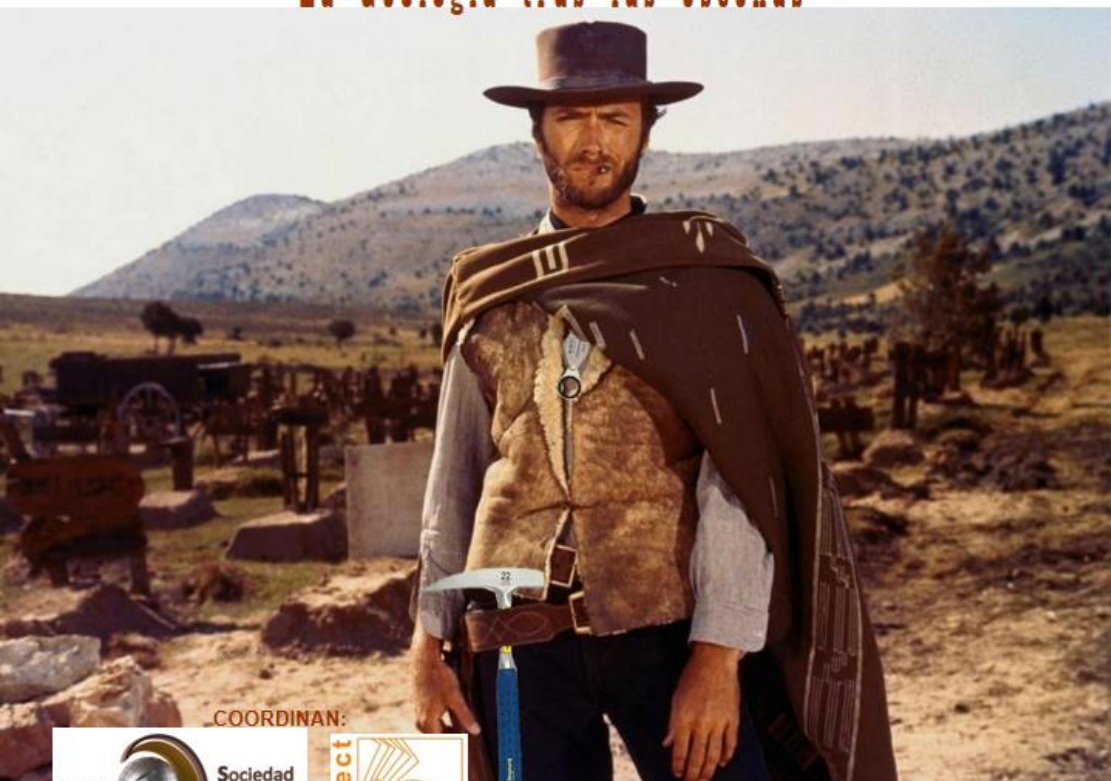


# geología 16

Burgos

El Bueno, el Feo, y el Malo

La Geología tras las escenas



COORDINAN:



Sociedad  
Geológica  
España



Autores de la guía:

Pedro Huerta; Fidel Torcida Fernández-Baldor; Juan Carlos Utiel y Diego Montero

ORGANIZAN:



GOBIERNO  
DE ESPAÑA



MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



Instituto Geológico  
y Minero de España



COLECTIVO  
ARQUEOLÓGICO  
PALEONTOLÓGICO  
BALEARSE  
C.A.S.



ASOCIACIÓN  
GEOLOGICA  
REGIONAL  
DE CANTABRIA  
SADHILL



Ministerio de Educación  
Bases de los Infantes



UNIVERSIDAD  
DE SALAMANCA

FINANCIAN:



GOBIERNO  
DE ESPAÑA



MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



FECYT

FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE  
COLECCIONISTAS DE  
PANTANOS  
AECOPANA



50th anniversary  
of the Geological Society of Spain



Tierra de  
Dinosaurios

## Geología Burgos 2016

Durante el verano de 1966, el equipo de rodaje de “El Bueno, el Feo y el Malo”, liderados por Sergio Leone, rodó las escenas más emblemáticas de esta película. La similitud entre los paisajes burgaleses y los de Arizona y Nuevo México hizo que en esta zona al sur de la Sierra de la Demanda se rodasen las escenas de 1) la Misión de San Antonio (interiores), 2) El campo de concentración de Betterville, 3) La batalla del Puente de Langstone y 4) el trielo final en el Cementerio de Sad Hill (Fig.1).



