



Lecciones sugeridas de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje

Ciencias Terrestres

noviembre 2020



DE DEPARTAMENTO DE
EDUCACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

Página web: <https://de.pr.gov/>  Twitter: @educacionpr

CONTENIDO

LISTA DE COLABORADORES.....	2
LECCIONES	
Unidad 9.3 Geología y características geológicas de Puerto Rico	
Lección 1. Origen del Planeta Tierra.....	3
Lección 2. Geología de Puerto Rico	11
Lección 3. Teoría de tectónicas de placas	21
Lección 4. Las playas de Puerto Rico.....	32
Lección 5. La conservación de las playas de Puerto Rico.....	43
Lección 6. Ciclos biogeoquímicos.....	48
Lección 7. Los terremotos en Puerto Rico.....	52
REFERENCIAS.....	56

Nota. Estas lecciones están diseñadas con propósitos exclusivamente educativos y no con intención de lucro. Los derechos de autor (*copyrights*) de los ejercicios o la información presentada han sido conservados visibles para referencia de los usuarios. Se prohíbe su uso para propósitos comerciales, sin la autorización de los autores de los textos utilizados o citados, según aplique, y del Departamento de Educación de Puerto Rico.

LISTA DE COLABORADORES

Prof.^a Shely M. Torres Ojeda
Escuela Papa Juan XXIII
ORE - Bayamón

Dra. Annette Costas Ortiz
Escuela Bernardino Cordero Bernard
ORE - Ponce

Prof.^a Mariela González Vázquez
Escuela Intermedia Jardines de Ponce
ORE - Ponce

Prof.^a María M. Mejías Aponte
Escuela Intermedia Sol Isolina Ferré
ORE - Ponce

Prof. Edison Ortiz Ortiz
Escuela Superior Luis Negrón López
ORE - Mayagüez

Prof.^a María M. Alvarado Negrón
Facilitadora Docente – Programa de Ciencias
ORE - PONCE

LECCIONES

Unidad 9.3: Geología y características geológicas de Puerto Rico

Lección 1.

Tema de Estudio: Origen del Planeta Tierra

Estándares y expectativas: EI.T.CT1.IE.3 Construye una explicación basada en evidencia a partir de varias fuentes acerca del origen de la Tierra.

Objetivos de aprendizaje:

- Comprenderás de forma cualitativa varias fuentes relacionadas al origen del Planeta Tierra.
- Elaborarás una tirilla cómica donde expliques el origen del Planeta Tierra

El origen del Planeta Tierra

¿Qué te parece nuestro Planeta? ¿Has pensado cómo se formó? ¿Cómo visualizas la Tierra en sus comienzos, antes de que se originara la vida? Existen diversas hipótesis que tratan de explicar el posible origen de la Tierra. Una de ellas establece la posibilidad de que la Tierra se formó a partir de *protoplanetas*;

estos son pequeños planetas que se formaron cuando comenzó la formación de nuestro Sistema Solar en una teoría llamada la Teoría de la nube de polvo. Esta teoría establece que una nube de polvo y gas generó un rápido movimiento de rotación (parecido a un remolino) en el espacio, formando una especie de disco nebuloso. En el centro de este disco se estableció lo que conocemos como nuestra estrella mayor, el Sol. Entonces, los granos más pequeños que existían dentro de esta nebulosa se unieron y aumentaron de tamaño. Estos granos dieron origen a los protoplanetas, los que hicieron colisión unos



Recuperado de:
<https://www.okdiario.com>

con otros fundiéndose y formando los planetas, entre ellos la Tierra. Luego, a medida que los protoplanetas se fusionaban para crear la Tierra, éstos se fueron compactando cada vez más. Millones de años después, los elementos radioactivos del Planeta generaron tanto calor que la Tierra quedó fundida parcialmente.



Recuperado de:
<https://www.astromia.cbm>

¿Qué crees que pasó luego? Al pasar millones de años, la Tierra comenzó a enfriarse; poco a poco la superficie se solidificó, menos en los lugares donde había actividad volcánica por procesos geológicos de la época. Estos volcanes se encontraban en erupción constantemente, liberando rocas fundidas al exterior durante millones de años. Posiblemente, éstas pudieron cubrir todos los continentes de la Tierra.

El *océano primitivo* pudo formarse a partir del vapor de agua generado, principalmente, por los gases producto de la diversa actividad volcánica. Se pensaba que alrededor de la Tierra había un espacio frío. Por eso, el vapor de agua expulsado de los volcanes se enfrió produciendo nubes con pequeñas gotas de líquido que se precipitaron como lluvia sobre las rocas que aún estaban calientes. ¿Y qué pudo haber pasado luego? Pues que el calor de las rocas evaporara el agua para devolverla a lo que sería la atmósfera



Recuperado de:
<https://www.astromia.cbm>

primitiva de nuestro Planeta. Esta acción pudo haber sido el comienzo de lo que conocemos hoy en día como el ciclo del agua. Quiere decir que el valor de agua que regresaba a la atmósfera era enfriado nuevamente para precipitarse otra vez como lluvia.

La *atmósfera primitiva* de la Tierra pudo, entonces, ser formada por los gases que escapaban de los volcanes y de otras fuentes termales. Mientras que la fuerza de gravedad ejercida por nuestro joven Planeta evitaba que muchos de estos gases escaparan hacía el espacio exterior. ¿Habrá sido igual esa primera atmósfera a la que conocemos hoy? Claro que no. Realmente era muy diferente, aún no era idónea para mantener forma de vida alguna.

¿Te imaginas cómo pudo ser esa superficie terrestre en sus comienzos? Nuestro joven Planeta poseía condiciones extremas para las diversas formas de vida que conocemos hoy. Sólo imagina variaciones extremas de temperatura, el oxígeno escaso y una radiación tan intensa que no puede ser asimilado por la diversidad de vida que conocemos. La pregunta que surge ante todo esto es, ¿cómo se originó la vida?

El científico soviético Alexander Oparin y el científico británico JBS Haldane desarrollaron independientemente, una hipótesis sobre cómo pudo originarse la vida. Ellos partieron de la idea de que la primera atmósfera terrestre estaba compuesta de metano, amoníaco, hidrógeno y agua; todos productos de la actividad volcánica. No olvides que la energía solar que actuó en la atmósfera pudo haber producido compuestos orgánicos que se acumularon en los océanos dando comienzo a una *evolución química*. La hipótesis de estos dos científicos trata de explicar que la vida comenzó a desarrollarse por diversas reacciones químicas que dieron origen a la materia orgánica. Ambos científicos llegaron a la conclusión de que la primera forma de vida fue **heterótrofa**. Es decir, de organismos que consumen materia orgánica producto de la evolución química.



Teoría moderna o teoría de origen de la vida de Oparin-Haldane:

Según esta teoría, la vida se originó en la Tierra primitiva a través de procesos fisicoquímicos de átomos. Estos se combinan para formar moléculas. Las moléculas reaccionan a su vez para producir compuestos orgánicos e inorgánicos.

Los compuestos orgánicos interactúan para producir todos los tipos de macromoléculas. Que en consecuencia se organizan para formar el primer sistema o célula viviente.

Así, de acuerdo con esta teoría, la «vida» se originó en nuestra tierra de manera espontánea. A partir de materia no viva.

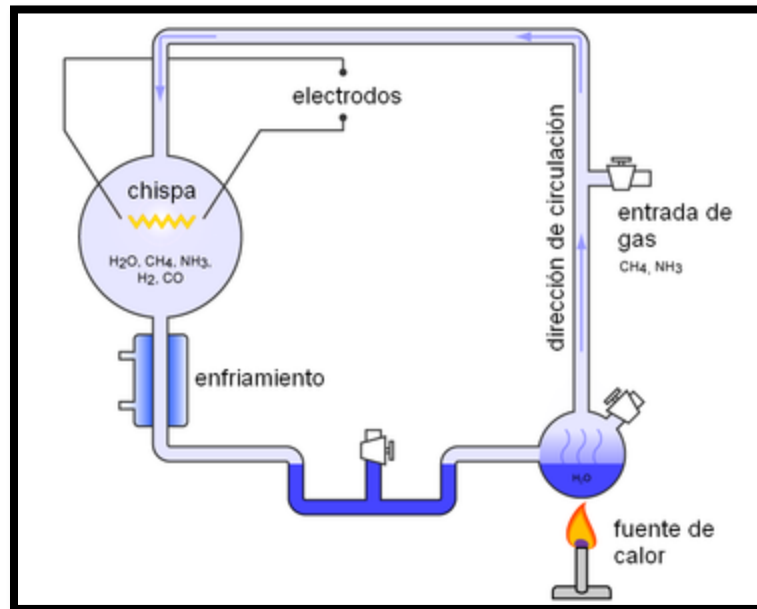
Los primeros compuestos inorgánicos y luego los compuestos orgánicos se formaron de acuerdo con condiciones ambientales siempre cambiantes.

Esto se llama evolución química que no puede ocurrir bajo las condiciones ambientales actuales en la tierra. Las condiciones adecuadas para el origen de la vida existían solo en la tierra primitiva.

La teoría de Oparin-Haldane también se llama teoría química o teoría naturalista.

Imagen recuperada de: <https://teorias.net/que-es-la-teoria-de-oparin-conceptos-y-resumen/>

Aunque esta hipótesis fue aceptada por muchos, existía una pregunta que debía contestarse. ¿Qué compuestos orgánicos pudieron estar presentes antes de que se originara la vida? Se cree que éstos son los mismos que poseen las células de cualquier organismo vivo. Hacia el 1950, los doctores Harold Urey y Stanley Miller trabajaron en este problema. Trataron de imitar las condiciones que existían en la Tierra primitiva. El doctor Miller construyó un aparato cerrado al vacío que contenía metano, hidrógeno y amoníaco en estado gaseoso. A éstos, los hizo circular dentro del aparato, mientras al mismo tiempo, se descargaba una carga eléctrica de alta energía. Además, se le agregaba calor y vapor de agua que provenía de un recipiente con agua en ebullición que estaba conectado al mismo. A medida que el vapor de agua circulaba dentro del aparato, ésta se enfriaba y se condensaba simulando lluvia.



Recuperado de:
<https://www.sites.google.com>

Este experimento presentaba las posibles condiciones de la atmósfera primitiva. Después de dejar el aparato funcionar por algún tiempo, evaluaron el contenido de este. La única diferencia era el color rojizo, al principio del experimento había sido incoloro. Las pruebas químicas demostraron que el líquido contenía varios compuestos que no estaban presentes al principio del experimento. El doctor Miller encontró que se había formado compuestos orgánicos conocidos como *aminoácidos*. Este descubrimiento fue importante porque los aminoácidos son las unidades que forman las proteínas que toda forma de vida necesita para desarrollarse y existir. Sin embargo, hay algo que debes saber: este experimento no probó que bajo las condiciones de la Tierra primitiva se pudieran haber formado, de esta manera, los aminoácidos

descubiertos por Miller. Sin embargo, estableció la idea de que algo parecido pudo haber ocurrido.

Después de este descubrimiento, otros científicos han trabajado con otras fuentes de energía como por ejemplo la radiación ultravioleta y otras combinaciones de gases que pudieron estar presentes durante aquella época lejana. Algunos han tenido éxito, probando que otros compuestos necesarios para la vida pudieron formarse durante la evolución de la Tierra primitiva.

Existen evidencias de meteoritos que indican que los compuestos orgánicos se originaron en el espacio. En el 1970, el Centro de Investigaciones Ames, en California, descubrió aminoácidos y otros compuestos orgánicos en un meteorito que cayó cerca de Murchison, Australia, en septiembre del 1969. De los aminoácidos que encontraron, sólo dos eran desconocidos y no se encontraban en ningún organismo viviente conocido en la Tierra.

Las primeras formas de vida debieron ser estructuras parecidas a células o formas precelulares de estructuras más simples que las células que conocemos en la actualidad. Estas debieron tener la capacidad de reproducirse, crecer y necesitar compuestos orgánicos como fuente de energía. El biólogo ruso Oparin propuso un modelo para explicar de manera simple las formas precelulares. Este consistía en pequeñas gotas de materia orgánica llamadas coacervados, palabra que significa agruparse. Los coacervados son agrupaciones de diversas sustancias parecidas a las proteínas que se mantienen juntas formando pequeñas gotas en medio de un líquido que les rodea.

Hoy día, la NASA tiene un programa que estudia e investiga organismos extraterrestres. A esta rama que se conoce como *exobiología*.

Ejercicio de práctica individual

Instrucciones. Resume los puntos importantes que dieron paso al origen del Planeta Tierra (desde su origen geológico hasta la aparición de los seres vivos).

(1)

(2)

(3)



(4)

(5)

(6)

Ejercicio de evaluación

Instrucciones. Elabora una tirilla cómica, donde expliques el origen del Planeta Tierra. La tirilla cómica debe tener un mínimo de seis encasillados. Puede utilizar el siguiente enlace para elaborar la tirilla <https://www.storyboardthat.com>

Rúbrica sugerida:

Criterio	Puntuación
La tirilla cumple con un mínimo de seis encasillados.	5
La tirilla contempla los eventos que dieron origen al planeta Tierra.	10
Presenta un orden lógico de los eventos que dieron origen al planeta Tierra.	5
Presenta creatividad al elaborar su tirilla (uso de tecnología, dibujos, color, etc.)	5
TOTAL	25 PTS.

Lección 2.

Tema de Estudio: Geología de Puerto Rico

Estándares y expectativas: **EI.T.CT1.EM.4** Analiza eventos geológicos que dieron origen a la formación y estructura geográfica de Puerto Rico. El énfasis está en las formaciones rocosas, la zona cárstica y la formación de cavernas, entre otros.

