



Geofísica

Autor: Catalina Quiroga

••••

Geofísica / Andrea Catalina Quiroga, / Bogotá D.C., Fundación Universitaria del Área Andina. 2017

978-958-8953-46-5

Catalogación en la fuente Fundación Universitaria del Área Andina (Bogotá).

© 2017. FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA
© 2017, PROGRAMA LICENCIATURA EN CIENCIAS SOCIALES
© 2017, ANDREA CATALINA QUIROGA

Edición:

Fondo editorial Areandino

Fundación Universitaria del Área Andina

Calle 71 11-14, Bogotá D.C., Colombia

Tel.: (57-1) 7 42 19 64 ext. 1228

E-mail: publicaciones@areandina.edu.co

<http://www.areandina.edu.co>

Primera edición: noviembre de 2017

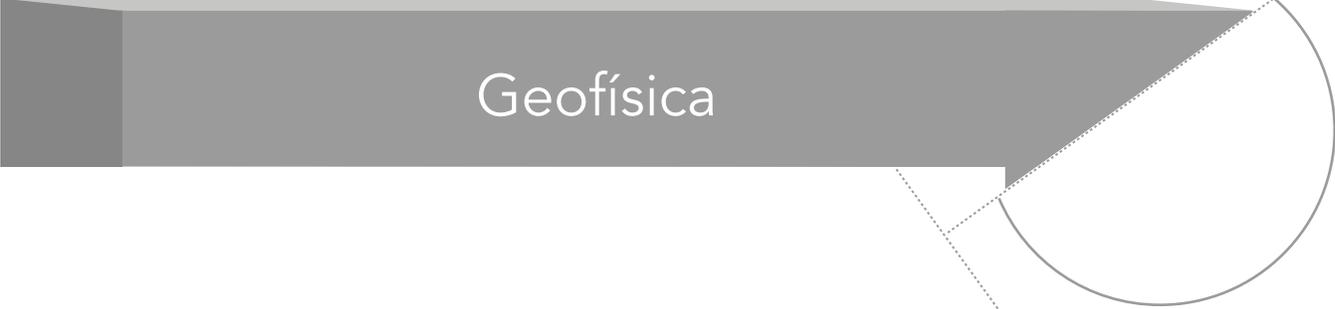
Corrección de estilo, diagramación y edición: Dirección Nacional de Operaciones virtuales

Diseño y compilación electrónica: Dirección Nacional de Investigación

Hecho en Colombia

Made in Colombia

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra y su tratamiento o transmisión por cualquier medio o método sin autorización escrita de la Fundación Universitaria del Área Andina y sus autores.



Geofísica



Autor: Catalina Quiroga





Índice

UNIDAD 1 ¿Qué es la Geología?

Introducción	7
Metodología	9
Desarrollo temático	10
Conclusiones	22

UNIDAD 1 Tectónica de placas

Introducción	24
Metodología	25
Desarrollo temático	26
Conclusiones	35

UNIDAD 2 Geomorfología

Introducción	37
Metodología	38
Desarrollo temático	39
Conclusiones	47

UNIDAD 2 Morfología debida a las aguas corrientes

Introducción	49
Metodología	50
Desarrollo temático	51
Conclusiones	61



Índice

UNIDAD 3 Generalidades sobre la Climatología

Introducción	63
Metodología	64
Desarrollo temático	65
Conclusiones	74

UNIDAD 3 ¿Qué es la Hidrogeografía?

Introducción	76
Metodología	77
Desarrollo temático	78

UNIDAD 4 ¿Qué es la Biogeografía?

Introducción	86
Metodología	87
Desarrollo temático	88
Conclusiones	97

UNIDAD 4 ¿Qué es un páramo?

Introducción	99
Metodología	100
Desarrollo temático	101
Conclusiones	111

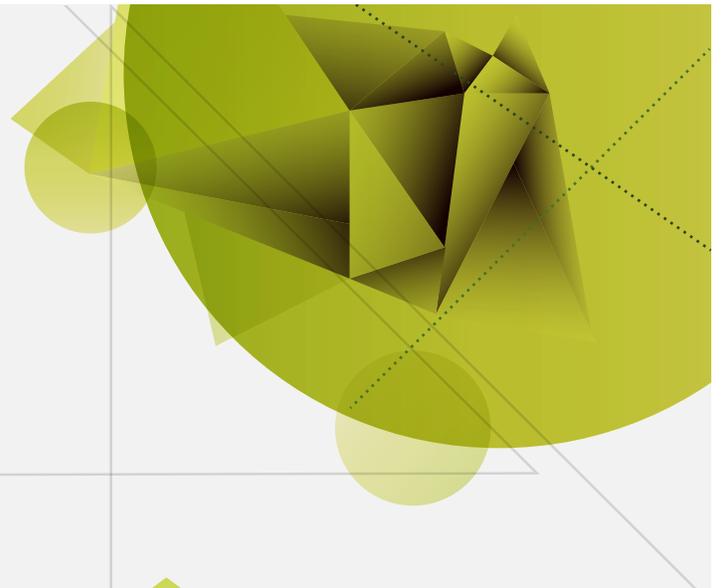
Bibliografía	112
--------------	-----



1

Unidad 1

¿Qué es la Geología?



Geofísica

Autor: Catalina Quintero

Introducción

La Geografía física tiene en cuenta los procesos de los flujos de energía, tanto los de radiación solar, como los de movimientos de fluidos y los flujos de la superficie terrestre, en general la Geografía física tiene fin último y es el estudio de todos los procesos que se dan sobre la Tierra y en relación con el lugar que ocupa en el universo. La Geología hace parte de las ciencias de la Tierra y constituyen un elemento importante en el estudio de la Geografía física; los principios de esta disciplina, que incluyen conceptos y procesos de la tierra y el universo, son elementales para comprender las dinámicas internas y externas de nuestro planeta Tierra, muchos de los conceptos que vamos a ver a continuación van a recordar nuestra época de colegio, es importante pensar todos estos conceptos en relación y en función de explicar fenómenos cotidianos.

Para iniciar el estudio de Geofísica en esta unidad se identificarán conceptos tales como Geología, anotando los principales componentes, como el sistema solar y la Tierra. Todo esto comprendido como un sistema de interacciones, para mayor comprensión se dividirán los conceptos en dos: En primer lugar se va a realizar una breve explicación de los tiempos geológicos y por lo tanto de la lectura de la tabla geológica que permite abordar la historia de la Tierra; en segundo lugar se tocará el tema relacionado con el sistema solar, allí se hace una explicación del sol, los planetas, los asteroides y los satélites como un sistema complejo.

El estudio de las ciencias de la Tierra, además de ayudar al estudiante a reconocer los recursos del planeta como el agua y el suelo, las rocas, los fósiles, la energía y entender cómo se producen los terremotos, es de gran importancia para realizar programas de prevención y mitigación de riesgos naturales, o identificar los minerales metálicos y no metálicos, que hacen parte de nuestra vida cotidiana, por ejemplo existen unos que están presentes en los sedimentos de roca que son utilizados en los vidrios, los plásticos, la sal, el cobre, la arena o el talco y la piedra pómez, todos estos elementos hacen parte del quehacer diario y es importante comprender de dónde provienen y cómo se producen.

En esta medida reconocer los procesos físicos de la Tierra, desde un primer acercamiento geológico, proveerán de

herramientas al estudiante para la realización de proyectos físicos en el estudio de la Geografía y también relacionar al ser humano con el entorno en el que vive. El estudio de la Geofísica, aborda no solo la formación y la existencia de estos recursos vitales, sino también el mantenimiento y origen de sus existencias y el impacto ambiental de la extracción de los minerales y su uso en la vida diaria.

Es clave leer toda la información de forma relacional. Si bien en esta unidad en general se van a tocar los procesos que se dan por fuera (universo) y por dentro (capas internas y externas de la Tierra como unidad de procesos), todos estos procesos tiene una profunda relación e influyen de forma directa en la cotidianidad de todos y todas.

En esta unidad el estudiante aprenderá los principales conceptos y procesos correspondientes a la Geología física y Geografía física, donde podrá reconocer en primer lugar el sistema terrestre, sus componentes y procesos; es importante que el estudiante realice las lecturas complementarias para la mejor comprensión de los temas a tratar y se apoye en las diapositivas expuestas en la unidad para tener una mejor orientación en el aprendizaje de los contenidos.

Para esta unidad se tomará como texto de apoyo los escritos de Arthur y Alan Strahler, titulado Geografía física, que tiene en cuenta el estudio de los flujos de energía y los procesos de la tierra; por otro lado Edward Tarbuck y Frederick Lutgens, escribieron un libro titulado Ciencias de la Tierra, que permiten dar un acercamiento a los principios básicos de la Geología. Estos dos textos tienen un contenido completo sobre los temas de la unidad 1, donde se define qué es la Geología y sus elementos principales clasificados según el índice de esta cartilla.

Para iniciar el desarrollo de la unidad se definirá en primer lugar el término de la Geología, luego se conceptualizan algunos conceptos para la identificación de la Tierra, su lugar en el universo, sus capas internas y sus procesos internos. Es de gran importancia tener en cuenta que la Tierra funciona como un sistema, al igual que el sistema solar y todos los componentes que nos rodean, se articulan y funcionan de tal manera que unos se complementan con otros para formar lo que tenemos alrededor.

¿Qué es la Geología?

La Geología de acuerdo a la definición dada en el libro de las ciencias de la Tierra, proviene del griego *geo*, «Tierra», y *logos*, «discurso». Es la ciencia que persigue la comprensión del planeta Tierra. Esta disciplina se divide en dos áreas, la primera es la Geología física que estudia los materiales que componen la Tierra y busca comprender los diferentes procesos que actúan tanto interna como externamente en la superficie terrestre. La otra área es la Geología histórica, esta trata de comprender el origen de la Tierra y su evolución a lo largo del tiempo (Tarbuck, 2005). Para el estudio de la Geofísica, se desarrollará principalmente la Geología física, aunque se tiene en cuenta el tiempo geológico y será desarrollado en esta unidad. La Geología como disciplina tiene cabida

en las ciencias aplicadas y en las ciencias naturales (Castaño, 1987) y surge a partir de la observación, la descripción, el análisis y la experimentación de los elementos, fenómenos y procesos que se producen en los planetas y el universo. Aunque la Geología es una ciencia autónoma, es importante que los estudiantes de ciencias sociales y en general de cualquier ciencia social tengan presente sus bases para complementar sus conocimientos como parte de su formación académica y profesional.

El tiempo geológico

El tiempo geológico es el estudio de la historia de la Tierra desde la formación de su corteza terrestre hace 4600 millones de años atrás hasta la actualidad (Rojas, 2008). Tener en cuenta las escalas del tiempo geológico, son de gran importancia para situar el origen de algún organismo, teniendo en cuenta su aparición y su desaparición. Además, es clave tener en cuenta que en 1896 se descubre la radiactividad por el físico francés Henry Becquerel y hacia 1905 se utilizó este fenómeno para la datación de organismos en la tabla geológica y así asignar fechas bastante exactas a los acontecimientos de la historia de la Tierra.

La división de la escala está dada por una subdivisión de forma jerárquica de la siguiente manera: Eones, Eras, Periodos y

Épocas. En primer lugar los **Eones** representan la mayor extensión de tiempo en la Tabla geológica y se divide en cuatro partes: Hádico, Arcaico, Proterozoico y Fanerozoico. Luego el Eón Fanerozoico se subdivide en tres **Eras**: Paleozoico (Era antigua), Mesozoico (Vida intermedia) y Cenozoico que hace referencia a la vida reciente. Posteriormente las Eras se subdividen en **Periodos** que son la unidad básica de la escala de tiempo geológico, entre estas están el Triásico, Jurásico y el Cretácico que en este caso corresponden a la era Mesozoica. Por último están las **Épocas** que es la subdivisión de un periodo y al que corresponde el Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno y Plioceno, entre otras.

A continuación se presenta la tabla donde se muestra el tiempo geológico:

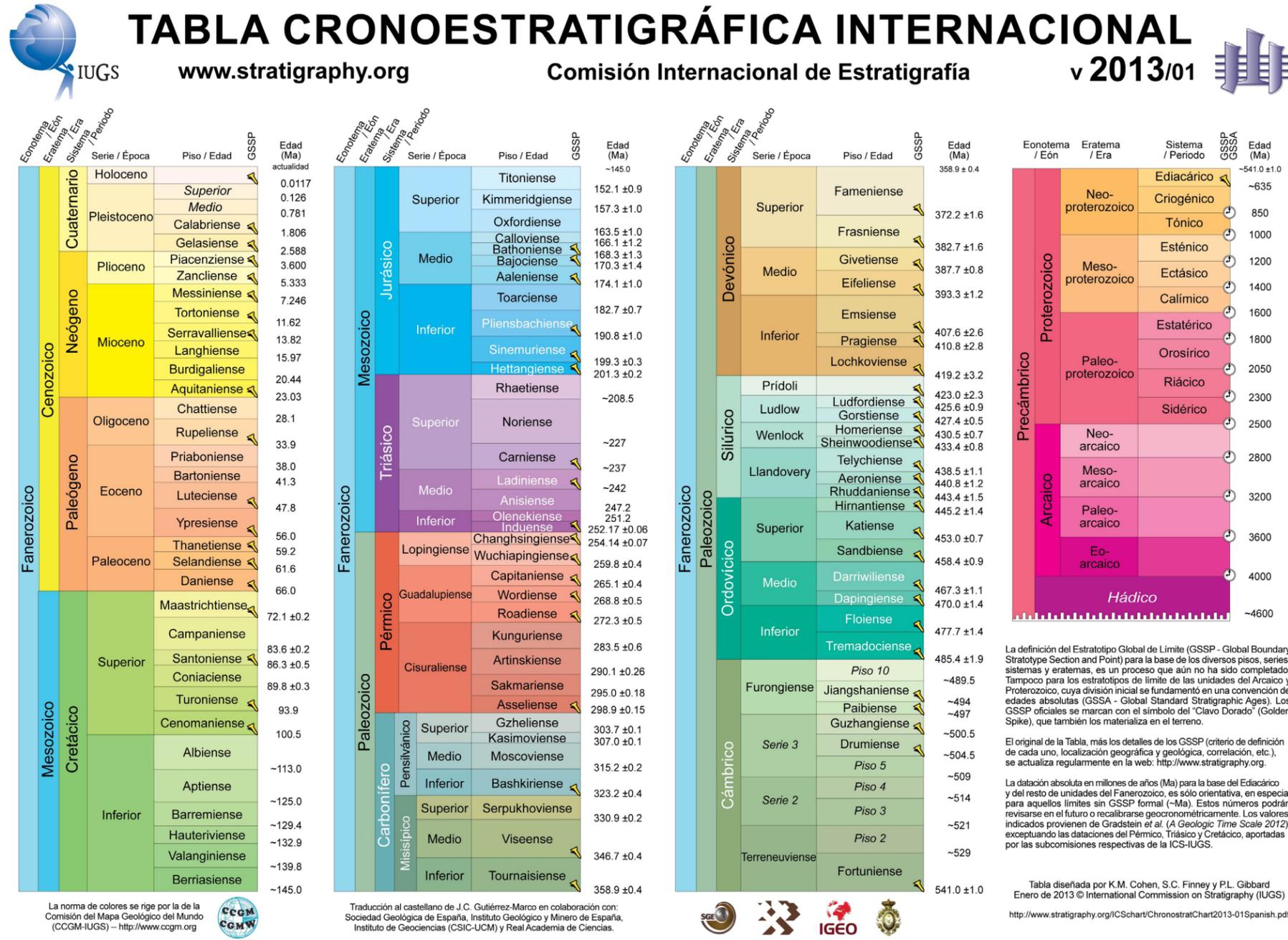


Imagen 1.
Fuente: <http://www.igeo.ucm-csic.es/images/igeo/noticias/ICS-GeologicalTimescale2013-01Spanish1.JPG>

A continuación vamos a hablar de forma general de algunos de los hechos significativos para cada uno de los Eones, Eras y Periodos según sea el caso, esta información está presente en mucho lugares de la web y puede ser un recurso interesante para incluir en procesos de formación con estudiantes, todo esto pensando en la vida profesional de un docente. Así, para el Eón Hádico se destaca la poca evidencia que existe, este periodo se dio entre 4.500 millones de años (tiempo promedio de edad de la Tierra) hasta los 3.800 millones de años, las diversas teorías científicas sugieren que para el final de este Eón ya la Tierra contaba con una corteza sólida y se daba una fuerte actividad volcánica sobre la faz de la Tierra. El Precámbrico (3.800-2.500 millones de años) es el siguiente Eón y se compone de dos momentos: (I) Arcaico y (II) Proterozoico. Las características principales son: origen de la Tierra en el planeta, aparición de la fotosíntesis como proceso y por lo tanto la atmósfera que estaba compuesta de metano comienza a acumular oxígeno, se desarrollan las células eucariotas y la vida en los océanos se va diversificando, dando origen a los primeros seres pluricelulares invertebrados.

El siguiente Eón es el Fanerozoico, es quizás el Eón con mayor número de eras y periodos y es uno donde más se lograron divisiones (especializaciones entre momentos) gracias, también, a la evidencia encontrada. Este Eón se divide en tres Eras: (1) Paleozoica que a su vez se subdivide en 6 periodos, las características principales son la aparición de trilobites y seres con concha, los primeros peces y las algas, también aparecen hongos y helechos (formas de plantas primitivas), posteriormente también hacen su aparición plantas con semilla e insectos, reptiles y se

da la primera gran extinción masiva en la historia con la desaparición de los trilobites y gran parte de los invertebrados marinos. (2) Mesozoica que se divide en tres periodos, esta es la Era de los dinosaurios, pero también se caracteriza por la aparición de las primeras aves y proliferan los pequeños mamíferos, al final de esta era se extinguen los dinosaurios. (3) Finalmente se encuentra la Era Cenozoica, la Era de la aparición de los humanos. Esta Era está dividida en dos grandes momentos el Terciario que tiene cinco periodos y se caracteriza por la aparición de muchas especies de mamíferos y los primeros homínidos y el cuaternario que tiene dos periodos (Pleistoceno y Holoceno) estos últimos periodos se dan en los últimos 10.000 y en ellos hacemos aparición nosotros, con la construcción de ciudades, domesticación de animales y formas diversas de extractivismo, atendiendo a la aparición de los seres humanos. En todo caso este concepto de extractivismo hace relación a un proceso de aprovechamiento de la naturaleza.

Ahora para hablar de este tema tenemos que tener en cuenta que la historia, tal como se mencionó arriba está llena de acontecimientos, y en esa medida las mediciones de tiempo sobre esos acontecimientos se dan en dos vías: la datación relativa y la datación absoluta. La datación relativa se presenta con una serie de sucesos continuos sin asignar fechas exactas. La datación absoluta se da de forma más exacta y tiene como base la datación de las edades de las rocas.

La Tierra en el universo

Ya que conocemos los sucesos generales que dieron la vida en la tierra es importante ubicar el planeta Tierra en el universo, y

para esto se debe explicar el concepto del universo, las estrellas, la vía láctea, el sistema solar y el Sol. Las masas de materia que constituyen el universo se denominan cuerpos celestes o astros; comprenden a las estrellas, que emiten luz, y a los astros, que no emiten luz, los llamados cuerpos opacos. Las agrupaciones de estrellas se llaman galaxias. Luego de varias teorías dadas antiguamente sobre el universo, algunos científicos han comprobado que el universo se encuentra en expansión y en continuo cambio. La teoría de origen más aceptada actualmente se denomina teoría de la gran explosión o del Big Bang. Según dicha teoría, hace unos 15.000 millones de años, toda la materia y la energía existente se encontraba concentrada en un solo punto, el cual explotó y proyectó su contenido en todas las direcciones en forma de pequeñas partículas. Posteriormente, estas partículas se fueron agrupando entre sí, debido a la gravedad, originándose el polvo cósmico. Este se condensó y dio lugar a las estrellas, que al agruparse entre sí formaron las galaxias. Las estrellas son astros luminosos formados por enormes acumulaciones de un gas: el hidrógeno. En su interior se producen reacciones atómicas que desprenden cantidades inmensas de energía en forma de luz y de calor. ¹

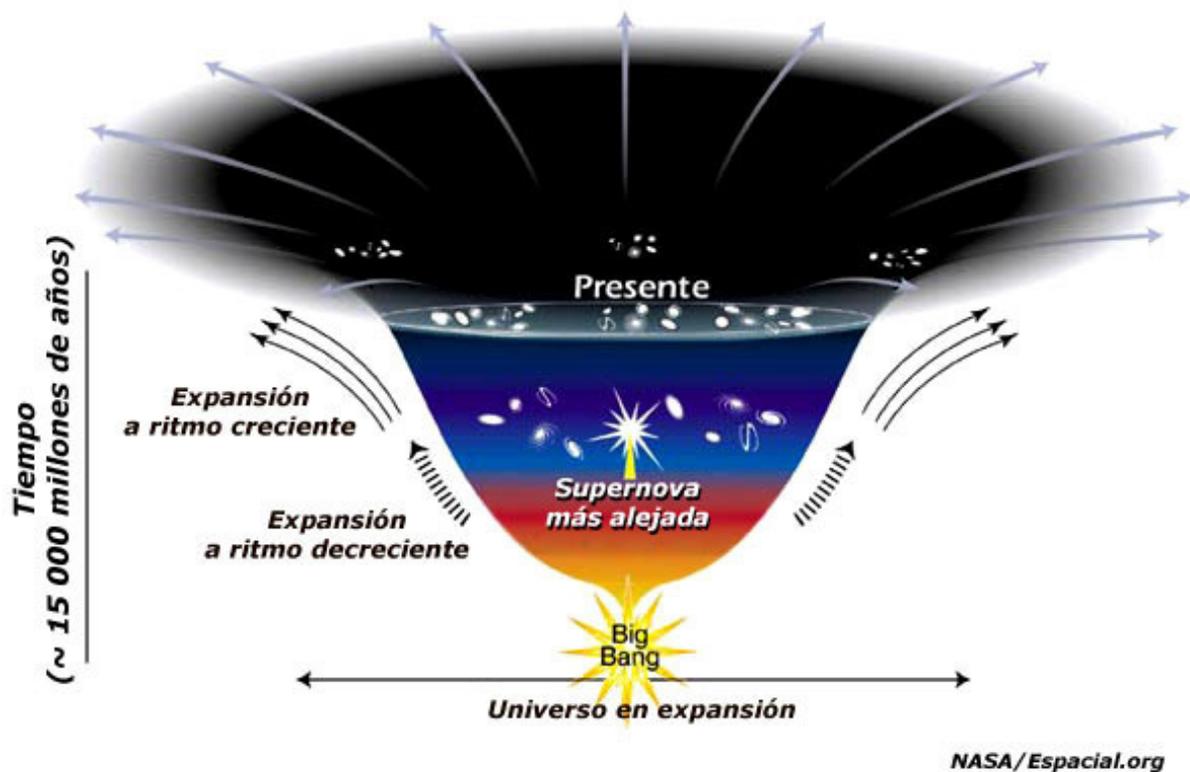


Imagen 2.

Fuente: <http://k40.kn3.net/taringa/3/1/5/1/7/4/0/sagen010/4A5.jpg?8661>

¹ Para ampliar información visitar: <http://amesweb.tripod.com/universo1eso.pdf>

Ahora bien, la vía láctea es la galaxia en la que nos encontramos. Es una galaxia espiral constituida por unas 100.000 millones de estrellas, una de las cuales es el Sol. En el sistema solar se pueden distinguir cuatro tipos de cuerpos: los planetas terrestres o telúricos (Mercurio, Venus, la Tierra y Marte), los planetas gigantes (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno), los planetas enanos (Plutón,² Ceres, Eris) y los satélites y cuerpos pequeños (Asteroides y cometas en el cinturón de asteroides y en el cinturón de Kuiper). Vea en la imagen a continuación el tamaño de los planetas en relación con otros. La formación del sistema solar de acuerdo con la hipótesis de la nebulosa primitiva, se da porque una nube de polvo y gases (nebulosa) empezó a colapsar gravitacionalmente, luego la nebulosa se contrajo en un disco en rotación que se calentaba gracias a la conversión de la energía gravitacional en energía térmica, para que después el enfriamiento de la nebulosa provocara la condensación de material rocoso y metálico en pequeñas partículas sólidas, luego las colisiones repetidas hicieron que las partículas del tamaño del polvo se unieran de una manera gradual hasta formar cuerpos del tamaño de un asteroide y por último en un periodo de unos pocos millones de años estos cuerpos formaron los planetas (Tarbuck, & Lutgens, 2005).



Imagen 3.

Fuente: <http://www.pekegifs.com/planetarium/planetas/sistemasolar/012.gif>

Para comprender la influencia del sistema solar en la Tierra es importante tener en cuenta el **concepto de traslación**, que es el movimiento que la Tierra realiza alrededor del Sol sobre una trayectoria elíptica durante un año. A esta trayectoria se le denomina la eclíptica. El eje de rotación de la Tierra no se encuentra perpendicular a la eclíptica sino inclinado a 23,5°. Esta inclinación del eje de rotación de la Tierra produce diferencias en la incidencia de los rayos solares en los dos hemisferios de la Tierra durante la traslación. A este fenómeno se debe la presencia de estaciones (invierno, primavera, verano y otoño) en los hemisferios Norte y Sur. La traslación por lo tanto es un movimiento en relación a otros planetas y sobre todo al sol, es un movimiento de sistema en general.

² Existen varias discusiones sobre si Plutón, es o no es un planeta, en todo caso es clave comprender que es un cuerpo que forma parte del sistema y que es relevante reconocerlo como tal.

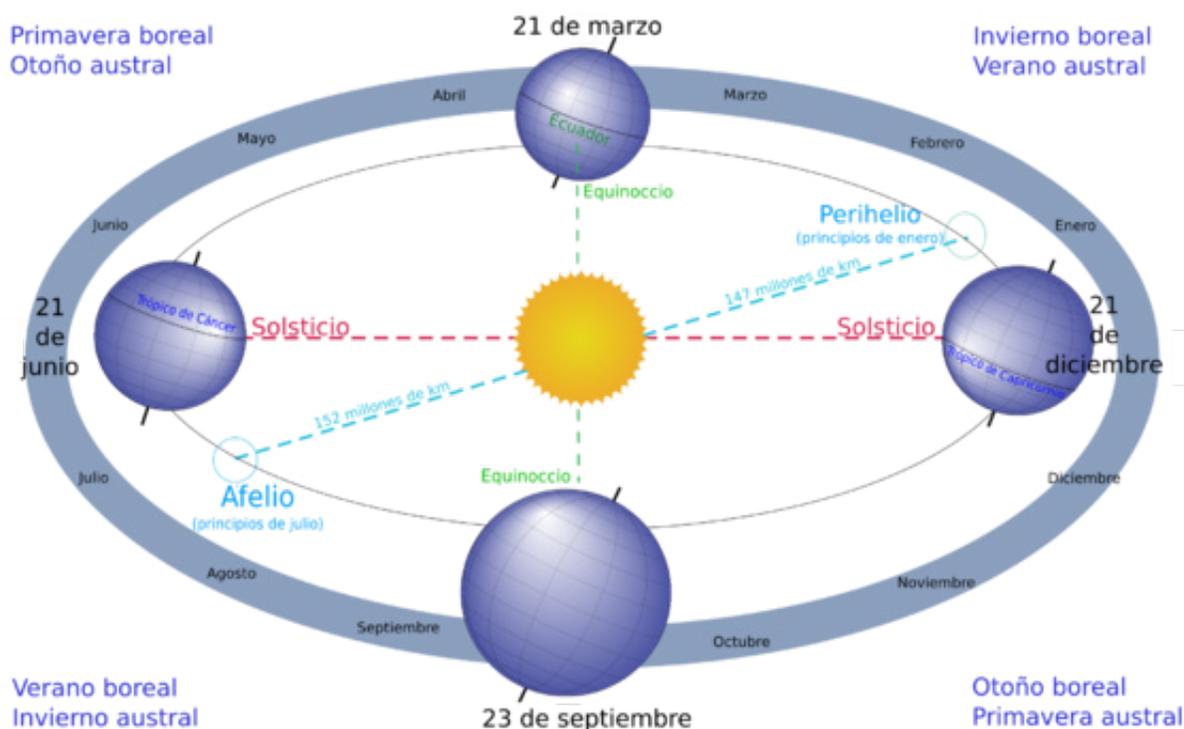


Imagen 4.

Fuente: <http://goo.gl/D9rCEb>

La Tierra

Ya entando en el planeta Tierra se debe decir que este es un cuerpo dinámico con muchas partes que interactúan y marcan una historia larga y compleja (Tal como lo vimos en el tiempo geológico). En el transcurso de su larga existencia, la Tierra ha ido cambiando. Este es uno de los planetas que junto con aproximadamente una docena de lunas y numerosos cuerpos más pequeños, gira alrededor del Sol. La naturaleza ordenada de nuestro sistema solar lleva a la mayoría de los investigadores a deducir que la Tierra y los otros planetas se formaron esencialmente al mismo tiempo, y de la misma materia primordial, que el Sol. La hipótesis de la nebulosa primitiva sugiere que los cuerpos de nuestro sistema solar se formaron a partir de una enorme nube en rotación denominada nebulosa solar (Tarbuck, & Lutgens, 2005).

Las nebulosas son quizás uno de los fenómenos universales más hermosos. La nebulosa solar particularmente está formada principalmente por hidrógeno, helio y polvo procedente del "Big Bang", existió durante las primeras decenas de miles de años de la historia del sistema solar y dio lugar a varios de sus planetas, existen investigaciones recientes sobre la nebulosa, para realizar una apropiación de los conceptos invitamos a los estudiantes a revisar el siguiente enlace y navegar buscando nuevas noticias acerca de las nebulosas y

sus espectaculares imágenes: <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/71223.html>



Imagen 5.

Fuente: <http://www.eso.org/public/archives/images/wallpaper5/eso1205a.jpg>

Ahora y pensando en la Tierra de forma particular se debe anotar que esta también realiza un movimiento en sí misma. **La rotación** de la Tierra es el movimiento giratorio alrededor de su eje produciendo el día y la noche. La rotación ocasiona un aplastamiento de la forma esférica de la Tierra. El radio tiene 21 kilómetros más en el Ecuador. El efecto de las mareas produce variación en la rotación de la Tierra. Se conoce bien el efecto que ejerce la atracción gravitacional del Sol y de la Luna en las mareas terrestres. La Luna ejerce una atracción gravitacional sobre la Tierra que produce, tanto el abombamiento de las aguas de los océanos en la cara que se dirige hacia la Luna, como el desplazamiento del centro gravitacional del sistema Tierra-Luna. En las caras laterales se

genera un “hundimiento” de las aguas. Este fenómeno es el responsable de que se produzcan dos mareas altas y dos mareas bajas durante el día ¿Ha visto y/o vivido una marea alta? El movimiento de rotación de la Tierra proporciona dos puntos naturales, sobre los que está basada la red geográfica, formada por la intersección de líneas que se inscriben en el globo, con el propósito de fijar la posición de los puntos de la superficie. **Los meridianos** son semicírculos cuyos extremos coinciden con los polos norte y sur. **Los paralelos** son círculos menores, formados por planos paralelos al Ecuador, van en dirección este-oeste. La longitud y latitud se mide sobre arcos de paralelos y meridianos respectivamente (Strahler & Strahler, 1989).

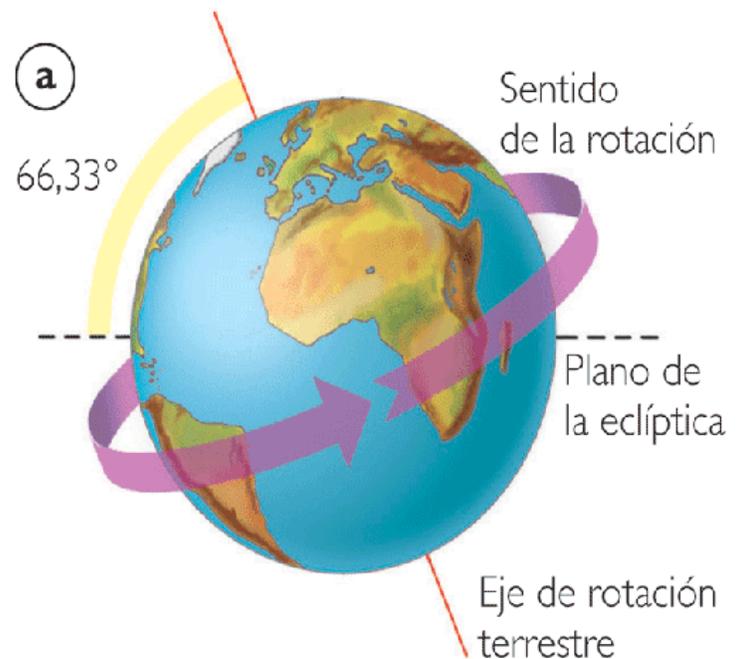


Imagen 6.