Figura 1: Mapa con la situación de las principales localizaciones de El Bueno, El Feo y El Malo, así como el punto de encuentro (Estrella roja).

Algo que destaca en estas escenas es el espectacular paisaje que aparece tras los actores. Las montañas y las rocas que aparecen en la película guardan su propia historia (Fig. 2). Esta historia es la que queremos relataros en este Geología de Burgos.

Para contaros la Geología que se aprecia tras las escenas de la película “El Bueno, el Feo, y el Malo” haremos un itinerario que va desde el

pueblo de Contreras hasta el cementerio de Sad Hill, donde se rodaron las escenas finales de la película. El itinerario será una paseo de unos 3 km y dispondremos de un autobús para que aquellos que lo deseen puedan hacer el camino de vuelta hasta el punto de encuentro.



Figura 2: La Geología tras Lee Van Cleef, el Malo, en el cementerio de Sad Hill.

**Punto de Encuentro:** nos veremos el sábado 7 de mayo de 2016 a las 10 de la mañana en las Escuelas de Contreras (Fig. 1). La actividad durará hasta las 14 h.

## Recomendaciones

Se recomienda a los asistentes llevar calzado cómodo para caminar por el campo, aunque la mayor parte del recorrido se hará por camino algunas praderas están aún muy húmedas. El recorrido tiene baja dificultad. Habrá que estar pendiente de la predicción meteorológica para elegir la ropa más adecuada.

## La Geología del sureste burgalés, un paisaje de Western

El sureste burgalés, junto con la parte norte de la Provincia de Soria, y la sur de La Rioja forman parte de lo que en la Geología de España se conoce como Macizo de Cameros-Demanda (Fig. 3). En este Macizo las

montañas y terrenos están constituidos por rocas Paleozoicas (540-250 millones de años) y Mesozoicas (250-65 millones de años). Estas montañas se diferencian bien de las llanuras adyacentes que se extienden desde Aranda y Burgos hasta Salamanca y León, o el llano valle del Ebro entre la Demanda y los Pirineos. Estas zonas llanas son la Cuenca del Duero y la del Ebro respectivamente que fueron zonas deprimidas que se rellenaron durante el Cenozoico (65 m.a -2 m.a) con los sedimentos procedentes de los sistemas montañosos que las rodeaban.

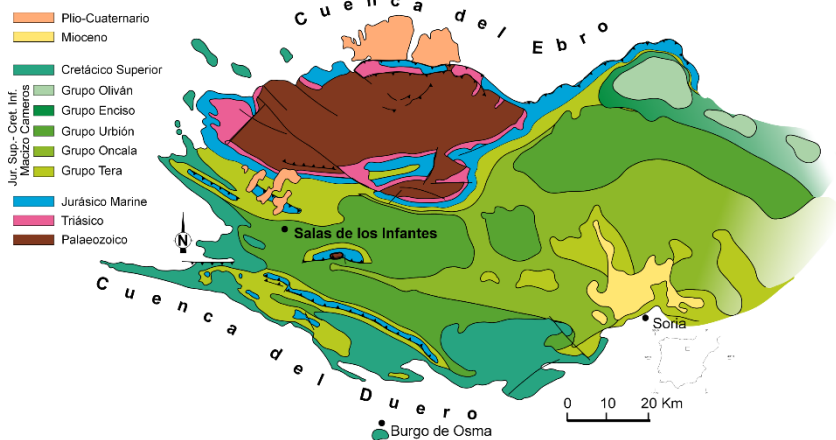
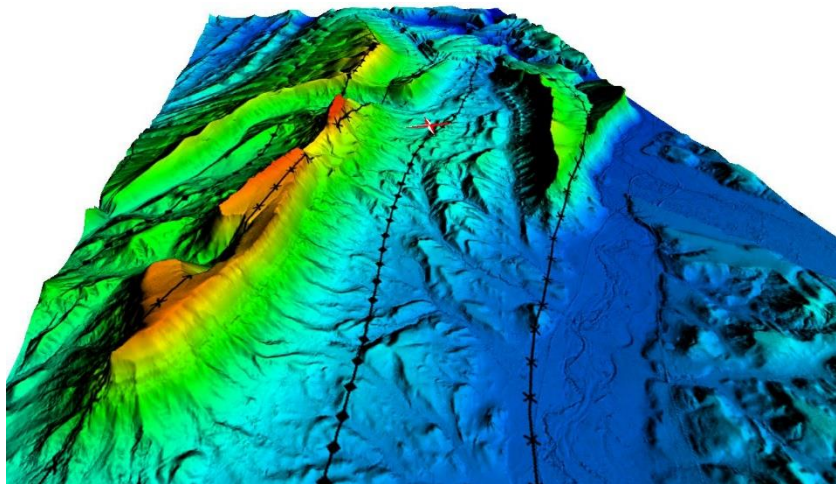


