomorfología de un lugar y vimos abundantes ejemplos de como, diferentes tipos de rocas originan diferentes tipos de paisaje. Al final de la filmina, se esbozó que hay otro factor que influye en la geomorfología, y es la estructura. Hay dos factores importantes que tienen influencia en los detalles del paisaje ¿Se te ocurre, cuáles son estos otros dos factores?

## FACULTAD DE INGENIERIA

## GEOLOGIA FISICA

## Ejercicio No.11

## UNIDAD V.

## Subtema C.2) SISTEMA OCEANICO

- 1.- ¿De donde proviene la energía para mover las olas?
- 2.- Nombra el tipo de energía que genera los siguientes olas:
  - a) Ondas concéntricas producidas por un objeto que cae sobre la superficie.
  - b) Olas ordinarias en la playa
  - c) Olas generadas mecánicamente en un tanque
  - d) Olas causadas por el paso de una lancha de motor.
  - e) Olas sísmicas.
- 3.- ¿Cómo se transfiere la energía del viento a las olas?.
- 4.- ¿De donde obtiene el viento su energía?.
- 5.- ¿Que pasa con la energía de una ola al llegar a la costa?
- 6.- ¿A qué profundidad para de moverse el agua al paso de una ola?
- 7.- Dibuja un perfil de una ola simple, rotulando la cresta, valle, -- longitud de onda, amplitud y forma de movimiento de las partículas de agua.
- 8.- ¿Porqué se doblan las frentes de olas hasta hacerse paralelos a la costa?.
- 9.- ¿Como sabemos que algunas olas sonde origen sísmico

## FACULTAD DE INGENIERIA

GEOLOGIA FISICA  
Ejercicio No.12

## UNIDAD V.

## Subtema C.2) SISTEMA OCEANICO

- 1.- ¿ Bajo que condiciones cambian los límites inferior y superior de las playas? .
- 2.- ¿ Porqué la mayoría de las playas no están compuestas de lodo o de cantos grandes? .
- 3.- ¿ Son los ríos la única fuente de suministro de arena?
- 4.- ¿ Se puede correlacionar la dirección de las olas con los vientos predominantes? .
- 5.- Calcula la distancia que viaja un grano de arena en un día, si las olas llegan a la playa cada 10 segundos y los granos son llevados 3 metros hacia arriba y regresan a la playa. ¿ Crees que tu respuesta explica porque los granos de arena están tan redondeados?

## GEOLOGIA FISICA

## EJERCICIO No. 13

## GRADO DE UNA CORRIENTE.

Ya sea que una corriente erosione su lecho, deposite sedimento en él, ó ninguno de ambos, depende de un balance entre el volúmen de agua, la carga de sedimento, la pendiente, la forma del lecho de la corriente y otros factores. Si una corriente está en equilibrio entre la erosión a largo plazo y depósito, y si ocurre un cambio en uno de los factores controladores, algunas veces los detalles de la forma del lecho del arroyo ( curvas, barras de arena, etc. ) cambiarán para mantener la condición de equilibrio ( ó " Grado" ). Pero si el disturbio es muy drástico el equilibrio puede ser alterado y el arroyo puede comenzar una fase de erosión ó depósito sobre su lecho. Por ejemplo, cuando una gran presa o depósito son construídos sobre una gran corriente (tal como la presa Infiernillo sobre el Río Balsas) la mayoría de los sedimentos de la corriente se depositan en el lago de la presa y agua clara relativamente, sale por el vertedero. Esta agua sin una carga de sedimentos para llevar abajo de la cortina, puede erosionar el lecho. Si tal erosión no está anticipada en el proyecto de la presa, su fuerza socavará, el pie ó la base de la presa y causará daño.

Similarmente, cambios naturales pueden ocurrir en la larga historia de una corriente. Entre los cambios más pronunciados que han experimentado muchas corrientes

destacan aquellos producidos por el avance y el retiro de glaciares en sus cabezeras. Los glaciares abastecen mucha agua originada por la fusión de la nieve ó del glaciar a las corrientes, pero ellos abastecen proporcionalmente más sedimento, el cual es generalmente depositado poco después de emerger del glaciar.

Los factores de aguas arriba del flujo de la corriente dependen del clima, el escurrimiento por pendiente, aparte de sedimentos y otras características de la cuenca hidrográfica. Cerca de la desembocadura de la corriente, otros factores pueden controlar el depósito y la erosión. Una corriente no puede erosionar abajo de su nivel base, el nivel del mar ó del lago al cuál fluye. Pero si el nivel base es levantado los niveles inferiores de la corriente serán inundados y resultará depósito. Muchas veces, segmentos de llanuras de inundación abandonadas son encontradas en el valle de un río que tuvo una historia compleja de erosión y depósito. Esta llanura de inundación abandonada, llamadas terrazas, marcan las posiciones originales del río y son importantes en la determinación de su historia:

Los siguientes problemas estan hechos de modo que tú puedas reconstruir la secuencia probable de eventos en la formación de terrazas de corrientes de un gran río (tal como el Mississippi), que llega al mar.

#### PROBLEMAS.-

Para los siguientes problemas, usa la figura 13.1,

la cual es reducida de un diagrama en papel centimétrico, rotula todos los perfiles y secciones con direcciones, distancias y elevaciones apropiadamente. Para perfiles longitudinales usa una escala horizontal de un (1) cuadro igual a 150 km. y una escala vertical de un (1) cuadro igual a 150 m. Para secciones transversales usa una escala horizontal de un (1) cuadro igual a 50 m y una exageración vertical de dos (2) (esto es un (1) cuadro igual a 25 m para la escala vertical).

13.1. Un parteaguas de poca elevación en el punto A. en la figura (13.1) está con una elevación de 600 m sobre el nivel del mar y separa dos grandes ríos. Uno fluye al Sur con gradiente uniforme de 0.4 m. por km. hacia el mar en el punto B. Más adelante la superficie submarina tiene un gradiente de cinco (5) veces más pendiente. Esta corriente lleva una carga de sedimentos predominantemente de arena. La otra corriente fluye hacia el norte con una gradiente de 0.4 m. por Km.

Dibuja el perfil longitudinal con lápiz negro para ambas corrientes. Dibuja en negro una sección transversal del valle en el punto C (150 Km al sur del punto A) donde la llanura de inundación del río tiene 50 m. de ancho y las paredes del valle tienen una pendiente de 10 por ciento en el lado Este (10 m. verticales por 100 m. de distancia horizontal) y 20 por ciento sobre el lado Oeste. Dibuja una sección transversal del valle en el punto B, donde la llanura de inundación es de 800 metros de ancho y las pendientes del valle son del 5%. Rotula la llanura de inundación "Preglacial" en ambos dibujos.

13.2. - Una capa de hielo avanza del Norte al punto A, donde construye una morrena terminal de 150 m. de alto relleno el valle 50 km al Norte desde el

punto A. Sus aguas vierten grandes cantidades de grava dentro de la corriente hacia el Sur. La grava se acumula hasta un espesor de 150 m en el punto A y 45 m en el punto C (El depósito disminuye gradualmente a cero en los siguientes 300 Km.)

Añade en el perfil longitudinal (en rojo) el hielo, la morrena y la llanura de inundación del valle para ésta etapa.

Añade a la sección transversal en el punto C la nueva llanura de inundación y muestra los materiales abajo de la superficie con un símbolo apropiado, rotula las llanuras de inundación "glaciales".

13.3.- Al mismo tiempo, el nivel del mar ha cambiado 150 m. como resultado de la glaciación y la desembocadura de la corriente está ahora en el punto D. El cambio en el nivel base afecta a la corriente 450 km aguas arriba desde el punto D. Produciendo un nuevo gradiente uniforme en este segmento.

Añade (en rojo) el nuevo perfil longitudinal de la corriente en el área afectada por el cambio en el nivel base, Rotulalo "Glacial".

Añade (en rojo) en la sección transversal B una llanura de inundación de 200 m de ancho con pendiente del 100% (aviso: un 100% de pendiente no es vertical).

13.4. - La frente del hielo después se retira 600 Km hacia el Norte - al punto E a medida que el periodo glacial se acerca al final, sin embargo un lago permanece entre el hielo frontal y la morrena en el punto A. El lago rebasa la morrena y corta una garganta profunda. El nivel del lago se estabiliza rápidamente a 545 m arriba del nivel del mar original y forma una ribera. La desembocadura de esta corriente tiene un gradiente uniforme de 0.2m. por Km por varios cientos de kilómetros.

Añade en azul en la sección transversal en el punto C la forma del valle el cual en esta etapa tiene una llanura de inundación de 100 m de ancho y las pendientes de los lados de 100%. Rotula las llanuras de inundación "glacial Tardío" en ambos dibujos.

13.5. - El hielo se retira del punto E completamente y el periodo glacial, termina. El lago abandona su salida hacia la corriente meridional y ahora desagua hacia el norte y eventualmente desaparece.

a) Durante los primeros miles de años del tiempo postglacial ¿Será la tendencia de la corriente meridional hacia erosión ó depósito en sus primeros cientos de Km superiores? ¿porqué? .

b) ¿Y en sus cientos de Km inferiores? y ¿porqué?

13.6. - Rotula las terrazas en las dos secciones transversales.

¿Fueron las superficies de las terrazas en C y B ocupadas por el río al mismo tiempo? .

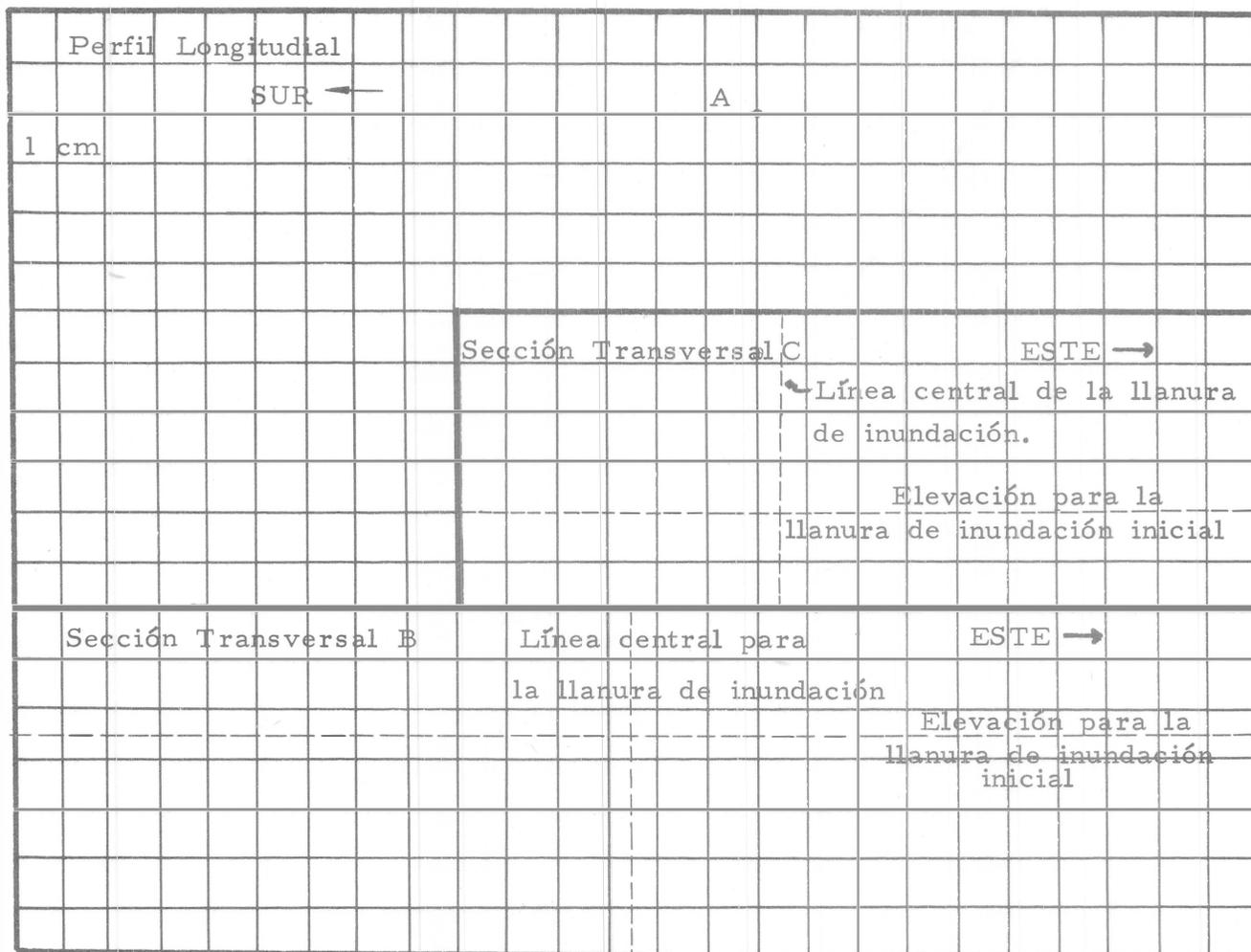


FIGURA 13.1

FACULTAD DE INGENIERIA

GEOLOGIA FISICA

Ejercicio No. 13 a

UNIDAD V.

Subtema C.2). SISTEMA OCEANICO

Dibuja en un mapa-mundi las corrientes marinas del mundo y dá el nombre de cada corriente.

## FACULTAD DE INGENIERIA

## GEOLOGIA FISICA

## Ejercicio No. 14

## UNIDAD V

## SUBTEMA C-4) Sistema Glaciar

1. - ¿Que puede indicar una matatena acerca del origen del glaciar que la acarrió?
2. - ¿ Que evidencias indican hasta donde llegó el hielo hasta el Sur, y que evidencias existen de que su volúmen fué muy grande?
3. - ¿ Porqué las marcas y estriaciones en las rocas no pueden haber si do producidas por arroyos?
4. - Si examinaras el fondo de un lago, de agua fundida de glaciar - - ¿Que encontrarías?
5. - ¿ Porqué se produce una banda oscura en un glaciar donde los afluentes convergen? ¿ Porqué la presencia de ésta banda, llamada morrena central, indica movimiento? .
6. - ¿ Porqué se forman fracturas abiertas llamadas crevasses, cerca - de la superficie del glaciar?
7. - Qué factores pueden determinar la variación de la tasa de flujo del - glaciar?
8. - ¿ Qué factores dete rminan que el final de un glaciar avance, retrogr

ceda o se quede estático?

- 9.- ¿Qué causaría la fusión de un glaciar continental o capa de hielo?
- 10.- ¿Qué pasaría al nivel del mar si una enorme capa de hielo como la Antartica, cubriera Norte América?.

## FACULTAD DE INGENIERIA

## GEOLOGIA FISICA

## Ejercicio No. 15

## UNIDAD V

## Subtema D MODELOS DE EVOLUCION DEL PAISAJE

## MODELO DE DAVIS

Contesta las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Cuál es la utilidad del modelo? .
- 2.- ¿Qué bases o fundamentos presenta?
- 3.- ¿Cuáles son las etapas de evolución que plantea el modelo?
- 4.- ¿Cuáles son los problemas del modelo?

## FACULTAD DE INGENIERIA

## GEOLOGIA FISICA

## Ejercicio No. 16

## UNIDAD VI:

## TEMA: SEDIMENTACION Y ROCAS SEDIMENTARIAS.

- 1.- ¿Porqué los cantos rodados son siempre duros y frescos en ríos, arroyos y playas, a pesar de su larga exposición al intemperismo? .
- 2.- ¿Porqué las calizas forman acantilados y picos montañosos en Chihuahua y Coahuila y sin embargo lomeríos bajos y valles en Veracruz?
- 3.- ¿Porqué solo se encuentra sal de roca en las minas y no aparece en forma de montañas, acantilados o cortes de carreteras? .
- 4.- Compara la efectividad del transporte de sedimentos en la superficie terrestre, de cada uno de los siguientes procesos: ríos, glaciares, olas y movimientos descendentes.  
¿Como crees que se compara la cantidad de sedimento que se mueve cada año por cada proceso, en México?

## FACULTAD DE INGENIERIA

## GEOLOGIA FISICA

## Ejercicio No. 17

## UNIDAD VI

## SUBTEMA A) SEDIMENTACION QUIMICA

- 1.- ¿Cual es el origen de los domos salinos? ¿Cómo se forman y cuál es su importancia económica? .
- 2.- La calcita es algo soluble en el agua fría y pura, y ésta puede disolver cerca de 140 veces más yeso y cerca de  $24 \times 10^3$  veces más halita. Sin embargo, el agua de mar contiene sólo 240 veces más halita que calcita ¿Cómo puedes explicar esto? ¿Cuánta más halita podría ser disuelta en los oceanos del mundo comparada con la actual? ¿Que cuerpos naturales de agua contienen más sal en solución (o sea, son más salinos), que los oceános?
- 3.- ¿De donde proviene la sal y los otros compuestos disueltos en los oceános (y en algunos lagos)? . ¿Como llegó ahí? .  
Que esperarías: Que la concentración de sales disueltas en el oceano permanezca igual a lo largo de millones de años o que cambie.
- 4.- ¿Porque son algunos lagos de aguas dulces y porqué otros de agua salada? .

## GEOLOGIA FISICA II EJERCICIO N° 18

### SAL Y EROSION

Los iones disueltos en el agua de mar son usados por los geólogos tanto en la reconstrucción de la historia de los fondos oceánicos como de la erosión de los continentes. Alguna vez fueron usados en el intento de calcular la edad de la Tierra. Son también de interés por muchas razones prácticas: Los iones disueltos disminuyen la temperatura de congelación del agua y mantienen los océanos del norte y del sur relativamente libres de hielo durante las estaciones frías. El agua de mar tiene un efecto de corrosión sobre el hierro y el acero que debe de ser considerado por mucha gente que se dedica a actividades marítimas. Los depósitos salinos precipitados de agua de mar, tanto modernos como antiguos, proveen grandes cantidades de minerales, y una vez que haya sido desarrollado un método económico para remover estas sales, los océanos ofrecen una gran esperanza para el abastecimiento de agua fresca, ya crítica para el mundo.

Alrededor del 3,5% del peso total del agua del mar son sólidos disueltos, en otras palabras, si 100 kg de agua salada se evaporan, 3,5 kg permanecerán sólidos. Un análisis químico de los sólidos sería:

| ELEMENTO                 | PESO (% DEL TOTAL SOLIDO) |
|--------------------------|---------------------------|
| Cloro (Cl)               | 55                        |
| Sodio (Na)               | 30                        |
| Sulfatos ( $SO_4^{-2}$ ) | 8                         |
| Magnesio (Mg)            | 4                         |
| Calcio (Ca)              | 1                         |
| Potasio (K)              | 1                         |
| Otros                    | 1                         |

El dato indica que los océanos contienen 1.05 % en peso de Sodio.

### DATOS ADICIONALES

|  |   |
|--|---|
| Densidad del Agua del mar                          | = 1.03 gr/cm <sup>3</sup>   |
| Superficie de una esfera                           | = $4\pi r^2$  |
| Radio de la tierra                                 | = 6 360 Km  |
| Promedio de la densidad de las rocas de la corteza | = 3.0 gr/cm <sup>3</sup>  |
| Area de Tierra                                     | = 28 % $\left\{ \begin{array}{l} \text{sup. total de} \\ \text{la tierra} \end{array} \right.$            |
| Area de mar  | = 72 % $\left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{sup. total de} \\ \text{la tierra} \end{array}} \right\}$ |
| Promedio de la profundidad del Océano              | = 3 KM.   |
| $10^5$ cm.   | = 1 KM.   |
| $10^6$ gr.   | = 1, Tonelada   |

### PROBLEMAS.-

- 18.1.- ¿Cuántas toneladas de Sodio están disueltas en los océanos de la tierra?
- 18.2.- ¿De donde viene el Sodio? El intemperismo constante de areniscas (SiO<sub>2</sub>) y calizas (CaCO<sub>3</sub>) produce poco sodio. ¿Qué rocas forman la mayor parte de los 10 a 20 Kms. superiores de la corteza?
- 18.3.- Si asumimos que la superficie terrestre está compuesta principalmente por rocas ígneas que contienen un promedio de 2.8 % de sodio, ¿Qué profundidad de roca (en metros) debió ser intemperizada y erosionada para responder por el sodio del mar (asumiendo igual erosión para toda la superficie terrestre.)
- 18.4.- El otro elemento abundante en el agua de mar es el cloro, los datos nos indican que hay más cloro que sodio en el océano. Si el promedio en peso que contiene una roca ígnea es de 0.14%, ¿Cuántos metros de roca ígnea debe ser intemperizada para producir la presente acumulación de cloro en los océanos del mundo? (ojo: Usa los resultados para el sodio y simplemente

multiplica en razón de la abundancia de Sodio y Cloro, en rocas y agua de mar)

18.5.- Compara el número de kilómetros erosionados que se necesitan para producir el sodio con el número de kilómetros que son necesarios para la producción del cloro.

- a) ¿Son compatibles los resultados?
- b) ¿Piensas que estos resultados se acercan a la realidad?

18.6.- ¿Qué asunción hemos hecho que produzca esa discrepancia entre las respuestas de Sodio y Cloro? .

18.7.- ¿Qué proceso geológico contribuiría más a la acumulación de este "exceso" de cloro?

## FACULTAD DE INGENIERIA

## GEOLOGIA FISICA

## Ejercicio No.19

## UNIDAD VI

## SUBTEMA E) DIAGENESIS

- 1.- Define en que consisten los procesos de diagénesis, describe los -  
cuatro de ellos más importantes.

## UNIDAD VI

## SUBTEMA B) SEDIMENTACION CLASTICA

- 2.- Describe que se entiende por rocas detríticas (clásticas), rocas bio  
clásticas y rocas químicas.
- 3.- Describe 6 rocas sedimentarias, indicando sus características.
- 4.- Haz una tabla indicando la clasificación de sedimentos por su tamaño.

GEOLOGIA FISICA  
EJERCICIO No. 20

EDAD RELATIVA DE LAS ROCAS

Uno de los objetivos fundamentales de la geología es determinar la secuencia de los eventos geológicos registrados en las rocas de un área particular.

En la mayor parte del mundo, donde las rocas sedimentarias están apiladas unas sobre otras, se aplican 2 leyes fundamentales: La primera de éstas es la ley de Superposición, que fué establecida primero por Steno, un naturalista Danés, en 1669, la cual simplemente establece que:

En cualquier acumulación de estratos sedimentarios que no han sido deformados por plegamientos o invertidos durante su acumulación, el estrato más joven es el del techo y el más antiguo el de la base.

En otras palabras, el orden de depósito es de abajo hacia arriba.

Dado que no se pueden encontrar rocas sedimentarias que representen toda la edad de la Tierra en una sola localidad, es necesario ensamblar las secuencias de rocas de localidad a localidad. Este proceso de relacionar una secuencia de rocas de un lugar con otra secuencia en otra localidad diferente es conocido como correlación.

Dos geólogos franceses, Georges Cuvier y Alejandro Brongniart, estudiando los estratos fosilíferos de los alrededores de París, a principios de 1800 aplicaron la ley de superposición, y se dieron cuenta que los fósiles incrustados en las rocas variaban de una manera sistemática con la posición cronológica de las rocas. William Smith, un ingeniero Inglés fué capaz de usar estos cambios sistemáticos en la correlación de los estratos en Inglaterra y Gales formulando así la ley de Agrupaciones Faunales que dice:

Asociaciones faunales similares de organismos fósiles, indican edades geológicas similares para las rocas que las contienen.

Por tanto Smith fué capaz de correlacionar rocas de una localidad con rocas de otras localidades. Su trabajo resultó en la publicación del primer mapa geológico de Inglaterra (1815).

Desafortunadamente, las rocas precámbricas normalmente no contienen fósiles, y muy comúnmente han sido plegadas y afalladas tan severamente que la ley de superposición no siempre puede ser aplicada fácilmente. Por tanto, otro criterio debe ser usado para la determinación de la edad relativa de los estratos Precámbricos.

### I.- Edad Relativa de Rocas Igneas.

A.- La Edad de una roca ignea, es dada por el tiempo en que fué intrusionada ó extrusionada; es decir, por el tiempo en que fué llevada a relaciones fijas con las rocas adyacentes antiguas. Entonces cada cuerpo intrusivo es más joven que la roca encajonante que está siendo intrusionada, y cada corriente de lava es más joven que las rocas subyacentes y si es cubierta, es más antigua que las suprayacentes.

B.- Ejemplos: 1.- Si un granito contiene inclusiones de otra roca y cruza capas de esta roca, el granito es más joven. (Fig.20.1.)

2.- Si un teicolito cruza otro teicolito, el cuerpo que cruza y corta es más joven (Fig.20.2)

3.- Si un granito metamorfiza otra roca, el granito es más joven (Fig.20.3)

4.- Corrientes de lava metamorfizan rocas antiguas en sus contactos basales. (Fig.20.4)

### II.- Edad de las Rocas Sedimentarias de acuerdo a su posición relativa y su posición respecto a otras rocas.

A.- La Ley de superposición puede ser aplicada en muchos lugares.

1.- Rocas en posición horizontal. (Fig.20.5)

2.- Rocas plegadas. A pesar de que las rocas han sido deformadas por plegamientos, las edades relativas pueden ser reconocidas en algunos lugares. Y si una serie de estratos --

está plegada, el plegamiento es más joven que las rocas más jóvenes afectadas (Fig. 20.6.)

3.- Las rocas sedimentarias que contienen fragmentos de otras rocas, son más jóvenes que las rocas de las cuales se han derivado los fragmentos (Fig. 20.7)

4.- Una roca sedimentaria que se deposita en discordancia angular sobre otras rocas, es más joven. (Fig. 20.8)

### III.- Edad relativa de Rocas y Fallas.

A.- Si una serie de estratos están afallados, el fallamiento ocurrió después de las rocas más jóvenes afectadas. (Fig. 20.9)

### PROBLEMAS:

20.1.- Determina la secuencia de los eventos geológicos indicados por letras en la sección dibujada en la figura 20.10, y describe brevemente sobre la figura 20.11, los criterios utilizados para determinar la relación de edad. Por ejemplo: La falla S es más joven que la formación D, E, N y X porque las corta a todas ellas, pero es más vieja que G, porque G no es afectada.

20.2.- La figura 20.12 es una sección idealizada a través del Noreste de Minnesota. Todas las rocas representadas son Precámbricas en edad excepto para la corriente glacial la cual es un depósito del Pleistoceno. La Ely Greenstone es una formación de lavas basálticas débilmente alteradas.

Enlista las formaciones y eventos geológicos, del más viejo al más joven sobre la figura 20.13 y establece el criterio usado para determinar cada relación.

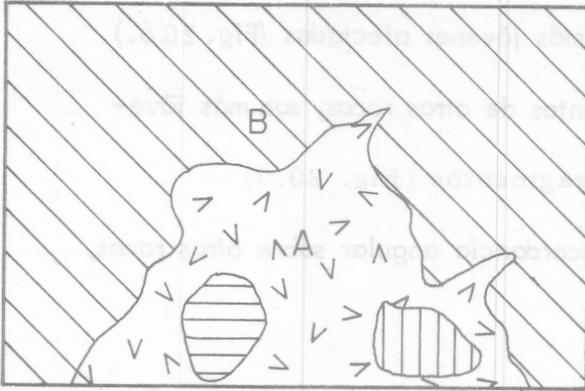


Fig.20.1.-Granito A es más joven que la roca encajonante B.

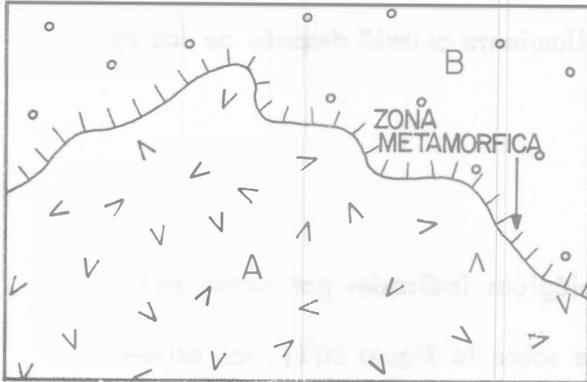


Fig.20.3. Granito A es más joven que la roca encajonante metamorfozada B.

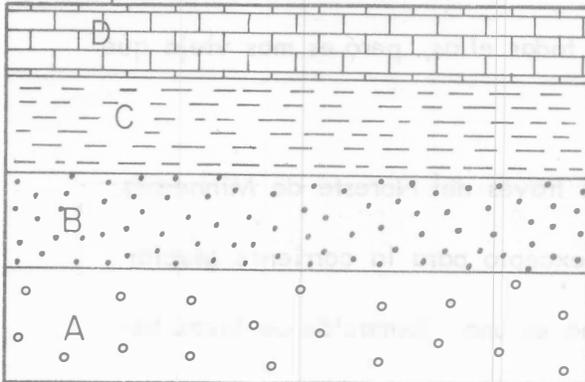


Fig.20.5 Capa D es la roca más joven y capa A la más antigua.

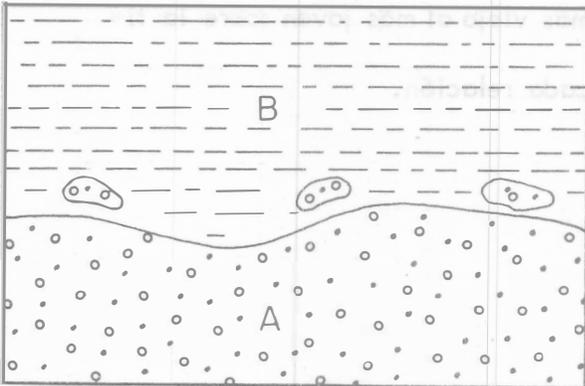


Fig.20.7. Formación B es más joven que la formación A. Erosión ocurrió después de A, pero antes de B.

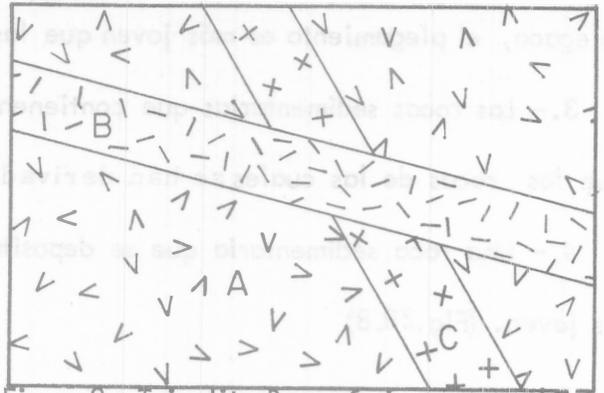


Fig.20.2.-Teicolito B es más joven que el teicolito C, y C es más joven que A.