Fuente: <https://nsvalle.wordpress.com/4%C2%BA-grado/4ob/rotacion-y-traslacion-de-la-tierra/>

¿Cómo situarnos en el espacio? Latitud y longitud

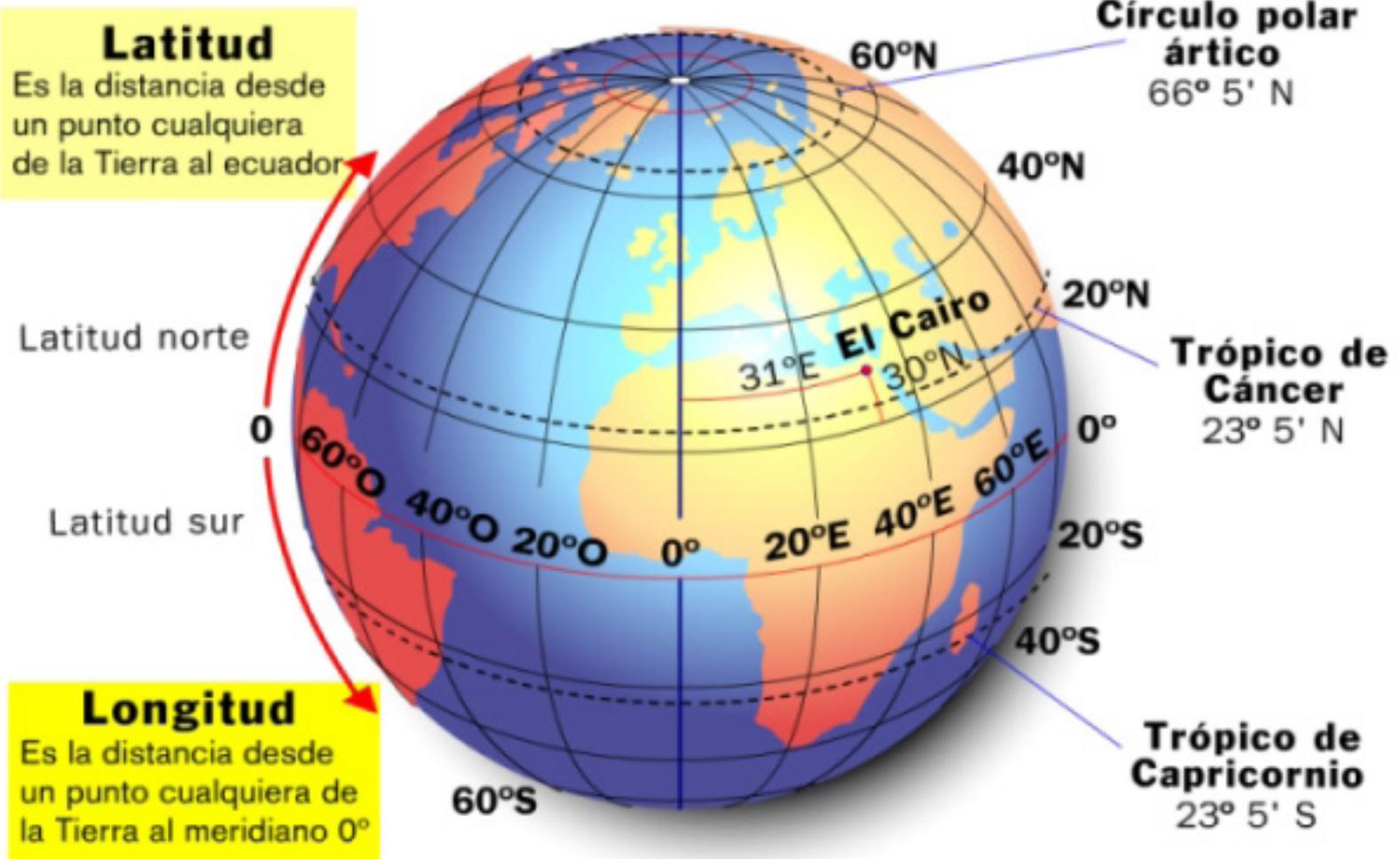
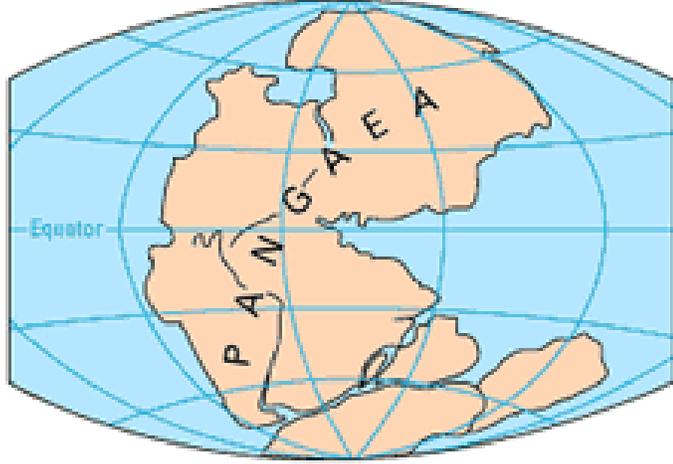


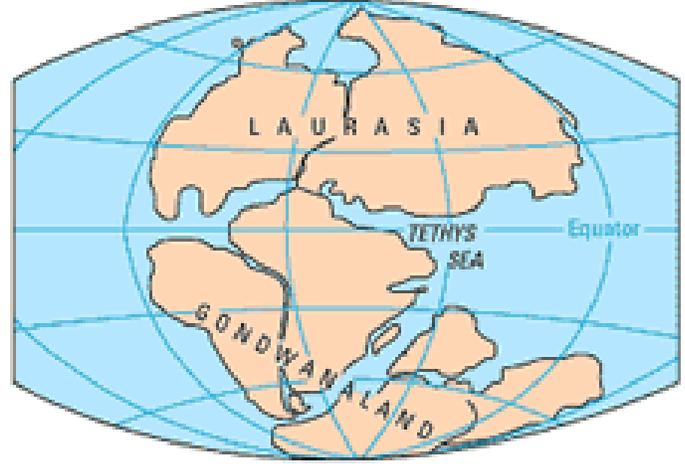
Imagen 7.

Fuente: http://www.juanjoromero.es/eso/1eso/latitud_longitud.jpg

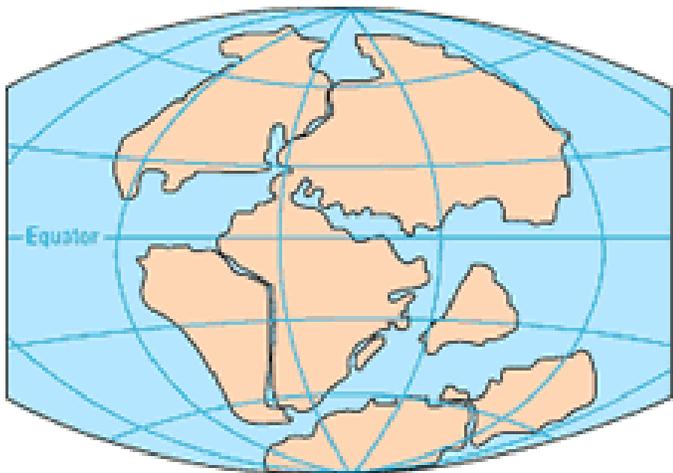
Otro aporte científico para entender la Tierra es entender la Teoría del geólogo Alfred Wegener que utilizó las pruebas procedentes de fósiles, tipos de rocas y climas antiguos para crear un ajuste de los continentes en forma de rompecabezas, creando así su supercontinente, llamado Pangea. Una consecuencia importante de la fragmentación de Pangea fue la creación de una «nueva» cuenca oceánica: El Atlántico. Lo primero que se separó fueron Norteamérica y África. Allí, la corteza continental estaba muy fracturada, lo que proporcionaba vías para que grandes cantidades de lava fluida alcanzaran la superficie. En la actualidad estas lavas están representadas por las rocas ígneas meteorizadas que se encuentran a lo largo de la costa oriental de Estados Unidos, principalmente enterradas debajo de las rocas sedimentarias que forman la plataforma continental. La datación radiométrica de estas lavas solidificadas indican que la separación empezó aproximadamente entre 180 y 165 millones de años (Tarbuck, & Lutgens, 2005).



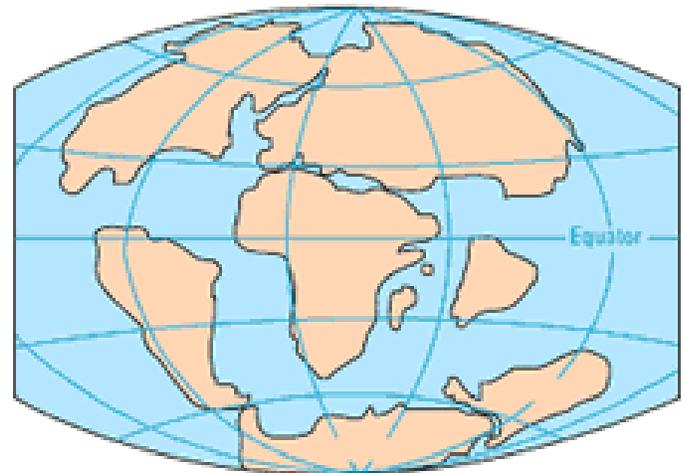
Permico 225 M.A.



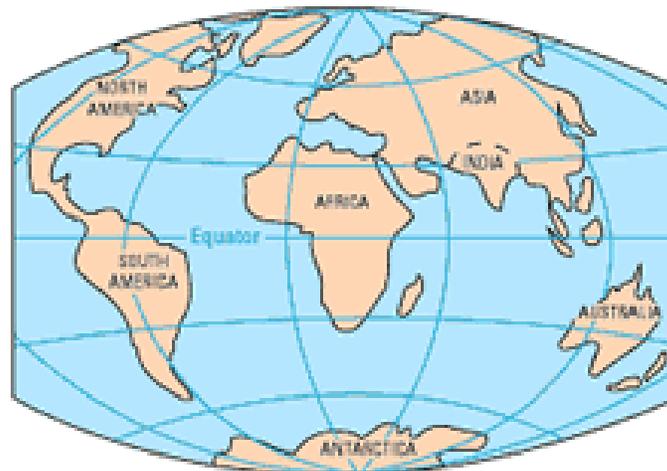
Triasico 200 M.A



Jurasico 125 M.A



Cretacico 65 M.A.



Actualmente

Imagen 8.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos81/origen-continentes/image001.gif>

El sistema Tierra tiene una serie casi infinita de subsistemas en los que la materia se recicla una y otra vez. Un subsistema conocido es el ciclo hidrológico, que veremos más adelante en el curso de Geofísica, representa la circulación sin fin del agua terrestre entre la hidrósfera, la atmósfera, la biosfera y la Tierra sólida. Las cuáles serán explicadas en esta unidad. Primero la **hidrósfera** es la capa de agua que rodea la Tierra. El agua circula continuamente de unos lugares a otros, cambiando su estado físico, en una sucesión cíclica de procesos que constituyen el denominado ciclo hidrológico, el cual es la causa fundamental de la constante transformación de la superficie terrestre. Esta capa se formó por la condensación y solidificación del vapor de agua contenido en la atmósfera primitiva. Entre las características de la hidrósfera destacamos su composición mineral, salinidad, contenido en oxígeno, variación de la temperatura con la profundidad y densidad: Composición del agua del mar y del agua continental .³

La **atmósfera** es la capa gaseosa que rodea algunos planetas y otros cuerpos, es la capa de aire (Manto protector) y otros gases que veremos con detalle más adelante. La atmósfera terrestre consiste en una mezcla de gases (aire) formada por nitrógeno (78%), oxígeno (21%), gases inertes, hidrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua. El conjunto adquiere una característica coloración azul debida a la dispersión de la luz solar por las moléculas del aire. De esta capa se dividen unas subcapas que tienen sus particularidades y características diferentes, entre ellas se encuentran la **tropósfera**

³ Más información en: http://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/materias-pau-bachillerato/tema_4.pdf

que viene del griego *thropos*, que significa cambio, es la capa inferior de la atmósfera y la más densa, en ella se producen todos los fenómenos meteorológicos y contiene todo el vapor de agua, tiene como límite superior la (tropopausa). La otra capa es la estratosfera, donde se ubica la capa de ozono (ozonósfera) y es de gran importancia la radiación solar, tiene poco vapor de agua y pocos movimientos verticales. Su límite superior es la estratopausa ubicada a 50 km. Luego viene la mesósfera, que es donde actúan las fuerzas de gravedad, el aire es muy seco y su límite superior es la mesopausa que se ubica a los 80 km. Después viene la **ionósfera**, donde predomina la radiación del sol y los campos magnéticos producidos por corrientes eléctricas. En esta capa se producen auroras boreales. La **exósfera** es otra subcapa de la atmósfera y se caracteriza por tener escasa densidad, en esta capa es donde se ponen en órbita algunos objetos expulsados al espacio. Por último se encuentra la **magnetósfera**, que está constituida por cinturones magnéticos de Van Allen, que consisten en dos envolturas que rodean ecuatorialmente a la Tierra y están formados por electrones y protones captados por el campo magnético, esta es la última capa de la atmósfera .⁴

⁴ Más información en: <http://200.58.146.28/nimbus/weather/pdf/cap1.pdf>

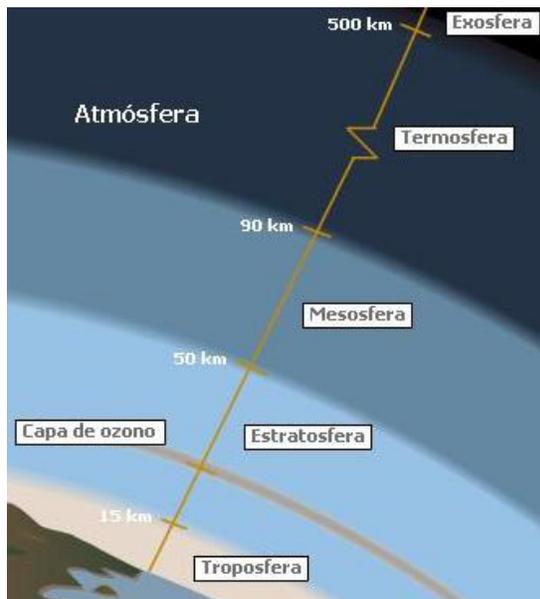


Imagen 9.

Fuente: <http://ficus.pntic.mec.es/vfem0006/hotpot/rhibrida.htm>

Ahora bien, la **biósfera** es la delgada capa de la Tierra y su atmósfera que cubre la superficie del planeta, y en la que viven todos los seres vivos. Es una zona relativamente delgada que está formada por los océanos, lagos y ríos, la tierra firme y la parte inferior de la atmósfera, que es capaz de mantener la vida en el planeta. La vida en esta zona depende de la energía del sol y de la circulación del calor y nutrientes esenciales. La biosfera de la Tierra contiene numerosos ecosistemas complejos que colectivamente contienen todos los organismos vivos del planeta, el estudio de estos organismos y su relación con la Tierra se va a ver en la última unidad del módulo sobre biogeografía. Las perspectivas únicas de la Tierra nos ayudan a darnos cuenta de la inmensidad y complejidad de la biosfera del planeta. Debajo de la atmósfera y los océanos se encuentra la **Tierra sólida**. Gran parte de nuestro estudio de la Tierra sólida se concentra en los accidentes geográficos superficiales más accesibles. Por fortuna, muchos de estos accidentes representan las expresiones externas del comportamiento dinámico de los materiales

que se encuentran debajo de la superficie. Examinando los rasgos superficiales más destacados y su extensión global, podemos obtener pistas para explicar los procesos dinámicos que han conformado nuestro planeta.

Dinámica interna de la Tierra

La fragmentación de la Tierra dio como resultado la formación de tres capas definidas por su composición química: la corteza, el manto y el núcleo. La **corteza** es la capa rocosa externa de la Tierra, se divide generalmente en corteza oceánica y corteza continental. La corteza oceánica tiene alrededor de 7 kilómetros de grosor y está compuesta por rocas ígneas oscuras denominadas basaltos. Por el contrario, la corteza continental tiene un grosor medio de entre 35 y 40 kilómetros, pero puede superar los 70 kilómetros en algunas regiones montañosas. El manto es una envoltura rocosa sólida que se extiende hasta una profundidad de 2.900 kilómetros. El límite entre la corteza y el manto representa un cambio de composición química. Por último el núcleo es una aleación de hierro y níquel con cantidades menores de oxígeno, silicio y azufre, elementos que forman fácilmente compuestos con el hierro. A la presión extrema del núcleo, este material rico en hierro tiene una densidad media de cerca de 11 g/cm³ y se aproxima a 14 veces la densidad del agua en el centro de la Tierra (Tarbuck, & Lutgens, 2005).

En la Tierra existen otras capas ya no definidas por su composición física como las anteriormente explicadas sino por sus propiedades físicas, entre ellas encontramos, según su resistencia mecánica, la litósfera, astenósfera, mesósfera (manto inferior), núcleo externo y núcleo interno. La **litósfera**

es la capa más superficial de la Tierra y se comporta como un cuerpo sólido y rígido. Está formada por la corteza y por la parte más superficial del manto. Su espesor medio es de 100 Km, aunque puede alcanzar hasta unos 250 Km en zonas de grandes cadenas montañosas. La litósfera se mueve sobre la astenósfera. La parte inferior de la litósfera tiene composición idéntica que la astenósfera. La **astenósfera** es la capa del manto que se encuentra entre la litósfera y el manto inferior o mesósfera. Alcanza una profundidad de 660 Km. Los 150 Km más superficiales se encuentran en unas condiciones de fusión parcial, y definen un canal de baja velocidad. La fusión parcial dentro de la astenósfera hace que se formen magmas que ascienden hacia la litósfera. **La mesósfera** o manto inferior es la parte de la Tierra comprendida entre el núcleo, a unos 2.885 Km de profundidad, y la astenósfera, a unos 660 Km (Geósfera, 2011). El **núcleo externo** es una capa líquida de 2.270 kilómetros de grosor. Las corrientes convectivas del hierro metálico en esta zona son las que generan el campo magnético de la Tierra. Por último el **núcleo interno** es una esfera con un radio de 1.216 kilómetros que a pesar de que su temperatura es más elevada, el material del núcleo interno es más resistente que el del núcleo externo y se comporta como un sólido (Tarbuck, & Lutgens, 2005).

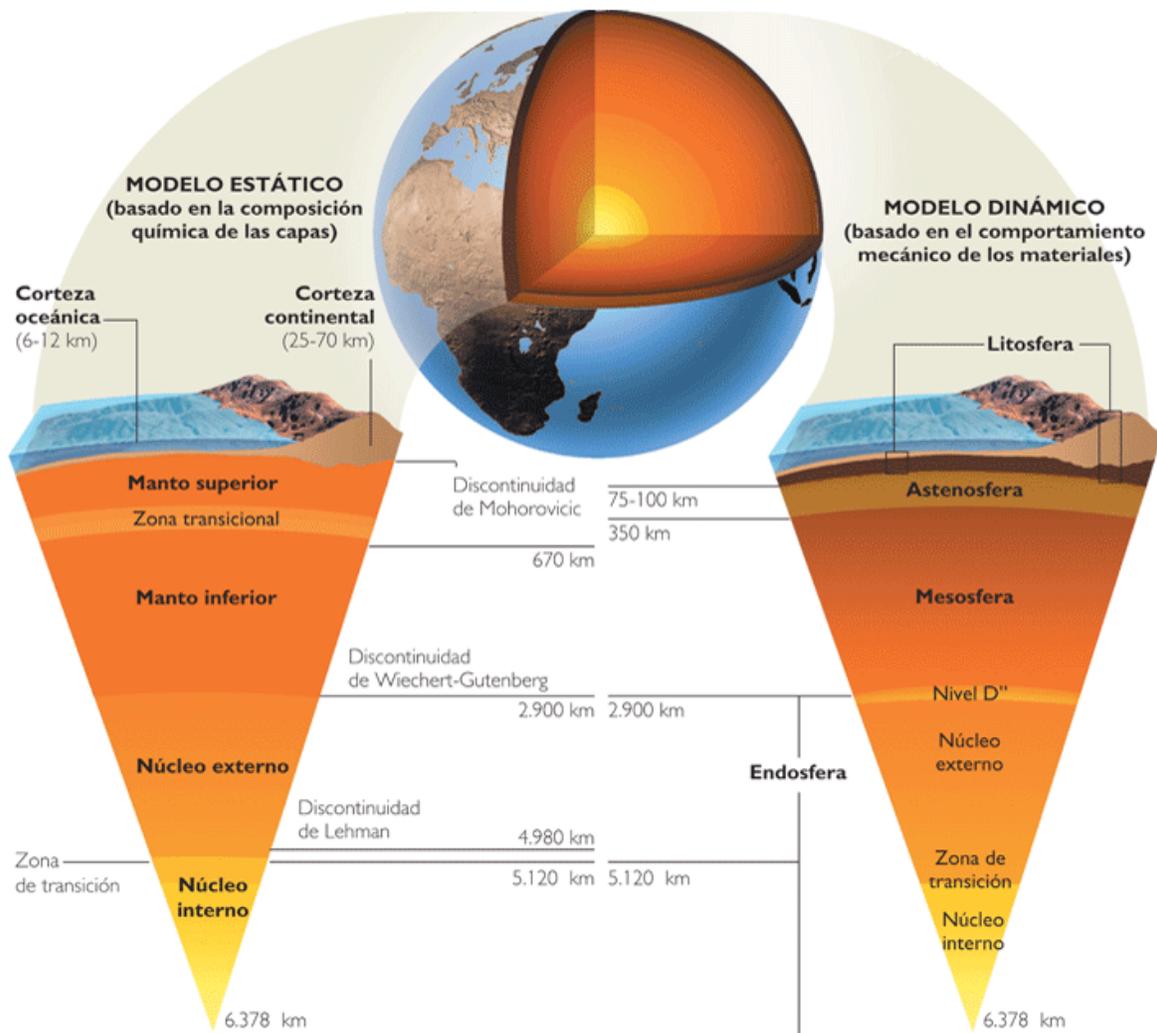


Imagen 10.

Fuente: <http://goo.gl/D9yI9m>

Es de gran importancia comprender que el ser humano vive en un entorno dinámico, la Tierra y el universo andan en constante cambio, muchas veces se presentan procesos físicos en la Tierra que pueden ser de gran impacto como lo son algunas catástrofes físicas que se dan en espacios temporales cortos o por el contrario existen otros casos en que por medio de procesos físicos de lento accionar en el tiempo, pero que genera una gran transformación física en la formación y funcionamiento del Planeta.

Comprender la complejidad del sistema, requiere de gran atención en sus componentes y procesos, se debe comprender el sistema solar como un conjunto de elementos que interactúan y que tienen ciertas características que permiten explicar algunas transformaciones en el clima o en las formas del Planeta en el que vivimos. Aprender sobre las características de la Tierra nos permiten explicar antiguos hechos al igual que nos permiten realizar programas de mitigación frente a los riesgos naturales que se puedan presentar. Conocer el significado de la litósfera, atmósfera, biósfera, entre otras que se ven en esta cartilla permitirán comprender el dinamismo del Planeta, nos dará bases para entender el funcionamiento interno que se produce en la actividad volcánica, el magnetismo de la Tierra, los derrumbes, las inundaciones y todos los eventos que los seres humanos podemos percibir en nuestra cotidianidad. Entre más conozcamos el lugar donde vivimos, nos será más fácil buscar soluciones alternativas, que sean más amables con el ambiente cuando se pretenda realizar proyectos o actividades en los cuales se interviene en el entorno.

Los cambios físicos que se producen en la Tierra, generan transformaciones no solo en el ámbito natural, sino que afectan de igual manera las dinámicas sociales del ser humano, esta relación humano-entorno no es unidireccional, ya que muchas intervenciones de los hombres y las mujeres en su entorno natural alteran los procesos físicos del Planeta, muchas de las construcciones (vivienda, hidroeléctricas, carreteras) y las extracciones de materia prima y minerales que se realizan en pro de un desarrollo capitalista y consumidor, generan gran impacto ambiental en los suelos, el agua, el aire y todos los recursos naturales. Por este motivo es importante reconocer los procesos físicos de la Tierra para generar mejor manejo de materiales y nuevas formas de relacionamiento con el medio ambiente.

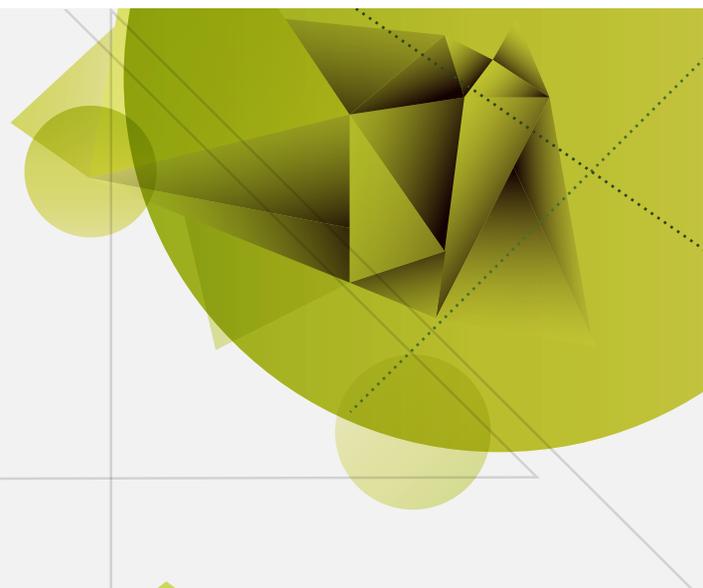
En esta cartilla hemos visto varios conceptos muy puntuales sobre muchos componentes de la Tierra. Es clave comprender que estos conceptos no son estáticos y que gran parte de la investigación actual se basa en reevaluar constantemente todos conceptos y teorías, es por esta razón que invitamos al estudiante a actualizar estas temáticas y así reforzar un hábito académico de lectura de artículos. La biblioteca de la universidad brinda varios recursos al respecto que invitamos a consultar.



1

Unidad 1

Tectónica de placas



Geofísica

Autor: Catalina Quintero

Introducción

Los temas abordados en esta cartilla darán al estudiante un panorama más claro de la aplicación de los conceptos geofísicos y geológicos en la vida cotidiana. La comprensión del ciclo sedimentario, la tectónica de placas y los estudios sismológicos y vulcanológicos incentivan al lector a profundizar sus conocimientos en alguna rama de estas ciencias. No se debe olvidar que el planeta Tierra está sometido a los mismos mecanismos físicos que otros cuerpos del sistema solar, este conocimiento permitirá comparar el comportamiento de la Tierra con otros cuerpos más grandes o pequeños o más densos, fríos o calientes, etc. Por esta razón el conocimiento interno y externo de la Tierra, aportará fuertes bases para el estudio astronómico y espacial y en general para comprender la lógica compleja en la que se ve envuelta una ciencia como la geofísica.

Es importante tener en cuenta que muchos de los elementos de este texto tienen una aplicación práctica en la vida real, si bien se debe tener presente que todos los minerales que se identifican en el suelo y las rocas son utilizados diariamente en diversos productos que consumimos, de igual forma, comprender las dinámicas de la Tierra permite al estudiante comprender, el origen y funcionamiento de los terremotos, volcanes, inundaciones, derrumbes, etc. La teoría de la tectónica de placas también permitirá comprender la distribución espacial de diversas especies y formas de vida, (tema que abordaremos con más profundidad en la unidad 4 sobre biogeografía), la relación de todos estos componentes y procesos permiten desarrollar un conocimiento holístico frente al planeta que habitamos los seres humanos y poder así generar nuevos planteamientos de investigación que aporten a la supervivencia humana y al cuidado del entorno que habitamos.

En esta cartilla el estudiante profundizará sus conocimientos sobre la litósfera y las dinámicas de las placas tectónicas, y tendrán bases sobre el estudio de la actividad volcánica, sísmica y magnética, además comprenderá el ciclo sedimentario y el reconocerá los principales minerales y rocas, estos son elementos primordiales en el estudio de la Geografía física. La comprensión de estos procesos internos y externos de la Tierra, le permitirán abordar los temas de forma simple y completa para un buen desarrollo en la carrera del aprendizaje de la Geofísica.

Es de suma importancia que el estudiante realice las lecturas complementarias para esta semana y desarrolle las actividades propuestas, además de una juiciosa revisión de la videodiapositiva que se encuentra en esta unidad con el fin de afianzar sus conocimientos y conceptos sobre los temas propuestos para esta semana.

Para realizar una adecuada continuación del tema de esta unidad se iniciará el desarrollo temático con la conceptualización de las placas tectónicas, luego se abordará el tema de las fallas geológicas, para terminar con el ciclo sedimentario sus características.

Tectónica de placas

La idea de que los continentes, sobre todo Sudamérica y África, encajan como las piezas de un rompecabezas, se originó con el desarrollo de mapas mundiales razonablemente precisos. Sin embargo, se dio poca importancia a esta noción hasta 1915, cuando Alfred Wegener, meteorólogo y geofísico alemán, publicó *El origen de los continentes y los océanos*. En este libro, que se publicó en varias ediciones, Wegener estableció el esbozo básico de su radical hipótesis de la deriva continental. Wegener sugirió que en el pasado había existido un súper continente único denominado Pangea (pan = todo, gea = Tierra) (Tarbuck, & Lutgens, 2005).¹

En 1968 se unieron los conceptos de deriva continental y expansión del fondo oceánico en una teoría mucho más completa conocida como tectónica de placas (tekton = construir) (Tarbuck, & Lutgens, 2005). La

¹ Información tomada de: http://www.rutageologica.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=386&Itemid=89&limitstart=1

teoría general de las placas litosféricas con sus movimientos, y las interacciones entre sus límites se denomina la **tectónica de placas**, la actividad tectónica se refiere a todas las formas de fractura y plegamiento que se producen en la litósfera, incluyendo la corteza. Se debe tener en cuenta que la litósfera se divide en dos, la continental y la oceánica, esta primera, tiene una corteza gruesa, que se compone principalmente por roca félsica (granítica), y es comparativamente poco densa, mientras que la litósfera oceánica está formada por rocas máficas y ultramáficas y es más densa que la continental. Debido a que la placa oceánica es comparativamente delgada y gruesa en comparación con la continental que es más gruesa pero más ligera, la placa oceánica se curva hacia abajo y se hunde en la astenósfera (concepto visto en la semana anterior). Este proceso de hundimiento de una placa bajo la otra se llama *subducción* (Strahler & Strahler, 1989).

La tectónica de placas permite la posibilidad de que una placa de la litósfera oceánica pueda crecer o disminuir en extensión. Este proceso de subducción también da origen a muchas de las montañas que vemos hoy, la cordillera de los andes es producto de una serie de procesos tectónicos que llevaron a la elevación de grandes cadenas rocosas. Este concepto es clave en la medida que nos da la primera variable de la

construcción del paisaje. Si bien todos estos procesos son físicos y se dan por diversas densidades de las cortezas de la tierra, el paisaje también es construido socialmente y es clave que en la enseñanza de estos procesos de subducción puedan relacionarse construcciones sociales del espacio: por ejemplo, la construcción de terrazas para cultivos en Perú en los andes, o bien los procesos mineros a cielo abierto en muchas partes de los Andes.



Imagen 1.

Fuente: http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Placas_tectonicas_Teoria.htm

El sistema de placas litosféricas está formado por doce grandes placas entre ellas se encuentran la del Pacífico, la Americana (Norte, Sur), la Euroasiática que se compone de la subplaca Pérsica y la subplaca China o de Asia del Sudeste, la placa Africana que tiene la subplaca de Somalia, la placa Indo-Australiana, Antártica, Nazca, Cocos, Filipina, Caribe, Árabe la Juan de Fuca. Hay que tener en cuenta que una subplaca es una placa de importancia secundaria separada de la placa principal por un límite incierto (Strahler & Strahler, 1989).

Fallas

Una falla es el plano de fractura de la roca, a lo largo del cual se produce el movimiento de la masa rocosa de un lado con respecto a la del otro. La falla de transformación pertenece al tipo de fallas que se denominan fallas de desgarre, en las cuales todos los movimientos se

producen en dirección horizontal (Strahler & Strahler, 1989). Muchos de los movimientos súbitos a lo largo de las fallas son la causa de la mayoría de los terremotos. Para muchos autores es común denominar la superficie rocosa que se encuentra encima de la falla con el nombre de **techo** y a la superficie de roca inferior se le denomina **muro**.

Invitamos al estudiante a buscar a su alrededor donde hay fallas geológicas visibles, de que tipo son y cuáles son las consecuencias directas sobre la vida de las personas y los organismos que habitan la zona.

Fallas con desplazamiento vertical

Las fallas en las que el movimiento es principalmente paralelo al buzamiento² de la superficie de la falla se denominan fallas con desplazamiento vertical, estas fallas generan escarpes³ que son producidos por movimientos que pueden generar terremotos. Entre las fallas con este tipo de desplazamiento encontramos las que son denominadas fallas normales y las fallas inversas. Del mismo modo si la falla inversa tiene un ángulo de buzamiento menor a 45° se le llama falla de cabalgamiento. Las fallas normales son cuando el bloque de techo se desplaza hacia abajo en relación con el bloque de muro, la mayoría de las fallas normales son pequeñas, con desplazamientos más o menos de un metro. Por otro lado las fallas inversas o de cabalgamiento, estas se producen cuando el bloque de techo se mueve hacia arriba con

² El buzamiento es el ángulo de inclinación de un plano geológico, como por ejemplo una falla, medido desde un plano horizontal. El buzamiento incluye tanto el valor del ángulo de inclinación como la dirección hacia la cual la roca está inclinada.

³ Escarpe, hace referencia a la pendiente.

respecto al bloque de muro. La formación de cabalgamientos es más pronunciada en las zonas de subducción y otros bordes convergentes donde las placas se están consolidando (Tarbuck, & Lutgens, 2005).

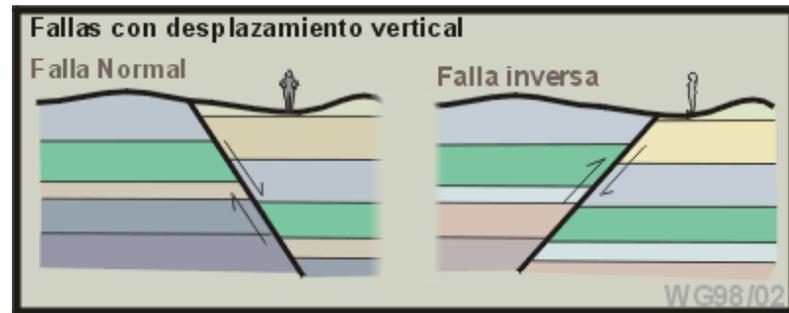


Imagen 2.

Fuente: <http://www.geovirtual.cl/Geoestructural/gestr04a.htm>

Fallas con desplazamiento horizontal

Estas fallas también son denominadas como desgarres, se caracterizan por su gran tamaño, a diferencia de las fallas de desplazamiento vertical que tienen una única fractura a lo largo de la cual realizan su movimiento, las fallas con desplazamiento horizontal tienen una zona de fracturas aproximadamente paralelas, el movimiento suele producirse a lo largo de una banda que puede cortar estructuras como los cauces de los ríos. Las rocas trituradas producidas durante la formación de la falla son erosionadas con más facilidad, produciendo valles lineales o depresiones que marcan la ubicación de estas fallas transcurrentes (Tarbuck, & Lutgens, 2005).

Ahora bien, a diferencia de las fallas, las **diaclasas** son fracturas a lo largo de las cuales no se ha producido desplazamiento apreciable.



Imagen 3.
Fuente: <http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap11.htm>

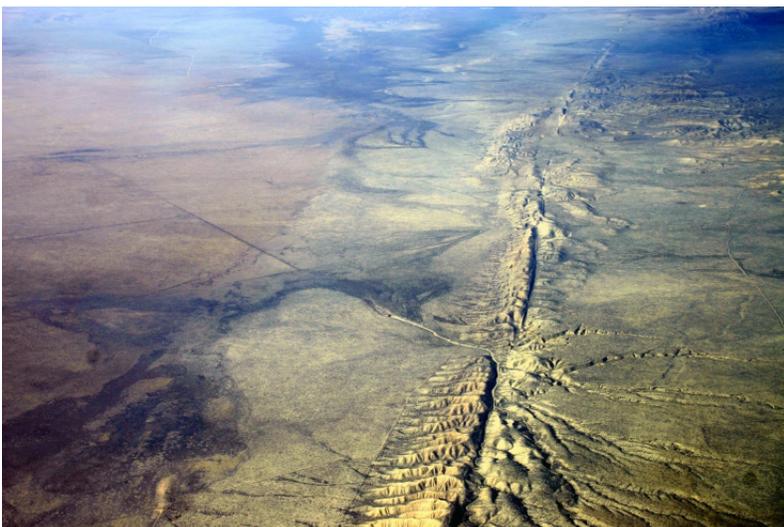


Imagen 4.
Fuente: <https://bibliotecadeinvestigaciones.files.wordpress.com/2010/07/falla-de-san-andres.jpg>

Sismología

La sismología hace referencia al estudio de los temblores del planeta Tierra, analiza las capas terrestres y sus dinámicas con el fin de predecir sismos. La actividad tectónica y volcánica de la Tierra son los principales causantes de los sismos, muchos de ellos pueden también ser producidos por la intervención humana, como las represas y otras obras civiles. Existen tres tipos de clasificación para los sismos: los superficiales, intermedios y profundos. Aunque de igual forma se pueden producir unos sismos artificiales.