Figura 3: Esquema geológico del Macizo de Cameros y Demanda.

Las montañas que observamos en el sureste burgalés se formaron durante la Orogenia Alpina, en la que la Placa Ibérica se deformó por el empuje de las placas Africana y Euroasiática. Este proceso tuvo su principal desarrollo desde hace 40 a 20 millones de años. La deformación de las rocas hizo que estas se plegasen formando una serie de pliegues anticlinales (pliegue con forma de "A") y sinclinales (pliegue con forma de "U") con dirección NO-SE. En determinados

lugares la compresión produjo el desarrollo de fallas (fracturas de la corteza terrestre con desplazamiento a ambos lados de esta) nuevas y reactivó otras viejas que estaban inactivas desde hacía tiempo. La erosión de los ríos favoreció el modelado de las montañas hasta su estado actual (Fig. 4), actuando en ocasiones glaciares en las zonas más altas.



*Figura 4: Modelo digital del relieve (MDT) de la zona de la Peña Villanueva (Montaña de la izquierda) y el Gayubar (a la derecha) que coinciden con núcleos de sinclinales. Vista desde el Este. El norte se encuentra hacia la derecha de la imagen.*

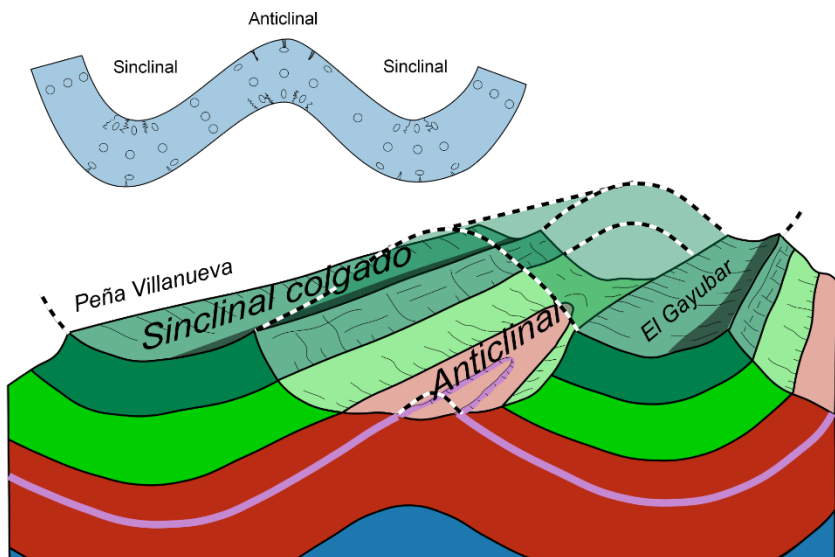
### **Parada 1: Situación de los principales escenarios de la película y la Geología que los rodea.**

En esta parada realizamos una panorámica del paisaje en torno al área de Contreras, ubicándonos en relación a los distintos puntos de rodaje de la película.

Nos encontramos en el centro de un anticlinal, (ver Fig.5, arriba) que es un pliegue con sus capas o estratos en forma de “A”, con las rocas

más antiguas en su núcleo. A ambos lados del mismo veremos unos montes formados por rocas blancas: el Gayubar al norte y La Peña Villanueva al sur (Fig. 4).

