



Universidad de Valladolid

**ANÁLISIS DE LOS YACIMIENTOS PALEONTOLÓGICOS
VISITABLES EN CASTILLA Y LEÓN COMO RECURSO
DOCENTE EN GEOLOGÍA**

Trabajo Fin de Máster

Máster en Profesor de Educación Secundaria, Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

Alumno: Rodrigo González Moral

Tutor: Javier Pinto García

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
1.1.	JUSTIFICACIÓN	3
2.	MARCO DE ACTUACIÓN	5
2.1.	NORMATIVA	5
2.2.	RELACIÓN CON EL CURRÍCULO OFICIAL	5
2.3.	DESTINATARIOS.....	8
2.4.	OBJETIVOS DE ETAPA Y MATERIA	8
2.5.	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	10
3.	YACIMIENTOS PALEONTOLÓGICOS EN CASTILLA Y LEÓN	11
3.1.	COSTALOMO	11
3.2.	MAMBRILLAS.....	14
3.3.	OTERILLO	15
3.4.	TENADAS DE LOS VALLEJOS II	16
3.5.	RUTA DE LAS ICNITAS.....	18
3.6.	ATAPUERCA.....	22
4.	METODOLOGÍA	23
4.1.	TEMPORALIZACIÓN	24
4.2.	APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABP).....	26
4.3.	SALIDAS DE CAMPO	28
4.4.	COMPETENCIAS BÁSICAS DESARROLLADAS	29
5.	UNIDAD DIDÁCTICA: LA HISTORIA DE LA TIERRA	31
5.1.	CONTENIDOS BÁSICOS	31
5.2.	CONTENIDOS DE LAS CLASES.....	32
6.	PROYECTO: TRAS LAS HUELLAS DE LOS DINOSAURIOS	39
7.	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	40
7.1.	ACTIVIDAD 1: EL PROCESO DE FOSILIZACIÓN	40
7.2.	GUIA DE CAMPO: TRAS LAS HUELLAS DE LOS DINOSAURIOS.....	40
7.3.	ACTIVIDAD 2: PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA GEOLOGÍA	40
7.4.	ACTIVIDAD 3: INTERPRETACIÓN DE CORTES GEOLÓGICOS	40
8.	MEDIDAS DE ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD	46
9.	EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN	47
9.1.	AUTOEVALUACIÓN.....	47
9.2.	CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN.....	48
10.	BIBLIOGRAFÍA	49
11.	ANEXOS	51

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del marco en el que se desarrolla el Máster de Profesor en Educación Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, se plantean una serie de créditos ECTS que se van a reservar para la realización de un Trabajo Fin de Máster en el que se desarrollará un tema específico relacionado con la docencia de la Biología y Geología dentro del contexto educativo que nos ocupa.

En este documento se desarrollará una propuesta para la didáctica de la Geología tomando como referencia los yacimientos paleontológicos de Castilla y León, aunando el conocimiento de los dinosaurios, las eras geológicas implicadas en el paisaje y como el tipo de paisaje condiciona la aparición de diferentes clases de rocas según su edad.

Para su desarrollo, analizaremos los diferentes yacimientos presentes en la región, encontrados fundamentalmente en la zona del Sistema Ibérico, en Burgos y Soria. La zona de la Sierra de la Demanda y la Sierra de Urbión, por su naturaleza geológica y la datación de sus estratos, presentan la mayor concentración de restos fósiles de la región. Se observa que las ubicaciones más accesibles corresponden al estudio de icnitas de dinosaurios. Estas icnitas corresponden a rastros de huellas dejadas por estos animales hace millones de años que, por la naturaleza del suelo, han conseguido preservarse hasta nuestros días.

Debido a la naturaleza de las icnitas, esto nos va a permitir el estudio de los procesos de sedimentación, diagénesis y formación de fósiles, así como analizar en que tipo de rocas podemos encontrar restos fósiles, enlazando así el ciclo geológico de las rocas de una manera más amable para los estudiantes. Para su docencia se elegirán métodos de aprendizaje significativo, con los cuales los alumnos podrán incorporar a su conocimiento los factores relacionados con la formación de las rocas y podrán identificar la naturaleza de las rocas más importantes presentes en el entorno.

