

Complemento teórico que fundamenta el origen de los fenómenos Naturales y Antrópicos

Documento Anexo

asesoría General:

Javier Germán Mejía Muñoz

**Director de la Oficina Departamental
para la Prevención y Atención de
Desastres.**

Diseño y elaboración

Carlos Alberto Ospina Parra

Ingeniero Geólogo

Dora Inés Zuluaga Villegas

Consuelo Henao Salazar

Trabajadoras Sociales.

**Oficina Departamental para
la Prevención y Atención de
Desastres.**

4. Componentes teóricos que fundamenta el origen de los fenómenos Naturales y Antrópicos. Documento Anexo.

Introducción

El presente material educativo "Componentes teóricos que fundamenta el origen de los fenómenos naturales y antrópicos" se constituye en un aporte para el complemento del currículo en las áreas de ciencias sociales y naturales sobre Prevención y Atención de Desastres.

Dicho documento pretende convertirse en un apoyo para el maestro que orienta los programas en Básica Secundaria Media Vocacional y se fundamenta en los elementos que conforma cada unidad temática curricular contextualizados dentro de una correlación del hombre, el mundo y los Desastres.

Esta correlación se enmarca dentro del conocimiento y comprensión de la convivencia del Hombre y la naturaleza, dentro de los factores adversos a la misma. Esto implica aprender y transmitir a las futuras generaciones el control de los fenómenos naturales y antrópicos para la supervivencia de todas las comunidades ecológicas.

Es importante resaltar que los elementos teóricos desarrollados en este documento, son susceptibles de cambios o complementaciones de acuerdo a las características geológicas y ecológicas de cada localidad para que el maestro construya conocimiento alrededor de la cultura de la Prevención.

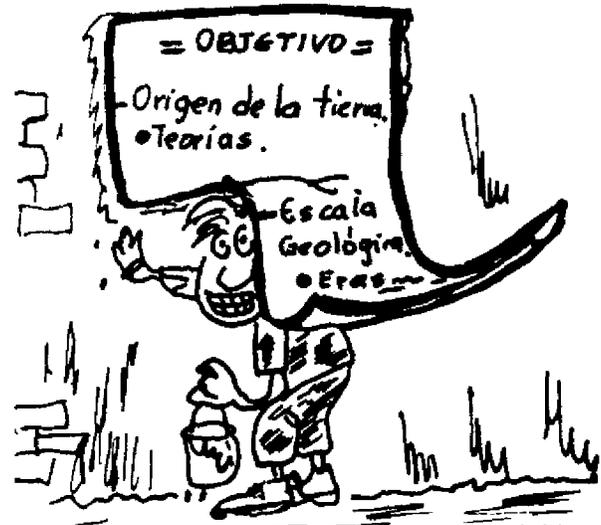
Los temas que se manejan se enmarcan dentro del origen y la formación del planeta, tierra, los fenómenos telúricos y tectónicos, geomorfológicos, topográficos, meteorológicos y los originados por el hombre; las acciones preventivas a desarrollar antes, durante y después de un desastre; el desarrollo comunitario la preparación de la comunidad para la prevención y atención de Desastres.

La mejor manera de dominar la naturaleza es obediéndole a la naturaleza misma. Francisco Bacon

4.1. EL PLANETA TIERRA

4.1.1. Origen de la Tierra.

La Astronomía del siglo XX ha definido la Galaxia como unidad básica del Universo; en el universo (en su fracción visible) hay más de 1 000 millones de galaxias, separadas entre sí por grandes distancias. Las estrellas y planetas son los cuerpos más estables y abundantes de las galaxias.



Hace entre 10.000 y 20.000 millones de años toda la materia y todo el espacio del actual universo habían estado altamente concentrados, de forma que la densidad alcanzaba valores infinitos. Se trata de condiciones tan inestables que esa fase debe considerarse como instantánea; la descompresión que sigue es explosiva y va acompañada de una inversión en las proporciones relativas de materia y de energía ya que los Fotones se estabilizan a partículas sub-atómicas al disminuir la densidad.

Se ha demostrado que a los cinco minutos del comienzo de la expansión, la temperatura sería de 10^9K ; a partir de ese momento los Fotones comienzan a convertirse en partículas y antipartículas.



Unas 300.000 a 500.000 años después del comienzo de la explosión, la Radiación alcanzó una temperatura de unos 5.000 K

Entonces los núcleos y los electrones del gas hasta el momento ionizados se combinaron para formar átomos, y al hacerlo dejaron de interactuar con los Fotones.

Este es el comienzo de todas las radiaciones y de las gravitaciones. La Radiación Cósmica X de fondo sería, el documento histórico del momento en que el universo se hizo luminoso.

A los 10 millones de años, el universo estaría a 300 K. A los 250 millones de años a 170 K, la materia superó a la radiación en cantidad de masa.

A partir de este momento la materia pudo ser localmente la bastante densa para condensarse en remolinos que darían lugar a la protogalaxia, imaginables como esferas de gases en Rotación que se aplanarían centrífugamente para dar discos.



Este es el esquema del nacimiento del Universo que acepta la mayoría de los físicos actuales.

En estos momentos, existen dos tipos de modelos que tratan de explicar las características de nuestro sistema Planetario. Estas escuelas son:

— **Escuela Americana 1**: Los planetas se condensaron antes o al mismo tiempo que el sol, a partir de una nebulosa muy masiva.

— **Escuela Soviética²**: Los planetas se formaron después que el sol, en una nebulosa de igual masa que el sistema solar actual.

En general, podemos decir, que la diferencia básica entre ambas escuelas estriba en el grado de estabilidad de la nebulosa en rotación.

La tierra (núcleo rico en azufre 10 por 100 de Fe O en el manto y 0.05 por 100 de agua), se habría formado a partir de protoplanetas que se habían condensado a una temperatura de unos 600K, lo bastante baja para permitir la génesis de minerales hidratados. A este delicado equilibrio químico debemos la existencia de agua y, por tanto, de vida sobre el planeta.

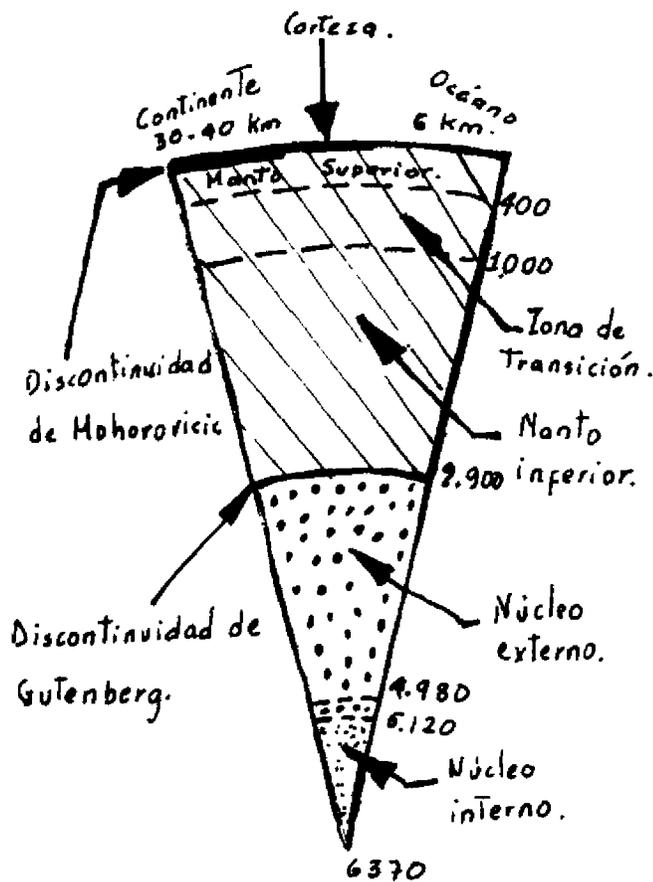
4.1.2. Estructura y Composición de la tierra.