Estos montes se corresponden con el centro de sinclinales, es decir, pliegues con forma de “U”. Lo curioso es que los sinclinales, que son la parte baja del pliegue, se encuentran en los montes, mientras que los anticlinales aparecen en los valles o las partes bajas. A este relieve se le conoce como relieve invertido (Fig. 5)



*Figura 5: Anticlinal y sinclinales colgados. Éstos representan la Peña Villanueva y El Gayubar. Las fuerzas ejercidas en la parte externa del anticlinal, que lo estiran y alargan, favorecen su agrietamiento y erosión.*

Sabemos que estamos en el centro de un anticlinal porque a un lado observamos las capas inclinadas hacia un lado (norte) y al otro hacia el lado contrario (sur).

¿Por qué se produce este fenómeno? Generalmente la bóveda o parte externa del anticlinal se fractura debido a su alargamiento y extensión, mientras que en su núcleo o parte interna se comprimen las rocas que lo forman (como cuando doblamos una rama y se rompe por su parte externa). Las fracturas en las bóvedas y el hecho de que los anticlinales sean lo primero que destaca en el relieve hacen que la erosión se concentre sobre ellos. Los ríos y arroyos se encajan conforme prosigue el levantamiento y desmantelan el anticlinal.

## **Parada 2: El deslizamiento del Fuerte de San Carlos**

La Peña Villanueva coincide aproximadamente con el núcleo de un sinclinal colgado. Esta Peña está dividida por un collado de unos 1000 m de largo que caracteriza este monte y deja en su lado oeste la parte de la Peña donde se encuentra el fuerte de San Carlos, (fortificación que se usó desde tiempos de los romanos hasta las guerras carlistas, de ahí su nombre). Este collado es la consecuencia de un gran deslizamiento que hizo que las capas de caliza que aparecen en la parte superior de La Peña se deslizaran hasta ocupar posiciones más bajas. Estas capas pueden verse hacia el lado norte de La Peña, por debajo del collado, ya que bajan los acantilados que destacan en la parte superior de La Peña Villanueva (Fig. 6).

Este deslizamiento se formó, probablemente de forma repentina, una vez que los valles actuales se habían formado. El momento exacto y las causas que propiciaron este deslizamiento no se conocen del todo. Quizás la acumulación de hielo en la parte superior produjo un aumento de peso que lo llevó al colapso, quizás un terremoto fue el desencadenante del deslizamiento, quizás simplemente fuertes episodios de lluvias que lubricaron el plano de deslizamiento. Lo que es cierto, es que: 1) al encontrarse esta parte de La Peña en el flanco sur del sinclinal y tener así una ligera inclinación hacia el norte, 2)

coincidir el plano de deslizamiento con capas de margas (rocas compuestas de una mezcla de carbonato cálcico y arcillas), y 3) existir fracturas en dirección casi perpendicular a La Peña, hizo que existiesen condiciones favorables para deslizarse.

El collado aparece tanto en las escenas del Campo de prisioneros de Betterville como en las escenas finales en el Cementerio de Sad Hill, aunque visto desde la cara sur de La Peña Villanueva.

En esta parada apreciamos también un cambio de las rocas que pisamos. Hemos dejado atrás las arcillas y areniscas de color rojo características del Cretácico Inferior y pasamos a unas arenas y conglomerados de color blanco. A lo largo del Camino a Sad Hill seguiremos caminando encima de estas rocas.



*Figura 6: Deslizamiento de la Peña Villanueva. Nótese que los acantilados de la parte superior han bajado de cota en la masa deslizada.*



### Parada 3: La Fuente Moja Pies, Los acuíferos de la zona.

De camino hacia el cementerio de Sad Hill y desde la parada anterior nos encontramos sobre unas arenas y conglomerados de color blanco. Estas rocas son muy porosas y permeables, cualidades imprescindibles de un buen acuífero. Las arcillas rojas (Cretácico Inferior) que se encuentran por debajo tienen menos permeabilidad, así que en los lugares donde estas arenas aparecen formando un sinclinal se pueden almacenar importantes cantidades de agua (Fig. 7).

En torno a estos relieves, en los cuales afloran estas arenas y conglomerados en su base, aparecen varias fuentes por donde sale el agua de este acuífero, que es recargado por su parte superior (Fig. 7).