Objetivos de aprendizaje:

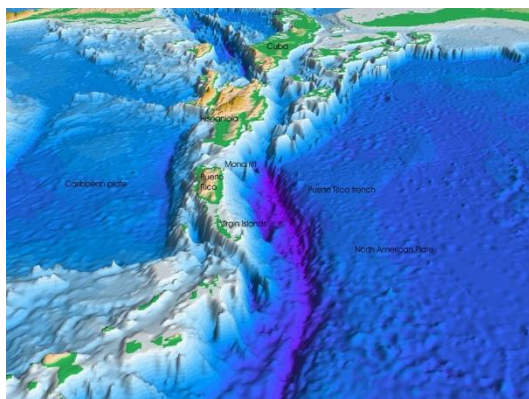
- Describirás procesos geológicos que dan lugar a la formación y estructura geográfica de Puerto Rico.
- Identificarás regiones de Puerto Rico desde la perspectiva de su formación.

¿Cómo nació Puerto Rico?

La historia de Puerto Rico, de acuerdo con la **teoría tectónica de placas**, comienza hace aproximadamente 225 millones de años. Es en este tiempo que Pangea se dividió en dos grandes continentes, Laurasia y Gondwana. Millones de años después, se forma Puerto Rico como resultado de un movimiento convergente entre dos cortezas oceánicas, una al sur de la placa Norteamericana y la otra al norte de la



Imagen recuperada de <https://geografia.laguia2000.com/general/laurasi>

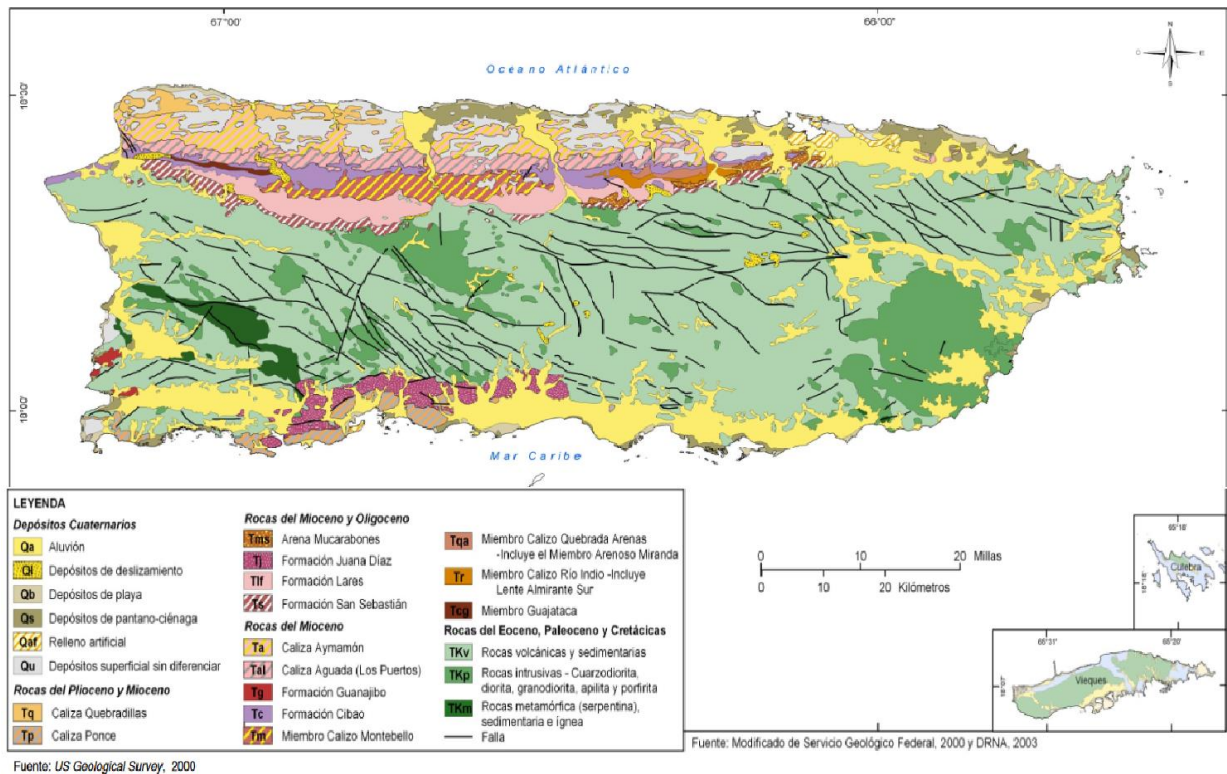


Recuperado de: <https://www.nationalgeographic.org/maps/puerto-rico-trench/>

placa Caribeña. Esto ocurrió por una subducción entre ambas placas lo cual inició la formación de un arco de islas volcánicas ahora conocidas como las Antillas Mayores y Menores. La **trinchera o Fosa de Puerto Rico**, una enorme grieta de más de 8,500 metros de profundidad en el fondo marino al norte de la Isla es la mayor evidencia e igualmente el resultado de esta convergencia. Se plantea que tanto Puerto Rico

como Cuba y La Española (República Dominicana y Haití) fueron geológicamente formadas en el mismo arco de islas volcánicas.

Geología de Puerto Rico



Fuente: US Geological Survey, 2000

Recuperado de: https://www.recursosaguapuertorico.com/Geologia_de_PR_por_ST_y_FQ_Rev_9Jan12.pdf

En Puerto Rico, encontramos rocas volcánicas que datan del periodo Cuaternario hasta principios del periodo Jurásico. Las **rocas** más viejas las podemos observar en la provincia ígnea del suroeste, lo que se conoce como el complejo sierra Bermeja, el cual se encuentra entre los pueblos de Lajas y Cabo Rojo. Estas rocas son parte del suelo oceánico protocaribeño, y tienen edades de aproximadamente 195 millones de años, lo cual las ubica en la época Jurásica. Puerto Rico no se considera una isla volcánica, aunque está formada sobre una pila de materiales depositados por volcanes, durante el periodo Cretácico.

El choque de la placa del Caribe contra una plataforma submarina provocó que la corteza se doblara y se agrietara por lo que se originaron las **montañas**. La **Cordillera Central** es el rasgo topográfico más notable de la isla, evidencia, en su

composición, el complejo de rocas volcánicas primitivas. Durante el período Cretácico y la época del Eoceno



Recuperado de: <https://geolpr.com/>

en la región del Caribe, hace 35,000,000 de años y como resultado de la subducción, el magma sale, se producen cenizas, nuevas rocas y volcanes en el fondo marino. Luego otros eventos geológicos levantaron todas estas rocas y cenizas a la superficie. Estas rocas dobladas y erosionadas forman parte del esqueleto de la Cordillera Central, desde Luquillo hasta Cayey y Rincón en el oeste.

La placa del Caribe siguió moviéndose hacia el noreste y según cambiaron los niveles de las aguas, la isla estuvo cubierta de agua, total o parcialmente. En las costas llanas se formaron arrecifes de coral y cuando volvió a bajar el nivel del mar, éstos quedaron expuestos y formaron parte de la tierra firme. En otras áreas se depositaron esqueletos y sedimentos en el fondo del mar, que quedaron expuestos cuando bajaron los niveles del agua. Estos sedimentos se solidificaron produciendo rocas calizas que podemos ver en las costas del norte y sur de la isla. La geomorfología de la línea de la orilla de Puerto Rico, o costa, es el resultado de la interacción de las rocas que se formaron en la orilla, de procesos geológicos mediante los cuales se depositaron los materiales de la orilla. Este material tiene el nombre de aluvi6n. El **aluvión** es una mezcla de arena, grava y piedra que se origina como producto de la erosión de las rocas volcánicas en la cordillera. A través de millones de años, este material erosionado en las montañas es transportado por los ríos hacia la costa depositándose en los valles.

Hace aproximadamente 45 millones de años los volcanes han cesado su actividad volcánica. Desde entonces, nuestra isla se ha estado erosionando mediante millones de años de lluvia y calor. Estos dos factores han provocado que las rocas y los volcanes se

vayan gastado poco a poco y el relieve de nuestras montañas sea bajo. La población en nuestra isla también ha sido un factor importante en sus rasgos geológicos. Puerto Rico está poblada desde aproximadamente 500 años. Desde entonces hemos aplanado montañas, rellenado valles, cambiado el curso del agua, secado y creado cuerpos de agua. Lo cual ha cambiado completamente la forma lo que la Madre Naturaleza realizó durante 135 millones para la creación de nuestra isla.

Escala del tiempo geológico

Era	Período	Época	Eventos notables en la isla de P.R
Mesozoica 225,000,000-90,000,000 años	Jurásico 180,000,000 años		<ul style="list-style-type: none"> Se acumulan miles de pies de rocas volcánicas en el fondo marino. Éstas se elevan, llegan a la superficie y se forman las islas.
	Cretácico 135,000,000 años	Cretácico Inferior 135,000,000 años	<ul style="list-style-type: none"> Las islas volcánicas continúan creciendo y se hacen permanentes. Continúa el vulcanismo, la erosión de las islas expuestas.
		Cretácico Superior 90,000,000 años	<ul style="list-style-type: none"> Crecimiento esporádico, de una larga isla volcánica desde las islas vírgenes hasta La Española, la cual incluía lo que es hoy Puerto Rico. Erosión constante de la isla; deposición de materiales volcánicos, arenas y barro alrededor de la isla; compresiones y plegamientos que forman las fallas y montañas de la Cordillera Central. Metamorfismo de fondo oceánico para formar la roca serpentina que queda emplazada en la parte oeste de Puerto Rico.
Cenozoica 65,000,000-10,000 años	Terciario 65,000,000 años	Paleoceno 65,000,000 años	<ul style="list-style-type: none"> Emplazamiento de las grandes masas de magma del batolito de San Lorenzo, y el Plutón de Utuado. Continúa la formación de la Cordillera; la erosión lenta de las montañas; los grandes depósitos de arenas y de calizas al norte y al sur de la Cordillera.
		Eoceno 52,000,000 años	<ul style="list-style-type: none"> Se forma una depresión en la costa norte, que penetra hasta Lares y Ciales, y en el sur, desde Juana Díaz hasta Yauco.

Era	Período	Época	Eventos notables en la isla de P.R
			<ul style="list-style-type: none"> Erosión intensa; deposición acelerada de grava y barro en las depresiones, y formación extensa de arrecifes coralinos al norte de la isla.
		Oligoceno 34,000,000 años	<ul style="list-style-type: none"> Formación de islas altas al este de Corozal y al norte de Utuado; se sumergen las islas cerca de Utuado; continúa la deposición de calizas, y la erosión lenta.
		Mioceno 23,000,000 años	<ul style="list-style-type: none"> Comienza la disolución química de la caliza formando los mogotes; nacen los ríos que drenan la ladera del este y la oeste; se levanta toda la isla formando las fallas actuales entre Santo Domingo y Puerto Rico.
		Plioceno 6,000,000 años	<ul style="list-style-type: none"> Continúa el levantamiento de toda la isla; se forman nuevas fallas; y sigue la erosión.
	Cuaternario 10,000 años	Pleistoceno 2,000,000 años	<ul style="list-style-type: none"> Sumergimiento del valle de Lajas; formación de las dunas; cambios en los patrones de drenaje.
		Holoceno 10,000 años	<ul style="list-style-type: none"> La isla alcanza su forma actual; continúa la erosión; se rellenan lagunas y estuarios.

Recuperado de: (1998) Descubrimiento 9 Ciencia Integrada, pag.101

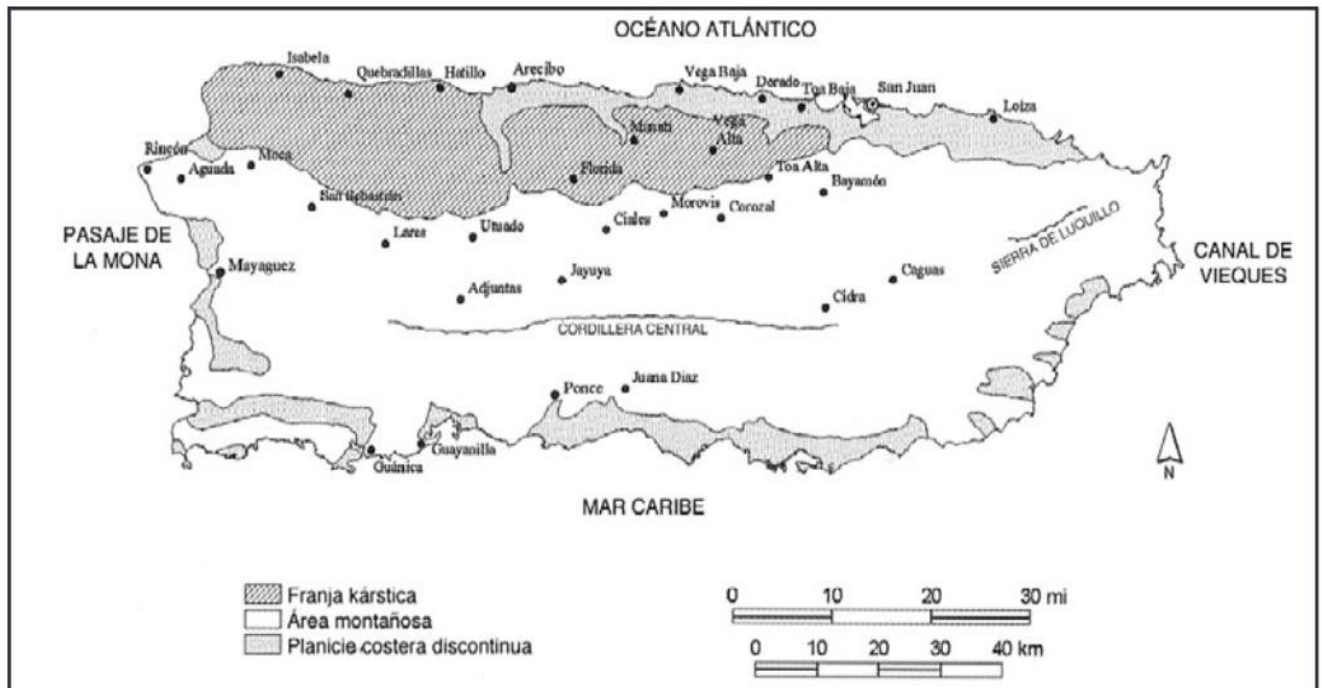
Ejercicio de práctica individual

Realiza una línea del tiempo donde coloques al menos 5 procesos geológicos importantes dentro de la formación de Puerto Rico.