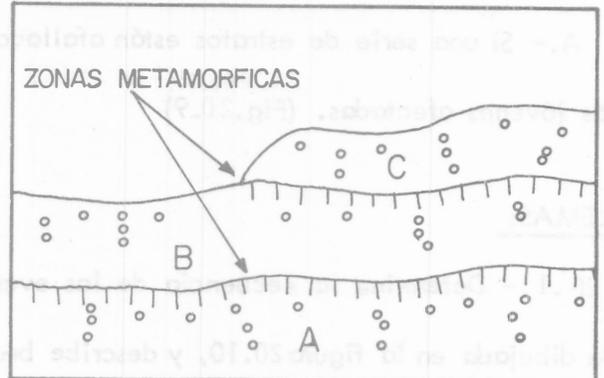


Fig.20.4 Lava B es más joven que A, y lava C es más joven que B.

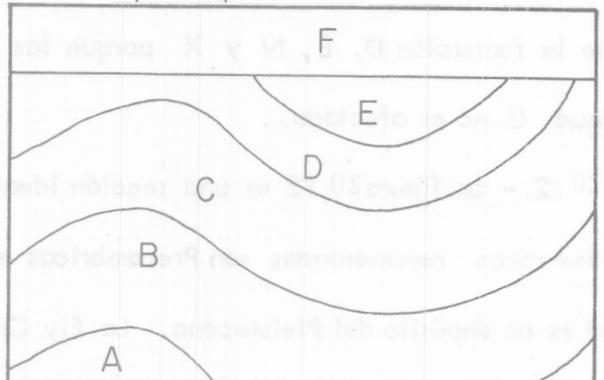


Fig.20.6. Capa F es la más joven y capa A la más antigua. Plegamiento y erosión ocurrió entre E y F.

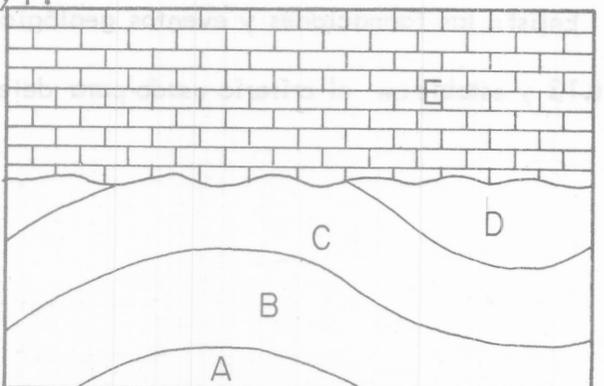


Fig.20.8. Formación E es la más joven; con erosión después del plegamiento, pero antes de E.



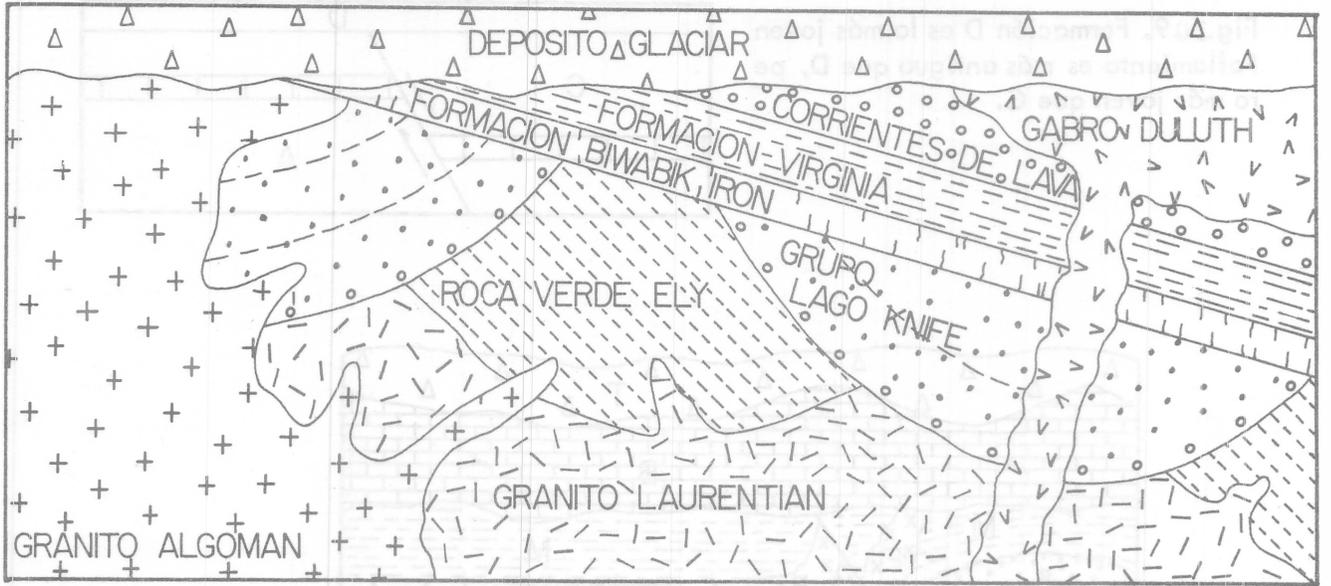


Figura 20 . 12

| Formación o evento | Más antigua que | Porque | Más joven que | Porque |
|--------------------|-----------------|--------|---------------|--------|
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |
|                    |                 |        |               |        |

Figura 20

## FACULTAD DE INGENIERIA

GEOLOGIA FISICA  
Ejercicio No. 21

## UNIDAD VII

## SUBTEMA A) CORRELACION Y SUCESION FAUNISTICA

1. - Encuentra el significado de los siguientes términos:

- a) Fósil índice
- b) Fósil característico
- c) Ley de la sucesión faunal
- d) Rango geológico de un fósil

2. -¿Cómo es posible determinar la edad de una roca sedimentaria, por medio de sus fósiles, si algunos de ellos también ocurren en capas más jóvenes y el resto ocurre en capas más antiguas?

# G E O L O G I A F I S I C A

## EJERCICIO No. 22

### MEDIDA DE LA EDAD ABSOLUTA DE LAS ROCAS .

El tiempo de formación de una roca o un mineral puede ser determinado midiendo las cantidades de elementos naturalmente radioactivos tales como uranio, rubidio, potasio y sus productos de desintegración presentes en ellos. Dado que la tasa de desintegración de un elemento radioactivo no cambia por ningún proceso natural, tales métodos proveen una forma exacta para la determinación de las edades. Como un ejemplo consideremos el método rubidio-estroncio, los isótopos del rubidio natural tienen pesos atómicos de 85 ( $\text{Rb}^{85}$ ) y 87 ( $\text{Rb}^{87}$ ), el rubidio natural, actualmente presente en la Tierra, contiene 72% de átomos de  $\text{Rb}^{85}$  y 28% de átomos de  $\text{Rb}^{87}$ . El  $\text{Rb}^{87}$  es radioactivo naturalmente y por emisión de partículas desde su núcleo se transforma en su producto de desintegración,  $\text{Sr}^{87}$  (estroncio 87). Esto significa que en una roca con Rubidio, la cantidad de  $\text{Sr}^{87}$  aumenta continuamente con el tiempo.

Consideremos ahora algunos aspectos de las leyes de desintegración radioactiva. La Tasa de desintegración de un isótopo radioactivo es característica y específica. La desintegración es un fenómeno estadístico: El número de átomos (  $n$  ) que se desintegran por unidad de tiempo es directamente proporcional al número de átomos (  $N$  ) del isótopo radioactivo presente. Esta tasa de ( $n/N$ ) se denomina la constante de desintegración

$\lambda$  del isótopo.

La ley estadística de radioactividad provee una expresión por la cual podemos determinar la cantidad original del isótopo radioactivo en un mineral a partir de la cantidad medida en el presente. Nombrando al número original de átomos radioactivos ( $N_p^0$ ) y el número presente de átomos radioactivos ( $N_p$ ), tenemos la relación entre estos 2 y el tiempo  $t$ :

$$N_p^0 = N_p e^{\lambda t} \quad (1)$$

El número de átomos-hijo ( $N_d$ ) que son producidos en el mineral es igual al número de átomos-padre que se han desintegrado y está dada por:

$$N_d = N_p^0 - N_p \quad (2)$$

Substituyendo  $N_p^0$  de la expresión (1) tenemos:

$$N_d = N_p e^{\lambda t} - N_p \quad (3)$$

$$N_d/N_p = (e^{\lambda t} - 1) \quad (4)$$

Bajo algunas condiciones la expresión  $(e^{\lambda t} - 1)$  puede ser aproximada por  $\lambda t$ . De donde la ecuación 4 se puede escribir:

$$N_d/N_p = \lambda t \quad (5)$$

Podemos determinar experimentalmente las cantidades  $N_d$ ,  $N_p$  y  $\lambda$  en el laboratorio. Esto es, usando la ecuación (5), la edad ( $t$ ) del mineral puede ser calculada.

Regresando ahora al método Rb - Sr, podemos calcular la edad del mineral si determinamos:

- (1) La cantidad de Sr <sup>87</sup> que se formó por desintegración desde que el mineral fué formado.

- (2) La abundancia presente de  $Rb^{87}$  y (3) la tasa precisa de desintegración de  $Rb^{87}$ .

PROBLEMAS:

22.1 Un análisis de una muestra de mica mostró que 6% de todos los átomos eran Rb y 0.24% de todos los átomos eran Sr. Se calculó que el 14% de todos los átomos del Sr eran  $Sr^{87}$  que ha sido producido por desintegración radioactiva de  $Rb^{87}$  desde que la mica fué formada. La constante de desintegración de  $Rb^{87}$  es  $1.39 \times 10^{-11}$  por año:

- a) ¿Qué porcentaje de todos los átomos en la muestra son  $Sr^{87}$  -- que han sido producidos desde que el mineral fué formado?.
- b) ¿Qué porcentaje de todos los átomos de la muestra son  $Rb^{87}$ ?
- c) ¿Cuál es la edad del mineral?.
- d) Si los valores medidos de  $\lambda$ ,  $N_p$ , y  $N_d$  son correctos, cuales asunciones básicas deben de realizarse si la edad va a ser considerada válida.

En la práctica la técnica de determinación de edades por el método Rb - Sr es un poco más compleja. Esto es así porque minerales naturales y rocas contienen cantidades variables de  $Sr^{87}$  que no es producido por desintegración radioactiva de  $Rb^{87}$  "in situ" sino que fué adquirido por el mineral o la roca durante el tiempo de su cristalización.

También en los análisis espectrométricos de masas las cantidades absolutas de  $Sr^{87}$  producidas por la desintegración radioactiva en un mineral no se determinan directamente. En su lugar se determina la proporción de  $Sr^{87}$  a -

$\text{Sr}^{86}$  .  $\text{Sr}^{86}$  es un isótopo que no cambia su abundancia con el tiempo.

Cuando una roca se forma a partir de un magma, todos sus minerales adquieren la misma proporción de  $\text{Sr}^{87}$ , esto es misma proporción de  $\text{Sr}^{87} / \text{Sr}^{86}$  . Esto se denomina la proporción original  $\text{Sr}^{87} / \text{Sr}^{86}$  para la roca o mineral. El contenido de  $\text{Rb}^{87}$  ( y de donde la proporción  $\text{Rb}^{87} / \text{Sr}^{86}$ ) para cada mineral sin embargo no será constante, ya que algunos minerales prefieren al Rb que al Sr. Debido a la desintegración de  $\text{Rb}^{87}$  a  $\text{Sr}^{87}$ , la proporción  $\text{Sr}^{87} / \text{Sr}^{86}$  en varios minerales aumentará con el tiempo a medida que disminuye la proporción  $\text{Rb}^{87} / \text{Sr}^{86}$ .

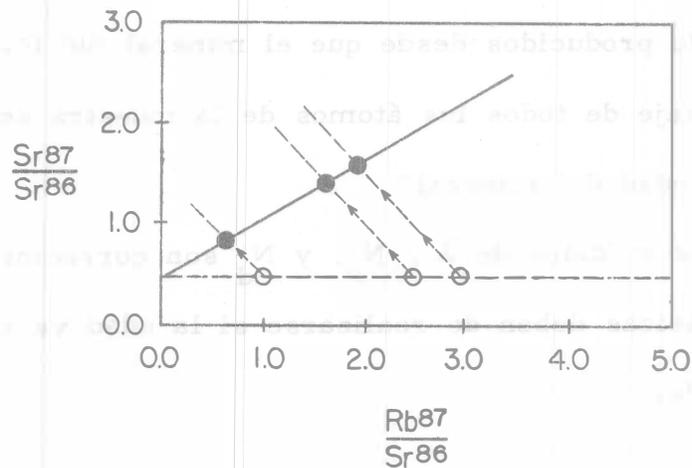


Fig. 22.1

Estas relaciones se muestran gráficamente en la Figura 22.1. Los círculos abiertos representan la composición isotópica inicial de 3 minerales para la misma roca. Dado que todos los minerales dentro de una roca tienen la misma proporción original de  $\text{Sr}^{87} / \text{Sr}^{86}$  estos valores descansan sobre una línea horizontal. A medida que la desintegración procede, la composición isotópica resultante de cada mineral se localizará sobre las líneas punteadas.

Dado que la desintegración radioactiva es puramente estadística, el mineral con la proporción más alta de  $\text{Rb}^{87}/\text{Sr}^{86}$  debería tener un cambio más grande en la composición isotópica que un mineral con una proporción menor. Las proporciones isotópicas en un tiempo dado están representadas -- por los círculos sólidos en la figura 22.1. Una línea recta puede ser dibujada a través de estos puntos interceptando las ordenadas en un punto correspondiente a la proporción original  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ . De donde la proporción original  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$  puede ser calculada si la proporción  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$  presente y la proporción de  $\text{Rb}^{87}/\text{Sr}^{86}$  presente en 2 ó más minerales es conocida.

Utilizando la normalización de  $\text{Sr}^{86}$  (un isótopo que no cambia) y la abundancia inicial de  $\text{Sr}^{87}$  (medida por la proporción original de  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$  en la figura 22.1), la ecuación (5) puede ser escrita como sigue:

$$\frac{\left(\frac{\text{Sr}^{87}}{\text{Sr}^{86}}\right)_{\text{Final}}}{\left(\frac{\text{Rb}^{87}}{\text{Sr}^{86}}\right)_{\text{Final}}} = \frac{\left(\frac{\text{Sr}^{87}}{\text{Sr}^{86}}\right)_{\text{inicial}}}{1} + \lambda t \quad (6)$$

Problema 22.2.- Una roca metamórfica contiene muscovita, biotita y feldespato, los cuales fueron analizados con los siguientes resultados.

|                                 | Feldespato | Biotita | Muscovita |
|---------------------------------|------------|---------|-----------|
| $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ | 0.77       | 0.80    | 0.82      |
| $\text{Rb}^{87}/\text{Sr}^{86}$ | 2.00       | 5.00    | 7.00      |

- a). - Coloca en la gráfica la composición isotópica versus la --  
 proporción de  $Rb^{87}/Sr^{86}$  para cada mineral, figura 22.2.
- b) ¿Cuál fué la proporción original de  $Sr^{87}/Sr^{86}$  para estos mine-  
 rales.
- c). - Utilizando la proporción original  $Sr^{87}/Sr^{86}$ , calcula cuándo -  
 se formó esta roca.



Fig 22.2

| Muestra | $Rb^{87}/Sr^{86}$ | $Sr^{87}/Sr^{86}$ |
|---------|-------------------|-------------------|
| 1       | 0.00              | 0.82              |
| 2       | 1.00              | 0.85              |

GEOLOGIA FISICA  
EJERCICIO # 23  
TEMAS GENERALES

Contesta las siguientes preguntas:

- 1) Durante el gran incendio que destruyó una gran parte de Chicago, -  
los pilares de granito se agrietaron y desconcharon enormemente - -  
mientras que los construidos con caliza resistieron a las llamas --  
con mucho menor daño. ¿Podrías sugerir una explicación?
- 2) El centro de Sonora es árido, el centro de Nayarit es húmedo,  
con considerable precipitación durante el verano. Asumiendo que -  
los suelos se derivan de rocas madre similares, ¿cómo diferiría -  
los perfiles característicos de los suelos en las dos regiones y - -  
porqué?
- 3) En vista de lo que se ha visto sobre infiltración donde esperarías  
que la densidad del desague sea mayor asumiendo pendiente, vege-  
tación y precipitación similares: a) corriente de basalto con numero  
sas fracturas verticales; b) lutitas; c) granito, ¿por qué?
- 4) Punta Barrow, Alaska y Yuma, Arizona, tienen aproximadamente  
la misma precipitación (600 mm al año). Sin embargo Yuma está --  
en medio del desierto y los alrededores de Punta Barrow son princi-  
palmente pantanos. Explica el porqué.

- 5) ¿Donde se puede esperar que la carga disuelta por metro cúbico de agua será mayor en su desembocadura, en el Río Balsas o en el Río Santiago. ¿Porqué?
- 6) Indica los diferentes criterios que se podrían utilizar para distinguir entre los depósitos de llanura de inundación, de delta, y abanico aluvial, en rocas sedimentarias antiguas.
- 7) En qué punto de un abanico aluvial son más gruesos los sedimentos y porqué?
- 8) En las regiones calido-húmedas, los suelos compactos, ricos en arcilla, son -- más propicios para el arrastre que los suelos sueltos de arena y grava, mientras que éstos se desplazan mejor que aquéllos en las regiones árticas. ¿Cuál es la razón para que suceda así?

NOTA:- Estas preguntas han sido transcritas y corregidas del libro, "Principios de Geología" de Gilluly, Waters y Woodford.

GEOLOGIA FISICA II  
EJERCICIO No 24

ASOCIACIONES MINERALOGICAS COMO EVIDENCIA PARA LAS CONDICIONES DE METAMORFISMO.

Se encontró un grupo de 6 diferentes rocas metamórficas, interestratificadas en un solo afloramiento; dado los tipos de roca (Mármoles y Cuarcitas) y las características tales como estratificación remanente, se concluyó que estas rocas fueron en un tiempo sedimentarias. Las asociaciones minerales presentes en éstas rocas metasedimentarias representan condiciones de equilibrio; esto es, se asume que el proceso de metamorfismo duró una cantidad de tiempo suficiente para permitir a las reacciones químicas alcanzar el equilibrio. En procesos metamórficos el equilibrio químico es casi sinónimo de reacciones químicas completas. La Tabla 24.1 lista estas rocas sedimentarias y sus asociaciones de minerales en equilibrio, respectivas. Las asociaciones minerales están dadas en mol por ciento del mineral presente, un concepto que será discutido más extensamente en el problema.

TABLA 24.1

| Rocas - Asociación Mineralógica    | <u>Mol por Ciento</u> |         |              |
|------------------------------------|-----------------------|---------|--------------|
|                                    | Cuarzo                | Calcita | Wollastonita |
| 1.- Cuarcita                       | 100                   | -       | -            |
| 2.- Cuarcita de Wollastonita       | 80                    | -       | 20           |
| 3.- Roca de Wollastonita - Cuarzo  | 40                    | -       | 60           |
| 4.- Roca de Calcita - Wollastonita | -                     | 40      | 60           |
| 5.- Mármol de Wollastonita         | -                     | 80      | 20           |
| 6.- Mármol                         | -                     | 100     | -            |

Nosotros queremos determinar tan precisamente como sea posible las condiciones de presión y temperatura bajo las cuales estas rocas se formaron asumiendo hasta que sea probado

lo contrario, que estas condiciones fueron similares a lo largo de toda el área de afloramiento.

Nosotros notamos que todos los minerales que toman parte pueden ser descritos en términos de los componentes químicos  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ , y  $\text{CO}_2$  y que las únicas fases de posible interés a nosotros en términos de estos componentes son los minerales, cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ), wollastonita ( $\text{CaSiO}_3$ ), calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), y bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Nosotros entonces, estamos interesados en las posibles asociaciones entre 5 minerales y en las reacciones que pueden limitar estas asociaciones.

De observaciones en otros sitios en el terreno o de trabajos previos, nosotros conocemos que la asociación calcita + cuarzo, es reemplazada a alto grado (alta temperatura y presión) por las asociaciones wollastonita + cuarzo ó wollastonita + calcita ó wollastonita, sugiriendo la reacción:



y de trabajos experimentales previos a éste, nosotros sabemos que la calcita a altas temperaturas se desintegra para producir cal.



Del trabajo experimental en  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{SiO}_2$ , nosotros encontramos las presiones y las temperaturas a las cuales estas reacciones toman lugar. Estos datos son mostrados gráficamente en la Figura 24.1.

Por ejemplo a  $500 \text{ lbs/pg}^2$  de presión a medida que aumentamos  $T$ , el cuarzo y la calcita permanecen estables a temperaturas hasta de  $900^\circ\text{C}$  y a esta temperatura reaccionan para formar wollastonita y  $\text{CO}_2$ , y ya sea el cuarzo o la calcita o ambos son consumidos durante la reacción. A esta presión, la calcita por sí misma es estable hasta alrededor de  $1100^\circ\text{C}$ , cuando se descompone a  $\text{CaO}$  y  $\text{CO}_2$ . Dicho de otra forma la coexistencia de cuarzo y calcita es posible

en la región A de la figura 24.1. Pero cuando las condiciones de Temperatura y Presión caen dentro de la región B, el cuarzo reacciona con la calcita para producir Wollastonita y bióxido de carbono. El cuarzo por si mismo es estable a todas las presiones y temperaturas consideradas.

Ahora estamos en una posición de poder determinar que asociación de minerales son posibles en los campos separados por las reacciones. Esto se puede ver fácilmente por medios gráficos utilizando una base triangular con SiO<sub>2</sub>, CaO y CO<sub>2</sub> como los vértices (Fig. 24.2.), cualquier punto en este diagrama representa una composición la cual puede ser expresada en términos de mol por ciento de los componentes SiO<sub>2</sub>, CaO y CO<sub>2</sub>, por ejemplo.

Mol por ciento de los Componentes

|         | SiO <sub>2</sub> | CaO | CO <sub>2</sub> |
|---------|------------------|-----|-----------------|
| Punto A | 100              | —   | —               |
| Punto B | 70               | 30  | —               |
| Punto C | —                | 50  | 50              |
| Punto D | 20               | 40  | 40              |

Un mol de un compuesto químico o mineral es equivalente a un número exacto de átomos. Es igual al número de átomos en la fórmula química multiplicado por la constante de Avogadro, N (N = 6.023 X 10<sup>23</sup>). Por ejemplo; un mol de cuarzo (SiO<sub>2</sub>) es equivalente a N átomos de silicio y 2 N átomos de oxígeno. Mientras que la constante de Avogadro es una parte necesaria en la definición de un mol, es rara vez utilizada en los cálculos químicos; el término mol es un concepto muy útil para considerar reacciones químicas así como para definir fases construidas a partir de sus componentes.

En la ecuación (2) la reacción química puede ser definida como "un mol de CaCO<sub>3</sub> y un mol de CO<sub>2</sub>". Un ejemplo de la construcción de fases a partir de sus componentes sería: "La combinación de un mol de SiO<sub>2</sub> y un mol de CaO para producir un mol de CaSiO<sub>3</sub>"



Sin embargo, esto no debería ser interpretado como una reacción química, su utilidad radica en que se puede colocar la composición de una roca en un diagrama tal como la Figura 24.2., ya que el diagrama está en mol por ciento de los componentes, el colocar la composición de una roca en este diagrama se puede realizar solamente expresando las fases o minerales en función de estos 3 componentes.

Con 3 componentes o fases posibles colocados en la figura 24.2 es posible colocar las otras 2 fases ( $\text{Ca SiO}_3$  y  $\text{Ca CO}_3$ ) considerándolas en términos de sus componentes. Un mol de  $\text{Ca CO}_3$  es equivalente a un mol de  $\text{CaO}$  y un mol de  $\text{CO}_2$ .

De donde nosotros podemos decir que para la calcita hay 50 mol por ciento  $\text{CaO}$  y 50 mol por ciento  $\text{CO}_2$ , lo cual es colocado en la gráfica como punto C. La Wollastonita puede ser colocada rompiéndola entre los componentes  $\text{SiO}_2$  y  $\text{CaO}$ .

Similarmente, las composiciones de otras rocas pueden ser colocadas en este diagrama rompiendo los minerales o fases presentes en sus componentes y determinando el mol por ciento de componentes dentro de la roca. Por ejemplo 50 mol por ciento de cuarzo y 50 mol por ciento de calcita puede ser convertido en  $1/3$  o  $33\ 1/3$  mol por ciento de cada uno de los 3 componentes (los cuales corresponderían a un punto en el centro exacto del triángulo de la figura 24.2). Es posible interpretar un punto en el diagrama como una asociación mineral trabajando en forma contraria. Por ejemplo punto D podría corresponder a  $33\ 1/3$  mol por ciento de cuarzo y  $66\ 2/3$  mol por ciento de calcita ó  $33\ 1/3$  mol por ciento de  $\text{Ca SiO}_3$ ,  $\text{Ca CO}_3$ , y  $\text{CO}_2$ .

En base de la Ley Baldy la cual indica " algo de ello más el resto de ello es igual a todo ello", la composición de cualquier roca en este diagrama debe descansar dentro del polígono que une representando las composiciones de las fases de las cuales está compuesta: Es decir, si está compuesta de una fase, la composición de la roca debe quedar en el punto representando la composición de la fase. Si está compuesta de 2 fases debe quedar en la línea que

une las composiciones de las 2 fases, si está compuesta de 3 fases, dentro del triángulo definido por los 3 puntos correspondientes.

Las fases que pueden coexistir una con otra en una región limitada por ciertas temperaturas y presiones (véase la fig.24.1.) están unidas unas a otras por medio de una línea - (línea de unión) que une las 2 fases. Esto implica que una roca cuya composición esté en esta línea está compuesta de estas 2 fases. Dentro de la región A nosotros vemos que la Wollastonita y el bióxido de carbono no pueden coexistir. De donde la línea de unión entre estas fases no está dibujada.

El diagrama puede entonces ser subdividido en base a estas líneas de unión, dando lugar a posibles asociaciones estables.

- 1.- Asociación de una fase, por ejemplo: Cuarzo
- 2.- Asociaciones de 2 fases, por ejemplo: Cuarzo + Calcita
- 3.- Asociaciones de 3 fases, por ejemplo: Cuarzo + Wollastonita + Calcita

#### PROBLEMAS.-

24.1.- En la Fig.24.2 coloca y rotula las composiciones de las rocas dadas en la Tabla 24.1 y une las líneas de unión entre pares de minerales coexistentes observados.

24.2.- Determina que asociaciones están permitidas en los diagramas de las regiones B y C de la Figura 24.1. y completa el dibujo de las líneas de unión apropiadas rotulando todos los campos de tres fases.

24.3.- Por comparación de las asociaciones observadas (fig. 24.2) con los datos teóricos y experimentales (figura 24.1.) ¿qué puedes decir acerca de las condiciones de formación de las rocas que están en discusión?

24.4.- Como se podría modificar este rango de condiciones si considerara que:

- a) no se encuentra ninguna asociación Cuarzo + Calcita, y
- b) que las rocas sedimentarias originales fueron, arenas de cuarzo, arenas calcáreas calizas arenosas y caliza; esto es, consistían de cuarzo, cuarzo + calcita ó - calcita.

24.5.- Si nuestra asunción de las condiciones originales de estas rocas es correcta, ¿ por qué la composición presente no descansa en la unión calcita-cuarzo?

24.6.- Comenta sobre los méritos relativos de definir las condiciones P y T de metamorfismo en base a la presencia de minerales individuales versus asociaciones mineralógicas.

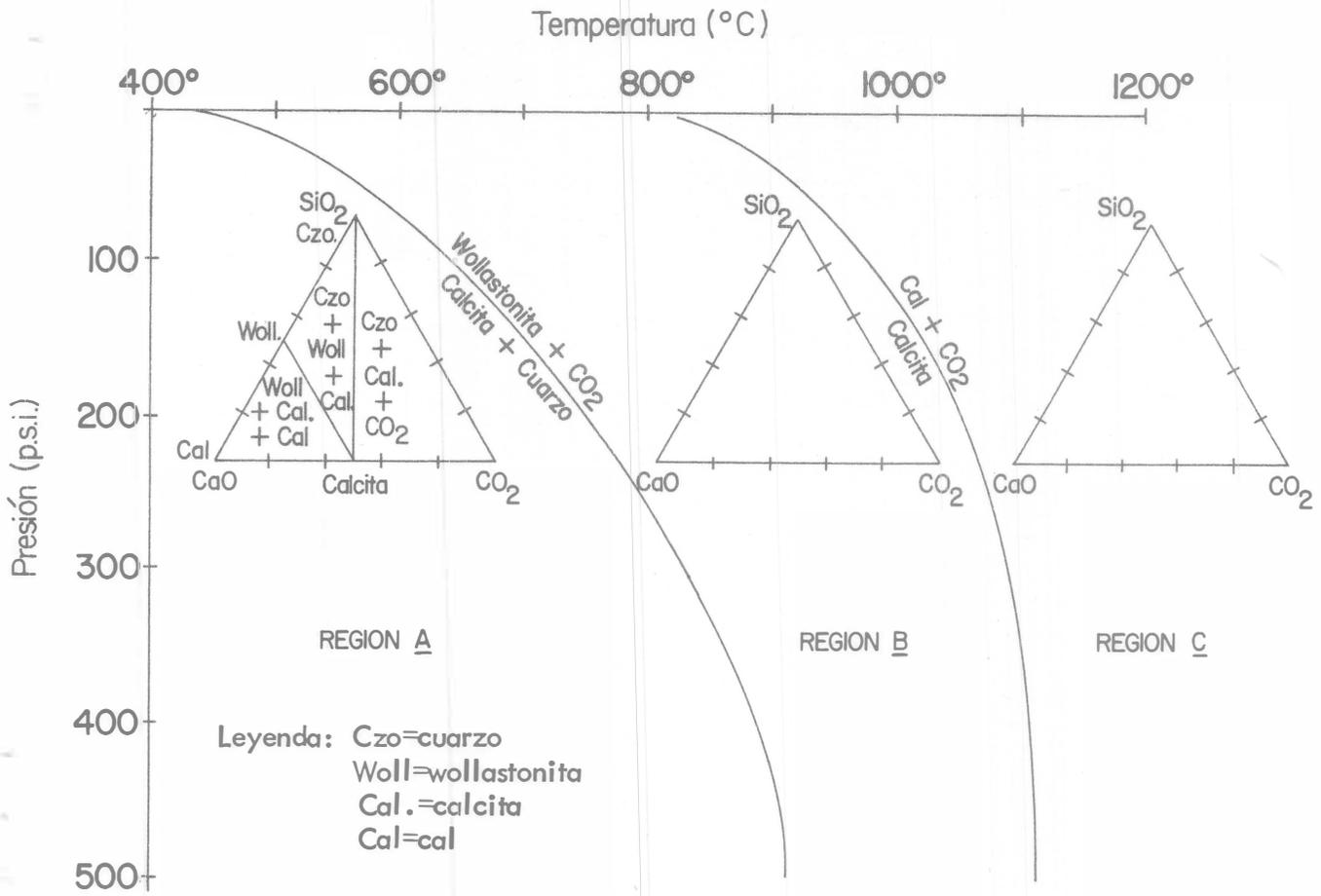
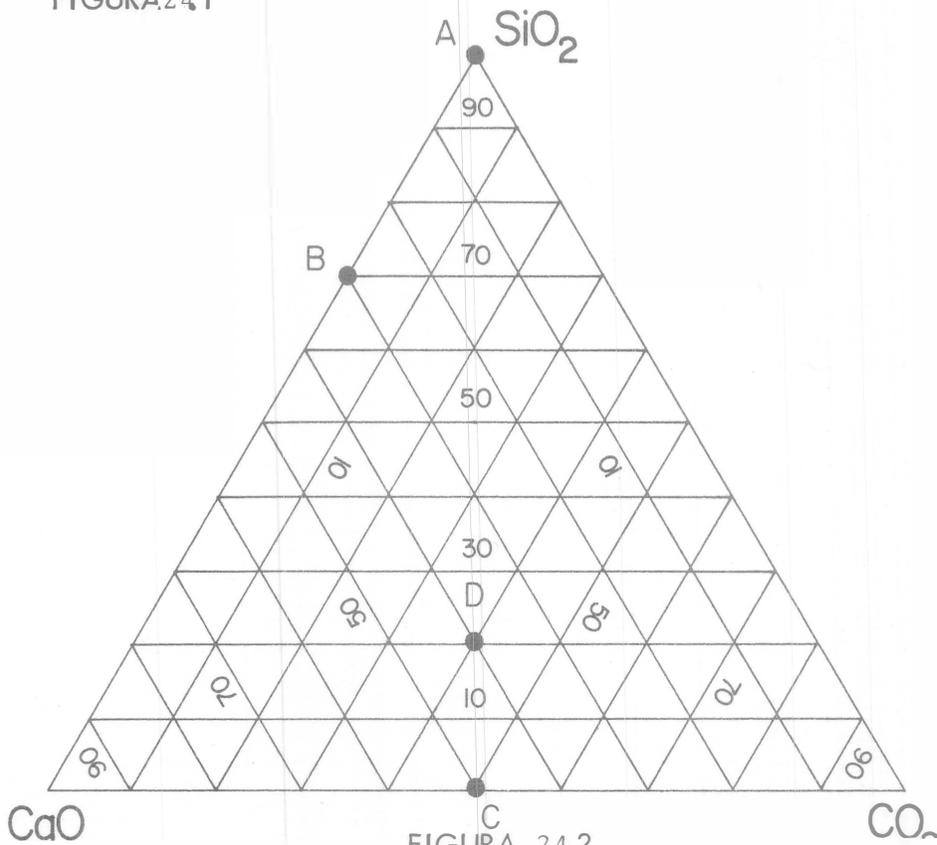


FIGURA 24.1



GEOLOGIA FISICA II  
EJERCICIO NUM.25

ONDAS SISMICAS Y EL INTERIOR DE LA TIERRA.