Durante programación de los contenidos que se van a tratar, se tendrán en cuenta nuevas corrientes metodológicas en las cuales se implicará al alumno de una forma activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde se centrará el eje principal de la acción. Todo este proceso estará estrechamente vinculado al uso de las nuevas tecnologías. Estas apoyarán el aprendizaje del alumno desde la búsqueda de información hasta la elaboración de informes o la realización de actividades propuestas en clase. Este enfoque metodológico intentará que el alumno se vea más motivado a la hora del estudio de la Geología, materia por lo general no muy apreciada por la mayoría, siendo ellos partícipes de la elaboración de la información a partir de sus conocimientos previos y la guía del docente durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para la primera unidad (Los procesos geológicos y petrogenéticos) se combinará el trabajo que los alumnos puedan realizar en casa en base a diferentes recursos que les serán proporcionados, con las explicaciones en clase. Así, a partir de sus conocimientos previos, irán construyendo un aprendizaje sólido y progresivo, implicando al alumnado activamente en el proceso.

A lo largo de este trabajo se podrán ver diferentes apartados que permitirán un desarrollo de las metodologías y actividades propuestas en el aula. Se comenzará analizando la situación legal que permitirá encuadrar todo el tema, junto con la concreción de destinatarios de la propuesta. Una vez determinado el marco de actuación, se pasará a analizar los diferentes yacimientos Paleontológicos de los que dispone la Comunidad Autónoma de Castilla y León, poniendo especial énfasis en el ubicado en la localidad de Salas de los Infantes, dedicado a las icnitas de dinosaurios. Tras este análisis, se propone el desarrollo de dos bloques presentes en el currículo (BOCYL ORDEN EDU/363/2015, 2015), los cuales se desarrollarán con dos metodologías diferenciadas. La primera de una manera más tradicional, debido a la tipología de contenido, las clases se desarrollarán de tal manera que el docente expondrá los puntos clave de la unidad y los alumnos deberán de completar la información mediante actividades relacionadas con el tema. En el Bloque 9, relacionado con la historia de la tierra, se desarrollará el contenido mediante un trabajo de investigación que tendrán que realizar los alumnos, este trabajo estará apoyado por la visita al yacimiento de Costalomo, en la localidad de Salas de los Infantes, en el cual los alumnos deberán recoger información sobre los diferentes yacimientos y relacionarla con los diferentes temas de la unidad.

1.1. JUSTIFICACIÓN

En general, la docencia de la Geología queda algo relegada con respecto a la Biología, ya que, en su gran mayoría, los docentes de las asignaturas vinculadas con estas materias suelen tener una formación en Biología (Sequeiros San Román & Domingo i Morató, 1998). Esto hace que, al no dominar la materia de Geología y al ser una asignatura más abstracta en cuestiones de aplicación o visualización directa, a los alumnos les cueste más entender los procesos geológicos y su implicación en nuestra vida cotidiana o su aplicación en la industria y la economía.

Al analizar los yacimientos paleontológicos, lo que se quiere conseguir es unir un interés general del alumnado, que pueden ser los dinosaurios, con la explicación de como se forman los fósiles y que relación tiene esto con el ciclo geológico y la formación de las rocas. Esto se conseguirá con el desarrollo de ciertas actividades didácticas que pongan en relación las diferentes cuestiones tratadas en el currículo y adaptándolas en función del nivel que nos ocupe.

Ya en el año 2001, la revista *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, dedicó un monográfico a la paleontología, recopilando diversos artículos en los que los autores ponían de manifiesto tanto la importancia de la paleontología como pasatiempo popular, como la necesidad de poner en valor ese patrimonio histórico y natural. En un artículo contenido dentro de la revista, la autora deja claro que el mundo biológico y los cambios que en él se han producido, no son sólo un conocimiento específico de la Geología y Biología, sino un bien cultural cuyo conocimiento debe extenderse a toda la sociedad. (Calonge, 2001).