Regiones geomórficas en Puerto Rico

El origen geológico de Puerto Rico, unido a su localización geográfica es responsable de la geomorfología, o forma de la tierra, que exhibe. Las **regiones geomórficas** se distinguen por el relieve y las formas del terreno dado a los procesos

geológicos que han ocurrido. Puerto Rico está dividido en tres regiones geomórficas principales que son responsables en dar relieve a nuestra topografía.



Recuperado de: <http://edicionesdigitales.info/biblioteca/karsopuertorico.pdf>

1. **Centro Montañoso:** Cadena de montañas alineadas que recorren de oeste a este y dividen a Puerto Rico en norte y sur. Esta zona es producto de procesos asociados a la convergencia donde el terreno ha sufrido compresiones y estiramientos creando formaciones onduladas que conocemos como montañas. Estas componen una amplia gama de características topográficas debido a su compleja estructura geológica y su historial de erosión. El centro montañoso lo constituyen rocas volcánicas-plutónicas.

Formas de relieve:

- **Montaña:** Elevación en el paisaje que puede alcanzar 700 metros.
- **Cordillera:** Conjunto de montañas entrelazadas entre sí.
- **Pico:** Parte puntiaguda más elevada de una montaña.
- **Colina:** Elevación aplanada que no es más alta de 100 metros.
- **Sierra:** Serie de montañas puntiagudas o picos.

2. **Llanos Costaneros:** Esta comprende las áreas llanas cercanas al mar que se han formado con el flujo de los ríos que bajan del interior montañoso.

Formas de relieve:

- **Acantilados:** formaciones de rocas ígneas, montañas que terminan en el mar. Las podemos observar en cabo Mala Pascua, Maunabo. En Cabo Rojo también podemos observar, estas son de roca caliza por lo cual se disuelven fácilmente con el contacto del oleaje.
- **Manglares:** se forman bajo condiciones de poca energía en el oleaje. Los podemos observar en La Parguera, en Lajas, y en la bahía Jobos, en Aguirre, Salinas.
- **Playas y Dunas:** se forman en las orillas de alta energía y suprido adecuado de arena de los ríos, como en la costa Atlántica.

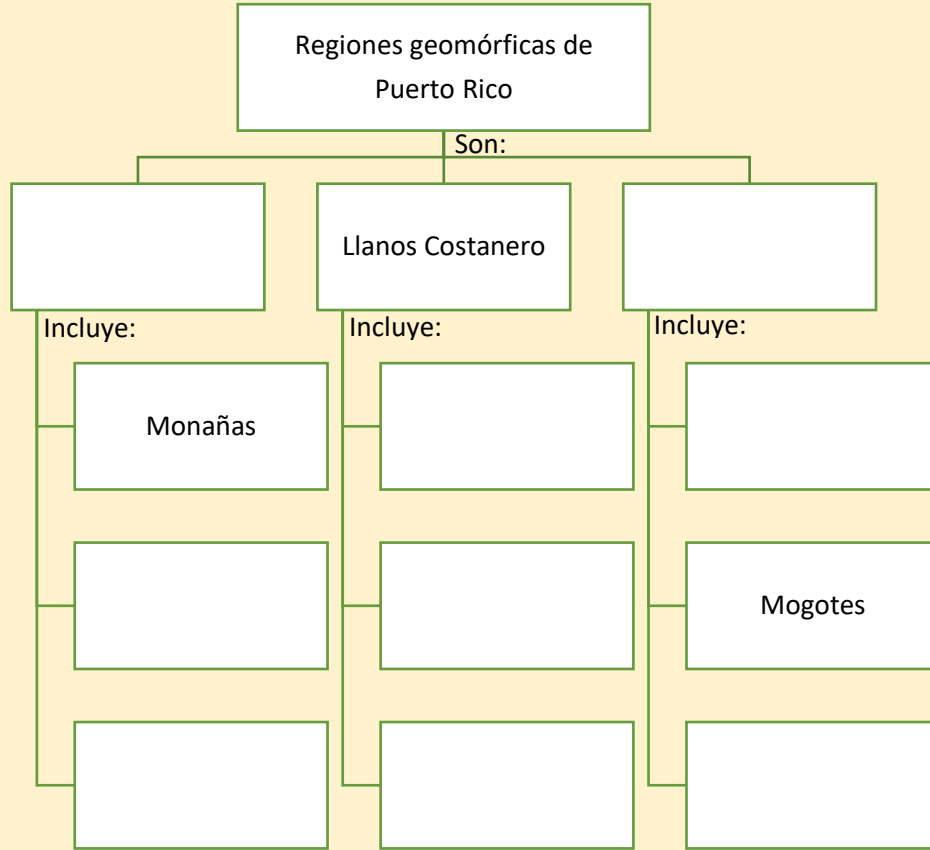
3. **Región del Carso Norteño:** se encuentra al norte del centro montañoso, desde el Río Grande de Loíza, en el este, hasta Aguadilla, hacia el oeste. Esta zona se caracteriza por sus formaciones de roca caliza (lo cual es roca sedimentaria) en donde el agua de lluvia disuelve la roca caliza y se producen distintas formaciones.

Formas de relieve:

- **Mogotes:** Colinas cónicas que se levantan de un plano y están apartadas unas de otras por llanos de arcilla arenosa. Pueden medir de 5 a 50 metros de altura. En el mundo sólo hay tres lugares donde existen mogotes y Puerto Rico es uno de ellos.
- **Sumideros:** Depresión causada por el desprendimiento de superficie terrestre. Pueden medir de 1 a 600 metros en profundidad y diámetro.
- **Cavernas:** Apertura en la tierra que se extiende más allá de lo que la luz solar puede alcanzar y suficientemente grande para un humano entrar.

Ejercicio de práctica individual

Completa el siguiente mapa de conceptos:



Ejercicio de práctica individual

Ilustra en el siguiente mapa de Puerto Rico las Regiones Geomórficas. Completa la leyenda.



Recuperado de: <http://www.gis.pr.gov/seccioneducativa/Documents/Municipios.pdf>

Leyenda:

- Centro Montañoso
- Llanos Costeros
- Carso Norteño

Ejercicio de evaluación

Instrucciones: Completa la siguiente tabla para cada uno de los pueblos de Puerto Rico que aparecen en la lista. Identifica la región geomórfica donde se ubica (1 pt. c/u) y el tipo de roca que podemos encontrar en estos pueblos

Pueblos	Región Geomórfica	Tipos de Rocas
Aguadilla		
Arecibo		
Barranquitas		
Carolina		
Fajardo		
Guánica		
Maricao		
Ponce		
San Lorenzo		
Utuaado		

Lección 3.

Tema de Estudio: Teoría tectónica de placas

Estándares y expectativas: **EI.T.CT1.CC.4** Analiza e interpreta datos sobre la distribución de las rocas y los fósiles, las formas continentales y las estructuras del suelo marino para ofrecer evidencia sobre la teoría de placas tectónicas. Usa estos datos para predecir evidencia futura para la misma teoría. El énfasis debe incluir evidencia encontrada en Puerto Rico.

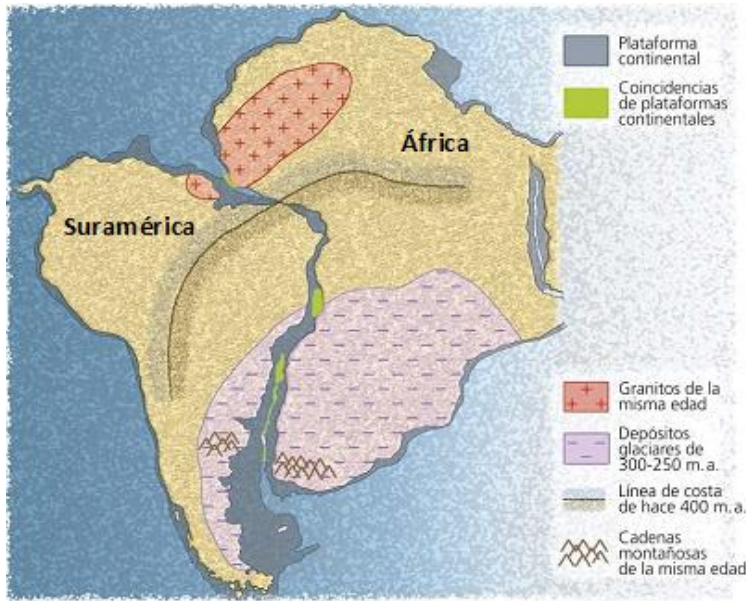
Objetivos de aprendizaje:

- Analizará de donde surge la teoría de la tectónica de placas y las evidencias que sustentan.
- Explicará cómo el movimiento de las placas tectónicas es responsable de las formaciones geológicas que observamos en la corteza.

Teoría tectónica de placas

Hoy en día los científicos cuentan con un modelo global para explicar el origen de los principales rasgos geológicos de la Tierra. Este paradigma surge de la idea de que los continentes se habían movido de su posición original. El cartógrafo holandés Ortelius, en 1596, fue el primero en presentar la idea de que los continentes no han estado fijos en sus posiciones. Basó su teoría en la observación de que la forma de la costa oeste de África y la costa oeste de América del Sur encajaban una con otra, como una pieza de un rompecabezas. Sin embargo, sus ideas no fueron tomadas en serio.

En 1915, Alfred Wegener, meteorólogo alemán, postuló su idea de que alguna vez los continentes formaron una sola masa de tierra y luego se separaron hasta llegar a su ubicación actual. La **teoría de la deriva continental** proponía que, para finales de la era Paleozoica (hace cerca de 300 millones de años), existía, en la Tierra, un único mega continente, **Pangea**, rodeado de un inmenso océano, **Panthalassa**. Según la teoría, hace cerca de 200 millones de años, esta masa comenzó a fragmentarse.



Recuperado de: <https://www.meteorologiaenred.com/deriva-continental.html>

Primero se dividió en dos grandes pedazos: uno al norte, **Laurasia**, y otro al sur, **Gondwana**. Posteriormente, Laurasia se rompió en pedazos, originándose América del Norte, Eurasia y un sinnúmero de islas asociadas con el hemisferio norte. Por su lado, Gondwana dio origen a África, Madagascar, América del Sur, Australia, India y Antártida.

Wegener pasó gran parte de su vida viajando,

estudiando e investigando para encontrar evidencias que apoyaran su teoría. Él demostró que ciertas rocas en las costas de América del Sur y África tenían la misma edad y parecían perfectamente en el contenido de minerales. Además, descubrió fósiles de plantas y animales presentes en diferentes continentes en las mismas estratas o capas de rocas. A pesar de que la teoría de la deriva continental estaba fundamentada en evidencias sólidas, Wegener no pudo explicar cómo se movían los

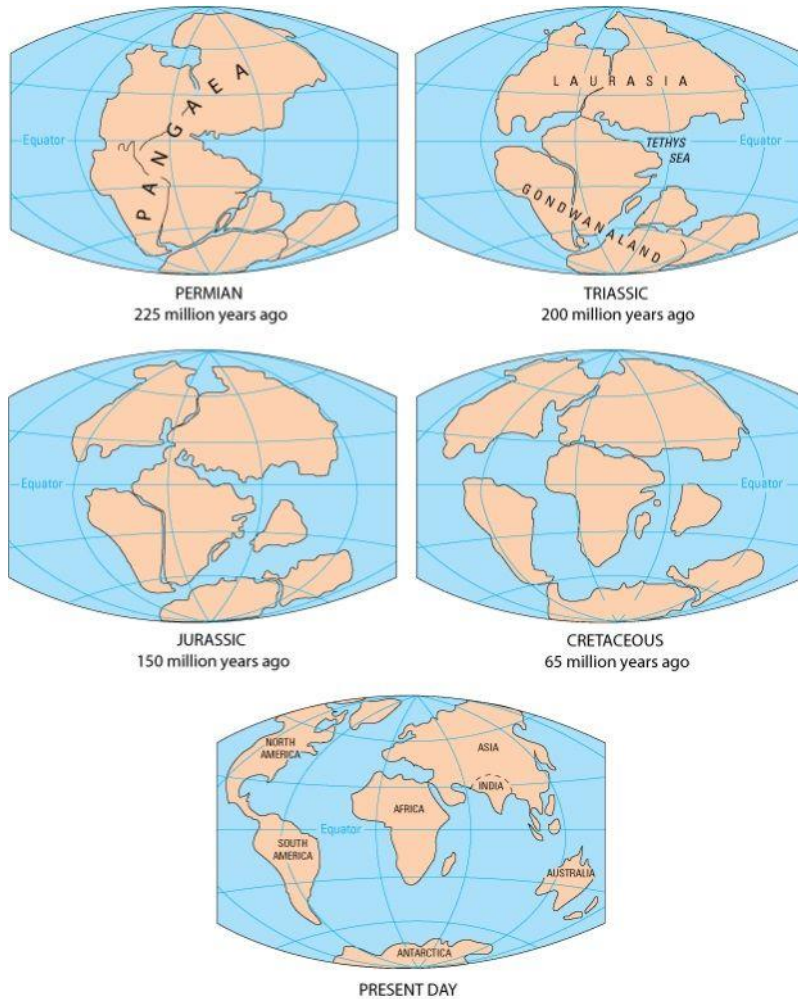


Recuperado de: <https://www.meteorologiaenred.com/deriva-continental.html>

continentes y esta no fue aceptada. Durante los años 1950 y 1960 la teoría de Wegener comenzó a ser aceptada ya que los geólogos tuvieron la tecnología adecuada para obtener más evidencia que explicaran cómo se mueven los continentes. El desarrollo de la oceanografía y el descubrimiento del paleomagnetismo fueron clave para aceptar esta teoría. El **paleomagnetismo** se basa en que las rocas derretidas y las partículas

magnéticas se alinean con el campo magnético de la Tierra. Cuando las rocas se endurecen, estas partículas magnéticas están fijadas en el campo magnético de la Tierra. Si la orientación de las partículas en la roca no es igual a la del campo magnético terrestre, entonces el lugar donde se formó la roca se ha movido. Por consiguiente, es la evidencia del movimiento de los continentes.