Tiempos de viaje observados en las ondas sísmicas.

Ejemplos de sismogramas de terremotos -- serán vistos en clase. La discusión incluirá los instrumentos que sirven para registrar y los métodos para reconocer los arribos de ondas sísmicas, de donde antes de trabajar con este problema tú deberás saber como se miden los tiempos de recorrido.

Las tablas 251 y 252 son listas de horas de llegada de las ondas sísmicas en varias estaciones de sismógrafos en el mundo. Todos los tiempos están corregidos en función del tiempo patron de Greenwich -- (GMT) para los tiempos locales. La tabla 25.1 incluye datos de las ondas más importantes que llegaron a varias estaciones, de un terremoto localizado cerca de la parte norte de Nueva Guinea y que ocurrió el 14 de diciembre de 1961, la tabla 25.2 incluye datos semejantes de un terremoto localizado en la isla norte de Nueva Zelandia, que ocurrió el 27 de diciembre de 1961. Los tiempos de llegada de las ondas más importantes están dados para todas las estaciones que los registraron y los tiempos de recorrido han sido calculados para la mayoría de las ondas. (tiempo recorrido = hora de llegada - hora en el origen). Las distancias de las estaciones de registro al epicentro del terremoto estan dadas en términos de distancia sobre la superficie, distancia de cuerda y grados de arco sostenidos desde el centro de la tierra.

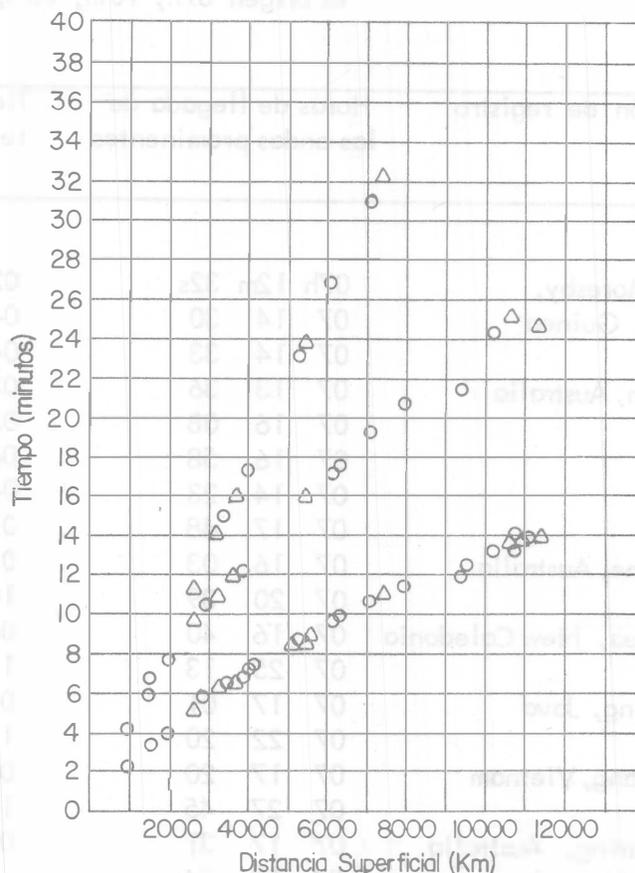


FIGURA 25.1

Problemas:

- 25.1.- Calcula el tiempo de recorrido registrado para las ondas en Matsushiro, Japón (Tabla 25.1) y Fort Nelson (Tabla 25.2) y enlístalos en las tablas.

En la gráfica de la Fig. 25.1 la mayor parte de los tiempos de recorrido de las ondas más importantes han sido colocadas en la gráfica, en función de las distancias superficiales entre los epicentros de los terremotos y las estaciones registradoras. La Fig. 25.1 incluye los puntos para ambos terremotos; los círculos representan puntos del terremoto de Nueva Guinea; los triángulos representan el terremoto de Nueva Zelandia.

- 25.2.- Coloque en la Fig. 25.1 los tiempos de recorrido que calculaste en el problema 25.1 (utiliza lapiz rojo).

TABLA 25.1 Datos de la Llegada de las ondas de un terremoto que ocurrió el 14 de diciembre de 1961 cerca del lado Norte de Nueva Guinea. Localización 3°1' Sur, -- 140°9' Este. Profundidad del Foco 44 Km. Hora en el origen 07h, 10m, 23 s, (GMT).

| Estación de registro        | Horas de Llegada de las ondas prominentes | Tiempos de recorrido | Dist. Sup. en Km. | Dist. de la Cuerda en Km. | Grados de Arco |
|-----------------------------|---|----------------------|-------------------|---------------------------|----------------|
| Port Moresby,<br>New Guinea | 07h 12m 32s                               | 02m 09s              | 950               | 949                       | 8.6            |
|                             | 07 14 30                                  | 04 07                |                   |                           |                |
|                             | 07 14 33                                  | 04 10                |                   |                           |                |
| Darwin, Australia           | 07 13 36                                  | 03 13                | 1500              | 1498                      | 13.5           |
|                             | 07 16 08                                  | 05 45                |                   |                           |                |
|                             | 07 16 58                                  | 06 35                |                   |                           |                |
| Guam                        | 07 14 23                                  | 04 00                | 1950              | 1942                      | 17.6           |
|                             | 07 17 48                                  | 07 25                |                   |                           |                |
| Brisbane, Australia         | 07 16 03                                  | 05 40                | 2860              | 2833                      | 25.7           |
|                             | 07 20 39                                  | 10 16                |                   |                           |                |
| Noumea, New Caledonia       | 07 16 40                                  | 06 17                | 3370              | 3321                      | 30.3           |
|                             | 07 25 13                                  | 14 50                |                   |                           |                |
| Lembang, Java               | 07 17 01                                  | 06 48                | 3720              | 3672                      | 33.5           |
|                             | 07 22 20                                  | 11 57                |                   |                           |                |
| Nhatrang, Vietnam           | 07 17 20                                  | 06 57                | 3960              | 3894                      | 35.6           |
|                             | 07 27 45                                  | 17 22                |                   |                           |                |
| Mundaring, Australia        | 07 17 31                                  | 07 08                | 4050              | 3990                      | 36.5           |
|                             | Matsushiro, Japan                         | 07 17 54             |                   |                           |                |
|                             | 07 23 54                                  |                      |                   |                           |                |
|                             | 07 29 57                                  |                      |                   |                           |                |
| Vladivostok, U.S.S.R.       | 07 18 58                                  | 08 35                | 5230              | 5090                      | 47.1           |
|                             | 07 33 19                                  | 22 56                |                   |                           |                |
| Chittagong, Pakistan        | 07 19 51                                  | 09 28                | 6080              | 5853                      | 54.7           |
|                             | 07 27 23                                  | 17 00                |                   |                           |                |
|                             | 07 37 03                                  | 26 40                |                   |                           |                |
| Shillong, India             | 07 19 57                                  | 09 34                | 6250              | 6010                      | 56.3           |
|                             | 07 27 39                                  | 17 16                |                   |                           |                |
| Irkoutsk, U.S.S.R.          | 07 20 58                                  | 10 27                | 7050              | 6705                      | 63.5           |
|                             | 07 29 29                                  | 19 06                |                   |                           |                |
|                             | 07 41 18                                  | 30 55                |                   |                           |                |
| Bombay, India               | 07 21 37                                  | 11 14                | 7890              | 7398                      | 71.0           |
|                             | 07 30 53                                  | 20 30                |                   |                           |                |
| Tiksi, U.S.S.R.             | 07 22 08                                  | 11 45                | 9360              | 8540                      | 84.2           |
|                             | 07 31 42                                  | 21 19                |                   |                           |                |
|                             | 07 51 26                                  | 41 03                |                   |                           |                |
| College, Alaska             | 07 22 56                                  | 12 33                | 9450              | 8616                      | 85.1           |
| Teheran, Iran               | 07 23 30                                  | 13 07                | 10180             | 9133                      | 91.6           |
|                             | 07 34 32                                  | 24 09                |                   |                           |                |
| Tananarive, Madagascar      | 07 23 35                                  | 13 12                | 10200             | 9148                      | 91.8           |
| Tibilisi, U.S.S.R.          | 07 23 53                                  | 13 30                | 10730             | 9511                      | 96.6           |
| Moskva, U.S.S.R.            | 07 24 14                                  | 13 51                | 10710             | 9497                      | 96.4           |
| Pasadena, California        | 07 24 20                                  | 13 57                | 11100             | 9752                      | 99.9           |

TABLA 252.- Datos de la llegada de las ondas del terremoto que ocurrió el 27 de diciembre de 1961, cerca de la isla Norte de Nueva Zelandia.  
Localización: 41°2' Sur, 175°8' Este. Profundidad del Foco: 40 Km. Hora en el Origen: 23h,48m,02s (GMT)

| Estación de registro       | Horas de Llegada de las ondas prominentes | Tiempos de recorrido | Dist. Sup. en Km. | Dist. de la Cuerda en Km. | Grados de Arco |
|----------------------------|---|----------------------|-------------------|---------------------------|----------------|
| Wellington, New Zealan     | 23h 48m 17s                               | 00m 15s              | 80                | 80                        | 0.7            |
| Fort Nelson                | 23 52 45                                  |                      | 2330              | 2321                      | 21.0           |
|                            | 23 56 51                                  |                      |                   |                           |                |
|                            | 23 58 15                                  |                      |                   |                           |                |
| Brisbane, Australia        | 23 53 18                                  | 05 06                | 2560              | 2540                      | 23.0           |
|                            | 23 57 36                                  | 09 34                |                   |                           |                |
|                            | 23 59 13                                  | 11 11                |                   |                           |                |
| Afiamalua, Samoa           | 23 54 10                                  | 06 08                | 3200              | 3167                      | 28.8           |
|                            | 23 58 48                                  | 10 46                |                   |                           |                |
|                            | 24 02 04                                  | 14 02                |                   |                           |                |
| Charters Towers, Australia | 23 54 34                                  | 06 32                | 3620              | 3576                      | 32.6           |
|                            | 23 59 54                                  | 11 52                |                   |                           |                |
|                            | 24 03 55                                  | 15 53                |                   |                           |                |
| Byrd, Antarctica           | 23 56 17                                  | 08 15                | 5000              | 4876                      | 45.0           |
| Mundaring, Australia       | 23 56 37                                  | 08 35                | 5350              | 5202                      | 48.2           |
|                            | 24 03 52                                  | 15 50                |                   |                           |                |
| South Pole, Antarctica     | 23 56 46                                  | 08 44                | 5420              | 5262                      | 48.8           |
|                            | 24 11 48                                  | 23 46                |                   |                           |                |
| Honolulu, Hawaii           | 23 58 58                                  | 10 56                | 7330              | 6930                      | 65.9           |
|                            | 24 20 11                                  | 32 09                |                   |                           |                |
| Pasadena, California       | 24 01 36                                  | 13 34                | 10670             | 9467                      | 96.0           |
|                            | 24 13 04                                  | 25 02                |                   |                           |                |
| La Paz, Bolivia            | 24 01 39                                  | 13 37                | 10800             | 9556                      | 97.2           |
| Shillong, India            | 24 01 53                                  | 13 51                | 11330             | 9900                      | 102.0          |
|                            | 24 12 33                                  | 24 31                |                   |                           |                |

- 25.3.- ¿Cuántas curvas separadas parece que se requieren para incluir razonablemente todos los puntos de ambos terremotos? Dibuja las curvas que mejor contienen los puntos.

Nosotros mostraremos más adelante que los tiempos de recorrido de las ondas sísmicas, dependen primordialmente de las propiedades físicas (densidad, etc.) del interior de la Tierra y que una distancia superficial mayor, corresponde a una profundidad mayor de penetración. Preguntémonos ahora si las propiedades físicas del interior de la Tierra dependen sólo de la profundidad, o si dependen también de su localización geográfica. Esto es si la Tierra está compuesta de capas concéntricas como una cebolla o si las capas tienen forma de cuña como un pedazo de pie. Una forma de contestar esto es comparando los tiempos de recorrido de las ondas sísmicas que han viajado a la misma distancia pero a través de áreas geográficas diferentes.

- 25.4.- Inspecciona los datos de la Fig.25.1. para comparar los tiempos de recorrido de los 2 diferentes terremotos. Dando caviada a pequeñas variaciones debidas a lo inexacto de las mediciones ¿Concluyes que los datos muestran una dependencia fuerte de la localización geográfica ó no?

Basándose en la discusión del párrafo anterior ¿Qué puedes concluir referente a las propiedades físicas del interior de la Tierra?

Representación de la distancia por grados de arco en lugar de por Km.

Hasta ahora hemos medido la distancia sobre la superficie de la Tierra en Km, esto tiene dos desventajas

- 1) En ocasiones desearemos medir la distancia entre 2 puntos que no están en la superficie o incluso a la misma profundidad. y
- 2) El uso de Km. obscurece las propiedades esféricas de la tierra.

Estas desventajas se pueden librar midiendo las distancias superficiales en grados de arco.

En la Fig.25.2 la distancia superficial X en Km. está relacionada a la distancia angular por  $X = R\Theta$ , donde  $\Theta$  está expresado en radianes  $\Theta$  (radianes) =  $\theta$  (en grados)  $\frac{3.1416}{180^\circ}$

Entonces en el ejemplo mostrado, donde  $\Theta = 45^\circ$  la correspondiente distancia superficial es  $X = 6370 \text{ Km.} \times 45^\circ \times \frac{3.1416}{180^\circ} = 5000 \text{ Km.}$

Problema:

25 .5.- En la Fig 25.1 marque con una flecha roja el punto sobre el eje correspondiente a una distancia angular de 90°.

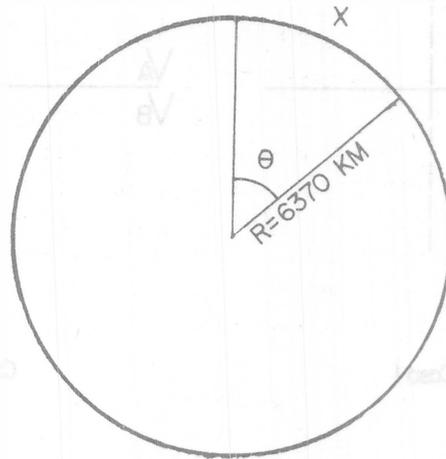


FIGURA 25.2

Flexión de las ondas sísmicas al pasar de un tipo de material a otro

Recordará de óptica qué un rayo de luz es desviado cuando pasa de aire a vidrio o de vidrio a aire. Esto ocurre porque la velocidad de la luz es diferente en los 2 medios. La ley que rige la desviación de la luz se denomina Ley de Snell.

Exáctamente lo mismo sucede con los rayos sísmicos en la tierra cuando pasan de un medio a otro. La ley Snell nos dá la relación.

$$\frac{\text{Sen } A}{V_A} = \frac{\text{Sen } B}{V_B}$$

donde: A = Angulo de incidencia ó disidencia en el medio A, con velocidad  $V_A$

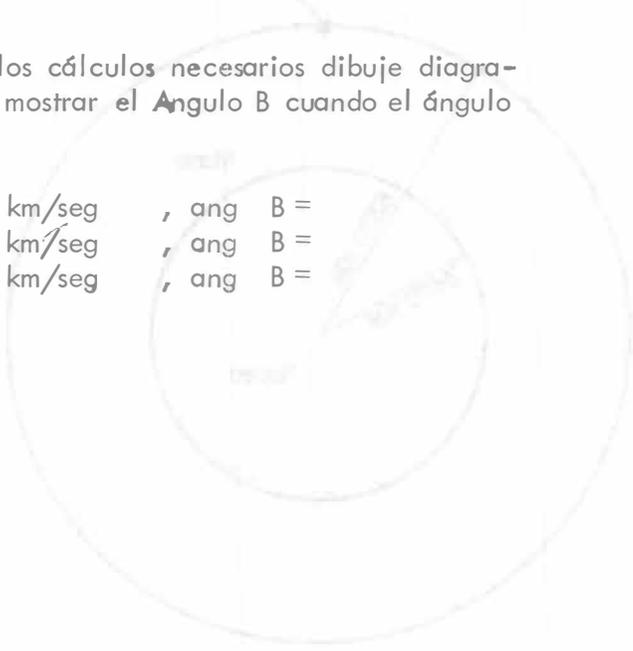
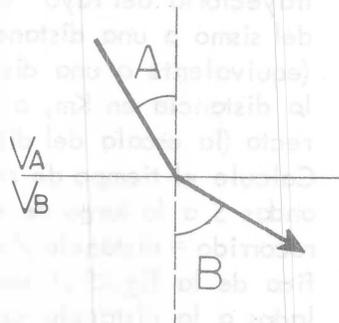
B = Angulo de incidencia ó disidencia en el medio B, con velocidad  $V_B$

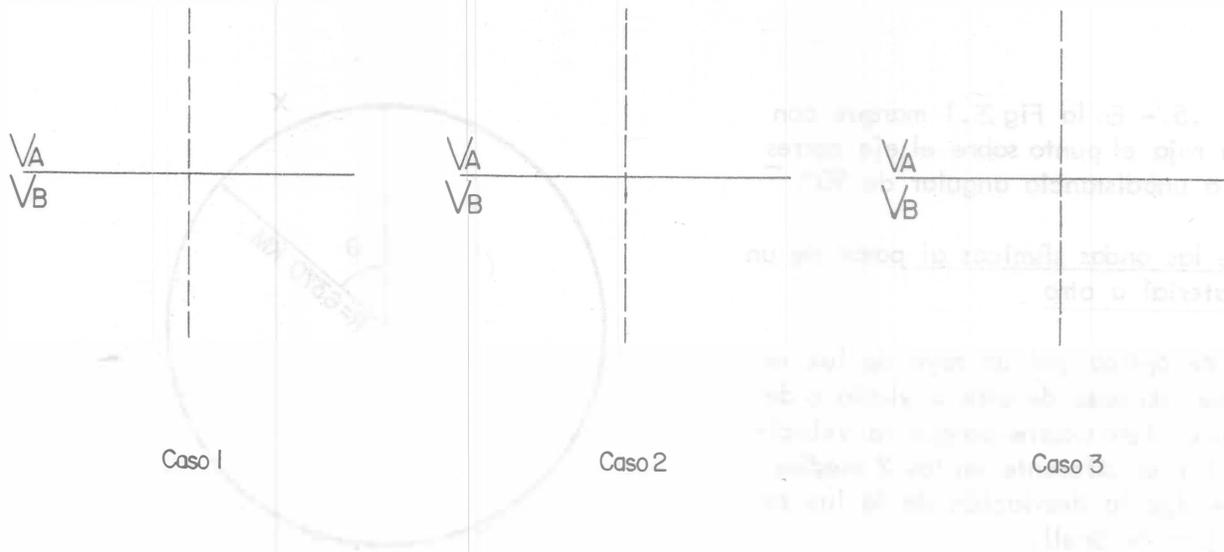
(el rayo puede viajar en cualquier dirección)

Problema:

25.6.- Usando las tablas trigonométricas para los cálculos necesarios dibuje diagramas como el que se observa abajo para mostrar el Angulo B cuando el ángulo A es 45° y  $V_A = 8 \text{ Km/seg}$ :

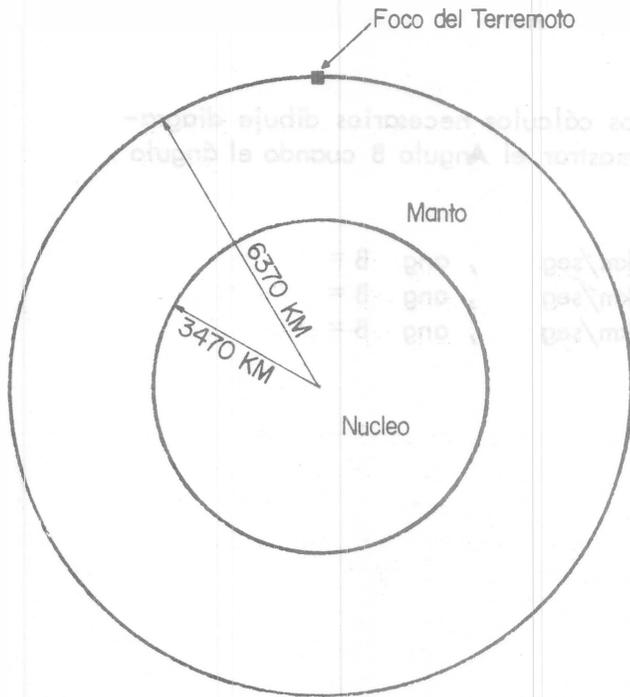
- Caso 1)  $V_B = 10 \text{ km/seg}$  , ang B =
- Caso 2)  $V_B = 6 \text{ km/seg}$  , ang B =
- Caso 3)  $V_B = 8 \text{ km/seg}$  , ang B =





Relaciones entre los tiempos de recorridos sísmicos y la estructura interna de la Tierra.-

Para deducir la estructura interna de la Tierra a partir de los tiempos de recorrido de las ondas sísmicas, debemos encontrar un modelo para la estructura interna, el cual produzca tiempos esperados que estén de acuerdo con tiempos observados. Esto es esencialmente un proceso de ensayo y error y no esperamos que en este curso lo desarrolles. Lo único que podemos hacer es darte un modelo aproximado y pedirte que verifiques que hay algo de similitud con los tiempos observados. La Fig 25.3 muestra el modelo aproximado con el núcleo y el manto de la Tierra dibujados a escala. Las velocidades reales de las ondas sísmicas en la Tierra, no son completamente independientes de la profundidad pero para nuestro propósito será suficiente tomarlas constantes como sigue:



Manto.- velocidad onda P = 12 km/seg  
 velocidad onda S = 7 km/seg

Núcleo.- velocidad onda P = 9 km/seg.

De la ley de Snell concluimos también, que los rayos serán líneas rectas para medios de velocidad -- constante.

Problema 25.7.- Usando, un transportador, dibuje la trayectoria del rayo en la Fig. 25.3, desde el foco del sismo a una distancia superficial de 9000 km. (equivalente a una distancia angular = 81°). Mida la distancia en Km, a lo largo de un rayo en línea recta (la escala del dibujo es: 1 cm = 1500 km.) -- Calcule el tiempo de recorrido para las ondas P y las ondas S a lo largo de esta trayectoria. (tiempo de recorrido = distancia / velocidad). Coloque en la gráfica de la fig.25.1 sus tiempos de recorrido calculados a la distancia correcta.

FIGURA 25.3

Tiempo de recorrido para las ondas P =

Tiempo de recorrido para las ondas S =

- 25.8.- La Fig.25.1 muestra 3 curvas separadas que corresponden a 3 llegadas sísmicas separadas a cada distancia. La curva superior corresponde a las ondas superficiales que han viajado a lo largo de la superficie de la Tierra, desde el Foco del sismo hasta la estación de registro. De los resultados de la pregunta 25.7 ¿ puedes identificar la trayectoria de la onda y el tipo de onda para cada una de las otras 2 curvas? ( rotula los tipos de onda en la figura).

Se ha dibujado el núcleo de la Tierra en la Figura25.3, con un radio de 3470 km. La evidencia que ha servido como base para este diagrama es lo que se denomina la zona de sombra para las ondas sísmicas. Las ondas directas se dejan de observar más allá de una cierta distancia ( a pesar de que algunas ondas reflejadas se siguen observando).

- 25.9.- Calcule la distancia angular a la cual empieza la zona de sombra, para hacerlo, dibuje una línea recta desde el foco del sismo en la figura25.3 de forma que pase tangente al núcleo de la tierra, extienda esta línea hasta que regrese a la superficie de la tierra y entonces mida la distancia angular con un transportador. (la distancia calculada será un poco mayor que el valor observado de 105° porque las trayectorias reales de los rayos están ligeramente cóncavos hacia arriba en lugar de ser líneas rectas).

Distancia Angular =

Un problema más realista, por supuesto, sería trabajar, en sentido contrario: Empezar con la distancia en la cual las ondas dejan de ser observadas y por ensayo y error deducir el radio del núcleo de la Tierra.

No trataremos de hacer esto ahora.

Una propiedad interesante del Núcleo de la Tierra es que los rayos sísmicos son desviados fuertemente cuando pasan a través de él. La flexión tiene lugar tanto al entrar el rayo al Núcleo como al salir de él.

- 25.10.- Utilizando la ley de Snell junto con las velocidades dadas al principio de esta sección, dibuje en la fig. 25.3 la trayectoria de un rayo desde el foco del sismo a través del núcleo de la Tierra y de regreso a la superficie. (Puedes seleccionar el rayo que deseés, excepto la línea recta al centro de la Tierra). ¿Es la distancia total del rayo más grande que 180°?

## GEOLOGIA FISICA II

## EJERCICIO No. 26

MAGNITUD Y ENERGIA DE UN SISMO.

Este problema es sobre la relación existente entre la magnitud de un sismo y la cantidad de energía liberada durante el sismo. Para entender un sismo, es necesario determinar el origen de la energía que lo causa y el mecanismo por el cual esta energía se liberó. Se da aquí una breve descripción de un método usado para relacionar la energía y magnitud, y un ejemplo simple de como la energía puede ser almacenada.

La explicación está escrita en forma programada y se sugiere que resuelvas las respuestas indicadas por los espacios vacíos y después revises tus respuestas con los resultados de la última página.

1.- La Escala de Magnitud de un sismo es un intento de catalogar los sismos, cuanto mayor es el sismo, mayor es su magnitud.

P.- Los sismos pueden ser clasificados de acuerdo a su \_\_\_\_\_.

2.- Otra clase de escalas se obtienen clasificando los sismos en base a su intensidad.

La escala de magnitud difiere de la escala de intensidad en que refleja el tamaño del sismo en el origen o epicentro del terremoto, mientras que la escala de intensidad es más subjetiva y se refiere a los efectos de un terremoto en una localidad particular, quizá lejos del epicentro.

P.- Las escalas de intensidad se diferencian de las escalas de magnitud en que ellas se refieren a puntos los cuales pueden estar \_\_\_\_\_ del epicentro.

3.- Un sismógrafo es un instrumento que registra los golpes y movimientos de los sismos, un sismograma es la traza o marca de una vibración terrestre.

P.- A la traza o marca de una vibración terrestre se le llama \_\_\_\_\_.

4.- El sismo patrón es definido como aquel que causa una traza de un milímetro sobre un sismógrafo patrón a una distancia del epicentro de 100 Km. se le asigna una magnitud arbitraria de 3. La magnitud esta basada en una escala logarítmica o sea el número el cuál indica a magnitud, en un exponente de 10.

P.- Un sismo patrón ocurrido a 100 Km. de distancia de un sismógrafo patrón causará una traza de \_\_\_\_\_ mm. sobre el sismograma y se le designará una magnitud de \_\_\_\_\_.

5.- Para calcular la magnitud de cualquier sismo basada en el sismo patrón, cuya magnitud es 3, es necesario conocer la distancia entre la estación de registro y el epicentro. La amplitud de la traza máxima es entonces medida en milímetros. Usando el nomograma (Fig. 26.1) busca la relación entre la altura de la traza, la distancia al epicentro y la magnitud.

P.- Trazas del mismo tamaño sobre un sismograma indica un terremoto de mayor magnitud cuando el sismógrafo esta \_\_\_\_\_ del epicentro.

6.- La escala de magnitud es llamada escala de Richter, la escala de intensidades más usada es la Escala modificada de Intensidades de Mercali.

7.- Un sismo ocurre cuando hay una repentina liberación de energía, la porción de esta energía que es registrada sobre un sismógrafo es debido al movimiento ondulatorio. Un mecanismo obvio para la liberación de energía es un fallamiento. En este caso la cantidad total de energía liberada es el trabajo mecánico de las masas de roca en movimiento; generación de calor como resultado de la fricción; y radiación de varios tipos de ondas sísmicas: Esta última parte de la energía liberada es la cantidad de energía sobre la que está basada la escala de magnitud de Richter.

P.- La escala de magnitudes para terremotos esta basada en la energía liberada, la cual es radiada como \_\_\_\_\_.