Desde comienzos de este siglo se admite que la tierra puede dividirse en corteza, manto y núcleo. Esta división fue establecida al observar el comportamiento de las ondas elásticas producidas por los terremotos.

Con base en lo anterior y con otros principios científicos.

Estructura de la corteza. Bullen (1963) determinó las zonas internas de la tierra de la siguiente manera:

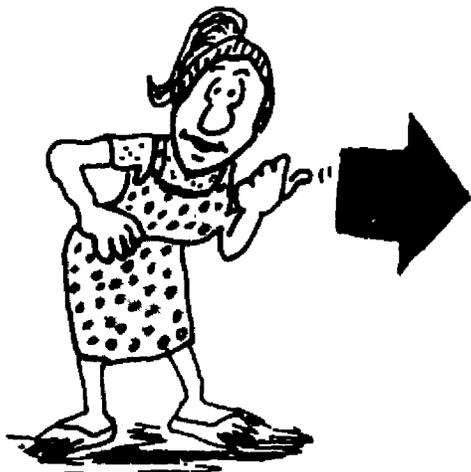
1. Cameron y Piné
2. Safronov y Shimidt



Estructura Zonal de la Tierra, según B. Heen (1963).

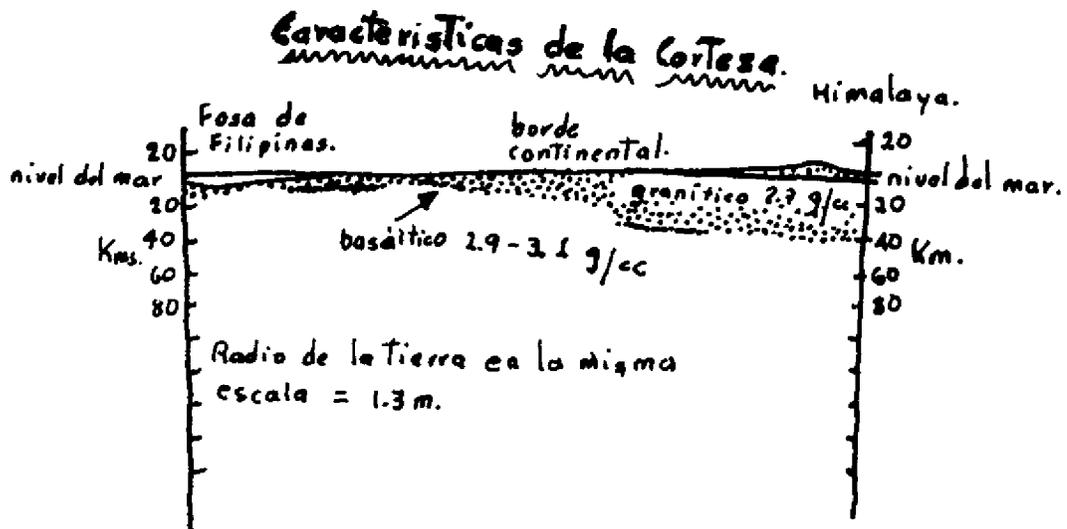
Región	Intervalo de Profundidad (en kms)	Nombre
A	0-33	Corteza
B	33-410	MANTO Manto Superior Zona de Transición Manto Inferior
C	410-1000	
D	1 000-2 900	
	Discontinuidad * * de Gutenberg	
E	2.900 - 4.980	NUCLEO Núcleo Externo Zona de Transición Núcleo Interno
F	4.980 - 5.120	
G	5.120 - 6.370	

En realidad, debe considerarse por separado las regiones continentales de las oceánicas.



La corteza Continental tiene un espesor comprendido entre 20 y 50 kilómetros. La base de la corteza queda definida por discontinuidad de Mohorovicic.

Según los estudios de Conrad en 1925, la corteza continental está formada por dos capas distintas, para lo que posteriormente algunos sismólogos propusieron el nombre de capa Granítica * * * (para la corteza superior) y capa basáltina (para la corteza inferior).



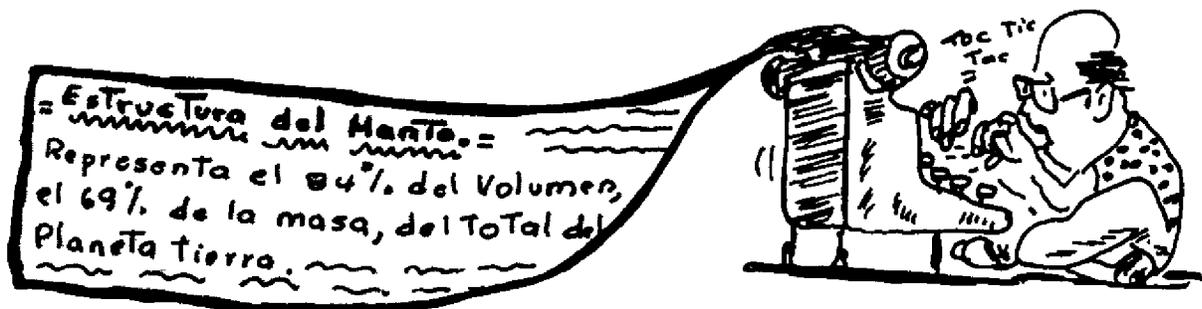
Está situada a 54 Kmts. de profundidad. Fue descubierta por Mohorquieí en 1910 estudiando el terremoto del 8 de Octubre de 1909 de Croasia.

En las regiones oceánicas, la estructura de la corteza es muy homogénea, en las cuales se distinguen 3 capas.

- La capa 1, situada inmediatamente debajo de la capa acuosa, tiene un espesor medio de 0.45 kms.
- La capa 2, con un espesor comprendido entre 1.3 y 2.4 kilómetros.
- La capa 3, situada por encima del manto, con un espesor medio del orden de 5 kilómetros.

Estructura del manto

El manto representa el 84% del volumen y el 69% de la masa, del total del Planeta.

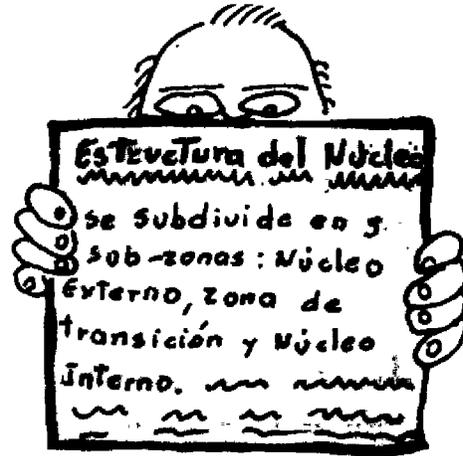


3. En general, la base de la corteza queda definida por una superficie de discontinuidad, llamada de Mohorovicic o simplemente moho, que implica el aumento brusco de la velocidad de las ondas P.

Las tres zonas, en que se ha subdividido el manto según Bullen (1963), está basada en la distribución a la que tiene lugar el cambio de la velocidad de las ondas sísmicas, según la profundidad.

Estructura del núcleo.

El núcleo se extiende desde los 2.900 kilómetros de profundidad hasta el centro de la tierra. Allí se origina el campo magnético terrestre.



El núcleo se subdivide en tres sub-zonas: núcleo externo, zona de transición y núcleo interno.