En la actualidad, con el uso de la tecnología, los científicos han descubierto que a lo largo

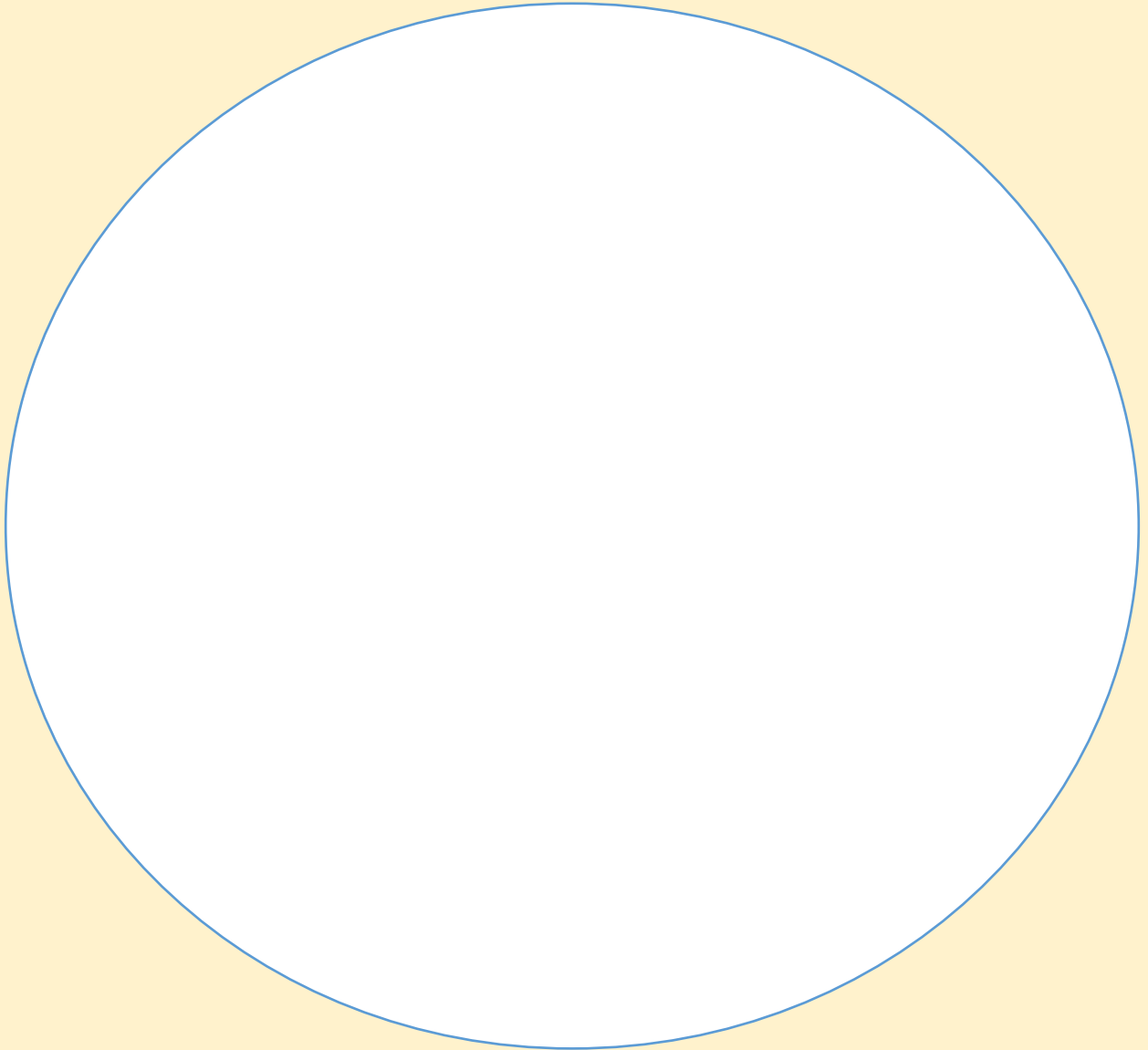


del Atlántico hay una larga cicatriz a la que llamaron **dorsal atlántica**. A ambos lados de ésta, se encontraron que las partículas magnéticas en las rocas del fondo del océano no estaban todas en la misma posición, lo que demuestra que había ocurrido un movimiento en el fondo del océano. Con estas observaciones, desarrollaron la teoría de las placas tectónicas. Hoy día, de acuerdo con esta teoría, sabemos que Pangea existió hace aproximadamente 225 millones de años.

Recuperado de: <https://redhistoria.com/historia-de-la-tierra-el-supercontinente-pangea/ruptura-de-pangea-en-el-tiempo/>

Ejercicio de práctica individual

- A. Elabora una representación de Pangea utilizando un mapamundi actual. Recorta cada continente y pégalos en el siguiente círculo uniéndolos como si fuera un rompecabezas.



- B. Explica en tus propias palabras la teoría tectónica de placas y su relación con la teoría de la deriva continental.

Las placas tectónicas

Según la teoría de la tectónica de placas, las **placas** son pedazos de la litosfera los cuales, al ser menos densos, se deslizan sobre la **astenosfera**. Estas placas son como bloques que se extienden desde la corteza hasta dentro de la región superior del manto. Esto representa una profundidad de 100 km desde la superficie terrestre. A esta profundidad, el material del manto está cerca de su punto de fusión y se comporta como un fluido. El calor interno del planeta ocasiona que haya movimiento en las rocas subterráneas, y éstas a la vez mueven las placas en diferentes direcciones.

Existen siete grandes placas: la Pacífica, la Norteamericana, la Sudamericana, la Africana, la Euroasiática, la Indoaustraliana y la Antártica, y varias más pequeñas: de Cocos, de Nezca, del Caribe, la Iránica, la Árabe, la Filipina, de Gorda y de Escocia. Las placas que tienen por encima el océano, se le conoce como **placa oceánica**, mientras que las que tiene un continente se llaman **placa continental**. Las placas continentales son más gruesas que las oceánicas.



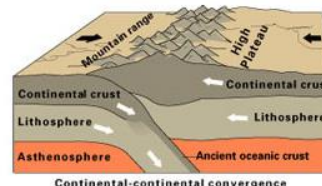
Recuperado de: <https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/areas-de-formacion/>

Muchos de los rasgos geológicos y geomórficos de la corteza terrestre, tanto continental como oceánica, se deben a lo que ocurre en los límites de las placas. El

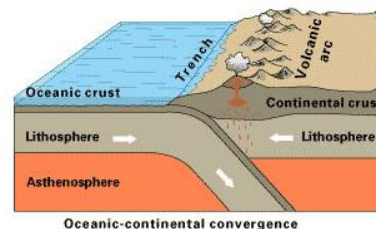
límite es el lugar donde los bordes de las placas tectónicas se encuentran. Los límites se clasifican en tres tipos:

- **Límite convergente:** ocurre cuando dos placas tectónicas chocan. Al ocurrir el choque entre las placas una de ellas se ve forzada a meterse debajo de la otra y llegar al manto esto se conoce como **subducción**. La placa oceánica siempre es la que se ve forzada a descender al manto. Los límites convergentes pueden suceder de tres formas:

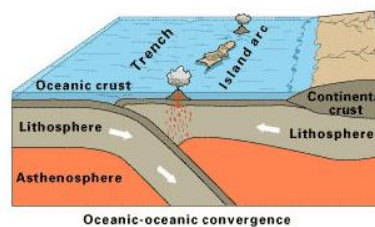
- ✓ cuando chocan dos placas continentales, entonces ocurre una deformación de rocas dando origen a cadenas de montañas.



- ✓ cuando choca una placa oceánica contra una continental, entonces se forman las cadenas de volcanes, como en las costas de América del Sur hacia el Pacífico. En estos límites convergentes hay fosas (como la **Trinchera al norte de Puerto Rico**), gran intensidad sísmica y actividad de volcanes.

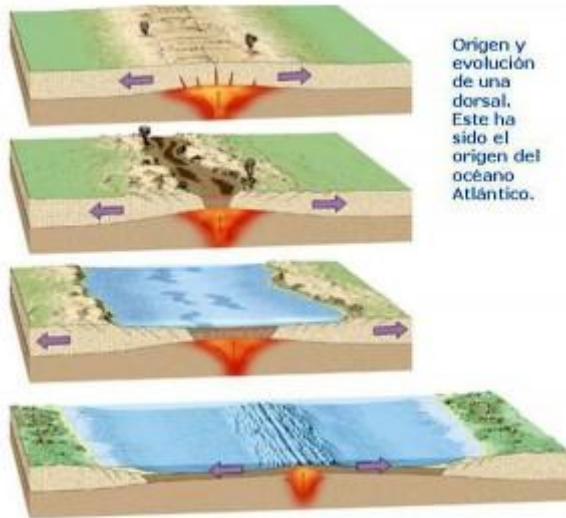


- ✓ cuando dos placas oceánicas que chocan, entonces se pueden formar arcos de islas; así es el origen de las Antillas Menores, por el contacto entre la Placa del Caribe y la de Norteamérica.



Recuperado de:
<https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/areas-de-formacion/>

- **Límite divergente:** ocurre cuando dos placas tectónicas se separan. Según



las placas se van separando surge magma por derretimiento parcial del manto. Se pueden producir flujos de lava y diques basálticos. Estos se enfrían y así se forma nuevo suelo marino llamadas **dorsales oceánicos**. En el mismo centro del Atlántico, se encuentra la fisura dorsal atlántica, pero también pueden ocurrir en continentes (África).

Recuperado de: <https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/areas-de-formacion/>

- **Límite de transformación:** ocurre cuando dos placas tectónicas se deslizan horizontalmente una junto a la otra. A este movimiento también se le conoce como **deslizamiento**. Los bordes de las placas son irregulares, por tanto, cuando se van deslizando se rozan y se sacuden produciendo terremotos. Un ejemplo de este movimiento se da en California, donde la placa de Norteamérica se desliza al lado contrario de la del Pacífico. Justo en esa zona se ha formado una gigantesca falla en la corteza terrestre, que es evidente incluso en la misma superficie, y se le conoce como la Falla de San Andrés.

Puerto Rico es la isla más pequeña del borde norte del arco de las Antillas occidentales. Nuestra isla comparte, con toda la región antillana, su origen volcánico, como resultado de los procesos tectónicos que dieron forma a las diferentes islas durante 200 millones de años. La presencia de la Cordillera Central, que recorre la isla de este a oeste, nos muestra el resultado de las grandes presiones que reciben estas rocas volcánicas. La presencia de fósiles marinos en las montañas del interior, y los flujos de lava expuestos en algunos lugares de la isla son evidencia del movimiento de las placas tectónicas.

Ejercicio de práctica individual

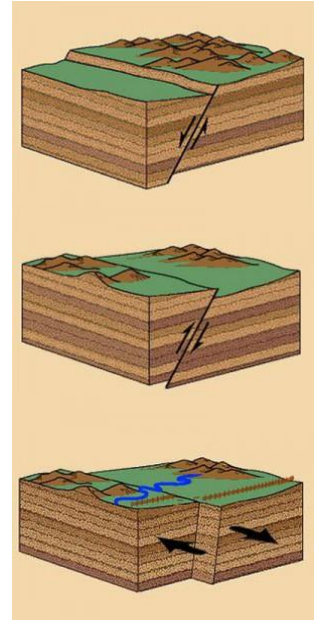
A. Menciona las 7 grandes placas tectónicas, e indica cuál de ellas es enteramente oceánica.

B. Observa la imagen de las placas tectónicas, localiza la Placa del Caribe, donde se encuentra Puerto Rico, y explica que tipo de relación tiene con la Placa Norteamericana.