8.- Una vez determinada la magnitud de un terremoto, la cantidad de energía liberada como ondas puede ser calculada aproximadamente por la siguiente fórmula:

$$\log E = 11.4 + 1.5 M, \text{ donde } E = \text{Energía y } M = \text{Magnitud.}$$

Esta es una fórmula empírica; es decir; se ha derivado de muchas observaciones, experimentos y cálculos teóricos relacionados. Nótese que es usado el logaritmo de la energía.

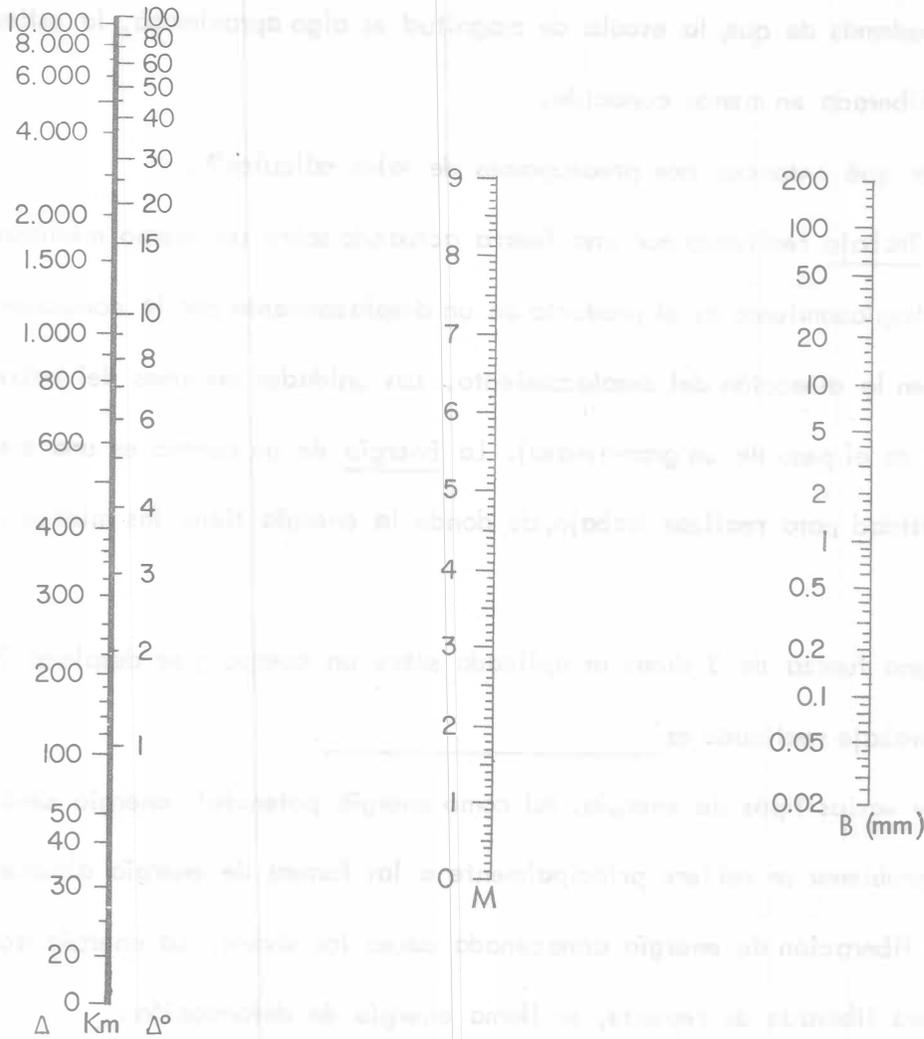


FIG.26.-1

Nomograma para determinar magnitudes de sismos (M), a partir de la amplitud de la TRAZA (B) en milímetros de un sísmograma patrón, y basado en un sismo patrón de magnitud 3, la cual causa una traza de 1mm en un sísmograma patrón a 100 Km de distancia del epicentro.

Valores correspondientes de  $\Delta$  , B y M estarán todos en una línea recta. (Según Gutenberg y C. F. Richter, 1942, Bull. Seism. Soc. Am., V. 32, p. 164.

Tu podrás ver como se usa más adelante en los problemas.

P.- La relación entre la magnitud de un sismo y la energía liberada está basada puramente sobre bases \_\_\_\_\_.

9.- La fórmula en el inciso 8 expresa la cantidad de energía liberada en forma de ondas. Para calcular la energía total liberada por un sismo es necesario conocer que porcentaje de la energía total es liberada como ondas. Hasta el momento solo se puede estimar este

factor. Así que, además de que, la escala de magnitud es algo aproximada, la estimación de la energía total liberada es menos conocida.

P.- ¿Por qué entonces nos preocupamos de tales cálculos?.

10.- El Trabajo realizado por una fuerza actuando sobre un cuerpo mientras que el cuerpo sufre un desplazamiento es el producto de un desplazamiento por la componente de la fuerza actuando en la dirección del desplazamiento. Las unidades comunes del trabajo son dina - cm ( un dina es el peso de un gramo masa). La Energía de un cuerpo es una medida de su capacidad o habilidad para realizar trabajo, de donde la energía tiene las mismas unidades que el trabajo.

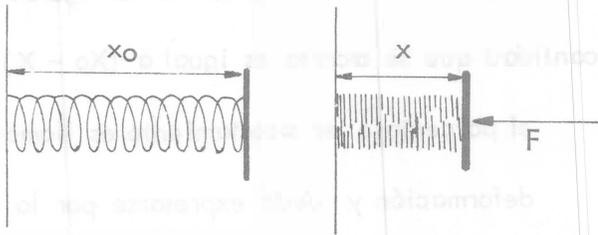
P.- Si una fuerza de 3 dinas es aplicada sobre un cuerpo y se desplaza 2 cm. paralela a la fuerza, el trabajo realizado es \_\_\_\_\_.

II.- Hay varios tipos de energía, tal como energía potencial, energía cinética, calorífica, etc. Este problema se refiere principalmente a las formas de energía almacenada donde se asume que la liberación de energía almacenada causa los sismos. La energía acumulada en las rocas, que será liberada de repente, se llama energía de deformación.

P.- Los sismos son el resultado de \_\_\_\_\_.

12.- El mecanismo para la acumulación de energía de deformación, se explica fácilmente por una discusión de un elemento elástico como un resorte, la fuerza requerida para comprimir el resorte a cierta distancia, es directamente proporcional a la distancia que se comprime el resorte. Siendo K la constante de proporcionalidad o constante del resorte. Esto puede escribirse matemáticamente como sigue  $F = KX$ .

13.- Antes de que una fuerza se aplique al resorte, tiene una longitud original  $X_0$ , cuando la fuerza se aplica el resorte se comprime y su longitud es X. La fuerza requerida es proporcional a la diferencia entre la longitud original y la final  $X_0 - X$ .

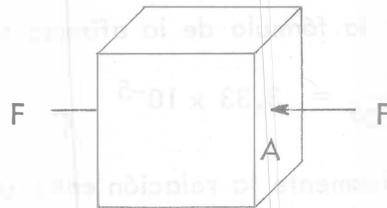


P.- La fórmula correcta para la fuerza sobre el resorte donde  $X_0$  es la longitud original y  $X$  es la longitud del resorte comprimido es \_\_\_\_\_.

14.- La compresión de un resorte es análoga a la energía almacenada en las rocas; cuando se aplica una fuerza de compresión a un resorte, se almacena energía en el resorte en una cantidad igual al trabajo realizado por el resorte. En la Tierra ciertas fuerzas comprimen las rocas, y el trabajo realizado en la compresión es igual a la energía almacenada en las rocas (energía de deformación). La fórmula derivada de la afirmación 13 es por tanto aplicable a la compresión de la roca.

15.- En la compresión de un cuerpo rocoso, la fuerza es aplicada sobre una área. La fuerza opera sobre una unidad de área y se le llama esfuerzo ( $\sigma$ ). El esfuerzo se mide en unidades de fuerza por unidad de área. Por ejemplo:  $\text{Kg}/\text{cm}^2$ .

P.- Si una fuerza de 10 Kg. actúa sobre la cara de una roca cuyo lado mide 5 cm. el esfuerzo es \_\_\_\_\_.



16.- La ecuación derivada de la afirmación 13 la podemos reescribir como:

$$\frac{F}{A} = \frac{K}{A} (X_0 - X)$$

donde  $A$  es el área perpendicular a la fuerza aplicada y donde el esfuerzo ( $\sigma$ ) es fuerza por unidad de área ( $\frac{F}{A}$ ) entonces:  $\sigma = \frac{K}{A} (X_0 - X)$

17.- Una roca sujeta a una fuerza será comprimida como lo presenta la figura.

Si  $X_0$  es la longitud original de la roca, la cantidad que se acorta es igual a  $(X_0 - X)$

el porcentaje de acortamiento es llamado

deformación y puede expresarse por la re-

lación de la variación en la longitud -

$(X_0 - X)$  sobre la longitud original ( $X_0$ ).

La Ecuación de la afirmación 16 puede

escribirse entonces

$$\sigma = \frac{K X_0}{A} \left( \frac{X_0 - X}{X_0} \right)$$

El factor  $\left( \frac{X_0 - X}{X_0} \right)$  es la deformación

( $\epsilon$ ).

Nótese que la deformación es adimensional siendo una longitud dividida por una longitud. El factor  $\frac{K X_0}{A}$  es una nueva constante la cual tiene las mismas dimensiones de un esfuerzo, y es llamada Módulo de elasticidad  $G$ . ( $G$ ) por lo tanto nuestra ecuación es:

$$\sigma = G \epsilon$$

18.- Si la constante  $G$  tiene un valor de  $21 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$  y el esfuerzo  $70 \text{ Kg/cm}^2$ , podemos calcular la deformación por la fórmula de la afirmación 17 y tenemos:

$$\epsilon = \frac{\sigma}{G} = \frac{70}{21 \times 10^5} = 3.33 \times 10^{-5}$$

19.- La figura muestra gráficamente la relación entre un esfuerzo gradualmente aplicado sobre una roca y con un valor constante  $G$  (Módulo de elasticidad) y la deformación resultante. Nótese que un esfuerzo de cero no produce deformación y al aumentar progresivamente el esfuerzo resulta una cantidad proporcionalmente mayor de deformación.

¿ Como podríamos calcular la cantidad de energía almacenada como deformación en esta situación (Teniendo en cuenta que deformación y energía de deformación son 2 cosas diferentes) ?.

Recordando de la afirmación 10 que el trabajo es igual al producto de una fuerza y un desplazamiento correspondiente ( $W = F d$ ). La energía almacenada resultante es igual al trabajo realizado. En el diagrama de abajo Esfuerzo - deformación, el esfuerzo es proporcional a la fuerza aplicada a la roca, y la deformación es un desplazamiento compresivo lineal.

Dado que el esfuerzo sobre la roca ha sido aplicado en incrementos, comenzando desde cero, hasta alcanzar un esfuerzo máximo ( $\sigma_{max}$ ) y dado que la deformación resultante también ha crecido en incrementos, el trabajo total realizado sobre la roca ( y de este modo la energía total almacenada en la roca) debe ser la suma de cada incremento de esfuerzo correspondiente en tiempo a los incrementos de deformación, Este total se representa por el área sombreada



de la parte baja de la curva en la figura.

El área del triángulo se puede expresar -

$A = 1/2 \sigma \epsilon$  considerando que  $A =$  energía total, y substituyendo términos para el esfuerzo del inciso 17:  $E_{total} = \frac{1}{2} G \epsilon^2$

Esta es la ecuación para la energía acumulada en una unidad de volumen de roca. (Volumen = 1 ). La energía acumu-

lada en cualquier volumen de roca puede ser:  $E_{total} = 1/2 G \epsilon^2 V$

20.- ¿Cuáles con las unidades de energía?.

La energía se expresa en ergs. (un erg = 1 dina-cm.). Muchos de los cálculos que se refieren al estudio de la Tierra emplean el cgs (centímetro-gramo-segundo). El erg es una unidad patrón en este sistema.

P.- En el sistema de medidas cgs, un erg es equivalente a la energía resultante de un trabajo hecho, donde la fuerza es una \_\_\_\_\_ actuando a través de una distancia de un \_\_\_\_\_



principal causa de daños. Los sismos pueden ocasionar movimiento de masas (energía potencial gravitacional) tales como avalanchas, deslizamiento de suelos, rompimientos, etc.

Repasemos brevemente los conceptos vistos arriba y resumamos las expresiones que se se rán usadas en las siguientes preguntas.

A.- La escala de magnitud de Richter es la más usada para clasificar sismos. Está basada en la comparación con un sismo patrón.

B.- La energía liberada como ondas en un sismo está relacionada con la magnitud por la expresión empírica.

$$\log E = 11.4 + 1.5 M$$

recuerda que esto indica solamente la energía radiada como ondas y expresada en ergs.

C.- La energía total almacenada como deformación en un volumen dado V está dada por la ecuación:

$$E_{\text{total}} = 1/2 G \epsilon^2 V$$

### PROBLEMAS.-

Anchorage, Alaska sufrió un sismo fuerte el 21 de marzo de 1964. El sismo causó daños a casas y servicios públicos y destruyó los negocios y el distrito comercial. Un sismógrafo normal en Berkeley, California, registró una traza de amplitud de 50 mm. La distancia al epicentro desde Berkeley fue calculada en 3000 Km. La deformación promedio liberada en la región fue  $1.5 \times 10^{-4}$  y el módulo elástico, G, es igual a  $3 \times 10^{11}$  dinas /cm<sup>2</sup>.

Muestre sus cálculos claramente.

26.1.- Calcula la magnitud Richter del sismo.

26.2.- Si la distancia entre Boston y el Epicentro es de 5 500 Kilómetros, ¿Cuál sería la traza en mm. en Boston.

26.3.- Usando la fórmula que relaciona la energía y la magnitud, encuentre la can tidad mínima de energía liberada (en ergs) en el sismo.

26.4 Asumiendo que sólo el 50 % de la energía total liberada fue usada en producir ondas, cuál sería la energía de deformación total acumulada en el área momentos antes del sismo.

26.5.- Esta energía sería equivalente a cuantas bombas atómicas de 20 Kilotones?

26.6.- Usando la fórmula para la energía de deformación acumulada, calcule el volumen afectado por la liberación de la deformación en Kilómetros cúbicos.

$$(1 \text{ Km}^3 = 10^{15} \text{ cm}^3)$$

26.7.- Asumiendo que la profundidad afectada fue de 16 Kilómetros, calcule el área que fue afectada por la liberación de energía de deformación?

## RESULTADOS DE LA EXPLICACION PROGRAMADA.

- 1.- Magnitud
- 2.- Alejado
- 3.- Sismograma
- 4.- Uno, tres
- 5.- Más lejano
- 7.- Ondas
8. Empírico
- 9.- Porqué por lo menos tenemos una idea de la mínima cantidad de energía almacenada.
- 10.- 6 dinas - cm.
- 11.- Liberación de energía de deformación almacenada
- 13.-  $F = K (X_0 - X)$
- 15.-  $0.4 \text{ Kg/cm}^2$
- 20.- dina, centímetro
21. - 20.5, 7
- 22.- 6
- 23.-  $10^{15}$  ergs
- 24.- 0.02.

## GEOLOGIA FISICA II

## EJERCICIO No. 27

## LAGOS ALMACENADORES DE ENERGIA SOLAR

La radiación solar es la principal fuente de energía sobre la superficie de la tierra. Estas radiaciones electromagnéticas procedentes del sol viajan a la velocidad de la luz (186000 millas por segundo), tomándoles 8.3 minutos alcanzar la tierra. La distribución de energía en el espectro solar es:

| <u>Tipo de radiación</u>          | <u>% de la energía total</u> |
|-----------------------------------|------------------------------|
| - Rayos infrarrojos y caloríficos | 50.0                         |
| - Rayos de luz visible            | 40.5                         |
| - Rayos X y Rayos Gamma           | 9.0                          |
| - Rayos ultravioleta              | 0.5                          |

La porción de la atmósfera terrestre que se encuentra cercana y en ángulo recto a los rayos solares recibe alrededor de dos calorías por minuto por cada  $\text{cm}^2$  de la superficie externa de la atmósfera. Una caloría es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua a un grado centígrado cerca de la temperatura de congelación. (Para agua, un gramo es equivalente al volumen de un  $\text{cm}^3$ ).

La acumulación de la energía recibida por la superficie de la tierra depende de:

- 1) El ángulo entre los rayos solares y la porción de la superficie
- 2) El tiempo de exposición.
- 3) La naturaleza de la capa de nubes.

Los factores de 1) y 2) varían con la latitud y la estación del año.

El 10. de julio en Minnesota se alcanza un promedio aproximado de 950 calorías por  $\text{cm}^2$  en la parte alta de la atmósfera. Como la radiación solar viaja a través de la atmósfera, los rayos gamma y los rayos X son rápidamente absorbidos por moléculas y átomos de oxígeno y nitrógeno. La dispersión y difusión, por reflexión, en la atmósfera absorben 10% de la radiación que entra. Así, sin una cubierta de nubes, alrededor del 75% de la energía radiada por el sol alcanzaría la superficie de la tierra. Una pesada cubierta de nubes, que absorbe y refleja, puede reducir efectivamente la radiación entrante a un valor cercano a cero. Así, en promedio el número de calorías que recibe por día por cada  $\text{cm}^2$  de la superficie de Minnesota durante Julio es alrededor de 525 calorías.

Cuando la luz del sol cae sobre un cuerpo de agua, la energía es gradualmente absorbida a través de la superficie de capas de muchos metros de espesor. Alrededor de la mitad de esa energía, inclusive los infrarrojos, son absorbidos en el metro superior.

En el cambio de estado líquido a gaseoso las moléculas de agua que se mueven más rápidamente se alejan de la superficie llevando con ellas una gran cantidad de energía cinética (de esto resulta un enfriamiento en la superficie).

La cantidad de calor requerida para la evaporación de 1 gr., de agua es alrededor de 600 calorías. El valor de la evaporación depende de la temperatura y la presión de vapor. El viento promueve la evaporación porque barre las moléculas evaporadas a lo largo de la superficie y así por la reducción en la presión de vapor se permite que ésta continúe.

Por el efecto de reflejo de espejo de la radiación que llega, ésta es reflejada e irradiada a la atmósfera. Para valores suficientemente altos de radiación entrante se obtiene la irradiación que es aproximadamente constante. Sin embargo cuando la radiación entrante se aproxima a cero, la irradiación decrece rápidamente hacia cero.

Los valores aproximados de radiación entrante efectiva, de irradiación efectiva y transferida por evaporación durante el verano en un lago típico de Minnesota son dados en la tabla 27.1. Todos los valores están dados en calorías por centímetro cuadrado por día, y están basados en un promedio de 55% de la energía solar adquirida a través de la atmósfera.

TABLA 27.1 Datos necesarios en el cálculo de la energía solar almacenada en un lago.

| MES        | RADIACION | IRRADIACION | TRANSFERIDO<br>POR EVAPORAC. | ALMACENAMIENTO |
|------------|-----------|-------------|------------------------------|----------------|
| Mayo       | 475       | 125         | 50                           |                |
| Junio      | 525       | 125         | 175                          |                |
| Julio      | 525       | 125         | 250                          |                |
| Agosto     | 475       | 125         | 225                          |                |
| Septiembre | 350       | 125         | 175                          |                |

Todos los números en cal/cm<sup>2</sup>/día

## PROBLEMAS:

- 27 .1.- Calcula y pon en la tabla 27.1 la energía almacenada para cada mes.
- 27 .2.- Construye un histograma (gráfica de barras) en la figura 1.1 mostrando el promedio de la radiación que entra para cada uno de los cinco meses, subdivide la gráfica indicando la porción que corresponde a la irradiación, energía transferida por evaporación y almacenamiento resultante. Ilumina usando diferente color para cada subdivisión.

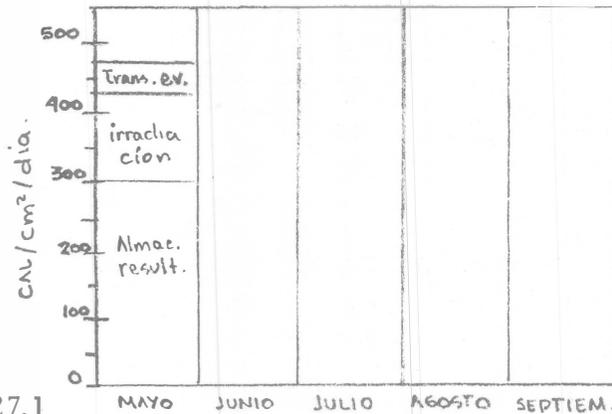


Figura 27.1

- 27 .3.- Asumiendo que no haya pérdida de energía posible por enfriamiento de la atmósfera durante la noche, ¿cuál sería la elevación (aproximada en grados centígrados) del metro superior de agua en el lago de Minnesota del 15 de junio al 15 de julio? Se ve razonable tu respuesta? Si no, la ves demasiado alta ó baja, explica las asunciones que hiciste que influenciaron tu resultado numérico
- 27.4.- Una cubierta de nubes extremadamente gruesa puede reducir la radiación entrante casi a cero. ¿Cuál sería el almacenamiento de energía solar durante 15 días en junio y 15 días en julio si la mitad de estos días experimentaron una capa de nubes muy gruesa y la otra mitad tuvo un promedio de radiación entrante en la tabla 27.1. (asumimos que la energía transferida por evaporación sigue siendo la misma). Calcula el cambio en la temperatura para el metro superior de agua (asumiendo que cualquier pérdida de energía solo ocurrirá en este metro).

## GEOLOGIA FISICA II

## EJERCICIO NUM. 28

GEOQUIMICA ISOTOPICA DEL AGUA

Las propiedades fundamentales de un elemento y su lugar en la tabla periódica, están determinadas por el número de protones de su núcleo. (Número Atómico).

El número de masa da la suma de los protones más los neutrones en el núcleo. Un isótopo es una forma diferente de un mismo elemento, resultado de la variación en el número de neutrones del núcleo. Una representación completa para la composición nuclear de un elemento, da tanto el número atómico como el número de masa.



De esto fácilmente calculamos que  $92 \text{U}^{238}$  tiene 146 neutrones en su núcleo, cuatro más que el  $92 \text{U}^{234}$ . Por conveniencia, el número atómico se expresa rara vez, así decimos:  $\text{C}^{14}$  y  $\text{C}^{12}$  (verbalmente como "Carbono catorce" y "Carbono doce") conociendo que el carbono tiene un número atómico de 6.

Los isotopos son usados para la explicación de procesos geológicos de varias formas:

- 1) El decaimiento de un elemento radiactivo, produciendo UN ELEMENTO ESTABLE CON PROPIEDADES QUIMICAS DIFERENTES, PERMITE MEDIR LOS FENOMENOS GEOLOGICOS EN LA ESCALA DEL TIEMPO.



- 2) El intercambio de isotopos estables de varios elementos entre compuestos químicos diferentes obedece a ciertas leyes químicas. Tal intercambio nos da información acerca de los procesos geológicos, así:



La constante de equilibrio para esta reacción varía con la temperatura una medida cuidadosa de la relación  $\text{O}^{18}/\text{O}^{16}$  en carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ )

producido por  $\text{CO}_2$  en equilibrio con el agua de mar, nos dá una información útil acerca de la temperatura de formación del carbonato de calcio, que se forma en el Océano.

- 3) Tanto la Reacción Nuclear como la de ( 1 ) arriba, y la reacción de intercambio isotópico en ( 2 ) pueden producir concentraciones anómalas de iones de un elemento dado. Un cuidadoso registro de concentraciones isotópicas en sistemas relacionados, puede por esto revelar información detallada acerca de la transferencia de material de un sistema a otro. Este método se utiliza en estudios que varían en grado de complejidad, desde determinaciones del comportamiento dinámico de un almacenamiento, como el mar, hasta estudios del desarrollo de la Tierra a partir de una materia primitiva.

#### NOMENCLATURA E INFORMACION GENERAL.-

El Hidrógeno aparece como dos isotopos estables:  $\text{H}^1$ , cuya abundancia es el 99.985 %, y  $\text{H}^2$  (llamado deuterio, se escribe D), cuya abundancia es 0.015%.

Existen 3 isotopos estables del oxígeno

$0^{16}$  ————— 99.759%

$0^{17}$  ————— 0.037%

$0^{18}$  ————— 0.204%

En estudios de abundancia de variación de isotopos realizados en minerales y aguas naturales, es común hablar de la relación de variación  $\text{H}^2/\text{H}^1$  y  $0^{18}/0^{16}$  en partes por millar (0/00) comparados con algún patrón. Generalmente el patrón aceptado es llamado patrón medio del agua oceánica (SMOW) y la relación de variación en partes por millar se llama delta ( $\delta$ ) y es definida como sigue:

$$\delta^{18}O = \left[ \frac{(^{18}O/^{16}O)_{\text{MUESTRA}}}{(^{18}O/^{16}O)_{\text{SMOW}}} - 1 \right] \times 1000 \dots\dots\dots(1)$$

$$\delta^{2}H = \left[ \frac{(H^2/H^1)}{(H^2/H^1)_{\text{SMOW}}} - 1 \right] \times 1000 \dots\dots\dots(2)$$

El rango total de  $O^{18}$  entre las sustancias que aparecen naturalmente sobre la Tierra es alrededor de 90‰, variando desde + 40‰ para el oxígeno disuelto en el agua de los océanos hasta -50‰ para el oxígeno de la nieve antártica. En las rocas este rango es mucho menor, de alrededor de cero para magnetita sedimentaria ( $Fe_3O_4$ ) hasta alrededor de + 34‰ para calizas ( $CaCO_3$ ) en formación actualmente.

PROBLEMA 28.1.- Suponiendo que la relación de abundancia para oxígeno en el patrón medio de agua oceánica es:  $(^{18}O/^{16}O)_{\text{SMOW}} = 204/99759$ . Si en una muestra se encuentra un contenido  $O^{18}/O^{16}$  en la proporción 212/99759, ¿Cuál será el valor de  $\delta^{18}O$  para esta muestra en ‰?

#### DESTILACION RALEIGH.-

La  $\delta^{18}O$  y la  $\delta^{2}H$  son menores en  $H_2O$  vapor que en  $H_2O$  líquido en equilibrio.

$$\Delta^{18}O_{LV} = (\delta^{18}O_{\text{liquido}} - \delta^{18}O_{\text{vapor}}) = 8 \text{‰ a } 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ya que la mayor parte del vapor de agua terrestre procede de la evaporación de los océanos a bajas latitudes (cerca del Ecuador) y se precipita a altas latitudes, no hay que sorprenderse que muchos de los aspectos de la distribución isotópica en la superficie de las aguas pueda explicarse en términos de un gran condensador que tiene varias planchas o etapas. Las características más importantes de un sistema como éste se describen en términos de un modelo de destilación Raleigh.

La ecuación Raleigh es:  $R/R_0 = F^{\alpha - 1}$  donde  $R = O^{18}/O^{16}$  en el vapor residual;  $R_0 = O^{18}/O^{16}$  en el vapor de agua antes de comenzar los procesos de condensación;  $F =$  Fracción de vapor Remanente en el sistema ( $F = 1$  al principio de la condensación);  $\alpha =$  Factor fraccionario, el cual es alrededor de 1.008 para  $\Delta^{18}O = 8 \text{‰}$ .

La Fig. 28.1, representa la ecuación Raleigh presentando la condensación en un sistema en el cual  $(\delta^{18}O)_{\text{vapor}} = -8\text{‰}$  inicialmente, y la inicial  $(\delta^{18}O)_{\text{líquido}} = \delta^{18}O_{\text{SMOW}}$ . Esto puede ser interpretado como el equilibrio vapor-líquido existente en el Ecuador. El líquido condensado es aislado del sistema, y tanto el vapor como el condensado se hacen cada vez más ligeros isotópicamente. Esto es análogo a las lluvias en latitudes sucesivamente altas tanto al norte como al sur del Ecuador.

PROBLEMA: 28.2.- ¿Cuál es la composición isotópica de las gotas de lluvia formándose en equilibrio con vapor de  $\delta^{18}O = -22\text{‰}$  ?

¿Cuál es el  $\Delta^{18}O_{LV}$  para este sistema ?

#### VARIACIONES ISOTOPICAS EN AGUAS METEORICAS.-

Un gran número de medidas de las variaciones isotópicas en la precipitación en todo el mundo nos revelan notablemente una dependencia de la variación entre  $\delta^{18}O$  y  $\delta^2H$  (Fig. 28.2). Ha sido establecido previamente que el  $\delta^{18}O$  y el  $\delta^2H$  de la precipitación varían con la latitud, por tanto, una serie de muestras de agua superficial de amplio rango de latitudes se localizan a todo lo largo de la línea de agua superficial en la Fig. 28.2 Solamente algunas muestras de agua de cuencas cerradas caen fuera de esta línea.

#### REACCIONES DE INTERCAMBIO QUIMICO

El intercambio de isótopos entre el agua corriente y los carbonatos ocurre fácilmente y el intercambio con silicatos ocurre algunas veces en pequeñas cantidades. La fraccionación isotópica agua-mineral en general, se incrementa con la temperatura; ésto es, los cocientes isotópicos de agua con los minerales en contacto se acercan uno a otro con una elevación de temperatura. Por tanto dado que la cantidad de oxígeno en una roca es mucho mayor que en el agua que corre por ella, la composición isotópica del agua ( $\delta^{18}O_{\text{agua}}$ ) tiende a valores de equilibrio con  $\delta^{18}O$  de la roca. En el caso del hidrógeno, la mayor parte del hidrógeno que se intercambia fácilmente está en el agua; por tanto el hidrógeno que contiene el agua se inter

cambia poco por tales reacciones, y así que las rocas tienen una pequeña cantidad de hidrógeno intercambiable comparadas con el agua.

PROBLEMA 28.3.- a) El agua de lluvia local en Minneapolis tiene un  $\delta H^2$  de alrededor de -70‰. Coloca la  $\delta H^2$  del agua de lluvia en Minneapolis sobre la curva de agua superficial de la Figura 28.2 como punto C.

b)  $\delta O^{18}$  en rocas comunes varia de + 6‰ a + 35 0/00.  $\delta H^2$  varia de - 40 ‰ a - 90 ‰ . En la figura 28.2, haz un diagrama en rojo de la curva que se esperaría después de analizar un número de muestras de agua subterránea de Minneapolis que han sufrido in intercambio variable con una caliza que forma el acuífero.

EL ORIGEN DE AGUA GEOTERMICA.

El origen de agua y otros volátiles en áreas de manantiales calientes y termócnenos, tales como el parque nacional de Yellowstone, son de gran interés.