Durante el desarrollo de estos bloques, se potenciarán diferentes competencias básicas, como la competencia digital, por la cual los estudiantes desarrollarán su proyecto

apoyándose siempre en herramientas digitales, bien sea para la búsqueda de la información o para la realización del material a exponer. Esto se complementa con el desarrollo de un Aprendizaje Basado en Proyectos, el cual instará al alumno a involucrarse activamente en el aprendizaje y a construir nuevos conceptos junto con los ya adquiridos. Esta estrategia constituye una herramienta de evaluación muy útil e implica dejar de lado el aprendizaje memorístico para realizar trabajos que supongan un mayor reto y sean más complejos, utilizando un enfoque interdisciplinario y el trabajo cooperativo de los participantes (Martí et al., 2010). La elección de esta metodología corresponde a la necesidad de dotar de herramientas a los estudiantes para los cursos posteriores tanto en bachillerato como en educación superior, ya que con el cambio que sufrió la universidad con el plan Bolonia, las metodologías de trabajo y evaluación viraron hacia una mayor implicación del alumno en su aprendizaje, realizando proyectos y trabajos a lo largo de su carrera. Aunque ciertos alumnos no elijan una carrera universitaria o continuar con sus estudios superiores, este aprendizaje basado en proyectos les servirá también a la hora de preparar escritos oficiales cuando vayan a emprender o realizar cualquier profesión en la que tengan que reportar a otro equipo sobre su trabajo.

Es importante fomentar en el alumno una independencia a la hora de la resolución de problemas, por lo que apostaremos por esta metodología que, aunque conlleva mayor esfuerzo por parte del profesor en su preparación, los alumnos acogerán con mayor agrado y conseguirán un aprendizaje más significativo que con las tradicionales clases magistrales y los exámenes finales. Toda la unidad se desarrollará en base a ejercicios que sean claros para los alumnos, en los cuales se contextualizará el contenido en el entorno próximo, haciendo así que los alumnos vean su aplicación inmediata en el medio que les rodea.

2. MARCO DE ACTUACIÓN

2.1. NORMATIVA

Según recoge el BOCYL en su *ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León*, la materia que nos ocupa viene recogida en diferentes cursos, de tal manera que ayudará a los alumnos a adquirir los conocimientos necesarios para desarrollar las competencias clave y específicas

Según se recoge en el punto 4 del Artículo 21, dedicado a las Programaciones didácticas de la *ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León*, las programaciones deberán contener el siguiente listado de contenidos. Estos contenidos estarán presentes en el documento que se redactará a continuación:

4. Las programaciones didácticas deberán contener, al menos, los siguientes elementos:
 - a) Secuencia y temporalización de los contenidos.
 - b) Decisiones metodológicas y didácticas.
 - c) Perfil de cada una de las competencias de acuerdo con lo establecido en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero.
 - d) Concreción de elementos transversales que se trabajarán en cada materia.
 - e) Medidas para estimular el interés y el hábito de la lectura y la capacidad de expresarse correctamente en público y por escrito.
 - f) Estrategias e instrumentos para la evaluación de los aprendizajes del alumnado y criterios de calificación.
 - g) Actividades de recuperación de los alumnos con materias pendientes del curso anterior.
 - h) Medidas de atención a la diversidad.
 - i) Materiales y recursos de desarrollo curricular.
 - j) Programa de actividades extraescolares y complementarias.
 - k) Procedimiento de evaluación de la programación didáctica y sus indicadores de logro.