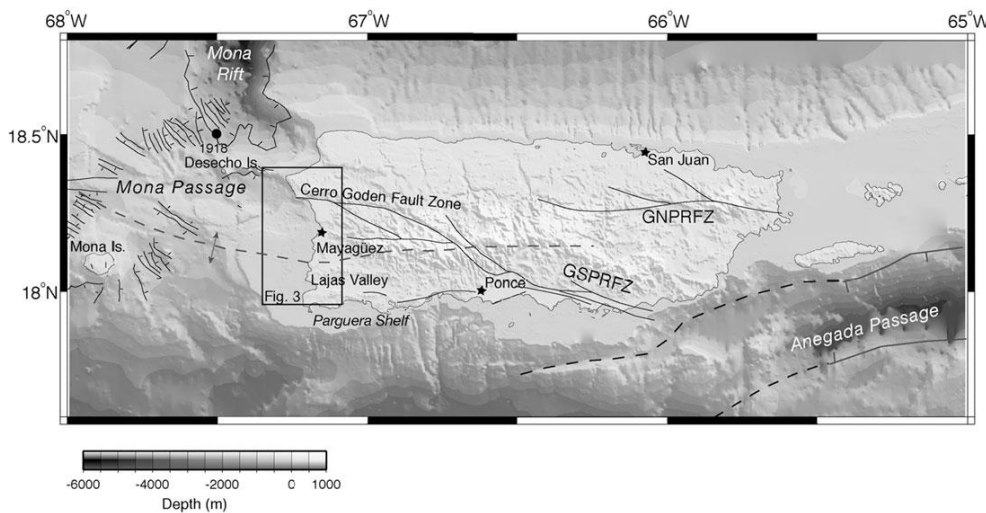
Las Fallas

El continuo movimiento de las placas produce estrés sobre las rocas. Las rocas tienden a doblarse, comprimirse o estirarse para liberar ese estrés. Sin embargo, si la fuerza de la roca es muy grande, se rompe. Cuando esto sucede se forma una falla. Una **falla** es una grieta en la superficie terrestre a lo largo de la cual las rocas se rompen y se deslizan unas respecto a las otras. Existen fallas pequeñas que se pueden ver en una piedra pequeña y hay fallas grandes que cruzan países enteros, como lo es la falla del norte de Anatolia en Turquía. Mientras más grande sea la superficie de falla, más desplazamiento ha ocurrido. Según las rocas se deslizan unas junto a las otras en direcciones opuestas, se rozan, aumentan el estrés sobre ellas y se parten. Los movimientos de las rocas en las fallas producen terremotos. Las fallas se clasifican en tres tipos:

- **falla normal:** las rocas de un lado de la falla se hunden o desciende con respecto a las otras del otro lado de la falla. Este tipo de fallas dieron origen a la formación de Sierra Nevada en Estados Unidos.
- **falla inversa:** las rocas de un lado de la falla ascienden respecto a la roca del otro lado de la falla. En las montañas Himalayas de la India podemos observar este tipo de fallas.
- **falla de deslizamiento (horizontal):** las rocas de un lado de la falla se deslizan lateral u horizontalmente contra las otras del lado opuesto de la falla.



En Puerto Rico, la mayoría de las fallas son antiguas e indican movimientos de rocas que ocurrieron miles a millones de años atrás.



Recuperado de:
<https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/que-son-los-terremotos/>

Dos ejemplos de zonas de fallas antiguas en Puerto Rico son la Gran Zona de Falla del Sur de Puerto Rico y la Gran Zona de Falla del Norte de Puerto Rico. La

zona de fallas del sur va desde el norte de Añasco en dirección sureste hasta llegar a Salinas. La zona de fallas del norte va desde Humacao hacia al noroeste hasta Corozal. Lo más probable es que estas fallas estuvieron activas hace 35 millones de años atrás y pudieron tener desplazamientos de 22 km hasta 50 km. Sus movimientos ocasionaron que se rompieran, doblaran y desplazaran rocas en estas zonas.

Recuperado de: <https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/terremotos-en-puerto-rico/#prettyPhoto/3/>

Las fallas geológicas representan la evidencia de que la corteza de la Tierra se ha deformado. Aunque la existencia de ellas en la corteza no necesariamente representa que las fallas están activas, sí indica un área débil que es importante reconocer, especialmente para proyectos de construcción.

Ejercicio de práctica individual

Instrucciones: Busca información sobre las fallas e indica en que partes del mundo podemos encontrar fallas. Clasificalas en falla normal, falla inversa y falla de deslizamiento. Luego explica su clasificación.

Ejercicio de evaluación

A. Páree usando la mejor contestación, escribe la letra en el espacio provisto.

- | | | |
|-------|---|------------------------|
| _____ | 1. Formación de nuevo suelo marino a base de magma. | A. Pangea |
| _____ | 2. Enorme y único continente que formaba la Tierra. | B. Tectónica de Placas |
| _____ | 3. Establece que la Tierra está dividida en placas que se mueven. | C. Límite |
| _____ | 4. Grieta o fractura en la corteza terrestre. | D. Falla |
| _____ | 5. Lugar donde las placas se tocan. | E. Paleomagnetismo |
| _____ | 6. Estudio del campo magnético de la Tierra. | F. Dorsal oceánica |

B. Contesta cierto o falso.

- _____ 1. La deriva continental es la teoría que establece que alguna vez los continentes formaban una sola masa de tierra y luego se separaron y se movieron hasta llegar a la ubicación actual.
- _____ 2. El estudio de las dorsales oceánicas ofrece evidencia que explican las fuerzas que permiten el movimiento de las placas tectónicas.
- _____ 3. Los fósiles marinos que podemos observar en las montañas del interior de Puerto Rico evidencian el movimiento de la placa tectónica del Caribe.
- _____ 4. En Puerto Rico es imposible encontrar rocas volcánicas que evidencien la actividad volcánica que hubo en la isla.
- _____ 5. La mayor parte de los terremotos ocurren alejados de los límites de las placas tectónicas.
- _____ 6. La placa de Norteamérica tiene subducción en la placa del Caribe y por eso se formó la Trinchera de Puerto Rico.

Lección 4.

Tema de Estudio: Las playas de Puerto Rico

Estándares y expectativas: E.I.T.CT2.EM.1 Estructura y niveles de organización de la materia- Explica cómo los agentes erosivos contribuyen a la formación de las estructuras costeras. El énfasis está en comparar las playas de Puerto Rico.

Objetivos de aprendizaje: Al finalizar la lección:

- * Describirás los elementos o componentes de una playa, tales como vegetación, rocas y arenas.
- * Contrastarás los diversos tipos de playas en Puerto Rico.

Introducción

Las playas de Puerto Rico son un recurso natural de gran importancia social, cultural, económica y turística. Te has preguntado: ¿Son todas las playas de Puerto Rico iguales? ¿Tiene la misma forma, vegetación o arenas? ¿Serán todas las playas de Puerto Rico aptas para visitantes?

La siguiente noticia del periódico Metro de Puerto Rico (2018), nos llena de orgullo como puertorriqueños, ya que resalta las características en cada una de esas playas. Lee la noticia, examina las imágenes que le acompaña y responde el ejercicio al finalizar la lectura:

Estas son las mejores playas de Puerto Rico

A continuación, te presentamos algunas de las mejores playas para bañistas y para realizar actividades acuáticas

Por Metro Puerto Rico
viernes, 06 de julio de 2018, a las 13:03

¡Playas, arena y sol! No es un secreto que la isla está rodeada de hermosas playas para el disfrute de toda la familia. La isla cuenta con más de 270 millas de costas preciosas. Es por esto por lo que Puerto Rico es uno de los destinos favoritos por los turistas para disfrutar de un sinnúmero de actividades acuáticas que se pueden realizar bajo el sol o para los que simplemente buscan relajarse, refrescarse o darse un chapuzón.

A continuación, te presentamos algunas de las mejores playas de la isla:

Balneario Flamenco en Culebra

Esta playa con agua cristalinas y arena blanca ha sido considerada como una playa paradisiaca por los visitantes. Sin duda una de las playas más hermosas de Puerto Rico y del mundo.



Playa Flamenco

Recuperada de http://www.proyectosalohogar.com/Recursos_naturales/Playas.htm

Playa Sucia o La Playuela

Es un paraíso de agua cristalina y arena blanca. Esta playa es parte de la Reserva Natural de Cabo Rojo y está ubicada a pasos del Faro de Cabo Rojo.



Playuela



Balneario Luquillo

Recuperadas de <https://lh5.googleusercontent.com/p/AF1QipP10kLY6GOUpM0dnjPKGcHj-A2JG09gVLx662wH=w426-h240-k-no>

Balneario de Luquillo

La playa de Luquillo, es otro de nuestros tesoros naturales más hermosos. Esta playa también ostenta aguas tranquilas y cristalinas y una arena muy suave que te permite llegar al agua para sumergirte fácilmente. A pasos del balneario también encontrarás los famosos kioscos o restaurantes para degustar comida típica puertorriqueña.

Balneario Boquerón en Cabo Rojo

Es una de las playas más frecuentadas por sus vistas panorámicas. En esta playa se celebran múltiples festivales playeros y cuenta con múltiples kioscos de frituras y comida típica puertorriqueña.



Balneario de Boquerón



Playa Jobos

Recuperadas de <https://www.metro.pr/pr/noticias/2018/07/06/estas-las-mejores-playas-puerto-rico.html>

Playa Jobos de Isabela

La Playa Jobos es la más popular en Isabela. Es muy concurrida para surfear y tomar sol. Es peligrosa para nadar debido a sus fuertes corrientes.

Playa Montones en Isabela

La playa Montones en Isabela se caracteriza por su ambiente familiar. La playa cuenta con una posa ideal para los niños y un área que da al mar abierto que es recomendada para adultos.



Playa Montones Recuperada de <https://www.metro.pr/pr/noticias/2018/07/06/estas-las-mejores-playas-puerto-rico.html>

La Poza de las Mujeres en Manatí

La poza que pertenece a la reserva natural Hacienda la Esperanza en Manatí, debe su nombre a los años 1600 a 1700, cuando Puerto Rico era colonia de España, en ella se bañaban sólo las mujeres de la alta sociedad.



La Poza de las Mujeres



Playa Buyé

Recuperada de <https://www.metro.pr/pr/noticias/2018/07/06/estas-las-mejores-playas-puerto-rico.html>

Playa Buyé en Cabo Rojo

Buyé es una playa famosa del municipio de Cabo Rojo, al suroeste de Puerto Rico. Sus aguas tranquilas y su ancha franja de arena la convierten en una de las principales atracciones de la zona turística Porta del Sol.

Crash Boat en Aguadilla

La playa Crash Boat en Aguadilla es considerada como una de las mejores playas de Puerto Rico para bucear, "snorkeling", practicar el "surfing" y otros deportes acuáticos.



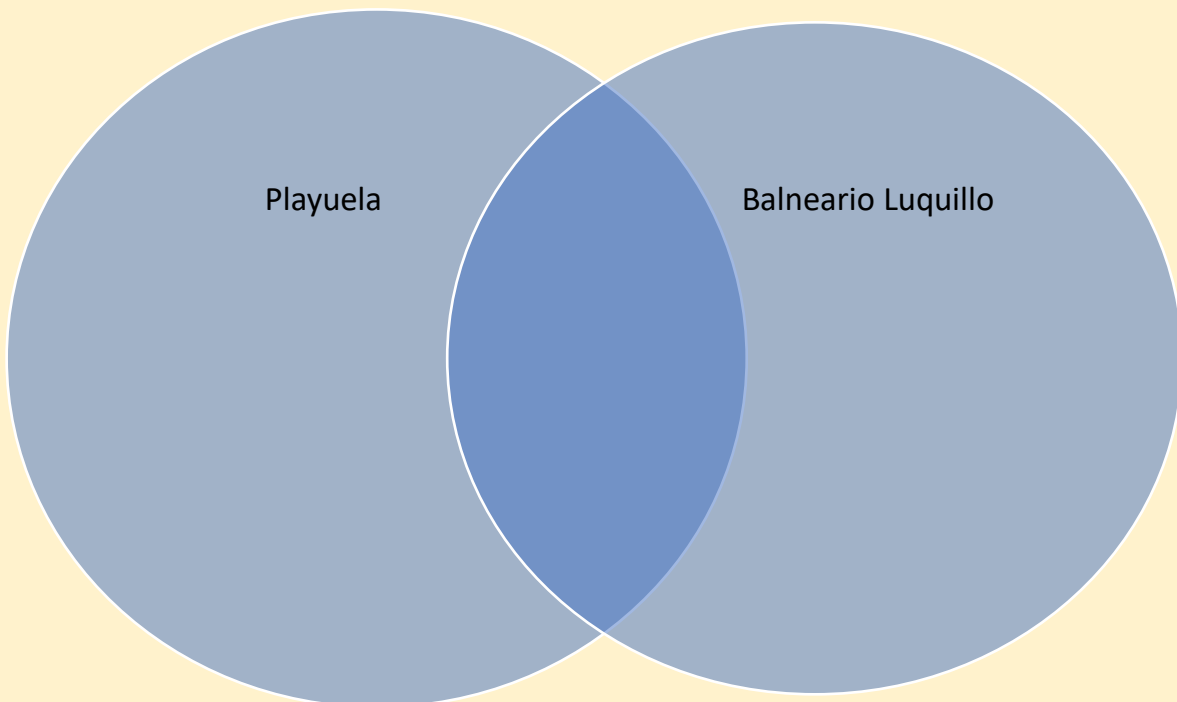
Crash Boat Recuperada de <https://www.metro.pr/pr/noticias/2018/07/06/estas-las-mejores-playas-puerto-rico.html>

Ejercicio de práctica individual

Observa nuevamente las fotografías de diversas playas en Puerto Rico. Completa la tabla de datos con las características apreciables en las fotos.

Playa	Color de la arena	Color del agua	Tipo de vegetación	Otras

Compara y contrasta estas dos playas: Playuela en Cabo Rojo (suroeste de PR) con Balneario de Luquillo (este noreste de PR). Completa el diagrama de Venn.



¿Sabías qué?

Contrario a lo que podríamos pensar, las arenas de nuestras playas son diferentes, alrededor de Puerto Rico. Hay playas con arenas claras, arenas oscuras, arenas gruesas y arenas muy finas y suaves. En términos generales podemos clasificar las playas en dos tipos; playas rocosas y playas arenosas. Otros componentes de las playas son la vegetación, fauna y el agua del Océano Atlántico y el Mar Caribe. Tanto la vegetación como la fauna está adaptada a los ecosistemas terrestres y acuáticos marinos debido a la alta concentración de sal en las costas.