Para detectar los terremotos se utilizan los sismógrafos que son instrumentos que registran las ondas sísmicas, tienen una masa suspendida libremente de un soporte que se fija al terreno, cuando la vibración de un terremoto lejano alcanza el instrumento, la inercia ¹de la masa suspendida la mantiene relativamente estacionaria, mientras que la Tierra y el soporte se mueven. El movimiento de la Tierra con respecto a la masa estacionaria se registra en un tambor giratorio o una cinta magnética. Los terremotos causan movimiento vertical y horizontal del terreno; por consiguiente, se necesita más de un tipo de sismógrafo. Los registros obtenidos con los sismógrafos se denominan sismogramas, que proporcionan mucha información relativa al comportamiento de las ondas sísmicas (Tarbuck, & Lutgens, 2005).

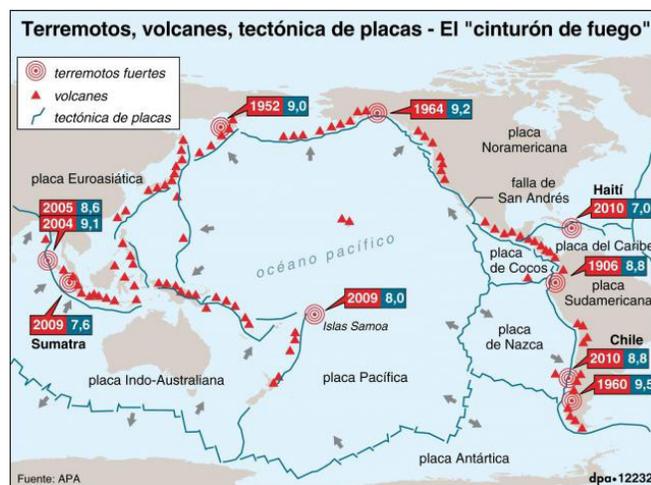


Imagen 5.
Fuente: <http://goo.gl/S3xfMK>

¹ Inercia: de una manera sencilla, los objetos en reposo tienden a permanecer en reposo y los objetos en movimiento tienden a permanecer en movimiento a menos que actúe sobre ellos una fuerza externa. Experimentamos este fenómeno cuando intentamos frenar rápidamente el coche: el cuerpo continúa moviéndose hacia delante.

Magnetismo

El magnetismo es un fenómeno físico, donde los objetos ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros materiales. Existen materiales que presentan propiedades magnéticas fáciles de detectar, como el níquel, el hierro o el cobalto y pueden llegar a convertirse en un imán. El magnetismo está relacionado con la calidad líquida del núcleo externo pues se cree que los movimientos convectivos generan un efecto dínamo.

En las rocas de la superficie terrestre se registra magnetismo remanente termorremanente o detrítico marcado por el Fe, Ni, Cu, Mn, magnetita y hematita. En rocas volcánicas recientes se observa un desplazamiento de hasta decenas de grados. Rocas del cuaternario mostraron inversión del campo magnético en todo el mundo. Se han establecido variadas inversiones del campo magnético a través de la historia de la Tierra. El registro más completo se ha obtenido de los fondos del Océano Atlántico cuyas rocas más antiguas datan del Jurásico.

Vulcanismo

El vulcanismo es una parte de la ciencia que estudia los volcanes como las principales manifestaciones de la energía terrestre. Su objetivo básico radica en la observación y el estudio de los materiales presentes en la corteza terrestre, tratando de encontrar una comunicación, una vía directa entre la superficie y la litósfera terrestre, o lo que es lo mismo, encontrar un volcán (Álvarez, 2013). Se produce cuando el material fundido del interior de la Tierra sale a la superficie a través de grietas, fisuras y orificios. A este material que sale se lo denomina lava, se caracteriza porque se enfría rápidamente

y libera sus gases disueltos. Por otra parte, algunos de los minerales de alta temperatura de consolidación se forman y se separan del magma. De acuerdo a la viscosidad del material, varían las características de la erupción volcánica.

Volcán

La actividad volcánica suele empezar cuando se desarrolla una fisura (grieta) en la corteza a medida que el magma fuerza su camino hacia la superficie. Conforme el magma rico en gas asciende hacia esta fisura lineal, su camino se halla habitualmente en un conducto circular, o tubo, que termina en una apertura en la superficie denominada chimenea. Las sucesivas erupciones de lava, material piroclástico, o, con frecuencia, una combinación de ambos, a menudo separadas por largos periodos de inactividad acaban formando la estructura que llamamos volcán (Tarbuck, & Lutgens, 2005).

El fenómeno volcán en el sistema solar es una forma de evacuar calor interno. Se ha visto evidencias en la Tierra, Luna, Marte, Venus y algunos satélites. La actividad volcánica origina relieve. La aparición de un volcán no depende ni del relieve ni de la corteza que atraviesa. La forma de los volcanes depende del comportamiento del magma que fluye a través de él. Así, los volcanes de magmas fluidos (de composición básica) forman escudos y "plateaus", mientras que los volcanes de magmas espesos (de composición ácida) suelen ser cónicos y de tipo explosivo. Los materiales rocosos que emite un volcán pueden ser fragmentados de las rocas antiguas que conforman la corteza terrestre o también rocas recientes formadas en la profundidad. El magma es la roca fundida que se encuentra en la parte

interna del volcán, que cuando alcanza la superficie, pierde parte de los gases que lleva a la solución. La lava es el magma o material rocoso reciente que es líquido o sólido y que es arrojado a la superficie por el proceso de erupción volcánica.

Los volcanes se clasifican por el tipo de estructura o edificio volcánico y por el tipo de actividad o de erupción que presentan. Ambos aspectos están relacionados al ambiente tectónico que les dio origen. Entre esta clasificación encontramos los volcanes escudo, estos se producen por la acumulación de lavas basálticas fluidas y adoptan la forma de una estructura ligeramente abovedada en forma de domo amplia que recuerda la forma del escudo de un guerrero. La mayoría de volcanes en escudo han crecido a partir del suelo oceánico profundo y forman islas o montes submarinos. Otros de los tipos de volcanes son los compuestos o estratovolcanes, estos son grandes y tienen forma cónica con un cráter central, el edificio volcánico está formado por capas sucesivas de depósitos de lava y fragmentos de roca: escoria, arena y cenizas, producto de diferentes erupciones. Por esta razón se les llama compuesto. Estos volcanes a menudo forman impresionantes picos nevados que son superiores a los 2,500 metros, los volcanes compuestos hacen erupción de forma explosiva por el magma viscoso. Cuando el magma es muy viscoso, sube a la superficie, pero obstruye el cráter y el gas queda atrapado. Por lo tanto, la presión aumentará y resulta en una erupción explosiva. Estos volcanes se localizan a lo largo de las zonas de subducción. Además de sus violentas erupciones, los grandes conos compuestos pueden producir un tipo de corriente de barro denominado por su nombre indonesio lahar (Tarbuck, &

Lutgens, 2005).

Entre las estructuras volcánicas se encuentran también los conos de cenizas (también llamados conos de escoria) están contruidos con fragmentos de lava proyectada que adoptan el aspecto de cenizas o escorias cuando empiezan a solidificarse durante su vuelo. Los conos de cenizas están formados por fragmentos redondeados a irregulares marcadamente vesiculares (contienen huecos) y de color negro a marrón rojizo. En ocasiones una erupción de magma rico en sílice generará un cono de cenizas de color claro compuesto por fragmentos de ceniza y pumita. Aunque los conos de ceniza están formados mayoritariamente por material piroclástico suelto, a veces expulsan lava. Otra de las estructuras que se encuentran en los procesos volcánicos son las calderas que son resultado de grandes erupciones, la mayoría de las calderas se forman ya sea por el hundimiento de la cima de un volcán compuesto después de una erupción explosiva de fragmentos de pumita rica en sílice y cenizas o también puede ser por el hundimiento de la parte superior de un volcán en escudo provocado por un drenaje subterráneo desde una cámara magmática central y en última opción para que se forme una caldera, es el hundimiento de una gran área, independiente de cualquier estructura volcánica preexistente, provocado por la descarga de volúmenes colosales de pumita rica en sílice y cenizas a lo largo de fracturas en anillo (Tarbuck, & Lutgens, 2005).

Clasificación de las rocas

Rocas ígneas

Las rocas ígneas se forman cuando un magma se solidifica en la superficie

terrestre, cerca de ella o en profundidad. Las rocas ígneas que han solidificado en la superficie o cerca de ella se denominan **rocas ígneas extrusivas** y generalmente, por haber sufrido un enfriamiento rápido, presentan texturas finas (afaníticas) formadas por cristales muy pequeños o vidrio. La roca ígnea que se solidifica en profundidad se denomina **rocas ígneas intrusivas** y como se enfrían lentamente se desarrolla una textura gruesa (fanerítica) formada por cristales visibles al ojo humano. Algunas rocas ígneas solidifican en varios pulsos obteniendo una textura afanítica con algunos cristales grandes (textura porfirítica) (Tarbuck, & Lutgens, 2005). Las rocas producidas en las erupciones volcánicas se denominan rocas efusivas y su textura suele ser vítrea y algunas presentan numerosos huecos producidos por el escape de los gases. De acuerdo a la composición del magma original, las rocas ígneas tendrán una composición química rica en minerales ferromagnesianos (rocas máficas), también rica en minerales silíceos (rocas félsicas) o una composición química con cantidades similares de minerales ferromagnesianos y silíceos denominadas rocas intermedias.

Rocas sedimentarias

Las rocas sedimentarias son producidas en el ciclo de las rocas, a partir de la petrografía se pueden clasificar las rocas, para las rocas sedimentarias, según este estudio existen tres fases que las constituyen, los cuales son los detritos, iones y los restos de organismos. De acuerdo a las proporciones de estas fases las rocas serán detríticas, químicas u orgánicas. Las rocas detríticas son las que están constituidas principalmente por detritos (fragmentos minerales y rocas). Las principales clases de tamaño de grano son: ruditas o gravas,

arenas, limos y arcillas, los más grandes son las ruditas y van disminuyendo su tamaño hasta ser granos muy finos como los de los limos y arcillas. Las rocas químicas y orgánicas son las rocas que se forman por precipitación química o por acumulación biológica. Las más abundantes son las rocas carbonatadas. Los precipitados químicos producen rocas como las micritas o calizas micríticas, constituidas por carbonato de calcio microcristalino. Dentro de las rocas orgánicas se encuentran las rocas originadas a partir de construcciones orgánicas (calizas fosilíferas, diatomitas), las constituidas por acumulación de secreciones de origen orgánico como los restos óseos (rocas fosfáticas) y las originadas por sedimentación de materia orgánica vegetal como el carbón. Las rocas carbonatadas se denominan de manera general como calizas (Tarbuck, & Lutgens, 2005).

Rocas metamórficas

Las rocas metamórficas son rocas ígneas o sedimentarias que han sufrido cambios de textura y/o composición por estar sometidas a altas presiones o altas temperaturas. Se clasifican en foliadas y no foliadas. En las foliadas los granos o minerales se han deformado (aplanado) o han sufrido una segregación mineral por efecto de la presión y se disponen con una orientación preferencial (foliación). En las no foliadas ocurre una recristalización asociada a calentamiento.

Ciclo sedimentario

Para iniciar el estudio del ciclo sedimentario es importante tener en cuenta que cualquier roca aflorante está en desequilibrio físico-químico. El desequilibrio es mayor si las condiciones en la superficie son más distantes de las condiciones de formación

de la roca. Las rocas que llegan a la superficie entran en el ciclo sedimentario y nunca más retornan al interior de la tierra, quedan atrapadas en el ciclo sedimentario. Solo una pequeña parte se escapa del ciclo a través de las zonas de subducción. Como uno de los elementos principales del ciclo sedimentario es la roca madre, la superficie corresponde a un medio de depósito de sedimentos y no a un medio de formación de rocas. Las rocas se forman en profundidad por mecanismos variados y una vez quedan expuestas a la superficie, comienza su transformación. La roca madre es entonces aquella a partir de la cual se generan sedimentos.

El principio del ciclo sedimentario consiste en la interacción de un tipo de roca madre con las condiciones externas específicas en un punto dado y en un momento dado de los tiempos geológicos. Luego evolucionará de acuerdo con las condiciones externas. El final de la transformación de una roca madre son partículas (minerales, fragmentos de roca, fragmentos orgánicos, etc.) e iones. Estos productos formarán a futuro sedimentos y rocas sedimentarias. Por lo tanto, las rocas sedimentarias registran la historia de las fases que ocurrieron durante el tiempo de su formación. Estas fases son: alteración, erosión, transporte, sedimentación y diagénesis.

La alteración o meteorización, es el conjunto de mecanismos físicos y químicos que transforman la roca madre en fracciones más pequeñas y liberan iones. La alteración se produce de dos formas: la mecánica que fragmenta los constituyentes de la roca madre sin modificar la composición mineralógica y química. La alteración mecánica depende de las condiciones geográficas. Donde no hay agua la

alteración mecánica es la única alteración. La otra forma de alteración es la química, que resulta de la interacción entre una solución de ataque (generalmente el agua) y las fases constituyentes de la roca madre (minerales, fases mal cristalizadas) que no están en equilibrio termodinámico en la superficie. La alteración química pone en solución o precipita iones de la roca madre. La intensidad de la alteración química depende de la temperatura.

La erosión es el proceso de arranque de materiales por los procesos geológicos. Es el mecanismo geológico de denudación de los continentes. Se ve favorecida por la meteorización, alteración y disgregación previa de las rocas. En cuanto al transporte los principales elementos son el agua y el aire, donde se debe tener en cuenta que las partículas más pequeñas irán más lejos y existirán choques entre las partículas que se están moviendo. Cuando el agente de transporte pierde capacidad de mover la partícula, ocurre la sedimentación, al menos momentáneamente, en un medio de sedimentación. De acuerdo con el medio de sedimentación y transporte, los sedimentos tendrán características particulares de tamaño, organización y disposición. La sedimentación es un fenómeno activo. El movimiento secundario de una partícula genera re-sedimentación, lo cual es importante en la generación de estructuras y cuerpos sedimentarios como son la estratificación, la estratificación cruzada, la estratificación gradada, las ondulitas o rizaduras, las grietas de desecación, etc. Los efectos de erosión en sedimentos no consolidados son frecuentes. Se debe considerar la sedimentación como la última inmovilización de una partícula.

Otro término importante en el ciclo sedimentario es la diagénesis que consiste en el conjunto de los procesos que ocurren después de que el sedimento es recubierto por sedimentos más jóvenes y queda aislado de los agentes atmosféricos y de organismos vivos. De este proceso se identifican cuatro fases, la halmirolisis, neoformaciones, cementación y compactación. En la primera el sedimento se comporta aún como roca madre y sufre transformaciones de meteorización y erosión. La compactación es poco importante en esta fase. En la neoformación ocurren precipitaciones en los espacios intergranulares y los poros. En la fase de la cementación se unen los granos por cristalización de un agente cementante (carbonatos o silicatos). Y por último la compactación es la fase en la que ocurre deshidratación de minerales hidratados, disolución y recristalización en los espacios porosos disponibles.

¿Qué es un fósil y cuál es su importancia?

Los fósiles son restos o huellas de organismos que vivieron en el pasado y fueron enterrados y conservados en sedimentos y rocas sedimentarias. Existen varios tipos de fósiles como los inalterados que se caracterizan por el congelamiento y por lo general son ámbar, brea. Los fósiles en proceso de permineralización que se encuentran en un proceso de cristalización de minerales en los poros de los restos orgánicos. La recristianización que es la formalización de cristales más grandes que los restos minerales originales, conservando la forma de los restos. El reemplazamiento que se presenta como un cambio de la composición sin alterar la estructura y la forma de los restos. Los moldes y casts que se presentan en la disolución de los restos y posterior relleno del espacio vacío. La carbonización: película de carbón que conserva la forma de hojas, frutos y tallos de plantas después de perderse los componentes volátiles. Y finalmente las huellas y rastros: pisadas, marcas y perforaciones hechas por los organismos que se rellenan antes de borrarse de la superficie.

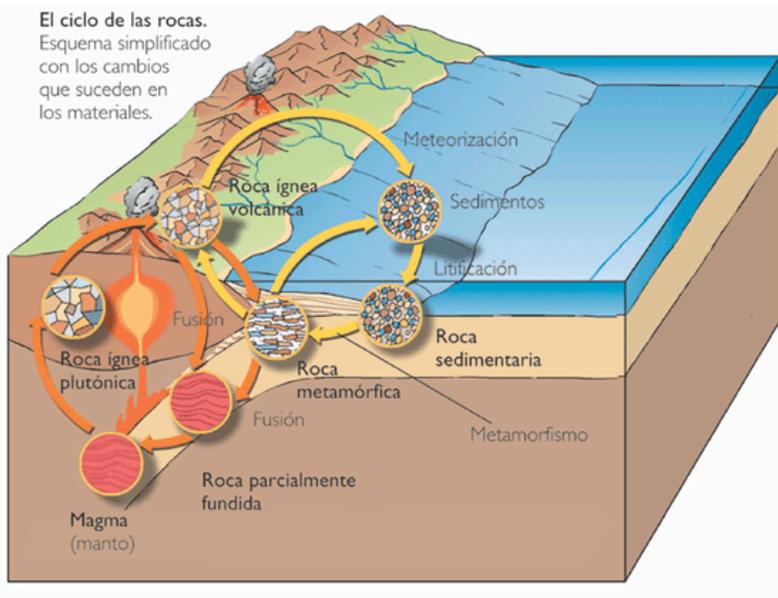


Imagen 6.

Fuente: http://www.ugr.es/~agcasco/msecgeol/secciones/petro/pet_sed.htm

Imagen 7.

Fuente: <https://oldearth.files.wordpress.com/2008/06/pez-fossil.jpg>

Los cambios físicos que se producen en la Tierra, generan transformaciones no solo en el ámbito natural, sino que afectan de igual manera las dinámicas sociales del ser humano, esta relación humano-entorno no es unidireccional, ya que muchas intervenciones de los hombres y las mujeres en su entorno natural alteran los procesos físicos del Planeta, muchas de las construcciones (vivienda, hidroeléctricas, carreteras) y las extracciones de materia prima y minerales que se realizan en pro de un desarrollo capitalista y consumidor, generan gran impacto ambiental en los suelos, el agua, el aire y todos los recursos naturales. Por este motivo es importante reconocer los procesos físicos de la Tierra para generar mejor manejo de materiales y nuevas formas de relacionamiento con el medio ambiente.

En esta cartilla hemos visto varios conceptos muy puntuales sobre muchos del componente de la tierra. Es clave comprender que estos conceptos no son estáticos y que gran parte de la investigación actual se basa en reevaluar constantemente todos conceptos y teorías, es por esta razón que invitamos al estudiante a actualizar estas temáticas y así reforzar un hábito académico de lectura de artículos. La biblioteca de la universidad brinda varios recursos al respecto que invitamos a consultar.

En términos generales es importante apuntar que el relieve y en general el paisaje como lo conocemos es formado por una cantidad importante de fuerzas que sobre él se ejercen, fuerzas creadoras como la tectónica de placas o fuerzas destructoras como procesos de erosión son el diario vivir de grandes formaciones (Geo-formas) que están sobre la faz de la tierra.

2

Unidad 2

Geomorfología



Geofísica

Autor: Catalina Quintero

Introducción

La Geomorfología es una ciencia que surge de la Geografía física y que permitirá al estudiante reconocer los procesos naturales que transforman el paisaje, los diferentes factores como el clima, la precipitación, las corrientes de los ríos y las dinámicas marinas junto con los procesos glaciales son fenómenos que transforman la Tierra, algunos de estos procesos evidencian la transformación en periodos largos de tiempo, como hay otros que generan un cambio en periodos de tiempo cortos. En esta unidad se comprenderá el significado de la geomorfología y su aplicación en el estudio de la Geofísica, los cambios físicos de la Tierra son producidos por procesos efectuados por la naturaleza aunque se tiene en cuenta el fuerte impacto de la acción humana en esta transformación del espacio.

Es de suma importancia relacionar los materiales y procesos vistos en la primera unidad, con el fin de comprender de una manera holística el planeta que habitamos, recordemos que la rotación es un proceso de influencia sobre las mareas, procesos que también generan cambios en la tierra, o que las zona de subducción generan relieve que luego es modelado por los procesos que vamos a ver durante toda la unidad; otros factores relevantes para pensar en la unidad son el clima y otras formas de ver las relaciones humanas sobre la Tierra.

El planeta Tierra se encuentra en constante cambio, este lo podemos evidenciar en la diversidad de paisajes que nos otorga a la vista, por este motivo se resalta la importancia del estudio de la Geomorfología para los futuros Geofísicos y docente de ciencias sociales. El estudio de la morfología de la Tierra permite al ser humano adaptarse y generar programas y proyectos que sean más amables con la naturaleza, además de permitir crear planes de mitigación a los riesgos naturales.

La Geomorfología tiene en cuenta los procesos internos y externos que transforman la superficie terrestre, hay que tener en cuenta que el presente sirve de evidencia para conocer el pasado, nuestra historia se puede comprender a partir del estudio de la Geomorfología, se podrá comprender porqué la población humana se asienta en cierto lugar o porque se realiza explotación minera en cierto lugar. Frente a este tema es clave pensar en fenómenos actuales como monocultivos, excavaciones mineras y pozos petroleros que también están modelando el paisaje constantemente.

El estudiante debe realizar las lecturas complementarias de la unidad para la mejor comprensión de las temáticas vistas, adicionalmente es importante que realice las actividades de repaso y debe tener presente las imágenes propuestas en las diapositivas ya que le servirán de ayuda para identificar las geo-formas que son producidas por la morfología eólica.

Para esta unidad se tomará como texto de apoyo los escritos de Arthur y Alan Strahler, titulado Geografía Física, que tiene en cuenta el estudio de las morfologías y los procesos de la tierra que transforman el paisaje. Este texto tiene un contenido completo sobre los temas de la unidad 2, donde se define qué es la Geomorfología y cuáles son sus elementos principales clasificados según el índice de esta cartilla, se sugiere hacer una consulta de dicho texto con el fin de profundizar en temáticas que sean de interés particular.

El estudio de la Geomorfología le permitirá al estudiante reconocer los procesos transformadores de los paisajes que visualizamos diariamente, estos fenómenos y factores servirán para desarrollar técnicas de prevención a desastres naturales.

Geomorfología

En esta unidad se desarrollará el concepto de Geomorfología y luego se generará una base conceptual de la morfología eólica y sus dinámicas y procesos que generan la transformación del paisaje, para en la semana siguiente profundizar en otras formas de morfologías.

¿Qué es la Geomorfología?

La Geomorfología es una rama de la Geografía que estudia las formas de la superficie terrestre y los procesos que allí se generan. Este término proviene del griego *geos* (Tierra), *morphe* (forma) y *logos* (estudio, conocimiento). La Geomorfología surge a partir de los estudios del geógrafo estadounidense William Morris Davis quién planteaba que la creación del relieve se explicaba a través de los procesos catastróficos. Según la teoría desarrollada por este geógrafo las formas de la superficie terrestre son el resultado de un balance dinámico, que evoluciona con el tiempo y donde se evidencian procesos constructivos y destructivos.

Existe de igual manera una Geomorfología climática, originaria de la escuela europea, que estudia la influencia del clima en el desarrollo del relieve. La diversidad de climas representa varias velocidades en la

evolución de los paisajes, como es el caso de los climas áridos con ritmo evolutivo más lentos y de los climas muy húmedos con ritmos evolutivos más altos, como también el clima representa el tipo de modelado predominante; glacial, eólico, fluvial, etc.

El relieve geográfico va evolucionando en las dinámicas diarias, existen unos factores que desencadenan los procesos geomorfológicos de la Tierra, éstos pueden clasificarse en cuatro grandes grupos: los factores geográficos, bióticos, geológicos y antrópicos. Estos primeros son los relacionados con el clima, el suelo y los cuerpos de agua, en los factores bióticos se encuentran la vegetación y algunos animales que colaboran con la erosión del suelo, y los geológicos que tienen que ver con la tectónica y vulcanismo. Por último está la acción del ser humano, que resulta variable dependiendo de la actividad que se realice, donde las mujeres y hombres que habitan la Tierra pueden incidir a favor o en contra de los procesos internos y externos del planeta.¹

¹ Figura 1.

Fuente: <http://www.scielo.org.co/img/revistas/dyna/v73n149/a01fig02.gif>

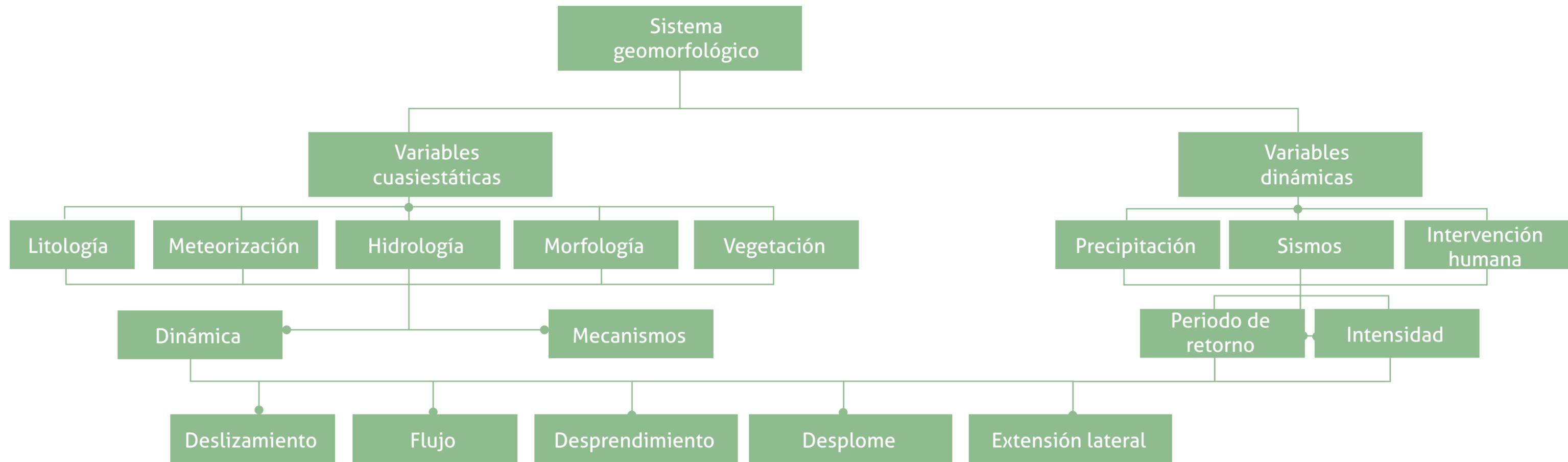


Figura 1.

Fuente: <http://www.scielo.org.co/img/revistas/dyna/v73n149/a01fig02.gif>

Procesos endógenos y exógenos

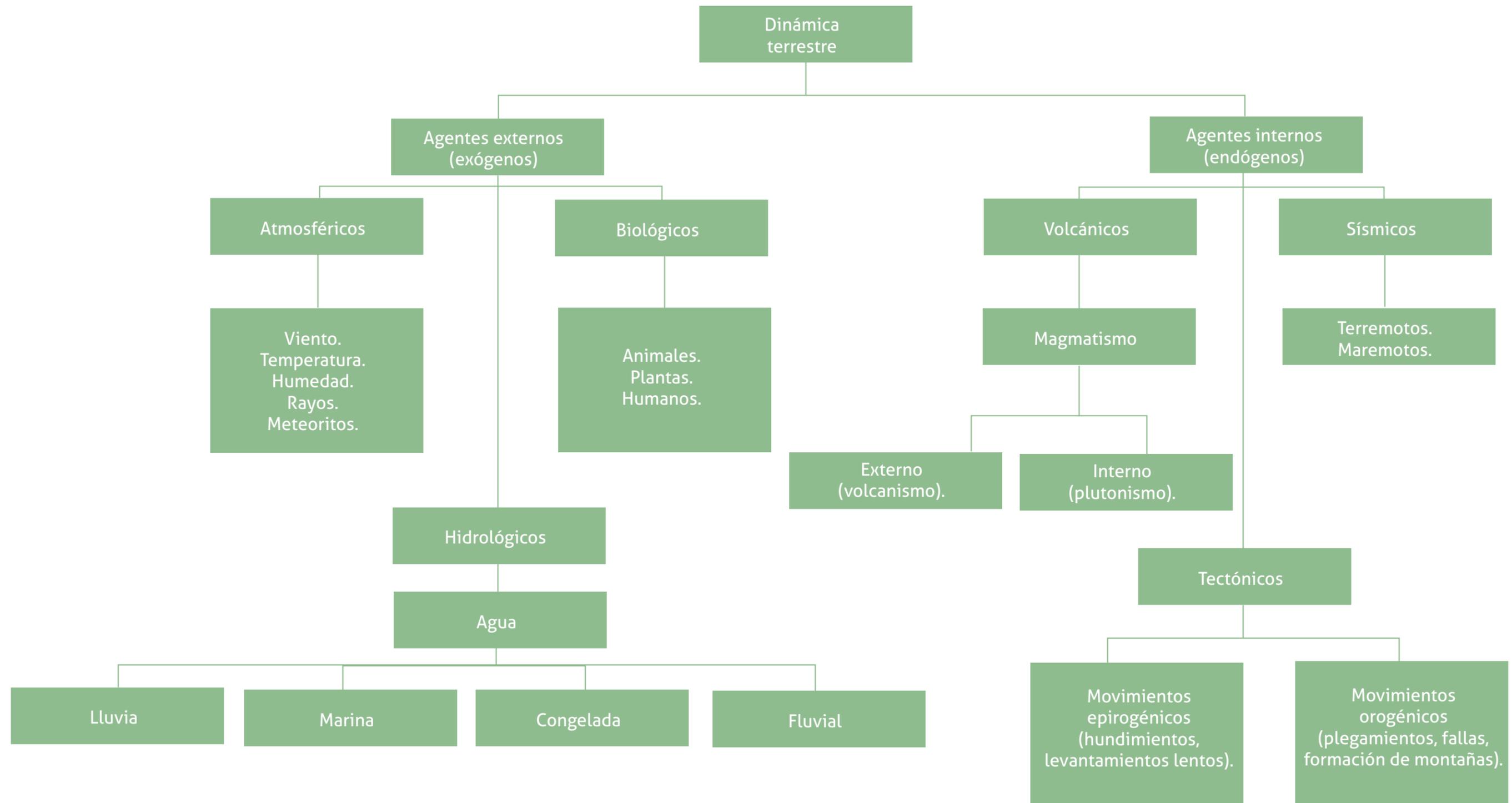


Figura 2.

Fuente: <http://danielrexogeno.galeon.com/exogeno3.htm>

La Geomorfología tiene como base dos procesos básicos que transforman la superficie de la Tierra, estos son los procesos endógenos y exógenos. Los procesos endógenos son los que se producen en el interior del planeta Tierra, estos deforman la corteza y tienen una influencia importante sobre la forma del modelado de la superficie terrestre. Este proceso tiene que ver con las geo-formas morfoestructurales, entre ellos encontramos el plegamiento y la compresión de la Tierra, a estos pertenece la formación de montañas, las fallas, las cuestas, las cuchillas, los terremotos y el volcanismo, todos estos procesos cambian en términos de duración, pueden existir fenómenos de cambios cortos, y también de cambios en términos muy largos de tiempo.

Por otro lado se encuentran los procesos exógenos, son los más dinámicos, actúan directamente en la superficie terrestre o desde el exterior de la Tierra. A ellos pertenecen las fuerzas del agua, hielo, viento, gravedad y acción del ser humano quién interviene y transforma las geoformas terrestres. Los procesos exógenos se relacionan con la Geografía física, pero sobre todo con las geoformas morfodinámicas que tienen que ver con la erosión, el clima, la precipitación y que forma entre otras, llanuras aluviales.

Morfología eólica

En la formación del relieve, el viento es un agente importante, aunque no es lo suficientemente fuerte para arrancar materiales de gran tamaño como las grandes rocas duras o la superficie de los suelos protegidos por densa vegetación, si puede erosionar y transportar sedimentos pequeños o partículas orgánicas que se encuentren sueltas sobre la Tierra. Las áreas donde principalmente se encuentran partículas con estas características son en los desiertos y en las tierras semiáridas. Los relieves modelados por la erosión y deposición producidas por el viento representan medios de vida característicos, en muchos casos con alta especialización frente a las comunidades de animales y plantas que la habitan (Strahler & Strahler, 1989).

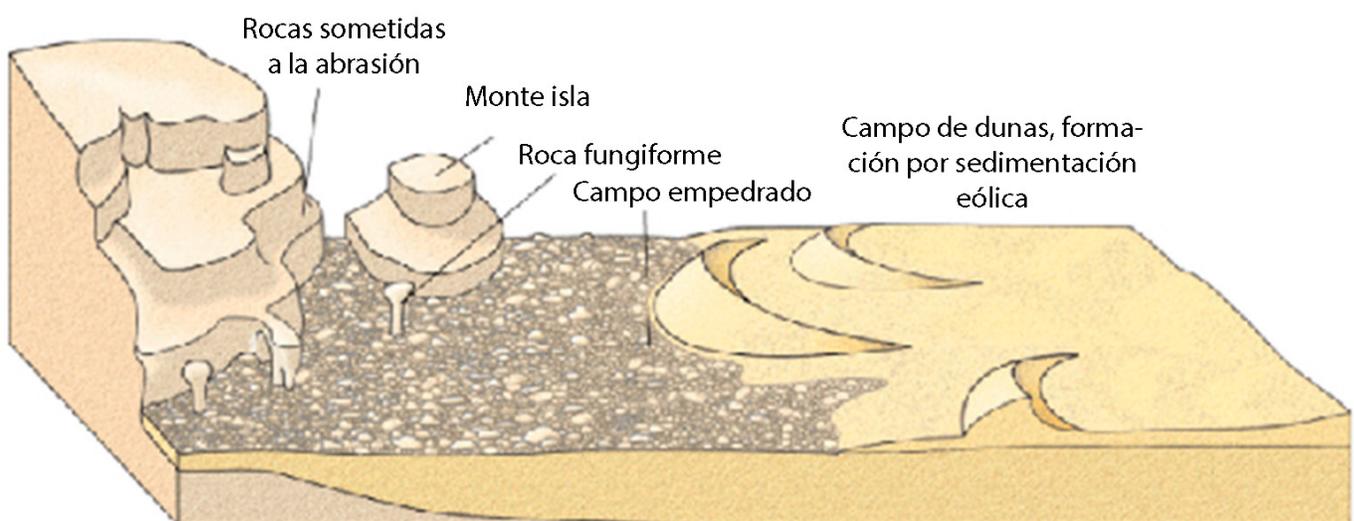


Imagen 3.
Fuente: <http://goo.gl/A5RMLx>

Erosión eólica

El viento lleva a cabo dos tipos de actividad erosiva, por un lado, mueve las partículas sueltas que se hallan sobre la superficie del suelo y las levanta por el aire, a este proceso se le denomina **deflación**. Por otra parte cuando el viento arrastra arena y polvo contra las rocas y el suelo, origina su desgaste por el impacto de las partículas, a este proceso se le denomina **abrasión eólica**. La deflación requiere que la superficie del terreno esté completamente seca y recubierta de pequeñas partículas sueltas del suelo. El proceso eólico de deflación es selectivo, las partículas más finas del tamaño de la arcilla, son elevadas muy fácilmente y transportadas en suspensión. Los granos de arena se mueven únicamente si el viento es moderadamente fuerte aunque tiende a desplazarse cerca del suelo. Los fragmentos más grandes como la grava y los cantos suelen rodar por el suelo cuando el viento es muy fuerte, pero no recorren grandes distancias. Una de las geoformas producidas por la deflación son las cuencas de poca profundidad denominadas **depresiones de deflación**. Ahora bien, la abrasión eólica produce una formación rocosa modelada denominada *yardang*, en muchas zonas desérticas la abrasión del viento ha transformado la ramblas excavadas por el agua en valles de forma de U, que se separan por elevadas paredes de sedimentos que se conocen con el nombre de *yardang* (Strahler & Strahler, 1989). El cultivo de grandes áreas de praderas bajo un clima de escasez estacional de agua es una práctica que provoca la deflación de los suelos.