- **Núcleo Externo.** está situado a una profundidad entre los 2.900 y los 4.800 kilómetros de profundidad.
- **Zona de transición,** ubicado entre los 4.980 y los 5.120 kilómetros.
- **Núcleo Interno.** Situado entre los 5.120 kilómetros y el centro de la tierra.

El 80% del núcleo podría ser hierro y el 20% restante silicio o azufre.

4.3 Escala Geológica



Se considera que la tierra tiene aproximadamente unos 5.000 millones de años, de los cuales la Era Pre-cámbrica ocupa más de 4.000 millones, La Paleozoica unos

4. Descubierta por Oldham en 1906

Realmente estas dos capas equivalen al sial y al sima de los antiguos geólogos.

350 millones, La Mesozoica 160 millones y la Cenozoica 65 millones. En esta última, el terciario duró 63 millones de años, de los cuales el Paleoceno duró 11 millones de años, el Eoceno 16 millones, el oligoceno 12 millones, el mioceno 19 millones y el Plioceno 5 millones.

Se considera que el Cuaternario comenzó, para algunas apenas un millón de años, para otros, entre 1.8 y 2 millones y hay quienes creen se inició hace 2.5 y 3 millones de años. Sin embargo es frecuente el rango entre 1.8 a 2 millones de años.

A continuación se verá el cuadro de las eras geológicas con el respectivo correspondiente en años.

4.1.3. Escala Geológica

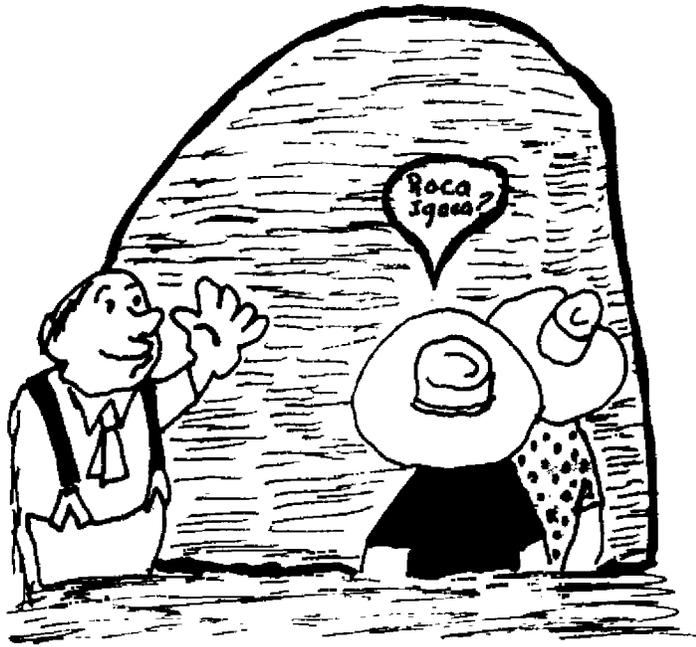
ERA	Sistema o Período	Serie o Epoca	Hace millones de años aprox.	Duración en millones de años aprox.	0
CENOZOICO	Cuaternario	Reciente	Aprox. últimos 10 000 años	Aprox. últimos 10.000 años.	65
		Pleistoceno	1.8	1.8	
	Terciario	Plioceno	7	5.6	
		Mioceno	26	19	
		Oligoceno	38	12	
		Eoceno	54	16	
		Paleoceno	65	11	
MESAZOICO	Cretáceo		136	71	225
	Jurácico		190	54	
	Triácico		225	35	
PALEOZOICO	Permico		280	55	MILLONES DE AÑOS 570
	Carbonífero	Pensilyvaniano	325	45	
		Missisipiano	456	20	
	Devónico		395	50	
	Silúrico		430	35	
	Ordovícico		500	70	
	Cámbrico		570	70	
Precámbrico	Precámbrico				5.000

* Adaptado de Eicher 1968 No a Escala.

4.1.4. Clasificación de las Rocas.

Un mineral: es una sustancia sólida inorgánica, de origen natural que tiene una composición química determinada o que varía entre unos márgenes estrechos. Los minerales son así mismo, sustancias homogéneas formadas por partículas (Átomos, iones, moléculas) que se disponen en el espacio y forma ordenada.

Los minerales aparecen corrientemente como constituyentes de Rocas, así pues, las rocas son un agregado natural de uno o más minerales. Por su origen pueden ser Igneas, Metamórficas y sedimentarias.



1. Las rocas ígneas

Son aquellas que se han formado por el enfriamiento y posterior solidificación de una masa de material rocoso, al mismo tiempo caliente y fluida, conocida con el nombre de magma rocoso.

Un magma es una solución que contiene los constituyentes químicos que, al ser enfriados suficientemente, cristalizan para formar los diversos minerales que forman la roca Resultante.

Los elementos químicos principales que conforman las magmas de las rocas ígneas son, silicio, aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio y potasio.



Si el magma contenía un porcentaje elevado de silice, la roca resultante contendrá minerales ricos en silice y cuarzo. Generalmente de color claro. Si por el contrario, el magma tenía un porcentaje bajo de silice, la roca resultante contendrá minerales pobres en silice y carecerá de cuarzo. Por lo general, serán de color oscuro.

La historia del enfriamiento del magma, determina la variación en el tamaño de los cristales. Si una roca se ha formado de un magma sepultado a considerable profundidad en la corteza terrestre, debe haberse enfriado muy lentamente y tenido un largo período de tiempo para su cristalización y solidificación total. En estas condiciones, las partículas minerales tienen la oportunidad de crecer y alcanzar tamaño considerable debido a la cristalización lenta.



Una roca que tenga, un origen profundo tendrá una textura granuda gruesa, y los minerales que la constituyen pueden reconocerse y diferenciarse a simple vista. A dichas rocas se les denomina **Plutónicas o INTRUSIVAS**.



Si se trata de un magma que ha sido depositado como lava, en la superficie terrestre, su enfriamiento y solidificación son rápidos; como consecuencia de esto, el resultado es de una roca de grano fino y se les conoce con el nombre de **Rocas volcánicas o efusivas**. durante los períodos de actividad ígnea los volcanes arrojan muchos

materiales fragmentarios que se acumulan y forman rocas ígneas fragmentarias o rocas Piroclásticas. Los materiales varían de tamaño. Las rocas formadas por partículas finas, cenizas volcánicas y polvo volcánico se denomina **Toba**.



Rocas Sedimentarias.

Son de origen secundario; los materiales de que están formadas derivan de la alteración por los agentes atmosféricos de masas rocosas preexistentes. Han sido depositadas en zonas de acumulación por la acción de las aguas o, con

menos frecuencia, por la acción de los glaciares o de los vientos. La alteración producida por los agentes atmosféricos incluye, no sólo la descomposición química, sino también la desintegración mecánica. Según sea su descomposición química o mecánica, las rocas sedimentarias pueden dividirse en dos clases:

- **Los sedimentos depositados mecánicamente** tales como grava, arena, arcilla o barro, llamados sedimentos detríticos, son transportados por las corrientes a una masa de agua, donde se depositan en capas.
- **Las de origen químico**, recogieron los materiales que las forman, disueltos por las aguas que circularon por las rocas y reunidos finalmente por dichas aguas, en los mares o lagos, donde fueron depositados por algún proceso químico orgánico.

Rocas Metamórficas

se entiende por Metamorfismo el ajuste mineralógico y estructural de rocas sólidas a condiciones químicas y físicas que han sido impuestas a profundidades superiores al nivel de meteorización y depositación y que difieren de las condiciones a las cuales la roca en cuestión se formó.



En otras palabras las rocas metamórficas se formaron a partir de otras rocas ya existentes siendo éstas sometidas a diferentes condiciones de presión y temperatura.