Recuperado de <https://www.zeepuertorico.com/lugar/balneario-boquer%C3%B3n.aspx>

Se recomienda la exploración sobre el tema haciendo referencia a los animales y plantas que pueden encontrarse en la zona y las características que deben poseer éstos para vivir en zonas costeras.

La arena de las playas

La arena es una acumulación de sedimentos de diversos tamaños y dependiendo de la localización de la playa en Puerto Rico es el color, tamaño, forma y cantidad acumulada. La acción de la erosión y desgaste de las rocas terminan siendo parte de este sedimento que conocemos como arena. Podemos encontrar diferentes minerales debido a la meteorización de las rocas, tales como magnetita, carbonatos, cuarzo, así como también material orgánico erosionado por el agua. Las playas de colores dorados y arenas negras son de estos colores, por la presencia de muchos minerales y de contenido volcánico, también de la erosión del suelo cerca de éstas (Díaz, 2014). Estas playas están localizadas al norte y noreste de la isla. Las arenas oscuras tienen un alto contenido de magnetita, como lo es la playa de Manatí, al norte de la isla. Las playas de arenas blancas son el resultado de la cercanía de arrecifes de coral, ya que la erosión rompe en pedazos pequeños el material orgánico.



Playa Negrita, Vieques, PR Recuperado de [https://www.google.com/search?q=Playa+Negrita+\(www.vieques.es/beaches.html\)](https://www.google.com/search?q=Playa+Negrita+(www.vieques.es/beaches.html))

La arena tiene un rol muy importante, pues sirve de barrera protectora para los valles costeros y los terrenos de siembra, ante la marea y oleaje. Otros usos de la arena son en la fabricación de vidrio y la construcción, siendo esto último limitado por ley como medida de preservación del recurso natural.

Ejercicio de evaluación

Ejercicio de laboratorio en casa

En este pequeño ejercicio de laboratorio investigarás una muestra de arena para conocer un poco más de cerca algunas características de las arenas que podemos encontrar en Puerto Rico. Dile a tus padres o encargados que te lleven a una playa cercana a tu hogar, tomando las medidas de seguridad con el uso de mascarilla y el distanciamiento físico. Otra opción sería una muestra del suelo de tu casa y la de algún vecino. Trata de que el suelo sea de granos finos.

¿Qué necesitarás?

- Dos frascos vacíos de medicinas, limpios y secos
- Marcador para rotular los frascos
- Lupa
- Vinagre
- Gotero
- Imán pequeño

Procedimiento:

1. En la playa visitada, recoge una muestra de arena en los frascos, uno cerca de la orilla de la playa y otra muestra de la zona más lejana a la orilla. Asegúrate de identificar ambos frascos con el marcador.
2. Ya en la casa, usando la tapa del frasco o en un plato desechable pequeño, coloca una pequeña muestra de cada una de las zonas.
3. Observa detenidamente usando la lupa el tamaño aproximado de los granos. ¿Son pequeños, medianos o grandes? ¿Cómo compara el tamaño entre las zonas de la playa? El tamaño del grano te puede decir cuánto tiempo ha sido expuesto a la erosión y cuán antiguo debe ser, los granos más pequeños son los más antiguos.
4. Observa la forma de los granos de las muestras. Mientras más redondos es indicativo de la erosión causada por el agua, a la que fue expuesto y también suelen ser más antiguos. También puedes encontrar granos angulares o puntiagudos. Éstos son los granos más jóvenes y menos erosionados.
5. Cuando la arena tiene la mineral magnetita, al acercar un imán estas partículas se pegarán. ¿Se pegan partículas al imán? ¿Qué color tienen estas partículas? ¿Cómo comparan las dos muestras de área?
6. La arena también puede tener partículas de carbonatos que provienen de conchas, corales, huesos y algas calcáreas que se han mezclado con el paso de los años. Añade unas gotas de vinagre (ácido acético) a las muestras, si observas burbujeo (liberación de dióxido de carbono) es que las muestras contienen carbonatos. ¿Cómo comparan las dos muestras recogidas?

Completa la tabla de observaciones.

Muestras de arena/suelo	Color principal	Tamaño de los granos	Forma de los granos	Presencia de magnetita	Presencia de carbonatos	Composición general de la arena

Nota: Laboratorio adaptado del Texto Mundo Vivo; Ciencias Terrestres y del Espacio, 2016.

La vegetación en las playas

La vegetación es importante ya que actúa como **amortiguador** del viento y controlar el transporte de los granos de arena fuera de la playa. Las raíces de dichas plantas forman una red que estabiliza las arenas y las **dunas** (estructuras formadas por la deposición de arena) y permite la retención de agua en la misma (DRNA, 2005). En Puerto Rico podemos ver herbáceas halófitas, palmeras, mangles y otros árboles que son plantas que se han adaptado a las altas concentraciones de sal y los espacios de

aire en la arena, por lo que sus raíces ayudan a **compactar** la arena y la retención de agua. Podemos ver árboles de uvas playeras y otras yerbas como el matojo de playa.

La fauna de las playas

Esta vegetación permite que se desarrollen diversos ecosistemas terrestres y la visita de un sinnúmero de aves migratorias. También en la orilla de las playas podemos observar una diversidad de organismos como peces pequeños, crustáceos y medusas (aguavivas). Insectos, reptiles como las gallinas de palo e iguanas, tortugas marinas (todas las especies en **peligro de extinción**), erizos y estrellas de mar, por mencionar algunos. Es nuestra responsabilidad proteger estas áreas para controlar la alteración de estos ecosistemas.

Ejercicio de Práctica Individual

Instrucciones. Llena los espacios en blanco con los conceptos discutidos anteriormente.

1. La arena de las playas de Puerto Rico es de diferente _____ y tamaño.
2. La magnetita es un _____ presente en algunas de las playas de Puerto Rico.
3. Las playas con arenas blancas tienen como elemento principal material orgánico que proviene de la erosión de _____.
4. Las plantas en las playas ayudan a _____ la arena para que sea una barrera del viento que puede transportar la arena fuera de la playa y para la retención de agua.
5. Todas las tortugas marinas están en _____.

Ejercicios de evaluación

Instrucciones. Encuentra las siguientes palabras. Pueden estar en cualquier orden, horizontal, vertical y al revés. Redacta tres oraciones que incluya una o más de las palabras de vocabulario.

Palabras para buscar:

Acantilado Corrosión Cuevas Playas Arena Erosión
Meteorización Litoral Dunas Sedimento Transporte
Desgaste Recursos Deforestación Conservación

Las costas de Puerto Rico

C	T	R	A	N	S	P	O	R	T	E	T	E	N	D
O	I	D	U	N	A	S	L	S	E	R	R	Ó	D	E
N	E	D	I	A	C	O	R	R	O	S	I	Ó	N	S
S	G	E	R	O	S	I	Ó	N	R	C	B	L	R	G
E	M	E	T	E	O	R	I	Z	A	C	I	Ó	N	A
R	R	E	E	J	A	I	E	T	E	D	E	A	O	S
V	C	S	T	D	I	C	S	E	A	R	E	N	A	T
A	U	E	R	L	O	E	A	E	A	E	S	S	F	E
C	E	D	C	V	R	I	N	N	D	N	O	D	L	P
I	V	I	D	O	S	M	P	O	T	S	H	A	I	D
Ó	A	M	F	N	P	D	A	L	R	I	R	O	R	U
N	S	E	U	T	D	A	O	U	A	O	L	E	H	Ó
O	D	N	G	T	P	R	C	S	T	Y	E	A	A	D
S	C	T	E	M	A	E	T	I	O	O	A	T	D	A
A	U	O	C	T	R	M	L	E	U	O	V	S	A	O

Oraciones

1. _____
2. _____
3. _____

Lección 5.

Tema de Estudio: La conservación de las playas de Puerto Rico

Estándares y expectativas: **EI.T.CT2.EM.1** Estructura y niveles de organización de la materia- Explica cómo los agentes erosivos contribuyen a la formación de las estructuras costeras. El énfasis está en comparar las playas de Puerto Rico.

Objetivos de aprendizaje:

- Identificarás los procesos erosivos y las implicaciones de la erosión sobre las costas de Puerto Rico
- Evaluarás el valor turístico y socioeconómico de las playas de Puerto Rico.
- Analizarás las posibles soluciones para promover la conservación y preservación de estos recursos

Factores que dan forma a las costas de Puerto Rico

Como ya viste en primera parte del módulo del curso de Ciencias Terrestres (Unidad 2, pp 45-51), la **erosión** es uno de los factores que les dan forma a las costas de Puerto Rico. Dependiendo de la composición rocosa de la playa, hace que sea susceptible a romperse, unas más que otras. Las costas y acantilados de roca caliza tienden a socavarse con mayor facilidad creando cuevas y cavernas que sirven de hábitat a muchas aves y otros organismos. Esas formaciones rocosas son muy populares y hermosas, aunque algunas son de difícil acceso. Entre las cuevas costeras en Puerto Rico podemos destacar Cueva Las Golondrinas en Manatí, Cueva Cofresí en Punta Guaniquilla en el pueblo de Cabo Rojo, Cueva del Indio en Arecibo y Cueva Punta Borinquen de Aguadilla, por mencionar algunas.



Cueva Las Golondrinas, Manatí recuperada de <https://nosvamosdepaseo.com/cueva-de-las-golondrinas-manati/>

La erosión provocada en las costas por el oleaje del océano y del mar va a depender de la energía de las olas. La costa norte de nuestra isla

tiene un oleaje muy energético, son costas muy peligrosas y la erosión en las rocas es mayor. El oleaje en el sur y suroeste es menos energético, por lo que las playas son más tranquilas y la erosión es menor. La compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico selecciona las playas de menor energía y las clasifica como balnearios, lo que permite el disfrute de estos recursos.

La unidad anterior describe los diferentes tipos de erosión; las naturales y las antropogénicas. Esta última, que es causada por el ser humano cambia la forma de nuestras costas y muchas veces afecta el valor turístico de éstas. Otras implicaciones es que acelera la erosión natural por el efecto causado en la capa superior del suelo y la deforestación. La construcción en la zona marítimo terrestre reduce el espacio de las playas y en eventos de marejadas fuertes puede dañar la propiedad y reducir aún mas el espacio de playa. Veamos algunos ejemplos:



Antes y después de una marejada: zona Ocean Park, San Juan. Recuperado de <https://www.periodicolaperla.com/puerto-rico-vive-una-erosion-critica-por-huracanes-y-construcciones/>

Foto luego del huracán María. Recuperado de <https://www.wipr.pr/camara-aprueba-medida-que-crea-un-comite-de-expertos-para-atender-la-erosion-costera/>

Estas fotos evidencian la fuerza del agua y la construcción indebida, pues se redujo significativamente el espacio de playa. Existen leyes que estipulan dónde y cómo construir siendo responsabilidad del Gobierno el proteger esas zonas de playa.

Pero ¿Qué podemos hacer?

Imagina por un momento que eres un legislador y quieres presentar un proyecto de ley que sostuviera como se debe proteger y preservar los recursos naturales de las playas en Puerto Rico. Enumera aquellas cosas que podríamos hacer los ciudadanos para cumplir con la misma. Redacta dos párrafos donde solicites a la legislatura y el senado de Puerto Rico tus ideas de protección y preservación de los recursos y como la ciudadanía se involucra en este proyecto.

Actividad de Extensión

A large rounded rectangular box with a blue border, containing 20 horizontal lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across most of the width of the box.

Valor turístico de las playas en Puerto Rico

Nuestra isla fue visitada el año pasado por 4.7 millones de turistas, de acuerdo con la información brindada por DMO (Organización de Mercadeo de Destinos), y el porcentaje mayor de esos turistas su destino principal fueron los pueblos cercanos a las playas. Así que podemos decir que nuestras playas tienen un valor turístico importante, como también un valor socioeconómico. La Compañía de Turismo de Puerto Rico, en su página web oficial, promociona nuestra isla como un destino no solo para esparcimiento y vacacionar, sino también para establecer negocios o realizar eventos de compañías de otros países. Esta compañía también establece las regulaciones para agencias de viaje y guías turísticos.

Actividad de Extensión

Si fueras un agente de viajes o guía turístico, ¿Qué aspectos o propiedades de las playas le mencionarías y por qué? Elabora una lista de esos aspectos, basado en esta información y en tus propias experiencias. Entrevista a familiares y amigos (recuerda el distanciamiento físico y el uso de mascarilla) para saber qué cosas de las playas les gusta o le gustaría que hubiera. **¡Manos a la obra!**

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

Ejercicio de aplicación (Se recomienda el uso de rúbrica por parte del maestro(a)).

¡Promociona a Puerto Rico y sus playas!

Usando el espacio provisto, crea una promoción turística que invite a visitar alguna de las playas de Puerto Rico. ¡Puedes hacer dibujos, usa tu creatividad!

A large, empty rectangular area with rounded corners, intended for creating a promotional poster for Puerto Rico's beaches. The area is white with a light blue gradient at the bottom, set against a light green background.

Lección 6.

Tema de Estudio: Ciclos Biogeoquímicos

Estándares y expectativas: **EI.T.CT2.IE.3** Identifica los componentes y describe los procesos que ocurren en los ciclos biogeoquímicos de carbono, nitrógeno y fósforo.

Objetivos de aprendizaje:

- Describirás los ciclos biogeoquímicos que se producen en Puerto Rico (carbono, nitrógeno y agua).
- Analizarás la importancia de los ciclos biogeoquímicos en el mantenimiento de la vida en Planeta Tierra.

