



Universidad Autónoma de Sinaloa
Escuela de Ingeniería de Mazatlán
Licenciatura en Ingeniería Civil

Edición 2023

Laboratorio de Geología



Edición 2023

Práctica No. 1. Las rocas y su clasificación.

Objetivo:

El alumno conocerá la clasificación de las rocas por su origen: ígneas, sedimentarias y metamórficas; así como el respectivo ciclo para su formación. Aprenderá a identificarlas según su color, composición, peso, estructura y raya; así como su utilización en la construcción.

Equipo y materiales:

- Diapositivas
- Colección de rocas básicas
- Ácido clorhídrico diluido
- Lupa (15x)
- Video ilustrativo

Introducción:

Como el ingeniero civil tiene que utilizar materiales de la corteza terrestre, cualquiera que sea la construcción que emprenda, es esencial que conozca algo sobre sus propiedades, estructura y existencia. Toda obra de ingeniería tiene que descansar sobre algo y en muchos casos es preciso hacer excavaciones. En muchas obras, se emplean materiales formando bloques para la edificación, agregados para fábrica de concreto o de mortero, o como tierra suelta. En consecuencia, el costo, la estabilidad y en algunos casos la posibilidad de las obras de ingeniería, dependen en mayor o menor grado de la resistencia, la estructura y la disponibilidad de los materiales respectivos. Las rocas son agregados de minerales. Las principales excepciones son los cristales de roca y los carbones. El término no sólo se refiere a los materiales coherentes y de naturaleza consolidada, sino también a los materiales no consolidados ni cementados, que se presentan como arcilla, arena, arena gruesa y otros tipos menos comunes o conocidos. Las propiedades de las rocas, su estructura, sus modos de existir y su forma actual, dependen del medio en que se han originado y de los factores del medio que les han afectado posteriormente.

Descripción de la práctica:

1. Definiciones:

Petrografía: ciencia geológica que estudia el origen, la aparición, la estructura y la historia de las rocas.

Roca: masa Natural semidura, compuesta de varios minerales.

2. Clasificación de las rocas por su origen:

Las rocas se originan de diversas maneras:

- Por el enfriamiento del magma o lava
- Por la desintegración de otras rocas
- Por la compactación de sedimentos
- Por la metamorfosis de otras rocas

Por su origen se clasifican en **ÍGNEAS, SEDIMENTARIAS y METAMÓRFICA.**

3. Descripción de la clasificación de las rocas por su origen:

3.1. ROCAS ÍGNEAS:

Se forman por el enfriamiento y solidificación del magma provenientes de la profundidades de la tierra. El magma fluye sobre la superficie terrestre a través de fisuras o ductos volcánicos y ha perdido gases durante su trayectoria recibe el nombre

de lava. El término "ígneo" se deriva del latín "igneus", es decir, "ardiente" o "fuego", lo cual significa que se requiere calor para crear el magma.

Las rocas ígneas están compuestas fundamentalmente de silicatos, además la composición mineral de una roca ígnea está determinada por la composición química del magma a partir del cual cristaliza.

El magma está compuesto fundamentalmente por ocho elementos químicos que constituyen principalmente los silicatos. El oxígeno y el silicio son los constituyentes mayoritarios de éstas rocas, más los iones de aluminio, calcio, sodio, potasio magnesio, hierro, constituyen aproximadamente el 98% en peso de muchos magmas.

Además, el magma también contiene pequeñas cantidades de muchos otros elementos (titanio, manganeso y elementos más raros como oro, plata y uranio. Conforme el magma se enfría y solidifica, esos elementos se combinan para formar dos grupos importantes de silicatos.

Los **silicatos oscuros** (ferromagnesianos) son minerales ricos en hierro y en magnesio, o en ambos, y normalmente con bajo contenido en sílice. El olivino, el piroxeno, el anfíbol y la biotita son los constituyentes ferromagnesianos comunes de la corteza terrestre.

Los **silicatos claros** contienen mayores cantidades de potasio, sodio y calcio que de hierro y magnesio, como grupo, estos minerales son más ricos en sílice que los silicatos oscuros. Entre los silicatos claros se cuentan el cuarzo, la moscovita y el grupo mineral más abundante, los feldespatos.

Las rocas ígneas se clasifican desde varios puntos de vista, según el lugar donde se enfríen se clasifican en: INTRUSIVAS y EXTRUSIVAS.

Rocas Ígneas Intrusivas: Son las que se forman del magma que no logró salir a la superficie, y se desarrollan cristales grandes dando una textura gruesa, llamada TEXTURA PORFÍDICA.

Rocas Ígneas Extrusivas: Son las que se forman producto del enfriamiento de la lava en la superficie y poseen una textura fina, llamada TEXTURA AFANÍTICA.

Las rocas ígneas pueden clasificarse en función de sus proporciones de minerales oscuros y claros.

Las rocas compuestas por silicatos de colores claros (cuarzo y feldespatos), estas rocas se denominan graníticas ya que contienen un 70% de sílice y son los constituyentes principales de la corteza continental. Las rocas que contienen abundantes minerales oscuros (ferromagnesianos) y alrededor del 50% de sílice se dice que tienen una composición basáltica. También hay rocas ígneas con composiciones intermedias entre los dos grupos principales, así como otras totalmente desprovistas de minerales claros u oscuros.

Consultar la tabla 1 y la tabla 2 para la clasificación e identificación de las rocas ígneas.

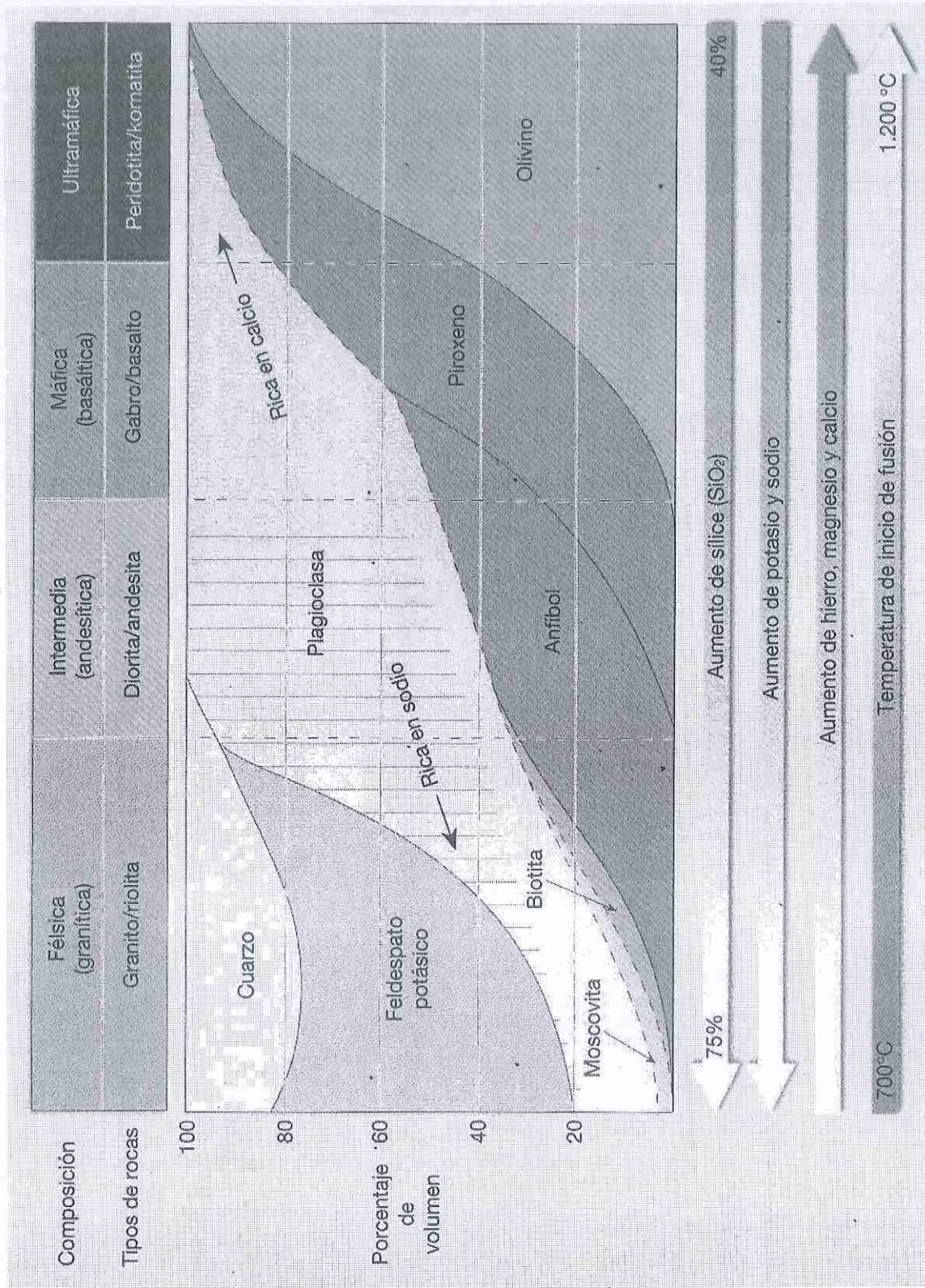


Tabla 1. Clasificación de las Rocas Ígneas

Composición química	Granítica (félsica)	Andesítica (intermedia)	Basáltica (máfica)	Ultramáfica
Minerales dominantes	Cuarzo Feldespato potásico Plagioclasa rica en sodio y calcio	Anfibol Plagioclasa rica en sodio y calcio	Piroxeno Plagioclasa rica en calcio	Olivino Piroxeno
Minerales accesorios	Anfibol Moscovita Biotita	Piroxeno Biotita	Anfibol Olivino	Plagioclasa rica en calcio
Fanerítica (grano grueso)	Granito	Diorita	Gabro	Peridotita
Afanítica (grano fino)	Riolita	Andesita	Basalto	Komatita (poco común)
Porfídica	«Porfídico» precede cualquiera de los nombres anteriores siempre que haya fenocristales apreciables			
Vítrea	Obsidiana (vidrio compacto) Pumita (vidrio vacuolar)			Poco comunes
Piroclástica (fragmentaria)	Toba (fragmentos de menos de 2 mm) Brecha volcánica (fragmentos de más de 2 mm)			
Color de la roca (basado en el % de minerales oscuro)	0% a 25%	25% a 45%	45% a 85%	85% a 100%

TEXTURA

Tabla 2. Clasificación de las Rocas Ígneas

- Clasificación e identificación de las rocas ígneas:

Se base en los criterios de la composición y la textura; ya que la composición mineral brinda información importante sobre la naturaleza del magma y la textura indica la historia sobre el enfriamiento que sufre el magma al formarse la roca.

Pasos para la identificación de rocas ígneas:

- a) Examine la roca y determine el tipo de textura: afanítica, fanerítica, porfídica, vítrea y fragmental.
- b) Determine el porcentaje de minerales oscuros. Menos del 30% de minerales oscuros es una roca granítica, entre 30% y 70% es una roca intermedia y más del 70% es una roca máfica.
- c) Determine el porcentaje aproximado y el tipo de feldespato. Feldespatos rosas se trata de un feldespato potásico, feldespato blanco o gris puede ser un feldespato potásico o una plagioclasa, si el feldespato presenta estriaciones es definitivamente una plagioclasa.
- d) Determine el porcentaje aproximado de cuarzo. 10-40% de cuarzo es una roca granítica, menos del 10% de cuarzo es una roca intermedia, sin cuarzo es una roca máfica.
- e) Utilice la tabla 1 y tabla 2 de clasificación de rocas ígneas.

Algunas rocas afaníticas con pocos minerales distinguibles en muestra de mano, presentar cierta dificultad en la identificación, por lo que será necesario utilizar los siguientes criterios:

- a) Si presenta fenocristales de cuarzo, la roca es una riolita.
- b) Si presenta fenocristales de feldespato potásico, la roca es una riolita.
- c) Si presenta fenocristales de anfíboles, la roca es una andesita.
- d) Si presenta fenocristales de olivino y piroxenos, la roca es un basalto.

Descripción de otro tipo de rocas ígneas:

- a) Obsidiana: vidrio volcánico masivo de color negro debido a partículas muy finas de magnetita y minerales ferromagnesianos. Algunas obsidianas son ricas en sílice y tienen una composición química similar a las rocas graníticas.
- b) Pumita: vidrio volcánico poroso con una textura fibrosa.
- c) Toba y brecha: la toba es ceniza volcánica consolidada de grano fino hasta tamaños de arenas, mientras que a la brecha la componen fragmentos de roca volcánica angulosos de grano grueso y de composición variable.

3.2. ROCAS SEDIMENTARIAS:

Son sedimentos consolidados a partir de restos de otras rocas y acumulados en la superficie terrestre, en agua o en zonas áridas, a temperaturas y presiones normales. Algunas rocas sedimentarias son verdaderas colecciones de capas consolidadas compuestas de partículas de roca de la superficie terrestre erosionadas y depositadas en lugares bajos, tales como el fondo de los lagos, ríos o el piso oceánico. Otras rocas sedimentarias se crean por la precipitación directa de soluciones químicas, a menudo a través de procesos biológicos.

El término sedimentario proviene del latín *sedimentum*, que significa asentamiento.

a) Composición

Las rocas sedimentarias se forman a partir de derivados de rocas preexistentes o por precipitación química, lo cual hace que la composición de éstas sea muy compleja. Sin embargo muchas de las rocas sedimentarias están compuestas de materiales abundantes en otras rocas que son estables bajo presión y temperaturas superficiales. El gran paquete de rocas sedimentarias está compuesto principalmente por cuatro constituyentes: cuarzo, calcita, arcilla y fragmentos de roca.

CUARZO: es el más abundante de los minerales clásticos de las rocas sedimentarias, debido a que es uno de los compuestos más abundantes de la corteza terrestre, con extremada resistencia, dureza y químicamente estable. Como solución es cementante en ciertas rocas clásticas de grano grueso.

CALCITA: es el principal constituyente de la caliza y el más común cementante de las areniscas y lutitas. El calcio es derivado de rocas ígneas ricas en plagioclasas cálcicas y el carbonato es derivado del agua y dióxido de carbono, el carbonato de calcio es precipitado directamente del agua de mar o es extraído del agua de mar por organismos que forman su exoesqueleto de calcita. Cuando los organismos mueren, sus esqueletos pasan a ser parte de sedimentos calcáreos formadores de calizas.

ARCILLA: los minerales arcillosos se desarrollan del intemperismo de silicatos, particularmente de feldespatos. Son de grano muy fino y generalmente forman lodos y lutitas.

FRAGMENTOS DE ROCA: son minerales de la roca que no han sido disgregados aún. Constituyen gran parte de las rocas clásticas de grano grueso.

OTROS MINERALES: como son dolomita en calizas, feldespatos y micas en areniscas con poco intemperismo, halita y yeso por evaporación de agua de mar en zonas someras, materia orgánica, en gruesas capas de carbón, entre otros.

b) Textura

La textura de las rocas sedimentarias consiste en la dimensión, forma y disposición de los elementos que la componen. Existen principalmente dos tipos de textura:

i) Textura clástica o detrítica:

Compuesta por fragmentos o detritos de roca u otro material que haya sufrido erosión, transporte y depósito, cementados o compactados. Esta textura se basa principalmente en el tamaño de las partículas, teniéndose texturas de grano grueso como gravas, guijarros (mayores de 2mm de diámetro); de grano medio, arenas (2mm a 1/16 de mm) y de grano fino, limos y arcillas (menores de 1/16 de mm).

Intervalos de tamaño (mm)	Nombre del clasto	Nombre del sedimento	Roca detrítica o clástica
>256	BLOQUE	GRAVA (clastos redondeados)	Conglomerado
64-256			
4-64	CANTO	GRAVA (clastos angulosos)	Brecha
2-4			
1/16-2	GRANO	ARENA	Arenisca
1/256-1/16	GRÁNULO	LIMO	Limolita
<1/256	PARTÍCULA	ARCILLA	Lutita

Tabla 3. Clasificación de las rocas detríticas o clásticas

ii) Textura no clástica o química:

La textura de las rocas sedimentarias químicas son distintas a las detríticas, ya que son resultado de la cristalización de soluciones precipitadas o materiales amorfos o recristalización de materiales microcristalinos. Por lo tanto, las texturas son análogas a las texturas que presentan las rocas ígneas o metamórficas, aunque generalmente, constituidas por un mineral dominante.

Son producidas por la disolución de material en aguas continentales o marinas y son precipitadas por evaporación, cambios químicos o actividad biológica.

Estas texturas cristalinas pueden ser descritas como gruesa o macrocristalina (mayores de 2mm de diámetro), media o mesocristalina (2mm a 1/16 de mm) y fina o microcristalina (menor de 1/16 de mm).

iii) Otras texturas:

- Textura oolítica: los precipitados de carbonato de calcio marino, de forma esférica, depositados en capas concéntricas alrededor del núcleo, que puede ser un fragmento de concha o de roca, del tamaño de arena, reciben el nombre de oolitos y se forman en zonas de flujo y reflujos de oleaje de relativa baja energía. Estos oolitos llegan a formar calizas semejantes a areniscas con fragmentos bien redondeados.
- Textura esqueletal: la roca presenta una textura similar a la clástica, pero los materiales que la componen son principalmente fragmentos de restos de organismos calcáreos muertos, formando fundamentalmente calizas.

Clasificación de las rocas sedimentarias:

La variedad de fuentes de material y medios sedimentarios dificulta la elaboración de un esquema de clasificación que englobe todo el tipo de rocas. Sin embargo, se distinguen dos clases mayores de rocas sedimentarias (tabla 3 y tabla 4):

- Rocas detríticas: clasificadas de acuerdo al tamaño del grano.
- Rocas químicas: están clasificadas en base a la composición mineral.

Rocas sedimentarias detríticas			Rocas sedimentarias químicas		
Textura clástica Tamaño del clasto	Nombre del sedimento	Nombre de la roca	Composición	Textura	Nombre de la roca
Grueso (más de 2 mm)	Grava (clastos redondeados)	Conglomerado	Calcita, CaCO_3	No clástica: cristalino de fino a grueso	Caliza cristalina
	Grava (clastos angulosos)	Brecha		Clástica: caparazones y fragmentos de caparazón visibles, cementados débilmente	Travertino
Medio (de 1/16 a 2 mm)	Arena (Si el feldespato es abundante la roca se denomina arcósea)	Arenisca	Cuarzo, SiO_2	Clástica: caparazones y fragmentos de caparazón de diversos tamaños cementados con cemento de calcita	Coquina
	Fino (de 1/16 a 1/256 mm)	Limo		Limolita	Clástica: caparazones y arcilla microscópicos
Muy fino (menos de 1/256 mm)	Arcilla	Lutita	Yeso, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	No clástica: cristalino de fino a grueso	Yeso
			Halita, NaCl	No clástica: cristalino de fino a grueso	Salgema
			Fragmentos vegetales alterados	No clástica: materia orgánica de grano fino	Hulla

Tabla 4. Clasificación de las rocas detríticas y químicas

3.3. ROCAS METAMÓRFICAS:

Rocas formadas por la modificación de otras preexistentes en el interior de la Tierra (pero todavía en estado sólido) mediante calor, presión y/o fluidos químicamente activos. Las rocas metamórficas se forman a partir de rocas ígneas, sedimentarias o incluso de otras rocas metamórficas. Por tanto, todas las rocas metamórficas tienen una roca madre: la roca a partir de la cual se formaron. La palabra metamórfico se deriva de la palabra griega *meta* que significa cambio y *morphe* forma.

La mayoría de los cambios metamórficos ocurren bajo las temperaturas y presiones elevadas que existen en la zona que empieza a unos pocos kilómetros por debajo de la superficie terrestre y se extiende hacia el manto superior. El metamorfismo tiene lugar con temperaturas de 250-800°C.

a) Composición

La recristalización a altas temperaturas produce un grupo distintivo de minerales metamórficos, muchos de ellos diferentes a los que se encuentran en rocas ígneas o sedimentarias, o bien, algunos minerales encontrados en rocas ígneas o sedimentarias, o bien, algunos minerales encontrados en rocas ígneas persisten o reaparecen durante la recristalización como el cuarzo, la biotita, piroxenos y anfíboles. En las rocas sedimentarias la calcita y la dolomita también persisten. Los minerales distintivos de metamorfismo son utilizados para la clasificación y nombramiento de las rocas metamórficas y muestran un amplio rango de diversidad química.

La tabla 5 muestra los minerales metamórficos representativos útiles para la clasificación de las rocas metamórficas y la tabla 6 muestra la clasificación de las rocas metamórficas comunes.

b) Textura

Las texturas más utilizadas en la clasificación de las rocas metamórficas son simplemente:

- i) Foliada: cuando los minerales tienden a estar ordenados en franjas paralelas de granos planos o alargados, dando a la roca un clivaje en forma de hojas o láminas delgadas, es decir, presentan foliación, la cual puede ser como la mostrada en la tabla 6.
- ii) No foliada: textura densa, no pueden verse a simple vista los granos individuales y no muestran clivaje de roca, o bien la roca puede presentar textura granular, pero sin clivaje, la cual se puede observar en la tabla 6.

c) Clasificación

Debido a que las rocas metamórficas resultan de la alteración de rocas preexistentes, hacen que su estudio sea muy complejo, por lo que establecer una clasificación satisfactoria de estas rocas se hace difícil. Sin embargo, se ha establecido un esquema de clasificación general de las rocas metamórficas de acuerdo con su textura, estructura y composición, teniéndose dos grupos mayores (ver tabla 5 y 6):

- Rocas metamórficas foliadas: se caracterizan por un arreglo paralelo y subparalelo de minerales aplanados como las micas, o alargados como las hornblendas. Son producto de metamorfismo regional (aumento de temperatura y presión).
- Rocas metamórficas no foliadas: formadas por granos de minerales, comúnmente equidimensionales, sin estructura.

MINERALES METAMÓRFICOS REPRESENTATIVOS
(Modificado de Strahler, 1981)

Mineral	Color	Composición	Dureza Escala de Mohs	Sistema Cristalino	Ocurrencia en rocas
Cianita	Azul, verde	Silicoaluminio	7	Triclínico	Esquisto azul
Andalusita	Gris blanquizco	Silicoaluminato	7 1/2	Ortorrómico	Esquisto verde
Silimanita	Café, verde, blanco	Silicoaluminato	6 - 7	Ortorrómico	Anfibolita, granulita
Almandina	Rojo, café rojizo	Silicoaluminato de Fe	7	Isométrico	Anfibolita
Wollastonita	Blanco o gris	Silicato de calcio	5-5 1/2	Triclínico	Mármol
Estauroлита	Café	Hidrosilicoaluminato de Fe	7-7 1/2	Ortorrómico	Anfibolita
Clorita	Verde	Hidrosilicoaluminato de Fe y Mg	2-2 1/2	Monoclínico	Esquisto verde
Epidota	Verde a negro	Hidrosilicoaluminato de Ca y Fe	6 - 7	Monoclínico	Anfibolita de epidota
Talco	Verde, gris, blanco	Hidrosilicato de Mg	1	Monoclínico	Esquisto de talco
Serpentina	Verde	Hidrosilicato de Mg	2 1/2	Monoclínico	Alteración hidrotermal
Grafito	Negro metálico	Carbón	1 - 2	Hexagonal	Gneis, esquisto, mármol

Tabla 5. Minerales metamórficos representativos

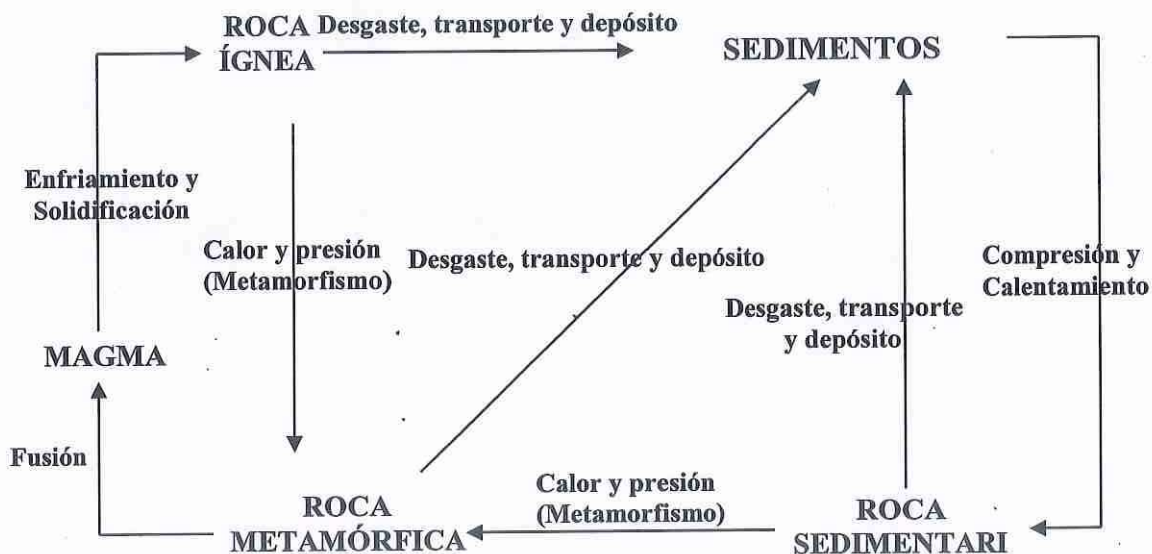
Nombre de la roca	Textura	Tamaño de grano	Observaciones	Protolito
Pizarra	Foliada	Muy fino	Pizarrosidad excelente, superficies lisas sin brillo	Lutitas, pelitas
Filita		Fino	Se rompe a lo largo de superficies onduladas, brillo satinado	Pizarra
Esquisto		Medio a grueso	Predominan los minerales micáceos, foliación escamosa	Filita
Gneis		Medio a grueso	Bandeado composicional debido a la segregación de los minerales	Esquisto, granito o rocas volcánicas
Migmatita		Medio a grueso	Roca bandeada con zonas de minerales cristalinos claros	Gneis, esquisto
Milonita	Poco foliada	Fino	Cuando el grano es muy fino, parece sílex, suele romperse en láminas	Cualquier tipo de roca
Metaconglomerato		De grano grueso	Cantos alargados con orientación preferente	Conglomerado rico en cuarzo
Mármol	No foliada	Medio a grueso	Granos de calcita o dolomita entrelazados	Caliza, dolomía
Cuarcita		Medio a grueso	Granos de cuarzo fundidos, masiva, muy dura	Cuarzoarenita
Corneana		Fino	Normalmente, roca masiva oscura con brillo, mate	Cualquier tipo de roca
Antracita		Fino	Roca negra brillante que puede mostrar fractura concoide	Carbón bituminoso
Brecha de falla		Medio a muy grueso	Fragmentos rotos con una disposición aleatoria	Cualquier tipo de roca

Aumento del metamorfismo

Tabla 6. Clasificación de las rocas metamórficas comunes.

CICLO DE LAS ROCAS

El magma al enfriarse origina rocas ígneas que, una vez en la superficie y gracias a los agentes geológicos externos pueden dar lugar a las rocas sedimentarias. A su vez, esas rocas sedimentarias están sometidas a la acción de los agentes geológicos externos, con lo que darán lugar a nuevas rocas sedimentarias. Las rocas ígneas y las sedimentarias se pueden ver enterradas de diversas formas, llegando a colocarse en el ambiente metamórfico, como consecuencia del cual se producen rocas metamórficas. A su vez, esas rocas metamórficas pueden remetamorfizarse, originando nuevas rocas metamórficas. Las rocas metamórficas pueden llegar a la superficie, estando por tanto sometidas a la acción de los agentes geológicos externos, con lo que originarán rocas sedimentarias. Todos los procesos de elaboración de rocas están relacionados entre sí, denominándose "ciclo de las rocas" al conjunto de todos estos fenómenos.



Práctica No. 2. Características de los suelos.

Objetivo:

El alumno aprenderá a diferenciar las diferentes características de los suelos, como son, textura, color y permeabilidad; así como también aprenderá a clasificarlos y los usos que se les dan a cada uno de ellos.

Equipo y materiales:

- Diapositivas
- Acetatos
- Tucuruquay
- Arena de río
- Limo
- Arcilla
- Vasos de precipitado
- Vasos desechables
- Balanza
- Cronómetros
- Calculadora

Introducción:

La formación de los suelos es el resultado de la interacción del clima y la materia viva sobre los materiales de rocas o fracciones de roca, en un relieve dado y en un periodo de tiempo. Estos factores son: clima, organismos, relieve, tiempo. Los nombres de las clases de suelos básicamente consisten en los términos: arena, limo, arcilla, y migajón o franco.

Las rocas que están en la superficie de la tierra, o cerca de ella están expuestas a desintegración y descomposición. Los productos disgregados se acumulan formando "suelos". El proceso de la destrucción de las rocas y las propiedades de los materiales resultantes, merecen ser estudiados cuidadosamente por los ingenieros civiles, pues muchos problemas de ingeniería se presentan precisamente en estos materiales.

El ingeniero civil tendrá que manejar diferentes materiales en rellenos, base para caminos, pavimentos o mampostería, o en ingeniería sanitaria u otras aplicaciones, por lo que debe estar bien preparado técnicamente y familiarizarse con los principios geológicos que intervienen en la formación de dichos materiales.

El suelo es un material que se desarrolla en respuesta a interacciones ambientales complejas entre diferentes partes del sistema Tierra. Con el tiempo, el suelo evoluciona de manera gradual hasta un estado de equilibrio con el entorno. El suelo es dinámico y sensible a prácticamente todos los aspectos de su entorno, por tanto, cuando se producen cambios ambientales, como el clima, la cubierta vegetal o la actividad animal (incluida la humana) el suelo responde. Cualquiera de esos cambios produce una alteración gradual de las características del suelo hasta alcanzar un nuevo equilibrio. Aunque finamente distribuido sobre la superficie terrestre, el suelo funciona como una interfase fundamental, proporcionando un ejemplo excelente de integración entre muchas partes del sistema Tierra.

La superficie de la Tierra está cubierta por la regolita, la capa de roca y fragmentos minerales producidos por meteorización. Algunos llamarían suelos a este material, pero el SUELO es una combinación de materia mineral y orgánica, agua y aire: la porción de regolita que sustenta el crecimiento de las plantas. Aunque las proporciones de los

principales componentes que hay en el suelo varían, siempre están presentes los mismos cuatro componentes (25% agua, 25% aire, 45% material mineral y 5% materia orgánica).

Los progresos logrados últimamente en mecánica de suelos son el resultado de los intentos de los ingenieros para medir cuantitativamente las propiedades de la regolita impuestas por los procesos geológicos que la han formado y que han actuado después sobre ella y de haber aplicado con posterioridad los resultados a la práctica de la ingeniería. Especialmente en el campo de la ingeniería civil y agronómica, tiene gran importancia económica los estudios de la regolita.

Descripción de la práctica:

1. Definiciones:

SUELO

Para el GEÓLOGO

Parte superior de la regolita (capa de roca y fragmentos minerales que cubre casi cualquier parte de la superficie terrestre de la Tierra), en la cual se han desarrollado procesos químico-biológicos incorporándose materia orgánica.

Para el INGENIERO CIVIL

Es toda la capa suelta a la que el geólogo le llama regolita tenga materia orgánica o no.

2. Descripción del perfil idealizado de un suelo:

Dado que los procesos de formación del suelo actúan desde la superficie hacia abajo, las variaciones de composición, textura, estructura y color evolucionan de manera gradual a las diversas profundidades. Estas diferencias verticales, que normalmente van siendo más pronunciadas conforme pasa el tiempo, dividen el suelo en zonas o capas conocidas como horizontes. Si cavara una trinchera en el suelo, vería que sus paredes tienen capas. Una sección vertical de este tipo a través de todos los horizontes del suelo constituye el perfil del suelo (Figura 1).

3. Se mostrará una carta de clasificación del suelo (Figura 2) que se utiliza en el Sistema Americano e Internacional.

4. Características de algunos suelos:

4.1 Se trabajará con diferentes tipos de suelos, a los cuales se les incorporará agua y con cada uno de ellos, se elaborará un cilindro de 3mm de diámetro aproximadamente de tal manera que se forme un anillo con dicho material y utilizando el triángulo de las texturas se clasificará dicho suelo (Figura 3).

4.2 Posteriormente se trabajará con el triángulo de Clasificación de Suelos, dando porcentaje de arena, limo o arcilla y hacer su correspondiente clasificación (Figura 4).

4.3. Se llevará a cabo una prueba en la cual se observará la absorción y filtración de diferentes tipos de suelos. La cual se realizará de la siguiente forma:

Material:

- 60 gr de arena de río (seca y sin tamizar)
- 60 gr de tucuruquay (seco y sin tamizar)
- 60 gr de arcilla (seca y sin tamizar)
- 60 gr de limo (seco y sin tamizar)
- Vasos de unicell
- balanza
- vasos de precipitados de 250ml
- piceta

- cronómetro
- calculadora

Procedimiento:

- Pesar 60 gr de cada muestra dentro del vaso de unicell, restando el peso del vaso vacío y anotarlo como PS.
- Vaciar cada una de las muestras al recipiente graduado y tomar su dato de volumen como VS.

Para determinar la densidad del suelo es necesario utilizar la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{PS}{PV}$$

Tipo de suelo	Peso de muestra de suelo (PS)	Volumen de muestra de suelo (VS)	Densidad del suelo	Porosidad del suelo (ρ)(100)

- Para determinar la filtración de cada uno de los suelos es necesario vaciar 100ml de agua a cada uno de los vasos de unicell con su muestra, tomando los siguientes datos:

Tipo de suelo	Tiempo de inicio de goteo en minutos	Tiempo de término de goteo en minutos	Volumen de agua recuperada	Volumen de agua retenida por el suelo

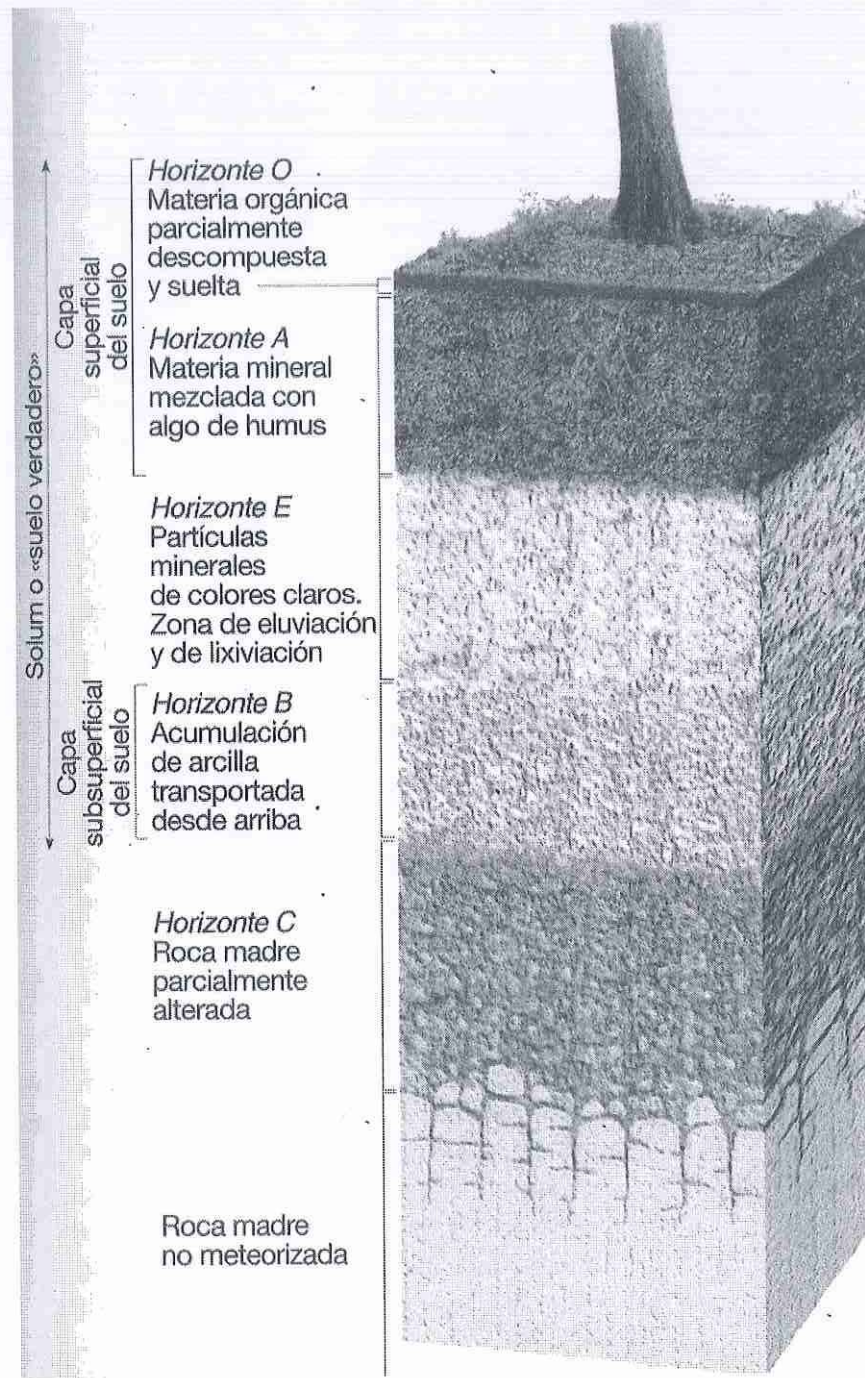


Figura 1. Perfil idealizado de un suelo en latitudes medias de clima húmedo.

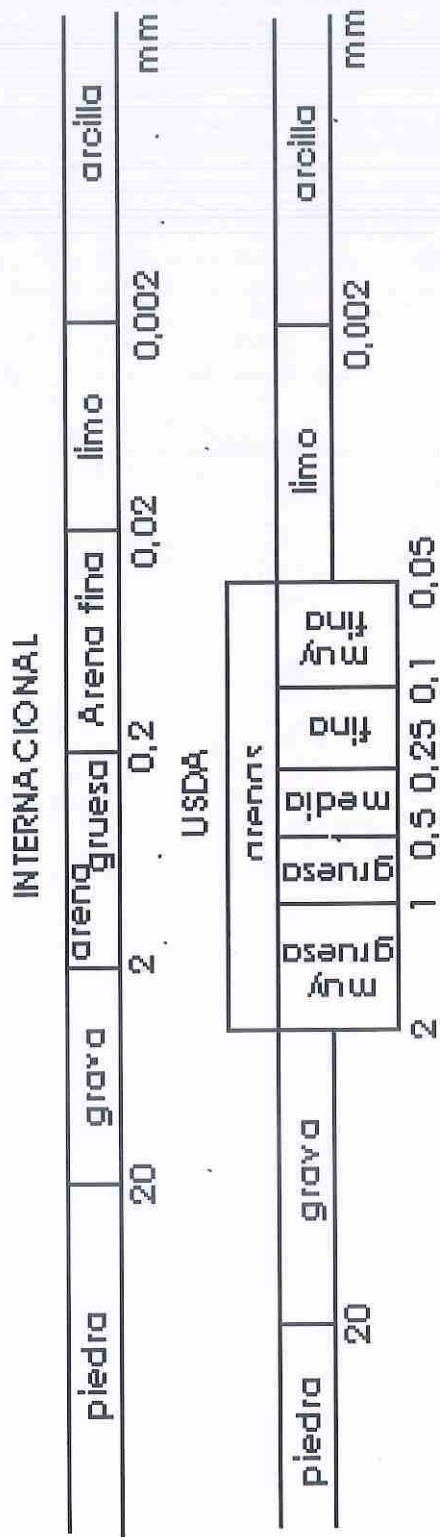


Figura 2. . Carta de clasificación del suelo del Sistema Americano e Internacional.

CLASES TEXTURALES

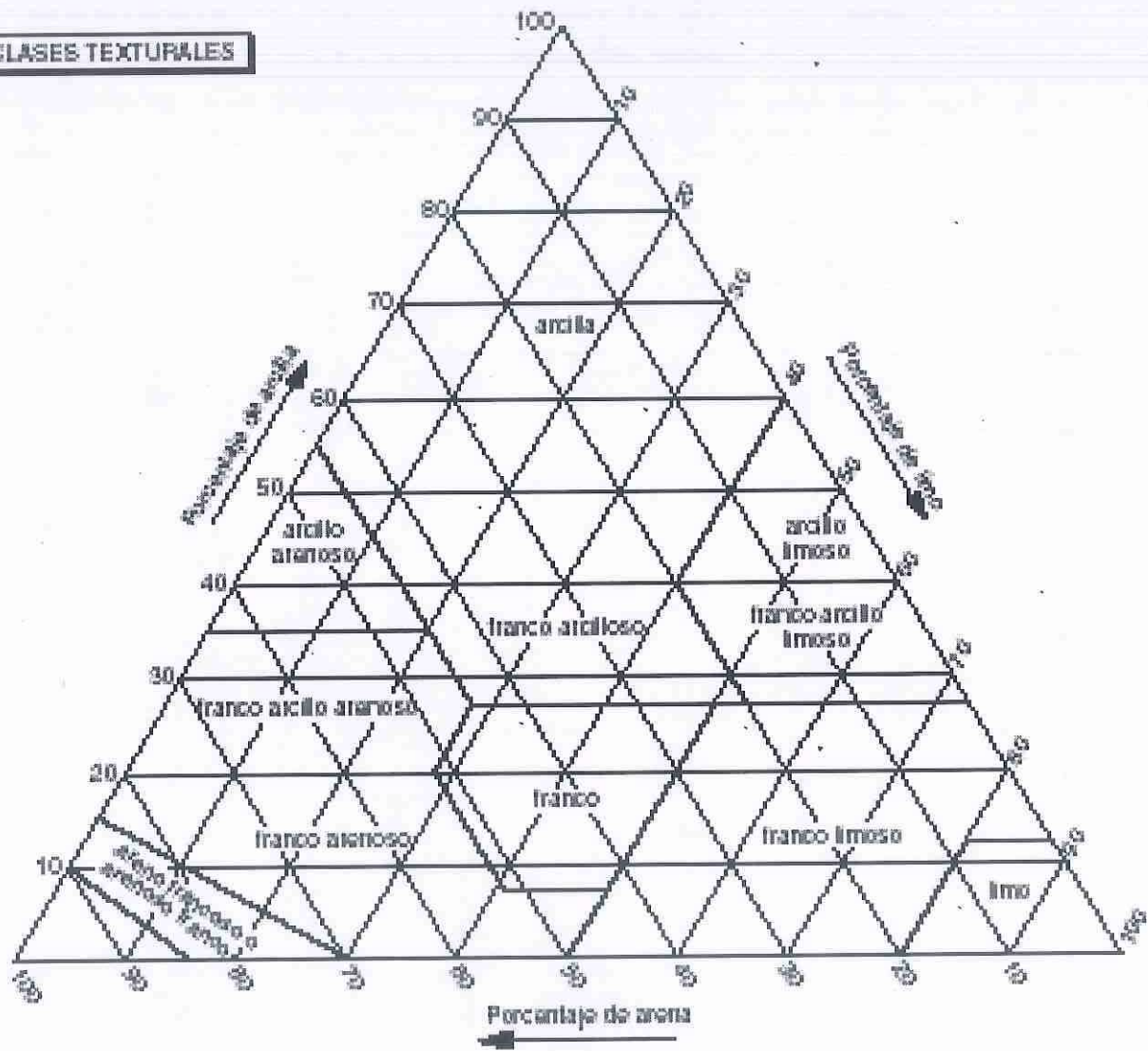


Figura 4. . Triángulo de clasificación de suelos.

Práctica No. 3 Tiempo geológico

Objetivo:

El alumno estudiará la escala del tiempo geológico y conocerá las características de cada uno de las eras, periodos y épocas. Se conocerá como está constituido nuestro estado, con los diferentes tipos de materiales en roca y suelos, fechados y clasificados por las distintas eras geológicas.

Equipo y materiales:

- Cartas geológicas del estado de Sinaloa
- Tabla de clasificación de eras, periodos y épocas
- Mapa del estado de Sinaloa dividido por material clasificado por eras geológicas
- Diagrama de la evolución de las placas tectónicas
- Papel china tamaño carta
- Colores
- Muestras de rocas
- Fósiles
- Ácido clorhídrico diluido al 10%
- Calculadora
- Escalímetro
- Yeso
- Plato desechable
- Agua
- Concha marina
- Cuchara desechable
- Vaso desechable
- Plastilina
- Vaselina sólida

Introducción:

En algún momento de nuestras vidas hemos estudiado las primeras nociones sobre Geología; las rocas, los minerales, los dinosaurios, el Periodo Cuaternario, los estratos, etc. Todas estas palabras llevan implícita la idea de tiempo, pero al contrario del que observamos al mirar nuestro reloj, el tiempo que se trata es de intervalos que sólo concebimos con la imaginación e inteligencia de dimensiones enormes que superan a cualquier medida o expectativa. Tan vasto es el periodo registrado en la historia de la Tierra, que generalmente se le distingue de las clases más modestas de tiempo llamándolo TIEMPO GEOLÓGICO.

Los estudios sobre los estratos rocosos y los fósiles que en ellos se encuentran proporcionan una valiosa información sobre como apareció la vida en el planeta y sobre la manera en que los seres vivos han evolucionado en el tiempo. También permiten conocer importantes indicios sobre las relaciones entre los organismos desaparecidos y los vivientes. Y la relación que éstos han tenido y tienen con el medio ambiente.

Desde hace tiempo varios científicos reconocieron la inmensidad de la historia de la Tierra y la importancia del tiempo como componente de todos los procesos geológicos y demostraron que la Tierra había experimentado muchos episodios de formación y erosión de montañas, que debían hacer precisado grandes intervalos de tiempo geológico. Aunque estos pioneros científicos comprendían que la Tierra era muy antigua, no tenían ninguna manera de conocer su verdadera edad. Así se desarrolló una escala de tiempo geológico que mostraba la secuencia de acontecimientos basada en principios de

datación relativa. Con el descubrimiento de la radiactividad y de las técnicas de datación radiométrica, los geólogos pueden asignar ahora con bastante precisión fechas a muchos de los acontecimientos de la historia terrestre.

Descripción de la práctica:

1. Definiciones:

1.1 Datación relativa y escala de tiempo geológico

La datación relativa significa que los acontecimientos se colocan en su secuencia u orden apropiados sin conocer su edad en años. Esto se hace aplicando principios como la ley de superposición, que establece que las capas de rocas sedimentarias o de colados de lava, la capa más joven se encuentra en la parte superior y la más antigua, en la inferior (en el supuesto de que nada haya volcado las capas, lo cual a veces sucede) (Figura 3).

Los fósiles, restos o impresiones de vida prehistórica, fueron también esenciales para el desarrollo de la escala del tiempo geológico. Los fósiles son la base del principio de sucesión biótica, que establece que los organismos fósiles se sucedieron unos a otros en un orden definido y determinable, y por tanto, cualquier periodo geológico puede reconocerse por su contenido en fósiles. Este principio permitió a los geólogos identificar rocas de la misma edad en lugares completamente separados y construir la escala de tiempo geológico mostrada en la Figura 2.

1.2 Datación absoluta

Este es un método que relaciona el comportamiento y duración de los elementos radiactivos como el uranio, plomo, potasio, rubidio, estroncio y carbón que emiten a través de partículas y en cierto lapso de tiempo, una determinada cantidad de energía radiactiva que puede ser medida en la escala de millones de años del tiempo geológico. Este método basado en una propiedad física, la radiactividad, y como tal, con un comportamiento susceptible de ser cuantificado y expresado de manera numérica. Por estas características se le considera un método objetivo.

2. Se procederá a explicar a través de una figura la evolución de las placas continentales ya que en el tiempo geológico no solo se involucra la evolución de los seres que habitan nuestro planeta, sino también como han evolucionado los continentes (Figura 1).
3. Posteriormente se estudiará la escala de tiempo geológico (Figura 2) y con ello observar como se dio la evolución de la vida en nuestro planeta.
4. Se trabajará en una carta geológica del estado de Sinaloa, de tal manera que con ella identifiquemos los materiales que se presentan en nuestro estado y hacer su correspondiente clasificación: por era, periodo y época.
5. Se conocerá a través de un mapa de nuestro estado como está constituido, con los diferentes tipos de materiales en roca y suelos, fechados y clasificados por las distintas eras geológicas.
6. Se trabajará en la impresión de un fósil, para determinar la forma en que se conservaron los fósiles y se llevará a cabo de la siguiente manera:

Materiales:

- Plato desechable
- Vaso desechable

- Plastilina
- Concha marina
- Vaselina sólida
- Yeso
- Cuchara desechable

Procedimiento:

- Coloca un trozo de Plastilina del tamaño aproximado de un limón sobre el plato de cartón.
- Cubre la parte exterior de la concha marina con la vaselina.
- Presiona la concha marina contra la Plastilina.
- Retira cuidadosamente la concha marina de manera que deje una impresión clara en la plastilina.
- Mezcla cuatro cucharadas de yeso con dos de agua en el vaso de cartón.
- Vierte la mezcla de yeso sobre la impresión que quedó en la plastilina.
- Deja endurecer el yeso durante 15 o 20 minutos.
- Retira la plastilina del molde de yeso.

Resultados

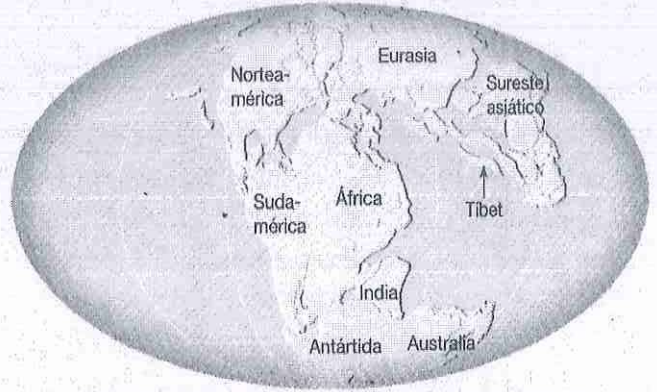
La parte exterior de la concha marina dejó su huella en la plastilina. El yeso asemeja la parte exterior de dicha concha.

¿Por qué?

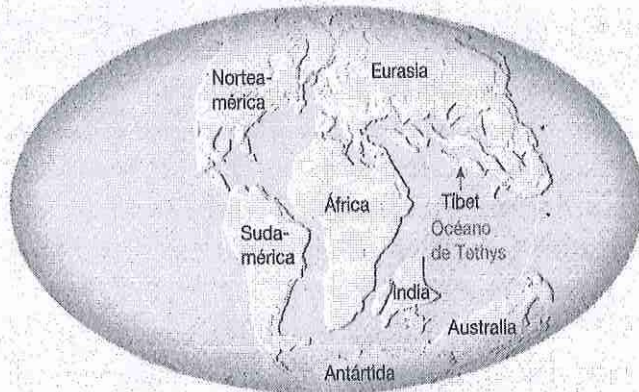
La capa de plastilina y el yeso son ejemplos de fósiles. La plastilina representa el barro suave de tiempos antiguos. Los organismos dejaron huellas en el barro. Si nada caía sobre estas huellas, el barro se secaba y se formaba lo que ahora se denomina impresiones fósiles. Si los sedimentos llenaron el hueco dejado por el organismo se formó una roca sedimentaria con la huella del organismo en la parte exterior. Este tipo de fósil se llama molde o vaciado.



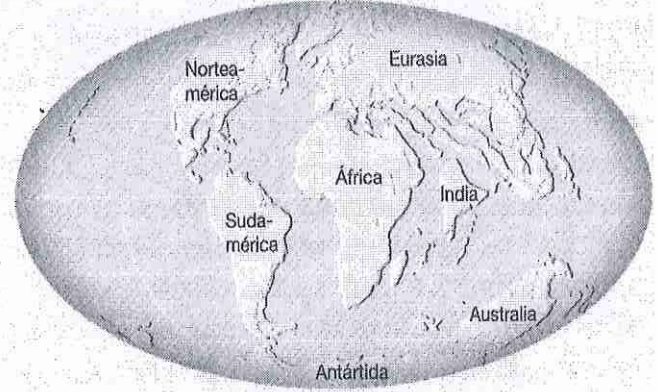
A. Hace 200 millones de años (Jurásico inferior)



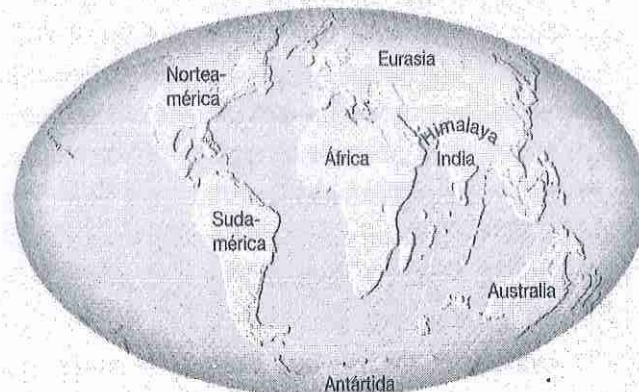
B. Hace 150 millones de años (Jurásico superior)



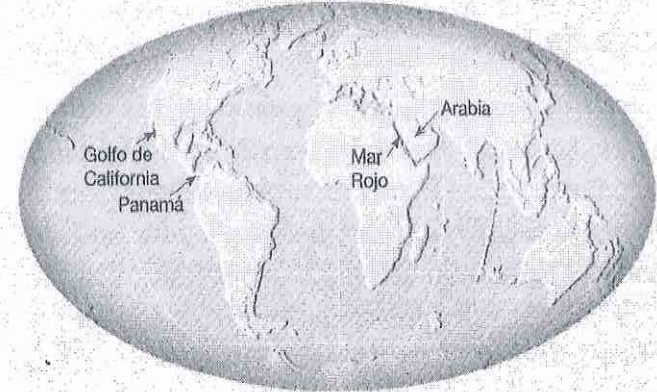
C. Hace 90 millones de años (Cretáceo)



D. Hace 50 millones de años (Cenozoico inferior)



E. Hace 20 millones de años (Cenozoico superior)



F. En la actualidad

Figura 1. Evolución de las Placas Continentales.

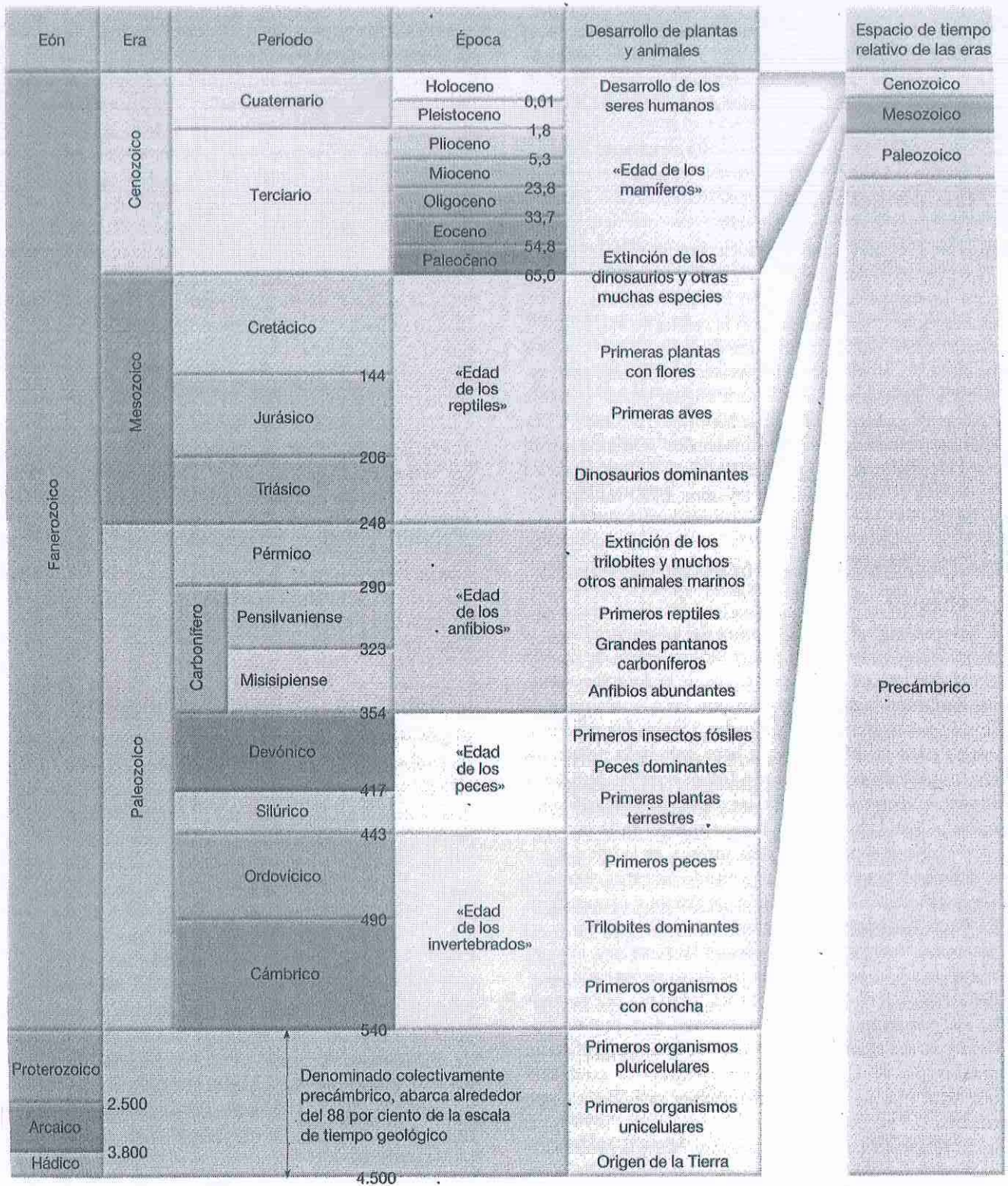


Figura 2. Escala de Tiempo Geológico.

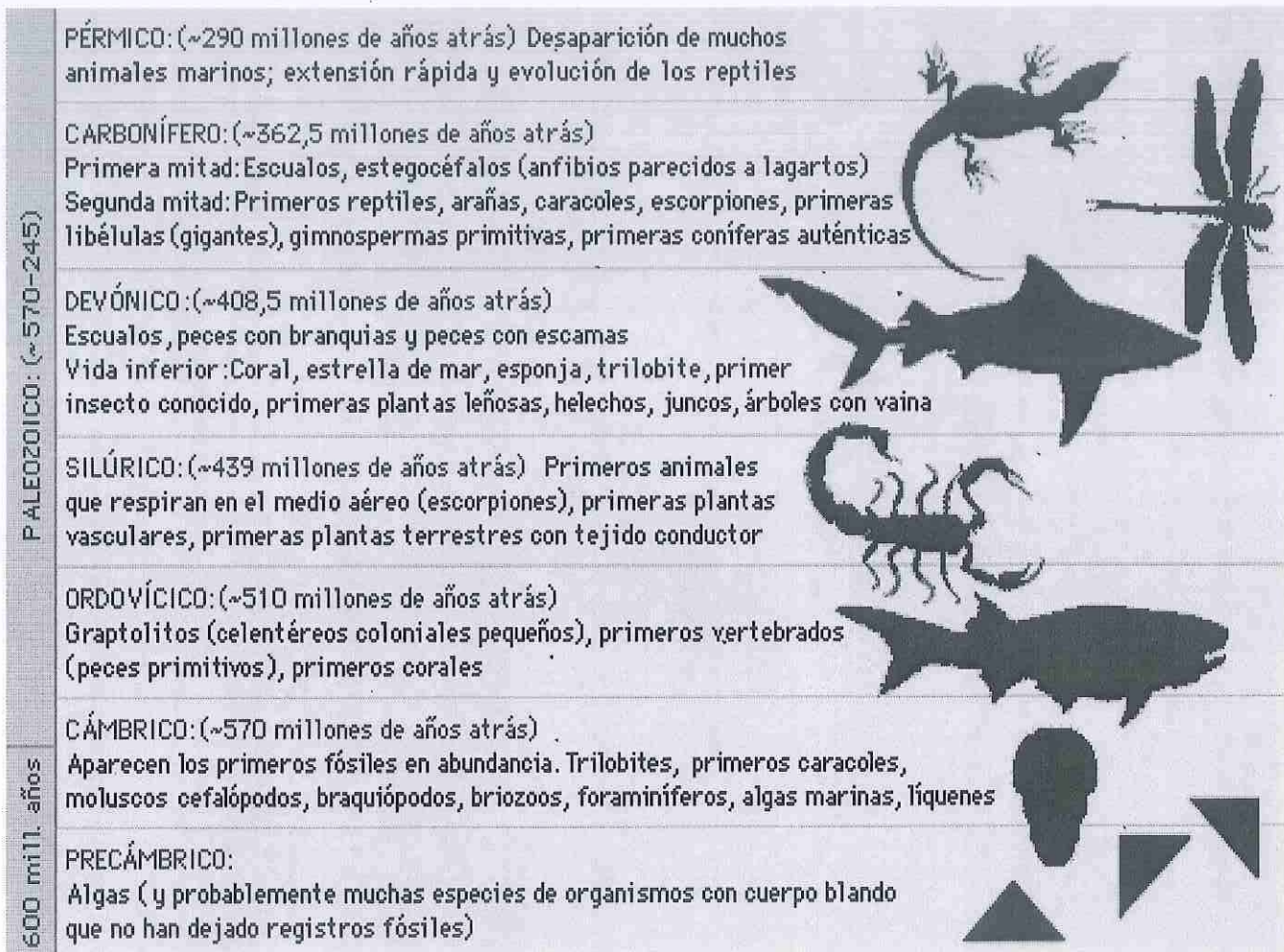


Figura 3. Columna Estratigráfica

Los fósiles conservados en los estratos de roca ofrecen pistas sobre la historia de la evolución. Esta columna estratigráfica se basa en señales paleontológicas y muestra el orden con que aparecieron los organismos en el paleozoico, rico en fósiles. Cada capa representa un periodo de tiempo particular y muestra los organismos que prosperaron en él. Aunque rara vez se encuentran fósiles según este modelo ideal, suelen estar dispuestos, más o menos, en orden cronológico. En general, los fósiles más antiguos se sitúan en las capas inferiores, y los más recientes en las superiores, así esta disposición puede ayudar en la datación de los especímenes.

Práctica No. 4 Serie de Reacción de Bowen

Objetivo:

El alumno estudiará la escala continua y discontinua de Bowen, la cual explica el proceso de formación de los minerales formadores de rocas. Observará cada uno de los minerales en muestra para microscopio estereoscópico, los cuales serán identificados por sus características como son: su color y estructura.

Equipo y materiales:

- Microscopio estereoscopio
- Cámara de video
- Muestras de minerales
- Diagramas

Introducción:

El hielo se congela a una única temperatura mientras que un magma cristaliza en un intervalo al menos 200°C. En el laboratorio, el equipo de Bowen demostró que, conforma se enfría un magma basáltico, los minerales tienden a cristalizar de una manera sistemática que está en función de sus puntos de fusión.

En el diagrama 1 se muestra que el primer mineral que cristaliza a partir de magma basáltico es el ferromagnesiano olivino. El enfriamiento adicional genera plagioclasa rica en calcio, así como piroxeno, y así sucesivamente según el diagrama.

Durante el proceso de cristalización, la composición del fundido cambia continuamente. Por ejemplo, en la etapa en la que alrededor de una tercera parte del magma ha solidificado, el fundido carecerá casi por completo de hierro, magnesio y calcio porque esos elementos son constituyentes de los minerales que se formaron primero.

La eliminación de esos elementos del fundido hará que se enriquezca en sodio y potasio. Además dado que el magma basáltico original contenía alrededor del 50% de sílice la cristalización del mineral formado primero, el olivino, que contiene sólo alrededor del 40% de sílice, deja el fundido restante más rico en sílice. Por tanto el componente sílice del fundido también se enriquece conforme evoluciona el magma.

Bowen demostró también que si los componentes sólidos de un magma permanecen en contacto con el fundido restante, reaccionarán químicamente y evolucionarán al siguiente mineral de la secuencia mostrada en el diagrama 1. Por esta razón, esta disposición de minerales llegó a ser conocida como SERIE DE REACCIÓN DE BOWEN.

Serie de reacción discontinua.

La parte izquierda de la serie de reacción de Bowen (Diagrama 1) demuestra que, conforme un magma se enfría, el olivino reaccionará con el fundido restante para formar olivino, el cual incorpora más sílice en su estructura y se forman los piroxenos. Conforme el cuerpo magmático se enfría más, los cristales de piroxeno reaccionarán a su vez con el fundido para generar anfíboles. Esta reacción continuará hasta que se forme el último mineral de la serie, la biotita. Esta parte de la serie de reacción de Bowen se denomina serie de reacción discontinua porque en cada etapa se forma un silicato distinto.

Serie de reacción continua.

La rama derecha de la serie de reacción, denominada la serie de reacción continua, muestra que los cristales de plagioclasa rica en calcio reaccionan con los iones sodio en el fundido para enriquecerse progresivamente en ellos. Aquí los iones sodio se difunden en los cristales de feldespato y desplazan los iones calcio en la red cristalina. A veces, la velocidad de enfriamiento ocurre con la suficiente rapidez como para impedir una sustitución completa de los iones calcio por los iones sodio. En esos casos, los cristales de feldespato tendrán interiores ricos en calcio rodeados por zonas progresivamente más ricas en sodio. Durante la última etapa de la cristalización, después de que se haya solidificado gran parte del magma, se forma el feldespato potásico. Se formará moscovita en las pegmatitas y otras rocas ígneas plutónicas que cristalizan a profundidades considerables. Por último, si el magma remanente tiene exceso de sílice, precipitará el cuarzo.

Descripción de la práctica:

1. Definiciones:

Se darán las siguientes definiciones y se describirán brevemente las propiedades físicas de los minerales con el apoyo de diapositivas.

1.1. Mineral

Cuerpo cristalino sólido, homogéneo física y químicamente, y de origen natural.

Para que se considere mineral debe cumplir lo siguiente:

- Ser sólido
- Ser cristalino, la materia sólida puede ser ordenada o desordenada. El compuesto tiene que tener todas sus partículas en cierto orden.
- Ser inorgánicos, los seres vivos no participan en su formación.
- Ser natural, sin intervención humana.
- Ser homogéneo, tener la misma composición en toda su estructura.

1.2. Propiedades físicas de los minerales

Forma cristalina, brillo, color, raya, dureza, exfoliación (cruce o clivaje), fractura, peso específico.

2. Se mostrará el diagrama de la Serie de Reacción de Bowen (Diagrama 1) para darle al alumno la explicación del mismo y se puntualizará en las características que tienen cada uno de los minerales que se presentan en dicha serie.
3. Posteriormente se utilizará el Diagrama 2 y el Diagrama 1 para clasificar y darle nombre a la muestra de roca ígnea que se estudiará en el microscopio, y se llenará un formato para la correspondiente clasificación, el cual se muestra en el Diagrama 3.
4. Se realizará una práctica que nos demostrará como se forman los cristales, la cual se describe a continuación:

Materiales:

- Taza de 250 ml (2 oz.)
- Sal epsom (sulfato de magnesio)
- Cuchara de 15ml (1 cucharada)
- Tijeras
- Cartoncillo negro
- Caja de petrix

Procedimiento:

- Cortar un círculo del cartoncillo negro que se ajuste a la parte interior de la caja de petrix.
- Llenar la taza con agua.
- Agregar 4 cucharadas (60ml) de sal epsom al agua, y revuelva.

- Vierte una capa muy delgada de la mezcla sobre la caja de petri. Dejar la caja en reposo durante un día.

Resultados

Se forman cristales con apariencia de aguja sobre el cartoncillo negro.

¿Por qué?

Las moléculas de la sal epsom se acercan estrechamente entre sí cuando el agua de la solución se evapora lentamente. Las moléculas de sal comienzan a acomodarse ordenadamente, y crean cristales como agujas. Las moléculas de sal se apilan como si fueran ladrillos; la forma de las moléculas determina la figura resultante del cristal.

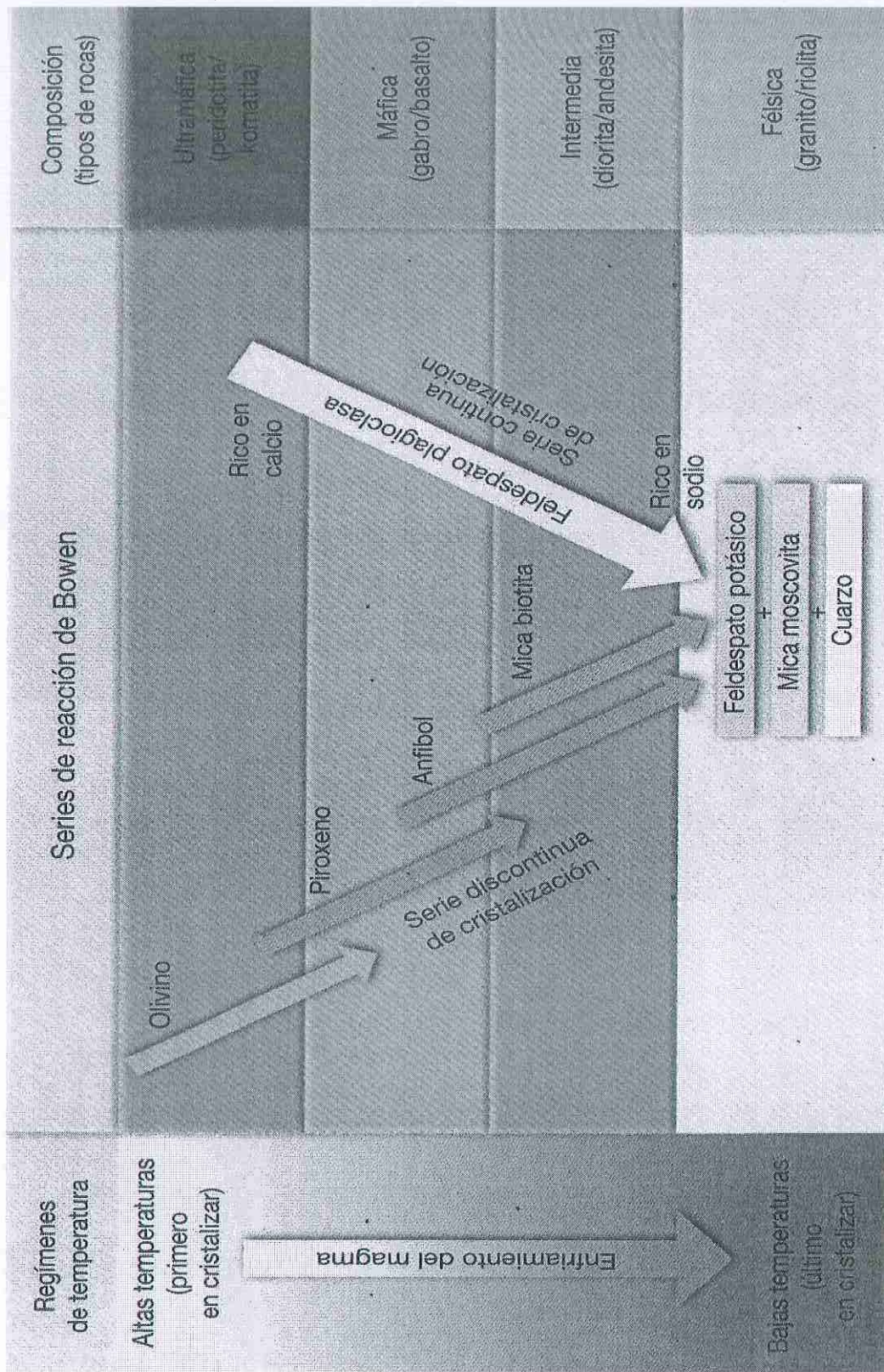


Diagrama 1. Serie de Reacción de Bowen

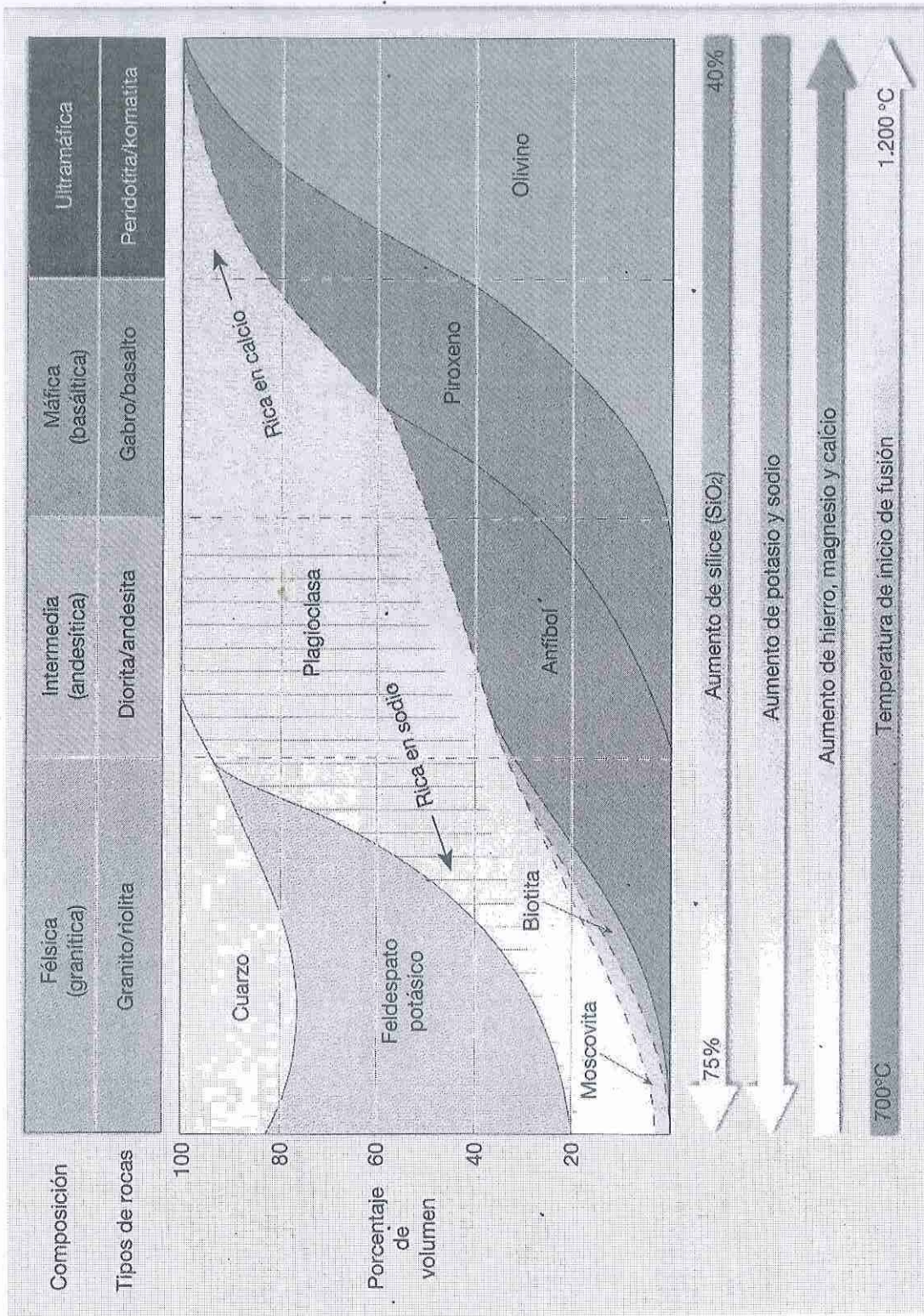


Diagrama 2. Mineralogía de las rocas ígneas comunes y de los magmas a partir de los que se forman.

Diagrama 3. Formato de Identificación de Rocas Ígneas

Clave de la muestra: _____

1. Textura de la muestra de mano (tamaño de cristales):

Afanítica _____

Fanerítica _____

2. Índice de Color de la muestra de mano:

SiO(Silice)

Bajo _____ $\geq 60\%$

Medio _____ $\pm 60\%$

Alto _____ $\langle 60\%$

3. Composición mineral (porcentaje aproximado de minerales):

Cuarzo _____ Hornblenda _____

Feldespato Potásico _____ Piroxeno _____

Plagioclasas (Na-Ca) _____ Olivino _____

Biotita _____ Otro _____

4. Determinación de la Clasificación y nombre de la roca:

Clasificación _____

Nombre _____

Diagrama 3. Formato de Identificación de Rocas Ígneas

Clave de la muestra: _____

1. Textura de la muestra de mano (tamaño de cristales):

Afanítica _____

Fanerítica _____

2. Índice de Color de la muestra de mano:

SiO(Silice)

Bajo _____ $\geq 60\%$

Medio _____ $\pm 60\%$

Alto _____ $\langle 60\%$

3. Composición mineral (porcentaje aproximado de minerales):

Cuarzo _____ Hornblenda _____

Feldespato Potásico _____ Piroxeno _____

Plagioclasas (Na-Ca) _____ Olivino _____

Biotita _____ Otro _____

4. Determinación de la Clasificación y nombre de la roca:

Clasificación _____

Nombre _____

Bibliografía

- Manual de prácticas de Laboratorio de Geología, Zoilo Márquez Antonio, Pérez Rojas Alberto, González Rocío, Comas Óscar, Editorial Casa Abierta el tiempo, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, México 1992.
- Ciencias de la Tierra, Una introducción a la geología física, Tarbuck Edward J., Lutgens Frederick K., Pearson Prentice Hall; Madrid 2005.
- Ciencias de la Tierra para niños y jóvenes; VanCleave Janice, Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, México 2001.
- Geología para ingenieros, Trefethen Joseph M., Editorial CECSA, México 1983.
- CD La Tierra, Colección Realidad Virtual, Zeta Multimedia, España 1997.