(BOCYL ORDEN EDU/363/2015, 2015, p.32497)

2.2. RELACIÓN CON EL CURRÍCULO OFICIAL

Según recoge el BOE en su *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*, la materia que nos ocupa viene recogida en diferentes cursos. Los contenidos de Geología se desarrollan tanto en la asignatura de Biología y Geología en la ESO y Bachillerato, como en la asignatura de Geología de 2º de Bachillerato. A continuación, detallaremos los cursos y bloques en los que podríamos aplicar el contenido:

1º BACHILLERATO - BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA

Bloque 9: La Historia de la Tierra		
Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>Estratigrafía: concepto y objetivos. Principios fundamentales. Definición de estrato.</p> <p>Dataciones relativas y absolutas: estudio de cortes geológicos sencillos. Grandes divisiones geológicas: La tabla del tiempo geológico. Principales acontecimientos en la historia geológica de la Tierra. Orogenias.</p> <p>Extinciones masivas y sus causas naturales.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deducir a partir de mapas topográficos y cortes geológicos de una zona determinada, la existencia de estructuras geológicas y su relación con el relieve. 2. Aplicar criterios cronológicos para la datación relativa de formaciones geológicas y deformaciones localizadas en un corte geológico. 3. Interpretar el proceso de fosilización y los cambios que se producen. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Interpreta y realiza mapas topográficos y cortes geológicos sencillos. 2.1. Interpreta cortes geológicos y determina la antigüedad de sus estratos, las discordancias y la historia geológica de la región. 3.1. Categoriza los principales fósiles guía, valorando su importancia para el establecimiento de la historia geológica de la Tierra.

2º BACHILLERATO - GEOLOGÍA

Bloque 6: Tiempo Geológico y geología histórica		
Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>El tiempo en geología. El debate sobre la edad de la Tierra. Uniformismo frente a Catastrofismo. El registro estratigráfico.</p> <p>El método del actualismo: aplicación a la reconstrucción paleoambiental. Estructuras sedimentarias y biogénicas. Paleoclimatología.</p> <p>Métodos de datación: geocronología relativa y absoluta. Principio de superposición de los estratos. Fósiles. Bioestratigrafía. Los métodos radiométricos de datación absoluta.</p> <p>Unidades geocronológicas y cronoestratigráficas. La tabla del tiempo geológico.</p> <p>Geología Histórica. Evolución geológica y biológica de la tierra desde el Arcaico a la actualidad, resaltando los principales eventos. Primates y evolución del género Homo.</p> <p>Cambios climáticos naturales. Cambio climático inducido por la actividad humana.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar el concepto del tiempo geológico y entender la naturaleza del registro estratigráfico y la duración de diferentes fenómenos geológicos. 2. Entender la aplicación del método del actualismo a la reconstrucción paleoambiental. Conocer algunos tipos de estructuras sedimentarias y biogénicas y su aplicación. Utilizar los indicadores paleoclimáticos más representativos. 3. Conocer los principales métodos de datación absoluta y relativa. Aplicar el principio de superposición de estratos y derivados para interpretar cortes geológicos. Entender los fósiles guía como pieza clave para la datación bioestratigráfica. 4. Identificar las principales unidades cronoestratigráficas que conforman la tabla de tiempo geológico. 5. Conocer los principales eventos globales acontecidos en la evolución de la tierra desde su formación. 6. Diferenciar los cambios climáticos naturales y los inducidos por la actividad humana. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Argumenta sobre la evolución del concepto de tiempo geológico y la idea de la edad de la Tierra a lo largo de la historia del pensamiento científico. 2.1. Entiende y desarrolla la analogía de los estratos como las páginas del libro donde está escrita la Historia de la Tierra. 3.1. Conoce el origen de algunas estructuras sedimentarias originadas por corrientes (ripples, estratificación cruzada) y biogénicas (galerías, pistas) y las utiliza para la reconstrucción paleoambiental. 4.1. Conoce las unidades cronoestratigráficas, mostrando su manejo en actividades y ejercicios. 5.1. Analiza algunos de los cambios climáticos, biológicos y geológicos que han ocurrido en las diferentes eras geológicas, confeccionando resúmenes explicativos o tablas. 6.1. Relaciona fenómenos naturales con cambios climáticos y valora la influencia de la actividad humana.