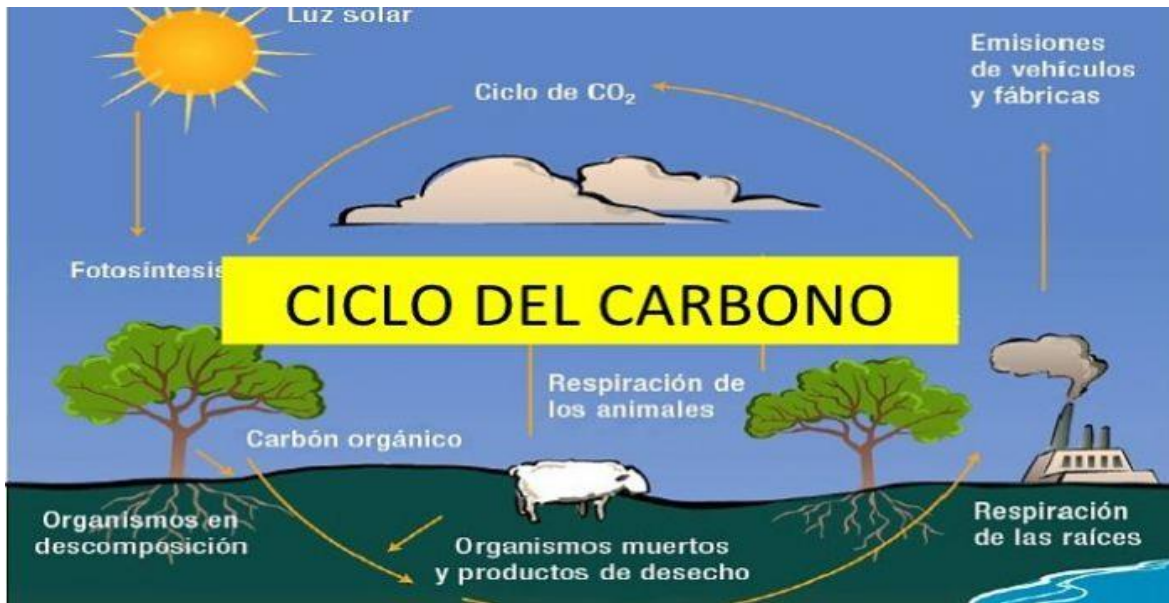
Introducción

El tema del reciclaje siempre ha sido un dilema en la sociedad ante la escasez de recursos y la inminente contaminación del ambiente. Por lo tanto, nos ha costado mucho trabajo entender que los recursos naturales son limitados. Sin embargo, la naturaleza deja claro que las cosas no duran para siempre y ha puesto en práctica su propio sistema de reciclaje a través de los ciclos biogeoquímicos. Las leyes de termodinámica son puestas en práctica, ya que la materia no puede ser creada ni destruida, sino que transformada. Gracias, a los ciclos biogeoquímicos los elementos claves para la vida como lo son Carbono, Hidrogeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo y Azufre están disponibles para ser utilizados una y otra vez. A continuación, observarás diagramas de los ciclos biogeoquímicos de carbono, nitrógeno y fósforo, recuerda que al ser un ciclo no hay un punto de inicio en el sistema.

Ciclo de carbono

Carbono es uno de los elementos más importantes para la vida, ya que está presente en todas las biomoléculas: Hidratos de carbono, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Además, este elemento se encuentra depositado en todas las esferas del sistema global en diferentes formas. Por ejemplo, en la litosfera de la Tierra se encuentra en forma de combustible fósil. En la atmósfera se encuentra en forma de

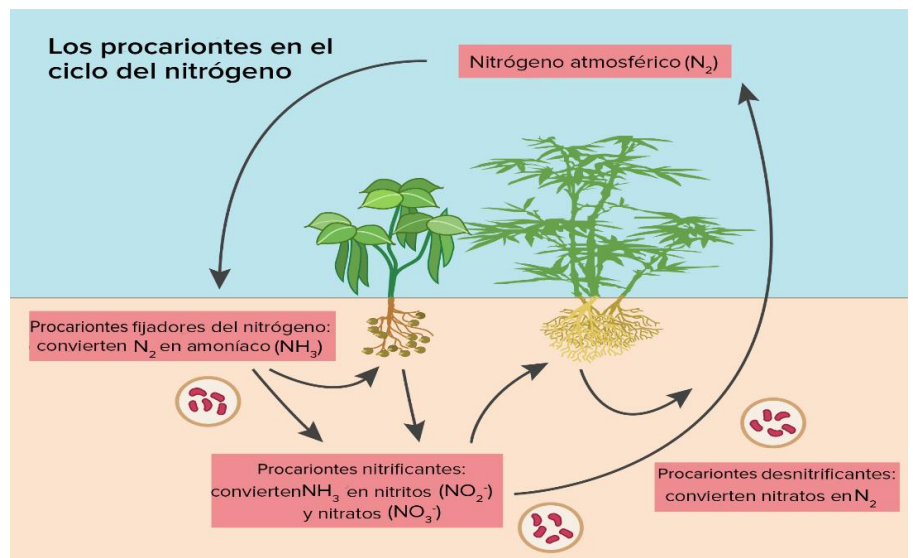
CO₂ como reactivo del proceso de fotosíntesis. Sin embargo, la quema de combustible fósil de forma indiscriminada ha generado altos niveles de CO₂ los cuales han sido un factor decisivo en el acelerado proceso del calentamiento global.



<https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/ciclo-del-carbono/>

Ciclo de nitrógeno

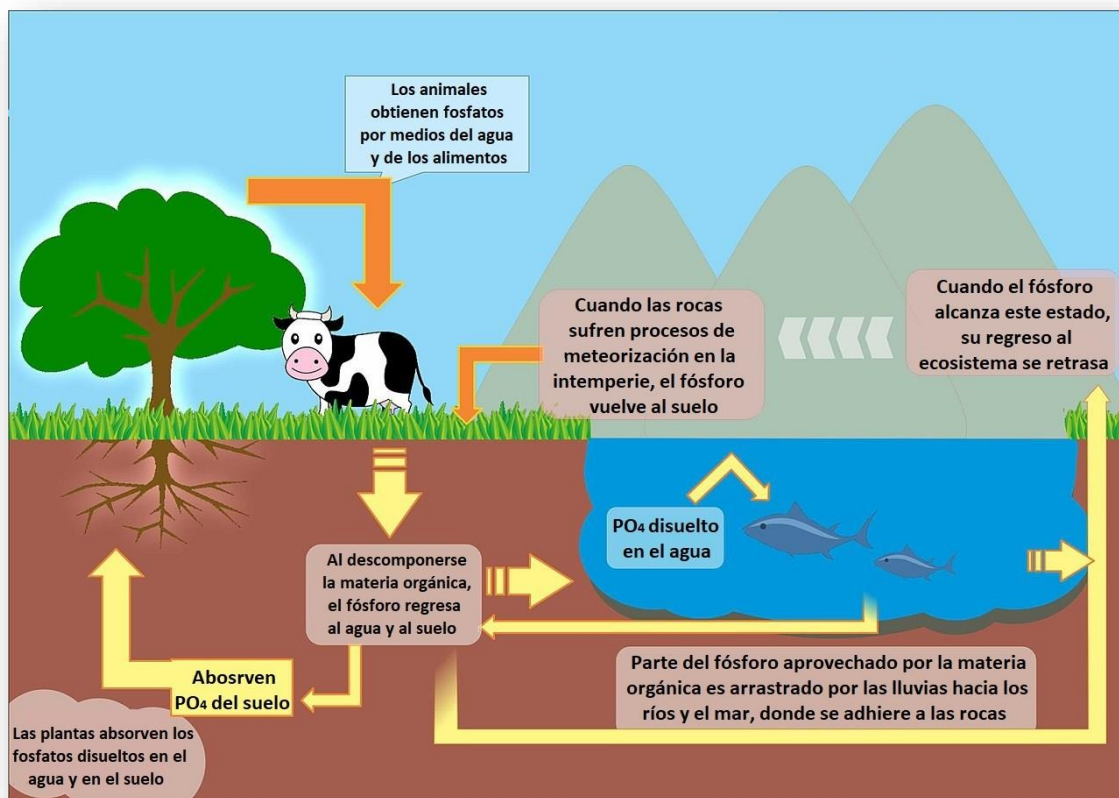
El nitrógeno es un elemento importante en la formación de proteínas y ácidos nucleicos. Sin embargo, el 78 % de este elemento se encuentra en forma de gas, por lo cual resulta inaccesible a la mayoría de los organismos vivos. Las bacterias juegan un rol importante en la fijación de nitrógeno a amonio (NH₄⁺), luego las bacterias nitrificantes los convierten a nitrito (NO₂⁻) y nitrato (NO₃⁻) para que pueda ser asimilado y utilizado por las plantas.



<https://es.khanacademy.org/science/biology/ecology/biogeochemical-cycles/a/the-nitrogen-cycle>

Ciclo de fósforo

El fósforo es un elemento importante en la formación de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) y en la molécula acopladora de energía ATP. Un dato interesante es que es un elemento por lo general escaso. En la naturaleza dicho elemento se encuentra en forma de ion fosfato (PO_4^{3-}). Los compuestos fosfatados se encuentran en las rocas sedimentarias y cenizas volcánicas. También son incorporados a los ambientes acuáticos a través del uso de fertilizantes. Sin embargo, el exceso de compuestos fosfatados junto a compuestos nitrificados debido a las prácticas agrícolas inadecuadas puede llevar a producir un fenómeno llamado eutroficación. En la eutroficación las algas se multiplican de forma excesiva produciendo toxinas, y al descomponerse por los microorganismos limitan el oxígeno disponible para peces y moluscos provocando su muerte.



<https://tomi.digital/en/58667/ciclo-del-fosforo>

Recuerda que también otras formas de materia atraviesan ciclos que le permiten circular a través del ambiente. Los ciclos biogeoquímicos se relacionan entre sí de muchas maneras, ya que circulan constantemente entre los factores bióticos y abióticos del ecosistema.

Ejercicio de práctica individual

Instrucciones. Escoge la contestación correcta.

¿Cuál de los siguientes describe a los ciclos biogeoquímicos?

- a. Solo se incluyen los ciclos de carbono, nitrógeno y fosforo.
- b. Demuestran que la materia prima de la naturaleza no puede ser recuperada una vez utilizada.
- c. Son sistemas de reciclaje de elementos claves en la naturaleza.
- d. Demuestran que los recursos naturales son de uso ilimitados.

Ejercicio de evaluación

Instrucciones. Observa los diagramas presentados sobre los ciclos biogeoquímicos y contesta las preguntas en forma y en oraciones completas.

1. ¿Cuál es el mayor reservorio de carbono en la Tierra? ¿En qué forma se encuentra?
2. Describe tres maneras en las cuales las actividades humanas alteran el ciclo de carbono.
3. ¿Por qué el nitrógeno es un recurso limitado?
4. ¿Cómo los consumidores obtienen el nitrógeno que necesitan?
5. ¿Por qué el fosforo es esencial para la vida?
6. ¿Cómo los compuestos fosfatados se desligan de las rocas sedimentarias?
7. ¿Qué ocurriría si deja de funcionar alguno de los ciclos biogeoquímicos?

Lección 7.

Tema de Estudio: Los terremotos en Puerto Rico

Estándares y expectativas: **EI.T.CT1.IE.4** Describe las causas y acción de los terremotos y los volcanes sobre la corteza terrestre. El énfasis está en la relación con las placas tectónicas y en el trabajo que realiza la Red Sísmica de Puerto Rico.

Objetivos de aprendizaje:

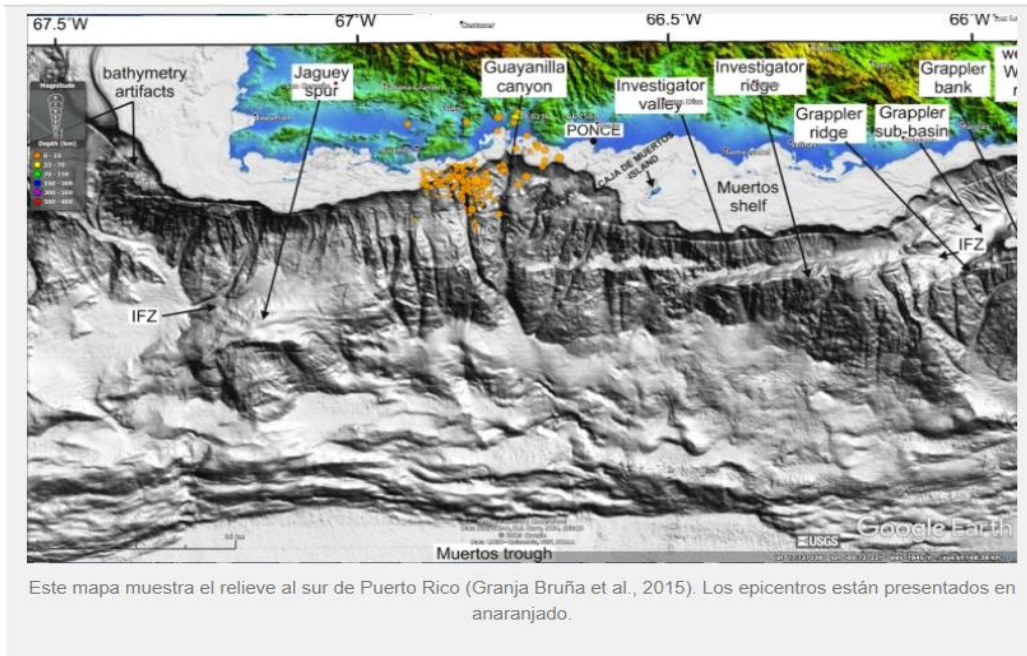
- comprenderás el porqué de la actividad sísmica en nuestra isla.
- identificarás en un mapa los lugares en donde ocurrieron los terremotos más significativos en Puerto Rico a través de la historia.