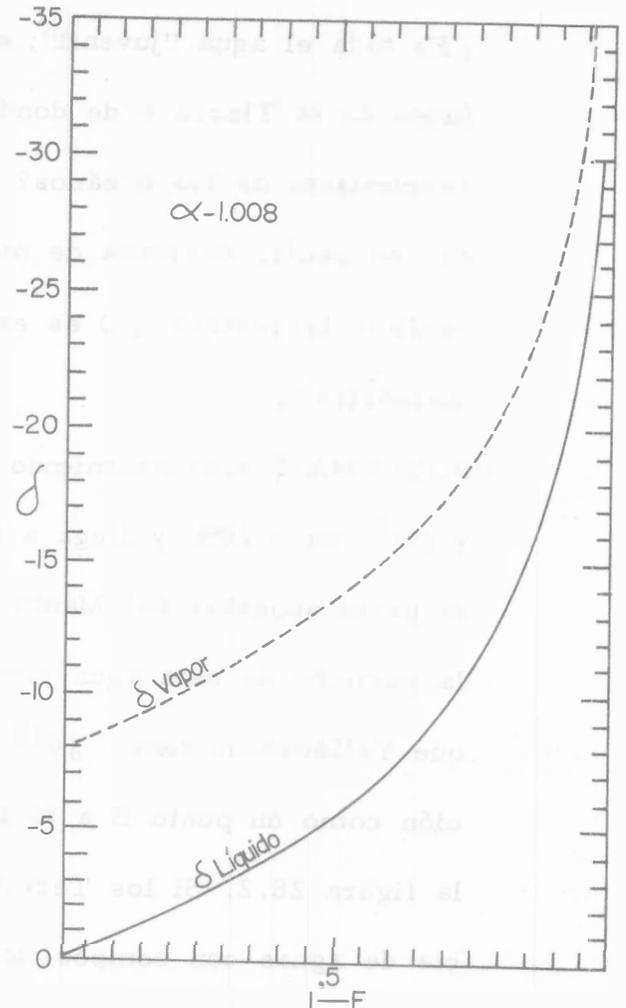


Fig.28.1. - Gráfica de la ecuación Raleigh: Variación del cociente  $O^{18}/O^{16}$  de agua y vapor, con grado de condensación del sistema agua-vapor. La fase condensada es continuamente removida del sistema.

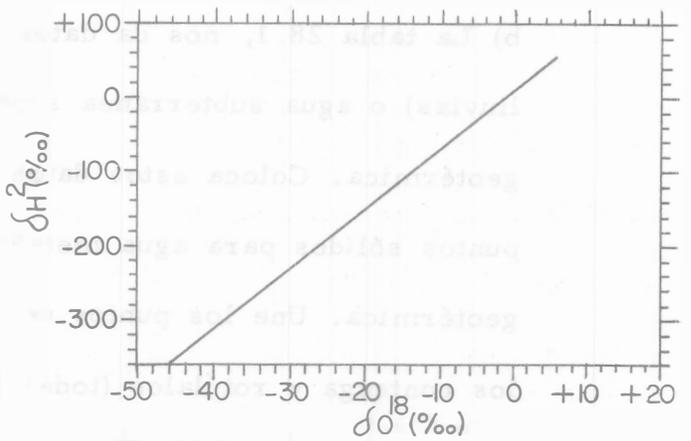


Fig.28.2.- Variaciones isotópicas en aguas meteóricas relativas a SMOW.

¿Es toda el agua "juvenil"; es decir, proviene toda del interior profundo de la Tierra y de donde representa una nueva contribución al crecimiento de los océanos? ¿O se trata de agua meteórica "reciclada" es decir, derivada de material que estuvo previamente en la superficie terrestre? ¿O es esta agua una mezcla de agua juvenil y meteórica? .

PROBLEMA 28.4.a) Asumiendo que el Agua juvenil tiene  $\delta^{18}O$  de + 6‰ y  $\delta H^2$  de - 20‰) y llega a la superficie de la tierra procedente de la parte superior del Manto. Coloca en la gráfica de la Figura 28.2, la posición de esta agua como punto A. El agua de lluvia en el parque Yellowstone tiene  $\delta^{18}O$  de alrededor de - 18‰ coloca su posición como un punto B a lo largo de la curva de agua superficial en la figura 28.2. Si los Termócrenos de Yellowstone contienen una mezcla de aguas con composición de los puntos A y B, entonces la composición isotópica de la mezcla quedaría a lo largo de una línea que conecta los puntos A y B, y esta posición se define como el porcentaje de contribución para cada origen (es decir, meteórica y juvenil). ¿Cuál sería la composición isotópica de una muestra, la cual es 80% Meteórica y 20% Juvenil? .

b) La tabla 28.1, nos da datos isotópicos de agua meteórica local (de lluvias) o agua subterránea superficial y manantiales calientes o agua geotérmica. Coloca estos datos en la gráfica de la figura 28.3. Usa puntos sólidos para agua meteórica y círculos abiertos para agua geotérmica. Une los puntos de cada área con una línea que mejor los contenga y rotúlalos (todos los valores están en 0/00).

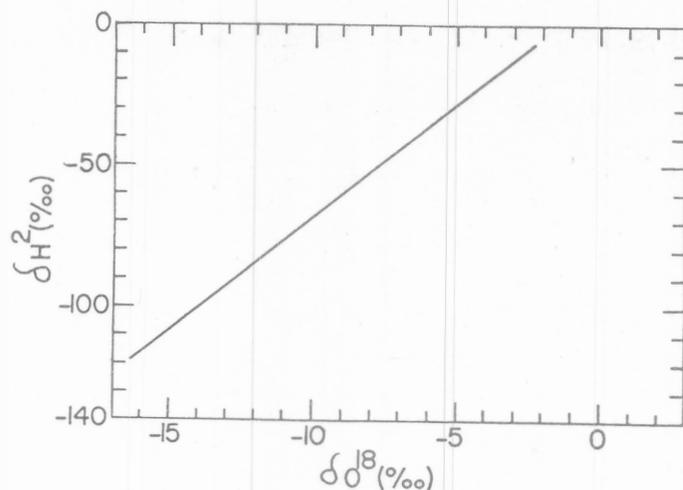


Figura 28.3. - Variación isotópica en aguas geotérmicas. Utiliza puntos para aguas meteóricas locales, círculos - para manantiales calientes. Línea sólida muestra variaciones isotópicas en agua meteórica.

TABLA 28.1

| AREA                 | METEORICA    |                 | GEOTERMICA   |                 |
|----------------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
|                      | $\delta H^2$ | $\delta O^{18}$ | $\delta H^2$ | $\delta O^{18}$ |
| NILAND               | - 78         | - 11            | - 78         | - 8.0           |
|                      |              |                 | - 80         | - 6.0           |
|                      |              |                 | - 78         | - 3.2           |
|                      |              |                 | - 80         | + 1.2           |
| LASSEN<br>PARK       | - 95         | - 13            | - 94         | -10.7           |
|                      |              |                 | - 95         | - 8.8           |
|                      |              |                 | - 96         | - 6.0           |
| STEAMBOAT<br>SPRINGS | -111         | - 15.3          | -112         | -12.0           |
|                      |              |                 | -114         | -10.2           |
|                      |              |                 | -113         | - 7.0           |
| LANDERELLO           | - 41         | - 6.5           | - 40         | - 5.0           |
|                      |              |                 | - 41         | - 3.0           |
|                      |              |                 | - 40         | - 1.1           |

- c) La distribución observada de los puntos sugiere fuertemente que el agua de manantiales calientes, así como otras aguas que ocurren en la superficie de la tierra, es casi o totalmente de origen meteórico.-  
Explica esta conclusión.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE GEOLOGIA FISICA  
 I. MINERALOGIA

OBJETIVO:

Que el alumno adquiera la habilidad de reconocer y clasificar minerales, para que posteriormente, en las prácticas de campo, pueda identificarlos en los diversos tipos de rocas.

INTRODUCCION:

Ya que la Corteza Terrestre está formada de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, y que éstas a su vez están constituidas por minerales, resulta de gran importancia su conocimiento. Los minerales presentan diferentes características físicas y químicas, las cuales en conjunto nos permiten clasificarlos.

ACTIVIDADES:

De la charola (1), toma un mineral, observa su color e indícalo a continuación,  
 Ahora toma la navaja entre las yemas de los dedos índice y medio y oprimiéndola con el pulgar, según te mostrará el profesor, trata de rayar el mineral. Observa el mineral en la zona rayada con ayuda de la lupa y describe que sucedió; si el mineral muestra una raya, esto indica que es más blando que la navaja; si por lo contrario, la navaja quedó embarrada en el mineral, esto muestra que el mineral es más duro. Describe cual es el hecho en tu caso: \_\_\_\_\_

No todos los minerales son rayados por la navaja; por ejemplo, el cuarzo es de mayor dureza que la navaja, pero de menor dureza que el corindón. Esto nos indica que la dureza se toma como una característica particular de los minerales.

Mohs observó éste fenómeno y dió a 10 minerales un número particular, siendo el mineral más blando el asignado como el número 1 y el mineral con el número 10 el de mayor dureza de todo --

el grupo ( Ver Anexo 1). Como podrás observar, esta escala es arbitraria, pues pudo haber tomado cualquier mineral solo teniendo la restricción ascendente de dureza, este ordenamiento recibe el nombre de Escala de Durezas relativas. Existe otro método más preciso para medir la dureza y es por medio del aparato llamado Microesclerómetro, que se basa en el grado de penetración del diamante con determinado peso, si el mineral es blando el diamante profundiza más que en un mineral duro; a esta cuantificación se le llama Dureza Absoluta.

Después de rayar el mineral, observa el polvo que suelta al ser rayado. ¿Que coloración tiene? \_\_\_\_\_; si tienes duda del color utiliza un mosaico para observar el polvo, según te mostrará el profesor. Esta propiedad del color del mineral en polvo se denomina raya.

Ahora toma el mineral y haz que la luz incida sobre él, de forma que ésta se refleje hacia tí. ¿Que observas? \_\_\_\_\_

Debes haber observado un conjunto de reflexiones que provienen aparentemente de superficies planas. Las superficies que dan la impresión de ser espejos se les llama planos de crucero y forman al romperse el mineral por la presencia de planos de debilidad producidos por el arreglo interno del mineral. Observa que el crucero tiene una infinidad de planos de debilidad paralelos a él; en algunos casos los planos de crucero se dan en varias direcciones, si éste es tu caso, indica cuantas direcciones observas y mide el angulo entre ellas \_\_\_\_\_

Es necesario hacer notar que la fractura también son superficies de debilidad pero sin una dirección definida ni con un reflejo como el del crucero. Si observas fracturas defínelas según los tipos indicados en el anexo, \_\_\_\_\_

En la naturaleza los minerales cristalizan de diversas maneras, dependiendo del espacio y de la cantidad de materia mineral; a estas formas diferentes del mismo mineral se les denomina Hábitos (ver Anexo 1). Por ejemplo, en el caso de la calcita existen los hábitos, diente de perro, espato de Islandia, etc.

Los minerales en ocasiones presentan formas geométricas que obedecen al acomodo particular de sus átomos, éstas formas se pueden explicar por medio de operaciones simétricas que dependen de la clase cristalográfica, del mineral. Busca entre los minerales algunas de estas formas y descríbelas, \_\_\_\_\_

Observa los minerales de la charola (2) y describe cual es la diferencia en su apariencia, \_\_\_\_\_

---



---



---

Te darás cuenta que presentan una apariencia diferente, es decir, - que la cantidad de luz que refleja cada mineral es diferente, a esta propiedad se le denomina Lustre. Observarás que el de la Hematita es opaco, en la galena y pirita es metálico, en el cuarzo es - - vítreo,, en el yeso es satinado y en la Muscovita es perlado. ¿Cuál es el lustre del mineral que describiste arriba? \_\_\_\_\_

---

Los minerales tienen diferente peso por unidad de volumen ésta propiedad se denomina peso o gravedad específica. En el laboratorio nos limitamos a decir si el mineral es pesado, mediano o ligero, Indica el peso relativo del mineral que has estudiado. \_\_\_\_\_

---

De la charola de las calcitas toma una y agrégale una gota de ácido clorhídrico diluido. Describe el fenómeno que observas, ---

---

El efecto que se produce es por la reacción del ácido con el carbonato de calcio (calcita) que produce la liberación del gas bióxido de carbono. . Esta es una propiedad química de la calcita.

Otras propiedades que puedes observar son:

- 1) La presencia de estriaciones (como en el caso de la pirita)
- 2) Magnetismo ( como en la magnetita).
- 3) Sabor (como en las sales).

Ahora toma otro mineral y determina sus propiedades de nuevo.

## LABORATORIO DE MINERALOGIA

## GEOLOGIA FISICA

## ANEXO 1

## Tipos de Fracturas:

- Concoidal- Superficie curva, suave como en el interior de una cuchara. v.g. vidrios.
- Fibrosa o astillosa - Muestra astillas al romperse..... v.g. asbesto.
- Ganchuda - En forma de gancho con puntas.....v.g. cobre.
- Irregular - Superficie irregular....v.g. Serpentina
- Regular - Tiene superficies planas...v.g. agregados minerales como grano fino.

## Tipos de Lustres:

- Adamantino - Lustre brillante, parecido al diamante - Cerusita, - - Diamante.
- Vítreo - Muestra las superficies de reflexión del vidrio - cuarzo, - cristal de roca ( De las clases de Lustres no metálicos es el más común).
- Graso - Se observa como si presentara una cubierta delgada de aceite, - Serpentina.
- Resinoso o ceroso - Presenta una apariencia de resina puesto que - el término se deriva de ésta.- Esfalerita, calcedonia, algunos opalos.
- Perlado - Deriva su nombre del lustre de la perla. Es común en - minerales de gran crucero.
- Sedoso - Tiene la apariencia de seda característica de minerales fi brosos -Asbestos.
- Metálico - Lustre brillante como los metales.

## Escala de Dureza de Mohs:

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1.- Talco    | 2.- Yeso      |
| 3.- Calcita  | 4.- Fluorita  |
| 5.- Apatita  | 6.- Ortoclasa |
| 7.- Cuarzo   | 8.- Topacio   |
| 9.- Corindón | 10.- Diamante |

## Escala de Dureza relativa de campo:

- 1.- Los minerales son suaves al tacto y se rompen o untan al pasar el dedo sobre ellos.
- 2.- Puede ser rayado ligeramente por la uña.
- 3.- Se puede penetrar con facilidad por un cuchillo, apenas se raya con una moneda de cobre.
- 4.- Puede rayarse ligeramente con la navaja, pero no se corta con ella.
- 5.- Se raya con la navaja pero con dificultad
- 6.- No puede ser rayado con la navaja, pero si ligeramente por una lima.
- 7.- Raya al vidrio fácilmente.
- 8, 9, 10.- No se encuentran frecuentemente como para incluirlos en la escala.

## Relación de Hábitos.

- Columnar - Cristales en forma de prismas alargados, que en sección son poligonales.
- Dendrítico - Tienen la apariencia arborescente
- Acicular - Cristales delgados rígidos en forma de agujas.
- Drúsico - Término aplicado a la superficie cubierta de una capa delgada de cristales finos.
- Fibroso - Tienen la apariencia como las cerdas de un cepillo fino.

- Hojoso - Cristales parecidos a hojas de cuchillos.
- Laminar - Formado por placas u hojas que pueden ser separadas.
- Radial - Término aplicado a un grupo de cristales divergentes a partir de un punto común.
- Reticulado - Compuesto de fibras, agujas o columnas dispuestas en forma de red.
- Tabular - Cristales en forma de tablas.
- Coloforme {
  - Globular - compuesto de formas casi esféricas.
  - botroidal - Las esferas están en racimos.
  - reniforme - Tiene forma de riñón
  - mamilar - Las masas están formadas por protuberancias en forma de mamas.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE GEOLOGIA FISICA

ROCAS IGNEAS

OBJETIVO:

Que el alumno adquiera la habilidad de identificar y clasificar las rocas ígneas, para que en las prácticas de campo, sea capaz de aplicar las habilidades adquiridas.

INTRODUCCION:

El estudio de las rocas ígneas resulta de gran importancia dada su aplicación en la realización de levantamientos geológicos, su íntima relación en el origen de diversos Yacimientos Minerales, además de su influencia tanto en los cambios tectónicos como geomorfológicos de la Corteza Terrestre.

ACTIVIDADES:

De la charola 1 toma una roca e indica su color \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_. En seguida pasa las yemas de los dedos por una superficie de la roca. ¿La sensación al tacto es áspera o tersa? --  
 Anótalo \_\_\_\_\_. Te darás cuenta que la aspereza está en función de la textura de la roca.

En seguida observa la muestra y las características mineralógicas que presenta, es decir, la relación de forma y tamaño de los minerales que forman la roca, anota lo que observes. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_,

estas características en conjunto se les denomina Textura. Por ejemplo, - las rocas plutónicas por haber tenido tiempo de cristalizar lentamente, - presentan especies minerales bien desarrolladas, en cambio, las rocas - extrusivas al enfriar muy rápido el magma, no desarrollan bien los cris-  
tales por lo que son de grano muy fino.

De acuerdo a los términos definidos en el Anexo 1, anota el tipo de textura que observes en tu muestra y explica porqué. \_\_\_\_\_

Por medio de la textura puedes clasificar la roca como extrusiva ó como plutónica, ¿Cuál fué el hecho en tu caso?. Anótalo? \_\_\_\_\_

Ahora con los conocimientos de Mineralogía que tienes, trata de identificar los minerales de la muestra y anótalos, estimando un porcen-  
taje de cada uno de ellos.

Con ayuda de la tabla de composición de las rocas ígneas basa-  
da en el contenido de cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ), la cual la encuentras en el anexo 2,  
investiga el nombre de la roca y anótalo. \_\_\_\_\_

LABORATORIO DE ROCAS IGNEAS  
GEOLOGIA FISICA

ANEXO 1

I. TEXTURAS DE ROCAS EXTRUSIVAS

1. - Afanítica .- Es cuando los cristales solo se pueden ver con ayuda del microscopio, menores de 0.5 mm.
- \* 2. - Porfídica.- En una matriz de cristales microscópicos coexisten cristales observables a simple vista o con lupa.
3. - Vesicular. Cuando la roca presenta pequeñas cavidades o espacios vacíos producto de la liberación de gases.
4. - Amigdaloidal Cuando las cavidades de la roca están ocupados por mineral de relleno.
5. - Piroclástica. Cuando las rocas se componen de fragmentos volcánicos (ceniza) que al depositarse y litificarse constituyen las rocas como tobas e ignimbritas.
6. - Vítreas.- Son rocas con vidrio o vidrio exclusivamente como la riolita, obsidiana, perlita, etc.

II. - TEXTURAS DE ROCAS PLUTONICAS

1. - Fanerítica .- Los cristales se pueden ver a simple vista, el tamaño varía de 0.5 mm a  $\pm$  30 mm.

- 2.- Pegmatítica.- Los cristales son grandes  $> 30$  mm.
  - 3.- Gráfica .- La da la relación entre cuarzo y feldespatos, el -- cuarzo está orientado en determinada dirección, con forma que semeja "V".
- \* Porfídica.- Esta textura es característica de las rocas de profundi-  
dad media (hipobisales), aunque también la presentan --  
rocas extrusivas.

Ejemplo: en rocas extrusivas - Andesita porfídica

en rocas hipobisales - Pórfido andesítico

LABORATORIO DE ROCAS IGNEAS  
GEOLOGIA FISICA  
ANEXO 2  
TABLA DE COMPOSICION DE ROCAS IGNEAS

|                                 |   |          |                                    |            |              |
|---------------------------------|---|----------|------------------------------------|------------|--------------|
| Composi--<br>ción.<br>química.  | Alto cont.<br>de cuarzo                       |          | Alto cont. de<br>Hierro y Magnesio |            |              |
| Color                           | Predominan<br>minerales claros                |          | Predominan<br>Minerales oscuros    |            | TEXTURA      |
| grano<br>grueso                 | GRANITO                                       | DIORITA  | GABRO                              | PERIDOTITA | FANERITICA   |
| fino                            | RIOLITA                                       | ANDESITA | BASALTO                            | (muy rara) | AFANITICA    |
| Composi--<br>ción Mine-<br>ral. |   |          |                                    |            |              |
| Composición                     | Alto cont. de sílice<br>Principalmente vidrio |          |                                    |            |              |
| Vítrea                          | Obsidiana y<br>Pómez                          |          | -                                  |            | VITREA       |
| Fragmentada                     | Toba y Brecha volcánica                       |          | -                                  |            | PIROCLASTICA |

a) Granito - Riolita      Plag. Na 0-35%  
                                    Cuarzo 10-40%  
                                    Feld. K 30-60%  
                                    Ferromag 35-10%

b) Diorita - Andesita      Plag. Na 55-70%  
                                    Ferromag 40-25%

c) Gabro - Basalto      Plag. Ca. 70-45%  
                                    Ferromag 25-45%

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

LABORATORIO DE GEOLOGIA FISICA

III. - ROCAS SEDIMENTARIAS

OBJETIVO:

El alumno desarrollará habilidades en la identificación y clasificación de las rocas sedimentarias, mediante la observación de ellas y la determinación de la mineralogía características de cada roca.

INTRODUCCION:

Ya que las rocas sedimentarias ocupan un 75% en la superficie terrestre, resulta de vital importancia su conocimiento y la habilidad para identificarlas, ya que posteriormente estas habilidades pueden aplicarse en la realización de levantamientos geológicos y en otras ramas de la Geología como es la Geología Estructural, Geología del Petróleo, Geología de Yacimientos Minerales y otras aplicaciones más.

ACTIVIDADES:

Toma una muestra de la charola 1 y observa su color, anótalo: \_\_\_\_\_. A continuación debes observar si la muestra presenta fracturas, u otras características superficiales \_\_\_\_\_. Otras características que debes anotar son la presencia de marcas de disolución, concentraciones de algún mineral o alteraciones. ¿ Cuáles Obser - - -

vas? \_\_\_\_\_ . ¿Qué tipo de intemperis-  
mo las produjo? \_\_\_\_\_ .

En seguida observa los constituyentes de la roca, si es una roca de origen clástico, determina el tamaño de los granos que la forman; con la ayuda de la tabla del Anexo número I clasifica el tipo de sedimento. \_\_\_\_\_ , si no existe homogeneidad de tamaños anota los tamaños diferentes que observes. \_\_\_\_\_

La redondez es otra propiedad del material constituyente de las rocas sedimentarias. Si los granos presentan aristas bien pronunciadas se llaman angulosas, si las aristas tienden a estar pronunciadas son subangulosas, si las aristas están ligeramente curvas serán redondeados, y si no existen ángulos, sino que son superficies, serán redondeados, anota lo que observes \_\_\_\_\_

La propiedad anterior sirve para estimar la distancia de la fuente de suministro al área de depósito. ¿Qué puedes decir sobre la distancia de recorrido de los granos de tu roca? \_\_\_\_\_

Existen otras rocas que no son clásticas, sino que se forman por precipitación química del material constituyente; si determinaste que tu roca no es clástica, y presenta una masa densa de sedimentos entrelazados y cementados que puedes decir del origen de ésta: \_\_\_\_\_

Indica la posible composición de la roca \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Hay rocas que se forman por el depósito de material orgánico detrítico por ejemplo, fragmentos de conchas, restos de plantas, restos de organismos, si existe alguna de este tipo anótala \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_. A estas rocas sedimentarias se les denomina bioclásticas.

Observa la muestra en forma general. ¿Observas una disposición en capas del material que la constituye?. Anótalo \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_. A esta propiedad se le denomina estratificación. Con ayuda de la Tabla del Anexo 2 determina el tipo de estratificación que presenta la muestra y porqué, anótalo \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

En el plano de estratificación se observan algunas veces marcas o moldes de organismos fósiles, huellas de gotas de lluvia en forma de pequeñas depresiones, marcas de oleaje o rizaduras, marcas de desecación, si notas algunas características de este tipo anótala \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

¿Qué demuestra esto acerca de su origen? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

A continuación establece un porcentaje de arcillas, carbonatos, cuarzo y feldespatos que contenga tu muestra:

Si la roca analizada es de tipo clástico observarás que los granos están firmemente unidos. El material que mantiene unidos los granos de la roca se le denomina cementante, analiza la muestra y determina qué tipo de material actúa como tal \_\_\_\_\_

Por asociación de las características observadas y con ayuda de los anexos 3 y 4, determina el nombre de la roca. \_\_\_\_\_

A continuación toma otras muestras y reliza los mismos pasos.

ANEXO 1

CLASIFICACION DE SEDIMENTOS Y ROCAS SEDIMENTARIAS

| SEDIMENTOS                              | DIAMETROS (mm)                        | ROCAS SEDI-MENTARIAS |
|---|---------------------------------------|----------------------|
| PEÑASCO                                 | Arriba de 250                         |                      |
| GUIJARRO                                | 50 - 250                              |                      |
| GUIJA                                   | 5 - 50                                | Conglomerado         |
| GRANULO                                 | 2 - 5                                 |                      |
| ARENA                                   | 0.05 - 2                              | Arenisca             |
| LIMO                                    | 0.005 - 0.05                          | Limolita             |
| ARCILLA                                 | 0.005 - abajo                         | Lutita               |
| MATERIAL SOLUBLE<br>QUE PRECIPITO COMO: |                                       |                      |
|   | Ca CO <sub>3</sub>                    | Caliza               |
|   | Ca Mg (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | Dolomita             |
|   | Na Cl                                 | Roca de Sal          |
|   | Si O <sub>2</sub>                     | Pedernal             |

## ANEXO 2

## TIPO DE ESTRATIFICACION

1. - Estratificación Laminar. - Es la disposición del material de la roca en delgadas laminillas paralelas, como en las lutitas o algunas areniscas. Menor a 1 cm.
2. - Estratificación en capas Es la disposición del material de la roca en estratos o capas paralelas de mayor espesor a la laminar, como en las calizas. Mayor a 1 cm.
3. - Estratificación cruzada. El material se encuentra dispuesto en delgadas capas inclinadas con respecto a un plano de estratificación normal. Este tipo es característico de areniscas.
4. - Estratificación graduada. El material se encuentra dispuesto en orden descendente de tamaño, es decir, de grueso en la base a fino en la cima del estrato; es característico de arenas.
5. - Estratificación rítmica. Existe repetición secuencial en el depósito de materiales diferentes. P. ej. Lutita-arenisca-lutita.

## ANEXO 3

## PROMEDIO DE COMPOSICION MINERAL DE ROCAS SEDIMENTARIAS

| MINERALES          | ARENISCA (%) | LUTITA (%) | CALIZA Y DOLOMIA (%) |
|--------------------|--------------|------------|----------------------|
| CUARZO             | 40 - 90      | 32         | 0 - 20               |
| FELDESPATO         | 2 - 53       | 18         |                      |
| MINERALES DE       |              |            |                      |
| ARCILLA Y MICAS    | 2 - 25       | 34         |                      |
| CALCITA Y DOLOMITA | 0 - 5        | 8          | 80 - 100             |

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA.

ANEXO 4

Clasificación de las rocas sedimentarias y su identificación

| Constituyente dominante               | Textura y composición características   | NOMBRE             |
|---------------------------------------|---|--------------------|
|                                       | Guijarros, canto y grava angulares en una matriz de granos de arena cementados.             | BRECCIA            |
|                                       | Guijarros, cantos y grava redondeados en una matriz de granos de arena cementados.          | CONGLOMERADO.      |
| Material inorgánico detrítico         | Arena de grano grueso y grava, de feldspato, cuarzo y otros minerales. Granos angulares.    | ARCOSA             |
|                                       | Granos de arena de cuarzo redondeados a subredondeados.                                     | ARENISCA DE CUARZO |
|                                       | Granos de arena y arcilla (tamaño) de cuarzo y otros minerales y arcillas (mineral)         | GRAUVACA           |
|                                       | Finos gránulos de limos y arcillas, con minerales difíciles de identificar. Textura amorfa. | LUTITA             |
| Precipitados químicos -- inorgánicos. | $\text{CaCO}_3$ . Textura densa, cristalina u oolítica. Puede contener Fósiles.             | CALIZA             |
|                                       | $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . Textura densa o cristalina. Puede contener fósiles.          | DOLOMIA            |
|                                       | $\text{CaCO}_3$ . Textura porosa o densa.   | TRAVERTINO         |
|                                       | $\text{SiO}_2$ . Denso y amorfo. Raya el vidrio y presenta fractura concoidal.              | PEDERNAL           |

|                              |  |                   |
|------------------------------|--|-------------------|
|                              | CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O. Textura cristalina se puede rayar con la uña.   | YESO              |
|                              | NaCl. Textura cristalina. Sabor salado - puede contener impurezas en forma de - bandas.  | SAL DE ROCA.      |
|                              | CaCO <sub>3</sub> . Terrosa, bioclástica, Se raya fácilmente y contiene organismos microscópicos.                                      | MARGA             |
|                              | Terrosa, bioclástica. Blanda. No contiene CaCO <sub>3</sub> . Generalmente estratificada. Restos de organismos silíceos microscópicos. | DIATOMITA         |
| Material detrítico orgánico. | Bioclástica. Contiene restos de conchas de carbonatos de calcio cementados.  | COQUINA           |
|                              | Fibrosa. Restos fibrosos de plantas. Porosa, suave.  | TURBA             |
|                              | Densa. Negra, lustre terso. Blanda.  | CARBON BITUMINOSO |

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE ING. EN CIENCIAS DE LA TIERRA.

LABORATORIO DE GEOLOGIA FISICA  
IV. ROCAS METAMORFICAS

I. Objetivo:

El alumno desarrollará la habilidad de identificar las Rocas Metamórficas en base a su textura y composición mineralógica.

II. Introducción:

Las rocas metamórficas son las menos abundantes en la superficie terrestre, y se forman cuando rocas preexistentes son sometidas a altas presiones y temperaturas. Existen así mismo cierto tipo de rocas denominadas metasomáticas, las cuales son producidas por la acción de fluidos hidrotermales en las zonas de contacto de los cuerpos ígneos intrusivos.

El Metamorfismo es considerado como un sistema cerrado, en el cual no hay transferencia de masa, es decir, el porcentaje de elementos constituyentes es constante, lo que cambia es la mineralogía.

El Metamorfismo puede ser de 3 tipos:

- a) Metamorfismo de Contacto y Metasomático: Provocado por el calor de cuerpos intrusivos o por soluciones reactivadas por ellos; no es muy extendido superficialmente.
- b) Metamorfismo Cataclástico: Se desarrolla en zonas angostas de extensa deformación, como a lo largo de fallas de compresión.

c) Metamorfismo Regional puede formarse por:

1. Presión ejercida por una gran columna de sedimentos, abarcando áreas de varios  $\text{Km}^2$  (Sepultamiento)
2. Por la asociación de un gran cuerpo ígneo intrusivo que provoca cambios a una gran masa rocosa encajonante (Met. Dinamothermal)
3. Presión ejercida en las zonas de convergencia de las grandes placas que forman la corteza terrestre.

ACTIVIDADES:

Toma una muestra de la charola, para su estudio. Describe su color general \_\_\_\_\_ y la sensación al tacto

Basado en tus conocimientos de Mineralogía, describe los minerales que puedes identificar \_\_\_\_\_

A continuación haz un diagrama de la roca, que muestre su mineralogía y las relaciones de forma y tamaño de la misma.