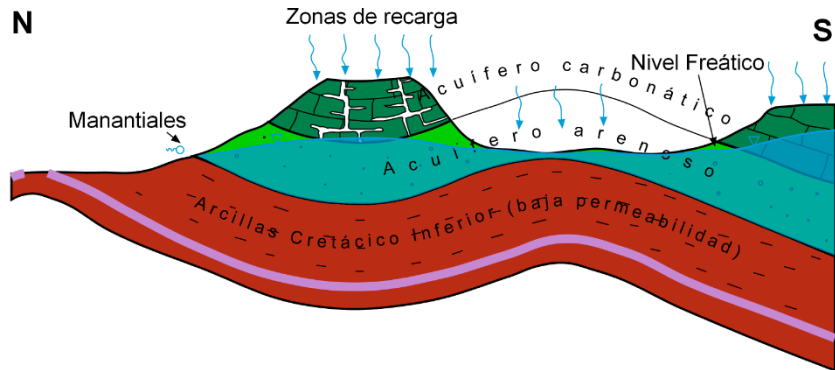


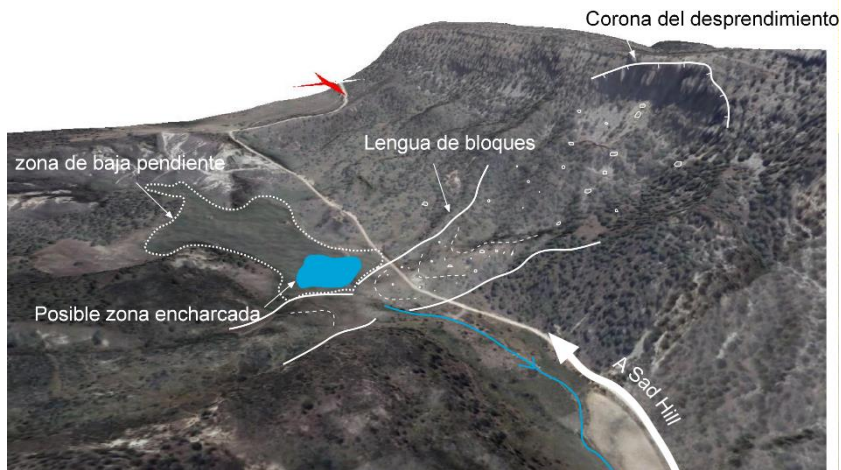
Figura 7: Esquema hidrogeológico en el que se muestra el sinclinal colgado de la Peña Villanueva y el anticlinal en el que se sitúa el cementerio de Sad Hill y el Campo de prisioneros de Betterville.

La fuente Moja Pies es un ejemplo de las muchas fuentes que existen en torno a estas arenas y conglomerados. Además coincide aproximadamente con el centro del sinclinal de la Peña de Villanueva. Esta fuente la decoró Ricardo Santamaría “el de Contreras”, quien talló la piedra e hizo un homenaje a los Burros.

#### **Parada 4: Desprendimientos y valle taponado**

Conforme seguimos caminando hacia el Cementerio de Sad Hill, al igual que Tuco y El Rubio desde el dinamitado Puente de Langstone, vemos como el arroyo que hemos tenido a nuestra izquierda durante todo el camino pasa a ocupar un fondo de valle plano y amplio. ¿A qué se debe este cambio en la morfología del valle? Si miramos hacia las laderas del monte vemos como aparecen acantilados desde los que se han desprendido grandes rocas que aparecen diseminadas por las laderas. Alguno de estos desprendimientos es bastante reciente (2009-2011), y se observa en las paredes de los acantilados por el color blanco de la roca recién quebrada.

Estos desprendimientos coinciden con el comienzo de un valle plano. Los desprendimientos de roca produjeron en esta zona un taponamiento del valle, formando una presa natural con las rocas desprendidas de los montes adyacentes. Este taponamiento del valle provocó que se formase una laguna aguas arriba que se rellenó con sedimentos finos y turba (Fig. 8).



*Figura 8: Desprendimiento de rocas que provoca un tapón del valle haciendo que la zona aguas arriba quede encharcada.*

## **Parada 5: Cantera de arenas**

De esta cantera de áridos se han extraído arenas para diversos usos. Uno de usos curiosos fue para construir las tumbas del cementerio de Sad Hill. Llenaban de arena cajones de madera con forma de ataúd y los volteaban donde debían hacer una tumba. Así fueron construidas hasta 5.000 tumbas. El campo de prisioneros de Betterville también se asienta sobre estas arenas, en las que se excavó el foso que rodeaba el campo de concentración.

Estas arenas son sedimentos de ríos que dejaban depósitos con laminaciones cóncavas hacia arriba, tal y como puede distinguirse en los afloramientos. En otras zonas próximas a Contreras también aparecen depósitos de dunas eólicas y cantos facetados, es decir, cantos que fueron pulidos por el viento. Así mismo, en las

proximidades de Contreras, se explotaban minas de Carbón relacionadas con el origen de estas arenas.

### **Parada 6: Cambios del nivel del mar marcados en los estratos**

Tras la imagen de Lee Van Cleef, El Malo, en el Cementerio de Sad Hill, se observa un acantilado vertical en el que destacan varios estratos o cuerpos de roca con forma de tablas unas encima de otras. Este acantilado es el producto de un desprendimiento de rocas que deja al descubierto los estratos que conforman las rocas del Cretácico Superior (Fig. 9).

Estos estratos parecen agruparse en conjuntos de estratos y estos a su vez en otros más grandes. Es lo que se conoce como secuencias de estratos de distinto orden. Es decir, se establece una jerarquía en el ordenamiento de los estratos.

Unos estratos representan ambientes marinos más someros y otros ambientes más profundos. Los conjuntos de estratos o secuencias representan variaciones del nivel del mar y la jerarquía de los estratos observados en el acantilado refleja una jerarquía de variaciones del nivel del mar. Desde cambios de poco rango en las secuencias más pequeñas, a cambios de mayor entidad en las secuencias más grandes.

Estos cambios del nivel del mar de distintas entidades se ajustan a las diferentes variaciones astronómicas que tiene la órbita de nuestro planeta y que se conocen como ciclos de excentricidad y oblicuidad (Fig. 10). Los ciclos de precesión no se han identificado en este acantilado.

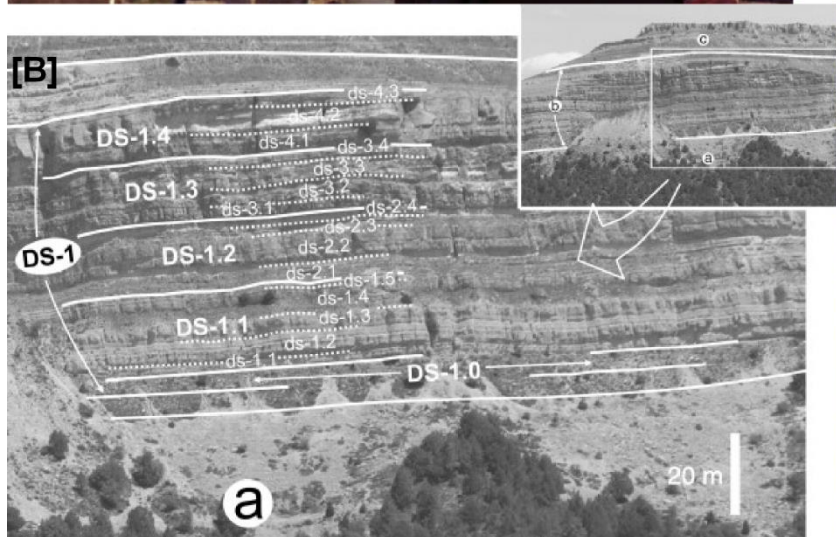


Figura 9: Afloramientos del fuerte de San Carlos. A) Divisiones de los distintos tipos de rocas identificados en el afloramiento. B) Jerarquía de estratos y conjuntos de estratos identificados en el afloramiento. Se corresponden con variaciones del nivel del mar. Tomada de (Gil et al., 2009; doi:10.1016/j.palaeo.2008.12.017)

