

ATLAS DIGITAL DE PUERTO RICO

Título: Geología de Puerto Rico

Objetivo: El Departamento de Educación de Puerto Rico establece en el documento de *Estándares de Contenido y Expectativas de Grado en Puerto Rico* para el Programa de Ciencias (2014) una serie de elementos que se deben cumplir para el proceso de enseñanza y aprendizaje en las ciencias. En este caso particular, se le confirió centralidad al área de *Ciencias de la Tierra y Espacio* para estudiantes de **cuarto grado**. Asimismo, utilizando los Sistemas de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés), se desarrollaron una serie de mapas digitales e interactivos para representar la geológica de Puerto Rico bajo el formato de un *Story Map Journal*. Se buscaron datos geológicos del país, principalmente los datos y manuscritos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (*U.S. Geological Survey, USGS*), una entidad científica a nivel federal que provee la mayoría de la información geológica de Puerto Rico. También se utilizaron videos e imágenes con el propósito de facilitar la comprensión del contenido. Por último, se pretende que este proyecto sea un recurso alternativo y dinámico que facilite el proceso de enseñanza de los/as maestros/as.

Estándar(es): Estructuras y niveles de organización, Conservación y ambiente

Área de dominio: Procesos que dan forma a la Tierra

Expectativas:

T.CT2

1. Los materiales y sistemas de la Tierra
2. Placas tectónicas e interacciones de sistemas a gran escala
3. La formación de relieve en Puerto Rico

Indicadores:

- **4.T.CT2.EM.1:** Describe las diferentes formas y tipos de relieve de Puerto Rico: montañas, mogotes, planicies, colinas, valles, cañones, cañadas, cuencas, cordilleras y llanos.
- **4.T.CT2.EM.2:** Reconoce, describe y explica la relación entre los diferentes tipos de relieve de Puerto Rico y sus ecosistemas.
- **4.T.CT2.EM.3:** Agrupa las rocas en ígneas, metamórficas y sedimentarias. Explica el proceso de formación de las rocas.
- **4.T.CT2.EM.4:** Interpreta y analiza datos de mapas para describir patrones en las características de la Tierra.

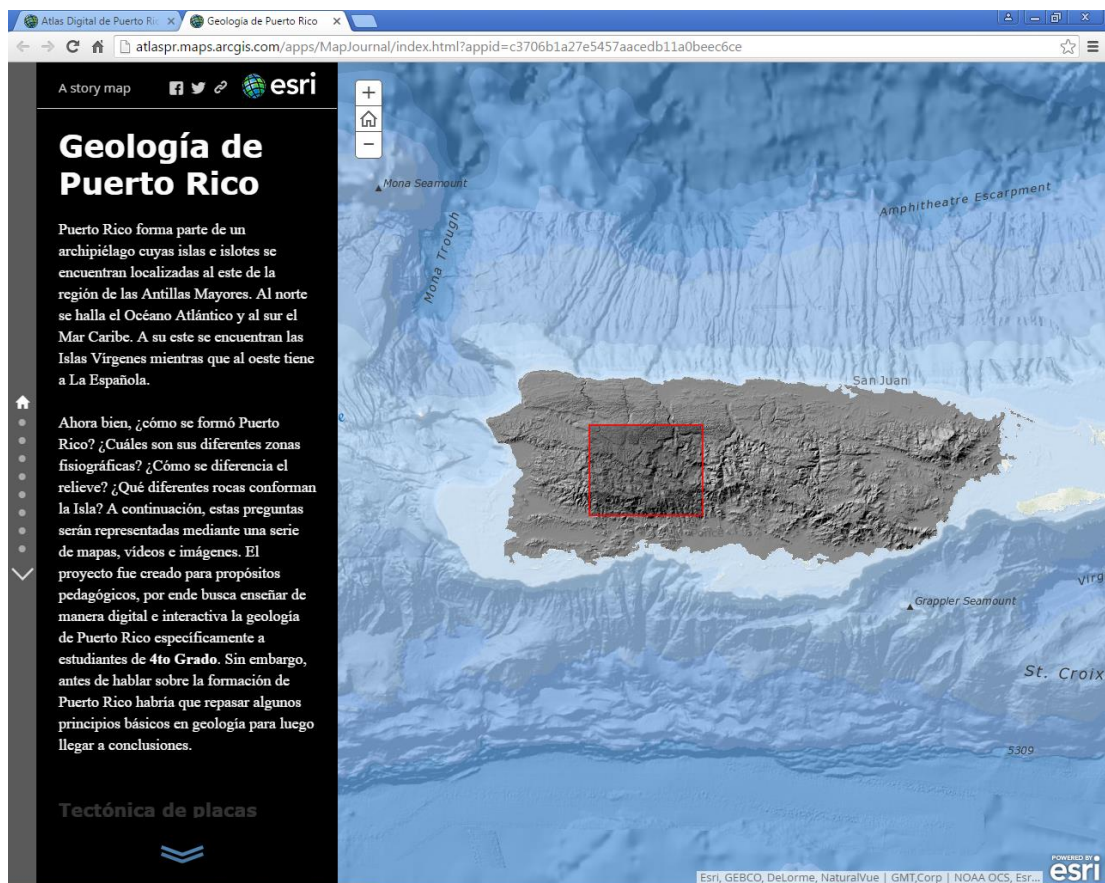
Para cumplir con los estándares, las expectativas y los indicadores antedichos, construyó un Story Map Journal que representa la historia geológica de Puerto Rico, es decir cómo fue que se