En caso de que no lo hayas observado, algunas muestras presentan una orientación de los minerales en láminas o en bandas. Indica esto en el diagrama.

La textura en las rocas metamórficas nos sirve para determinar el tipo de metamorfismo que las generó y con ayuda de la mineralogía, el grado de metamorfismo a que fué sometida la roca. Basado en tus observaciones y con ayuda del anexo 1, clasifica el tipo de textura de la roca en estudio así como el tipo de metamorfismo que sufrió:

c) Neólica : La foliación es más gruesa mide de 1 mm a varios centímetros. Suele cambiar la composición de una banda a otra. Los granos son gruesos y fáciles de identificar.

---

d) Ojos (Augen) : Disposición de granos gruesos de leixespatos en forma de ojos en una matriz de grano más fino, foliada.

A continuación estima el porcentaje de cada uno de los minerales en tu roca:

a) Hornblenda (Cornearia): No hay orientación preferente de los minerales y se encuentran minerales de grano fino a medio.

b) Granoblastica: No hay foliación, se componen de granos de tamaño cristalizado al mismo tiempo.

Basado en la mineralogía y textura de la roca, clasifícala e indica de que rocas puede haber provenido:

Clasificación: c) Porfiroblástica

Roca probable premetamórfica; \_\_\_\_\_

III - Texturas en Rocas de Metamorfismo Cataclásico:

a) Cataclásica: Los constituyentes de la roca se encuentran triturados y granulados sin estructura. Algunas veces el calor por fricción produce fusión y una textura vítrea.

## ANEXO 1

## I. - Texturas en Rocas de Metamorfismo Regional:

- a) Pizarrosa: La Foliación (es la orientación de los minerales en forma paralela) es muy fina. Fácil separación debido al paralelismo de los cristales microscópicos de minerales de hábito hojoso.
- b) Esquistosa: Disposición en láminas delgadas, formando bandas paralelas finas, la roca se parte fácilmente conforme a éstos planos. Los minerales se distinguen más fácilmente y son en su mayoría de hábito hojoso.
- c) Neífsica : La foliación es más gruesa mide de 1 mm a varios centímetros. Suele cambiar la composición de una banda a otra. Los granos son gruesos y fáciles de identificar.
- d) Ojosa (Augen) : Disposición de granos gruesos de feldespatos en forma de ojos en una matriz de grano más fino, foliada.

## II. - Textura en Rocas de Metamorfismo de contacto:

- a) Hornfélsica (Corneana): No hay orientación preferente de los minerales y se encuentran minerales de grano fino a medio.
- b) Granoblástica : No hay foliación, se compone de granos de minerales que se penetran mutuamente por haber cristalizado al mismo tiempo.
- c) Porfidoblástica: Sin foliación, semejante a la granoblástica pero con presencia de porfidoblastos o minerales de mayor tamaño que el resto de la matriz

## III. - Texturas en Rocas de Metamorfismo Cataclástico:

- a) Cataclástica: Los constituyentes de la roca se encuentran triturados y granulados sin estructura. Algunas veces el calor por fricción produce fusión y una textura vítrea.

ANEXO 2

Tabla de Rocas Metamórficas Comunes

|                   | TEXTURA  | MINERALES COMUN<br>MENTE PRESENTES  | NOMBRE                      |
|-------------------|--|---|-----------------------------|
| Rocas foliadas    | PIZARROZA  | Mica, Cuarzo<br>(Solo se pueden identificar al microscopio)                 | PIZARRA                     |
|                   | ESQUISTOSA   | Mica o Hornblenda<br>Cuarzo<br>A menudo feldespatos                         | ESQUISTO                    |
|                   | NEISICA<br>OJOSA (Augen)   | Feldespatos<br>Cuarzo<br>Hornblenda o mica                                  | NEIS<br>NEIS OJOSO          |
| Rocas no foliadas | Granoblástica  | Calcita   | Mármol                      |
|                   | Granoblástica  | Cuarzo  | Cuarcita                    |
|                   | Granoblástica, o porfidoblástica de grano fino.<br>A menudo bandeada | Cuarzo, Mica. A menudo feldespatos y piroxenas, Calcita, epidota y granate. | Hornfels<br>Tactita (Skarn) |

GEOLOGIA FISICA II  
LABORATORIO V  
GEOLOGIA ESTRUCTURAL

HACIENDO E INTERPRETANDO FALLAS Y FRACTURAS.

Introducción.-

El tratamiento de fallas y pliegues en nuestro texto es puramente descriptivo. Una falla dada es llamada normal, inversa (thrust), ó lateral (strike-slip), dependiendo de su inclinación actual con respecto al plano horizontal y del sentido de desplazamiento en ella (pág. 762, Earth, 1a. edición, ó pág. 200. - - Physical Geology, Leet and Judson 5a. edición). Los pliegues son también clasificados en base de la inclinación de sus flancos -- a la horizontal (pág. 756, Earth, 1a. edición, ó pág. 193, Physical Geology, Leet and Judson, 5a. edición). Tales clasificaciones son útiles para describir los arreglos estructurales, pero uno -- difícilmente puede dejar de preguntarse el porqué una falla ó -- pliegue dado tendrá la orientación que tiene. Fallas y pliegues -- registran deformación en la Tierra y la deformación requiere la acción de fuerzas. ¿Estará la orientación de las fuerzas de alguna forma simple relacionada a la orientación de las estructuras que causan?. El objetivo general de este laboratorio es principalmente producir algunos pliegues y fallas en situaciones donde nosotros conocemos las direcciones de las fuerzas actuantes. Teniendo medidas las relaciones geométricas entre las estructuras experimentales y las fuerzas, nosotros podemos entonces tratar -- de interpretar fallas y pliegues antiguos relacionándolos - - --

a las fuerzas que los causaron.

#### Fallas en bloques de Parafina.-

Si un cuerpo sólido como el que se muestra en el diagrama - del pizarrón está sujeto a una fuerza que crece, dirigida como - muestran las flechas, eventualmente se romperá, ¿Se romperá a lo largo de planos regulares ó se desintegrará irregularmente?. Tra- temos de comprimir bloques de parafina en una prensa para ver si las primeras fracturas se orientan sistemáticamente.

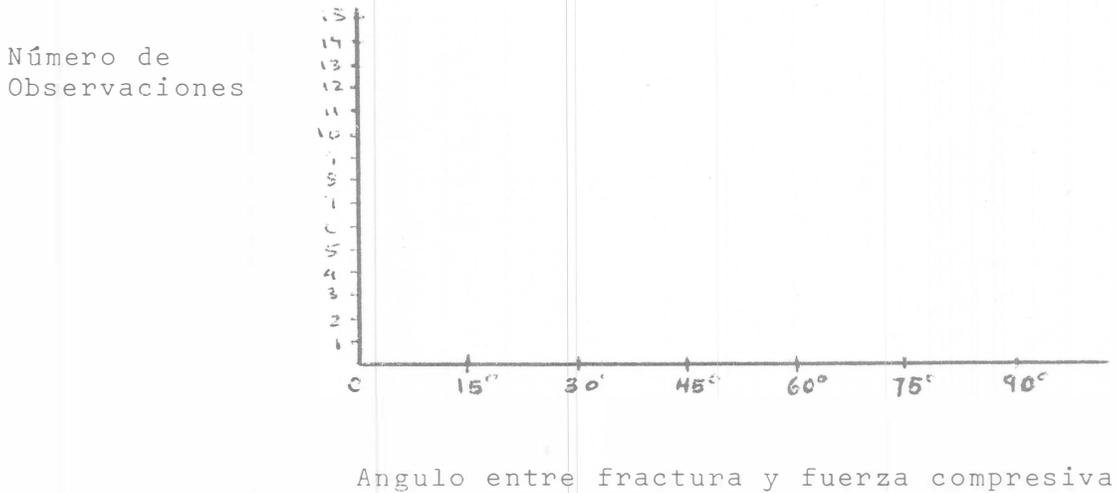
Coloca uno de los pequeños bloques de parafina (más o menos de 1 x 1 x 1/2 pulgada) en una de las prensas de tal forma que - dos de las caras más pequeñas estén en contacto con las quijadas. Asegúrate que las caras del bloque estén perfectamente perpendicu- lares a las superficies de las quijadas. Ahora sujeta el bloque - a compresión dándole vuelta a la manivela de la prensa suavemente y en una tasa razonablemente rápida. Para de dar vuelta en cuanto tú (1) veas fractura (s) formándose, ó (2) sientas que la resis- - tencia a dar vuelta decrece marcadamente. Antes de remover el - - bloque, dibuja la (s) fractura (s) y el bloque en el espacio de - abajo.

Dibuja flechas en cada extremo de tu diagrama para mostrar la orientación de la fuerza compresiva generada por la prensa. -- Ahora remueve el bloque y mide el ángulo entre el plano de fractura y la dirección de compresión. Regístralo en tu dibujo. (guarda las piezas de parafina).

Usando tu lupa, examina una o dos de las superficies de fracturas principales. ¿Qué puedes tu ver en ellas que indique la dirección de movimiento verdadero de las dos partes del bloque?.

Características como éstas son comúnmente observadas en superficies de fracturas naturales en las rocas y pueden ayudar en la interpretación de fallas (ver los ejemplos de rocas de Exhibición A).

Probablemente tú habrás encontrado que tu bloque de parafina no se fracturó exactamente como el de tu compañero. Veamos -- cuan cercanamente parecidos fueron los resultados del grupo de laboratorio. Para hacer esto, anota tus resultados en el espacio preparado en el pizarrón. Usando todos los datos, prepara un trazo del histograma formado, abajo.



¿Cuál crees que es la más probable relación angular entre la fuerza compresiva y la fractura principal?. Discute el resultado de este promedio con el grupo entero y sugiere algunas causas para los otros resultados.

Si te imaginas que el bloque de parafina es una réplica en miniatura de una parte de la Tierra. ¿Qué tipo de falla fué producida cuando el bloque estaba en su posición original en la prensa?. ¿Si tu paras el bloque sobre los extremos originalmente agarrados por la prensa, que tipo de falla esta ahora representada?. ¿Si tú das vuelta al bloque y lo paras de lado que clase será entonces?.

#### Pliegues experimentales.

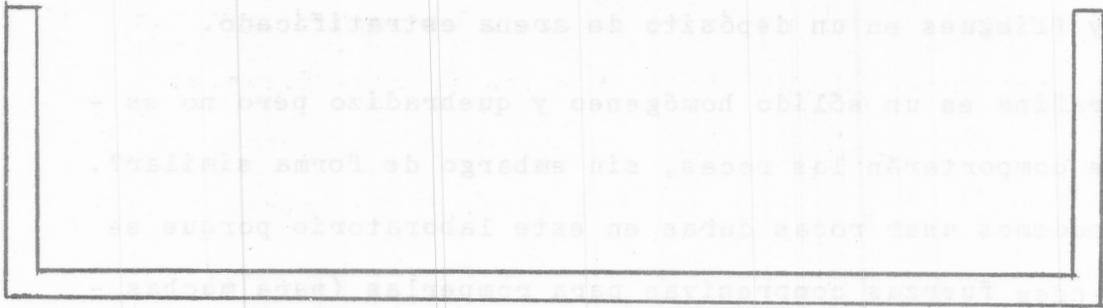
Probablemente algunos de ustedes encontraron que sus bloques de parafina engrosaron ó fueron arqueados en forma de pliegue cuando tu los comprimiste. Si no, trata calentando un bloque en tus manos y comprímelo lentamente en la prensa.

Dibuja el bloque plegado en el espacio de abajo mostrando la dirección de compresión.

## II.- Fallas y Pliegues en un depósito de arena estratificado.

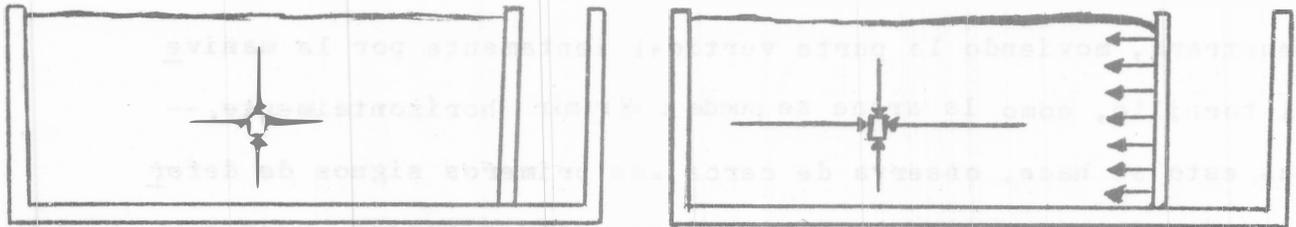
La parafina es un sólido homogéneo y quebradizo pero no es una roca. ¿Se comportarán las rocas, sin embargo de forma similar?. Nosotros no podemos usar rocas duras en este laboratorio porque se necesitan grandes fuerzas compresivas para romperlas (para muchas rocas, aproximadamente  $2,100 \text{ Kg/cm}^2$ ) y ellas no pueden fluir plásticamente a menos que estén en fuertes camisas (por lo menos no en el tiempo que tenemos para observarlas). Se ha encontrado, sin embargo, que la arena suelta se comporta, con respecto a nuestro propósito inmediato, muy parecida a una roca sólida. Y nosotros la usaremos en un experimento inventado por M. King Hubbert, cuando él estuvo trabajando en el laboratorio de investigaciones de la Shell Oil Company en Houston, Texas (El trabajo en el cual él interpreta el experimento por completo está en las páginas 355-372 del Boletín de la Sociedad Geológica de América. Vol. 62, 1951, el cual debe estar en la biblioteca del Instituto de Geología).

El experimento consiste esencialmente de estratos depositados de arena y cal ó yeso, (lo último sirve solamente para marcar estratos) en una caja la cual tiene una parte vertical móvil. El instructor demostrará, moviendo la parte vertical lentamente por la manivela y el tornillo, como la arena se puede comprimir horizontalmente, -- mientras esto se hace, observa de cerca los primeros signos de deformación cuando las fracturas y los pliegues estén formados, mide su inclinación relativa a la base de la caja de forma que tú puedas hacer un dibujo más detallado y exacto de los resultados en la caja dibujada abajo.



Si nosotros imaginamos que ésto representa depósitos estratificados en la parte exterior de la Tierra ¿Qué tipo de pliegues reconoces? ¿Qué fuerza produjo esta deformación?.

La respuesta a esta pregunta no es evidente y aunque lo fuera, nosotros deberíamos analizar la situación en la caja para estar seguros que entendemos lo qué está pasando. Para esto, considere un pequeño cuerpo cúbico de arena, antes de que la partición sea movida, la arena descansa y el pequeño cubo siente solamente la presión del sedimento de arena sobreyaciendolo (ver el dibujo de abajo).



La fuerza sobre las caras de arriba y abajo del cubo son -- exactamente igual al peso de la arena suprayacente, en tanto que -

la fuerza sobre cada cara vertical es cerca de 0.6 veces esta cantidad (en la naturaleza, la relación entre las fuerzas dirigidas horizontalmente y verticalmente, incrementa lentamente con la profundidad de tal manera que a grandes profundidades las fuerzas -- serían iguales). Cuando la parte móvil es desplazada (el dibujo - del lado derecho) la fuerza dirigida horizontalmente por unidad - de área será incrementada. Esto resulta en una nueva relación entre la máxima y mínima compresión, como se muestra por las fle-- chas. Juzga el experimento, cuando la diferencia entre el máximo y el mínimo alcanzan algún valor crítico, la arena se rompe a lo largo de una falla. (Recuerda que para obtener una falla se re-- quirió de muchas vueltas a la manivela).

Ahora, regresa a la pregunta de, ¿qué fuerza causó la falla inversa?. ¿Cual fué la orientación real en un espacio de la fuerza - - compresiva máxima que causó la falla inversa?.

¿Qué fuerzas, actuando en cualquier lugar y cerca de la superfi-- cie terrestre tienen estas orientaciones?.

#### Interpretando fallas y pliegues naturales.

Tu probablemente notaste que el ángulo entre la fuerza compresiva máxima y la superficie de falla causada, es más pequeño en -- la caja de arena que en los bloques de parafina.

El ángulo más pequeño es típico de la mayoría de los materiales granulares, incluyendo rocas y ésto es causado por la resisten-- cia friccional al movimiento entre los granos. Esto es útil - -

porque reduce la ambigüedad en nuestra selección de las direcciones de las fuerzas más probables relacionadas a una falla dada de origen desconocido.

Nota: Este Laboratorio es una traducción editada de un Laboratorio del curso "Interpreting The Earth" de la Universidad de Stanford, (Campton 1971).

## GEOLOGIA FISICA II

## LABORATORIO VI

## IDENTIFICACION DE ESTRUCTURAS

Este laboratorio tiene como fin que identifiques algunos de los efectos de las deformaciones que tienen lugar en la corteza terrestre, para que puedas reconocerlos en el campo e interpretar sus causas.

Para esto:

- a) Escoge y observa detenidamente cada uno de los modelos
- b) Haz una representación gráfica de cada uno de ellos
- c) Nombra ó identifica la(s) estructura (s) en cada modelo.
- d) Rotula el diagrama, indicando las evidencias que te indican el tipo de estructura y los nombres de cada parte de la estructura.
- e) Indica en el diagrama la posición y orientación de las fuerzas que originaron la estructura.
- f) Indica que diferencia hay entre:
  - 1) flanco de un pliegue y el buzamiento de un pliegue
  - 2) pliegue simétrico y pliegue asimétrico
  - 3) plano axial y el eje del plegamientoIdentifica en los diagramas de los modelos que observaste, cada uno de los conceptos anteriores
- g) Enlista y describe los tipos de discordancia que existen. Indica, por medio del número del bloque, cual de éstos identificaste en los modelos.
- h) Enlista los diferentes tipos de pliegues que conozcas. Indica cuáles de ellos reconociste en los modelos, identificándolos por el número del modelo.

## GEOLOGIA FISICA

LABORATORIO VIIINTERPRETACION DE UN PLANO GEOLOGICO

## OBJETIVO:

Que el alumno desarrolle la habilidad para interpretar un plano geológico mediante la realización de una sección topográfico-geológica, a partir de un plano geológico sencillo.

## MATERIAL NECESARIO:

Regla o escalímetro. Escuadras, transportador y hojas blancas tamaño carta.

## INSTRUCCIONES:

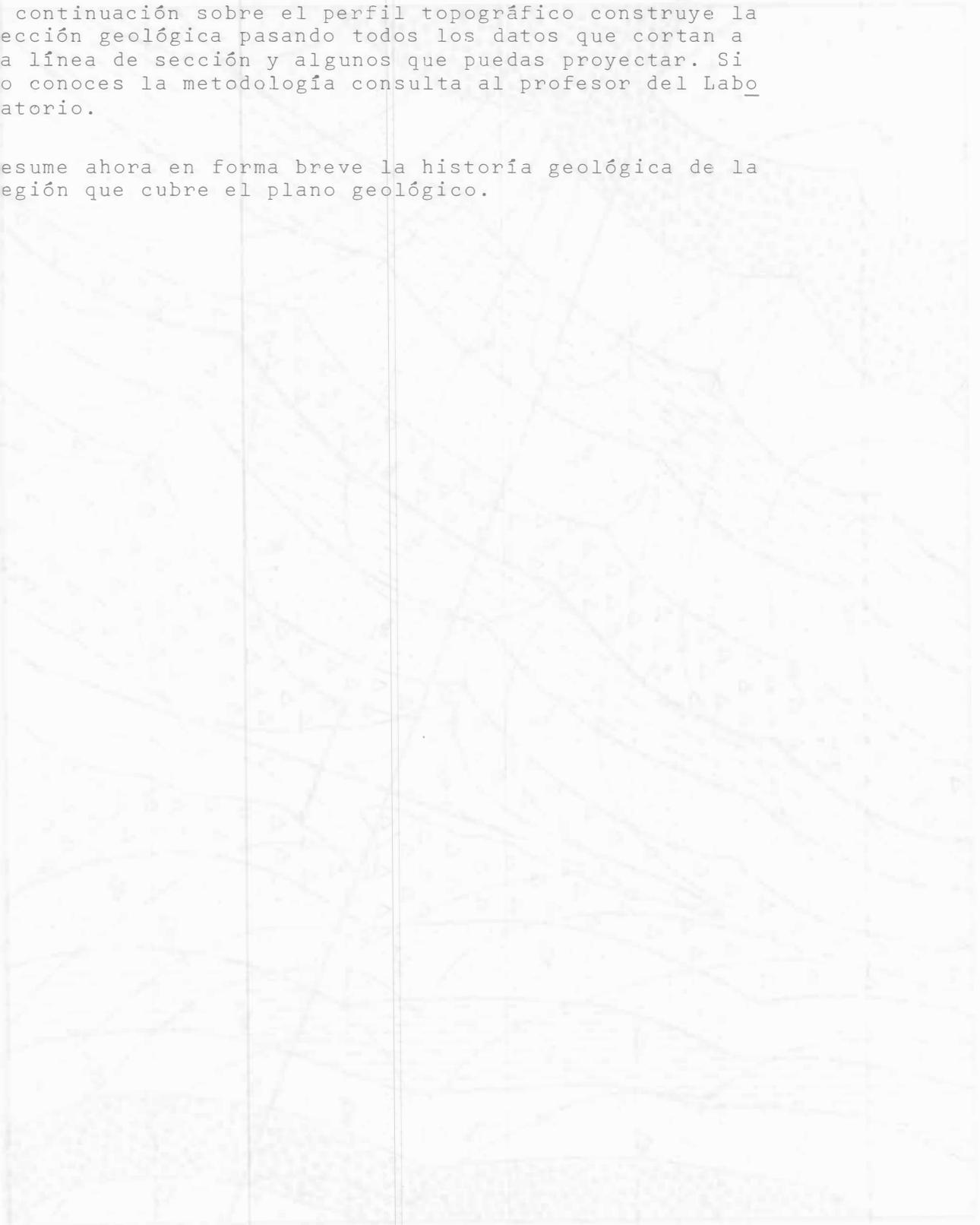
A continuación encontrarás un plano geológico. Como observarás en este mapa están indicadas tanto datos geológicos como topográficos. En la leyenda que acompaña el mapa puedes encontrar la simbología correspondiente a cada rasgo.

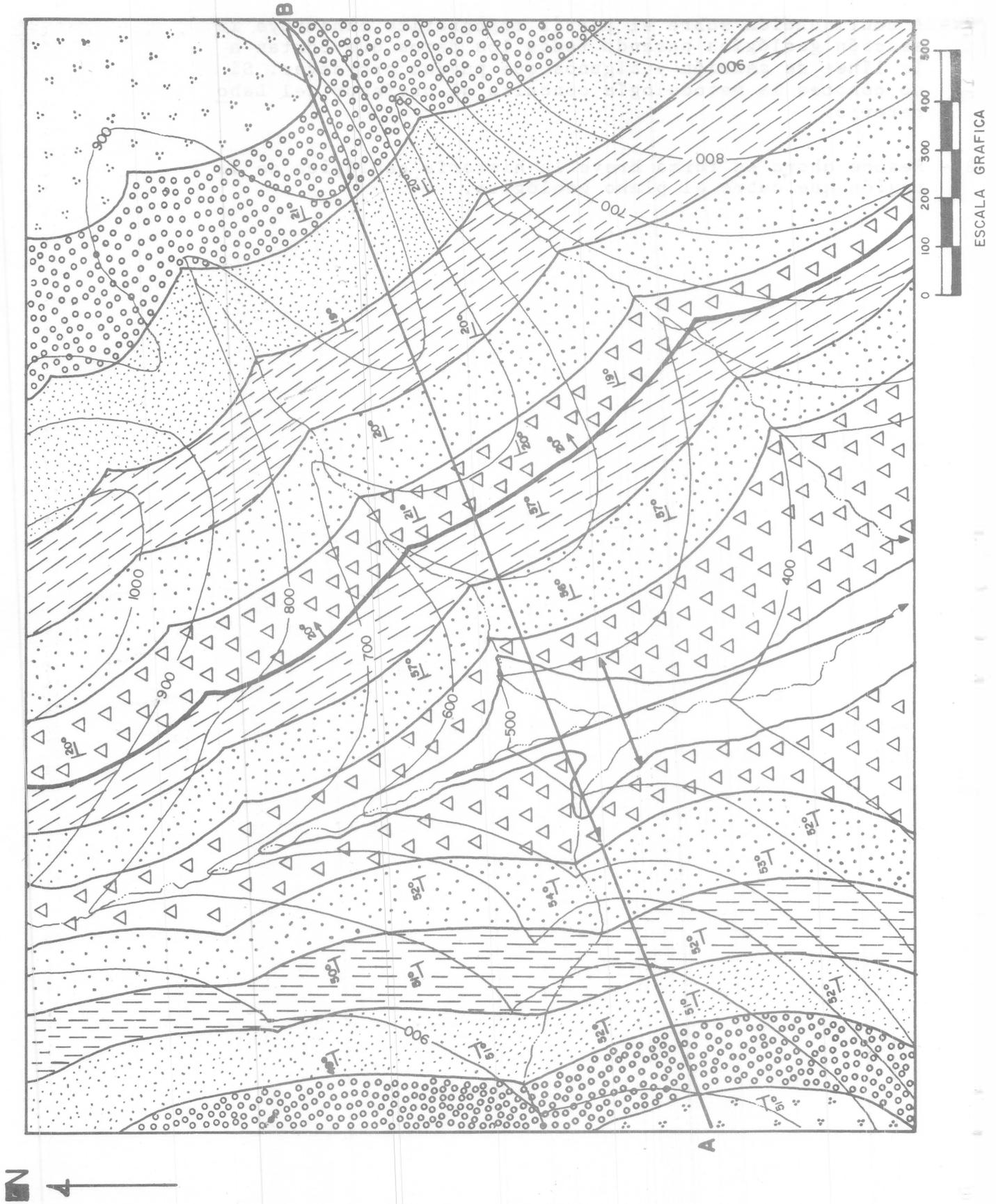
## ACTIVIDADES:

- 1.- Identifica cada uno de los símbolos de la leyenda en el mapa.
- 2.- Con ayuda de la escala gráfica indica que área cubre este mapa.
- 3.- Indica donde están las partes más altas y donde las partes más bajas del área.
- 4.- Señala cuatro tipos diferentes de roca que afloran en el área.
- 5.- Indica donde están localizadas las rocas más antiguas y donde las más jóvenes.
- 6.- A continuación haz el perfil topográfico de la sección A-B mirando hacia el Norte.

Para el perfil usa la misma escala horizontal y una escala vertical exagerada (v.g. 1:5'000) con objeto de ver mejor el detalle.

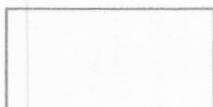
- 7.- A continuación sobre el perfil topográfico construye la sección geológica pasando todos los datos que cortan a la línea de sección y algunos que puedas proyectar. Si no conoces la metodología consulta al profesor del Laboratorio.
- 8.- Resume ahora en forma breve la historia geológica de la región que cubre el plano geológico.





COLUMNA ESTRATIGRAFICA

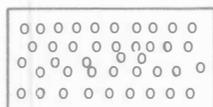
ALUVION



TERCIARIO



CRETACICO SUP.



CRETACICO INF.



JURASICO SUP.



JURASICO INF.



TRIASICO



LEYENDA

CONTACTO



RUMBO Y ECHADO



FALLA



ANTICLINAL



SECCION GEOLOGICA



ARROYOS



CURVAS DE NIVEL



FACULTAD DE INGENIERIA  
CENTRO DE SERVICIOS EDUCATIVOS  
EL PROCESO DE OBSERVACION ESTRUCTURADA

En el ejercicio de la ingeniería los conocimientos no pueden permanecer en un nivel teórico y abstracto sino que deben identificarse y localizarse en la realidad.

En las actividades de aprendizaje que se llevan a cabo en los laboratorios, prácticas de campo y visitas, la observación es indispensable para iniciar, identificar, aplicar o verificar algún conocimiento. Es por esto necesario que dentro de la formación profesional del ingeniero se desarrollen habilidades para lograr una observación sistemática estructurada.

Los siguientes pasos presentan la secuencia que sigue un proceso de observación estructurada:

1. Establecimiento del objeto a observar y de la finalidad de la observación.
2. Dirección consciente de la atención y la percepción hacia el hecho o fenómeno; esto es, dirigir la atención a los aspectos claves.
3. Formación de ideas sobre el hecho o fenómeno; es decir detectar las características generales de los objetos y descubrir las causas que lo generan.
4. Relación de las ideas o conceptos con los objetos, referir la teoría a la práctica; de tal forma que se reconozcan las características específicas de los objetos.
5. Conocimiento del objeto o fenómeno, su interpretación basándose en la teoría establecida así como en la información recabada en los pasos anteriores.

## DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA

Asignatura: GEOLOGIA FISICA I

Práctica: CUERNAVACA, MORELOS

## OBJETIVOS:

1. - Que el alumno observe, describa y analice las texturas y estructuras de diferentes tipos de rocas volcánicas.
2. - Basado en el objetivo anterior el alumno hará hipótesis sobre el origen de estas rocas.

## RECORRIDO:

MEXICO-CUERNAVACA-ACATLIPA, sobre la carretera federal.

## HORARIO DE ACTIVIDADES

- 7.00 - Salida de México
- 8.00 - 9.30 - Primera Parada. En la cantera pasando El Cantil, enfrente del Mirador
- 9.30 - 10.00 - Viaje a Parres.
- 10.00 - 11.45 - Segunda Parada. En el cruce de la vía del FFCC. pasando Estación Parres.
- 11.45 - 12.45 - Viaje a Salto San Antón.
- 12.45 - 14.30 - Tercera Parada. Salto de San Antón en Cuernavaca.
- 14.30 - 15.00 - Viaje a Acatlipa.
- 15.00 - 16.00 - Cuarta Parada. Afloramiento del lado izquierdo de la carretera pasando (500 metros) el poblado de Acatlipa.
- 16.00 - Regreso a México.

## DESCRIPCION DE ACTIVIDADES:

PRIMERA PARADA. - Trabajo en brigadas de tres en las paredes de la cantera.

- Haz un diagrama de la pared de la cantera e identifica, rotulando el diagrama, los detalles geológicos que observes.

- Muestrea ahora aquellas partes de la pared que consideres sean representativas de la roca fresca.
- Describe su mineralogía y textura y clasifícala. Si no puedes indica por qué.
- Basado en las actividades anteriores haz una hipótesis sobre el origen de esta roca.
- Reúnete al grupo y discute tus resultados.

SEGUNDA PARADA. Cantera al Oeste de la carretera sobre la vía del Ferrocarril.