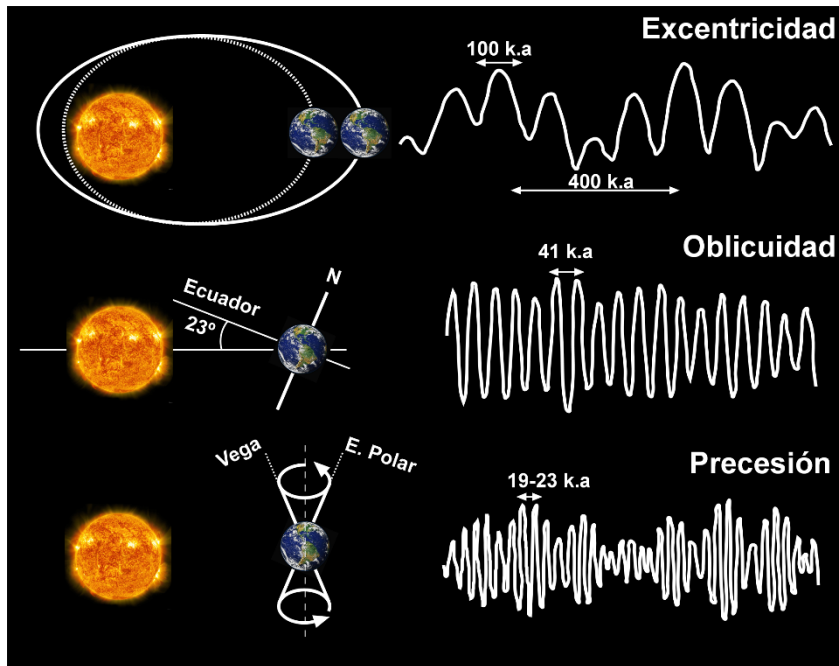


Figura 10: Los distintos ciclos de la órbita terrestre producen cambios en el clima y en el nivel del mar que se registran en la jerarquía de estratos (secuencias) y se observan en las rocas. (k.a. quiere decir kilo años, 1 k.a. =1000 años).

## Parada 7: Las rocas del Cementerio de Sad Hill

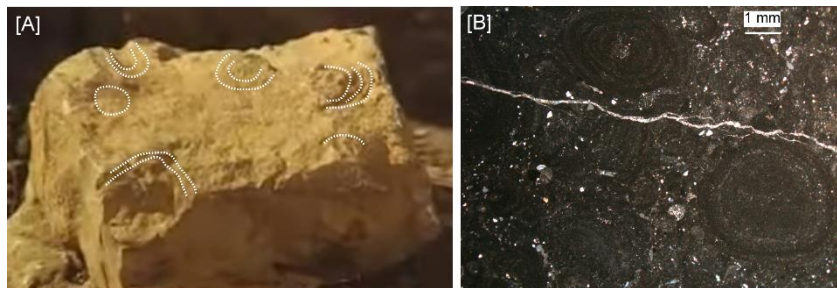
El Rubio, Clint Eastwood, escribe el nombre de la tumba en la que está escondido el oro de Bill Carlson en una piedra y la coloca en el centro pavimentado del cementerio de Sad Hill. Habrá que ganarse el oro. El vencedor del trielo podrá ver el nombre escrito en la piedra. Esa piedra sin nombre, al igual que la tumba del soldado desconocido, ya puede ser designada: es una caliza oncolítica.

Las calizas que componen el pavimento del cementerio de Sad Hill están formadas por unas bolas compuestas por capas concéntricas.

Estas bolas son las construcciones que forman unas bacterias que realizan fotosíntesis, llamadas cianobacterias, en torno a una partícula que es movida por el agua. Su estructura es similar a los estromatolitos, pero en situaciones en las que las colonias de cianobacterias están en movimiento. Las bolas, llamadas oncolitos, tienen diámetros de entre 1 y 4 centímetros, pero en localidades vecinas aparecen con diámetros de hasta 15 cm.

En los relieves próximos no aparecen oncolitos, estando los más cercanos entre Santo Domingo de Silos y Santibáñez del Val, o en Hortigüela. Los de Silos son del Cretácico Superior (hace 70 m.a) y los de Hortigüela son del Cretácico Inferior (hace unos 130 m.a).

También aparece otro tipo de rocas en el cementerio de Sad Hill, en algunas se aprecian las marcas que dejan algunos invertebrados para alojarse o alimentarse. A estas marcas se las conoce como bioturbación.



*Figura 11: Calizas oncolíticas de Sad Hill. A) Captura de la película en la que se ve la roca que El Rubio deja en el centro del cementerio. Se han marcado algunas de las estructuras de anillos concéntricos que se observan. B) Lámina delgada de esta roca vista a microscopio.*