ATLAS DIGITAL DE PUERTO RICO

formó, diferenciar entre sus diferentes zonas fisiográficas y formas de relieve al igual que sus diferentes tipos de rocas y depósitos.

Nota sobre cómo navegar los mapas:

- **Acercarse:** Puedes mover hacia adelante la rueda del mouse o hacer click sobre el siguiente icono . También puedes dibujar un recuadro sobre el área del mapa que te interese. Para hacer el recuadro debes presionar simultáneamente la tecla de Shift y el botón izquierdo del mouse mientras lo desplazas para dibujar un recuadro rojo. El mapa hará un acercamiento al área contenida dentro del recuadro rojo.



Alejarse: Puedes moverá hacia atrás la rueda del mouse o hacer click sobre el icono .

Para regresar el mapa a la posición donde puede observar a todo Puerto Rico, haga click sobre el icono .

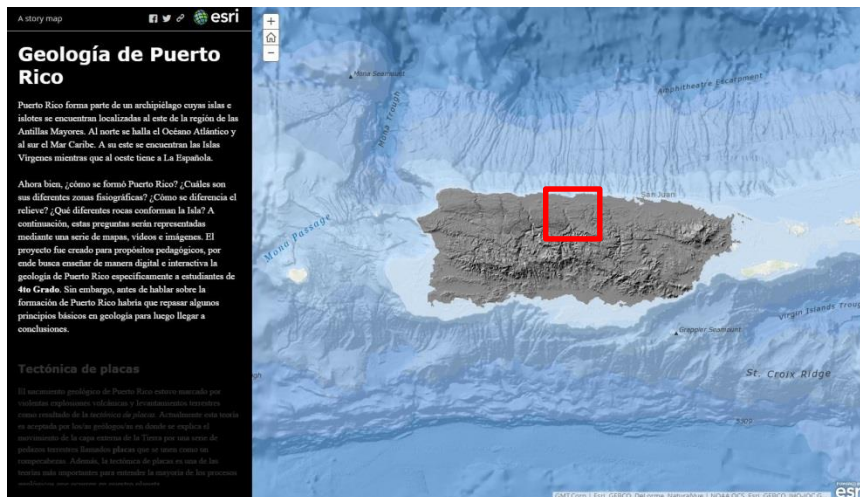
Instrucciones o Guía del/a maestro/a:

La presentación está dividida en puntos o *bullets* donde se ofrecen definiciones de conceptos importantes que se complementan con videos, imágenes y mapas interactivos.

Para garantizar el mejor uso del proyecto, a continuación, se le detallarán una serie de instrucciones por cada sección del Story Map Journal.