- Haz un diagrama de la pared de la cantera, que muestre los rasgos geológicos que observes y rotula estos rasgos.
- Identifica en el diagrama anterior los estratos y detalla, por medio de un diagrama, uno de ellos indicando la distribución del tamaño del material que contiene.
- Muestrea la roca y describe sus texturas, estructuras y aspecto.
- Basado en las actividades anteriores postula una hipótesis sobre la formación de este cerro.
- Localiza a continuación una bomba volcánica y describe su estructura y textura. Postula una hipótesis sobre su origen que explique tus observaciones.
- Algunas de las rocas contienen material de color blanco incluidos en ellas. Describe la textura del mismo e indica cómo crees que se formó.
- En función de su origen y tamaño nombra el material que forma esta cantera.
- A continuación analiza el suelo reciente que está sobre la roca e identifica sus horizontes. ¿Cómo clasificarías este suelo?.
- Reúnete al grupo y discute tus conclusiones e hipótesis.

TERCERA PARADA. Santo San Antón, Cuernavaca.

- Haz un diagrama que muestre la posición relativa del contacto entre la corriente de lava basáltica y el conglomerado. De acuerdo con su posición indica su edad relativa, es decir, cual de ellas es más joven.
- Observa el conglomerado e identifica en él la estratificación y las cavernas.

- Postula una hipótesis que explique el origen de las cavernas.
- Haz un diagrama detallado que muestre las columnas de basalto y su contacto con el conglomerado.
- Postula una hipótesis que explique la presencia de estas columnas.
- Haz una hipótesis que explique el origen de la caída de agua. ¿Que tipo de flujo es el que está aquí representado?.
- Reúnete al grupo y discute tus resultados.

#### CUARTA PARADA. Acatlipa.

- Haz un diagrama del afloramiento del lado opuesto de la carretera que muestre los rasgos geológicos que observas y rotula cada uno de ellos.
- Muestrea ahora aquella parte del afloramiento que consideres es representativa de la roca fresca del mismo.
- Describe la textura y mineralogía de esta roca, y clasifícala. Si no puedes indica porqué.
- Reúnete al grupo y discute tus resultados.

## DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA

## Asignatura: GEOLOGIA FISICA I

Práctica: VALLE DE BRAVO, EDO. DE MEXICO

## OBJETIVO:

1. - Que el estudiante observe y analice los procesos de erosión fluvial.
2. - Que el estudiante identifique y analice el proceso de metamorfismo, mediante la observación y descripción de una secuencia de rocas expuestas en el vaso de la presa.

## RECORRIDO:

México- Valle de Bravo - México, (vía Toluca - desviación a Morelia - Zitácuaro (Mex 15) - Valle de Bravo - San Gaspar del Lago).

## HORARIO DE ACTIVIDADES:

7.00 - Salida de México. Carretera México - Toluca

9:15 - 11.00 - Primera Parada en la Carretera Toluca - Zitácuaro pasando el letrero "Nativitas - 4", camino de Terracería a la izquierda del letrero 60 Max. Caminar por la terracería hasta el arroyo.

11.00 - 12.30 Viaje a Valle de Bravo

12.30 - 13.30 Segunda Parada. En la ribera de la presa frente al conjunto residencial. Afloramiento del lado derecho de la carretera.

13.30 - 13.45 Viaje hacia la cortina de la Presa.

13.45 - 14.45 Tercera Parada. 150 metros antes de llegar a la Cortina. Afloramiento sobre la carretera.

## DESCRIPCION DE ACTIVIDADES:

PRIMERA PARADA.- Sobre el arroyo. Brigadas de tres alumnos.

- Camina a lo largo del lecho del arroyo (aprox. 150 metros) aguas arriba o aguas abajo dependiendo de las instrucciones del Profesor o encargado, haciendo un dibujo en planta (mapa) del arroyo que muestre su ancho y la geometría de su cauce.

- Sobre el mapa que hiciste indica en forma diagramática la distribución por tamaños del sedimento sobre el fondo del arroyo a lo largo del mismo.
- Donde encuentres un meandro (curva en la trayectoria del arroyo)- haz una sección transversal que muestre el lecho del arroyo, las paredes del mismo y la distribución del sedimento en el lecho.
- Descubre una relación entre el ancho del arroyo y el tamaño del sedimento en su lecho y anótalo.
- Con ayuda de las ecuaciones de Chezy-Manning y la Ley de Stokes, indica hipótesis que expliquen tus observaciones referentes a la distribución del sedimento y sus tamaños a lo largo del lecho del arroyo y en la sección transversal del meandro.
- Reúnete al grupo sobre el camino y discute tus resultados.

#### SEGUNDA PARADA Trabajo en brigadas de tres alumnos.

- Haz un diagrama del afloramiento que muestre los detalles geológicos del mismo y rotula estos detalles.
- Muestra ahora aquellas partes del afloramiento que consideres son representativas de una roca fresca del mismo, así como otro tipo de materiales que te interesen.
- Describe y clasifica las rocas muestreadas, así como las estructuras presentes en el afloramiento.
- Describe aquellas características de las rocas y/o estructuras que creas son indicativas de un proceso de metamorfismo.
- Postula una hipótesis sobre el origen y procesos geológicos que han afectado estas rocas.
- Reúnete al grupo y discute tus resultados.

#### TERCERA PARADA. Trabajo en brigadas de tres alumnos

- Desde el lado opuesto de la carretera, haz un diagrama del afloramiento que muestre la posición de la estratificación, sus pliegues y la incipiente foliación que presentan estas rocas. Si no fuera posible identificar alguna de estas estructuras consulta con el Profesor o Ayudante.
- Detalla por medio de un diagrama la posición relativa de la estratificación y la foliación de aquella parte del afloramiento que consideres más clara e ilustrativa sobre este problema.

- Distingue en los diagramas de las actividades anteriores entre foliación y fracturas rellenas.
- Muestrea y describe las rocas y minerales del afloramiento, y compara éstas con las de la parada anterior. Si observas diferencias entre ellas indícalas.
- Postula una hipótesis sobre el origen y procesos geológicos que han afectado estas rocas.
- Reúnete al grupo y discute tus resultados.

## DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA

ASIGNATURA: GEOLOGIA FISICA I

PRACTICA: México - Mexcala, Guerrero

OBJETIVO:

Que el estudiante identifique y analice las rocas sedimentarias, describiendo sus texturas, mineralogía y estructuras primarias y secundarias.

RECORRIDO:

México - Cuernavaca - Iguala - Mexcala. Carretera Mex 95.

HORARIO DE ACTIVIDADES:

7:00 Salida de México. Carretera de cuota hacia Acapulco.

9:00 - 10:00 - Primera Parada. Km. 20 sobre Carretera -  
Cuernavaca - Iguala. Afloramiento del lado -  
derecho de la carretera.

10:00 - 10:30 - Viaje a la segunda parada

10:30 - 11:15 - Segunda Parada

11:15 - 11:45 - Viaje a la tercera parada.

11:45 - 12:30 - Tercera Parada. km. 60 Cuernavaca-Iguala.  
Afloramiento del lado derecho de la carretera.

12:30 - 12:45 - Viaje a Cuarta Parada

12:45 - 13:45 - Cuarta Parada. Km. 80 Cuernavaca - Iguala.  
Afloramiento a ambos lados de la carretera an  
tes de un Puente de color blanco que pasa sobre  
la carretera.

13:45 - 14:45 - Viaje a Quinta Parada

14:45 - 15:30 - Quinta Parada. Km. 38 de Iguala a Acapulco.  
Afloramientos a ambos lados de la carretera.

15:30 - 20:00 - Viaje a México, D. F.

## DESCRIPCION DE ACTIVIDADES:

PRIMERA PARADA. - Trabajo en parejas.

- Haz un diagrama de la pared del afloramiento en el corte de la carretera que muestre los rasgos geológicos que observes. Rotula el diagrama nombrando cada rasgo.
- Señala sobre el diagrama el patrón de variación del tamaño de grano del sedimento en cada estrato, e identifica a lo largo del afloramiento la estratificación cruzada.
- Describe y clasifica el tipo de roca que forman los cantos rodados en el sedimento.
- Haz una hipótesis sobre el lugar de que proviene el sedimento y el proceso de formación de estas rocas sedimentarias.
- Reúnete al grupo y discute tus resultados.

SEGUNDA PARADA. - Trabajo en parejas.

- Haz un diagrama del afloramiento, sobre el corte de la carretera, que muestre sus características geológicas.
- Muestrea la roca y describe su mineralogía y textura.
- Postula una hipótesis sobre el origen de esta roca y clasifícala en función de su origen.
- Reúnete al grupo y discute tus resultados.

TERCERA PARADA. Trabajo en parejas

- Observa el afloramiento a lo largo de la carretera.
- Identifica en el afloramiento, la roca, el caliche y el travertino. Si no puedes hacerlo solicita la cooperación del profesor.
- Describe las características del caliche y del travertino en este afloramiento.
- Muestrea y describe la caliza que está expuesta en el afloramiento.
- Basado en tus observaciones postula una hipótesis sobre el proceso de formación del travertino y el caliche.
- Reúnete al grupo y discute tus resultados.

CUARTA PARADA. - Trabajo en parejas.

- Haz un diagrama del afloramiento que muestre los rasgos geológicos que observes. Nombra cada rasgo, rotulándolo en el diagrama.
- Muestrea las diferentes rocas que forman el afloramiento.
- Describe la mineralogía y textura de cada roca, y clasifícala.
- Postula una hipótesis sobre su origen.
- Reúnete al grupo y discute tus resultados.

QUINTA PARADA. - Trabajo en parejas.

- Haz un diagrama desde el lado opuesto de la carretera que muestre la posición estructural de las rocas.
- Muestrea, describe y clasifica cada tipo diferente de roca.
- Analiza la posibilidad de movimientos descendentes de material sobre la carretera e indica porqué.
- Reúnete al grupo y discute tus resultados.

## DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA

## Asignatura: GEOLOGIA FISICA II

Práctica: EL HOSPITAL, Cuautla, Morelos.

## OBJETIVOS:

- 1.- Que el alumno desarrolle la habilidad de realizar un mapa geológico, mediante un levantamiento con telémetro y brújula en una estructura en rocas sedimentarias.
- 2.- Que el alumno desarrolle la habilidad de hacer planos y secciones e interprete la información obtenida en el campo, mediante la presentación de un informe.

## RECORRIDO:

MEXICO-CUERNAVACA-CUAUTLA-EL HOSPITAL. Carretera de cuota a Cuernavaca, desviación a Cuautla. En Cuautla se toma la desviación al Centro y se da vuelta a la derecha en la Ave. Cuernavaca, la cual conduce al camino que termina en El Hospital.

## HORARIO DE ACTIVIDADES:

7.00 - Salida de México a Cuautla.

9.00 - 16.00 - Levantamiento geológico

16.00 - Regreso a la Ciudad de México.

## DESCRIPCION DE ACTIVIDADES:

ACTIVIDADES DE CAMPO

La actividad principal consiste en hacer un levantamiento geológico mediante el apoyo en una poligonal cerrada a brújula y telémetro (o pasos), con la obtención de la mayor información geológica posible. Durante el levantamiento que se realizará por brigadas de tres alumnos cada una, se deberán desarrollar las siguientes actividades:

- Ajustar la declinación correspondiente al lugar y al año en la brújula bruntón, antes de inicial el levantamiento. Esta información la debe de investigar el alumno antes de salir a la práctica.
- Describir por escrito y en detalle las características de las rocas en los afloramientos.
- Identificar los diferentes tipos de rocas: pedernal, caliza, areniscas, limolitas y lutitas.
- Describir las estructuras observadas en el pedernal.

- Medir por medio de la brújula el rumbo y echado de los estratos.
- Localizar los contactos entre las diferentes formaciones.
- Identificar las breccias de falla en las calizas, e inferir posible zonas de falla.

ACTIVIDADES DE GABINETE.

- Hacer un plano geológico escala 1:4000, donde se representen los puntos de la poligonal, los datos geológicos y la interpretación geológica de los mismos. El plano debe contener la escala gráfica, leyenda o explicación de símbolos, título y Norte geográfico.
- Realizar una sección transversal a la estructura geológica que muestre la topografía aproximada, y la posición y tipo de las rocas observadas.
- Realizar un informe geológico donde se describa en detalle las rocas de cada afloramiento así como la interpretación de la geología del lugar.

## DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA

Asignatura: GEOLOGIA FISICA II

Práctica: MEXICO - ACATLAN (PUEBLA).

## OBJETIVOS:

- 1.- Que el estudiante identifique y analice las rocas metamórficas, en función de sus texturas, mineralogía y estructuras presentes en los afloramientos.
- 2.- Que el alumno desarrolle habilidades en:
  - la identificación y descripción de rocas
  - la identificación y descripción de estructuras
  - la identificación y descripción de los rasgos topográficos y geomorfológicos.
  - el muestreo selectivo de las rocas
  - la representación gráfica de rocas y estructuras geológicas.

## RECORRIDO:

MEXICO- ACATLAN. Sobre las carreteras México-Cuautla-Izucar de Matamoros - Acatlán. Los kilometrajes se refieren al punto inicial, que es el entronque de la carretera Federal 115-D (La Pera-Cuautla) con la carretera 95-D (México-Cuernavaca).

## HORARIO DE ACTIVIDADES:

7.00 - Salida de México.

9.45 - 10.30 Coayuca

10.45 - 11.15 Tepenene

11.30 - 12.00 Pitayo

12.45 - 13.45 Ahuehuetitla

14.00 - 15.00 La Olvidada

15.00 - 15.30 Comida en La Olvidada

15.30 - 20.00 Regreso a México

## DESCRIPCION DE ACTIVIDADES:

PRIMERA PARADA.- Coayuca Km. 99. Corte a la izquierda de la carretera pasando las canteras. Trabajo individual.

¡ PRECAUCIONES: Trabaja con cuidado pues hay peligro de derrumbes.

- Ubícate a distancia de la pared (20m) y describe mediante un diagrama todos los rasgos geológicos que puedas identificar.
- Entre los rasgos geológicos que describiste está la estratificación.
  - a) indica que factores físicos de la roca te permitieron identificarla.
  - b) Describe la posición estructural de los estratos.
- Muestra y clasifica las rocas y minerales que forman la pared.
- Describe la posición estructural de las bandas blancas (vetillas) y su mineralogía.
- Formula una hipótesis sobre el origen de la textura del mineral en las vetillas.
- ¿Menciona para qué crees que se utiliza esta roca?.

SEGUNDA PARADA. - Pasando al poblado de Tepenene Km. 119. Trabajo en parejas.

- Observa y muestra las rocas expuestas en el afloramiento del borde derecho de la carretera.
- Describe la textura y mineralogía de la roca muestreada, clasifícala.
- Camina por el lado izquierdo de la carretera y baja hacia el arroyo hasta que encuentres un cambio litológico. Describe las rocas a ambos lados del contacto e indica cual de los dos tipos de roca es más joven y por qué.
- Postula una hipótesis que explique el origen de la roca descrita en la primera actividad. Nota el cambio de textura de la misma, expuesta en la carretera y la expuesta en el contacto.

TERCERA PARADA. - El Pitayo. Km. 126 a 127 y Km. 130. Trabajo en parejas.

- Haz un diagrama del afloramiento que muestre los rasgos geológicos que observes, y rotúlalos.
- Muestra los diferentes tipos de roca presentes en el afloramiento.
- Describe la mineralogía o textura de las rocas muestreadas y clasifícalas.
- ¿Notaste y diferenciaste la orientación preferencial de los minerales en las rocas? En caso de no ser así observa que estas rocas presentan foliación ¿De qué origen son estas rocas?.

CUARTA PARADA. - Ahuehuetitla. Km. 161. Pasando la desviación a este poblado, afloramientos del lado izquierdo del camino. Trabajo en parejas.

- Haz un diagrama del tramo de afloramiento que te toca y rotula los rasgos geológicos que observas.
- Muestrea la roca, lo más fresca posible y describe su mineralogía y textura.
- De acuerdo a sus características clasifica la roca. Si no puedes indica que datos te hacen falta para hacerlo.
- Reúnete al grupo y discute tus resultados.

QUINTA PARADA. - La Olvidada. Cañón antes de llegar a Acatlán (2 Km. antes) Trabajo en parejas.

- Haz un diagrama del afloramiento rotulando los rasgos geológicos que observes.
- Muestrea los diferentes tipos de roca y describe su mineralogía, - textura y estructuras si presenta.
- De acuerdo a sus características clasifica cada una de las rocas.
- Postula una hipótesis sobre el origen de estas rocas y, asumiendo que hayan sido sedimentarias, cuáles crees que fueron las rocas - originales?

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA

ASIGNATURA: GEOLOGIA FISICA II

PRACTICA: DISTRITO MINERO EL CHICO, EDO. DE HIDALGO

OBJETIVO:

Que el alumno identifique y analice en el campo rocas, estructuras, alteraciones y mineralogía asociadas a yacimientos minerales hidrotermales.

RECORRIDO:

MEXICO-PACHUCA-EL CHICO

HORARIO DE ACTIVIDADES:

|             |  |
|-------------|--|
| 7:00        | Salida de México Carretera México-Pachuca                              |
| 9:00-10:15  | Primera parada. Entronque de la desviación a Real del Monte (Tampico). |
| 10:15       | Salida hacia Real del Monte.   |
| 11:00-12:30 | Segunda parada. Entronque con la desviación hacia El Chico.            |
| 12:30       | Salida a El Chico  |
| 13:00-16:00 | Recorrido en El Chico  |
| 16:00       | Salida a México  |
| 19:00       | Llegada a México   |

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

Primera Parada (Km 105). Trabajo en parejas

- Sube a la meseta y haz un diagrama viendo hacia el E-NE que muestre los detalles geológicos y morfológicos de la meseta.

- Rotula el diagrama anterior nombrando los detalles geológicos que señalaste.

- Observa a tu alrededor y correlaciona la altura de la meseta con respecto al resto del paisaje ¿Consideras que se extiende en alguna dirección? ¿Hacia donde?. Indica los límites de la misma.

- Compara ahora la morfología de la meseta con la del resto del paisaje. Indica las diferencias o similitudes.

- Baja a uno de los cortes de la meseta y muestrea el material que forma la meseta indicando.

- a) Tamaño de grano
- b) Mineralogía de los granos
- c) Grado de compactación.

¿Cómo le llamarías a este material?

- Reúnete al grupo con el profesor o ayudante y discute tus observaciones. ¿Cuál es el origen de esta meseta?.

Segunda Parada (Km 115). Trabajo en parejas.

- Desde el lado opuesto de la carretera observa las rocas del afloramiento y haz un diagrama del mismo que muestre los rasgos geológicos que observas. Rotula a continuación estos rasgos.

- Atraviesa con cuidado la carretera y muestra la roca fresca. Describe y clasifica la roca muestreada.

- Atraviesa de nuevo la carretera y camina a lo largo de la -- misma hacia el Oeste parándote cuando notes un cambio muy brusco en las características de la roca.

- Enlista las diferencias que observas en la roca con respecto al primer afloramiento.

- Reúnete al grupo y postula una hipótesis del porqué de este cambio.

**Recorrido en el Chico** sobre el camino hacia las minas Aurora y Poder de Dios. Trabajo por parejas.

Tercera Parada. En la barranca al lado derecho del arroyo.

- Haz un diagrama del afloramiento mostrando y rotulando sus -- características geológicas.

- Por las estructuras que observas en el afloramiento postula -- que tipo de roca crees que es.

- Muestra ahora la roca fresca y describe sus características texturales y mineralógicas. Clasifica la roca.

- Discute tus resultados con el profesor.

Cuarta Parada. 50m. aguas abajo sobre el cruce del arroyo.

- Haz un diagrama del afloramiento que esta al Oeste del camino e indica claramente la orientación y localización de las fracturas.
- Voltea hacia atrás y observarás una obra minera al lado E del camino. Observa la orientación del Tiro (tunel vertical) e indica con cuál de los conjuntos de fracturas que indicaste en la actividad anterior se puede correlacionar la posición del Tiro.
- Muestrea la roca alojada en este conjunto de fracturas y compárala con la que muestreaste en la parada anterior. Indica que diferencias observas.
- Muestrea ahora el afloramiento caminando hacia el Norte y localiza el contacto entre las dos rocas.
- Indica cuál es la geometría del cuerpo de roca definido por las fracturas.
- Plantea una hipótesis sobre el origen de este cuerpo de roca.
- Reúnete al grupo y discute tu hipótesis.

Quinta parada. En obras mineras del lado Oeste del camino. Trabajo en parejas.

- Haz un diagrama mostrando el afloramiento y la posición de las obras mineras.
- Basado en este diagrama haz una hipótesis sobre la posición de las vetas e indícalo en el diagrama.
- Muestrea ahora el afloramiento para comprobar tu hipótesis.
- Júntate ahora con el profesor y discute tus resultados.

Sexta Parada. En las construcciones antiguas arriba de la mina Aurora. Trabajo en parejas.

- Observa el afloramiento del lado Oeste del camino antes de la barda. Localiza en él una veta y describe su posición.
- Muestrea a continuación el material de la veta.
- Si fueras a explorar esta veta en subsuelo para ver su mineralogía original y considerando su posición, ¿en dónde localizarías un socavón para cortar la veta en subsuelo?

- Camina ahora hacia abajo por el camino pasando las construcciones y comprueba tu sugerencia.
- Muestra ahora lo que queda del terrero y describe la mineralogía de la veta en subsuelo.
- ¿Cómo se compara esta muestra con la del afloramiento de la veta?. Enlista sus diferencias.
- Reúnete al grupo y postula una hipótesis que explique estas diferencias.
- Regresa con el grupo a El Chico.



| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES  | CLASIFIC.<br>(* ) | HORAS<br>CLASE |
|---|-------------------|----------------|
| Continuación de objetivos: -  |                   |                |
| 4. Analizará el proceso del magmatismo para poder interpretar las estructuras y fenómenos volcánicos así como las rocas ígneas.   |                   |                |
| UNIDAD I.- DEFINICION E IMPORTANCIA DE LA GEOLOGIA  |                   |                |
| Esta unidad tiene como objetivo que el alumno describa el contenido de la Ciencia Geología, y sus métodos de trabajo para resolver el objetivo general 1.                           |                   |                |
| El estudiante:  |                   |                |
| I.1 Definirá con sus propias palabras el concepto de Geología.  | 2                 |                |
| I.2 Describirá las subdivisiones mayores de la Geología y sus relaciones con otras ciencias.  | 1                 |                |
| I.3 Describirá el método científico   | 1                 |                |
| I.4 Explicará el uso y limitaciones del método científico en Geología.  | 2                 |                |
| UNIDAD II. ORIGEN DEL SISTEMA SOLAR Y DESARROLLO DEL PLANETA TIERRA.  |                   |                |
| Esta unidad tiene como objeto que el alumno explique el origen de la Tierra y postule su posible morfología primitiva, para así descubrir sus cambios que analizará en la Unidad V. |                   |                |
| El estudiante:  |                   |                |
| II.1 Explicará la teoría más reciente sobre el origen del Sistema Solar. basada en las características del Sistema.   | 2                 |                |
| II.2 Describirá el proceso mediante el cual la Tierra pasó de ser un cuerpo homogéneo a un planeta diferenciado.  | 2                 |                |
| II.3 Describirá el proceso de disipación de calor de la Tierra.   | 2                 |                |
| II.4 Explicará el proceso de diferenciación y su efecto en la zonación química, zonación térmica y la formación de los continentes, océanos y atmósfera.                            | 2                 |                |
| UNIDAD III. DESCRIPCION DE LOS MATERIALES QUE FORMAN LA TIERRA  |                   |                |
| El objetivo de esta unidad es que el estudiante identifique las rocas y minerales más comunes y postule   |                   |                |

(\*) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicacion 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eval

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES  | CLASIFIC.<br>(*) | HORAS<br>CLASE |
|---|------------------|----------------|
| su origen, para poder explicarse en unidades posteriores --<br>sus diferentes reacciones, cuando son expuestos a la atmós-<br>fera, la hidrósfera y la biósfera.  |                  |                |
| <b>SUBTEMA A) MINERALOGIA</b>   |                  |                |
| El estudiante:  |                  |                |
| III.1 Definirá las ramas: mineralogía y petrología  | 1                |                |
| III.2 Describirá con sus propias palabras qué es un mineral   | 2                |                |
| III.3 Describirá los cuatro tipos de enlaces químicos en<br>los minerales   | 2                |                |
| III.4 Basado en la ley de la constancia de los ángulos y<br>las leyes de simetría definirá qué es un cristal.   | 1                |                |
| III.5 Definirá el concepto de sistema y clases cristalinas  | 1                |                |
| III.6 Describirá cuáles son las propiedades físicas y quí-<br>micas de los minerales que se utilizan en la identi-<br>ficación de los mismos.   | 2                |                |
| III.7 Identificará en el laboratorio 25 minerales más comu-<br>nes formadores de rocas.   | 3                |                |
| <b>SUBTEMA B) PETROLOGIA</b>  |                  |                |
| El estudiante:  |                  |                |
| III.8 Definirá con sus propias palabras los términos:<br>roca<br>roca ígnea<br>textura<br>magma<br>lava<br>material piroclástico<br>textura: fanerítica, afanítica, porfídica<br>fenocristal<br>sedimento<br>roca sedimentaria<br>estratificación<br>roca metamórfica<br>foliación<br>lineación<br>bandeamiento | 2                |                |
| III.9 Dibujará un esquema del ciclo petrológico basado en la<br>clasificación de las rocas según su origen.   | 2                |                |
| III.10 Describirá las clasificaciones de las rocas ígneas se-<br>gún su color, composición mineralógica, composición<br>química y textura.  | 2                |                |

(\*) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicacion 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eval

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES   | CLASIFIC.<br>(* )  | HORAS<br>CLASE   |
|--|--|--|
| III.11 Basado en los conceptos de tamaño y clasificación de sedimentos definirá por lo menos cuatro tipos principales de rocas detríticas.                   | 2  |  |
| III.12 Basado en su composición química definirá cinco tipos diferentes de rocas sedimentarias de origen químico.  | 2  |  |
| III.13 Describirá la clasificación de las areniscas según su composición mineralógica  | 2  |  |
| III.14 Diferenciará entre metamorfismo regional, metamorfismo de contacto y metamorfismo cataclástico  | 2  |  |
| III.15 Dará un ejemplo de roca metamórfica de contacto   | 2  |  |
| III.16 Ilustrará el metamorfismo regional con cuatro ejemplos de rocas metamórficas que difieran en tamaño del grano y grado de foliación.                   | 2  |  |
| III.17 Identificará por sus características megascópicas en ejemplares de mano, en el laboratorio o en el campo, las siguientes rocas:                       |  |  |
| CONGLOMERADO<br>ARENISCA<br>LUJITA<br>DOLOMIA<br>EVAPORITA<br>PEDERNAL<br>CALIZA<br>METACUARCITA<br>ESQUISTO   | GRANODIORITA<br>GRANITO<br>DIORITA<br>GABRO<br>PERIDOTITA<br>RIOLITA<br>DACITA<br>ANFIBOLITA<br>GNEISS | ANDESITA<br>BASALTO<br>OBSIDIANA<br>CARBON<br>GRAFITO<br>TACTITA<br>MARMOL<br>PIZARRA<br>PEGMATITA |
| UNIDAD IV. MAGMATISMO<br>En esta unidad el alumno analizará las diferentes estructuras y su origen para explicar su influencia en la morfología de una zona. |  |  |
| SUBTEMA A). FLUJO DE CALOR   |  |  |
| El estudiante:   |  |  |
| IV.1 Señalará el origen del flujo de calor en la superficie terrestre.   | 2  |  |
| IV.2 Relacionará las variaciones de flujo de calor en la superficie terrestre con fenómenos geológicos   | 3  |  |
| SUBTEMA B). ORIGEN DE LOS MAGMAS   |  |  |
| El estudiante:   |  |  |
| IV.3 Describirá el origen de los magmas primarios.   | 2  |  |

(\*) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicación 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eva

ASIGNATURA:

GEOLOGIA FISICA I

HOJA N°

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES  | CLASIFIC.<br>(* ) | HORAS<br>CLASE |
|---|-------------------|----------------|
| IV.4 Describirá la cristalización de una plagioclasa en equilibrio.   | 2                 |                |
| IV.5 Explicará el proceso de la diferenciación magmática y las series de reacción de Bowen.   | 2                 |                |
| SUBTEMA C). VULCANISMO  |                   |                |
| El estudiante:  |                   |                |
| IV.6 Describirá las estructuras volcánicas: corrientes de lava, lavas pulviniformes, tobas, breccias volcánicas e ignimbritas.  | 1                 |                |
| IV.7 Describirá las diferentes formas de erupción y su relación con la composición de las lavas.  | 2                 |                |
| IV.8 Describirá cinco tipos diferentes de volcanes.   | 1                 |                |
| SUBTEMA D). PLUTONISMO  |                   |                |
| El estudiante:  |                   |                |
| IV.9 Definirá el concepto de plutonismo   |                   |                |
| IV.10 Identificará en un estereodiagrama, maqueta o en el campo los cuerpos intrusivos: lacolito, lopolito, placolito, tronco, batolito y teicolito.  | 2                 |                |
| UNIDAD V. GEOMORFOLOGIA.  |                   |                |
| En esta Unidad el alumno analizará todos los procesos externos que tienen lugar en la superficie terrestre, para poder explicar la evolución del paisaje tomando en cuenta su origen (Unidad II), los materiales que lo componen (Unidad III) y los efectos magmáticos (Unidad IV). |                   |                |
| SUBTEMA A). TOPOGRAFIA.   |                   |                |
| El estudiante:  |                   |                |
| V.1 Interpretará por medio de secciones un mapa topográfico, mostrando el relieve del terreno.  | 3                 |                |
| V.2 Describirá el desarrollo de un valle en <u>V</u> por el proceso de erosión fluvial.   | 2                 |                |
| V.3 Describirá el proceso de formación del Valle en <u>U</u> .  | 2                 |                |
| V.4 Definirá los conceptos:<br>Cuenca, cuenca intermontañosa, valle colgantes, lla-   |                   |                |

(\*) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicacion 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eval

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES  | CLASIFIC.<br>(* ) | HORAS<br>CLASE |
|---|-------------------|----------------|
| nura de inundación, mesa, cuesta, cenote y terraza aluvial.   | 1                 |                |
| V.5 Diferenciará de una lista de procesos geológicos, entre procesos de diatrofismo y procesos de gradación.  | 2                 |                |
| V.6 Describirá seis rasgos topográficos del relieve del fondo oceánico  | 1                 |                |
| <b>SUBTEMA B). INTEMPERISMO</b>   |                   |                |
| El estudiante:  |                   |                |
| V.7 Basado en el concepto de estabilidad fisicoquímica de los minerales el estudiante diferenciará entre procesos de intemperismo físico e intemperismo químico comparando el intemperismo de granito, caliza y basalto en climas árido, templado y tropical. | 2                 |                |
| V.8 Distinguirá la doble función del suelo como factor y resultado del intemperismo   | 2                 |                |
| V.9 Describirá el proceso de disolución de los feldespatos y su transformación en caolinita.  | 2                 |                |
| V.10 Describirá la función del bióxido de carbono en el intemperismo químico.   | 2                 |                |
| V.11 Describirá dos materiales que son producto del intemperismo químico de los silicatos.  | 1                 |                |
| V.12 Describirá el proceso y resultados del intemperismo químico de una caliza.   | 2                 |                |
| V.13 Ilustrará el proceso de oxidación mediante el ejemplo de intemperismo de un silicato de hierro.  | 2                 |                |
| V.14 Describirá el perfil de un suelo de una región húmeda  | 2                 |                |
| V.15 Dará tres ejemplos de grupos mayores de suelos.  | 1                 |                |
| V.16 Señalará al intemperismo como fuente de los sedimentos.  | 2                 |                |
| <b>SUBTEMA C). TRANSPORTE Y DEPOSITO DE SEDIMENTOS.</b>   |                   |                |
| 1. <u>Sistema fluvial y aguas subterráneas.</u>   |                   |                |
| El estudiante:  |                   |                |
| V.17 Describirá los tres estados del agua y las caracte--   |                   |                |