Los límites del metamorfismo van desde los 200°C hasta los 950°C.

Existen diferentes tipos de metamorfismo, tales son:

- **Metamorfismo Regional**, de contacto o térmico.
- **Dinámico o cataclástico.**

* La literatura especializada puede suministrar información más concisa con respecto al tema; sólo se mencionaron para aquellas personas que deseen profundizar.

CLASIFICACION DE LAS ROCAS		
Cuadro Resumen	Rocas Igneas	<ul style="list-style-type: none"> – Volcánicas o Efusiva. 1 Riolita. 2. Traquita 3. Fonolita 4 Latita. 5. Dacita 6. Andesita. 7 Basalto – Plutónicas o Intrusivas. 1 Granito. 2 Granodiorita. 3 Sienita 4. Monzonita. 5. Tonalita. 6. Gabro. 7. Diorita – Piroclastos. 1. Ceniza Volcánica. 2 Tobas. 3. Brechas Volcánicas.
	Rocas Sedimentarias.	<ul style="list-style-type: none"> – De origen Mecánico 1. Conglomerados 2 Areniscas – De origen químico. 1. Caliza. 2. Caliza Oolítica. 3. Dolomia. 4. Diatomita. 5. Magnesita.
	Rocas Metamórficas	<ul style="list-style-type: none"> – Metamorfismo Regional. – De contacto o térmico. – Dinámico o Cataclástico. 1. Anfibolita. 2. Gneis. 3. Esquistos. 4. Pizarras. 5. Serpentinias 6. Cuarsita.

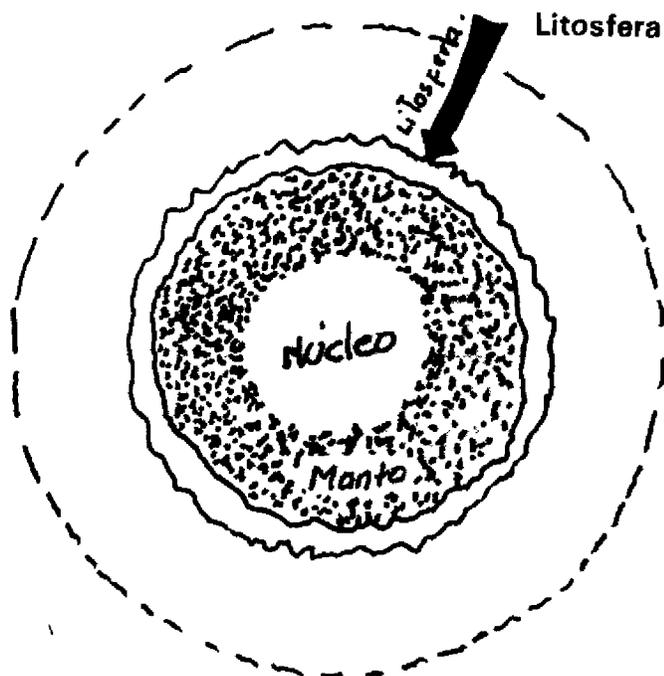
* Clasificación simple; complementar en texto especializados si es del caso.

4.2 TECTONICA DE PLACAS

Esta teoría propone un modelo cinemático según el cual la litosfera está compuesta por un número relativamente reducido de placas que están en continuo movimiento unas con respecto a otras, y en cuyos límites se localiza la mayor parte de la actividad sísmica, tectónica y magmática existente en el planeta.

El desarrollo de la teoría de la tectónica de placas se sitúa entre 1912 y 1915, cuando Wegener propuso la hipótesis de la **Deriva Continental**.

Este autor basándose en argumentos geofísicos, geológicos, biológicos y paleoclimáticos. (La distribución de los depósitos glaciares del carbonífero y pérmico en América del Sur, Sudáfrica, India y Australia), sugirió que durante el Paleozoico superior existió una única masa continental (**Pangea**) que comenzó a dividirse durante el Jurásico, alejándose unos fragmentos de otros.

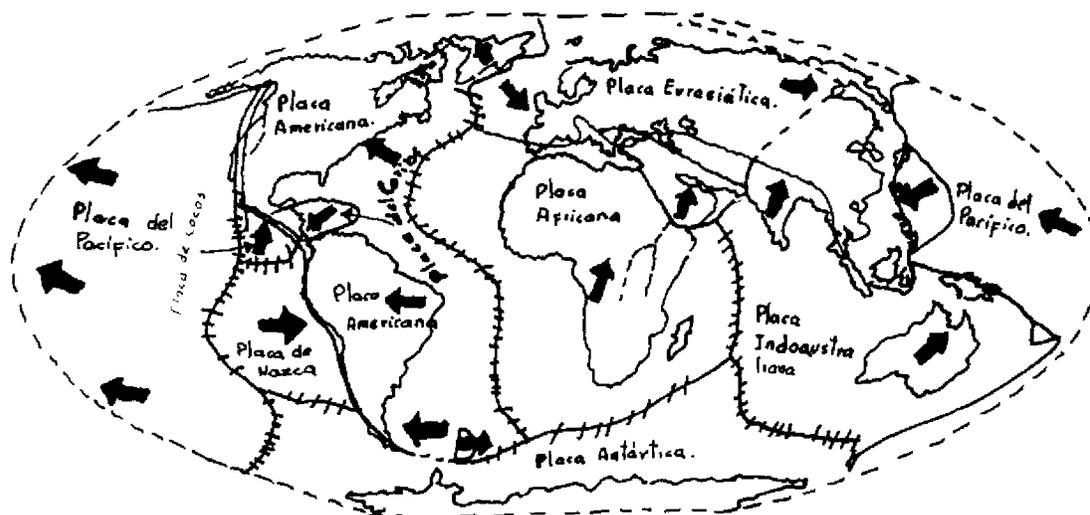


Capa más superficial de la tierra. Comprende toda la corteza y la parte superior rígida del manto, los primeros 50 Kms. La litosfera se comporta como un bloque rígido que flota sobre la astenosfera.

Los movimientos de convección que se dan en la astenosfera provocan el movimiento de la litosfera que está dividida en bloques llamados placas.

Los argumentos de Wegener han sido en gran parte modificados y ampliados.

En la actualidad se han determinado 12 placas litosféricas, como se puede observar en el siguiente cuadro....

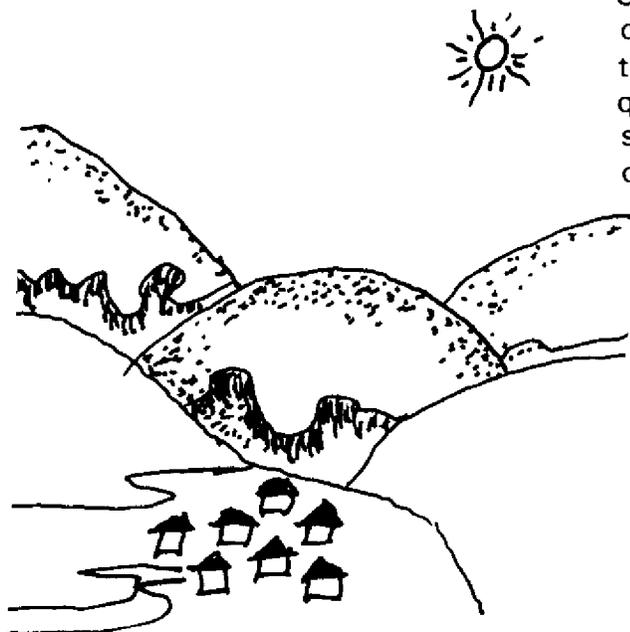


Las zonas más conflictivas suelen coincidir con la conjunción de tres grandes placas, puesto que en estas zonas los movimientos son complejos y se resuelven con la formación de placas menores a costa de las que entran en conflicto, este es el caso de las placas de cocos y del Caribe en la confluencia de las del Pacífico, Nazca y las Placas Americanas. Las Placas pueden jerarquizarse por sus dimensiones, que son muy variables.

Nombre de la Placa	Area en Kmts. ² aprox.
<ul style="list-style-type: none"> — Pacífica — Americana 	150 x 10 ⁶ x 100 ⁶ .
<ul style="list-style-type: none"> — Africana — Euroasiática — Australoíndica. 	20x10 ⁶ x 60 ⁶ .
<ul style="list-style-type: none"> — Nazca — Árábica 	< 10 x 10 ⁶ .

4.3. LAS GLACIACIONES PLEISTOENICAS

Para ubicar las glaciaciones a que haremos referencia, remitimos al lector a la escala geológica (pág. 40).



Se acepta unánimemente que en repetidas oportunidades durante el Pleistoceno la tierra experimentó severos períodos de frío que se han denominado **Glaciaciones**, separados por intervalos más templados o cálidos llamados interglaciales. Durante las primeras, extensas y voluminosas capas de hielo cubrieron la superficie terrestre de manera continua, constituyendo los glaciares continentales con latitudes medias y altas; así como también glaciares de las altas montañas.

Durante las interglaciaciones los hielos se fundían y los glaciares retrocedían hasta desaparecer completamente o alcanzar los límites que, por ejemplo tienen en la actualidad.

En 1860 la Sociedad científica internacional aceptó la teoría de la existencia de una antigua edad glacial o edad de hielo, que debió haber afectado las tierras emergidas del globo, y particularmente, las latitudes templadas de Europa, Asia, América del Norte y la extremidad Meridional de América del Sur.



Se ha afirmado que, durante el Pleistoceno, buena parte de la superficie terrestre fue cubierta por glaciares. La última de esas glaciaciones es la que más se conoce.

A Peack y E. Brückner (Bowen 1978), realizaron, en 1909 el reconocimiento en los Alpes la sucesión de cuatro glaciaciones pleistocenas, separadas por tres períodos interglaciales. A las cuatro glaciaciones los autores los denominaron de acuerdo con el nombre de los ríos bávaros y para los interglaciales, utilizaron la combinación de cada una de las glaciaciones que separaban:

1. Glaciación Würm.
Interglacial Riss/Würm.
2. Glaciación Riss.
Interglacial Mindel/Riss.
3. Glaciación Mindel.
Interglacial Günz/Mindel
4. Glaciación Günz

Basados en los modelos de Bowen (1979) y fundamentalmente Flint (1971) se plantea el modelo Norteamericano. El cual es como sigue:

1. Glaciación Wisconsin.
Interglacial Sangamon.
2. Glaciación Illinois
Interglacial Yanmouth
3. Glaciación Kansas
Interglacial Aftonian.
4. Glaciación Nebraska

Hoy en día, se considera que no son cuatro las glaciaciones e interglaciaciones que se afirman ocurrieron durante el cuaternario (Ver escala geológica pág.).

Ahora se cuentan muchos más eventos de una u otra naturaleza.

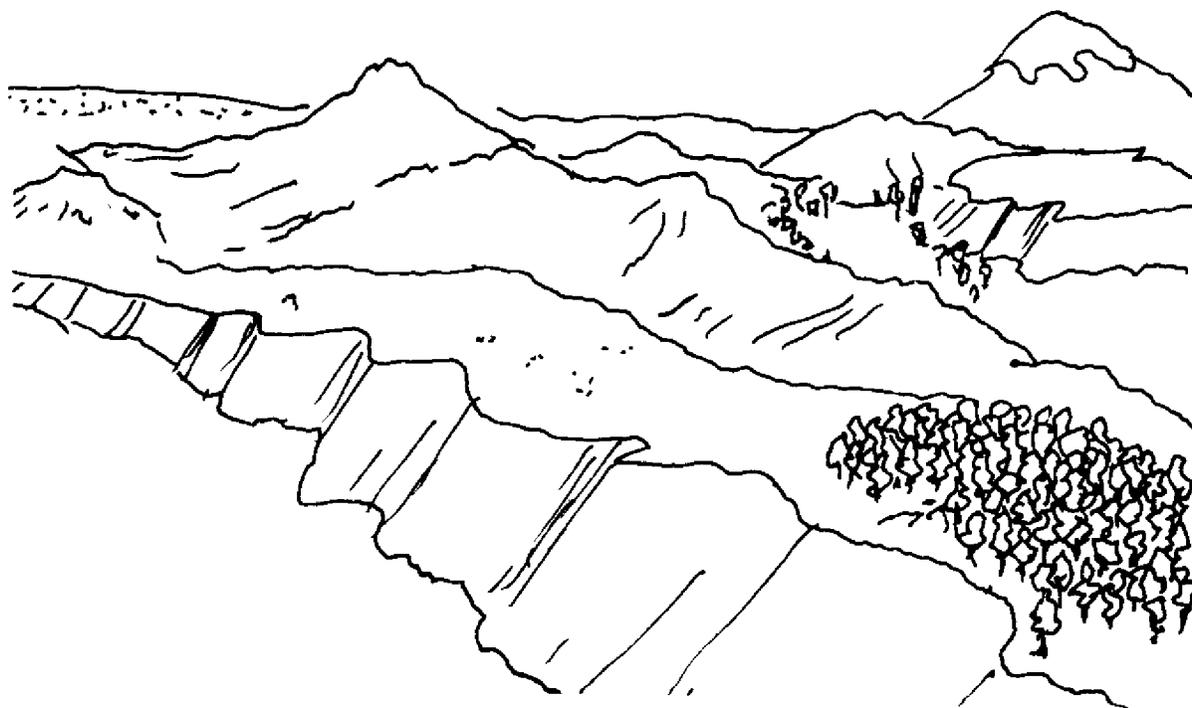
C. Emiliani y otros como Gkukla, afirman que hubo 16 o más ciclos fríos en los últimos dos millones de años. Hay que tener en cuenta que no necesariamente cada período frío de los muchos que se señalan, debió producir coberturas glaciares como las que indiscutiblemente se formaron durante las glaciaciones clásicas establecidas.



No existe unanimidad de criterios en cuanto al tiempo en que existieron, por ejemplo la glaciación Günz o Nebraska se coloca unas veces entre 470.000-330.000 años pasados, otras entre 1.450.000 750.000 años atrás.

La glaciación Wüen o Wisconsin fue colocada unos 15 años atrás iniciándose hace 70.000 años y ahora algunos autores extienden su antigüedad a 112.000 años.

Sin embargo la mayoría prefiere opinar que esa glaciación se inició hace alrededor de 70.000 años y que tuvo su apogeo hace más o menos 18.000 años atrás, terminándose hace unos 10.000 años.



Cabe anotar que también hubo glaciaciones durante el pre-cámbrico, unos 700 millones de años atrás y en el Paleozoico, hace 200-300 millones de años.

Aproximadamente se considera que de 9 a 10 millones de años hubo glaciares en el oeste de la cordillera de América del Norte.

Bloom (1978) considera que hace 3 millones de años atrás debió haberse formado una masa glaciar de enormes dimensiones, con espesores medios de 2.000 mts. y máximos de unos 4.000 mts. en respuesta a la Constitución del Istmo de Panamá y al desarrollo de la corriente del Golfo.

En los finales del terciario y cuando la edad de hielo se aproximaba, la tierra sufrió los más intensos movimientos de formación de las cadenas montañosas, era la época Pliocena y de los albores Pleistocénicos, cuando definitivamente se formaron las cordilleras montañosas de magnitud de los Himalayas, los Alpes y nuestros **Andes Suramericanos**.

En los períodos finales al terciario y pre-cuaternarios, ya América del Norte y del Sur estaban unidas por el Istmo Central como lo están hoy, e igual fisonomía a la actual tenía Europa, Asia y Africa. Australia ya estaba aislada.

4.4 SISMOS

GEOFISICA APLICADA

Los métodos geofísicos de exploración constituyen otro medio para determinar las condiciones subterráneas.



La geología clásica es fundamentalmente una ciencia descriptiva, basada en observaciones detalladas en el campo y en el laboratorio, complementadas por un razonamiento cuidadoso para deducir principios generales de observaciones individuales.

La contribución de otras ciencias al desarrollo de la geología, ha permitido el avance de esta ciencia descriptiva. La química demostró ser de gran ayuda por lo que la geoquímica es una rama de estudio; la botánica también ha hecho sus contribuciones a través de estudios Paleobotánicos; el desarrollo de los análisis del polen ha permitido al geólogo un mayor conocimiento del Pleistoceno.

La estadística ha permitido el desarrollo de la geostatística, siendo de gran ayuda técnica en la petrología sedimentaria.

Gracias a la aplicación de la física a la geología ha tenido lugar la más grande transformación en el estudio geológico.

La geofísica ha sido reconocida desde hace casi un siglo como una disciplina científica de primer orden.

Los estudios geofísicos llevan a la estimación de 4.500×10^6 años como la edad más probable de la tierra; su radio medio varía de 6378 kmts. en el Ecuador a 6.356 kmts en los polos. Así mismo se señala que la densidad promedio es de 5.5 gms/cm^3 , se confirma además que la densidad promedio de las rocas que forman la corteza de la tierra es no más de 2.8 gms/cm^3 .



Una estimación sugiere que la temperatura en el centro de la tierra es de unos 5.000°C , la presión de la tierra sería de 3.5×10^6 .

atmósferas.

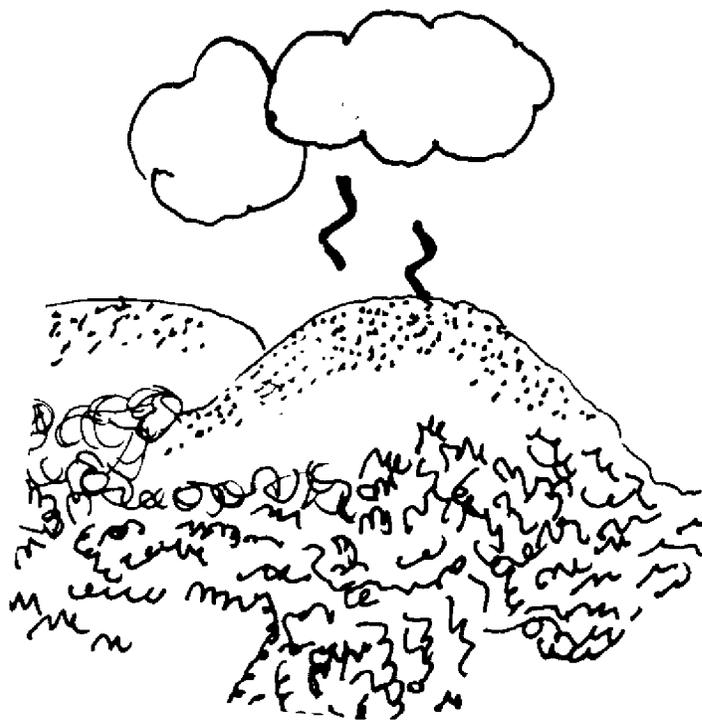
En la geofísica se inician los métodos para la exploración sub-superficial en la búsqueda de minerales y petróleos, lo mismo que en la determinación de las condiciones subterráneas en la búsqueda de minerales y petróleo; así principió el ascenso de la amplia actividad que hoy se realiza y que se llama prospección geofísica o exploración geofísica. De hecho, es indispensable un levantamiento geológico preliminar antes de que los métodos geofísicos puedan aplicarse con alguna certeza de éxito, ya que necesitan el conocimiento de ciertas condiciones generales de la geología local para que su interpretación pueda ser acertada.

En geofísica existen varios métodos, entre los que destacamos:

- Magnéticos
- Gravimétricos
- Eléctricos.

Métodos Magnéticos.

Son los más antiguos, para estudiar las condiciones subterráneas. En la superficie de la tierra hay un campo magnético que es relativamente constante en dirección e intensidad y que puede medirse con una aguja magnética; el campo magnético de la tierra no es abso-



lutamente constante, tiene ligeras variaciones periódicas en cualquier lugar y muestra un cambio estacional lento y una variación rápida diaria; también puede estar afectado irregularmente por tormentas magnéticas. Además el campo puede variar en forma desusada entre una localidad y un punto cercano, debido a una presencia subterránea de algún material que posea la propiedad de un imán permanente. Entre los minerales que tiene esta propiedad se destacan los del hierro, entre ellos se encuentra la magnetita y la Pirrotina. (Magnetita Fe_3O_4 Fe = 72.4% O = 27.6%)

(Pirrotina $S_{1-x}Fe_x$ de composición variable).

Con el empleo de instrumentos de sensibilidad adecuada, es posible construir mapas sobre la distribución de ciertos tipos de rocas ocultas y formaciones minerales por la detección de estos efectos.

METODOS SISMICOS

Los terremotos han sido estudiados por los científicos durante largo período, siendo su aplicación apenas desde el último siglo y medio.

Las vibraciones ocasionadas por los terremotos, reales o artificiales, es la base de los métodos sísmicos geofísicos; estas vibraciones no viajan a la misma velocidad en diferentes medios; la existencia de un cambio de medio puede detectarse.



Los terremotos artificiales se producen al detonar explosivos poderosos. Las gelatinas de alto poder y las dinamitas son las más adecuadas. Los tipos de ondas generadas en el terreno, se deben, respectivamente a las vibraciones longitudinales y transversales.



Las transversales pueden estar principalmente en dirección vertical u horizontal. Las ondas longitudinales se propagan más rápido que las transversales, y así son las primeras en alcanzar el punto de observación.

Ambos tipos de ondas viajan a través de diferentes clases de rocas con diferentes velocidades y serán refractadas conforme pasan de un medio a otro. En esto se fundamentan los métodos sísmicos geofísicos de investigación.

METODOS GRAVIMETRICOS

La ley fundamental de la gravitación fue propuesta por Isaac Newton en 1687; establece que la fuerza de atracción entre dos cuerpos es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas. Originalmente, la ley se asoció sólo con cuerpos grandes tales como los del sistema solar. Posteriormente los científicos fijaron su atención en la atracción ejercida por grandes masas montañosas, para ello, se usó un péndulo a una altura de 2 700 mts y otra vez al nivel del mar.

Como resultado, finalmente se formuló el principio de la Isostacia, base de todo trabajo exacto en la variación de la gravedad, en la superficie de la tierra. Esto implica que arriba de alguna profundidad bajo la superficie, las columnas vecinas verticales contienen la misma masa.