La actividad sísmica en Puerto Rico

Si hay un tema que este año en particular nos ha afectado en nuestra isla han sido los terremotos. Ustedes han vivido esta experiencia, algunos más que otros. En esta lección pretendo que logren entender por qué ocurre estos fenómenos naturales y como la geología nos da una explicación a estos movimientos de tierra. Según Dávila (2020), en su artículo “La secuencia sísmica de Guánica 2019-2020”, antes de este evento sísmico en el sur, había ocurrido un terremoto de magnitud 7.1 en Mayagüez en el 1918 y otros de magnitud 6 al norte de Puerto Rico, donde se indica que la región norte del país ha producido los terremotos de mayor magnitud en el último siglo. Sin embargo, lo ocurrido en la región sur de Puerto Rico también demostró ser peligrosa. Esto tiene una explicación la cual se describirá a continuación.

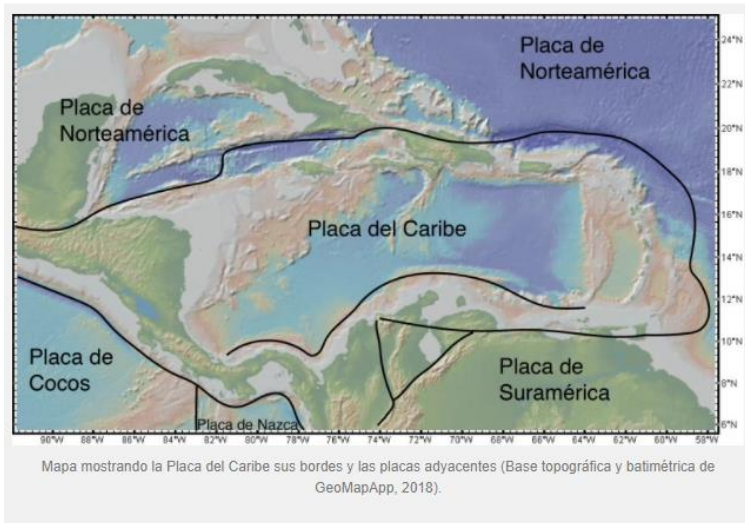
Estudios previos reconocen que el área del suroeste de Puerto Rico es riesgosa sísmicamente. Se han encontrado fallas activas en Lajas y Guánica, pero también hay fallas activas en el suelo marino. El suelo marino al sur de Puerto Rico forma una pendiente empinada y montañosa hasta llegar a la Fosa de Muertos y a la planicie del suelo oceánico del Caribe. Un estudio de batimetría refleja que está pendiente marina contiene fallas con rumbo de este a oeste y noreste a suroeste. Las fallas más cercanas al fondo marino del Caribe muestran que la corteza está siendo apretada. Mientras que las fallas más cercanas a la costa sur de la isla son formadas por extensión de la corteza. En general, sabemos que la convergencia de las placas de

Norteamérica y del Caribe causan deformación en las rocas que se reflejan como fallas.



Recuperado de <https://geolpr.com/>

Según la imagen presentada, los epicentros de los terremotos están marcados en anaranjado, las diversas fallas están identificadas con flechas negras y la Fosa de Muertos es la que dice Muertos trough. Si observas bien la imagen, el área sur de Puerto Rico parece como si estuviese ubicada en la cima de una montaña.



Recuperado de <https://geolpr.com/>

En esta imagen se puede observar las placas tectónicas en donde se encuentra Puerto Rico y las otras placas tectónicas que nos rodean. De acuerdo con los estudios geológicos, al tener estas placas tectónicas alrededor nuestro provoca un choque entre ellas teniendo

como resultados la formación de fallas que pueden en su momento ocasionar los sismos.

El dinamismo de la Placa del Caribe levanta islas sobre el mar, forma montañas y valles fértiles. A la misma vez crea terremotos y volcanes. Estos dos fenómenos representan dos de los peligros geológicos más importantes en la región. Solo estudiando el marco tectónico del Caribe podremos apreciar la formación de nuestras tierras y entender por qué y dónde ocurren terremotos y volcanes que ponen en peligro nuestras vidas y propiedades.

En el libro “Ciencia Boricua” (20110) explica que la mayoría de los terremotos cercanos a Puerto Rico ocurren en fallas mar adentro en las regiones de la Fosa de Puerto Rico (al norte de la Isla) y en la región de Sombrero (al noreste de la Isla). Esto quiere decir que hay muchos terremotos que no sentimos porque ocurren lejos de la Isla. Pero, hay eventos de rompimiento de rocas en esas regiones, que sentimos porque liberan mucha energía y están cercanos a la superficie. Los más cercanos a la superficie podrían sacudir el fondo marino y producir un maremoto. En el área sur, se han sentido más debido a que ocurren cerca de la superficie.

Te invito a que visites la página de la Red Sísmica de Puerto Rico para que conozcas más acerca de los terremotos.

Ejercicio de práctica individual

Instrucciones. Contesta las siguientes preguntas. Para contestar las mismas, lee la lectura de la lección con calma para que la puedas interpretar y entender. Favor de contestar las preguntas en oraciones completas.

1. Antes del terremoto del 7 de enero de 2020, ¿en qué lugares o regiones de Puerto Rico ocurrieron terremotos similares?
2. ¿En qué lugares del área sur se encuentran fallas activas?
3. Describe como se forman las fallas.
4. ¿Qué efectos geológicos refleja el dinamismo de la Placa del Caribe?
5. Menciona las placas tectónicas que rodean a la Placa del Caribe.

Ejercicio de evaluación

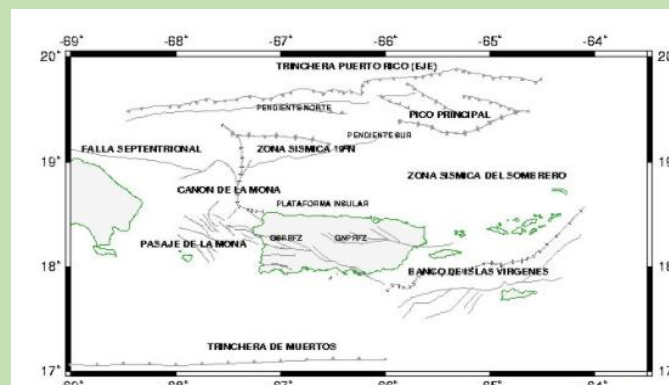
Instrucciones: Utilizando la información provista a continuación, identificarás en el mapa los lugares en donde ocurrieron los terremotos más significativos en Puerto Rico a través de la historia. Utiliza colores para identificar cada sismo. Estos se encuentran en el segundo párrafo.

Según el artículo de “Terremotos en Puerto Rico,” todas estas regiones sísmicas son capaces de producir terremotos de magnitud 7.0 o más. De hecho, los sismólogos tienen la evidencia de que así ha ocurrido en la historia de Puerto Rico. En promedio, Puerto Rico ha sido sacudido con intensidad mayor a VII cada 100 años, y mayor a VI cada 50 años.

Desde el siglo XVII hasta el presente han ocurrido 5 terremotos significativos en el área. En el año 1787 este es el terremoto fue considerado de mayor magnitud en la historia de Puerto Rico. Se estima que fue de magnitud 8.0, en algún lugar de la Trincheras de Puerto Rico. En el 1867, el epicentro de este terremoto fue localizado entre St. Thomas y Sta. Cruz en las Islas Vírgenes con magnitud de 7.3 (PS). Produjo amplios daños en las Islas Vírgenes y Puerto Rico por la aceleración del suelo y un tsunami. En 1918, el epicentro estuvo localizado a unos 35 km al noroeste de Aguadilla, PR en el Cañón de Mona. La magnitud estimada fue de 7.3 (PS). En el 1943, este sismo ocurrió al noroeste de Puerto Rico. Su magnitud fue de 7.5 (PS). En 1946, ocurre este terremoto en República Dominicana (M=7.4, PS). Como resultado ocurre un maremoto de poca altura entre Mayagüez y Aguadilla. De acuerdo a esta distribución temporal de terremotos, el periodo de recurrencia es entre 51 a 117 años, o un promedio de 83 años para terremotos destructivos en Puerto Rico. Cada uno de estos eventos se generó en una falla diferente, y por lo tanto es difícil saber cuándo ocurrirá el próximo terremoto o cuál será su localización, hasta el 7 de enero de 2020 que ocurrió el sismo de 6.4 en Guánica.

Luego de identificar en el mapa los sismos significativos, observas las ubicaciones y contesta las siguientes preguntas.

1. ¿Cuál de las regiones de Puerto Rico consideras con mayor actividad sísmica?
2. Basado en la información de las fallas que te provee el mapa, ¿en dónde observas la mayor cantidad de estas? Explica tu respuesta.



Recuperado de [https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/terremotos-en-puerto-rico/#:~:text=Mayo%20202C%201787%3A%20Este%20es,la%20Trincheras%20de%20Puerto%20Rico.&text=En%20la%20isleta%20de%20San,de%20San%20Juan%2C%201787\).](https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/terremotos-en-puerto-rico/#:~:text=Mayo%20202C%201787%3A%20Este%20es,la%20Trincheras%20de%20Puerto%20Rico.&text=En%20la%20isleta%20de%20San,de%20San%20Juan%2C%201787).)

REFERENCIAS

- Báez Sánchez, Gisela (1 julio 2020). Video Resumen sobre actividad sísmica en los últimos días. Recuperado de:
<https://www.youtube.com/channel/UCjA0RJMp8kCoUvVQ2Pyv1VAhttps://www.youtube.com/watch?v=7k70-KwM-bE>
- Cyber news (2020). DMO alega industria turística de Puerto Rico alcanza números récord en 2019. Recuperado de <https://cb.pr/dmo-alega-industria-turistica-de-puerto-rico-alcanza-numeros-record-en-2019/?cn-reloaded=1>
- Departamento educación de Puerto Rico (2015). Estándares de Contenido y expectativas de grado. Programa de Servicios Bibliotecarios y de información San Juan, PR: Autor
- Departamento educación de Puerto Rico (2016a). Marco Curricular del Programa de Ciencias. San Juan, PR: Autor
- Del Valle, L. (2007). Impacto a las playas. Recuperado de <https://www.cienciapr.org/es/external-news/impacto-las-playas>
- Ecoexploratorio Museo de Ciencias de Puerto Rico, “Terremotos en Puerto Rico” Recuperado de: [https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/terremotos-en-puerto-rico/#:~:text=Mayo%20%2C%201787%3A%20Este%20es,la%20Trinchera%20de%20Puerto%20Rico.&text=En%20la%20isleta%20de%20San,de%20San%20Juan%2C%201787\).](https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/terremotos-en-puerto-rico/#:~:text=Mayo%20%2C%201787%3A%20Este%20es,la%20Trinchera%20de%20Puerto%20Rico.&text=En%20la%20isleta%20de%20San,de%20San%20Juan%2C%201787).)
- Ediciones Santillana. (2002). Descubrimiento 9: Ciencia Integrada. Ediciones Santillana, INC.
- EFE (2019). Puerto Rico vive una erosión crítica por huracanes y construcciones. Recuperado de <https://www.periodicolaperla.com/puerto-rico-vive-una-erosion-critica-por-huracanes-y-construcciones/#:~:text=San%20Juan%20%E2%80%93%20Las%20costas%20de,de%20edificaciones%20cerca%20del%20mar.>
- Gobierno de Puerto Rico (2007). Dunas de Puerto Rico. Boletín informativo Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico. Recuperado de <http://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2015/04/Dunas-de-Puerto-Rico.pdf>
- Gobierno de Puerto Rico (2020). Compañía de Turismo de Puerto Rico. Recuperado de: <https://www.prtourism.com/dnn/Inicio>

- González, W., Román, W, Vega, R, & Rodríguez, L. (2016). Mundo Vivo. Educa Inventia, Inc. Recuperado de: <https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/areas-de-formacion/>
- Laó, D.A. (2018). Fallas geológicas en Puerto Rico. Ciencias Terrestres, Geología y Puerto Rico. Recuperado de: <https://geolpr.com/2011/10/28/fallas-geologicas-en-puerto-rico/>
- Lluch, A. y Ríos, M. (1984). Las playas. Boletín informativo Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico. Recuperado de http://www.proyectosalohnogar.com/Recursos_naturales/Playas.htm
- Rinehart & Winston Holt. (2008) Holt Earth Science: Student Edition. A Harcourt Company.
- Sea Grant (s.f.). Arenas de Puerto Rico. Recuperado de <https://seagrantpr.org/guardarenas/wp-content/uploads/sites/3/2014/10/Caracteristicas-de-las-arenas.pdf>
- Torres, S., & Quiñones, F. (s.f). Resumen de la Geología de Puerto Rico. Recursos de Agua de Puerto Rico. Recuperado de: https://www.recursosaguapuertorico.com/Geologia_de_PR_por_ST_y_FQ_Rev_9Jan12.pdf
- Vázquez, L. (s.f.). Arenas de Puerto Rico. Recuperado de http://www.proyectosalohnogar.com/Recursos_naturales/Arena.htm
- Vázquez, J. (2014). Diversas las arenas de PR. Recuperado de <https://www.primerahora.com/noticias/puerto-rico/notas/diversas-las-arenas-de-la-isla/>
- WIPR (2020). Cámara aprueba medida que crea un comité de expertos para atender la erosión costera. Recuperado de <https://www.wipr.pr/camara-aprueba-medida-que-crea-un-comite-de-expertos-para-atender-la-erosion-costera/>