(\* ) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicacion 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eval

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES   | CLASIFIC.<br>(*) | HORAS<br>CLASE |
|--|------------------|----------------|
| rísticas de su molécula.   | 2                |                |
| V.18 Resumirá en un estereodiagrama el ciclo hidrológico.  | 2                |                |
| V.19 Definirá los términos: nivel freático, acuífero, artésiano, porosidad, permeabilidad, zona freática, zona de aereación, acuicludo, nivel freático colgado | 1                |                |
| V.20 Aplicará la ley de Darcy a problemas de cálculo de permeabilidades.   | 3                |                |
| V.21 Explicará el origen del agua y sus constantes cambios en la Hidrósfera.   | 2                |                |
| V.22 Basado en el concepto de cuenca definirá los términos: relieve total, densidad de desague, (descarga, recarga y escurrimiento).                           | 1                |                |
| V.23 Por medio del número de Reynolds describirá dos regímenes de flujo principales en una corriente de agua.  | 2                |                |
| V.24 Interpretará la ecuación de Chezy-Manning.  | 2                |                |
| V.25 Definirá los conceptos capacidad, competencia y perfil de equilibrio de una corriente.  | 1                |                |
| V.26 Describirá tres modos de transporte de sedimentos en los ríos.  | 1                |                |
| V.27 Interpretará la ley de Stokes.  | 3                |                |
| V.28 Basado en el concepto de perfil de equilibrio, comparará dos perfiles longitudinales de ríos, de una zona árida y una zona templada.                      | 3                |                |
| V.29 Identificará en planos topográficos los diferentes patrones de desague.   | 2                |                |
| 2.- <u>Sistema oceánico.</u>   |                  |                |
| V.30 Explicará el origen de las olas y los factores que influyen en su velocidad.  | 2                |                |
| V.31 Basado en los diferentes mecanismos erosivos describirá el efecto de las olas en las costas.  | 2                |                |
| V.32 Describirá el efecto de las mareas en las costas  | 1                |                |
| V.33 Dibujará en un mapa del mundo las principales corrientes oceánicas.   | 1                |                |
| V.34 Mostrará gráficamente por medio de una sección trans-   |                  |                |

(\*) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicacion 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eval

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES  | CLASIFIC.<br>(* ) | HORAS<br>CLASE |
|---|-------------------|----------------|
| versal las diferentes partes de la playa.   | 1                 |                |
| 3.- <u>Sistema Eólico.</u>  |                   |                |
| V.35 Basado en el número de Reynolds interpretará los valores obtenidos para las corrientes de aire.                            | 2                 |                |
| V.36 Describirá las tres formas de transporte de sedimentos por el viento.  | 1                 |                |
| V.37 Basado en el coeficiente A del flujo turbulento del aire, explicará el sistema sedimento-viento.                           | 2                 |                |
| V.38 Explicará el origen de los sedimentos acarreados por el viento.  | 2                 |                |
| V.39 Describirá el proceso de formación de dunas: médanos, seif, dorso de ballena, transversales, sigmoidales y longitudinales. | 2                 |                |
| V.40 Interpretará las estructuras de las rocas sedimentarias de origen eólico conociendo las estructuras internas actuales.     | 3                 |                |
| 4.- <u>Sistema Glacial</u>  |                   |                |
| V.41 Describirá la formación de glaciares de valle y continentales.   | 2                 |                |
| V.42 Describirá el régimen y mecanismo de flujo de un glaciar.  | 2                 |                |
| V.43 Describirá la estructura interna de un glaciar   | 2                 |                |
| V.44 Describirá tres tipos de depósito glaciar.   | 1                 |                |
| V.45 Explicará las 4 teorías sobre las posibles causas de las edades de hielo, enfatizando los defectos de cada una.            | 2                 |                |
| 5.- <u>Movimientos Descendientes de Masas</u>   |                   |                |
| El estudiante:  |                   |                |
| V.46 Diferenciará de una lista de movimientos de masa entre movimientos lentos y movimientos rápidos.                           | 3                 |                |
| SUBTEMA D), <u>MODELOS DE EVOLUCION DEL PAISAJE</u>   |                   |                |
| El estudiante:  |                   |                |

(\* ) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicacion 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eva

ASIGNATURA: GEOLOGIA FISICA I HOJA N°     

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES  | CLASIFIC.<br>(*) | HORAS<br>CLASE |
|---|------------------|----------------|
| V.47 Describirá el modelo de Davis.   |                  |                |
| V.48 Definirá los términos río:consecuente, antecedentes superpuesto y subsecuente.   | 1                |                |
| UNIDAD VI. SEDIMENTACION Y ROCAS SEDIMENTARIAS  |                  |                |
| El estudiante basado en los conceptos de la Unidad anterior, analizará los procesos de formación de las rocas bajo las condiciones de la superficie terrestre, para explicar el origen de las rocas sedimentarias descritas en la Unidad III. |                  |                |
| SUBTEMA A). <u>SEDIMENTACION QUIMICA</u>  |                  |                |
| El estudiante:  |                  |                |
| VI.1 Describirá los factores y agentes que controlan la sedimentación química y bioquímica.   | 2                |                |
| VI.2 Explicará el proceso de formación de arrecifes de coral y atolones.  | 2                |                |
| VI.3 Describirá los procesos de formación de los sedimentos calcáreos.  | 1                |                |
| VI.4 Describirá los procesos de sedimentación del pedregal y las evaporitas.  | 1                |                |
| SUBTEMA B) <u>SEDIMENTACION CLASTICA</u>  |                  |                |
| El estudiante:  |                  |                |
| VI.5 Relacionará el tamaño de grano y las características de la estratificación con el origen de rocas sedimentarias.   | 2                |                |
| VI.6 Describirá la distribución del tamaño de los sedimentos clásticos en función de las características de una corriente.  | 2                |                |
| <u>SUBTEMAS C y D). AMBIENTES DE DEPOSITO, FACIES GEOSINCLINALES</u>  |                  |                |
| El estudiante:  |                  |                |
| VI.7 Explicará los conceptos de ambiente de sedimentación y "facies" sedimentaria.  | 2                |                |
| VI.8 Describirá el ambiente geosinclinal, incluyendo los subambientes eugeosinclinal y miogeosinclinal.   | 2                |                |

(\*) CLASIFICACION: 1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicacion 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eval

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES   | CLASIFIC.<br>(* ) | HORAS<br>CLASE |
|--|-------------------|----------------|
| <p>SUBTEMA E). <u>DIAGENESIS</u></p> <p>VI.9 Explicará cuatro diferentes procesos de litificación.</p>   | 2                 |                |
| <p>UNIDAD VII <u>GEOCRONOLOGIA</u></p> <p>Esta unidad presenta al alumno la oportunidad de manejar el concepto de Tiempo Geológico, sin el cual las demás unidades de esta materia quedan truncas por la importancia que tiene esta coordinada en todo el proceso de evolución de la superficie terrestre.</p> |                   |                |
| <p>SUBTEMA A). <u>CORRELACION Y SUCESION FAUNAL</u></p>  |                   |                |
| <p>El estudiante:</p>  |                   |                |
| <p>VII.1 Definirá a la Paleontología. Mencionará cinco ejemplos de formas fósiles</p>  | 1                 |                |
| <p>VII.2 Explicará los principios de: horizontalidad, superposición, continuidad y uniformitarismo</p>   | 2                 |                |
| <p>VII.3 Interpretará el principio de la sucesión faunística.</p>  | 2                 |                |
| <p>VII.4 Explicará el principio de la correlación y el concepto de fósil índice.</p>   | 2                 |                |
| <p>SUBTEMA B). <u>LA COLUMNA ESTRATIGRAFICA</u></p>  |                   |                |
| <p>El estudiante:</p>  |                   |                |
| <p>VII.6 Describirá el método radioactivo para la determinación de las edades absolutas por medio de los isótopos - C14, Pb-U, K40 y Rb-Sr.</p>  | 2                 |                |
| <p>VII.7 Determinará la edad relativa de un conjunto de eventos geológicos y rocas, en un diagrama de una sección geológica compleja.</p>  | 4                 |                |
| <p>UNIDAD VIII. <u>PRACTICAS</u></p>   |                   |                |
| <p>El objetivo de esta Unidad es la aplicación de los conceptos vistos en forma teórica, en problemas reales en el campo para su mejor aprendizaje. Se adjunta a este programa los objetivos específicos de las prácticas que se realizan.</p>   |                   |                |

(\* ) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicacion 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eva.

## GEOLOGIA FISICA I

## METODOS DE ENSEÑANZA Y HORAS DE ESTUDIO\*

UNIDAD I.- Conferencias e investigación del alumno sobre el método científico. Discusión grupal sobre su aplicación a Geología.

UNIDAD II.- Basados en los datos de la luna y los planetas se deducirá con los alumnos un modelo de evolución primitiva de la tierra.

UNIDAD III.- Se presentarán todas las rocas y minerales indicados y se guiará al alumno su observación, clasificación e interpretación.

UNIDAD IV.- Se presentará al alumno estructuras y afloramientos ígneos, películas, etc., y se estudiarán sus efectos y causas. Se discutirán las diferentes estructuras en función del tipo de magma, etc. Análisis de estructuras en rocas ígneas.

UNIDAD V.- Estudio de casos reales de intemperismo, erosión, etc., y planteamiento de leyes que rigen estos procesos

UNIDAD VI. Mediante experimentos de laboratorio y/o películas de ellos, demostrará los procesos de sedimentación clástica y química, se discutirán las características de las rocas resultantes.

|   |                          |       |                                   |                          |       |
|---|--------------------------|-------|-----------------------------------|--------------------------|-------|
| Exposición oral                           | <input type="checkbox"/> | _____ | Prácticas de campo                | <input type="checkbox"/> | _____ |
| Audiovisual                               | <input type="checkbox"/> | _____ | Prácticas de taller o Laboratorio | <input type="checkbox"/> | _____ |
| Semanario                                 | <input type="checkbox"/> | _____ | Lecturas obligatorias             | <input type="checkbox"/> | _____ |
| Trabajo en grupos                         |                          | _____ | Ejercicios de aplic.              | <input type="checkbox"/> | _____ |
| Prácticas de salón de clases              | <input type="checkbox"/> |       | Ejercicios de adiestramiento      | <input type="checkbox"/> | _____ |
| Prácticas de biblioteca o sala de lectura | <input type="checkbox"/> |       | Trabajos de invest. Monográfica   | <input type="checkbox"/> | _____ |
|   |                          |       | Otros                             | <input type="checkbox"/> | _____ |

## SISTEMAS DE EVALUACION DE APROVECHAMIENTO\*

UNIDAD VII.- Mostrar por medios audiovisuales o en el campo el concepto de superposición, correlación, etc. y columna estratigráfica; dar en forma de conferencias los métodos radiométricos y hacer algunos problemas.

## EVALUACION:

Se sugiere una evaluación en cada clase del desarrollo de la habilidad del uso del método científico.

Exámenes objetivos con parte esencial de opción múltiple para lograr medir el aprendizaje.

|  |                                     |                      |                                     |
|--|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| Exámenes parciales                     | <input checked="" type="checkbox"/> | Exámenes semestrales | <input type="checkbox"/>            |
| oral                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | oral                 | <input type="checkbox"/>            |
| escrito                                | <input checked="" type="checkbox"/> | escrito              | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Trabajos de investigación              | <input type="checkbox"/>            |                      |                                     |
| Participación oral activa en clase     | <input checked="" type="checkbox"/> |                      |                                     |
| Calificación de trabajos escritos      | <input checked="" type="checkbox"/> |                      |                                     |
| Calificación de prácticas y ejercicios | <input checked="" type="checkbox"/> |                      |                                     |
| Participación en Semanario             | <input type="checkbox"/>            |                      |                                     |

\*Marcar con una cruz

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

DEPARTAMENTO: GEOLOGIA Y GEOTECNIA

ASIGNATURA: GEOLOGIA FISICA II CLAVE: 317

HORAS SEMANARIAS: TEORIA: 3 PRACTICAS:            TOTAL: 3

VALOR EN CREDITOS: 6 TIPO DE MATERIA: Obligatoria  
(Obligatoria, Optativa)

PROGRAMA OFICIAL APROBADO: Propuesto por el Depto. de Geología y Geotécnica y aprobado por el Consejo Técnico en 1980, en sus objetivos y contenidos generales.

A N T E C E D E N T E S

C O N S E C U E N T E S

GEOLOGIA FISICA I

PETROLOGIA S

BREVE DESCRIPCION DE LA MATERIA  
OBJETIVOS GENERALES-ANTECEDENTES

CLASIFICACION  
(\*)

DESCRIPCION:

El contenido de esta materia está intimamente relacionado al contenido de Geología Física I, del cual es complemento. Se introduce al alumno todos los procesos geológicos que suceden en el interior de la Tierra y como se reconocen en la superficie. Así mismo se hace ver al estudiante la función del Geólogo como profesionalista.

OBJETIVOS: GENERALES:

- I. El estudiante analizará los procesos internos que afectan la Tierra y sus manifestaciones en la Corteza Terrestre.
- II. El estudiante señalará la función del Geólogo en la Sociedad contemporánea y sus influencia en el desarrollo de la civilización.

CONCEPTOS ANTECEDENTES NECESARIOS

Conceptos básicos de Mecánica, Geometría descriptiva, Magnetismo, electricidad y movimiento ondulatorio. Rocas Igneas, Sedimentarias y metamórficas. Tabla geológica del Tiempo. Origen de la Tierra, Mineralogía Aguas superficiales y subterráneas. Estratigrafía. Procesos Sedimentarios.

CLASIFICACION:

CONOCIMIENTO.- COMPRESION.- APLICACION.- ANALISIS.- SINTESIS.- EVALUACION

GEOLOGIA FISICA II

CONTENIDO

|            |   |
|------------|---|
| UNIDAD I.  | METAMORFISMO  |
| UNIDAD II. | EL INTERIOR DE LA TIERRA<br>A) SISMOLOGIA<br>B) GRAVIMETRIA<br>C) ZONAS DEL INTERIOR DE LA TIERRA   |
| UNIDAD III | MAGNETISMO TERRESTRE<br>A) CAMPO MAGNETICO TERRESTRE<br>B) PALEOMAGNETISMO  |
| UNIDAD IV  | TECTONICA GLOBAL  |
| UNIDAD V.  | DEFORMACION DE LA CORTEZA TERRESTRE<br>A) TEORIA DE LA DEFORMACION<br>B) MOVIMIENTOS DE LA CORTEZA TERRESTRE EFECTOS<br>C) ESCUDOS, FAJAS OROGENICAS Y TIPOS DE MONTAÑAS  |
| UNIDAD VI  | GEOLOGIA Y EL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD CONTEMPORANEA<br>A) FUNCION DEL GEOLOGO EN LA SOCIEDAD<br>B) FUENTES DE ENERGIA<br>C) YACIMIENTOS MINERALES<br>D) ECOLOGIA<br>E) ABASTECIMIENTO DE AGUA<br>F) GEOLOGIA APLICADA A LA INGENIERIA CIVIL<br>G) EPILOGO |

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES   | CLASIFIC.<br>(* ) | HORAS<br>CLASE |
|--|-------------------|----------------|
| OBJETIVOS ESPECIFICOS  |                   |                |
| UNIDAD I. <u>METAMORFISMO</u>  |                   |                |
| I.1 El estudiante<br>Definirá en sus propias palabras el proceso de metamorfismo.  | 2                 |                |
| I.2 Basado en el concepto de isógrada y mineral índice definirá el concepto de facies metamórficas                                   | 2                 |                |
| I.3 Interpretará el significado de las migmatitas  | 2                 |                |
| I.4 Describirá el producto de metamorfismo de contacto de una caliza, por un cuerpo granítico.                                       | 2                 |                |
| UNIDAD II.- <u>EL INTERIOR DE LA TIERRA</u>  |                   |                |
| SUBTEMA A).- <u>SISMOLOGIA</u>   |                   |                |
| El estudiante:   |                   |                |
| II.1 Describirá los tipos de ondas sísmicas  | 1                 |                |
| II.2 Describirá cómo se produce un sismo   | 2                 |                |
| II.3 Describirá el funcionamiento del sismógrafo   | 2                 |                |
| II.4 Localizará en un mapa-mundi los epicentros de los sistemas más importantes que han ocurrido en la Tierra, de 1960 a la fecha    | 1                 |                |
| II.5 Definirá los términos: intensidad, magnitud, foco, epicentro y tsunami.   | 1                 |                |
| II.6 Ilustrará por medio de una gráfica un modelo del interior de la Tierra basado en los tiempos de recorrido de las ondas sísmicas | 2                 |                |
| SUBTEMA B).- <u>GRAVIMETRIA</u>  |                   |                |
| El estudiante  |                   |                |
| II.7 Describirá el funcionamiento y la función del gravímetro  | 2                 |                |
| II.8 Describirá los términos: anomalía gravimétrica, corrección de Bouguer.  |                   |                |
| II.9 Describirá el principio de la isostasia ilustrándolo con el caso de la Península Escandinava o el caso de Groenlandia           | 2                 |                |

(\*) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicacion 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eval

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES   | CLASIFIC.<br>(*) | HORAS<br>CLASE |
|--|------------------|----------------|
| SUBTEMA C).- <u>ZONAS DEL INTERIOR DE LA TIERRA.</u>   |                  |                |
| El estudiante:   |                  |                |
| II.10 Describirá la composición química y las características físicas de las zonas: corteza, litósfera, astenósfera, zona de transición, manto inferior y núcleo.  | 2                |                |
| II.11 Interpretará el significado de la Discontinuidad de Mohorovicic .  | 2                |                |
| UNIDAD III.- <u>MAGNETISMO TERRESTRE</u>   |                  |                |
| SUBTEMA A).- <u>CAMPO MAGNETICO TERRESTRE</u>  |                  |                |
| El estudiante:   |                  |                |
| III.1 Describirá en que consiste el campo magnético terrestre y la teoría más reciente sobre su origen.  | 2                |                |
| III.2 Describirá los elementos que, se utilizan para definir el campo magnético terrestre en un punto de la superficie terrestre                                   | 3.               |                |
| SUBTEMA B).- <u>PALEOMAGNETISMO</u>  |                  |                |
| III.3 Describirá el fenómeno de la deriva de los polos magnéticos  | 2                |                |
| III.4 Describirá que se entiende por paleomagnetismo   | 2                |                |
| III.5 Aplicará el significado de las anomalías magnéticas en la interpretación de los cambios del campo magnético terrestre y el deslizamiento del fondo oceánico. | 3                |                |
| III.6 Explicará en que consiste la sección estratigráfica magnética.   | 2                |                |
| UNIDAD IV.- <u>TECTONICA GLOBAL</u>  |                  |                |
| El estudiante:   |                  |                |
| IV.1 Describirá las aportaciones de Suess, Wegener, Holmes, Hess y Wilson en el desarrollo de la Teoría de la Tectónica de Placas.                                 | 1                |                |
| IV.2 Dibujará en un mapa del mundo: los límites de las placas, el nombre de cada una, su movimiento relativo, zonas de creación de corteza, zonas de destruc-      |                  |                |

(\*) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicación 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eva

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES  | CLASIFIC.<br>(* ) | HORAS<br>CLASE |
|---|-------------------|----------------|
| ción de corteza (subducción) y fallas de transformación.  | 2                 |                |
| IV.3 Definirá los términos falla de transformación, unión triple y zona de subducción.  |                   |                |
| IV.4 Relacionará las asociaciones de rocas ofiolitas, melange y depósitos de plataforma con la tectónica de placas.   | 3                 |                |
| IV.5 Explicará la teoría de la formación de los continentes actuales y su relación con los procesos geológicos asociados.   | 5                 |                |
| UNIDAD V.- <u>DEFORMACION DE LA CORTEZA TERRESTRE</u><br>SUBTEMA A).- <u>TEORIA DE LA DEFOMACION</u>  |                   |                |
| El estudiante:  |                   |                |
| V.1 Definirá los términos: esfuerzo, deformación plástica y elástica, dúctil y quebradizo.  | 1                 |                |
| V.2 Dibujará un diagrama rotulado donde se observe el comportamiento de una roca en función de su deformación cuando se le somete a un esfuerzo de compresión.  | 2                 |                |
| SUBTEMA B).- <u>MOVIMIENTOS DE LA CORTEZA TERRESTRE.</u><br><u>EFFECTOS.</u>  |                   |                |
| V.3 Describirá el proceso de epeirogenia, ilustrándolo con ejemplos.  | 2                 |                |
| V.4 Definirá los términos:<br><br>Plegamiento<br>Rumbo y echado<br>Anticlinal<br>Sinclinal<br>Monoclinal<br>Flancos de un Pliegue<br>Plano Axial<br>Eje y buzamiento de un pliegue<br>Pliegue Simétrico<br>Pliegue Asimétrico<br>Pliegue Recostado<br>Pliegue Recumbente<br>Fractura ó Junta<br>Falla<br>Alto o techo y Bajo o piso<br>Falla de Rumbo o lateral, derecha e izquierda<br>Falla de Echado, normal e inversa<br>Falla Oblicua<br>Falla de Cabalgadura o cobijadura |                   |                |

(\*) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicacion 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eval

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES  | CLASIFIC.<br>(* ) | HORAS<br>CLASE |
|---|-------------------|----------------|
| Graben<br>Horst.  | 1                 |                |
| SUBTEMA C).<br><u>ESCUDOS, FAJAS OROGENICAS Y TIPOS DE MONTAÑAS</u>   |                   |                |
| V.5 Explicará el origen de los escudos enlistando los principales escudos en el mundo   | 2                 |                |
| V.6 Definirá el término faja orogénica  | 1                 |                |
| V.7 Describirá la orogenia de un geosinclinal, incluyendo los procesos de deformación, metamorfismo y vulcanismo.   | 2                 |                |
| V.8 Describirá cuatro tipos de montañas según su origen.  | 2                 |                |
| UNIDAD VI. <u>GEOLOGIA Y EL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD CONTEMPORANEA</u>   |                   |                |
| SUBTEMA A).- <u>FUNCION DEL GEOLOGO EN LA SOCIEDAD</u>  |                   |                |
| VI.1 Describirá seis ramas de la Geología según su aplicación en la Sociedad.   | 2                 |                |
| VI.2 Describirá el papel del geólogo en por lo menos 6 instituciones ó empresas mexicanas que necesitan de su servicio  | 2                 |                |
| VI.3 Explicará la relatividad del concepto "recurso natural no renovable" en función del tiempo y el espacio.   | 2                 |                |
| VI.4 Describirá los pasos esenciales de la evaluación de los yacimientos minerales.   | 2                 |                |
| SUBTEMA B ).- <u>FUENTES DE ENERGIA</u>   |                   |                |
| VI.5 Definirá el concepto de energético fósil   | 1                 |                |
| VI.6 Resumirá la teoría sobre el origen del petróleo y su acumulación en trampas.   | 2                 |                |
| VI.7 Analizando los datos sobre las reservas del petróleo en el mundo, la producción actual y futura y el consumo, pronosticará la duración de este energético. | 4                 |                |
| VI.8 Resumirá la teoría del origen de yacimientos de carbón y las reservas mundiales de este combustible.   | 2                 |                |
| VI.9 Explicará la importancia de las areniscas asfálticas y las lutitas oleaginosas para el abastecimiento fu-  |                   |                |

(\*) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicacion 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eva

ASIGNATURA: GEOLOGIA FISICA IIHOJA N°       

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES  | CLASIFIC.<br>(*) | HORAS<br>CLASE |
|---|------------------|----------------|
| turo de gasolina  | 2                |                |
| VI.10 Explicará la importancia de la geotermia en el --<br>abastecimiento de energía  | 2                |                |
| VI.11 Explicará la importancia y el aprovechamiento de --<br>la energía solar.  | 2                |                |
| VI.12 Explicará los diferentes tipos de yacimientos de --<br>uranio, mencionado las reservas mundiales  | 2                |                |
| VI.13 Explicará la importancia del aprovechamiento de la --<br>energía nuclear y las posibles consecuencias nega-<br>tivas del uso de este energético.          | 2                |                |
| SUBTEMA C).- <u>YACIMIENTOS MINERALES</u>   |                  |                |
| VI.14 Describirá los cuatro tipos de yacimientos minera-<br>les según su origen.  | 2                |                |
| VI.15 Interpretará el significado de un yacimiento mine-<br>ral en función del factor de concentración natural.   | 3                |                |
| VI.16 Describirá los métodos más comunes utilizados en --<br>la exploración de yacimientos minerales.   | 2                |                |
| SUBTEMA D).- <u>ECOLOGIA</u>  |                  |                |
| VI.17 Explicará los problemas de contaminación ambiental<br>producidos por el desarrollo de la industria, en --<br>especial la industria minera y la petrolera. | 2                |                |
| SUBTEMA E).- <u>ABASTACIMIENTO DE AGUA</u>  |                  |                |
| VI.18 Describirá los pasos esenciales que se siguen para<br>la localización y explotación de un acuífero.   | 3                |                |
| VI.19 Analizará un problema real de abastecimiento de a--<br>gua potable o de riego en una región específica.   | 3                |                |
| SUBTEMA F).- <u>GEOLOGIA APLICADA A LA INGENIERIA</u>   |                  |                |
| VI.20 Describirá los estudios que realiza el geólogo en --<br>la localización de la cortina y el vaso de una pre-<br>sa.  | 2                |                |
| VI.21 Describirá el papel del Geólogo en el diseño de cons-<br>trucción de una carretera o tunel.   | 2                |                |
| VI.22 Describirá los estudios y observaciones que hace el   |                  |                |

(\*) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicacion 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eval

| TEMAS Y ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA<br>OBJETIVOS ESPECIFICOS Y ANTECEDENTES   | CLASIFIC.<br>(* ) | HORAS<br>CLASE |
|--|-------------------|----------------|
| Geologo para conocer si una falla es activa o inactiva   | 3                 |                |
| SUBTEMA G).- EPILOGO   |                   |                |
| VI.23 Describirá el papel del geólogo y su función en las diferentes sociedades actuales, haciendo énfasis en el desarrollo científico de la geología en función del sistema socioeconómico. | 3                 |                |

(\*) CLASIFICACION:

1.- Conocimiento 2.- Comprensión 3.- Aplicacion 4.- Análisis 5.- Síntesis 6.-Eva

METODOS DE ENSEÑANZA Y HORAS DE ESTUDIO\*

|   |                                     |                                   |                                     |              |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| Exposición oral                           | <input checked="" type="checkbox"/> | Prácticas de campo                | <input checked="" type="checkbox"/> | Tres al sem. |
| Audiovisual                               | <input checked="" type="checkbox"/> | Prácticas de taller o Laboratorio | <input checked="" type="checkbox"/> |              |
| Semanario                                 | <input type="checkbox"/>            | Lecturas obligatorias             | <input type="checkbox"/>            |              |
| Trabajo en grupos                         | <input checked="" type="checkbox"/> | Ejercicios de aplic.              | <input checked="" type="checkbox"/> |              |
| Prácticas de salón de clases              | <input type="checkbox"/>            | Ejercicios de a--diestramiento    | <input type="checkbox"/>            |              |
| Prácticas de biblioteca o sala de lectura | <input type="checkbox"/>            | Trabajos de invest. Monográfica   | <input checked="" type="checkbox"/> |              |
|   |                                     | Otros                             | <input type="checkbox"/>            |              |

SISTEMAS DE EVALUACION DE APROVECHAMIENTO\*

|  |                                     |                      |                                     |
|--|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| Examenes parciales                     | <input checked="" type="checkbox"/> | Exámenes semestrales | <input checked="" type="checkbox"/> |
| oral                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | oral                 | <input type="checkbox"/>            |
| escrito                                | <input checked="" type="checkbox"/> | escrito              | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Trabajos de investigación              | <input checked="" type="checkbox"/> |                      |                                     |
| Participación oral activa en clase     | <input checked="" type="checkbox"/> |                      |                                     |
| Calificación de trabajos escritos      | <input type="checkbox"/>            |                      |                                     |
| Calificación de prácticas y ejercicios | <input checked="" type="checkbox"/> |                      |                                     |
| Participación en Semanario             | <input type="checkbox"/>            |                      |                                     |

\*Marcar con una cruz

## BIBLIOGRAFIA BASICA

LIBROS DE TEXTO RECOMENDADOS PARA LOS CURSOS DE  
GEOLOGIA FISICA

Allison, Ira S.; Black Robert F.; Dennison, John M.; Fahnestock, Robert K.; y White, Stan M., 1974. GEOLOGY, the science of a changing Earth., Sixth edition, McGraw-Hill Book Co.

Compton, Robert R., 1977 Interpreting the Earth. Harcourt Brace Jovanovich, Inc. (U.S.A).

Flint, R.F. y Skinner, B.J. 1974. Physical Geology. John Wiley & Sons.

\*Gilluly, J., Waters, A.C. y Woodford, A.O., 1974. Principles of Geology 4th Edition W.H. Freeman and Co.

Hamblin, W.K., 1975 The Earth's Dynamic Systems. Burgess Pub. Co. Minn.

Otros libros interesantes por la cantidad de ejemplos son:

Holmes, Arthur, 1965. Principles of Physical Geology. (2nd edition). Ronald Press.

\*Krauskopf, Konrad B., 1974. The Third Planet, an invitation to Geology. -- Freeman, Cooper & Company.

McAlester, A. Lee, 1973. The Earth, an introduction to the Geological and Geophysical Sciences. Prentice Hall, Inc. N. Ji.

Dos libros más un poco más avanzados, pero mucho más modernos y con la visión moderna de la Geología son:

\*Press, Frank and Siever, Raymond, 1974. EARTH. W.H. Freeman and Company.

Verhoogen, J., Turner, F.J., Weiss, L.E., Wanrhaftig, C. y Fyfe. W.S. 1970.

The Earth, an introduction to Physical Geology. Holt, Rinearth and Winston, Inc.

Nota: Los libros indicados con asterisco (\*) son los que el autor de los objetivos recomienda para el curso.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA