



Universidad de Concepción
Facultad de Arquitectura-Urbanismo-Geografía
Departamento de Geografía



Introducción al Estudio De La Tierra

(Basado en los capítulos 1 y 17, Tarbuck, 1999)



Octavio Rojas Vilches
Ayudante Geografía Física I
ocrojas@udec.cl
<http://www.udec.cl/~ocrojas>

Revisión:
Prof. Dra © Carolina Martínez Reyes
carolmartinez@udec.cl

Ciudad Universitaria, Concepción – Chile, 2008

Índice

	Página
I. El Origen de La Tierra.....	3
II. Estructura Interna de La Tierra.....	4
Estudio del Interior de la Tierra.....	4
Naturaleza de las Ondas Sísmicas.....	4
Ondas Sísmicas y estructura de La Tierra.....	5
III. Capas que componen La Tierra.....	5
Capas Composicionales.....	5
1. Corteza.....	5
2. Manto.....	5
3. Núcleo.....	6
Capas Mecánicas.....	6
Descripción de los principales límites de la Tierra.....	7
1. Mohorovicic.....	7
2. Núcleo – Manto.....	7
3. Núcleo Interno.....	7
IV. Maquina Térmica al Interior.....	9
Convección del Manto.....	9
V. La Tierra Dinámica.....	10
VI. Hacia la Teoría de Tectónica de Placas.....	10
VII. Límites de Placas.....	13
1. Límite Divergente.....	14
2. Límite Convergente.....	15
3. Límite Transformante.....	16
4. Límite Cambiante.....	17
VIII. El Ciclo de las Rocas.....	18
IX. Bibliografía.....	19

I. El origen de la Tierra

Las hipótesis del origen del Sistema Solar y de La Tierra, se pueden clasificar en dos grupos de teorías: Catastróficas o de Fragmentación y Nebulares, Condensación o Evolutivas.

Las **Teorías Catastróficas** tienen como punto de partida el paso de una estrella cerca de Sol, la atracción gravitatoria que se produjo causó la formación protuberancias gaseosas, las cuales se enfriaron y formaron planetesimales, estos se unirían para dar origen a los planetas.

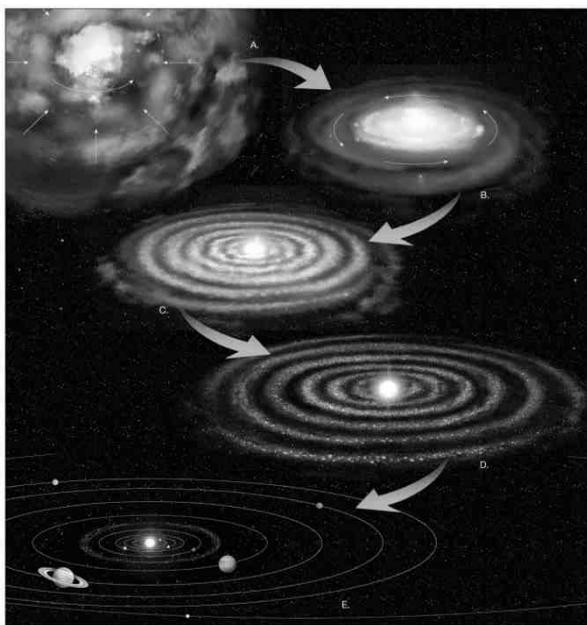
Las **Teorías Nebulares** parten de una nube de gas y polvo. La primera de ellas fue formulada por por **Laplace** en 1796, desde entonces ha sufrido modificaciones.

Se describirá la **Hipótesis de la Nebulosa Primitiva (evolutiva)** la cual señala que los cuerpos del sistema solar se formaron a partir de una enorme nebulosa de hidrogeno y helio (fundamentalmente). En la formación de estos cuerpos se pueden distinguir cuatro etapas (ver figura 1):

- Una nube de polvo y gases comienza a contraerse
- La mayor parte del material gravitatorio es impulsado hacia el centro formándose el Sol. Algo de gases y polvo permanecen en orbita formando un disco aplanado.
- Los planetas comienzan a formarse a partir del material que está en orbita dentro del disco plano.
- Los materiales ligeros, fueron expulsados de la parte interna del Sistema Solar, por el denominado Viento Solar.

Después de Marte, los planetas más fríos acumularon Hidrogeno, se piensa que la acumulación de estas sustancias gaseosas es responsable del tamaño grande y de las bajas densidades de los planetas exteriores.

Figura 1. Hipótesis de la Nebulosa Primitiva (Tarbuck, 1999)



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Para Investigar Más:

Debes saber que también existen otras hipótesis como:

- **Teoría Infinitesimal (Evolutiva).** Immanuel Kant, 1755.
- **Teoría Planetesimal (catastrófica).** Chamberlan-Moulton, 1905.
- **Teoría de la Gota, (catastrófica).** Jeans-Jeffreys, 1919.
- **Teoría Magnetohidrodinámica (evolutiva).** Hoyle, 1960.

II. Estructura interna de la Tierra

Cuando la Tierra se formó, se produjo una diferenciación de elementos. Los elementos más pesados como el hierro y el níquel se hundieron y los más ligeros (silicatos) flotan. Fue en la atmósfera primitiva donde aparece la vida.

Sin embargo, a nivel general, es posible distinguir tres características en el interior de la Tierra realizando un viaje hacia el núcleo de ella:

1. Aumento gradual de la Temperatura
2. Aumento gradual de la Presión
3. Aumento gradual de la Densidad

La fusión, que va acompañada de un aumento del volumen se produce a temperaturas mayores, en profundidades de varios Km. Debido al efecto de la presión confinante.

Estudio del Interior de la Tierra

Los geólogos han aprendido mucho sobre la composición y estructura de la Tierra.

El sondeo del interior de la Tierra se ha llevado a cabo gracias al estudio del comportamiento de las ondas sísmicas, ya que el cambio de velocidad de estas dependiendo del tipo de material, permite realizar sondeos. En la mitad del siglo XX, se detectaron las principales capas del interior de la Tierra.

Las variaciones de las ondas primarias (P) y secundarias (S) corresponden a cambios de las propiedades de los materiales atravesados.

Naturaleza de las Ondas Sísmicas

Con respecto a la propagación o transmisión de ondas sísmicas, se puede señalar que la energía sísmica viaja desde su origen en todas direcciones en forma de ondas. Podemos numerar 6 características significativas.

- 1) La velocidad de estas depende de la densidad y elasticidad de los materiales que atraviesan, viajando más deprisa en materiales rígidos.
- 2) Dentro de una capa determinada la velocidad de las ondas sísmicas aumenta generalmente con la profundidad, la presión aumenta transformando la roca en un material elástico más compacto.
- 3) Las ondas P viajan hacia atrás y hacia adelante en el mismo plano, se propagan en líquidos y sólidos, cuando estos están comprimidos estos materiales se comportan elásticamente, volviendo a su forma original cuando pasa la onda.
- 4) Las ondas de cizalla (S) vibran en ángulo recto en su dirección de desplazamiento, no pueden propagarse a través de los líquidos.
- 5) En todos los materiales las ondas P viajan más deprisa que las S.
- 6) Cuando las ondas pasan de un material a otro, la trayectoria de onda se refracta. Además la **discontinuidad** (el límite entre dos materiales diferentes) refleja algo de energía.

Ondas sísmicas y estructura de la Tierra

Si la Tierra fuera homogénea, las ondas se propagarían en todas direcciones, en línea recta a una velocidad constante. Lo anterior no sucede, las ondas varían en su velocidad en profundidades concretas. A esas variaciones se les denomina discontinuidades, entonces por conclusión la Tierra esta compuesta por capas Mecánicas o Composicionales o ambas.

III. Capas que componen la Tierra

Debido a la **segregación de material**, se produjo una diferenciación química, que hace que el interior de la Tierra no sea tan homogéneo (ver resumen de características en figura 3).

Capas Composicionales

Esta división se debe a las densidades de estratificación que tuvieron lugar durante el periodo de fusión parcial (primeras etapas de formación de la Tierra). Se reconocen 3 regiones concéntricas: corteza, manto y núcleo.

1. Corteza

Es una capa rígida más externa de la Tierra, tiene un espesor variable dependiendo si es:

- 1.1) *Corteza Océánica*: Esta compuesta por Rocas Ígneas en sus cordones montañosos, en donde puede tener un grosor de 3 a 15 Km. Las rocas de la corteza oceánica son más jóvenes y más densas que las de la corteza continental.
- 1.2) *Corteza Continental*: Posee una gran variedad de tipos de roca

En general podemos resumir las siguientes características:

- Grosor medio inferior 20 Km.
- Grosor en continentes 30 Km. A 70 Km. En montañas.
- Grosor en océanos 3 a 15 Km.
- Rocas continentales 2.8 g/cm^3 de edades de 3.800 M.A.
- En corteza continental (silíceo, potasio y sodio)
- Corteza oceánica 3.0 g/cm^3 de 1.800 M.A. (Basaltos)

2. Manto

En el manto se concentra el 82% del volumen de la Tierra. Es una capa rocosa y sólida rica en Sílice, se extiende por una profundidad de 2.885 Km. El limite corteza manto refleja un cambio de composición. Las rocas del Manto pueden fluir lentamente, este se divide en:

- 2.1) *Manto inferior o Mesosfera*: Se extiende del límite Núcleo-Manto hasta una profundidad de 660 Km.
- 2.2) *Manto Superior*: Continua hasta la base de la Corteza.

En general podemos resumir las siguientes características:

- Es una capa gruesa
- 2.900 Km. De espesor, rocas silicatadas.
- Se extiende desde la base de la corteza (Moho) hasta el núcleo externo.
- Se conoce por la actividad volcánica.
- Onda S viaja fácil a través del manto.
- Se comporta como un sólido elástico.

3. Núcleo

- Esta compuesto fundamentalmente de Hierro, con cantidades menores de níquel. La representación del núcleo es apoyada por la existencia del campo magnético terrestre

En general podemos resumir las siguientes características:

- Radio de 3.468 Km.
- Se extiende desde el borde inferior del manto hasta el centro de la Tierra.
- La presión en el centro es mayor.
- Su Temperatura es superior a los 6.700°C.
- Su densidad es de 11g/cm³ (14 veces la densidad del agua)
- Los meteoritos han proporcionado pistas.

Capas Mecánicas

La capa externa (corteza y manto superior) forman un nivel relativamente rígido y frío, es frágil (quebradiza) ante la deformación, a esta unidad externa se le denomina **Litósfera** (esfera de roca). La Litósfera puede alcanzar los 250 Km. O más debajo de las porciones antiguas (escudos), en las cuencas oceánicas alcanza pocos Km. bajo de las dorsales oceánicas (ver figura 2).

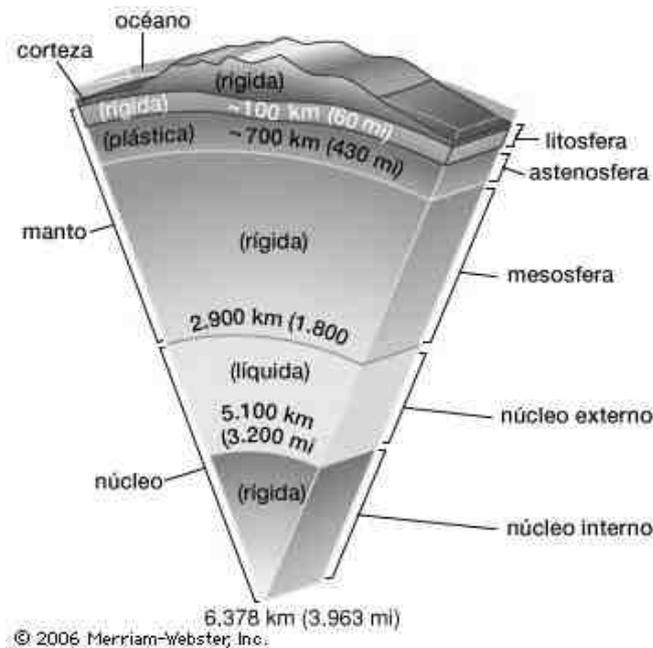
Debajo de la Litósfera (profundidad de 660 Km.) hay una capa blanda, localizada en el manto superior, se le conoce como **Astenósfera** (esfera débil). En la Astenósfera superior las rocas están cerca de la temperatura de fusión.

La Litósfera es capaz de moverse con independencia de la Astenósfera. En cualquier caso, la resistencia de los materiales que componen la Tierra esta en función de: Composición, Temperatura y Presión.

Por otra parte tenemos el **Núcleo Interno** y **Núcleo Externo** son similares del punto de vista de su composición, su división se basa en sus estados.

- 3.1) Núcleo Externo: Es líquido, capaz de fluir, circulación en rotación (flujo convectivo) genera el campo magnético de la Tierra.
- 3.2) Núcleo Interno: Se comporta como un sólido. Rico en Hierro, con un radio de 1.216 Km.

Figura 2. Capas de La Tierra



Descubrimiento de los principales límites de La Tierra

1. Discontinuidad de Mohorovicic (1909)

El límite que descubrió, separa los materiales de la corteza de las rocas de composición diferente al manto subyacente y se denominó discontinuidad de Mohorovicic, la cual se abrevio Moho.

Observando estaciones sismográficas concluyó: Por debajo de los 50 Km. Existía una capa con propiedades notablemente diferentes de las correspondientes a la capa externa.

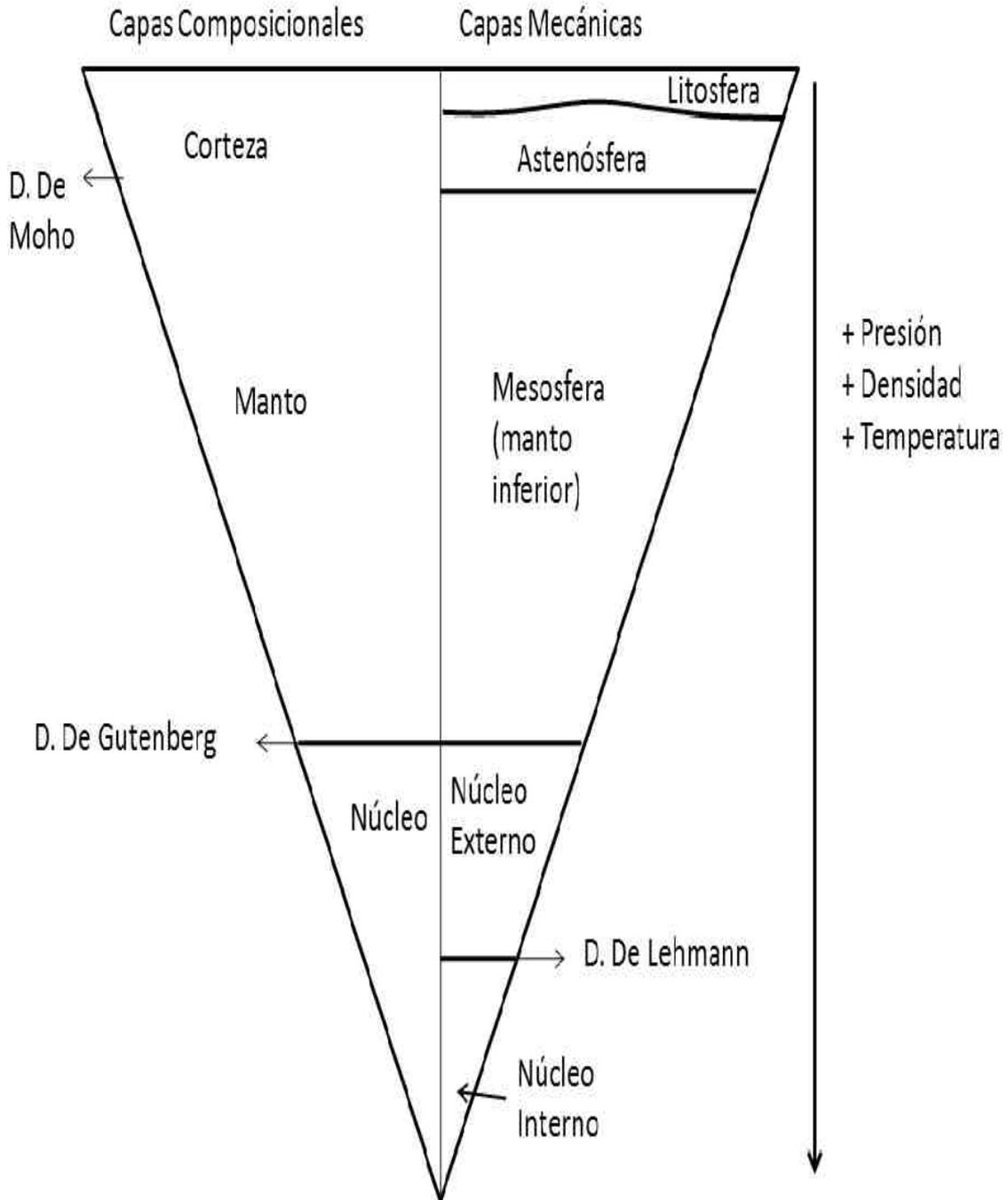
2. Limite Núcleo - Manto

Gutenberg, en 1914, observó que las ondas P disminuyen y finalmente desaparecen por completo a 105º del terremoto reapareciendo a los 140º. Este cinturón donde desaparecen se denomina **zona de sombra de las ondas P**, sin embargo se determinó que las ondas P no se interrumpen, solo se refractan.

3. Descubrimiento del núcleo interno

En 1936, **Lehmann**, descubre una nueva región de reflexión y refracción sísmica dentro del Núcleo, las ondas sísmicas que rebotan dentro del Núcleo Interior proporcionan la medida precisa para determinar su tamaño. La velocidad de las Ondas P en el núcleo interno es más rápida.

Figura 3. Resumen Capas que componen La Tierra.



Adaptado Tarbuck, 1999. OERV 2008

Actividad: Vuelve a leer las características Internas de la Capas de la Tierra, y completa el esquema con las características que tu crees más relevantes.

IV. Maquina térmica al interior

La temperatura aumenta gradualmente con la profundidad, a un ritmo conocido como **gradiente geotérmico**. En la corteza la temperatura aumenta más deprisa a un ritmo de 20 a 30 ° por Km. El aumento es menor desde el límite Núcleo-Manto, en dicho límite la Tº es de 4.500ºC. y recordemos que en el centro es de 6.700ºC.

Tres procesos contribuyen al calor interno de la Tierra:

- 1) Calor emitido por radioactividad
- 2) Calor liberado de la solidificación del Hierro del Núcleo.
- 3) Calor liberado por colisión de partículas durante los años de formación del planeta.

Convección en el Manto

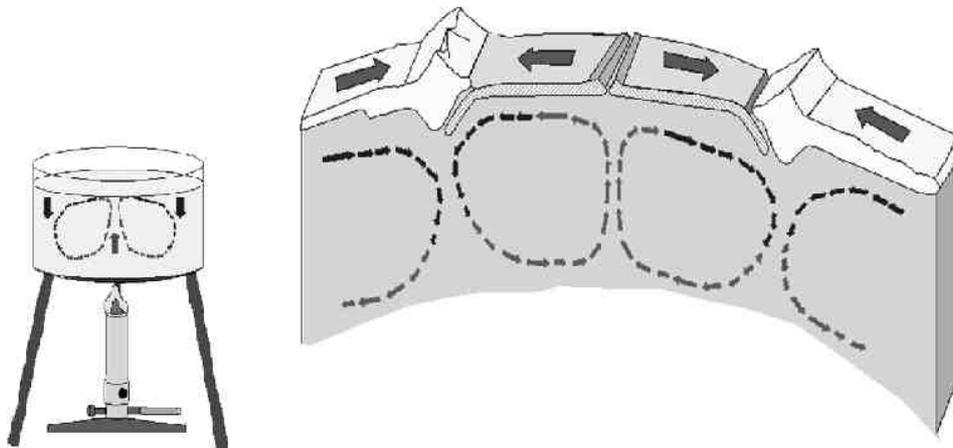
También rige el aumento de temperatura gradual en el manto, investigadores concluyen la existencia de formas de transporte de masas (convección) de roca dentro del manto.

Por **convección** se entiende la transferencia de calor mediante el movimiento o la circulación de una sustancia, por lo tanto se deduce que las rocas del manto deben ser capaces de fluir (ver figura 4).

Este es el proceso más importante que actúa en el interior de la Tierra, es un flujo térmicamente impulsado, es la fuerza que propulsa las placas litosféricas rígidas a través del planeta y genera en última instancia cordilleras actividad volcánica y sísmica.

Es importante señalar que el manto se puede comportar como un sólido o como un fluido, es decir tiene un **comportamiento plástico**; en esfuerzos de periodos largos es capaz de fluir, con las ondas sísmicas se comporta como sólido. Lo anterior explica el porque las ondas S pueden penetrarlo.

Figura 4. Mecanismo de Convección del Manto

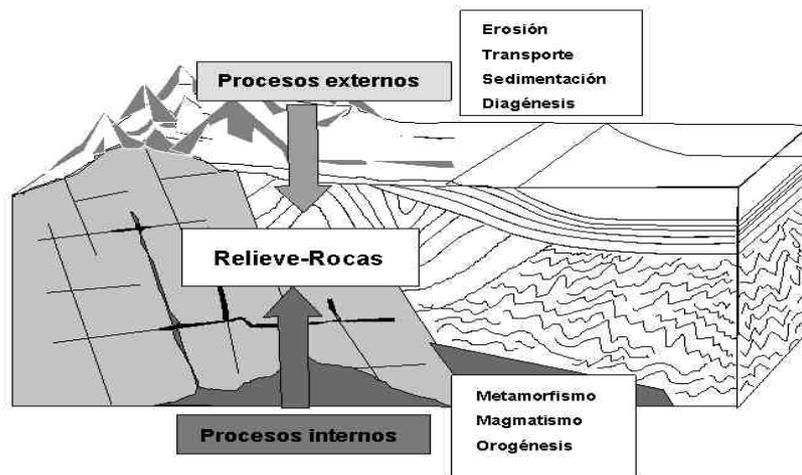


V. La Tierra dinámica

Los procesos que alteran la superficie terrestre pueden dividirse en dos categorías: procesos destructivos y procesos constructivos.

1. **Procesos destructivos (externos):** Estos desgastan la tierra Ej. Meteorización y erosión alteran el paisaje de la Tierra.
2. **Procesos Constructivos (internos):** Como el volcanismo y la formación de cadenas montañosas, que aumentan la elevación media de la Tierra.

Figura 5. Procesos Constructivos y Procesos Destructivos



VI. Hacia la Teoría de la Tectónica de Placas

En las últimas décadas se ha aprendido mucho. La revolución comienza en el siglo XX, con la propuesta de la **Deriva Continental**¹, la cual señalaba que los continentes se movían sobre la superficie del planeta, desde el supercontinente llamado **Pangea** (200 M.A. atrás) hasta “derivar” a su posición actual.

Diversas evidencias respaldaron estas ideas, entre ellas encontramos:

- a) El encaje de los continentes de Sudamérica y África.
- b) Desde el punto de vista paleontológico, se descubrieron fósiles idénticos en el Sur-Oeste de África y en el Sur-Este Argentino.
- c) Por otra parte, los Tipos de Rocas y edades, son semejantes en ambos lados del Atlántico.
- d) Por la parte Paleoclimática, están los hallazgos de una glaciación paleozoica de 300 M.A. cercana al Ecuador.

¹ A. Wegener fue el primero en proponer esta hipótesis en 1915, publicándolo en su obra “El origen de los continentes y los océanos” (*The origin of the Continents and Oceans*)

Sin embargo la hipótesis de **Wagner**, no explica el mecanismo por el cual los continentes lograron ese desplazamiento. Con la muerte del científico el interés por el tema siguió.

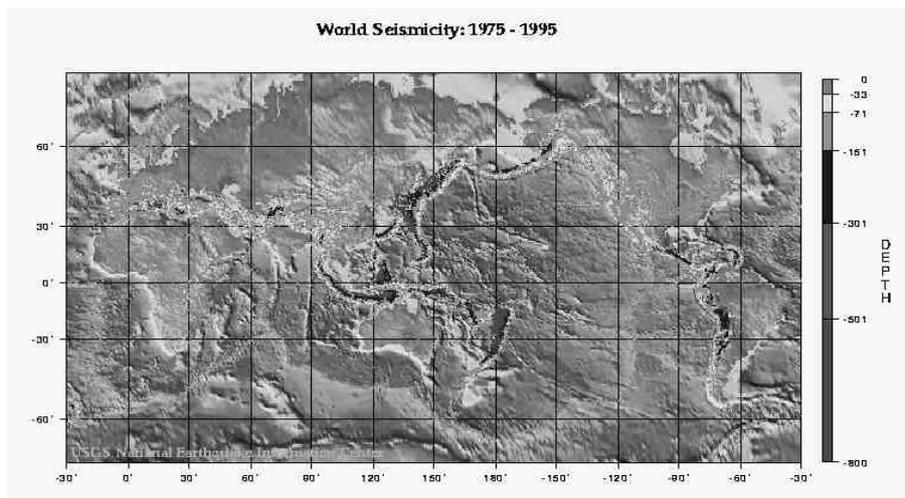
En el año 1935, **Alexander Du Toit**, presentó las evidencias geológicas y paleontológicas de la existencia de dos supercontinentes Gondwana y Laurasia. Separados por un océano de nombre Tethys (ver figura 6). Sin embargo, ya en 1885, un geólogo suizo llamando **Suess** había propuesto la existencia del supercontinente formado por Australia, India, Antártida, África y Suramérica, al que había denominado Gondwana.

Figura 6. Supercontinente presentado por Alexander Du Toit



En los años 30` el sismólogo **Hugo Benioff** precisó que la sismicidad no se distribuía de manera similar en la Tierra, y que esta se concentraba en puntos específicos del globo (ver figura 7), concentrada en márgenes continentales determinados.

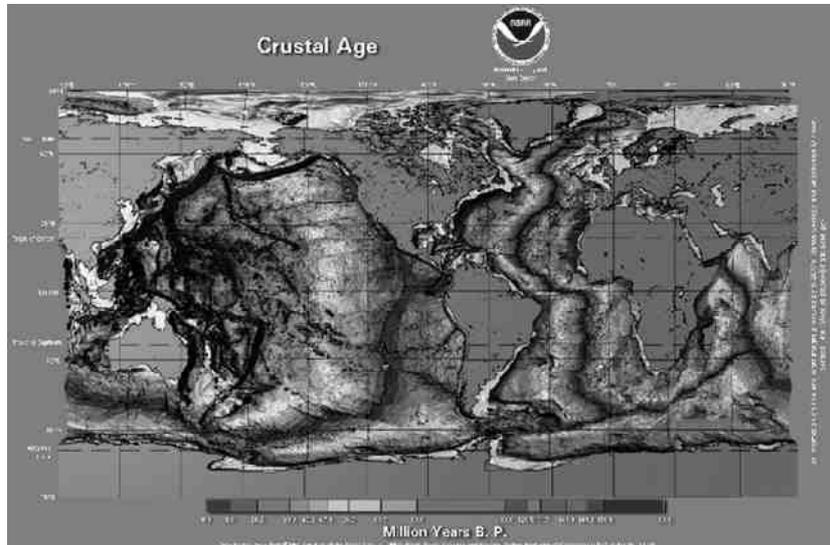
Figura 7. Concentración de la sismicidad en la Tierra (1975-1995).



Gracias a los avances científicos de las décadas de 1950 y 1960, se puede realizar un gran avance, el que consistió en la exploración del suelo oceánico. Así surge la Hipótesis de **Harry Hess** por la década de 1960, denominada **Hipótesis de expansión del suelo oceánico**. Sostuvo que las dorsales estaban situadas en

zonas de ascenso convectivo del manto, esto explicaría la generación de nuevo suelo oceánico (ver figura 8) por las intrusiones que se generaban a partir de la fracturación de la corteza.

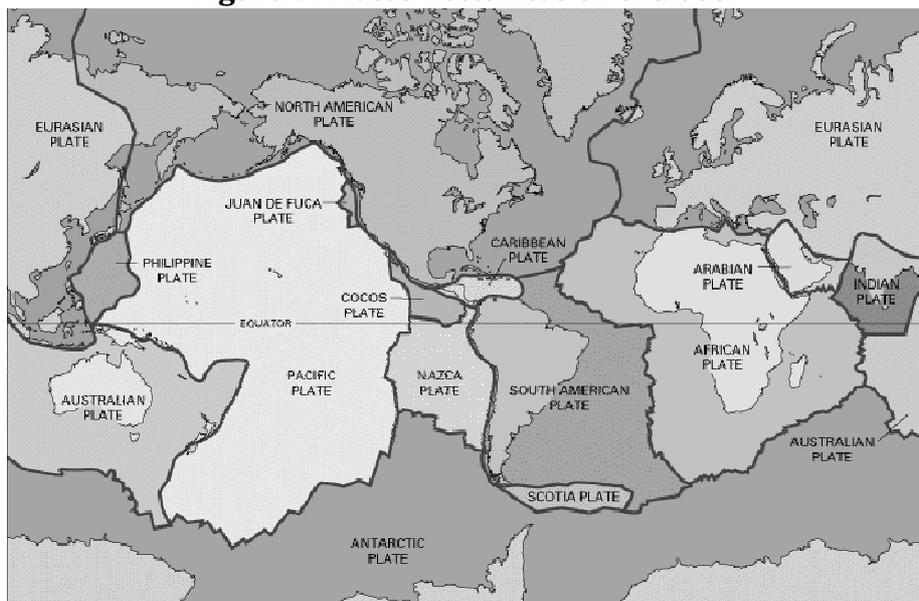
Figura 8. Edad del suelo Oceánico (en rojo zonas más jóvenes)



La evidencia más convincente que se presentó para apoyar la Hipótesis de la Deriva Continental y la Hipótesis de expansión del suelo oceánico, corresponden a las entregadas por el paleomagnetismo.

La teoría que finalmente apareció, es la denominada **Tectónica de Placas**², que señala: La litósfera está dividida en **segmentos pequeños** denominados **Placas** (ver figura 9), que están en movimiento y cuya forma y tamaño cambia constantemente.

Figura 9. Placas Tectónicas en el Globo.



² Esta teoría agrupa varias de las ideas que se habían presentado a través del tiempo, resumiéndolas y mejorándolas notoriamente.

Se pueden distinguir tres tipos de placas: placas principales, intermedias y pequeñas.

Placas Principales	Placas Intermedias	Placas Pequeñas
1. Norteamericana 2. Suramericana 3. Pacífica 4. Africana 5. Euroasiática 6. Australiana 7. Antártica	1. Caribeña 2. Nazca 3. Filipina 4. Arabia 5. Cocos 6. Scotia	Más de una docena

Ninguna de las placas esta definida por completo por los márgenes de un solo continente.

La Tectónica de Placas, son varias ideas que explican el movimiento observado de la Litósfera terrestre a través de los mecanismos de subducción y expansión del fondo oceánico, que generan los principales accidentes geológicos de la Tierra, entre ellos los continentes y las cuencas oceánicas. Las placas se mueven a velocidades lentas, pero continuas, de pocos centímetros al año.

El movimiento de las placas, es impulsado en última instancia por la desigual distribución del calor dentro de la Tierra, explicado en dos etapas:

- a) El material caliente en profundidad en el manto se mueve despacio hacia arriba y actúa como una parte del **sistema de convección** interno.
- b) Los fragmentos fríos y densos de la litosfera descienden hacia el manto, poniendo en movimiento la capa externa.

A su vez el movimiento de placas genera:

- a) Terremotos
- b) Volcanes
- c) Deforman masas de rocas (crean montañas)

VII. Límites de Placas

Cada placa se mueve como una unidad coherente con respecto a las otras placas. Todas las interacciones entre ellas se producen a lo largo de sus límites, esto significa que el movimiento de una de ellas implicara un ajuste en las otras. Están unidas por tres tipos distintos de límites, que se definen por el tipo de movimiento: limite divergente, limite convergente y limite transformante.

1) Limite divergente: Las placas se separan, lo que produce ascensión del material de manto para crear nuevo suelo oceánico (ver figuras 10 y 11). Este límite expansivo, se produce fundamentalmente en las dorsales oceánicas, en donde las placas se separan y se rellenan con roca fundida que sube desde la Astenósfera inferior, este material se enfría hasta formar una roca dura. El mecanismo descrito anteriormente recibe el nombre de **expansión del fondo oceánico**, cuya velocidad típica es de 5 cm. Al año. Debido a la constante renovación del piso oceánico, ninguna parte de su suelo data más allá de los 180 millones de años. En los lugares donde emergen rocas fundidas, el suelo oceánico esta elevado, estas elevaciones se conocen como **dorsales**.

Figura 10. Borde de placa divergente

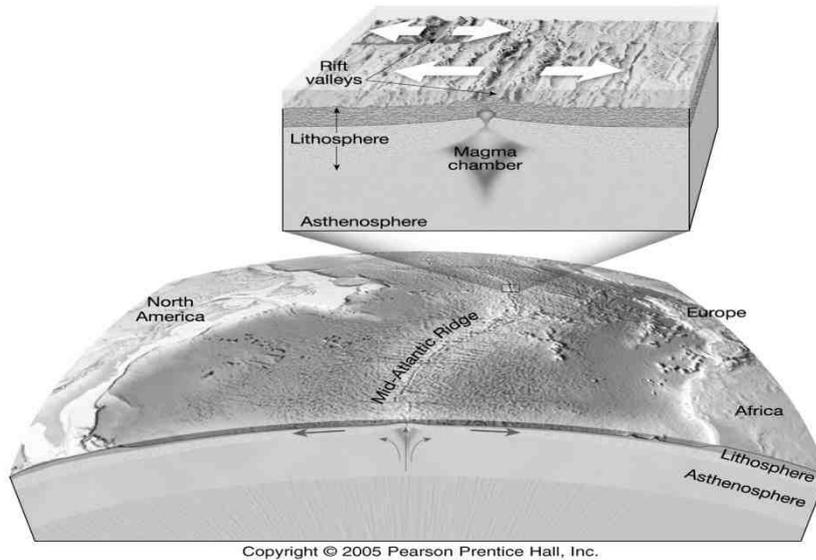
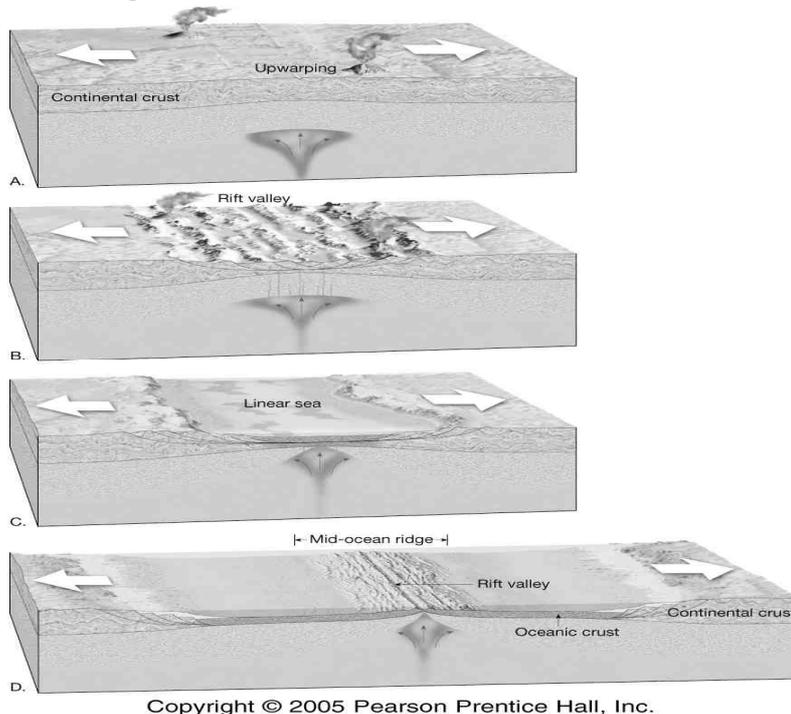


Figura 11. Formación de un Valle de Rift



2) Limite Convergente: Las placas se aproximan, consecuencia de la subducción de la litosfera oceánica en el manto.

El límite divergente agrega litosfera, por la **ley de conservación de la materia**, el nuevo material debe compensarse, ya que el planeta no aumenta de tamaño.

La expresión superficial, producida por una placa descendente es una **fosa submarina**, como la fosa Perú-Chile. Este lugar recibe el nombre de **Zona de Subducción**.

Cuando se genera subducción, hay un ambiente de presión y temperatura elevada, algunos materiales subducidos se funden y migran hacia arriba dando lugar a **erupciones volcánicas**.

Existen tres tipos de convergencia cuyos efectos son relevantes en la formación de cadenas montañosas (orogenias) y en la clasificación de geosinclinales: convergencia oceánica- continental (subducción); convergencia oceánica-oceánica (cuencas trasarco) y convergencia continental-continental (arco montañoso por cabalgamiento). (Martínez, 2007)

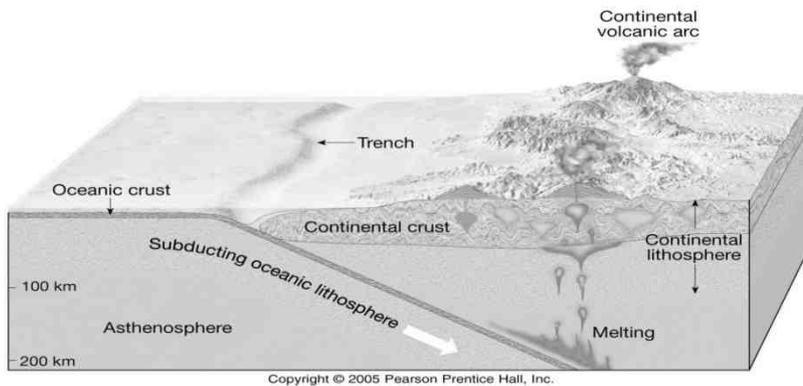


Figura 12.
Convergencia
Oceánica -
Continental

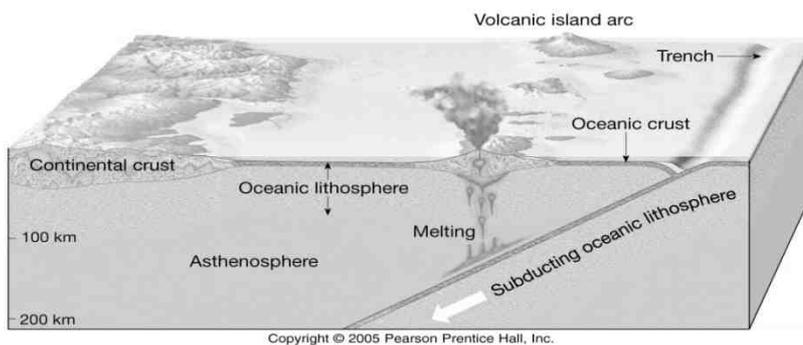


Figura 13.
Convergencia
Oceánica -
Oceánica

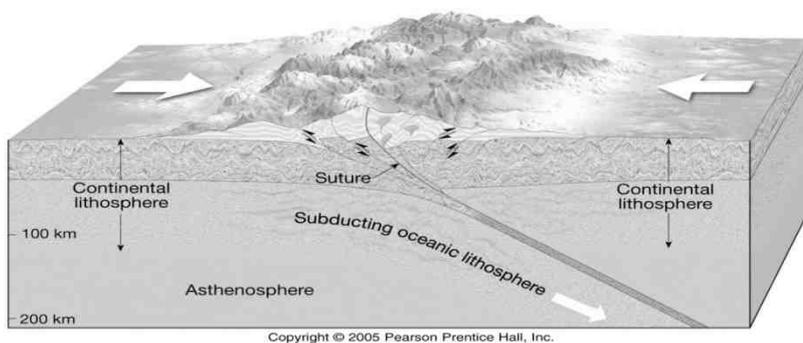
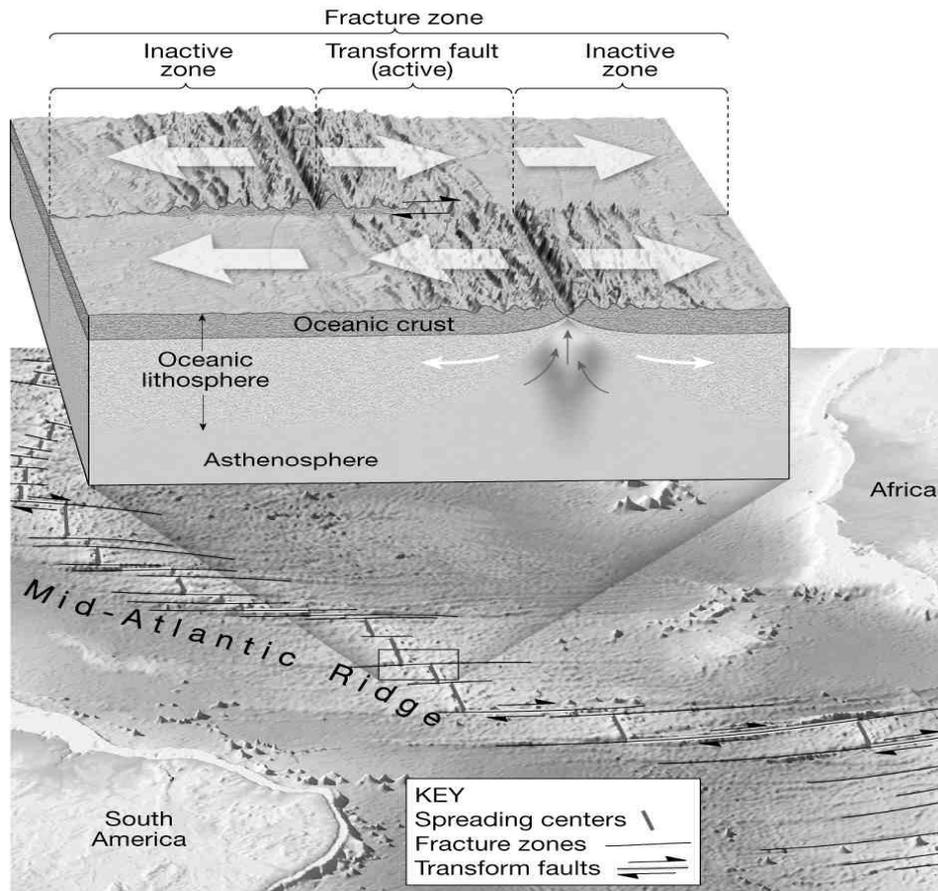


Figura 14.
Convergencia
Continental -
Continental

3) Limite de falla transformantes: Placas se deslizan una con respecto de la otra, sin producción ni destrucción de litosfera. Estas fallas son paralelas a la dirección del movimiento de las placas. La mayoría se ubica en dorsales centro-oceánicas, la falla de San Andrés es un ejemplo. A veces las rocas se rompen y se libera energía, como lo que ocurrió en el Terremoto de San Francisco en 1906.

Figura 15. Fallas transformantes



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Actividad: Investiga en que lugares del planeta, puedes encontrar los tres tipos de límites analizados anteriormente.