Transporte eólico

El transporte eólico se encuentra determinado por el tamaño de las partículas

que pueden ser movidas por la acción y velocidad del viento. Este tipo de transporte se presenta cuando el viento desplaza las partículas sueltas, donde las partículas más gruesas son transportadas por rodadura, reptación y deslizamiento sobre la superficie. Los granos de arena viajan por saltación, elevándose sobre el suelo, las partículas más finas como los limos y las arcillas tienen mayor elevación sobre el suelo y pueden desplazarse en suspensión así existan vientos turbulentos.

Los granos que son transportados van en la dirección del viento y cerca de la superficie donde se genera una selección de las partículas teniendo en cuenta que las partículas más gruesas y que tienen mayor peso tenderán a desplazamientos espaciales más cortos, estos desplazamientos originan una masa de sedimentos conocidos como arena eólica; en los sedimentos transportados se encuentra el cuarzo, los granos que contienen este mineral y que son transportados por el viento toman formas redondeadas y suelen tener fracturas por el impacto de unos granos contra otros.

Tempestades de polvo y arena

En zonas desérticas con poca vegetación o desposeída de ella, los fuertes vientos soplan sobre la superficie llevando grandes cantidades de fino grano en suspensión, esta forma una enorme y densa nube que recibe el nombre de tempestad de polvo. Una tempestad de polvo toma la forma de una gran nube oscura que se extiende a varios cientos de metros de altura, los lugares que quedan envueltos en ella, quedan sumidos en una profunda oscuridad que a veces es total (Strahler & Strahler, 1989). Los granos al trasladarse, realizan una trayectoria curva pero con un ángulo bajo, se transportan

muy cerca del suelo y van en la dirección del viento. En estas tempestades se genera un proceso de saltación, que consiste en pequeños o grandes saltos (dependiendo del tamaño del sedimento) que generan los granos durante el transporte, formando así la tempestad de polvo.

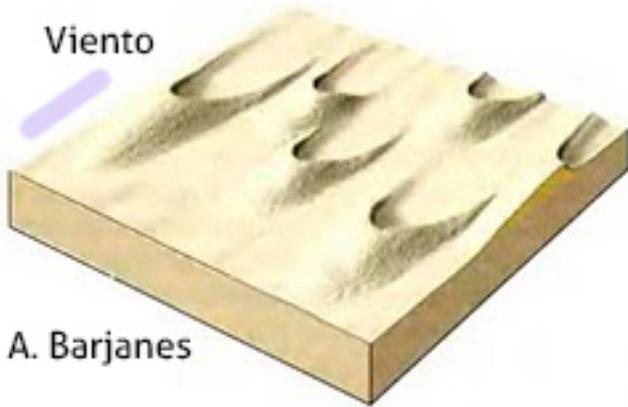
Sedimentación eólica

La sedimentación eólica hace referencia a las acumulaciones de sedimentos que generan grandes construcciones de arena como las dunas, loess y ripples. Estas son las geoformas que se crean en el proceso de sedimentación.

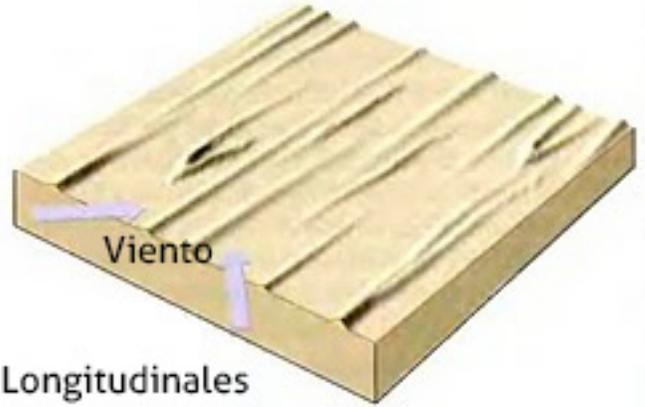
Dunas de arena

Una duna es la geoforma creada a partir de la acumulación de arena debido a la acción del viento. Las dunas sin vegetación y que tienen la capacidad de desplazarse sobre el suelo, se denominan dunas vivas o activas. Las que están cubiertas por vegetación que impide su movimiento se denominan dunas fijas o inactivas. La mayoría de las dunas están compuestas por cuarzo. Los granos de este mineral tienen formas redondeadas debido a la acción de la abrasión. Un tipo de duna viva es la denominada duna en media luna o barján (Strahler & Strahler, 1989). Este tipo de duna tiene forma de media luna con los cuernos apuntando en la dirección del viento e indicando el sentido de su movimiento. Por la parte del barlovento (cuando viene el viento ascendiendo en una cima de una geoforma de colina o montaña) la pendiente de la luna es suave y por allí ascienden los granos de arena. La vertiente opuesta denominada cara de deslizamiento, presenta una pendiente mucho más marcada.

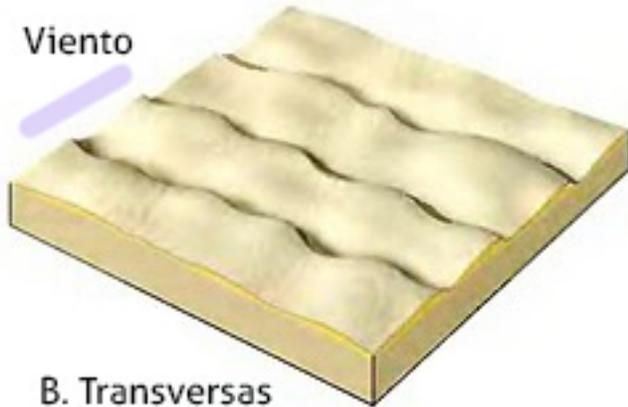
En los lugares donde la arena es tan abundante que cubre por completo el suelo, las dunas que se forman allí adoptan una forma de alineaciones a modo de olas separadas entre sí por pasillos en forma de canales, estas dunas son denominadas **dunas transversales**, ya que sus crestas tienden a formar un ángulo recto con la dirección del viento, esta geoforma se denomina en muchos casos **mar de arena** debido a que parece un océano, las crestas son asimétricas y tienen una pendiente suave en el barlovento y abrupta en el sotavento. Otro tipo de dunas son las que tienen la cresta curvada en forma cóncava en barlovento, es decir en sentido contrario a los barjanes y dunas transversales, a estas dunas se les denomina **dunas parabólicas**. La deflación origina una depresión y la arena se acumula en una gran alineación curva que se asemeja a una herradura (Strahler & Strahler, 1989). Existen otro tipo de dunas denominadas **dunas longitudinales** ya que se hallan alineadas paralelamente a la dirección del viento. En las mesetas y llanuras desérticas se forman este tipo de dunas. En el desierto del Sahara existen las dunas estrellas que se forman por la llegada de vientos en varias direcciones.



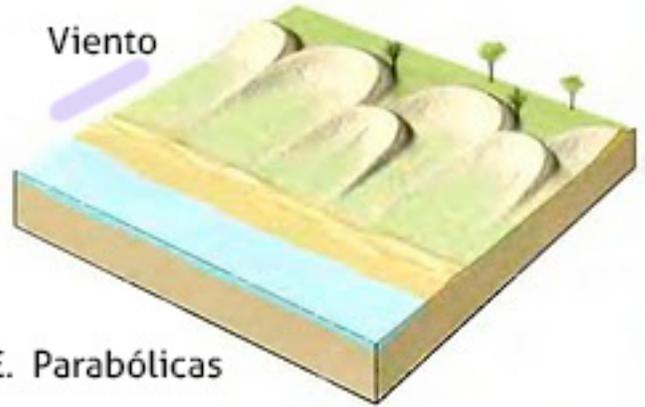
A. Barjanes



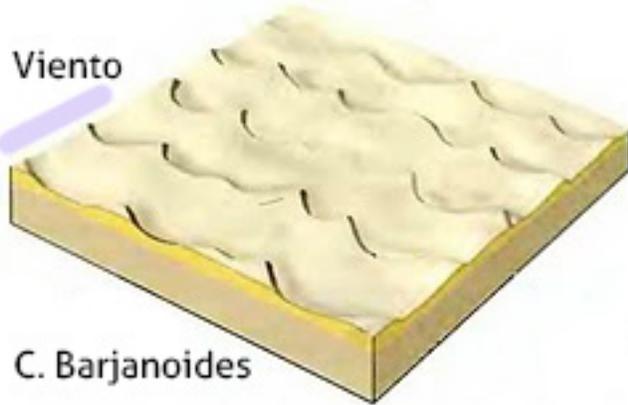
D. Longitudinales



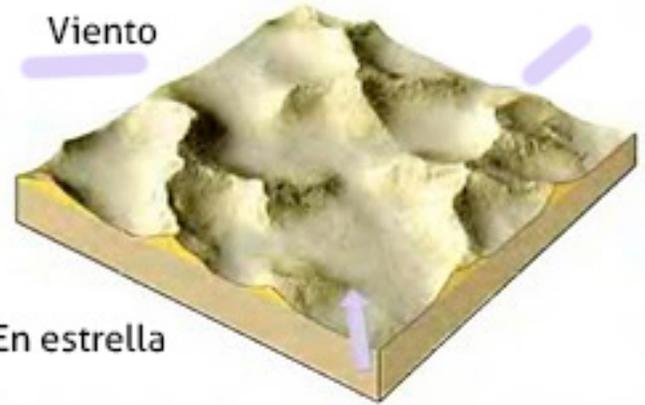
B. Transversas



E. Parabólicas



C. Barjanoides



F. En estrella

Imagen 4.

Fuente: <http://goo.gl/mM93ty>

Loess

El limo depositado por el viento es llamado loess, este término geológico hace referencia a una variedad de sedimento que carece de estratificación horizontal. El loess tiene tendencia a desprenderse a lo largo de planos verticales. Esta estructura, denominada exfoliación, es similar a las diaclasas verticales de las rocas sedimentarias. Debido a la exfoliación, el loess de las paredes superiores de los valles tiende a formar acantilados verticales. El retroceso de los acantilados se produce por la caída de las columnas de loess. El loess tiene una gran importancia para la agricultura, ya que forma la materia básica de los suelos negros y marrones, destinados al cultivo de cereales (Strahler & Strahler, 1989).

Ripples

Los ripples son rizaduras u ondulaciones que son producidas en sedimentos sin consolidar que se forman por saltación de las partículas y están presentes en todas las geoformas de las superficies de arena. Los procesos para la formación de ripples están relacionados con la interacción dinámica entre el flujo del viento y el movimiento de sedimentación. El inicio suele producirse al azar, con la presencia de un pequeño obstáculo en la superficie, un segmento de arena mojada o una variación local del tamaño del sedimento o de la velocidad del viento; el resultado es la aparición de pequeños montículos de arena. El inicio suele producirse al azar, con la presencia de un pequeño obstáculo en la superficie, un segmento de arena mojada o una variación local del tamaño del sedimento o de la velocidad del viento; el resultado es la aparición de pequeños montículos de arena.²

² Más información en: http://caminos.udc.es/info/ asignaturas/grado_itop/113/pdfs/TEMA%209-3%20 geomorfologia.pdf

La Geomorfología permite al estudiante de Geografía física evidenciar las transformaciones del paisaje que se genera a través de los procesos de la tierra, y uno de estos procesos de transformación se presentan con la morfología eólica, la cual a partir de la erosión, el transporte y la sedimentación produce estructuras y cambios en el paisaje debido a la dinámica del viento. Aunque en esta unidad se desarrolló el estudio de las geoformas producidas por los movimientos de los vientos, en la Geomorfología se estudian todas las formas externas de la Tierra que son producidas por todos los componentes físicos y químicos presentes en ella, entre ellos el agua, el clima, los plegamientos del planeta, entre otras. A partir de los procesos endógenos y exógenos se crean con el tiempo geoformas que pueden ser morfodinámicas que tienen que ver con los procesos exógenos y las geoformas morfoestructurales que tienen relación con los procesos endógenos, toda esta dinámica generada por el planeta hace que nuestro entorno tenga un cambio constante y por lo tanto se deba conocer esta parte de la Geomorfología para que de esta manera se puedan prevenir futuros riesgos naturales y se generen mejores propuestas para los asentamientos humanos y las dinámicas sociales que intervienen directamente con el territorio.

2

Unidad 2

Morfología debida
a las aguas
corrientes



Geofísica

Autor: Catalina Quintero

Introducción

La Geomorfología tal como vimos la semana pasada estudia los agentes modeladores que erosionan, transportan y depositan materias minerales y orgánicas. Uno de los principales agentes que realizan estas transformaciones es el agua, en esta cartilla se hará un enfoque sobre las geoformas que son generadas por este recurso natural. Es importante tener en cuenta que la Hidrología es inseparable de la Geomorfología, ya que esta trata del ciclo hidrológico con el que se calcula el balance del agua y mide su flujo. Mientras la Geomorfología se encarga del proceso geológico realizado por las aguas en movimiento sobre la superficie de la Tierra.

El agua es un recurso vital para todos los seres vivos, es de gran importancia comprender sus dinámicas para no afectar el agente natural mediante los proyectos y actividades humanas, en los procesos geomorfológicos este elemento es dinámico en su trayectoria y es el factor principal en la transformación de la superficie de la Tierra. En el planeta existen varios tipos de ríos que generan geoformas variadas que hacen parte de un proceso ya sea de profundización, transporte, erosión o sedimentación.

Por otro lado también se abordarán los procesos y geoformas que son generados a partir de la acción de las corrientes marinas, las mareas y las dinámicas del litoral. Se identificarán de igual manera los ecosistemas y paisajes que se forman en estos espacios y por estos procesos. El agua y su accionar será el principal elemento que se estudiará en esta cartilla.

El estudiante debe realizar las lecturas complementarias para tener una mayor comprensión de las temáticas propuestas en esta unidad y prestar gran atención a las imágenes plasmadas tanto en esta cartilla como en las videodiapositivas con el fin de identificar las geformas y los paisajes que son formados por la acción del agua, ya sea fluvial o marítimo.

La comprensión de los procesos geomorfológicos dan fuertes herramientas al lector para analizar la relación entre los procesos morfológicos y su incidencia en las obras antrópicas, como puede ser el caso de la obras viales, de infraestructura o de proyectos de represas, entre otras.

El agua es un factor importante en la transformación del paisaje y de los procesos físicos que transforman la superficie de la Tierra, en esta cartilla se reconocerán todos los procesos que pueden suceder por aguas de escorrentía, por la acción de los ríos o por la aguas marinas.

Morfología debida a las aguas corrientes

Los procesos fluviales pueden darse ya sea por aguas superficiales de escorrentía o por la acción de los ríos. Para comprender los cambios geomorfológicos se debe comprender el significado de la denudación (visto en cartillas anteriores), el cual indica la acción de todos los procesos donde las rocas de los continentes son desgastadas y los sedimentos resultantes son transportados hasta el mar. En la formación de geoformas por morfología fluvial se presentan los procesos de erosión, transporte y deposición o sedimentación. Existen en este grupo dos grandes formas en el relieve fluvial: los **relieves erosionales** y **relieves deposicionales**, las primeras formaciones (relieves erosionales) se dan cuando una roca es erosionada por el agua de río se forma un valle, entre los valles hay crestas, colinas o montañas, que representan partes no desgastadas del macizo original. Mientras que los relieves

deposicionales se forman cuando los fragmentos del suelo, regolita y roca madre que son arrancados en el proceso de erosión luego son transportados por los diferentes agentes modeladores en este caso el agua y por último son depositados en otro lugar para construir formas topográficas completamente diferentes, los tipos de relieves que se forman en este proceso deposicional son cañones, barrancos, picos y crestas. Los conos de deyección y la llanura de inundación son también relieves deposicionales.

La acción fluvial empieza en las tierras de las cuencas hidrográficas, el agua de escorrentía genera una erosión lenta en un modelo geológico, aunque la acción de erosión puede ser acelerada por la actividad del ser humano. La fuerza de una gota de lluvia origina una salpicadura que levanta las partículas del suelo y las deja caer en nuevas posiciones dando lugar al proceso denominado **erosión por salpicadura** (Strahler & Strahler, 1989). El aumento del agua de escorrentía origina la intensificación de la remoción del suelo.

Erosión fluvial

La erosión originada por el agua genera remoción de material mineral del fondo y de las orillas del cauce, la acción hidráulica, es capaz de excavar enormes cantidades

de materiales no consolidados en un corto periodo de tiempo. La excavación de las orillas se da cuando grandes cantidades de aluviones (material detrítico transportado por un río) que caen al río, donde las partículas son rápidamente separadas y pasan a formar parte de la carga de la corriente, esto genera la crecida del río. La excavación de las orillas origina grandes cantidades de aluviones que caen al río, donde las partículas se separan y pasan a formar parte de la carga de la corriente, constituyendo así una importante fuente de sedimentos en los periodos de crecida. El proceso de **abrasión**, es el principal medio de erosión en un lecho rocoso demasiado resistente a la simple acción hidráulica, en este proceso se forman cascadas, cavidades en la base de esta, que dan variedad al cauce rocoso de los rápidos ríos de montaña.

Transporte fluvial

La materia sólida transportada por la corriente del río se denomina **carga del río**. Existen tres formas de transporte, ya sea disuelta en forma de iones químicos, o por suspensión para el caso de la arcilla y la arena, esa carga se denomina **carga de suspensión**, y por último existe la **carga de fondo**, donde se desplazan las partículas por rodadura, desplazamientos o saltos bajos ocasionales. Los cambios en el momento de crecida son menos importantes en el caso de lechos excavados en roca. Cuando el río discurre sobre un lecho de material suelto, la creciente capacidad de carga del río se ve satisfecha por una rápida remoción de los materiales del fondo, que cambia así sustancialmente su morfología durante los periodos de avenida. La carga varía dependiendo la cantidad y el tamaño de los fragmentos. Cuando se evidencian corrientes turbias es porque la carga del río

está en suspensión.

Sedimentación fluvial

El sedimento depositado por un río se denomina en general aluvión. Cuando el sedimento que carga el río es superior a la fuerza de la corriente o descienda la velocidad del río y se produzca exceso de material, producirán elevación en el lecho del río. Este proceso se denomina **agradación**. Esto incrementará la pendiente en esta zona, conduciendo los materiales corrientes abajo, alcanzando una distancia cada vez mayor. Se producen depósitos dentro del propio canal, en general más bastos, en forma de barras, y depósitos de la llanura de inundación, correspondientes a los que se producen en esta zona más extensa ocupada solo en momentos de avenida. Los materiales depositados en barras y llanura de inundación pueden moverse esporádicamente en repetidos ciclos de erosión y deposición. En la zona de desembocadura pueden formarse depósitos más permanentes, en forma de delta o abanico aluvial.

Red de drenaje

La red de drenaje depende de distintos factores como la litología, la pendiente, el tipo de suelo o el clima, entre las geoformas que se pueden crear son los detríticos con arroyos, tiene ramas como las de un árbol, y se generan zonas con estratos horizontales. Otra morfología que se genera por en las cuencas hidrográficas son las de tipo paralela, donde los arroyos y la corriente principal circulan de forma paralela. El detrítico-rectangular, que tiene una dirección de flujo predominante, correspondiente a las corrientes principales, se da en zonas de esquistos

plegados. Cuando los arroyos confluyen a la corriente principal perpendicularmente se denominan rectangulares. El anular es la típica forma de los domos y diapiros fuertemente erosionados. En la morfología radial, los ríos circulan en varias direcciones desde un punto elevado. También pueden ser irregulares y sin forma definida.



Imagen 1.
Fuente: <http://goo.gl/mM93ty>

Perfil longitudinal de un río

El perfil longitudinal se empieza a graficar desde la parte más alta hasta donde desemboca (el mar, lago u otro río) o las zonas más bajas, empieza en la zona montañosa de fuerte pendiente, que fluye a través de una llanura hasta el mar. El transporte de sedimentos del lecho de un río requiere la

existencia de una pendiente y es allí donde el cauce de la formación hídrica se ajusta a su pendiente y alcanza un estado de constante operación, en este caso se habla de un río en estado de equilibrio. Los ríos excavan sus cauces en los periodos de crecida y depositan su carga cuando el caudal es bajo (Strahler & Strahler, 1989).

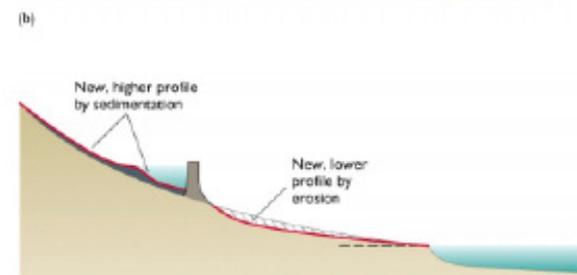
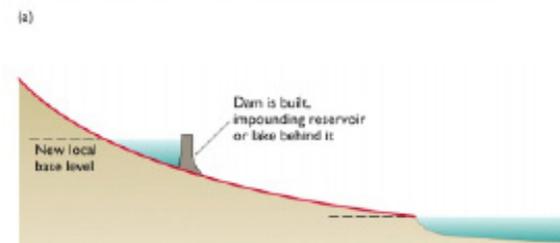
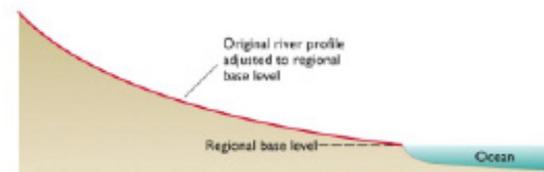
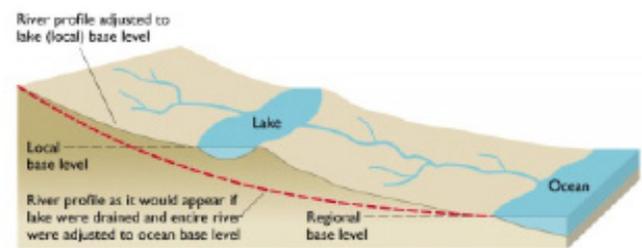


Imagen 1.
Fuente: Geomorfología Aplicada. Geodinámica
URL: http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/113/pdfs/TEMA%209-1%20geomorfologia.pdf

Geoformas del relieve fluvial

Se puede clasificar la superficie en tres zonas para identificar las geoformas, los tipos de ríos y los procesos dominantes que existen en la Tierra. La primera zona es la zona montañosa: Curso alto, se generan valles en V, donde hay ríos encañonados que erosionan verticalmente, también existen cascadas, donde las caídas del agua dependen de las estaciones climáticas y pueden tener diversos orígenes. Otra geoforma que se crea son los cañones, barrancos, desfiladeros y cuchillas. En esta fase predominan los procesos de erosión, transporte, profundización y levantamiento tectónico.

Zonas de un río y procesos dominantes

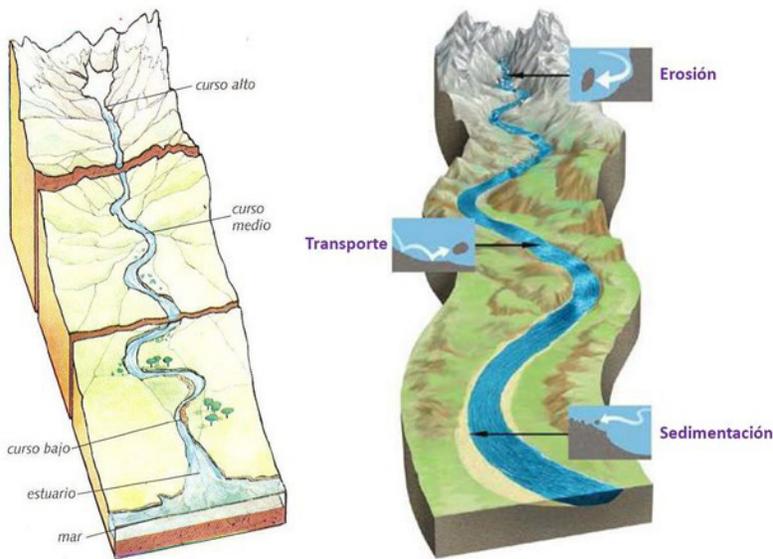


Imagen 3.

Fuente: https://d1u1p2xjjahg3.cloudfront.net/1911f95d-70fa-405e-b345-def8e553f562_l.jpg

En la zona del piedemonte: curso medio, se caracteriza por los ríos trenzados, terrazas rocosas, valles y abanicos fluviales, los cuales tienen flujos de corriente, de detritos, de lodo y grandes desplazamientos, se caracteriza por procesos de sedimentación, transporte, colmatación, migración lateral y aportes torrenciales. Las terrazas fluviales generalmente se localizan a ambos lados del río y a la misma altura. Si existen varios niveles de terrazas se supone que el valle ha tenido más de un episodio de encajamiento, siendo las terrazas más antiguas las más altas topográficamente.

Estructura de un río en el curso medio

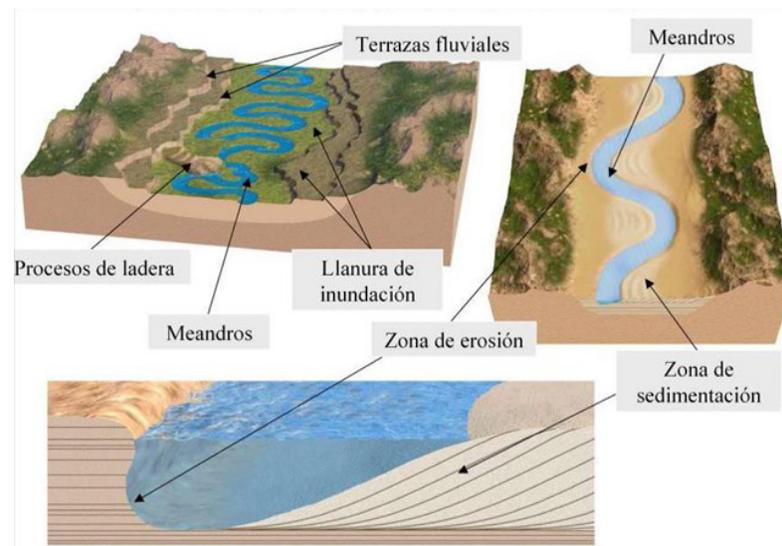


Imagen 4.

Fuente: http://www.geocaching.com/geocache/GC4H2AW_el-meandro-abandonado-del-rio-lozoya

La tercera zona, curso bajo, que se puede clasificar es la zona de la llanura de inundación que tienen desborde e inundación, ríos meándricos y terrazas aluviales, muros de contención artificial, meandros abandonados y se generan procesos de erosión sedimentación y transporte.

Evolución de los meandros

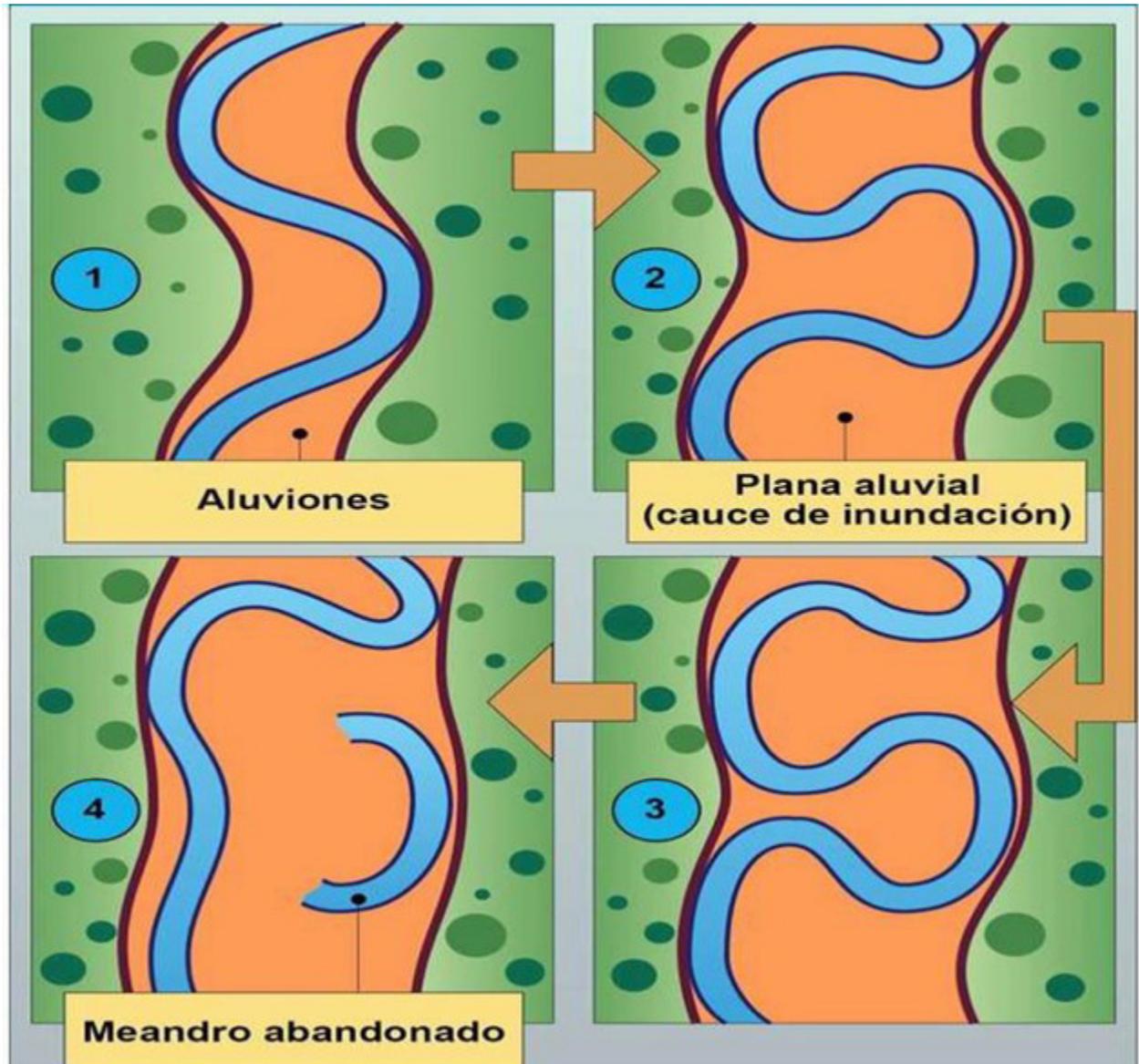


Imagen 5.

Fuente: http://www.geocaching.com/geocache/GC4H2AW_el-meandro-abandonado-del-rio-lozoya

Morfología debido a olas y a corrientes marinas

Una zona ambiental importante para el desarrollo de los ecosistemas y de las actividades de las mujeres y los hombres que habitan el Planeta son las líneas de costa, en este lugar se ponen en contacto el agua salada del océano con el agua dulce. Estas zonas son geoestratégicas, ya sea porque constituye una fuente de recursos como el pescado y los mariscos o porque la línea de costa es una base para los barcos tanto pesqueros como mercantiles, es importante

cuidar estos límites acuáticos ya que históricamente han sido puntos estratégicos para las invasiones coloniales. Las costas se caracterizan por sus riesgos para las poblaciones cuando se realizan construcciones en las que no se tienen en cuenta los procesos y características de sus factores físicos. Es de gran relevancia comprender que la línea de costa hace referencia a la línea de contacto entre el agua y la tierra.

Las olas

Las olas de los océanos y de los lagos están producidas por los vientos. Las olas marinas en aguas profundas pertenecen a un tipo conocido como **ondas oscilatorias**, porque la ola se propaga a través del agua originando en esta un movimiento oscilatorio. La altura de la ola es la distancia vertical entre el seno y la cresta, la longitud de onda es la distancia horizontal entre dos senos o dos crestas consecutivas. Muchas zonas costeras tienen una suave pendiente que se extiende mar adentro, las olas en aguas poco profundas se aproximan en un movimiento orbital, donde al ir acercándose a la orilla disminuye su longitud de onda, mientras la altura de la ola aumenta, por lo tanto la ola se hace inestable, originando una rompiente.

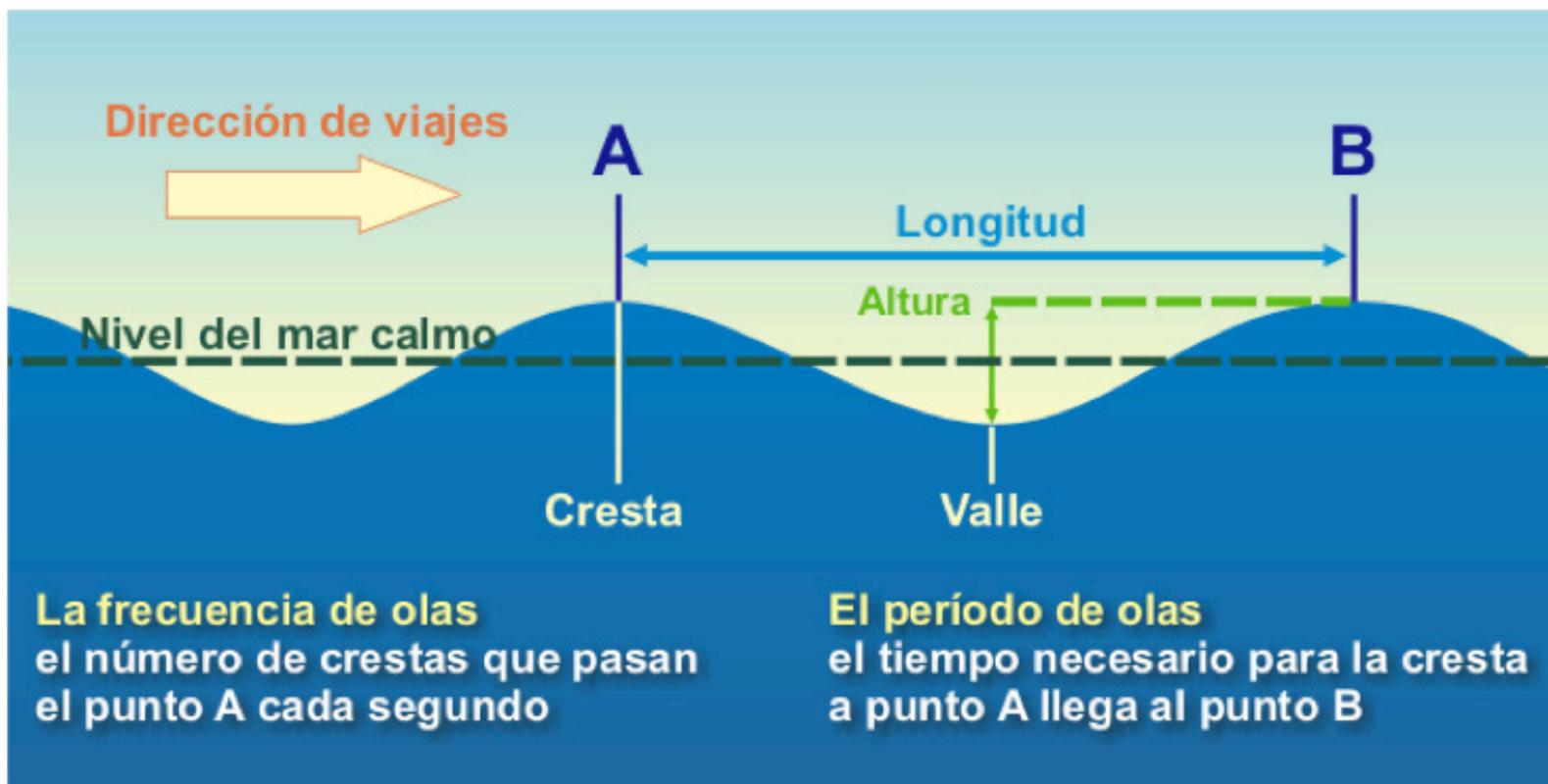


Imagen 6.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología. Recuperado de http://www.srh.noaa.gov/srh/jetstream_sp/oceano/olas_max.htm

Erosión marina

El empuje del agua hacia la costa producida por las rompientes en épocas de tormenta, generan erosión marina. Las olas de tormenta excavan una abrupta pared, o **acantilado marino**, en la masa rocosa donde la erosión es extremadamente lenta si la roca es dura o rápidamente si sus sedimentos son arenas, regolitas o depósitos glaciares. Cuando se genera erosión en la línea de la costa se denomina retrogradación. Los procesos de erosión generan como geoforma principal los acantilados.

Transporte marino

La mayoría de las olas en las costas se aproximan en un ángulo oblicuo, arrastrando arena, guijarros y cantos, cuando las olas se dirigen hacia la Tierra sobre aguas poco profundas, su velocidad va disminuyendo y como resultado las crestas de las olas tienden a hacerse paralelas a la línea de costa. A este proceso se le denomina refracción de las olas. Si se multiplica la cantidad de veces que se transportan las partículas por el movimiento de las olas en un mismo punto de la playa se generará la denominada deriva de playa. Un proceso relacionado con la deriva de la playa es la deriva costera, que hace referencia a las olas que se aproximan a la línea de costa bajo la influencia de fuertes vientos. La deriva de playa y la deriva costera, cuando sopla el viento y los frentes de las olas se mueven oblicuamente, desplazan a las partículas en la misma dirección y, por lo tanto, se complementan en su modo de transporte denominado **deriva litoral** (Strahler & Strahler, 1989).

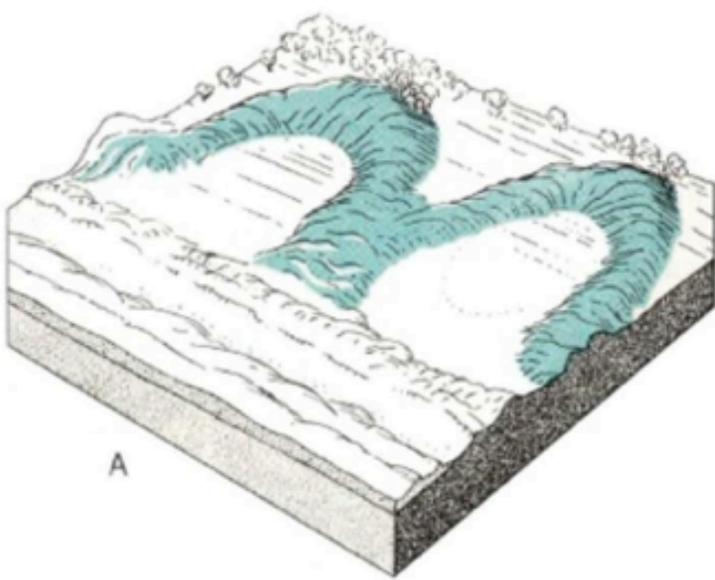
Sedimentación marina

Los sedimentos entran en la zona costera de la rompiente a partir de varias fuentes,

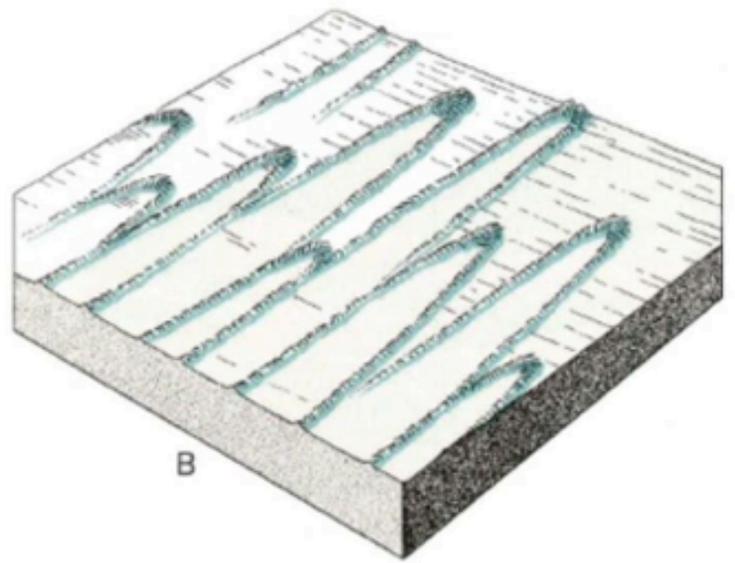
estos sedimentos son modelados por la acción de las olas en un depósito, cuando los sedimentos se acumulan generan una geoforma denominada **playa**. Los sedimentos que componen las playas generalmente son arenas finas, estas partículas están bien seleccionadas dentro de un tamaño particular. Las playas con arena fina tienen una suave pendiente, mientras que las playas de arena gruesa o grava son más escarpadas. Las playas pueden experimentar un proceso de ampliación denominado progradación, la arena añadida a la playa puede proceder de las aguas profundas. Las playas también pueden experimentar un proceso de estrechamiento denominado **retrogradación**, en este caso la arena puede ser arrastrada hacia aguas profundas o transportada a lo largo de la línea de costa hacia otro lugar.

Tipos de costa

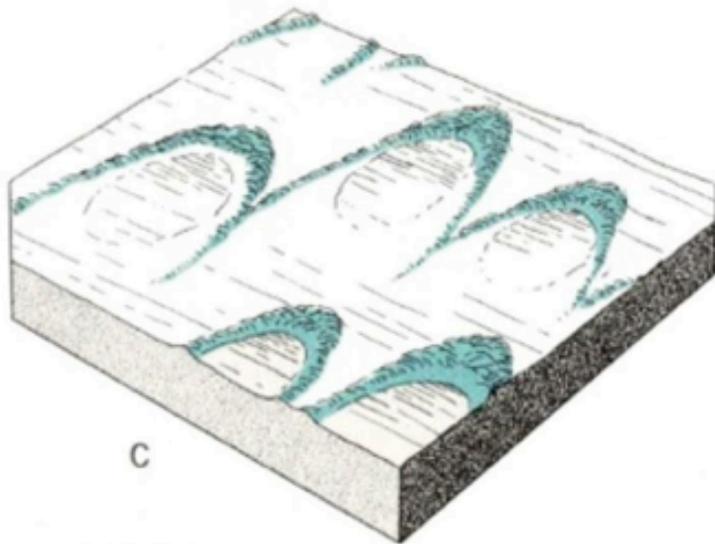
Existen varios tipos de costas, las cuales representan un tipo de procesos, un grupo de costas se originan por un proceso de **inmersión**, es decir, la inundación de una zona costera por el ascenso del nivel del mar o la subsidencia de la corteza terrestre, otro grupo procede de una **sumersión**, que es la exposición de los relieves submarinos por un descenso del nivel del mar o un levantamiento de la corteza. Hay otras costas que se originan por las erupciones volcánicas, por el crecimiento de los deltas de los ríos, o por el desarrollo de arrecifes coralinos.



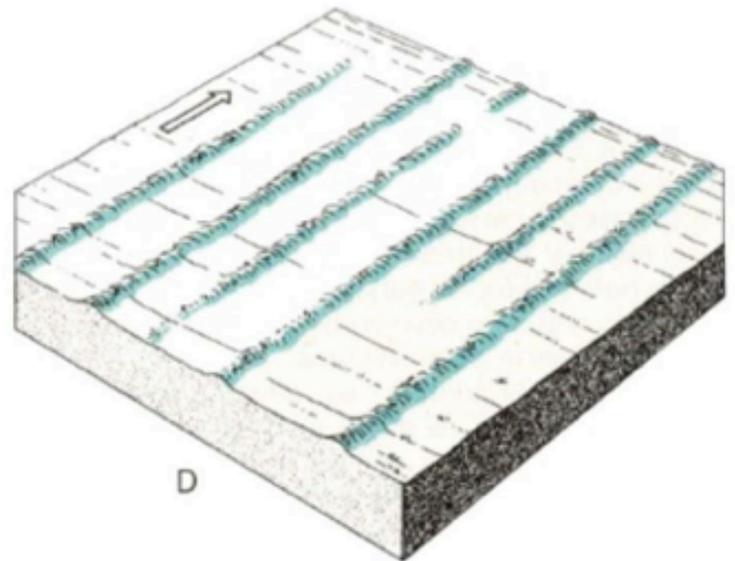
A



B



C



D

Imagen 7.

Fuente: Strahler, A. N., & Strahler, A. H. (1989). Morfología debida a olas y a corrientes marinas. En A. N. Strahler, & A. H. Strahler. Geografía física, (pp. 330-346). Barcelona: Ediciones Omega.

La costa de ríos es una costa muy accidentada, resultado de la inmersión de una masa de Tierra muy erosionada por la acción de los ríos y en la cual existen numerosas islas. La costa de fiordos está fuertemente sedimentada por las paredes abruptas de los fiordos, que son valles glaciares sumergidos. Las costas de isla barrera están relacionadas con una reciente emersión de una llanura costera, penetran suavemente en el mar y suele formarse una barra de arena a cierta

distancia de la línea de costa por la acción de las olas. Los grandes ríos construyen deltas, produciendo costas en delta. Las costas volcánicas están originadas por erupciones volcánicas y la acumulación de los materiales de la erupción, parte de los cuales permanecen bajo el nivel del mar. Los corales pueden también originar nuevas tierras, y desarrollar costas de arrecifes coralinos. Por último el fallamiento de un borde continental, asociado a un hundimiento del bosque

que da al mar puede producir una costa de falla (Strahler & Strahler, 1989).

Geoformas de la morfología debida a olas y a corrientes marinas

Entre las geoformas que podemos encontrar en los procesos de la línea de costa, están algunas ya nombradas como los acantilados que se dan por procesos de erosión, la deriva litoral que puede darse por el transporte y las playas que se producen en procesos de sedimentación, pero además de estas geoformas se encuentran los deltas y las marismas, que permiten comprender la variedad de paisajes y ecosistemas que se pueden formar en las costas. Los deltas son depósitos de barro, limo, arena o grava originados por un río cuando desemboca en una masa tranquila de agua se conocen con el nombre de **delta**. Los deltas muestran una gran variedad de formas, debido tanto a la configuración de la línea de costa como a la acción de las olas. Existen tres factores que intervienen en la formación de los deltas que son los factores fluviales, el oleaje y la marea. Debido a la amplia curvatura que tiene su línea de costa, se denomina delta arqueado cuando hay influencia, de la marea, el oleaje y la acción fluvial. El delta que tiene únicamente acción fluvial se denomina delta digitado, el que tiene principalmente influencia del oleaje se le llama Cuspida y en el que influye mayormente la marea se denomina delta estuario.

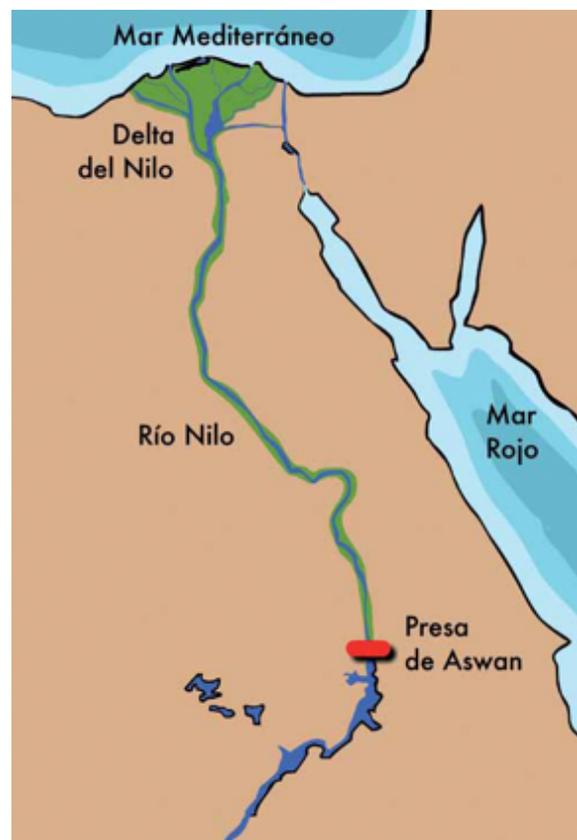


Imagen 8.

Fuente: <http://es.contenidos.climantica.org/cms/assets/climantica/unidad-3/3.4/figura-5-2.es.png>

Otra geoforma que se genera en la morfología de corrientes marinas son las marismas que son ecosistemas con altos niveles de humedad y es donde confluye el agua salada con el agua dulce, también denominada salobre. En América estos ecosistemas son conocidos como manglares.

El cuidado del agua en términos generales no debería recaer solo en su preservación, como se vio durante la unidad es clave comprender que el agua hace parte de grandes procesos sobre el planeta tierra. Y que gracias a su fuerza moldeadora podemos hoy apreciar diversos paisajes alrededor del mundo. Es clave también comprender que estos procesos son dinámicos, como casi todo lo que hemos tocado en el curso, esta forma de construcción de paisajes es compleja y dinámica y requiere constatación y evaluación.

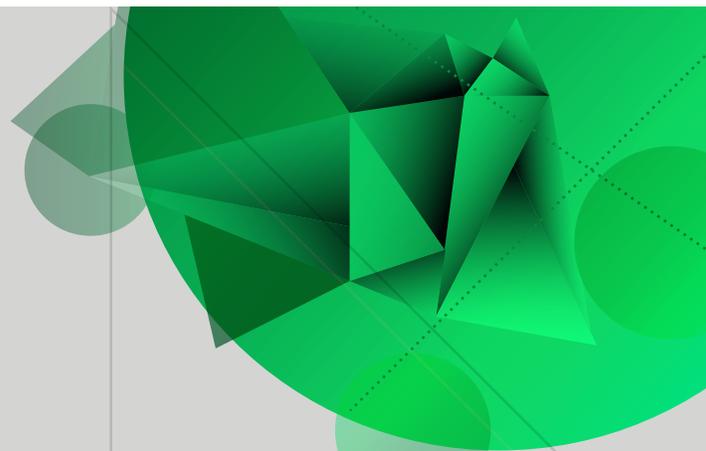
Los cambios físicos que se producen en la Tierra, generan transformaciones no solo en el ámbito natural, sino que afectan de igual manera las dinámicas sociales del ser humano, esta relación humano-entorno no es unidireccional, ya que muchas intervenciones de los hombres y las mujeres en su entorno natural alteran los procesos físicos del Planeta, muchas de las construcciones (vivienda, hidroeléctricas, carreteras) y las extracciones de materia prima y minerales que se realizan en pro de un desarrollo capitalista y consumidor, generan gran impacto ambiental en los suelos, el agua, el aire y todos los recursos naturales. Por este motivo es importante reconocer los procesos físicos de la Tierra para generar mejor manejo de materiales y nuevas formas de relacionamiento con el medio ambiente.

En esta cartilla hemos visto varios conceptos muy puntuales sobre muchos componentes de la tierra. Es clave comprender que estos conceptos no son estáticos y que gran parte de la investigación actual se basa en reevaluar constantemente todos conceptos y teorías, es por esta razón que invitamos al estudiante a actualizar estas temáticas y así reforzar un hábito académico de lectura de artículos. La biblioteca de la universidad brinda varios recursos al respecto que invitamos a consultar.

3

Unidad 3

Generalidades
sobre la
Climatología



Geofísica

Autor: Catalina Quintero

Introducción

Para el estudiante de este módulo la dinámica espacial de los fenómenos y procesos de las relaciones hombre-naturaleza, son de gran importancia los conocimientos acerca del comportamiento espacio-temporal de los diferentes factores ambientales que influyen en el desarrollo de estas relaciones, entre los cuales se destaca el clima. Dado que este último influye, a veces en forma determinante, en la dinámica de procesos físicos, biológicos, ambientales, económicos, sociales, políticos y culturales, el estudio de la climatología es imprescindible para cualquier persona que se interese en aprender y quiera enseñar ciencias sociales. Los conocimientos en esta materia permiten al docente en ciencias sociales formarse con criterios mejor fundamentados para la asimilación, interpretación y uso de la información climatológica, pensando en la elaboración de estudios y en la participación en la toma de decisiones en los niveles que le corresponda actuar. Así mismo, los conocimientos en climatología ayudarán al docente en ciencias sociales o al investigador social en la investigación en diferentes aspectos de la Geografía física ya que tendrá bases para describir, modelar y proyectar la influencia de los factores tiempo y clima en el comportamiento de procesos físicos, biológicos, ambientales, económicos, sociales, políticos y culturales.

La Climatología es la ciencia que estudia los factores atmosféricos de una determinada región, estos factores son de gran importancia para todas las actividades humanas que se desarrollan en el planeta Tierra, conocer el funcionamiento y desarrollo de los procesos que se generan en el aire y el agua permite comprender las etapas agrícolas, y como éstas se ven afectadas por las alteraciones del clima. Actualmente los cambios en el clima son notorios, el fenómeno del niño y de la niña junto al cambio climático y el calentamiento global, son los temas que hoy en día generan controversia en la sociedad. Si bien estos cambios afectan fuertemente las dinámicas sociales, también se deben conocer estos procesos para realizar un mejor manejo de recursos de planeación teniendo en cuenta los cambios climáticos que se pueden generar en determinado lugar.

El estudiante debe realizar las lecturas propuestas en esta unidad para la mejor comprensión de los temas propuestos, además es de gran importancia que visualice las imágenes propuestas en las diapositivas, también será de gran ayuda que el lector visite la página oficial del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales (IDEAM) donde el estudiante podrá encontrar información y datos sobre pronósticos y alertas climáticas, cambio climático y datos que le permitirán hacer una investigación de variabilidad climática <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/index.jsf> sumado a esto en la página también se pueden ver algunos proyectos relacionados con efectos del clima y varias formas de pensar dichos “desastres” se invita al estudiante a hacer una lectura crítica, para no caer en el determinismo geográfico y por lo tanto exhortamos a los estudiantes a preguntarse por ejemplo ¿Por qué las inundaciones solo afectan a las comunidades más vulnerables?

Durante el desarrollo de la cartilla se trabajarán conceptos básicos de la climatología. Se hace énfasis en factores del clima y variables generales de la temperatura. Se culmina la cartilla con la definición del fenómeno del niño y la niña y en general los procesos relacionados con el calentamiento global.

Generalidades sobre la Climatología

La Climatología estudia los factores atmosféricos de una determinada región que se mantienen más o menos estables durante un tiempo prolongado, mientras que la meteorología es la ciencia que estudia la estructura, el estado y la composición de la atmósfera. Otros términos importantes en el estudio de la Climatología son: la diferencia entre el tiempo y el clima, si bien el tiempo hace referencia a las condiciones atmosféricas dominantes en un momento determinado, el clima por otro lado se refiere a las condiciones de tiempo predominante en un largo periodo. El clima tiene tres grandes procesos climáticos, los cuales se encuentran determinados por factores radiativos forzantes como lo son la radiación solar y el efecto invernadero, al igual que los factores físico-geográficos que son la longitud, latitud, orografía, corrientes marinas y circulación atmosférica, por

último se encuentra la interacción de los componentes del sistema climático los cuales forman la atmósfera, hidrósfera, biósfera, litósfera y antropósfera (vistos en cartillas anteriores).



Figura 1.

Fuente: <http://goo.gl/g5uO4S>

Calor

En el estudio de la climatología existen varios procesos que confluyen entre sí para formar lo que conocemos como clima. El calor, la temperatura, la presión y la humedad hacen parte de este sistema climático que existe en nuestro planeta. Este primer concepto (calor) hace referencia a la suma de la energía interna (térmica) de las moléculas de un gas o líquido, el calor latente es la cantidad de calor que necesita una sustancia/cuerpo para pasar de una fase a otra sin cambio de temperatura, los procesos que suceden en el vapor de agua de un estado a otro para generar calor latente son la condensación, evaporación, fusión y solidificación, por otro lado el calor sensible se aplica cuando una sustancia no cambia de fase y es allí cuando aumenta la temperatura, este tipo de calor se comprueba con el tacto. Las formas de transmisión de calor son: **la conducción** que se refiere a la transferencia de calor cuando dos cuerpos están en contacto, **la convección** que es a través de corrientes de ascenso y descenso del origen térmico que transmite calor, donde las partículas se dilatan, pierden densidad y ascienden, **la turbulencia** que es el movimiento de partículas desordenadas, de origen mecánico (por fricción) que da lugar a que las partículas frías ocupen el lugar de las calientes y viceversa formándose así remolinos y por último está la radiación donde hay transferencia de un cuerpo a otro sin contacto entre ellos.



Imagen 1.

Fuente: <http://goo.gl/LurCCV>

Temperatura

La temperatura es el promedio de esa energía térmica de las moléculas de un gas o líquido y la temperatura de la atmósfera es el grado sensible de calor del aire en un momento y lugar determinado. El vapor de agua es un gas que se obtiene por evaporación o ebullición del agua líquida o por sublimación del hielo, es inodoro e incoloro, es el responsable de la humedad en el aire. Los factores que influyen en la temperatura son la latitud, longitud y la altura. Y cuando la temperatura asciende con la altura se genera la inversión térmica, esta inversión puede ser por irradiación nocturna, por subsidencia o por mezcla turbulenta. La inversión por irradiación nocturna se produce por el enfriamiento nocturno, si la humedad es suficiente se forma la niebla. La variación de la temperatura puede ser diurna por la rotación de la Tierra o puede darse por los tipos de superficie terrestre donde las diferencias de la capacidad calorífica se dan a partir de los distintos tipos de suelo, vegetación y humedad. Por último existe la variabilidad estacional que tiene que ver con las estaciones climáticas del planeta (otoño, invierno, primavera y verano). La variación de la temperatura por los procesos generados en la brisa del mar diurno y la brisa de la tierra nocturna.

Brisa Marina



Brisa Terrestre



Imagen 2.

Fuente: <http://www.reysapo.com.uy/wp-content/uploads/2013/05/brisa-marina.jpg>

Presión atmosférica

La presión atmosférica se debe al peso del aire sobre un cierto punto de la superficie terrestre por lo tanto, es lógico suponer que cuanto más alto esté el punto, tanto menor será la presión, ya que también es menor la cantidad de aire que hay por encima. Según la Ley de Dalton, la presión es la suma parcial de las presiones que surgen de los gases (N, O, Ar, H₂O). La presión varía con la temperatura, la altitud y la humedad. Existen unos sistemas de presión en los cuales se encuentra el campo bórico, que es la distribución de las altas o bajas presiones que generan ciclones y anticiclones. Centros de alta presión que genera anticiclones y los centros de baja presión crea ciclones.

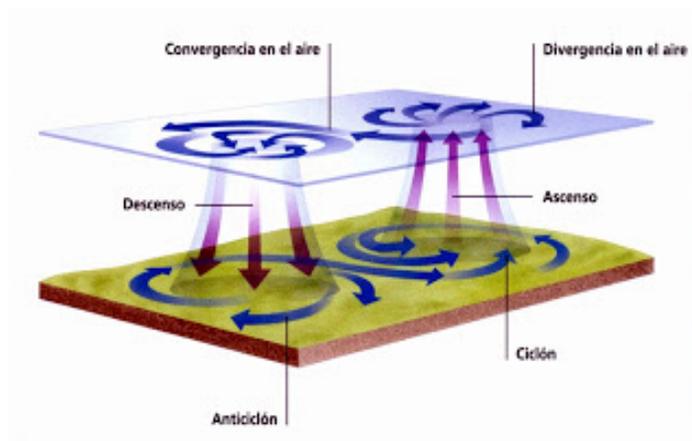


Imagen 3.

Fuente: <http://geografia2bachillerato.blogspot.com/2011/11/la-formacion-de-las-borrascas.html>

Humedad del aire

La humedad es la cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera. El vapor del agua es el único componente del aire capaz de cambiar de estado bajo condiciones naturales. Una masa de aire puede contener una cierta cantidad de vapor de agua a la cual está saturada y se produce la condensación. Para cada temperatura existe una tensión de vapor saturante y la masa de aire no puede recibir más vapor de agua iniciando la condensación. La humedad absoluta es la cantidad de vapor de agua por unidad de volumen (gr/m^3 gr/cm^3). La humedad específica es la cantidad de vapor de agua por unidad de peso (gr/kg), también es la masa de vapor de agua por masa de aire húmedo. La humedad relativa es la relación en porcentaje entre la cantidad de vapor de agua realmente existente y la que existiría si el aire estuviera saturado a la misma temperatura.

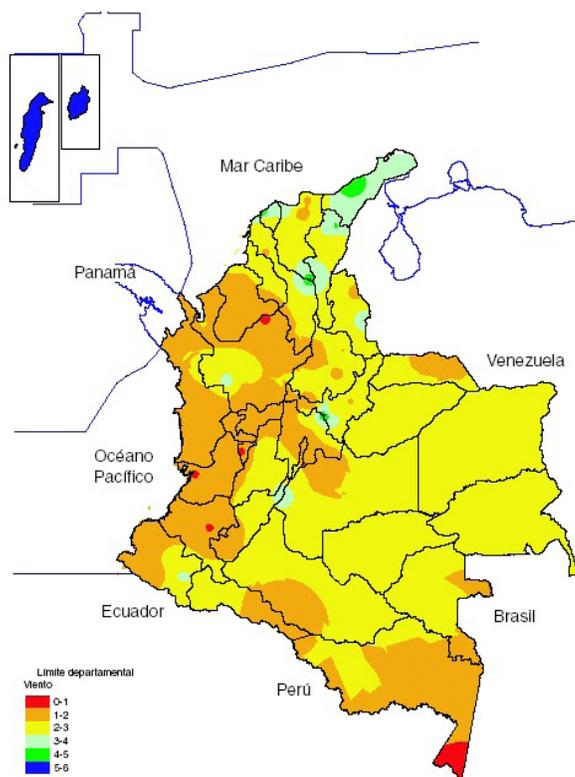


Imagen 4.

Fuente: <http://goo.gl/cj7gmp>

Heladas

Es la ocurrencia de una temperatura igual o menor a 0°C a un nivel de 2 metros sobre el nivel del suelo, es decir al nivel reglamentario al cual se ubican las casetas de medición meteorológica (IDEAM). Todo cuerpo a una temperatura superior a 0°C absoluto pierde energía por radiación debido al movimiento de sus moléculas. La superficie del suelo se enfría en la noche, pues pierde su calor por radiación, el aire sobre él se enfría y ello contribuye a que ocurra la helada. Las heladas agrometeorológicas se producen debido al descenso de la temperatura menor a 0°C a la cual los tejidos de la planta comienzan a sufrir daños. Los factores que favorecen las heladas son el vapor de agua, el suelo y la vegetación, el viento, la topografía y la nubosidad y temperatura vespertina. Las heladas se producen cuando el balance de energía de la superficie del suelo es negativo. Este se enfría demasiado rápido durante la noche. Se pueden perder 600.000 kilocalorías/ha/hora. Las condiciones para una helada por radiación son la noche despejada, sin nubes, la baja humedad atmosférica y poco o nada de viento. Como consecuencia de las temperaturas bajas, en la planta se suceden los siguientes procesos: se produce un debilitamiento de la actividad funcional reduciéndose entre otras cosas las acciones enzimáticas, la intensidad respiratoria, la actividad fotosintética y la velocidad de absorción del agua. Existe un desplazamiento de los equilibrios biológicos, frenando la respiración, fotosíntesis, transpiración, absorción de agua y circulación ascendente. Finalmente se produce la muerte celular y la destrucción de los tejidos. Hay que tener en cuenta que la sensibilidad que un vegetal tiene al frío depende de su estado de desarrollo. Los estados fenológicos más vulnerables al frío son la floración y el cuajado de frutos.



Imagen 5.

Fuente: <http://goo.gl/QmkCPO>

Variabilidad climática

La secuencia de oscilaciones alrededor de los valores normales, se conoce como variabilidad climática y su valoración se logra mediante la determinación de las anomalías. Existen unas escalas de variabilidad climática que permite estudiar distintos fenómenos naturales. En primera instancia se encuentra la variabilidad estacional que tiene un ciclo de meses menor a 60 días, luego se tiene la variabilidad intraestacional que también se estudia en ciclo de meses, pero este es mayor a 60 días, luego sigue la variabilidad interanual que oscila año tras año y es donde se abordan los fenómenos del niño y la niña. Y por último está la variabilidad interdecadal que analiza los ciclos de décadas.

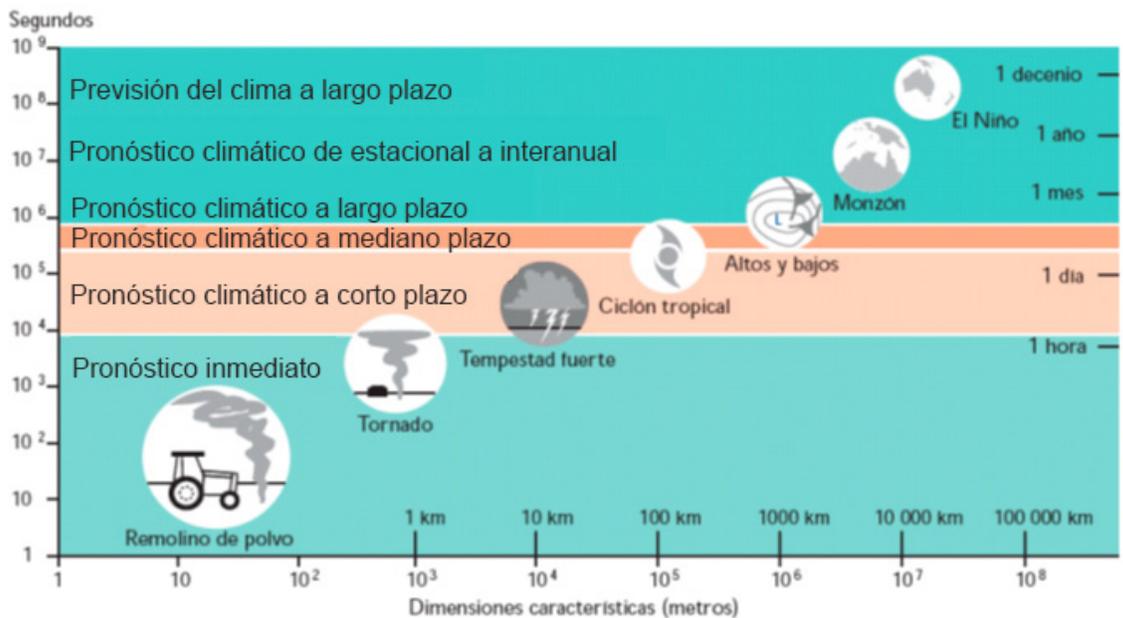


Imagen 6. Escalas de la variabilidad climática

Fuente: Propia, adaptada de <http://slideplayer.es/slide/1034444/>

Fenómeno del niño

El Niño (Oscilación del sur) es una alteración en el sistema océano-atmósfera del Pacífico Tropical. Se caracteriza por un aumento generalizado en la temperatura del mar desde el centro del océano hasta las costas de Sudamérica, al igual que por el fortalecimiento de los vientos alisios y los cambios de presión atmosférica al occidente y oriente del océano Pacífico, también se evidencia el afloramiento de aguas profundas y se da una advección de aguas cálidas desde el oeste hacia el este. Su proceso se presenta en cuatro fases: inicio, desarrollo, madurez y debilitamiento. Ocasiona alteraciones oceanográficas, meteorológicas y biológicas. Este fenómeno ejerce una influencia destacada en el comportamiento climático del país. Su influencia se manifiesta cuando surge el fenómeno de El Niño y las temporadas secas se acentúan, su nombre lo establecieron los pescadores peruanos que observaban que se producía a finales de diciembre, en el periodo de la navidad, por asociación con la venida de El Niño Jesús. Los cambios en la temperatura influyen en la salinidad de las aguas, afectando las condiciones ambientales para los ecosistemas marinos, estos cambios impactan las poblaciones de peces, especialmente en las áreas del Pacífico frente a Perú y Ecuador. La oscilación sur es la parte atmosférica del fenómeno del "Niño". Es el cambio de altas a bajas presiones que se da en los polos, es decir que se generan bajas presiones en el Pacífico occidental y altas presiones en el Pacífico central y oriental. Las características del fenómeno del Niño son lluvias por debajo de lo normal, temperatura por encima de los promedios normales y vientos alisios débiles y aguas cálidas del Pacífico.

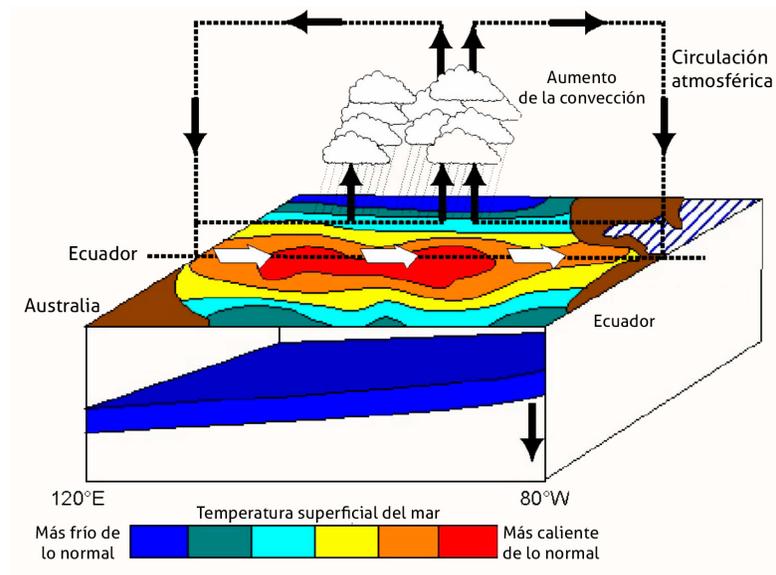


Imagen 7.

Fuente: <http://img426.imageshack.us/img426/2056/elniñoenso2wo2.jpg>

Fenómeno de la niña

Cuando se genera fenómeno de la niña la temperatura está por encima de lo normal, las lluvias por encima de lo normal respecto al promedio, los vientos alisios son fuertes y se genera enfriamiento en las aguas del Pacífico. Se le llama así porque presenta condiciones contrarias al fenómeno del Niño, pero también es conocido como "El Viejo" o "El Anti-niño". Suele ir acompañado del descenso de las temperaturas y provoca fuertes sequías en las zonas costeras del Pacífico. Este fenómeno de se desarrolla cuando la fase positiva de la Oscilación del Sur, alcanza niveles significativos y se prolonga por varios meses. Disminuye la presión del nivel del mar en la región de Oceanía, y un aumento de la misma en el Pacífico tropical y subtropical junto a las costas de América del Sur y América Central; lo que provoca el aumento de la diferencia

de presión que existe entre ambos extremos del Pacífico ecuatorial. El fenómeno de la Niña puede durar de 9 meses a 3 años, y según su intensidad se clasifica en débil, moderado y fuerte, es más fuerte mientras menor es su duración, y su mayor impacto en las condiciones meteorológicas se observa en los primeros 6 meses de vida del fenómeno, por lo general comienza desde mediados de año, alcanza su intensidad máxima a finales y se disipa a mediados del año siguiente.¹

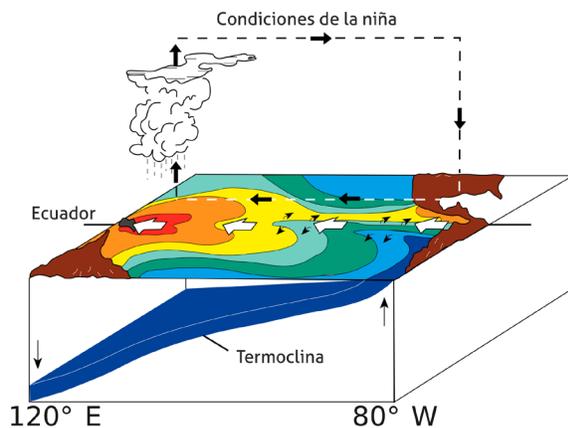


Imagen 8.
Fuente: <http://goo.gl/JwyWV6>

Cambio climático

El cambio climático involucra cambios en los elementos climatológicos manifestados en la distribución de la presión atmosférica, en los sistemas de circulación, en la distribución de la temperatura y frecuencia de las lluvias lo cual es generado por un calentamiento global. El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en

¹ Más información en: http://www.elclima.com.mx/fenomeno_la_nina.htm

la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras (IPCC).

Para las Naciones Unidas el cambio climático es “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparable.”² Estas alteraciones en el clima se reflejan con fuertes sequías o lluvias, ascensos y descensos del nivel del mar y pérdida de fauna y flora en todo el planeta Tierra. Con las nuevas dinámicas de extracción de carbón, petróleo y miles de recursos que sacamos de la tierra sumado a unas técnicas de industrialización que se realizan bajo idea de planeta tierra como recurso, el cual debe ser explotado o destruido con fines de acumulación de capital, bajo un discurso de “desarrollo” y “modernidad” que pasan por encima del bienestar y la seguridad alimentaria de todos los pobladores. Dichas dinámicas originan emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que provocan calentamiento global y por lo tanto cambio climático. Este cambio climático tiene efectos negativos frente a la salud, las actividades agropecuarias, los recursos hídricos y los ecosistemas donde evidentemente se incluye al hombre como responsable y víctima de estos hechos. Actualmente se realizan campañas para disminuir el crecimiento de los GEI y por lo tanto mitigar los efectos del cambio climático, pero estos temas no han sido abarcados con seriedad teniendo en cuenta que los que lideran estas políticas y programas son los mayores productores de contaminación y

² Más información en: http://www.pnud.org.co/img_upload/61626461626434343535373737353535/Brochure%20resumen%20Proyecto.pdf

producción de GEI, con esto hago referencia a Estados Unidos que es el país con mayor producción de contaminación y gases, pero son ellos mismos los que legislan y ejecutan las acciones de mitigación de cambio climático en el mundo.



Imagen 9.

Fuente: <http://coldfusion3.com/blog/climate-change-lenr-could-be-our-last-best-hope>

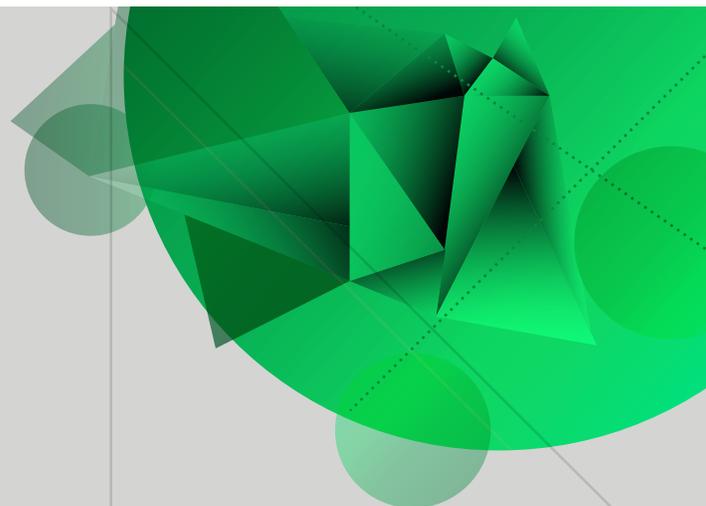
Los cambios físicos que se producen en la Tierra, generan transformaciones no solo en el ámbito natural, sino que afectan de igual manera las dinámicas sociales del ser humano, esta relación humano-entorno no es unidireccional, ya que muchas intervenciones de los hombres y las mujeres en su entorno natural alteran los procesos físicos del Planeta, muchas de las construcciones (vivienda, hidroeléctricas, carreteras) y las extracciones de materia prima y minerales que se realizan en pro de un desarrollo capitalista y consumidor, generan gran impacto ambiental en los suelos, el agua, el aire y todos los recursos naturales. Por este motivo es importante reconocer los procesos físicos de la Tierra para generar mejor manejo de materiales y nuevas formas de relacionamiento con el medio ambiente.

En esta cartilla hemos visto varios conceptos muy puntuales sobre muchos componentes de la tierra. Es clave comprender que estos conceptos no son estáticos y que gran parte de la investigación actual se basa en reevaluar constantemente todos los conceptos y teorías, es por esta razón que invitamos al estudiante a actualizar estas temáticas y así reforzar un hábito académico de lectura de artículos. La biblioteca de la universidad brinda varios recursos al respecto que invitamos a consultar.

3

Unidad 3

¿Qué es la
Hidrogeografía?



Geofísica

Autor: Catalina Quintero

Introducción

En esta cartilla el estudiante podrá encontrar los conceptos básicos de la hidrogeografía donde se hará el repaso de conceptos vistos en cartillas anteriores, como el ciclo del agua y los procesos hidrológicos que forman diversos ecosistemas y formaciones de vida, entre ellas las del ser humano. En la Geografía física el estudio de la hidrogeografía es de gran importancia, debido a que aborda el tema de las cuencas hidrográficas y las aguas subterráneas que son vitales en la formación y desarrollo de las sociedades.

El estudiante podrá comprender los procesos de las aguas superficiales y las aguas subterráneas y cómo estas forman sistemas hidrológicos que son aprovechados por los hombres y mujeres que habitan cerca a los yacimientos de agua. En muchas ocasiones las acciones de los seres humanos son nocivos para las fuentes de agua, la contaminación por actividades extractivistas de las grandes multinacionales y el bombeo de agua con fines egoístas de acumulación capitalista, genera fuertes conflictos por este recurso natural, por un lado existen zonas en Colombia donde el acceso y uso del agua es desigual, donde la población que habita estas regiones mueren de hambre mientras las grandes empresas multinacionales riegan las carreteras por donde pasan sus camiones con este valioso recurso. Se deben analizar los procesos hídricos de manera holística, donde se piense el agua no como el pequeño arroyo que pasa por una finca o que llega a nuestras duchas sino que debe pensarse el agua como un todo, toda la cuenca, desde donde nace hasta donde desemboca.

Es de gran importancia que el estudiante realice las lecturas propuestas para esta unidad y retroalimente los conceptos vistos con las temáticas estudiada en las unidades anteriores. La visualización de las diapositivas y el desarrollo de las actividades de repaso le permitirán abordar de manera más completa los temas relacionados con el agua.

En esta cartilla se abordará de manera completa el tema del agua, sus procesos físicos y sus impactos en las actividades humanas, los conceptos vistos en esta unidad están relacionados con cartillas anteriores, especialmente con las relacionadas con Geomorfología fluvial y marítima. Es clave que estas cartillas se lean en conjunto para mayor comprensión.

¿Qué es la Hidrogeografía?

La Hidrogeografía es una perspectiva de análisis donde se estudia las relaciones del ser humano y la naturaleza, enfocándose principalmente en los procesos del agua, aborda tanto las dinámicas naturales del ciclo del agua hasta el acceso, uso y distribución espacial de este recurso natural. La cuenca hidrográfica es el principal campo de estudio de esta disciplina, teniendo en cuenta no solo las formas de ocupación, sino también las relaciones de la sociedad y el agua. La Hidrogeografía es muy similar a la Hidrología, pero la diferencia es que tiene en cuenta a las comunidades y la acción antrópica. La Hidrología está relacionada con varias ciencias de la Geografía física, entre ellas la Meteorología, la Climatología, la Geología, la Oceanografía y la probabilidad y estadística (alguna de ellas vistas en cartillas anteriores).

Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico y su balance de agua global constituyen el modelo básico para entender el funcionamiento del sistema hídrico y las interacciones entre el océano y el continente (IDEAM). El ciclo hidrológico representa el proceso continuo de la circulación y transformación del agua en sus diversos estados en la esfera terrestre. Su dinámica es determinada por las condiciones de la radiación solar, la acción de la gravedad y las interacciones de las capas superiores de la Tierra: atmósfera, litósfera y biósfera. El agua cae sobre la superficie terrestre en forma líquida o sólida; parte de ella puede evaporarse antes de tocar la superficie terrestre. Aquella fracción que alcanza la vegetación es parcialmente retenida por las hojas de las plantas (intercepción). De allí, una parte es evaporada de nuevo hacia la atmósfera, en tanto que la fracción restante cae hacia el suelo, en donde puede infiltrarse o escurrir por las laderas, siguiendo la dirección de las mayores pendientes del terreno (Franco, García, & Vargas, 2010). A lo largo del ciclo hidrológico y como consecuencia de distintas fases del mismo, el agua va experimentando sucesivas transformaciones físicas y en su composición. Así el paso de la fase líquida a la gaseosa supone una destilación, con lo cual libera impurezas (tratamiento natural del agua), pero en algunos casos adquiere

unas características impropias para otros usos. Por el contrario, al licuarse el vapor y caer a la tierra en forma de lluvia, disuelve ciertas sustancias y gases que se encuentran en la atmósfera. Luego, ya en la superficie de la tierra, sigue disolviendo sustancias de la corteza terrestre y del subsuelo hasta llegar al mar. En algunas ocasiones la Orografía permite que aflore nuevamente a la superficie en forma de manantiales. Además del ciclo hidrológico, existe el ciclo biológico, el cual hace que se renueve el agua sobre la tierra, como resultado de la fotosíntesis y la actividad clorofílica de plantas verdes y organismos marinos. Los usos que se le pueden dar al agua son muy diversos, así como pueden ser variadas las características de calidad idóneas para cada uno de ellos.

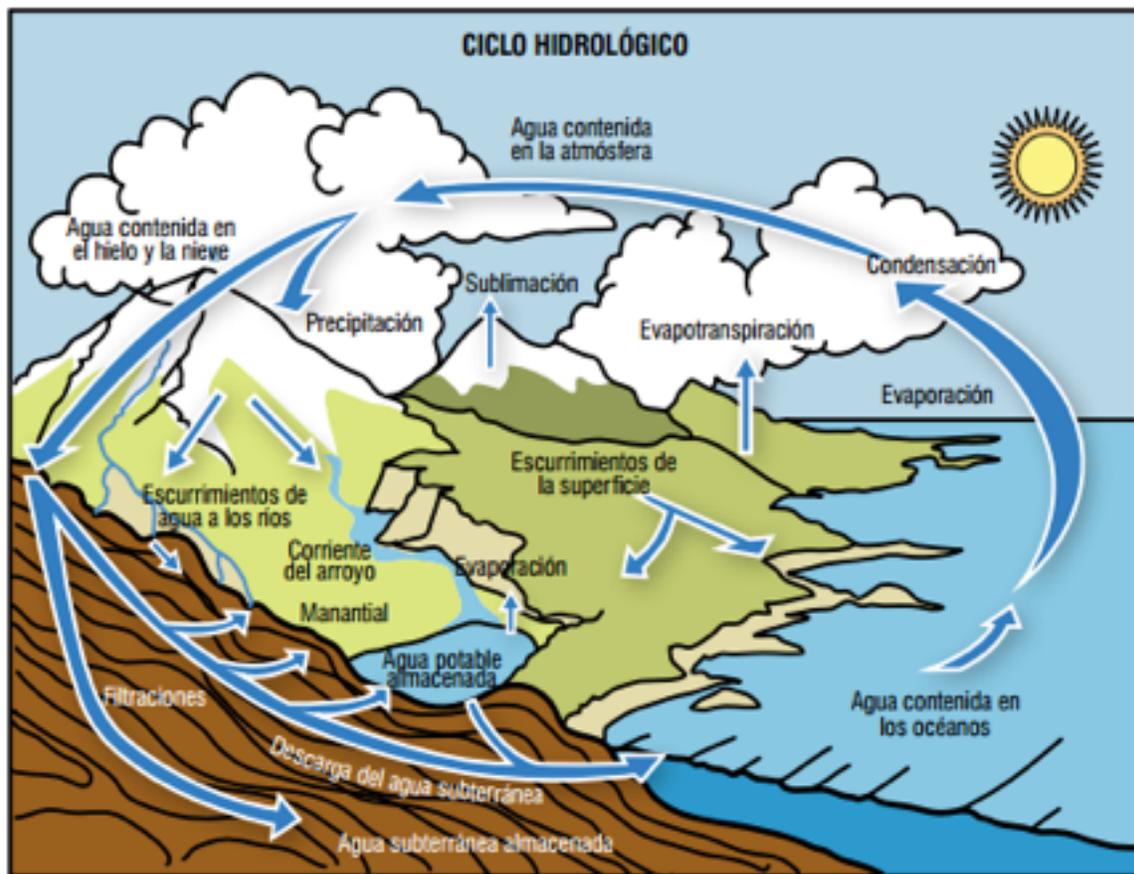


Imagen 1.

Fuente: Franco, O., García, M., & Vargas, O. (2010). Estudio Nacional del Agua. Colombia: IDEAM.

Balance hídrico

Las características de los procesos que forman parte del ciclo del agua se calculan a partir del balance hídrico, para la Unesco el balance hídrico es el "balance de agua basado en el principio de que durante un cierto intervalo de tiempo el aporte total a una cuenca o masa de agua debe ser igual a la salida total de agua más la variación neta en el almacenamiento de dicha cuenca o masa de agua". En la guía metodológica para la elaboración del balance

hídrico de América del Sur se indica que, para cualquier masa de agua, en áreas extensas y en largos periodos de tiempo, se puede utilizar la ecuación simplificada, considerando que los cambios de almacenamiento tienden a minimizarse y pueden suponerse nulos. Esto permite la construcción de mapas comparables entre sí. El comportamiento y variabilidad de los principales elementos del ciclo hidrológico están determinados por los factores geográficos, meteorológicos, hidrológicos, físicos y bióticos de los sistemas hídricos que se reconocen en las cinco áreas hidrográficas del país: Magdalena, Cauca, Caribe, Pacífico, Catatumbo, Orinoquía y Amazonía (Unesco, 1982).

Debido a que el agua disponible en la Tierra es finita e indestructible, el sistema hidrológico se abarca como un sistema cerrado. Entre los componentes del balance hídrico están la precipitación (lluvia, nieve, granizo y escarcha) que pueden darse de manera monomodal, bimodal o estacional, también está la intercepción, la evaporación, la transpiración, la infiltración, el almacenamiento, la escorrentía y el caudal. La evaporación es el proceso por el cual el agua en fase líquida, se transfiere desde la superficie terrestre a la atmósfera en estado gaseoso (vapor de agua). La transpiración es el movimiento del agua desde el suelo a través de las plantas, y su posterior evaporación hacia la atmósfera. La evapotranspiración es la suma de la vaporización directa del agua que se encuentra en el suelo o en superficies que interceptan la precipitación (evaporación), y la vaporización de agua contenida en el suelo a través del proceso de transpiración. La infiltración es el proceso en el que parte de la precipitación se mueve a través de la superficie terrestre, aumentando la humedad del suelo, contribuyendo a la recarga de acuíferos y en última medida aportando agua a los ríos durante periodos secos (interacciones río-acuífero). El almacenamiento es la fracción de agua que ha sido almacenada o que se ha perdido en la zona vadosa o en la zona saturada, a lo largo de un periodo de tiempo determinado. La escorrentía es la suma de la escorrentía superficial y la escorrentía sub-superficial. La escorrentía superficial es la fracción de agua que se mueve libremente sobre la superficie de la cuenca, hasta que alcanza una corriente natural o artificial. Ocurre cuando la tasa de precipitación es mayor que la capacidad de infiltración de la cuenca, o cuando el hielo o la nieve se derriten. Mientras la escorrentía sub-superficial (interflujo) hace referencia al flujo de agua debajo de la superficie que llega a un cauce fluvial, en un tiempo relativamente corto. Por último el caudal es el volumen de agua que pasa por una sección de un cauce, durante una unidad de tiempo determinada.

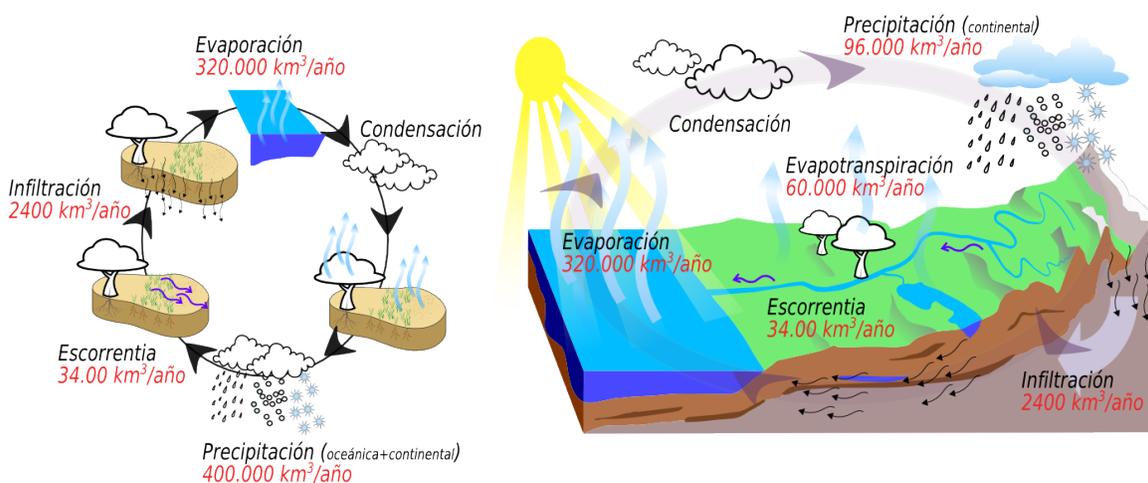


Imagen 2.

Fuente: <http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1LHPY5R8L-20PSTNP-XJ8/7.2%20Balance%20h%C3%ADdrico.cmap>

Características del agua

El agua natural es una solución de diversos compuestos que se van adhiriendo al agua de acuerdo a los procesos del ciclo hidrológico y que le dan un carácter diferente a las aguas naturales de acuerdo a la composición de los suelos, a su ubicación y a los procesos físicos y químicos que se realizan durante su paso. El agua posee entonces unas características variables que la hacen diferentes de acuerdo al sitio y al proceso de donde provenga. Entre las características físicas se encuentran la turbiedad, el color, el olor, el sabor, la temperatura, los sólidos y la conductividad. Entre las características químicas se encuentran la dureza, el pH, la acidez, los fosfatos, sulfatos, cloruros, nitratos, entre otras. Y por último están las características biológicas y microbiológicas como los protozoarios (patógenos), helmintos (patógenos), coliformes, fecales y coliformes locales. Las características propias de cada fuente de agua permiten su clasificación: agua potable, agua servida, agua residual industrial, aguas negras, etc.; permiten su uso: para consumo, riego, refrigeración, producción de vapor, como disolvente etc., y permiten su comparación en cuanto a la calidad que presenten para la misma aplicación (Universidad Nacional de Colombia). En cuanto a la oferta hídrica superficial se tiene en cuenta el volumen del agua continental de escorrentía, la oferta natural de Colombia se determina a partir de la escorrentía superficial y está relacionada con los aportes de las áreas de las cuencas.

La contaminación de las aguas es una de las principales problemáticas que se presentan en la actualidad, estas se han incrementado por la afectación de las grandes

multinacionales que son violentas con el ambiente y la población. Los vertimientos de mercurio procedente del beneficio del oro y de la plata en minería se consideran como sustancias peligrosas representativas; lo mismo el uso e intensidad de aplicación de agroquímicos en las etapas de cultivo y la cantidad de químicos usados en la transformación de hoja hasta pasta, base y clorhidrato de cocaína para cultivo, procesamiento y transformación en coca (Orjuela, Saldarriaga, García, & Wilches, 2010).



Imagen 3.

Fuente: <http://goo.gl/YUE9wU>

Cuencas hidrográficas

La cuenca hídrica es la superficie en la cual el agua precipita y se transfiere a las partes bajas de la Topografía por medio de los sistemas de drenaje, desembocando finalmente en el océano. Existen dos tipos de cuencas, unas cerradas denominadas endorreicas y otras abiertas llamadas

exorreicas, en las primeras el punto de salida se ubica dentro de los límites de la cuenca y por lo general es un lago. En el segundo tipo el punto de salida se localiza en los límites de la cuenca y a su vez la descarga se vierte en una corriente o en el mar.

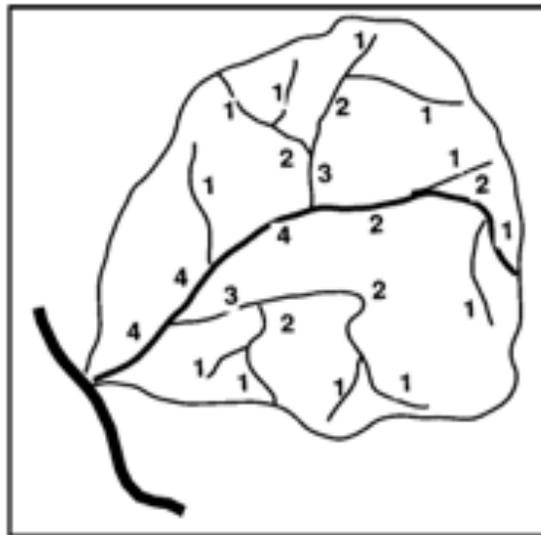


Imagen 4. Cuenta hidrológica exorreica
Fuente: Principios y fundamentos de la hidrología superficial.

Zona vadosa

La zona vadosa o no saturada es la capa de suelo, que se extiende desde la superficie hasta la tabla de agua de la zona saturada. Se caracteriza por ser un medio poroso en el que los espacios entre partículas de sedimentos, contienen agua y aire. La porosidad es el volumen de suelo vacío que puede ser ocupado por las fases líquida o gaseosa, esta depende de factores como el tamaño de los agregados y las partículas de los sedimentos y la distribución de dicho material. Otros factores que influyen son la compactación del suelo, la cementación de precipitados químicos y las fracturas. Los procesos que se generan en esta zona son la infiltración, redistribución, evaporación, ascenso capilar y recarga fluvial.

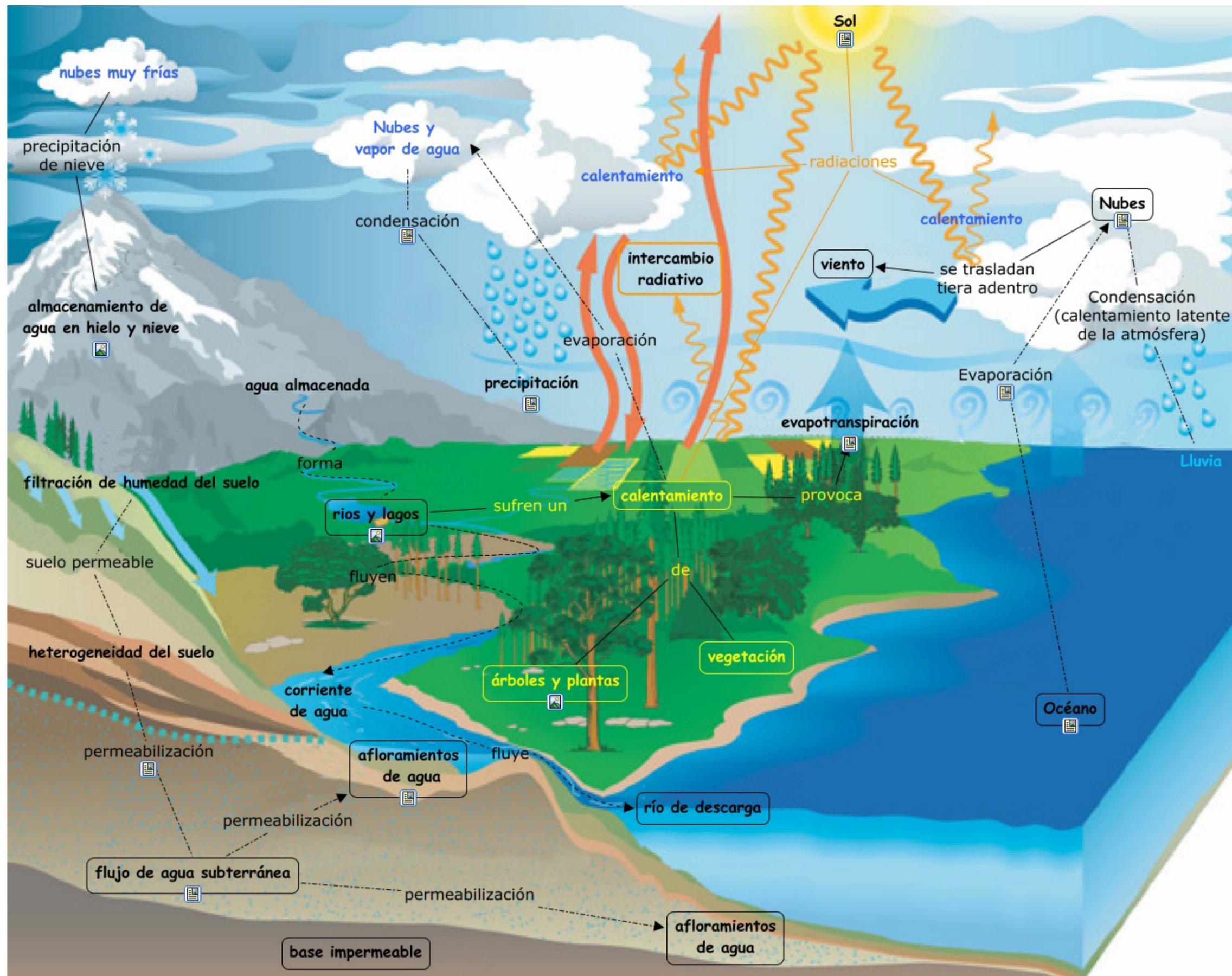


Imagen 5.
Fuente: <http://goo.gl/mkuCk6>

Zona saturada

La zona saturada es la capa de suelo en la cual todos los poros contienen agua. Por lo tanto su porosidad es una medida directa de la capacidad de almacenamiento. El agua subterránea es el término para referirse al agua que se encuentra almacenada en la zona saturada. Debajo de la tabla de agua, en este punto el agua está a presiones más altas que la presión atmosférica (presión hidrostática). La tabla de agua es la superficie en la que la presión del agua contenida en los poros es igual a la presión atmosférica. Los acuíferos hacen referencia a las fuentes de agua subterránea, existen acuíferos confinados y no confinados, los confinados son estratos permeables saturados, protegidos por un estrato impermeable denominados acuitardos. Los acuíferos no confinados son estratos permeables saturados que por lo general están compuestos por arenas. La permeabilidad de los sedimentos de estas zonas son importantes, la permeabilidad es la capacidad de un medio poroso para dejar que un fluido se mueva a través de él, sin alterar su estructura interna. En esta zona se generan procesos de recarga, infiltración, filtración y sistemas de recarga artificial.

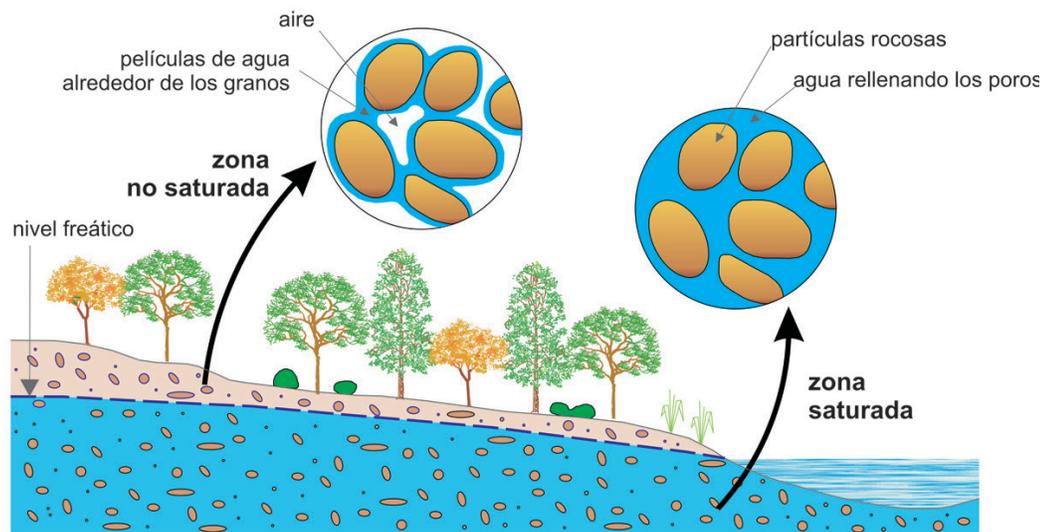


Imagen 6.

Fuente: <https://medioambientedecalidad.wordpress.com/tag/recursos-naturales/>

4

Unidad 4

¿Qué es la
Biogeografía?



Geofísica

Autor: Catalina Quintero

Introducción

Estamos culminando el proceso de aprendizaje del módulo, y para este momento tenemos claridad sobre conceptos generales de la Tierra en el universo, los climas de la Tierra, las formas de la tierra y la relación de todos estos fenómenos con algún momento cotidiano importante en la vida de todos nosotros. Esta cartilla en esta medida le permitirá al estudiante un acercamiento a la Biogeografía como ciencia que se basa en el estudio de la distribución de todos los seres vivos sobre la faz de la Tierra.

La Biogeografía es una buena forma de culminar el proceso de aprendizaje por las siguientes razones: (1) Permite hacer una relación directa con procesos vistos anteriormente, pensado en las causas y consecuencias sobre los seres que habitan la Tierra, incluyendo los seres humanos, (2) Permite al estudiante culminar con una reflexión referente a los lugares, los momentos y las casusas directas de actividades humanas sobre el complejo sistema de la Tierra y por último (3) Es una forma interesante de relacionar conceptos geográficos con conceptos de otras formas de enseñar el medio ambiente como la Biología, la Ecología, entre otros. Incluso con otras ciencias sociales como la Antropología y la historia ambiental.

El estudio de la Biogeografía es importante, además, porque nos brinda una mirada sobre la diversidad y la inmensa riqueza natural con la que cuenta el país. En esta medida se recomienda al estudiante relacionar esta temática con lo visto anteriormente y o perder de vista la posibilidad de acción que brinda conocer la Biogeografía y ser capaz de describir procesos de población y cambios ambientales en el lugar donde se encuentren.

Esta cartilla contiene el grueso de información sobre biogeografía y los conceptos asociados, el objetivo es iniciar un proceso de aplicación de los conceptos vistos durante todo el módulo y poder relacionarlos en la última parte del curso que se centrará en el análisis de un ecosistema particularmente importante para el país, aplicando de forma general todo lo visto durante el curso.

En términos generales en esta cartilla se verán temas relacionados con la Biogeografía y las cadenas de energía en las que está basada. La Biogeografía es una herramienta teórica y conceptual que permite por medio de la combinación de factores geográficos, ambientales, históricos y culturales comprender la distribución de los seres vivos sobre el planeta Tierra.

¿Qué es la Biogeografía?

La Biogeografía como muchas de las ramas que hemos visto durante la unidad, es una forma de comprender alguno de los fenómenos particulares que se dan sobre la tierra. En este caso y luego de haber revisado muchos fenómenos como el clima, la temperatura, las formas de la tierra, la producción de la tierra, ahora llega el momento de ocuparnos de las especies que habitan la Tierra y cuál es su distribución sobre la misma. En este sentido la definición más sencilla de Biogeografía es el estudio de la distribución geográfica del pasado y del presente de plantas y animales y otros organismos. Más allá de la simple distribución, la Biogeografía funciona como un dispositivo para comprender lo que pasa a nuestro alrededor cuando de interacción de seres vivos se trata. En este sentido es clave comprender por qué la Biogeografía nos ayuda a pensar lo que

vivimos a diario, preguntas como ¿Por qué existen tantas aves? ¿Por qué vemos más aves en determinados lugares? Son dudas que el estudio de la Biogeografía nos puede ayudar a resolver.

En la actualidad, los seres humanos juegan un papel cada vez más importante en relación con su entorno, y tienen sin lugar a dudas, un impacto significativo en la vida de las plantas y los animales con los que comparten la Tierra. Además, es clave comprender que para la existencia humana es necesario un uso racional de diversos seres que comparten con nosotros. En este sentido la Biogeografía también es relevante en la medida que genera un estudio particular de la aparición y desaparición de los seres vivos y sus causas, un estudio juicioso de estos aspectos, nos puede llevar a implementar planes de choque para la recuperación y manejo de los ecosistemas.

Para hacer un estudio juicioso de la Biogeografía como ciencia debemos comprender en primera instancia que todos los flujos y cambios que se dan sobre la Tierra tiene como base fundamental es el movimiento de energía. En esta medida para comprender la Biogeografía se van a exponer a continuación tres tipos de jerarquías que incluyen los estudios más sobresalientes de la materia.

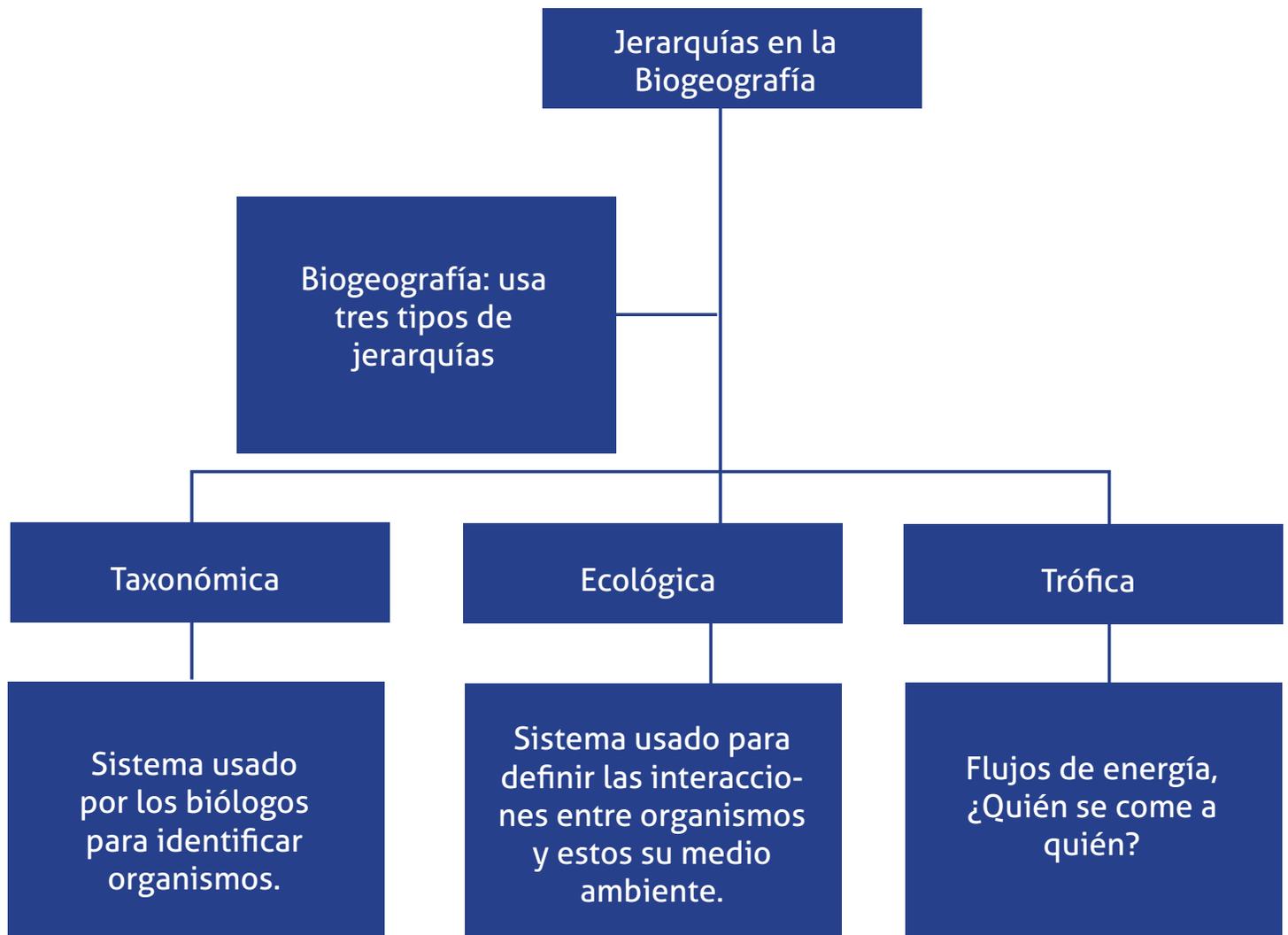


Figura 1.
Fuente: Propia.

La Biología base fundamental de la Biogeografía (ciencia sintética que incluye muchos saberes expertos) puede definirse como la ciencia de la vida. Es en este reto de pensar toda la vida de la Tierra que se generan tres tipos de jerarquías. Una jerarquía es un sistema de organización de los componentes de un todo con el fin de ser clasificados por rango y por importancia o labores particulares en sistemas más complejos. Existen para la Biogeografía tres jerarquías importantes: (1) La jerarquía taxonómica, (2) La ecológica y (3) La trófica.

Jerarquía taxonómica

Este tipo de jerarquía es una sub-disciplina de la Biología. En términos generales la taxonomía brinda la posibilidad de clasificar el sin número de especies y de seres vivos que hay en el planeta Tierra. Es una forma general de sistematización de la vida humana con el fin de comprender la evolución, los cambios y las similitudes entre seres vivos. Las historias evolutivas de los organismos se llaman filogenias, los taxónomos en general y/o cualquier observador debe utilizar las características de los seres para poder categorizarlos. Se inicia con un análisis de características físicas (a simple vista) se continua con algunos análisis químicos y microscópicos de composición de tejidos y por último los análisis cromosómicos. La taxonomía sería una tarea complicada si existieran muchos sistemas de clasificación, en todo caso el sistema de clasificación es único y tiene sus orígenes en la antigua Grecia con los aportes de Aristóteles. Posteriormente se destaca el aporte en la Edad Media relacionada con la distribución por géneros, que fueron definidos en la época como grupos de animales con características similares.

¿Sabía qué? el aporte de Carlos Linneo a la Biología fue creación de la nomenclatura binomial o binaria que consiste en designar cada ser vivo con 2 nombres. Uno correspondiente al género y otro correspondiente a la especie, se le denomina nombre científico, pero además cada especie se designa con un nombre vulgar.

A continuación se nombran los conceptos más importantes para comprender las categorías taxonómicas.

a. Dominio: el dominio se refiere a la separación de los organismos por sus

células. Existen dos clases: pluricelular, unicelular.

- b. Reino: esta categoría piensa en la naturaleza común.
- c. Filo: se agrupan los seres vivos por su sistema de organización (igual tipo de tejidos, reproducción, órganos y sistemas internos).
- d. Clase: de nuevo tiene que ver con las características más comunes del sub grupo.
- e. Orden: se basa en características generales más específicas.
- f. Familia: características comunes dentro del orden, mayor nivel de especificidad.
- g. Género: se refiere a especies relacionadas entre sí.

Especie: grupo de individuos que cuentan con las mismas características que permiten la reproducción entre ellos.



Imagen 1.

http://www.cientific.com/imagenes/pp/sistematica/sl_10.jpg

Jerarquía ecológica

Si bien la jerarquía taxonómica permite diferenciar seres vivos por sus características principales, no permite ver la relación directa de estos seres con su medio ambiente. Es en este sentido que la Biogeografía particularmente los ecologistas, estudian otro tipo de jerarquía.

Esta jerarquía en particular tiene como primer nivel de estudio los individuos. En el siguiente nivel se destacan las poblaciones (Agrupaciones del mismo individuo) este nivel tiene que ver con los procesos de relación de los seres en un momento determinado, con las interacciones espaciales y temporales que tengan entre ellos. El siguiente nivel es una comunidad ecológica, las comunidades por su parte, se definen como las poblaciones de organismos que viven en un determinado lugar. Siguen los ecosistemas y por último la biósfera que integra todos los individuos y aspectos bióticos y abióticos de la tierra.

Es clave comprender que este tipo de jerarquía permite una relación directa, todos los elementos sobre la tierra tienen relaciones directas o indirectas y por lo tanto existen flujos de energía y materia entre ellos.

Ecosistemas

Los ecosistemas son centrales en este tipo de jerarquía por varias razones: (1) Son una forma relacional y compleja de estudiar el universo, (2) Con una forma compleja que integra las relaciones de materia y energía entre individuos y la relación con ambiente, (3) Pensar en ecosistemas es posible en la medida que exista una interdisciplinariedad. Existen varias clases de ecosistemas que

invitamos a estudiar en profundidad, algunos de ellos son: bosque templado, el bosque lluvioso tropical, el desierto, la pradera, la tundra, el páramo, y el océano, entre otros.

Jerarquía trófica

Constituye la tercera forma de ordenar la biósfera. Este tipo de jerarquía, corresponde al orden relacionado con los flujos de energía afectados por cada uno de los ecosistemas. Los distintos niveles a partir de los cuales fluye la energía hasta su disipación se llaman niveles tróficos.

¿Sabía qué? Entendemos que los procesos en la tierra se relacionan directamente con la energía solar, de esta energía entrante, aproximadamente el 32% es reflejada de vuelta al espacio por la atmósfera. Aproximadamente el 18% es absorbida por la atmósfera. La superficie de la tierra absorbe aproximadamente el 50% de la radiación entrante, y alrededor del 20% de esta se utiliza en proceso de evaporación de agua. Está claro que casi el 100% de la radiación solar incidente es reflejada de vuelta al espacio. Entonces cabe la pregunta ¿Qué porcentaje es el que absorbe la biósfera? Pues parece sorprendente pero solo entre 0.1 y 0.3% de la energía reflejada es utilizado en la biósfera y este se inicia con el proceso de fotosíntesis.

El proceso de fotosíntesis es la base fundamental de cadena trófica, por que las plantas luego de los procesos químicos que realizan con la captura de la luz se convierten la base de la cadena trófica.

Características generales de los organismos, asociadas a la cadena trófica

Como se vio anteriormente, la energía y la materia son centrales para comprender la jerarquía trófica, ahora, para esta jerarquía debemos comprender que existen tres tipos de organismos:

- Productores:** son básicamente las plantas que utilizan únicamente la luz solar. También llamadas autótrofas por que no requieren de otro organismo para sobrevivir.
- Consumidores:** son todos aquellos organismos que requieren de otros organismos como fuente de energía. Existen tres clases de consumidores (primarios, secundarios y terciarios según sea el caso). Los consumidores pueden ser carnívoros, herbívoros y omnívoros y estos organismos son conocidos como heterótrofos, pues como se mencionó requieren de otro organismo para sobrevivir.
- Descomponedores:** son los organismos encargados de descomponer la materia y usarla como fuente de energía.

Cadena trófica

Lo presentado anteriormente no es una cadena lineal. Generalmente,

hay un salto de niveles y una ida y vuelta del intercambio entre diferentes niveles de consumidores y descomponedores. Como resultado, se da el flujo real de la energía en un ecosistema como una red de alimentos y no como una cadena lineal. Elton (1927) fue uno de los primeros científicos en identificar la importancia de los ecosistemas de acuerdo con los flujos de energía. También reconoció que el flujo de energía fue más complejo que una cadena lineal simple. Se ha sugerido que la comprensión de la estructura de red de alimentos es fundamental para la

comprensión de la estructura básica de los ecosistemas, la función, y la respuesta a la perturbación y el cambio. La siguiente figura presenta lo complejo del flujo de energía y materia sobre la tierra:

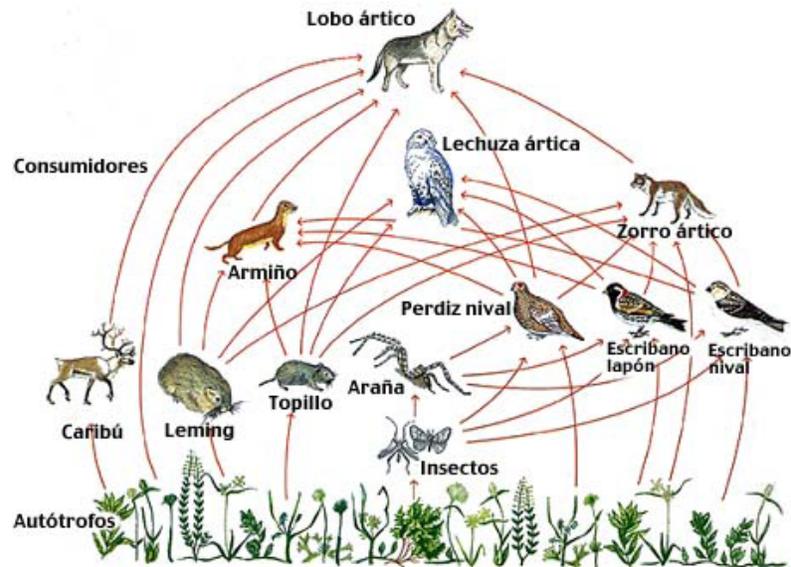


Imagen 2.

Fuente: <http://goo.gl/kDm5gF>

Distribución de los organismos vivos

¿Por qué los osos polares no pueden vivir en el trópico? O mucho mejor ¿Por qué les hace tanto daño el deshielo y el calentamiento global? Estas son algunas preguntas importantes en la relación entre seres y lugar de ubicación, entre individuos y su Geografía. Es importante relatar en este punto que las diferentes especies de plantas y animales requieren ciertas condiciones físicas relacionadas con la temperatura, la humedad, la química, y la luz con el fin de sobrevivir. A este tema se suman los riesgos y las relaciones históricas de los organismos en determinados lugares. Ambos factores biológicos e históricos juegan un papel en

control de las distribuciones geográficas. Esto no quiere decir que exista una correlación directa, sin embargo, se deben anotar estas características en los análisis de los entornos y los impactos particulares, la siguiente imagen muestra la variación en la cantidad de especies (mayor o menor biodiversidad ¹ según factores geográficos).

Biodiversidad en el mundo

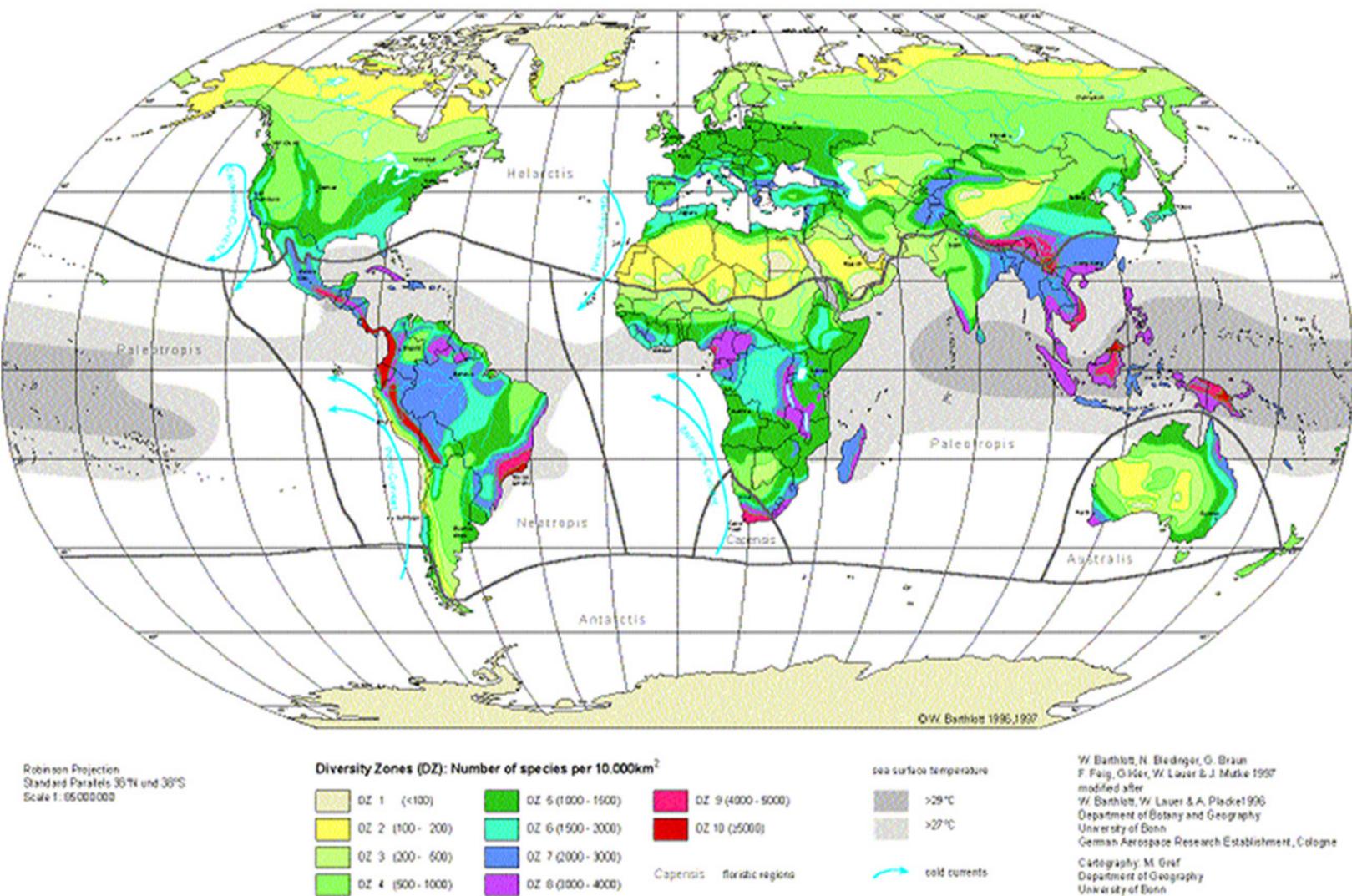


Imagen 3.

Fuente: <http://archive.cspo.org/gck/images/Biodiversity%202.jpg>

1 La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este reciente concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.

Tomado de: http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es.html

La luz, temperatura y las plantas

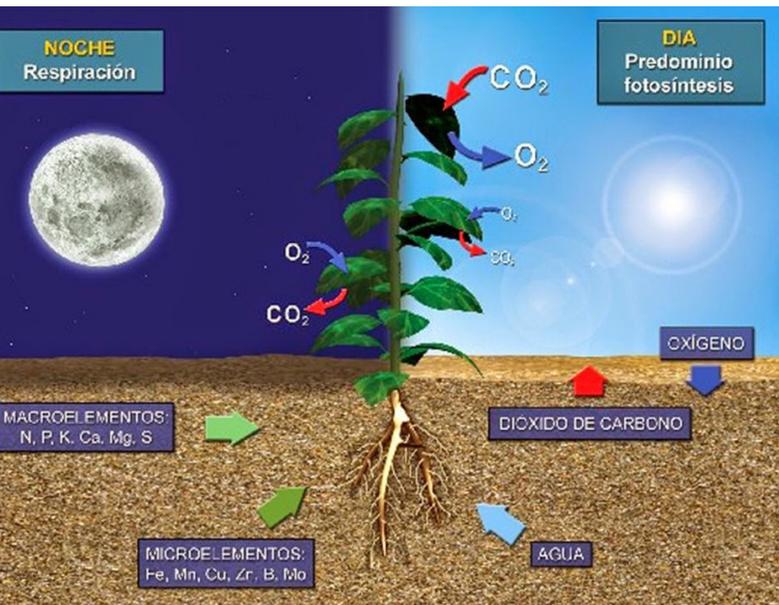


Imagen 4.

Fuente: <http://goo.gl/ZcMGQp>

La cantidad de luz disponible es una forma clave de pensar la distribución de las plantas. Aunque la cantidad de luz solar recibida en la superficie de la tierra varía con la latitud, investigaciones recientes sobre el impacto de las diferencias en la intensidad de la luz sobre las plantas indican que generalmente las plantas pueden adaptarse dependiendo del clima, el momento de la reproducción y la capacidad de almacenamiento de agua. Las plantas pueden ser clasificadas en dos categorías con respecto a sus requerimientos de luz. Por un lado están las heliófilas que crecen mejor a pleno sol, y *sciophytes* que crecen mejor en la sombra.

Vale la pena resaltar que para las plantas, la temperatura puede limitar la diversidad de la distribución geográfica, pues puede causar dificultades metabólicas y daños físicos, según se la exposición particular. En general, las plantas son organismos poiquilotermos, que significa que asumen la temperatura

de su entorno. En esa medida es la relación de la temperatura y la luz la que determina en una gran medida la distribución de las plantas sobre la tierra, atendiendo además, a factores particulares como la altura y otras expresiones climatológicas básicas para la reproducción de los seres vivos en general.

Gradientes ambientales y nichos

Una vez que se comprendió a grandes rasgos las características relacionadas con las jerarquías para pensar la Biogeografía y varias formas de relación entre los seres vivos y el ambiente que los rodea en una lógica de coproducción. Es clave pensar que otro tipo de relaciones nos ayudan a ver el complejo mundo de la biósfera en relación a todos los contenidos vistos con anterioridad, en esta medida el concepto de noche es clave para comprender el estudio general de la Biogeografía:

Se denomina a sí la estrategia de supervivencia utilizada por una especie, que incluye la forma de alimentarse, de competir con otras, de cazar, de evitar ser comida. En otras palabras, es la función, "profesión" u "oficio" que cumple una especie animal o vegetal dentro del ecosistema. Se refiere no solo al espacio físico ocupado por un organismo (nicho espacial o de hábitat), sino también a su papel funcional en la comunidad (nicho trófico) y a su posición en los gradientes ambientales de temperatura, humedad, pH, suelos, etc. (nicho multidimensional o de hipervolumen). El nicho ecológico de un organismo depende de dónde vive, de lo que hace (como transforma la energía, se comporta, reacciona a su medio físico y biótico y lo transforma), y de cómo es influenciado por las otras especies. El papel que desempeñan los individuos de una especie es único en cualquier ecosistema dado. En ecosistemas semejantes, se pueden reconocer

las mismas "profesiones": polinizadores, foto sintetizadores, carroñeros, distribuidores de semillas, descomponedores de materia orgánica.

Fragmento tomado de: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/NichoEcol.htm>

Ahora, teniendo en cuenta la definición de nicho es clave comprender que un gradiente ambiental se refiere a los cambios graduales de los factores abióticos en el espacio terrestre. Es decir, son cambios relacionados con factores como la altitud, la temperatura, la profundidad, la proximidad del océano y la humedad del suelo. En este sentido comprender que los nichos ecológicos dependen y se relacionan con los gradientes ambientales dan paso a la exposición de las diferentes relaciones que existen entre los seres vivos, para de esa forma crear la unidad y generar la inquietud en el estudiante frente a las relaciones que se dan en diferentes niveles y como el estudio de estos temas da como resultado una lectura compleja del mundo que nos rodea.

Relaciones entre seres vivos

Existen dos tipos de relaciones entre los seres vivos dentro de los ecosistemas como unidad de análisis para comprender este subtema. Existen las relaciones intra-específicas y las relaciones inter-específicas. Por relaciones inter-específicas son las que se dan entre individuos de la misma especie dentro del ecosistema y pueden ser de asociación o de competencia. Las relaciones de asociación se caracterizan por pactos naturales en pro de suplir alguna necesidad como la alimentación, la defensa entre depredadores o el cuidado de las crías,

por competencia se entienden las formas de relación pensando en la sobrevivencia que tiene que ver con la disponibilidad de recursos, la reproducción o la dominación del grupo de individuos.

En cuanto a relaciones inter-específicas se destacan cinco tipos de relaciones: (1) Competencia que se refiere a la búsqueda de uso de un recurso limitado en el ambiente. (2) Depredación que se refiere a la utilización en una sola vía de la materia y energía de un ser vivo. (3) El parasitismo que se refiere al aprovechamiento de un individuo de otro dejando a este último perjudicado. (4) El mutualismo que es una relación donde todos salen beneficiados y por último el comensalismo, se refiere a que solo uno de los dos sale beneficiado pero el otro no se ve afectado por este beneficio.

A continuación se presentan algunas imágenes de los tipos de relaciones más sobresalientes:



Imagen 5. Depredación

Fuente: http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-29573_thumbnail.jpg



Imagen 6. Competencia
Fuente: <http://goo.gl/K8Dkeb>



Imagen 7. Simbiosis
Fuente: <http://neetescuela.com/wp-content/uploads/2011/07/simbiosis-mutua-1.jpeg>

Lo interesante de la Biogeografía radica en su relación con otras ciencias. Así como durante la unidad se ha insistido en las profundas relaciones entre ser humano y naturaleza, es también importante resaltar las relaciones entre diferentes formas de pensar y ver el mundo. Con esto nos referimos a los distintos tipos de ciencias y subsidencias que aportan al entendimiento general del universo.

Esta cartilla como todas las anteriores, invita a los estudiantes a ver los temas a profundidad y utilizar los recursos web como una forma de pensar las posibilidades innumerables que existen de comprender los temas.

Hemos visto varios conceptos muy puntuales sobre muchos componentes de la Tierra. Es clave comprender que estos conceptos no son estáticos y que gran parte de la investigación actual se basa en reevaluar constantemente todos los conceptos y teorías, es por esta razón que invitamos al estudiante a actualizar estas temáticas y así reforzar un hábito académico de lectura de artículos. La biblioteca de la universidad brinda varios recursos al respecto que invitamos a consultar.

4

Unidad 4

¿Qué es un páramo?



Geofísica

Autor: Catalina Quintero

Introducción

Los páramos son ecosistemas estratégicos en la actualidad de Colombia. En los últimos años se ha inundado la prensa de noticias sobre la delimitación de páramos pensando en la posibilidad de ejercer extracción minera en los mismos. Es en este contexto los ecosistemas presentan una oportunidad perfecta para integrar los conocimientos vistos durante la unidad.

Un contexto actual y probablemente un ecosistema que se encuentre cerca de las casas de los estudiantes, puede despertar el interés en saber que geoformas los componen y cuáles son las responsabilidades que tenemos los seres humanos en nuestra relación con un ecosistema tan frágil como los páramos. En esta medida la esta unidad se centrará en describir las características físicas, geográficas y socioambientales de los páramos como una estrategia pedagógica de aplicar muchos de los concepto vistos a través del curso.

Los páramos son fábricas de agua, y el estudio de los mismos, además, nos acerca con el objetivo de brindar las herramientas necesarias para hacer una lectura crítica de la Geografía como ciencia y su relación con otras formas de ver el mundo.

Para la lectura de esta cartilla y en general de la unidad se recomienda al estudiante: (I) Generar una lectura propia del contexto, es decir, no todos los conceptos y formas de ver el mundo que se dan aquí son las únicas, en esa medida, y como estrategia de implementación pedagógica, se recomienda contrastar fuentes y poner en manifiesto todas las dudas que se encuentren. (II) Para la lectura particular de la conclusión del curso se invita al estudiante a repasar temas vistos con anterioridad, en especial los temas relacionados con agua y geomorfología. Además, es importante que toda la lectura se vea aplicada a contextos cotidianos. Así, preguntase por: ¿dónde queda el páramo más cercano a mi casa?, ¿conozco el páramo?, ¿qué es un bosque andino? ¿el agua que tomo en la casa de dónde viene? ¿de un páramo? Es parte de una aplicación y comprensión integral de conocimientos.

En términos generales la unidad se compone de las características fundamentales de los páramos como ecosistemas estratégicos e intenta integrar algunos de los conocimientos básicos que se vieron durante todo el curso. Toda la información aquí consignada es una compilación y análisis particular de textos claves para comprender los páramos como los escritos de docente Ernesto Ghul y los materiales educativos del Instituto Alexander Von Humboldt.

¿Qué es un páramo?

Los páramos son un complejo ecosistema que es paisaje, espacio de vida y cultura, lugar sagrado y sistema a la vez. Existen hace aproximadamente 10.000 millones de años y han sido hábitat de cientos de especies animales y vegetales, muchos de los complejos de páramos funcionan como sistema y tiene una relación directa con otros ecosistemas adyacentes como los bosques andinos. Ahora vamos a caracterizar los factores bióticos y abióticos que hacen tan especiales los páramos.

En cuanto a factores bióticos, se puede resaltar que: la vegetación y la fauna de los páramos es altamente calificada para vivir bajo condiciones extremas en términos climáticos. Es por esta razón que muchas de las especies que se encuentran en esta zona son endémicas. En cuanto a la vegetación se

puede decir que los páramos no cuentan con altos árboles, todos los organismos están adaptados para retener grandes cantidades de agua y regular la temperatura, las hojas están provistas de pelos que para protegerse de los cambios climáticos. Se debe tener en cuenta que a pesar que los páramos son fábricas de agua, muchas veces el ambiente es muy seco y las plantas y los animales deben adaptarse para no deshidratarse. En cuanto a fauna se refiere se debe anotar que se presentan densos pelajes y colores oscuros para tener el calor del día.

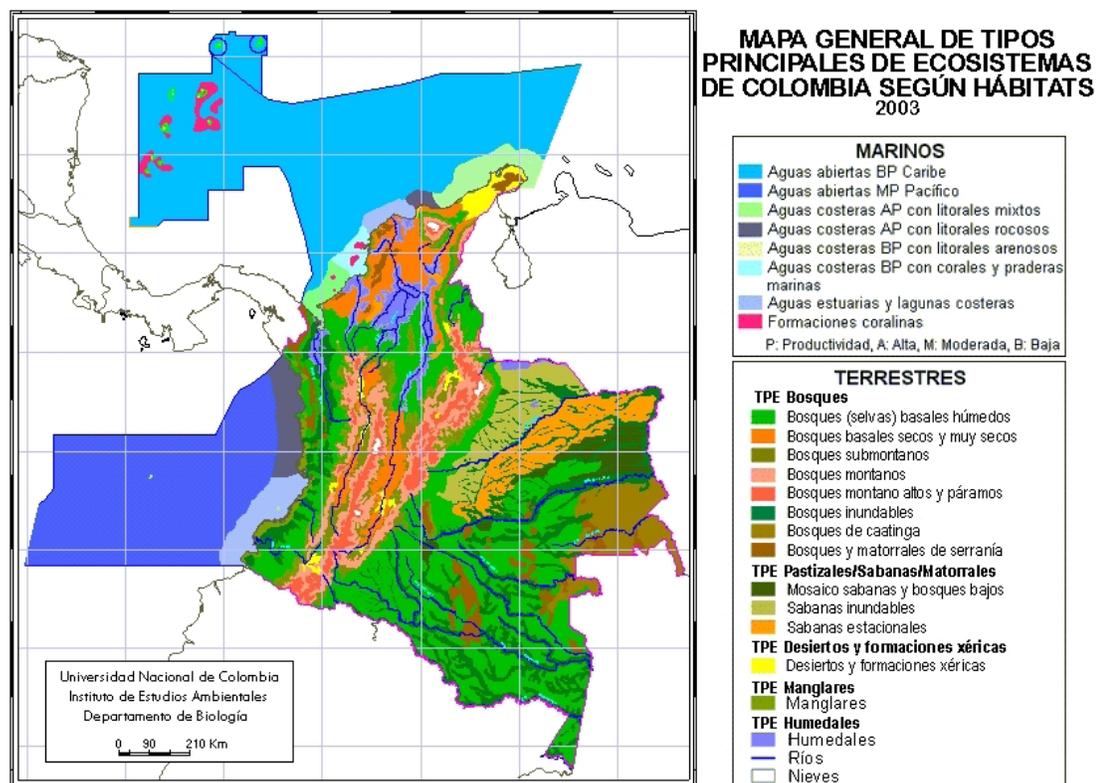
Otros factores bióticos están relacionados con los microorganismos y los suelos. En cuanto a suelos se refiere se debe anotar que son ricos en materia orgánica y retienen, filtran y distribuyen el agua por los cuerpos de agua. Todos los procesos de descomposición del suelo son extremadamente lentos y es por esta razón que estos suelos también retienen grandes cantidades de carbono. Los microorganismos son parte esencial en procesos de ciclaje de nutrientes.

Ahora, como factores abióticos tenemos: latitud, altitud, clima, humedad, luz, y vientos. Los páramos son ecosistemas que solo se encuentran en la zona tropical y por encima de 3000 m.s.n.m y el clima puede cambiar de forma abrupta durante el día. Lo que los hace ecosistemas complejos. Sumado a estos dos factores no se debe olvidar el impac-

to y los cambios que provocamos como humanos en los páramos.

Páramos en Colombia

Colombia es considerado un país mega diverso. Su privilegiada ubicación en relación con otros países y la evolución general de la geomorfología del país hacen de Colombia un país con un sinnúmero de ecosistemas, de especies de plantas y animales y de paisajes. Uno de estos ecosistemas son los páramos. La reunión de todos estos ecosistemas es la que hace posible nuestra vida en la tierra y son los páramos parte esencial de este proceso. En términos de servicios ecosistémicos de un páramo, o más bien propiedades de los páramos en Colombia encontramos: 3.379 especies de plantas, 70 especies de mamíferos, 154 especies de aves y 90 especies de anfibios. Además de una constante regulación de agua, plasmada en la capacidad de los suelos de los páramos de almacenar agua y luego liberarla de forma regular. Existen cifras en cuanto al agua que se aproximan a calcular que un 70% de la que se bebe en las ciudades proviene de estos ecosistemas. Otro de los servicios tiene que ver con la retención de carbono que es 10 veces mayor a la que tiene un bosque tropical. Esto sin contar con la fortuna de tener un paisaje de este estilo y las profundas raíces históricas de nuestros antepasados con este tipo de ecosistemas.



Este mapa es una representación aproximada con fines ilustrativos de la vegetación y ecosistemas existentes en Colombia de no haber sido transformados por la acción humana. La información representada en el mapa no está georreferenciada. Mapa modificado de Colciencias (1990) bajo la responsabilidad de G. Marquéz.

Imagen 1.

Fuente: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2010615/lecciones/eco_col/images/mapa-ecosistemas.jpg

Los páramos en Colombia se formaron en lo alto de las montañas como islas en un mar de bosque, cuando la cordillera de Los Andes alcanzó grandes altitudes. Esto sucedió entre 5 y 3 millones de años atrás. Luego, en algún momento hace 1 millón de años, durante las glaciaciones, la temperatura del planeta bajó mucho y los páramos extendieron sus límites hacia abajo. Algunos se conectaron entre sí, lo que permitió que se diera un mayor movimiento e intercambio de animales y semillas entre las cimas de montañas antes desconectadas. Otras cimas permanecieron aisladas y allí evolucionaron especies que no se encuentran en ninguna otra parte del planeta, es decir, especies endémicas de esos lugares.

Fragmento tomado de: http://www.páramo.org/files/El_Gran_Libro_de_los_Páramos.pdf

Sumado a esta historia física de los páramos en Colombia, cabe anotar que a lo largo del tiempo han sido una fuente de inspiración dependiendo del observador. Es decir, los páramos han sido vistos de muchas formas, las personas que los visitan crean una imagen particular del paisaje y es en este contexto que tenemos que comprender que desde hace muchos años son varios los significados que le han dado a los páramos. Por ejemplo, para los muiscas existía una deidad a la que llamaban Pantasma Negra que tenía forma de nube negra y cuidaba las lagunas de las alturas. Claramente aquí se estaban refiriendo a los ecosistemas páramos. Posterior a los muiscas fueron los primeros cronistas que llegaron a la sabana quienes ahora dotaron al páramo de categorías como hostil, parte de las nieblas. Lugares que probablemente no eran de fácil transición en la campaña conquistadora

generaron miedos profundos en los conquistadores que los llamaron páramos que en latín significa Yermo y en España llamaban con ese nombre a la meseta desierta de Castilla, lo que muestra un claro contraste en tierras bajas y tierras altas, estas últimas sinónimo de peligro.

Páramos en Colombia -Cordillera Occidental-:

Para acceder al mapa, buscar el siguiente enlace: <http://www.imatedores.com/banocc/paramos/IMAGES/mapaparamos.pdf>

1. Paramillo, altura 3.960 Antioquia, Risaralda.
2. Alto Yermal, altura 3.110 Antioquia.
3. Frontino, altura 4.080 Antioquia.
4. Cerro San José, altura 3.000 Chocó.
5. Alto Concordia, altura 3.000 Antioquia.
6. Farallones de Citará, altura 3.300 Antioquia, Chocó.
7. Cerro Caramanta, altura 3.900 Risaralda.
8. Alto de Las Palomas, altura 3.040 Risaralda.
9. Cerro Tamaná, altura 4.200 Chocó, Valle del Cauca.
10. Cerro Torrá, altura 3.670 Chocó.
11. Cerros de Roldanillo, altura 3.650 Valle del Cauca 1.
12. Farallones de Cali, altura 4.100 Valle del Cauca.

Características físicas y geográficas de un páramo

Para comprender las características físicas de los páramos es necesario pensar en su

origen. En esta media es importante que el estudiante relacione conceptos como zonas de subducción, tectónica de placas, pangea, entre otros vistos en la unidad de geomorfología.

Para recordar Pangea: otro aporte científico para entender la Tierra es entender la Teoría del geólogo Alfred Wegener que utilizó las pruebas procedentes de fósiles, tipos de rocas y climas antiguos para crear un ajuste de los continentes en forma de rompecabezas, creando así su supercontinente, llamado Pangea. Una consecuencia importante de la fragmentación de Pangea fue la creación de una «nueva» cuenca oceánica: El Atlántico. Lo primero que se separó fueron Norteamérica y África. Allí, la corteza continental estaba muy fracturada, lo que proporcionaba vías para que grandes cantidades de lava fluida alcanzaran la superficie. En la actualidad estas lavas están representadas por las rocas ígneas meteorizadas que se encuentran a lo largo de la costa oriental de Estados Unidos, principalmente enterradas debajo de las rocas sedimentarias que forman la plataforma continental. La datación radiométrica de estas lavas solidificadas indica que la separación empezó hace aproximadamente 180 y 165 millones de años (Tarbuck, & Lutgens, 2005).

Para recordar zonas de subducción y tectónica de placas: la tectónica de placas, la actividad tectónica se refiere a todas las formas de fractura y plegamiento que se producen en la litósfera, incluyendo la corteza. Se debe tener en cuenta que la litósfera se divide en dos, la continental y la oceánica, esta primera, tiene una corteza gruesa, que se compone principalmente por roca félsica (granítica), y es comparativamente poco densa, mientras

que la litósfera oceánica está formada por rocas máficas y ultramáficas y es más densa que la continental. Debido a que la placa oceánica es comparativamente delgada y gruesa en comparación con la continental que es más gruesa pero más ligera, la placa oceánica se curva hacia abajo y se hunde en la astenosfera. Este proceso de hundimiento de una placa bajo la otra se llama **subducción** (Strahler & Strahler, 1989).

Una vez recordados temas generales de la formación de cadenas montañosas, es importante ubicar los páramos en el tiempo geológico, para comprender como estos se fueron formando asociados a los dos conceptos vistos anteriormente.

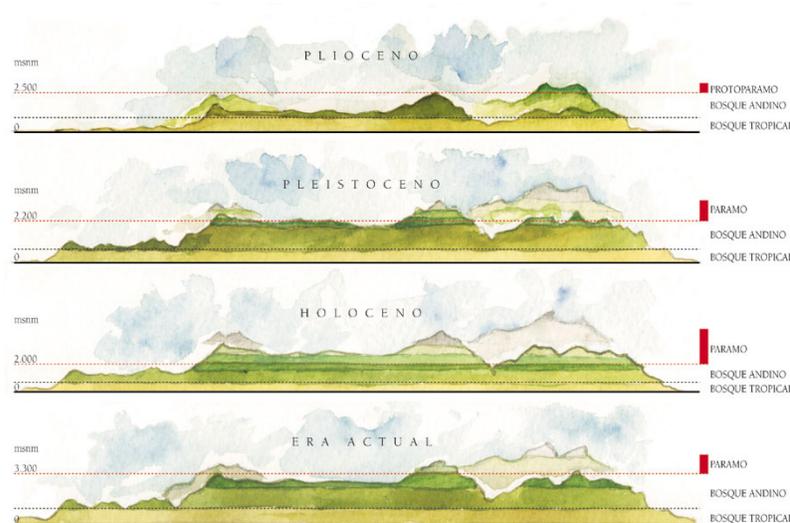


Imagen 2.

Fuente: <http://www.imeditores.com/banocc/paramos/IMAGES/PARAMOS.JPG>

Las primeras montañas que se elevaron en América fueron la Cordillera Occidental colombiana, la cordillera de Mérida en Venezuela y los Andes del Ecuador. En este momento del tiempo, sobre las cimas de las montañas solo podían crecer plantas que por alguna razón se adaptaron al frío.

Este ecosistema precursor de los páramos actuales se denomina protopáramo. En el protopáramo, la vegetación es similar a la de las sabanas bajas, pastos y primeros arbustos. De aquí en adelante el futuro de los páramos estuvo fuertemente relacionado con las glaciaciones y los cambios de clima. Un páramo es un glacial antiguo. Y es en esta medida que dentro de los ecosistemas de páramos se ven geformas asociadas con morfología glacial como las morrenas.



Imagen 3.
Fuente: http://www.mucubaji.com/images/Laguna_Mucubaji_Sulbaran.jpg

Ahora, hablando de los páramos en la actualidad es importante anotar varios factores determinantes para comprender las características generales de estos ecosistemas.

Clima: el clima como se vio en unidades anteriores es la integración entre la temperatura, la humedad, la presión, los vientos y la precipitación. Está influido directamente por la latitud, la altitud, la

continentalidad, las corrientes marinas y la orientación del relieve. Así, el clima en los páramos cambia de formas abruptas durante el día. La temperatura puede variar desde los cero grados hasta los treinta con mucha facilidad, lo que hace de este un ecosistema único con una serie de especies únicas, adaptadas a estos cambios.

Frente a esto existen dos tipos de páramos que dependen del clima y los vientos. El movimiento de los vientos es trascendental para comprender los páramos. Existen los páramos secos y los páramos húmedos. Estos páramos dependen de la posición orográfica, es decir, la ubicación de un lado u otro de la montaña. Esta posición con respecto a los vientos determina dos tipos de vertientes la de barlovento y la de sotavento. Barlovento se refiere al costado de la montaña donde los vientos soplan con más fuerza y cargados de humedad (de Oriente a Occidente) y sotavento se refiere a la vertiente contraria donde el aire es seco.

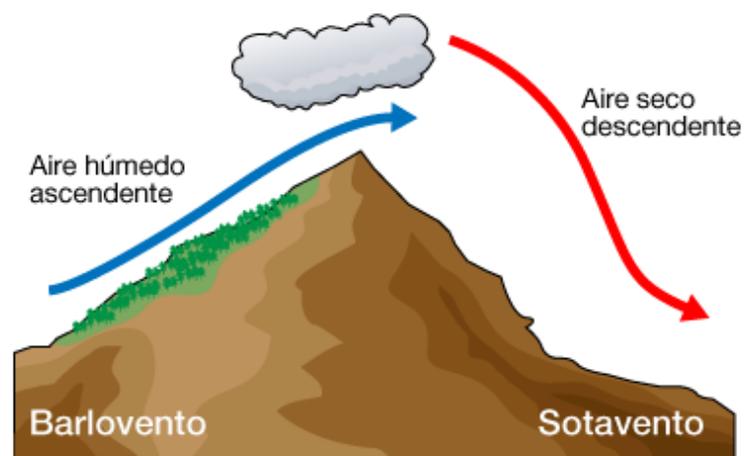


Imagen 4.
Fuente: <http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1M6T4L5Z6-1HJB71B-15HK/BarloventoSotavento.png>

Suelos:

El suelo es una mezcla de materia mineral (roca muy desintegrada), materia orgánica viva (como los microorganismos), o muerta y en proceso de descomposición (como los residuos de plantas y animales, el llamado humus), agua y aire.

Fragmento tomado de: http://www.páramo.org/files/El_Gran_Libro_de_los_Páramos.pdf

El clima, de nuevo, es el factor más influyente en la formación del suelo en la región paramuna y como vimos anteriormente el suelo es uno de los factores bióticos más relevantes a la hora de hablar de las propiedades de un páramo. Dependiendo de las lluvias, la temperatura, la luz, la humedad y los vientos, los suelos se forman más rápida o más lentamente, con más o menos nutrientes disponibles para las plantas y, por lo tanto, el clima también determina el tipo de vida animal y vegetal presente en una zona. En los páramos, la cantidad de agua que recibe el suelo en forma de lluvia oscila entre 600 a 3.000 mm por año.

Vegetación:

La vegetación dominante en el páramo abierto son varias especies de pastos o "pajas" de los géneros *Calamagrostis*, *Agrostis* y *Festuca* y las plantas arrosetadas, entre las que sobresalen diversas especies de frailejones géneros *Espeletia*, *Espeletiopsis*, *Libanothamnus* y *Paramiflos*. Los frailejones forman un grupo de asteráceas (las *Espeletiinae*) endémicas a los altos Andes de Venezuela, Colombia y Ecuador; en las altas montañas tropicales y subtropicales del Viejo Mundo tienen su equivalente en otras asteráceas de porte muy

similar, como las *Dendrosenecio* de África y *Argyroxiphium* de Hawaii.

Otras plantas arrosetadas comunes en el páramo son los cardos (*Puya*), carditos (*Paepalanthus*) y algunos helechos del género *Blechnum*. Entremezcladas entre los pastizales crecen una gran cantidad de hierbas, muchas de ellas endémicas a reducidas zonas de páramo. Sobresalen las árnicas y otras especies de la familia de las margaritas (*Asteraceae*), los apios de monte (*Apiaceae*), las gencianas, teresitas y cachitos (*Gentianaceae*), los geranios silvestres (*Geranium*), los chochos (*Lupinus*), las orquídeas (*Orchidaceae*), las plegaderas (*Lachemilla*) y las valerianas (*Valeriana*), entre muchas otras.

Diversas especies de arbolitos y arbustos son comunes en partes del páramo, dispersos por el terreno o formando matorrales y bosques de porte bajo en cañadas y sitios protegidos. Estas plantas leñosas también forman matorrales en el límite inferior del páramo (subpáramo), donde este hace contacto con el bosque andino. La antigua dominancia de arbustos y bosques enanos ya no es evidente en muchos páramos, pues estos han sido destruidos por la tala y la quema para abrir los terrenos para la ganadería.

Fragmento tomado de: http://www.opepa.org/index.php?option=com_content&task=view&id=195&Itemid=31

Características socioambientales de un páramo

Los páramos han sido siempre un ecosistema en constante relación con todos los humanos que lo han habitado. Si bien son producto de una historia de glaciaciones y de cambio geomorfológico como se vio en apartado anterior, los páramos también son resultado

histórico de las economías indígenas y campesinas que se han dado sobre su superficie. Para el caso colombiano podemos destacar las siguientes actividades como formadoras de los páramos: económicas indígenas y campesinas, redes viales y camino, grandes haciendas coloniales y procesos de extracción de sus múltiples recursos.

Para explicar este apartado es necesario conocer la definición de un sistema asocio-ecológico.

Sistema socioecológico

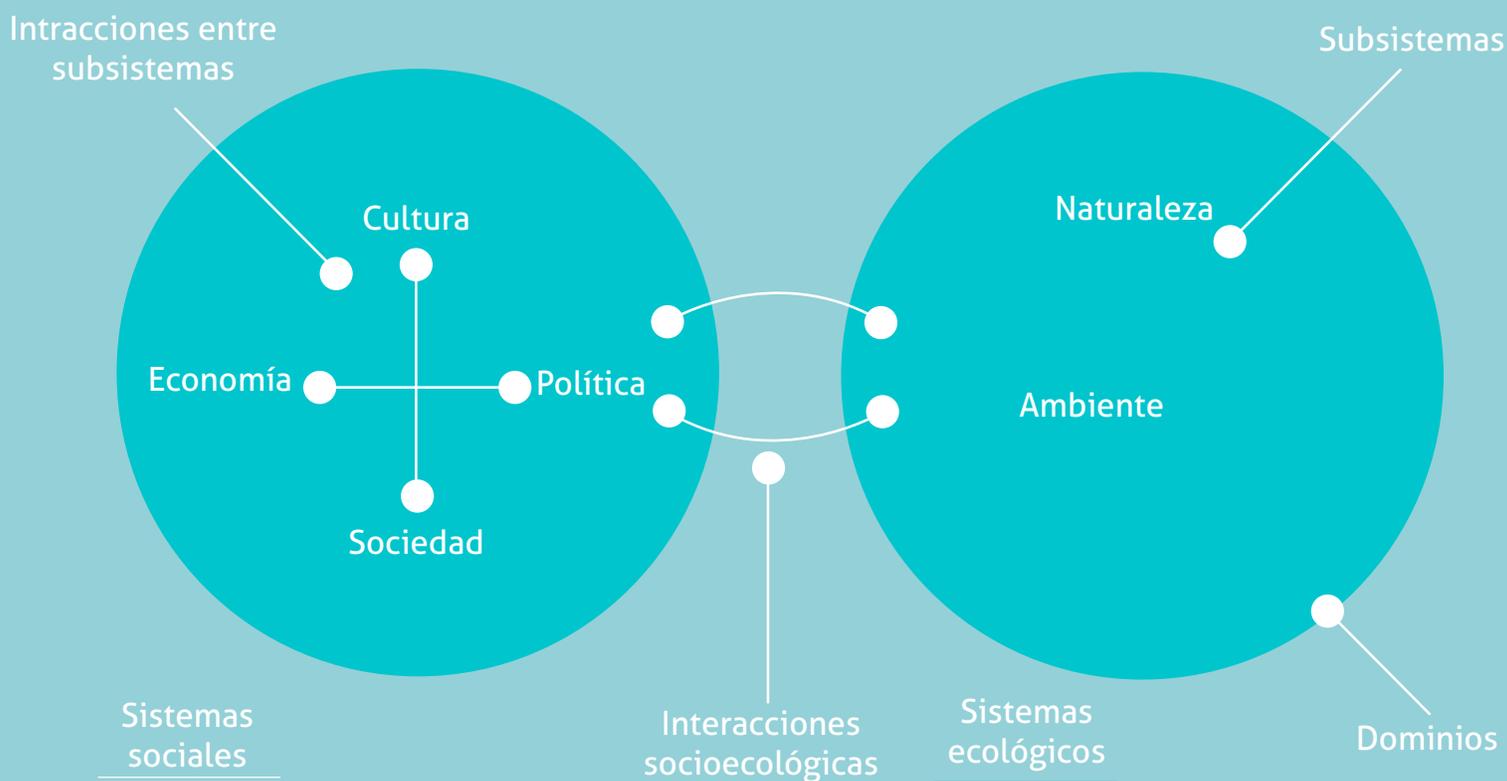


Figura 1.

Fuente: Propia, adaptado de <http://www.scielo.org.co/img/revistas/rlsi/v8n2/v8n2a15f1.jpg>

Tal como lo muestra la figura, un sistema socioecológico se caracteriza por un proceso de relación de todos los ámbitos espaciales y relacionados con la cultura en una lógica compleja de conservación y sobrevivencia. En este sentido se podría afirmar que un páramo es un complejo sistema socioecológico.

La importancia de los páramos: páramos fábricas de agua

Como se mencionó anteriormente, los páramos son ecosistemas muy débiles por la lenta recuperación y la lenta descomposición de sus elementos bióticos. En esta medida cualquier cambio brusco dentro de su sistema podría ocasionar momentos de estrés y rezagos que cambiarán la forma del páramo para siempre. Es importante anotar que las principales funciones de un páramo son: regulación de la distribución de agua, retención de carbono, retención de materia orgánica, y nutrientes necesarios para la vida en el páramo de las especies animales y vegetales.

Estos momentos de estrés (cuando hablamos de estrés podemos referirnos a momentos donde los diferentes factores generan un punto límite ecológico al ecosistema) se pueden dividir en varios tipos: (I) Estrés térmico, que se refiere a cambios abruptos de temperatura sobre todo por debajo de los cero grados, que sería la temperatura mínima normal, es decir, las heladas. Estos fenómenos afectan la vida en el páramo de forma considerable. (II) Estrés hídrico se relaciona con los cambios de disponibilidad del líquido. Con el efecto de las heladas se congela el suelo y no permite la movilidad normal de las raíces, lo que modifica la distribución de agua a que está acostumbrado el páramo, esto ocasiona sequía fisiológica y afecta el crecimiento de las plantas. (III) Estrés energético que se manifiesta cuando los animales no tiene la suficiente energía que requieren para su vida cotidiana.

En este sentido y con el fin de destacar los servicios particulares que presentan los páramos se presenta la siguiente tabla: ²

¹ La evaluación de los ecosistemas del milenio define los servicios ecosistémicos como aquellos beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Esos beneficios pueden ser de dos tipos: directos e indirectos. Se consideran beneficios directos la producción de provisiones –agua y alimentos (servicios de aprovisionamiento), o la regulación de ciclos como las inundaciones, degradación de los suelos, desecación y salinización, pestes y enfermedades (servicios de regulación). Los beneficios indirectos se relacionan con el funcionamiento de procesos del ecosistema que genera los servicios directos (servicios de apoyo), como el proceso de fotosíntesis y la formación y almacenamiento de materia orgánica; el ciclo de nutrientes; la creación y asimilación del suelo y la neutralización de desechos tóxicos. Los ecosistemas también ofrecen beneficios no materiales, como los valores estéticos y espirituales y culturales, o las oportunidades de recreación (servicios culturales). Existe, entonces, una amplia gama de servicios ecosistémicos, algunos de los cuales benefician a la gente directamente y otros de manera indirecta. Tomado de: http://www.cifor.org/pes/_ref/sp/sobre/ecosystem_services.htm

Función	Tipos de funciones	Procesos y componentes del ecosistema	Servicios eco sistémicos
Regulación: mantener procesos ecológicos esenciales y soporte de vida.	Regulación del clima y gases. Regulación del agua. Formación de suelo. Regulación de nutrientes.	Balance de CO ₂ , influencia de la cobertura del clima, rol de la cobertura en el flujo del agua, acumulación de materia orgánica y meteorización de rocas. Rol de la micro fauna en el almacenamiento y ciclaje de nutrientes.	Protección contra rayos UV, regulación de temperatura y lluvias. Drenaje natural. Mantenimiento de la productividad de los suelos. Mantenimiento de los suelos saludables y ecosistemas productivos.
Hábitat.	Refugio y nutrición.	Espacios de vida adecuados para plantas, animales y humanos. Hábitat adecuado para la reproducción.	Mantenimiento de especies cultivadas. Caza, pesca y frutos.
Culturales.	Recreación, histórico y espiritual y ciencia y educación.	Variedad de paisajes con potencial recreativo, variedad de características naturales con valor histórico y espiritual. Variedad de la naturaleza con valor científico y educativo.	Turismo de naturaleza y deportes al aire libre. Sitios naturales sagrados. Sistemas naturales para investigación y educación.
Producción: provisión de recursos naturales.	Alimentos, insumos y recursos genéticos.	Conversión de energía solar en plantas y animales comestibles. Conversión de energía solar en materiales para construcción y otros usos. Material genético y evolución en plantas y animales.	Resistencia de cultivos a enfermedades y pestes. Materia orgánica, fertilizantes, combustibles. Productos medicinales.

Tabla 1.

Fuente: http://www.páramo.org/files/El_Gran_Libro_de_los_Páramos.pdf

Los peligros actuales

Ahora, existen otro tipo de acciones sobre los páramos que no generan un estrés que puede ser solucionable con cambios inmediatos, sino que genera disturbios ecosistémicos que difícilmente pueden modificarse luego de generar un impacto sobre la superficie y el subsuelo del páramo. Frente a los disturbios más sobresalientes se destacan:

- a. Fuego:** puede ser ocasionado o no por factores antrópicos. En todo caso es uno de los grandes peligros para los páramos. Están asociados con la quema de los cultivos principalmente y las comunidades lo usan para renovar el suelo y usar cenizas como abono. Los páramos son más susceptibles a esta problemática cuando: se acumulan hojas, hay épocas secas, como consecuencia de la lenta descomposición de hojas muertas y cuando no hay suficientes especies que consuman las hojas secas.
- b. Ganadería:** esta actividad humana produce grandes impactos directos e indirectos. Los directos se relacionan por el consumo de la vegetación por los animales y el pisoteo de los suelos y los indirectos se dan por alteraciones del ciclo natural de los nutrientes y el agua que se acumula en el suelo. Esto ocasiona: pérdida de los frailejones, pérdida de macollas, aumento en especies de maleza y compactación del suelo.
- c. Minería:** esta actividad es la que genera mayor impacto. Pues remueve el suelo, compacta el suelo, contamina las aguas, cambia los ciclos nutricionales, acaba con flora y fauna y su impacto es difícilmente recuperable.

d. Agricultura: para los páramos el principal distribuido son los cultivos de papas, pues dadas las condiciones del páramo es complicado que otro tipo de cultivo sobreviva a estas condiciones climáticas.

Esperamos que esta unidad y en general el curso hayan sido de gran ayuda en la formación profesional como licenciados o investigadores en ciencias sociales. Como se vio durante todo este recorrido la idea era brindar las herramientas básicas, que muchas basadas en la memoria, pudieran ser relacionadas con ambientes particulares y con paisajes que rodean la cotidianidad de todos. Esta última cartilla tuvo como objetivo fundamental presentar como se relacionan todos los conceptos vistos en un problema de carácter cotidiano y como a través del conocimiento de los paisajes que nos rodean podemos enseñar geofísica.

Esta cartilla como todas las anteriores invita a no dejar de buscar y actualizar las temáticas aquí vistas. Existen los recursos de la universidad para este fin. Además, invita a todos los estudiantes a buscar nuevas alternativas de búsqueda del conocimiento y poder de esta forma, multiplicarlo en su vida profesional. Esperamos este viaje por la Geofísica haya sido fructífero y les haya permitido ver una parte del mundo de otra forma. Pues ese es el objetivo de la educación: brindar mil miradas de muchos mundos donde participemos todos y todas.

A continuación se presentan enlaces generales para profundizar sobre el tema de los páramos:

Portales para profundizar en el tema

Este portal permite conocer generalidades sobre formas de los páramos y por qué preservarlos: <http://www.páramo.org/>

Este portal corresponde a las investigaciones de páramo realizadas por el instituto Alexander Von Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/images/pdf/CartografiaParamos/1-Mapa%20General-Horizontal.pdf>

Este portal es un sistema de información geográfica SIG, relacionada con páramos en Colombia: <http://geocommons.com/maps/214955>

En este portal pueden encontrar noticias de actualidad relacionadas con el tema: <http://www.sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/páramos-agua-para-vida-ganador-del-xii-concurso-video-ambiental-telenatura/30476>

Bibliografía

- **Álvarez, E.** (20 de Julio de 2013). *Ciencia bizarra*. Recuperado el 3 de enero de 2015, de <http://www.cienciabizarra.com/2013/07/vulcanismo-la-ciencia-de-los-volcanes.html>
- **AMES.** (s.f.). *El universo, la vía láctea y el sistema solar*. Recuperado el 1 de enero de 2015, de <http://amesweb.tripod.com/universo1eso.pdf>
- **Andrades, M., & Muñoz, C.** (2012). *Fundamentos de climatología*. España: Universidad de la Rioja.
- **Breña, A., & Jacobo, M.A.** (2006). *Principios y fundamentos de la hidrología superficial*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- **Ecoexploratorio.** (s.f.). *Tipo de volcanes*. Recuperado el 4 de Enero de 2015, de <http://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/volcanes/tipos-de-volcanes-y-erupciones/>
- **CBD.** (2000). *Sustaining life on earth*. Recuperado de <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-sustain-en.pdf>
- **Club planeta.** (s.f.). *Fenómeno de la niña*. Recuperado en febrero de 2015, de http://www.elclima.com.mx/fenomeno_la_nina.htm
- **Flórez, A.** (2003). *Colombia: evolución de sus relieves y modelados*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- **Franco, O., Martha, G., & Vargas, O.** (2010). *Estudio Nacional del Agua*. Colombia: IDEAM.
- **Geodinámica.** (s.f.). *Geomorfología Aplicada*. Recuperado el 4 de enero de 2015, de http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/113/pdfs/TEMA%209-1%20geomorfologia.pdf
- **Geósfera.** (2011). *ilex aquifolium*. Recuperado el 2 de Enero de 2015, de <http://ilexaquifolium.files.wordpress.com/2011/10/ctm3.pdf>
- **Guhl, E.** (1995). *Los páramos circundantes de la sabana de Bogotá*. (2da. Ed.). Fondo FEN Colombia, Bogotá.
- **Universidad de Murcia.** (s.f.). *Hidrosfera*. Recuperado el 2 de enero de 2015, de http://www.um.es/sabio/docs/cmsweb/materias-pau-bachillerato/tema_4.pdf
- **IDEAM.** (2014). *Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales*. Recuperado el 4 de Febrero de 2015, de <http://www.meteoaeronautica.gov.co/jsp/511>
- **IPCC.** (s.f.). *Intergovernmental panel on climate change*. Recuperado el Febrero de 2015, de <http://www.ipcc.ch/>
- **León, F., & Quirantes, J.A.** (2004). *Cazadores de nubes. Unidad dinámica*. España: FECYT.
- **MacDonald, G.** (2003). *Biogeography. Introduction to space, time and life*. John Wiley and sons, Nueva York.
- **Márquez, G.** (2001). De la abundancia a la escasez: Transformación de ecosistemas en Colombia en naturaleza en disputa. *Ensayos de historia ambiental de Colombia 1850-1995*, (pp. 387-452). (Editor Germán Palacio). UNIJUS-ICANH, Bogotá.

Bibliografía

- **Mejía, D.** (Enero de 2007). *Banco de la República*. Recuperado el febrero de 2015, de <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/92.pdf>
- **Navarro, S.** (2008). *Volcanes*. Recuperado el 4 de enero de 2015, de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/volcanes-en-nic.pdf>
- **Orjuela, L.C., Saldarriaga, G., García, M., & Wilches, H.** (2010). Calidad de agua superficial en Colombia. En IDEAM, *Estudio Nacional del Agua* (p. 230-280). Colombia: IDEAM.
- **PNUD.** (s.f.). *Cambio climático en Colombia y en el Sistema de las Naciones Unidas*. Recuperado el 12 de agosto de 2014, de http://www.pnud.org.co/img_upload/61626461626434343535373737353535/Brochure%20resumen%20Proyecto.pdf
- **Rodríguez, R., Capa, B., & Portela, A.** (2004). *Meteorología y climatología*. España: FECYT.
- **Rojas, O.** (2008). *Universidad de concepción*. Recuperado el 1 de enero de 2015, de <http://www2.udec.cl>
- **Sala, M.** (s.f.). *Revista Catalanes amb Accés Obert*. Recuperado el 7 de Enero de 2015, de <http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/viewFile/45984/56810>
- **Sánchez, F., García, M., Jaramillo, O., & Verdugo, N.** (2010). Agua Superficial. En IDEAM, *Estudio Nacional del agua* (pp. 54-110). Colombia: IDEAM.
- **Strahler, A.N., & Strahler, A.H.** (1989). *Geografía física*. Barcelona: Ediciones Omega.
- **Tar buck, E.J., & K.,L.F.** (2005). *Ciencias de la tierra*. Una introducción a la geología física. Madrid: Pearson Educación S.A.
- **Unesco.** (1982). *Balance hídrico*. Recuperado el Febrero de 2015, de <http://www.unesco.org/new/es/unesco/resources/online-materials/publications/unesdoc-database/>
- **Villa, E.** (2007) Energías Alternativas y Cambio Climático. Programa ambiental. Premio al mérito ecológico 2007. Recuperado el 12 de agosto de 2014, de <http://www.escatep.ipn.mx/documents/comiteambiental/energias-alternativas.pdf>
- **Zimmerer, K.** (2009). Biodiversity. En *A companion to environmental geography*, (pp. 50-65). (Editores Castree, N.; Demeritt, D.; Liverman, D. y Rhoads, B.). John Wiley and Sons, Nueva York.

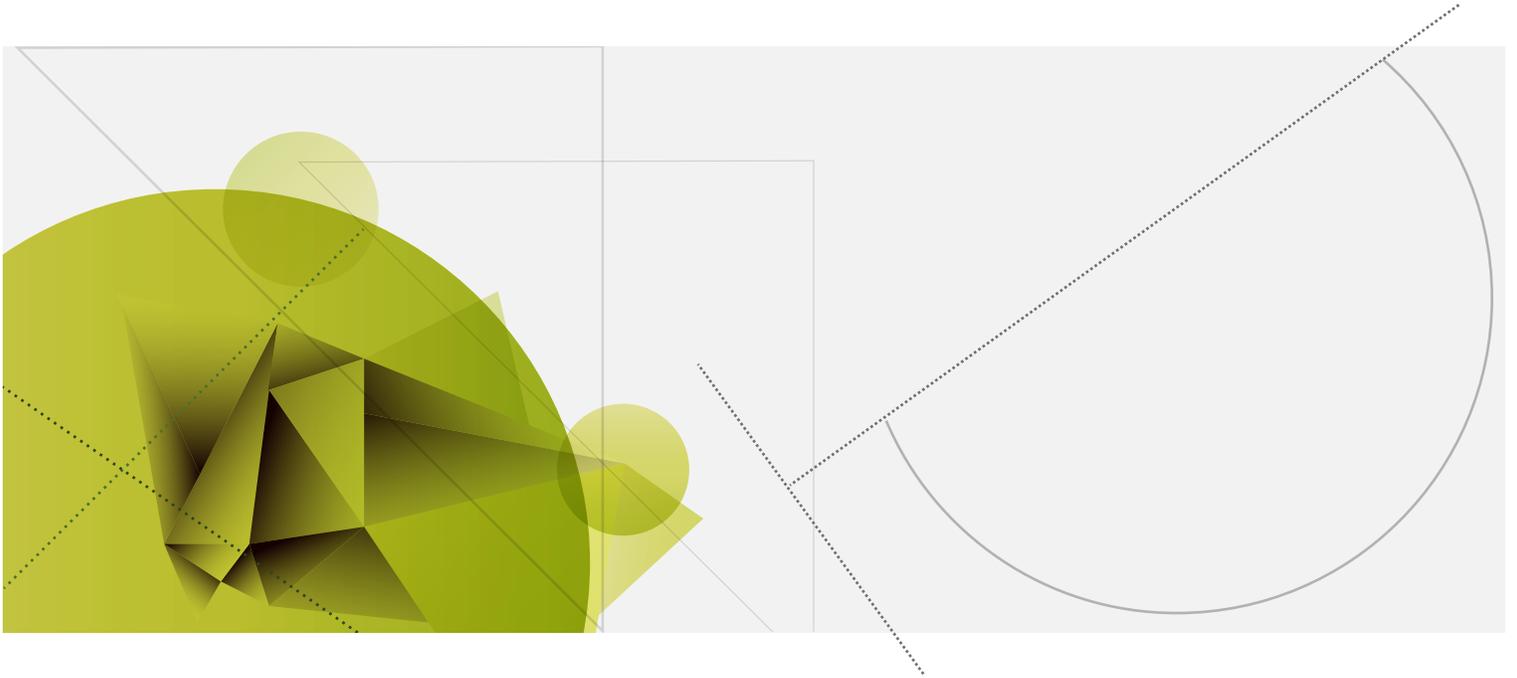
Web-grafía

- **Biosfera.** (s.f.). Recuperado el 2 de enero de 2015, de Instituto Superior de Profesorado: http://www.ispel3.edu.ar/_paginas/biblioteca/materiales/geografia/1.%20Concepto%20de%20Bi_sfera.pdf
- **Colombia.** (2010). Estudio Nacional del Agua. Recuperado el 31 de enero de 2015, de https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Suelo/Sistemas_morfogenicos/20120718_Sistemas_Morf_Territ_Col_Ideam_Cap3.pdf
- **Geocaching.** (s.f.). Recuperado el 20 de enero de 2015, de <http://www.geocaching.com/>

Bibliografía

- *La tierra y su atmósfera.* (s.f.). Recuperado el 2 de enero de 2015, de <http://200.58.146.28/nimbus/weather/pdf/cap1.pdf>
- Recuperado el 3 de enero de 2015, de http://www.endesaeduca.com/Endesa_educarecursos-interactivos/conceptos-basicos/magnetismo
- Recuperado en febrero de 2015, de http://www.comunidadandina.org/public/Atlas_13_El_Nino_y_La_Nina.pdf
- Recuperado el 10 de enero de 2015, de <http://geomorfologiacet.blogspot.com/2013/05/erosion-eolica.html>
- Recuperado el 2 de enero de 2015, de <http://geologia-up.blogspot.com/2011/03/una-vision-de-la-tierra-tierra-como.html>
- Recuperado el 10 de enero de 2015, de <http://www.taringa.net/posts/info/904150/Tormentas-de-arena.html>
- Recuperado el 20 de enero de 2015, de <http://gaia.geologia.uson.mx/academicos/grijalva/ambientesfluviales/sistemadeabanicosaluviales.htm>
- *Universidad Católica de Chile.* (s.f.). Recuperado el 20 de enero de 2015, de http://www7.uc.cl/sw_educ/geografia/geomorfologia/html/3_3_2.html
- *Universidad Nacional de Colombia.* (s.f.). Recuperado en febrero de 2015, de http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4090020/files/pdf/cap_1.pdf
- *Variabilidad climática y cambio global del clima.* (s.f.). Recuperado el 4 de febrero de 2015, de <http://usuario.cicese.mx/~sreyes/LIBRO%20METEOROLOGIA/METEO9.pdf>

Esta obra se terminó de editar en el mes de octubre
Tipografía Myriad Pro 12 puntos
Bogotá D.C.,-Colombia.



AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

MIEMBRO DE LA RED
ILUMNO