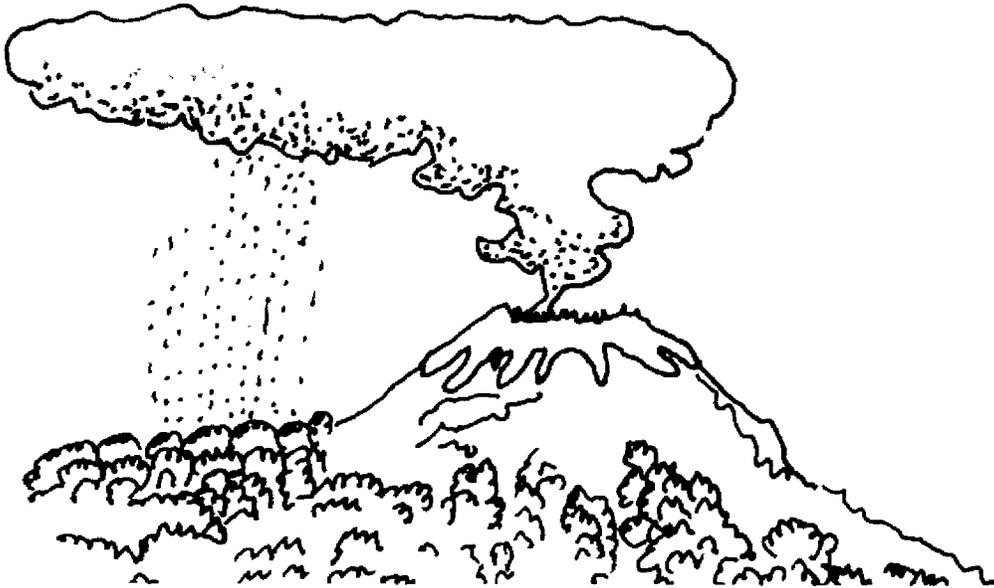
Actualmente las mediciones de gravedad, suelen hacerse con gravímetros, o medidores de gravedad.

METODOS ELECTRICOS

Los diversos materiales que constituyen la corteza terrestre poseen propiedades eléctricas de amplia variación, las dos más comúnmente usadas en el trabajo geofísico son la Conductividad y la Resistividad.

Los métodos corrientes se basan en el paso de una corriente a través de una sección de la corteza terrestre entre dos electrodos, colocados aparte a una distancia fija, y en explorar la naturaleza del terreno cercano a los electrodos insertados en el terreno en puntos especialmente seleccionados.

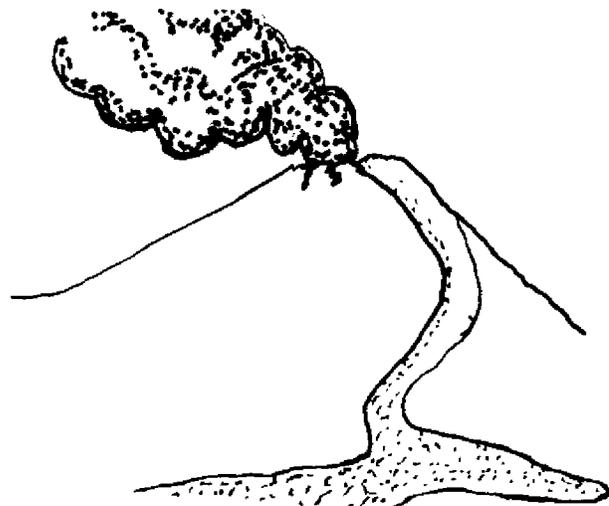
4.5. VOLCANES Y TERREMOTOS

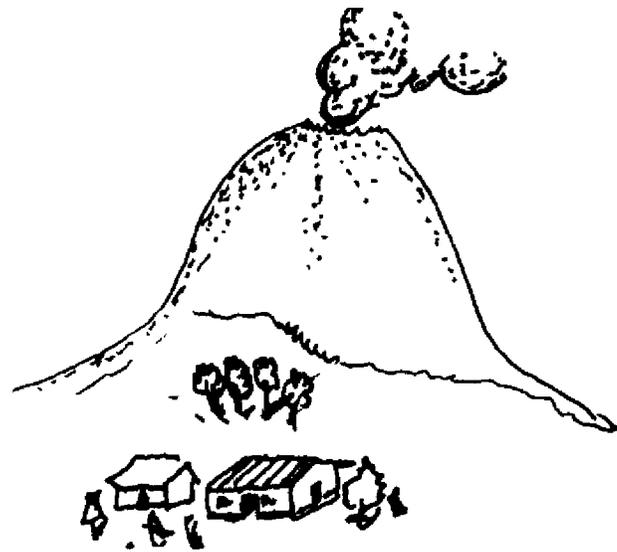


Los volcanes son agujeros o grietas de la corteza terrestre por los que se produce erupción de roca fundida, a ella se le denomina **Magma**.

La actividad volcánica, se relaciona en forma directa con los manantiales termales y otros escapes de altas temperaturas en la corteza; además en la actualidad se comprende bien, que los terremotos se relacionan con el lento movimiento geológico de las inmensas placas que constituyen la corteza terrestre, y de los que ya se ha hecho mención.

Los terremotos y los volcanes son manifestaciones de la naturaleza dinámica del mundo y cuando se presentan normalmente son catastróficos y con demasiada frecuencia ocasionan pérdidas humanas y materiales.





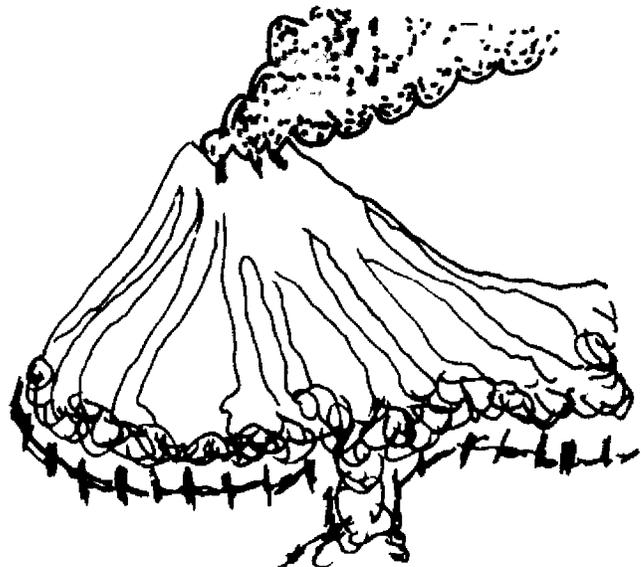
La historia registra muchas erupciones volcánicas, algunas con resultados devastadores. La erupción del vesubio del año 79 después de Cristo, que destruyó las antiguas ciudades de Pompeya y Herculana. Los volcanes que

han construido conos alrededor de las aberturas en la corteza terrestre, por donde escapa la lava que proviene del magma fundido bajo la corteza, son el vesubio y el Stromboien Italia; el Hekla en Islandia y el monte Peleé tuvieron una erupción violenta en 1902 que destruyó por completo ST. Pierre; otra explosión fue la del Krakatoa en el estrecho de Sonda, Indonesia en 1883.

El volcán Paricutin en México, nació en 1943, en un sombradio plano y es del mismo tipo cónico; el volcán SURTSEY, en Islandia, se inició en una fisura submarina que emitió lava. Las Islas Hawai son las cumbres erosionadas de unos volcanes que se alzan desde las profundidades del Océano Pacífico. El mecanismo eruptivo está directamente asociado a las características del magma y esta relación condiciona a su vez la proporción de material fragmentario (Piroclastos) y masivos (coladas) que un volcán arroja en la superficie terrestre, aparte de los volátiles que escapa a la atmósfera. El predominio de una u otro material influirá decisivamente en el tipo de paisaje volcánico teniendo en cuenta además que la erosión actuará con mayor rapidez y efectividad cuando en las formaciones volcánicas abundan los productos piroclásticos.

Los piroclastos se forman cuando los gases, al escapar violentamente, en la parte superior del conducto o chimenea volcánica, fragmentan el material fluido, lanzándole a gran altura. La mayoría de los piroclastos caen todavía calientes cerca a la boca eruptiva donde se acumulan y sueldan formando el cono volcánico.

Otros fragmentos son expulsados a mayor distancia, o son arrastrados por el viento y cuando se depositan lo hacen en capas muy extensas, cada una de las cuales corresponde a una fase explosiva y tiene el carácter de nivel guía en numerosas regiones.



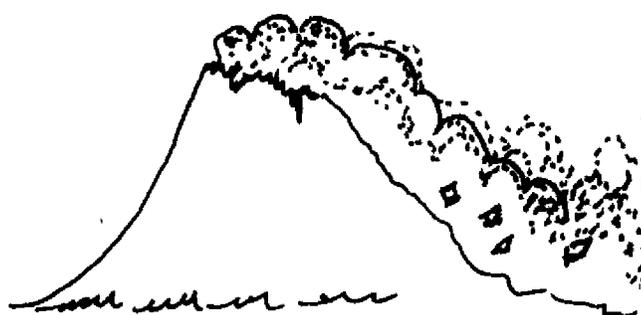
Los Piroclastos de proyección aérea se clasifican según su tamaño y composición: los basálticos de pequeño tamaño (0.5 - 3 cm) se denomina Lapillis, o ceniza si no alcanzan a los 5 mm de diámetro.

Los fragmentos lávicos mayores se denomina generalmente escoria que, en algunos casos, adquieren formas redondeadas al girar en el aire conociéndose como bombas.

La pómez son piroclastos muy ligeros, porosos y de color claro que corresponden a magmas de composición ácida o sálica.

Con el nombre de Hialoclastitas se conoce genéricamente a los piroclastos Arrojadados en erupciones submarinas.

Las nubes ardientes, consisten en la proyección dirigida de una gran masa de gas, cenizas y productos lávicos que avanzan muy rápidamente y se deposita de forma caótica y todavía caliente



Otro caso de flujo turbulento se produce cuando en el transporte del material fragmentario interviene agua meteórica (fuertes lluvias, deshielo, desbordamiento de lagos de cráter, entre otros); se trata de la lahares, que son avalanchas de lava, bloques y fangos que se forman en las laderas de los volcanes activos y bajan rápidamente por los empinados valles arrastrando cuanto encuentran a su paso y depositándose caóticamente al romperse la pendiente.

4.6. SISMICIDAD

Otra importante manifestación superficial de la energía interna de la tierra son los terremotos. Las deformaciones que tienen lugar en la superficie e interior de la tierra, son en general lentas y continuas, pero existen otras deformaciones discontinuas que acontecen de manera relativamente brusca, al fracturarse, a mayor o menor escala, los materiales rígidos. Este fenómeno provoca las fallas, disipándose la energía en todas las direcciones a partir de la zona de ruptura. La energía que se desprende bruscamente en estos procesos mecánicos se transmite como un paquete de ondas que alcanza la superficie terrestre; estas ondas, al igual que ocurre con las acústicas, se propagan de diversas maneras según el medio que atraviesan y siguiendo unas leyes físicas bien definidas, por lo que el conocimiento de su trayectoria y velocidad constituye un magnífico medio de observación indirecta de la estructura y composición de los materiales atravesados desde el punto de generación sísmica (foco o hipocentro) hasta los observatorios donde se registran y analizan las ondas

La sismología ha alcanzado grado apreciable de cuantificación, con la introducción del **concepto de magnitud**. Esta se define como un logaritmo de la amplitud máxima (en micras) de un sismograma, registrado a 100 Kmts del epicentro (vertical del foco) en un sismómetro de torsión. La magnitud en la llamada escala de Richter, que por



ser logarítmica, es ilimitada por varios extremos. En la práctica la magnitud máxima no alcanza el valor de q que correspondería, aproximadamente, a 100 kilómetros lineales de falla reactivada. Los mayores terremotos registrados históricamente tienen magnitudes entre 8.7 y 8.9.

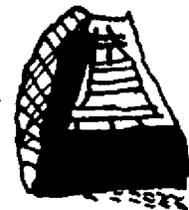
La intensidad de los terremotos, se puede medir en la escala de Mercalli; para efectos de comprensión, referimos dicha escala:

- I No se percibe; efectos marginales y a largo plazo de los sismos fuertes.



- II Los perciben las personas en descanso, en pisos superiores o en lugares favorables.

- III Se perciben en interiores, los objetos colgantes oscilan, vibraciones como el tránsito de camiones livianos. Se estima la duración. Puede que no reconozca como sismo.



- IV Los objetos colgantes oscilan, vibraciones como cuando una pelota pesada golpea la pared. Los automóviles parados se balancean, platos y puertas vibran. Los vidrios crujen. Las lozas estrechocan.

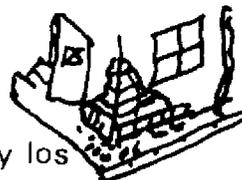
- V. Se percibe en los exteriores, se estima su dirección. Las personas que duermen despiertan. Los líquidos se agitan y algunos se derraman. Los objetos pequeños o inestables se desplazan o caen. Las puertas se abren y cierran. Las fotografías y cuadros se mueven. Los relojes de péndulo se detienen, funcionan de nuevo, cambian de ritmo.



- VI. Todos lo perciben, muchos se asustan y corren al exterior. Las personas caminan con dificultad. Se rompen ventanas, platos y cristales. Los libros y artículos de adorno caen de sus lugares y los cuadros de las paredes. Los muebles se remueven o se voltean. Los acabados frágiles y la mampostería se cuartean. Las campanas pequeñas en iglesias y escuelas tañen. Los árboles y arbustos se sacuden.



- VII. Es difícil permanecer de pie. Lo perciben los conductores de transportes motorizados. Los objetos colgantes tremolean. Se rompen los muebles. Los daños en las mamposterías incluyen grietas. Las chimeneas débiles se rompen a nivel del techo. Caen los enyesados, ladrillos sueltos, piedras, tejas y cornizas (también las marquesinas no atiesadas y los



ornamentos arquitectónicos. Ondas en los embalses, agua enturbada por lodo. Deslizamientos pequeños y deslaves a lo largo de terraplenes de arena o grava. Las campanas grandes tañen. Se dañan las zanjas de irrigación de concreto.

- VIII. Se afecta la conducción de los vehículos de motor. Daños en la mampostería con colapso parcial. Caen aplanados y parte de la mampostería de los muros. Hay torsiones y derrumbes de las chimeneas, en las pilas de los materiales en las factorías, en los monumentos, torres y depósitos elevados.

Las estructuras de las casas se desprenden de sus cimientos si no están ligados a ellos; los muros divisorios sueltos se desploman. Los pilares dañados se rompen. Se desprenden ramas de árboles. Hay cambios en el flujo o la temperatura de manantiales y pozos. Aparecen grietas en el suelo húmedo de taludes pronunciados.



- IX. Pánico general. Se destruye la mampostería, se daña fuertemente, a veces hasta el colapso total. Daño general a cimentaciones. Los marcos estructurales, si no están anclados, saltan de sus cimientos, los marcos se dañan. Daños serios de las presas. Las tuberías subterráneas se rompen. Aparecen grietas notables en el suelo. En las áreas aluviales se eyectan lodo y arena, fuentes sísmicas, cráteres de arena



- X. La mayor parte de las estructuras de marcos y mampostería se destruye con sus cimientos. Se destruyen algunas estructuras y puentes de buena construcción con madera.