Limite Divergente: _____

Limite Convergente _____

Oceánico-Continental: _____

Oceánico-Oceánico: _____

Continental-Continental: _____

Limite Transformante: _____

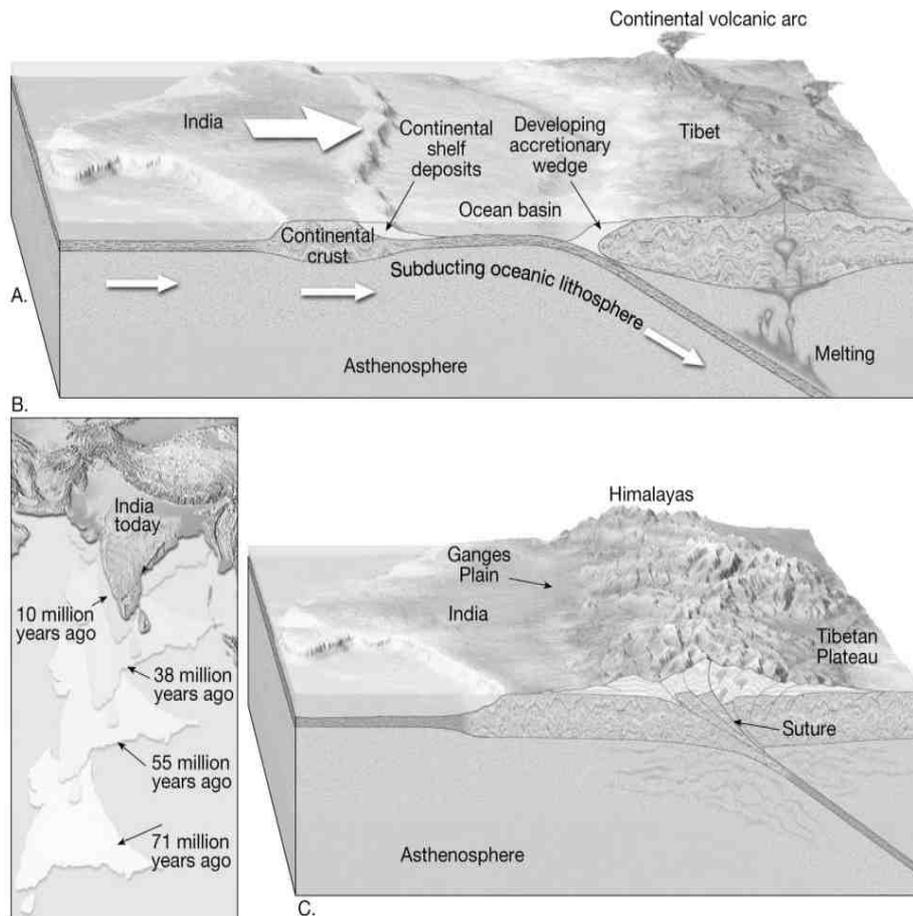
Limites cambiantes: El área de cada placa puede crecer o disminuir dependiendo de la distribución de los limites.

- Placa Antártica- Placa africana: Aumenta
- Placa Pacífico: Decece (subducida).

Así entonces pueden crearse nuevos limites de placas, el limite que una vez separó dos placas desaparece a medida que las placas se convierten en una, resultando una colisión continental como la que dio origen a la Cordillera de los Himalayas (ver figura 16).

Si la temperatura interior es más elevada que la de la superficie, el material del interior de la Tierra se seguirá moviendo, mientras este motor térmico interno siga funcionando, la Tierra seguirá siendo un *Planeta dinámico*.

Figura 16. Colisión de placas entre la India y Asia.



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

VIII. El Ciclo de las Rocas

La Tierra funciona como un sistema, esto significa que nuestro planeta esta formado por muchas partes que interactúan entre sí formando un todo más complejo. Fue la teoría de tectónica de placas, la que permitió tener una visión más completa del ciclo de las rocas.

Ciclo básico de las rocas (James Hutton) (ver figura 17)

El magma es un material fundido que se forma en el interior de la Tierra. El magma se enfría o solidifica, este proceso llamado **crystalización**, puede ocurrir bajo la superficie terrestre o después de una erupción volcánica en la superficie, en los dos casos, las rocas que resultan son **ROCAS ÍGNEAS**.

Si las rocas ígneas salen a la superficie experimentan **meteorización**, acción de desintegración de las rocas, el material resultante puede ser captado y transportado por un **agente erosivo**, las partículas y sustancias disueltas, denominadas **sedimentos** son depositados en el océano o en las llanuras. Los sedimentos experimentan **litificación** (conversión en roca) dando lugar a una **ROCA SEDIMENTARIA**.

La roca sedimentaria se entierra e interviene en la dinámica de formación de montañas o si es intruida por una masa de magma sometida a presiones, la roca sedimentaria reaccionará y se convertirá en una **ROCA METAMÓRFICA**, si esta se somete a temperaturas mayores se fundirá nuevamente.

Los procesos impulsados por el calor interior de la Tierra son responsables de la creación de:

- Rocas Ígneas = Proceso de Crystalización
- Rocas Metamórficas = Proceso de Metamorfismo

La meteorización y la erosión son responsables de la formación de:

- Rocas sedimentarias = Litificación.

Sin embargo el proceso descrito anteriormente puede tener variaciones. Las rocas ígneas pueden permanecer enterradas y ser sometidas a presión y transformación directamente en rocas metamórficas. También la roca metamórfica no siempre permanece enterrada, pudiendo de esta forma convertirse directamente en sedimentaria.

En los márgenes continentales existen capas de rocas sedimentarias, la convergencia deforma las rocas sedimentarias dando origen a cinturones de rocas metamórficas.

IX. Bibliografía Utilizada

1. Martínez, C. (2007). Geografía Física I y II. Los fundamentos del Medio Natural: Una visión integrada. Concepción, Chile: Universidad de Concepción
2. Strahler, A y A, Strahler. (1989). Geografía Física. Barcelona, España: Ediciones Omega
3. Tarbuck, E y F. Lutgens. (1999). Ciencias de la Tierra. Una Introducción a la Geología Física. Madrid, España: Prentice Hall
4. LLORENTE, J et. al. La distribución de los seres vivos y la historia de la tierra [En línea]. Fondo de Cultura Económica, México. Disponible en: http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/148/htm/sec_2.htm