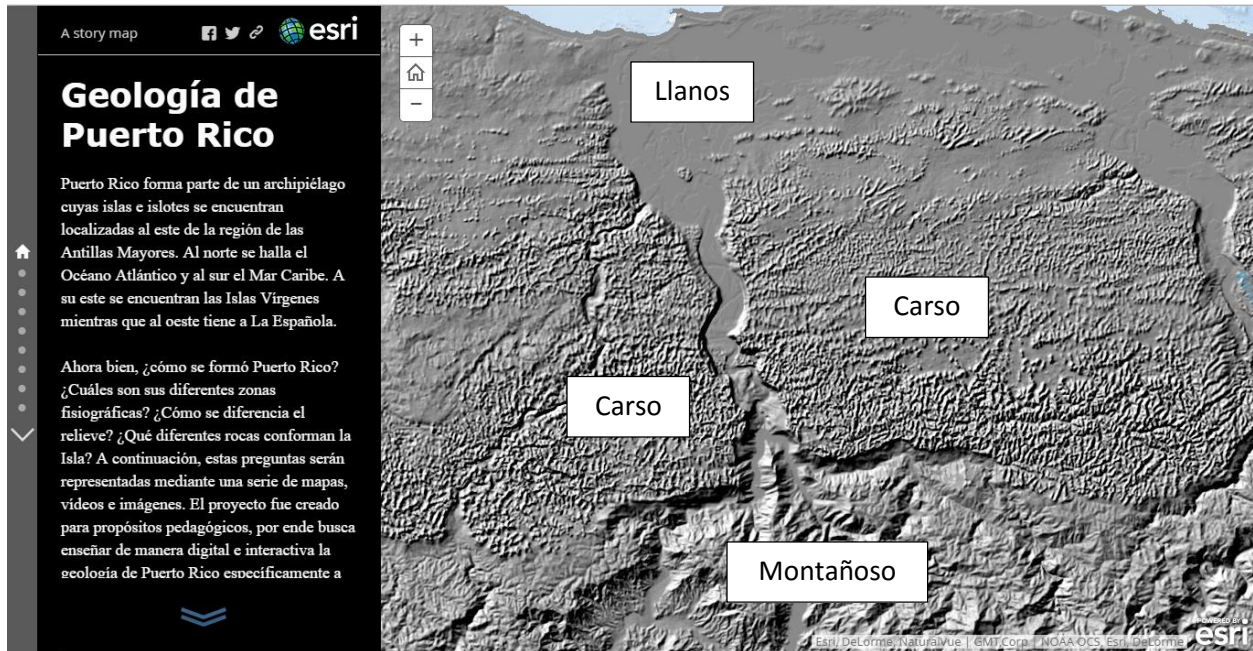
Geología de Puerto Rico



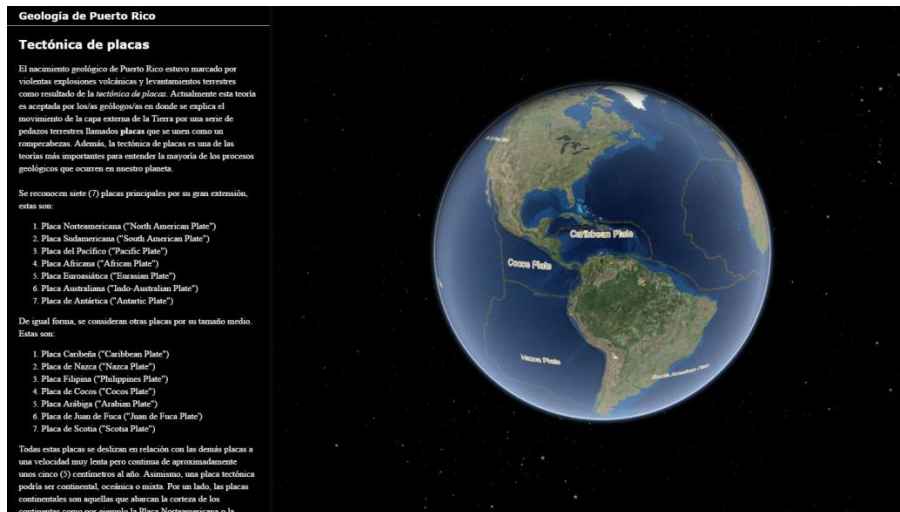
Esta sección es la portada del proyecto en donde se le introduce al estudiante los temas que serán abordados. En el mapa se puede apreciar a Puerto Rico con una capa digital conocida como *hillshade*. El hillshade se construye en función de la posición relativa de la luz solar para representar en tonalidades de grises la superficie terrestre. Este tipo de mapa permite apreciar los diferentes tipos de relieves y superficies.

Por ejemplo, si se acerca al mapa en el área identificada por el recuadro rojo (en el área del Municipio de Arecibo) podrá ver el detalle de los relieves característicos de la zona. Se observan los llanos y el cauce del río, el relieve típico del carso norteño y al sur la zona montañosa.

ATLAS DIGITAL DE PUERTO RICO



• Tectónica de placas



En esta sección el estudiante podrá conocer de manera interactiva la tectónica de placas. Se le ofrece una breve descripción de la teoría y se enumeran las 14 placas tectónicas principales. De igual forma, en el mapa se puede interactuar con el globo terráqueo e identificar los márgenes de las placas y sus respectivos nombres. Principalmente, el estudiante podrá reconocer en cuál placa queda Puerto Rico (i.e. la Placa del Caribe).

• Placas tectónicas

ATLAS DIGITAL DE PUERTO RICO

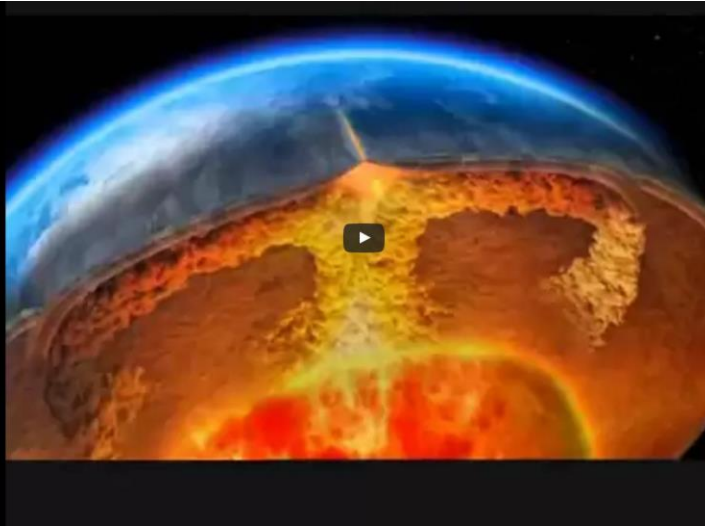
Placas tectónicas

Las placas tectónicas se diferencian en función del movimiento en sus bordes también conocido como *fallas*. Para saber cómo se formó Puerto Rico, habría que primero distinguir entre estos bordes. Asimismo, se reconocen tres (3) bordes de placa:

1. **Bordes divergentes (bordes constructivos)**: la separación entre dos placas en direcciones opuestas lo cual produce el ascenso de magma creando así centros de expansión oceánica.
2. **Bordes convergentes (bordes destructivos)**: cuando dos placas se encuentran lo cual causa dos situaciones que pueden ser:
 - » la colisión (u *obducción*) entre dos placas lo cual provoca el ascenso de corteza terrestre u oceánica
 - » la subducción entre dos placas que causa el descenso de corteza terrestre u oceánica por debajo de una placa superpuesta
3. **Bordes de falla transformante (bordes pasivos)**: movimiento lateral de una placa respecto a otra sin la producción ni la destrucción de la corteza.

El diagrama ilustra tres tipos de fallas tectónicas: 1. **Movimiento Divergente**: muestra dos bloques de corteza separándose, con flechas que indican la dirección opuesta. 2. **Movimiento Convergente**: muestra dos bloques chocando; uno puede estar subyaciendo al otro (subducción) o chocando frontalmente (colisión). 3. **Movimiento Deslizante**: muestra dos bloques deslizándose horizontalmente uno respecto al otro. Las imágenes están etiquetadas como 'Divergente', 'Convergente' y 'Falla'.

En el video se puede observar el movimiento de los diferentes bordes de placa exceptuando los bordes de falla transformante.



Aquí el estudiante podrá diferenciar las placas en función del movimiento en sus bordes. Se le ofrece una breve descripción de los movimientos de las fallas al igual que una imagen en donde puede ver la dirección que toman las placas. Se puede agrandar la imagen si se le pulsa encima de ella o también si se pulsa este símbolo  en la parte superior de la imagen. Por otra parte, se incluye un video que le permitirá a los estudiantes visualizar cómo es que las placas se mueven a consecuencia del material interno del planeta. Debido a que el video está narrado en inglés, se le recomienda que traduzca el video a los/as estudiantes si lo encuentra necesario.

ATLAS DIGITAL DE PUERTO RICO

- **Formación de Puerto Rico**

Formación de Puerto Rico

Antes de explicar la formación geológica de Puerto Rico, habría que distinguir entre tres situaciones que ocurren en los bordes convergentes ya que este choque entre placas es lo que le dio nacimiento a la Isla. Estas pueden ser entre dos placas continentales, dos placas oceánicas o entre una placa continental y una placa oceánica.

- **Continental-continental:** convergencia entre dos bloques continentales en donde el fondo oceánico que estaba entre ellos es consumido por debajo de uno de las placas. Este tipo de contacto da formación a una nueva cordillera montañosa.
- **Oceánica-oceánica:** convergencia entre dos cortezas oceánicas en donde la menos densa se mete por debajo de la otra iniciando una actividad volcánica. Cuando se mantiene la subducción, aparecen volcanes submarinos que pueden construir un arco de islas volcánicas e igualmente se podría formar una fosa submarina.
- **Continental-oceánica:** convergencia entre una placa continental con una oceánica en donde la oceánica, por ser más densa, desciende por debajo de la continental. Este tipo de contacto podría producir arcos volcánicos continentales o también una fosa submarina.

Asimismo, el origen geológico de Puerto Rico fue el resultado de un movimiento convergente entre dos cortezas oceánicas, una al su de la placa Norteamericana y la otra al norte de la 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 *Fosa de Puerto Rico* 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 fueron geológicamente formadas en el mismo arco de islas volcánicas.

En el video se puede observar la formación de un arco de islas volcánicas a consecuencia de una subducción por convergencia entre dos cortezas oceánicas.

En esta sección se explican las tres situaciones que ocurren en los bordes convergentes ya que este choque entre placas es lo que le dio nacimiento a Puerto Rico. El video muestra la formación de un arco de islas volcánicas mediante un contacto convergente entre dos cortezas oceánicas, en específico el caso de las Antillas Menores. De igual forma, si el estudiante pulsa en el siguiente [hyperlink **Fosa de Puerto Rico**](#) podrá ver una imagen en tercera dimensión de la Fosa/Trinchera de Puerto Rico.

- **Tiempo Geológico**

Tiempo Geológico La Tierra tiene aproximadamente unos 4.6 millones de años. Esto parecería inconcebible, pero es importante reconocer que uno de los grandes retos que tuvo la geología fue cambiar nuestra concepción del tiempo. Por consiguiente, se creó una escala de tiempo geológico basada en los acontecimientos principales que ocurrieron en la historia de la Tierra y la vida ordenados por manera cronológica. Las unidades del tiempo están divididas por eones, eras, periodos, épocas y edades. Puerto Rico nació en el eón Faeroumian, en la era Mesozoica a finales del periodo Jurásico, justo cuando comenzaban la extinción masiva de especies como los dinosaurios. En la foto se puede apreciar en color rojo el intervalo de la formación de Puerto Rico.

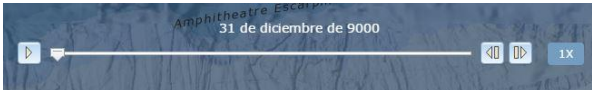
Aquí se explica la escala de tiempo que se utiliza en geología. La imagen que le ofrecemos es una tabla en donde se puede reconocer los diferentes periodos geológicos según las formas de

Mayo 2016
6

ATLAS DIGITAL DE PUERTO RICO

vida que aparecieron durante ese tiempo. Además, en la imagen se detalla en color rojo el intervalo de tiempo en que se formó Puerto Rico. Para agrandar la imagen, pulse encima de ella o también puede pulsar este símbolo  en la parte superior de la imagen. Por otro lado, el mapa que le ofrecemos es un “time-lapse” que ilustra de forma animada el orden en que surgieron las distintas formaciones que dieron origen a la Isla. Está basado en el tiempo geológico estimado

de cada formación. Para ver la animación, pulsa el siguiente símbolo  en la parte superior

derecha del mapa. Aparecerá lo siguiente  en donde se representa en tiempo humano el orden en que aparecieron los distintos pedazos de tierra. Cada día en la escala normal del tiempo representa 437,033 millones de años en la escala geológica. De igual forma, se puede ver la leyenda del mapa pulsando en el siguiente símbolo:



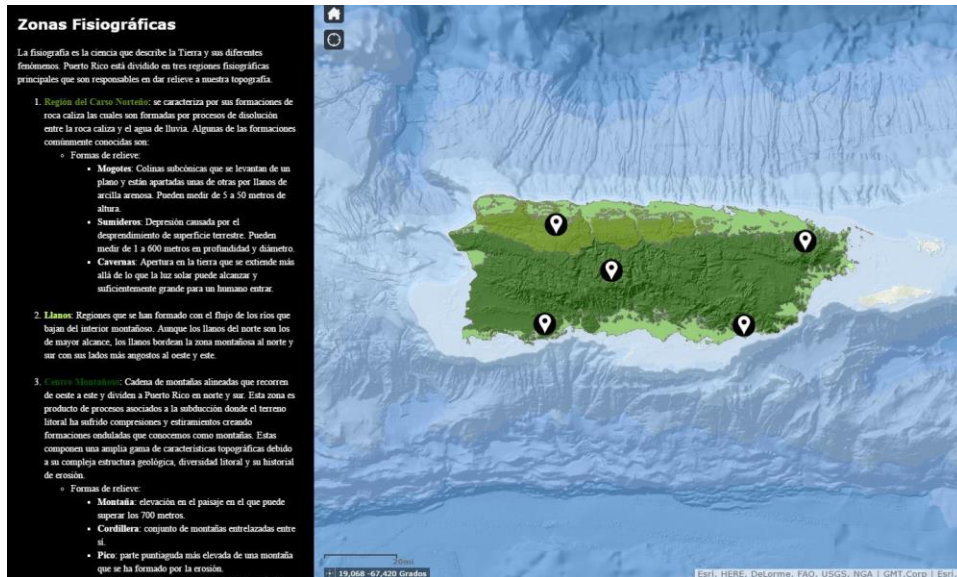
También, si el estudiante lo desea puede cambiar el mapa base si pulsa en el siguiente símbolo  símbolo.

● Periodos Geológicos



En esta sección se presenta un mapa de Puerto Rico dividido en sus respectivas eras y periodos geológicos. Se creó una tabla en donde se detallan las cinco categorías que fueron utilizadas para simbolizar el mapa. Un posible ejercicio que se le pudiera asignar a los estudiantes puede consistir en qué zona y cuáles municipios que se encuentran en las zonas geológicas más antiguas en la Isla (Respuesta: En el Suroeste de Puerto Rico).

• Zonas Fisiográficas



En esta sección se muestra un mapa con las tres principales zonas fisiográficas de Puerto Rico en tres tonalidades de verde (Llanos Costeros, Carso Norteño e Interior Montañoso Central). En la redacción le ofrecemos una breve descripción de estas. Por otro lado, se creó otro mapa en donde se pueden reconocer las diferentes formas de relieve en la Isla con sus respectivos nombre descriptivos (i.e. Llano Costero del Norte, Sierra de Luquillo, etc). Para ver este mapa, pulsa en el símbolo en la parte superior derecha del mapa llamado “Layer List” representado de la

siguiente forma: . Aparecerá esta ventana:



en donde debes desmarcar “Regiones Fisiográficas” y pulsar donde dice “Regiones Fisiográficas Detalle”. De esta forma aparecerá el nuevo mapa:

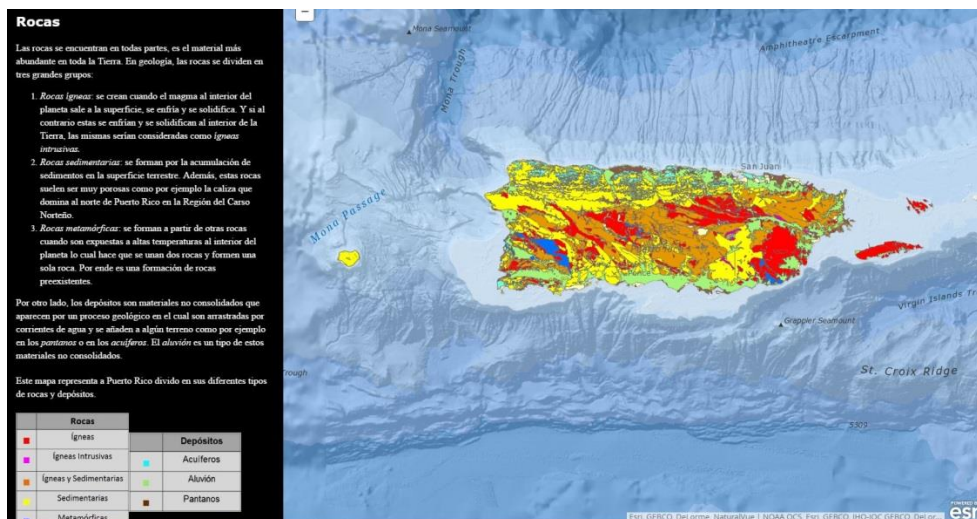
ATLAS DIGITAL DE PUERTO RICO



Además, le ofrecemos imágenes de algunas formas de relieve con su respectiva descripción las cuales puede ver pulsando el siguiente símbolo: . De igual forma, se puede ver la leyenda del mapa pulsando en el siguiente símbolo: . También, si el estudiante lo desea puede cambiar el mapa base si pulsa en el siguiente símbolo .

Recomendamos que exhorte al estudiante a navegar el mapa y acercarse lo suficiente como para visualizar las diferencias en relieve (llano vs carso vs montañoso) en distintos puntos de la Isla.

● Rocas



Aquí se explican los tres grupos principales de rocas. En el mapa se puede apreciar a Puerto Rico diferenciado en sus respectivas rocas y depósitos. Se le ofrece una tabla a manera de leyenda

ATLAS DIGITAL DE PUERTO RICO

para que el/la estudiante pueda diferenciar la simbología que le fue asignada al mapa. Por otro lado, le explicamos brevemente el ciclo de rocas y se le ofrece una imagen en donde pueden visualizar con mayor detalle este ciclo. Para agrandar la imagen, pulse encima de ella o también puede pulsar este símbolo  en la parte superior de la imagen. Se recomienda como ejercicio exhortar al estudiante a que identifique las rocas y/o depósitos que se encuentran en distintos municipios. También pueden hacer la asociación de cuál es el tipo de roca que se asocia a la zona geológica más antigua de Puerto Rico (i.e. Roca Metamórfica).

• ¡Interactúa!



Por último, en esta sección se mencionan algunos puntos clave que el estudiante debería reconocer al finalizar el Story Map Journal. De igual forma, le ofrecemos un ejercicio en donde el estudiante puede interactuar con todos los mapas que le ofrecemos. Verás que todos los mapas tienen los límites administrativos. Al seleccionar/pulsar el municipio aparecerá el nombre de este como por ejemplo:



ATLAS DIGITAL DE PUERTO RICO

A manera de ejercicio, estudiantes podrán identificar los periodos geológicos, las zonas fisiográficas, los tipos de relieve, las rocas o los depósitos que se encuentran en su Municipio de residencia. Para ver los otros mapas, pulsa en el símbolo en la parte superior derecha del mapa



llamado “Lista de capas” representado de la siguiente forma:

Lista de capas	×
Capas operativas	
▶ ☒ Municipios	▼
▶ ☐ Periodos geológicos	▼
▶ ☐ Formas de relieve	▼
▶ ☒ Zonas Fisiográficas	▼
▶ ☐ Rocas y depósitos	▼
▶ ☒ Hillshade	▼

en donde se puede seleccionar entre los diferentes mapas. De igual forma, se puede ver la

leyenda del mapa pulsando en el siguiente símbolo: .

También, si el estudiante lo desea puede cambiar el mapa base si pulsa en el siguiente símbolo .

Story Map Journal e Instrucciones preparados por:

Pedro G. Nieves Acevedo
Gerardo Rosa Bauzá
Universidad de Puerto Rico
Recinto de Río Piedras
Departamento de Geografía