2.3. DESTINATARIOS

La propuesta actual se centrará en el primer curso de Bachillerato, esto nos permitirá actuar con recursos más avanzados para el estudio de los yacimientos arqueológicos, disponer de un mayor bagaje propio de cada alumno y mayor capacidad de trabajo. Los alumnos parten de un conocimiento previo adquirido en el 4º curso de la ESO, en el cual analizan columnas estratigráficas y cortes geológicos. Además, se introduce el estudio de los fósiles como método de datación geológica. Esto nos permitirá partir con una prueba de conocimientos previos, lo que nos permitirá adecuar el nivel del contenido a impartir. Debido a esto podremos vincular el Bloque 8, dedicado a los procesos geológicos y petrogenéticos con el Bloque 9, correspondiente con la historia de la tierra, determinado por la *ORDEN EDU/363/2015 de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León*.

Bien es cierto que en el segundo curso de bachillerato en la asignatura de Geología se podría encuadrar perfectamente en el Bloque 6, ya que según se ve en el currículo, el análisis de los yacimientos en Castilla y León, fundamentalmente compuestos por yacimientos de rastros de icnitas, podría darnos mucho material para poder realizar actividades relacionadas con la unidad. Esta asignatura, en el currículo de Bachillerato tiene un carácter optativo de especialidad, siendo una de las menos elegidas por los alumnos. Los grupos en esta asignatura no son muy numerosos, por lo que nuestro objetivo de poner en valor el patrimonio natural de Castilla y León llegaría a menos personas. Eligiendo el primer curso de Bachillerato llegaremos a un mayor número de personas.

Desde luego se tomará como referencia un instituto en Castilla y León, específicamente en la localidad de Aranda de Duero. Corresponderá con el Instituto Vela Zanetti, localizado al sur del municipio. Este instituto está integrado por un grupo muy heterogéneo de estudiantes, procedentes de los dos barrios adyacentes al instituto, el Barrio de la Estación y el barrio Allendeduero. Ambos con un perfil demográfico medio. Dentro de la localidad es uno de los tres institutos públicos dedicados a la enseñanza de Secundaria y Bachillerato. Dentro de su oferta educativa para bachillerato se encuentra la modalidad de bachillerato de Humanidades y ciencias sociales, Ciencias de la Salud y tecnológico y Artístico.

2.4. OBJETIVOS DE ETAPA Y MATERIA

La LOMCE LOE, (Ley Orgánica 2/2006), establece todos los elementos constituyentes de los diferentes niveles educativos, entre los que se encuentra el nivel de Bachillerato. En el artículo 33 de dicha ley se especifica que el bachillerato contribuirá a desarrollar en los alumnos y alumnas las capacidades que les permitan:

- a) Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución española, así como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa.
- b) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.

- c) Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades existentes e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas con discapacidad.
 - d) Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
 - e) Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua cooficial de su Comunidad Autónoma.
 - f) Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.
 - g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
 - h) Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.
 - i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
 - j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.
 - k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.
 - l) Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.
 - m) Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.
 - n) Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.
- (LOMCE LOE Ley Orgánica 2/2006, 2006)

Los objetivos para la materia de Biología y Geología del curso elegido para el desarrollo de estas actividades vienen definidos por la *ORDEN EDU/363/2015 de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León*. En el Anexo I, en el apartado dedicado a la asignatura podemos encontrar las pautas básicas para la metodología a impartir en el aula:

Para favorecer una metodología clara que promueva el desarrollo autónomo del alumnado, que estimule su capacidad para el trabajo en equipo y que potencie las técnicas de investigación e indagación y las aplicaciones de lo aprendido a la vida real, se tendrán en cuenta las siguientes pautas: trabajar aquellos procedimientos que constituyen la base de la actividad científica, tales como el planteamiento de problemas, la formulación y contraste de hipótesis, el diseño de estrategias para este contraste, la investigación, la precisión en el uso de instrumentos de medida, la interpretación de los resultados, su comunicación, el uso de fuentes de información y el desarrollo de modelos explicativos; trabajar en la adquisición y consolidación de actitudes propias del trabajo científico, el cuestionamiento de lo obvio, la imaginación creativa, la necesidad de verificación, de rigor y de precisión, y

los hábitos de trabajo e indagación intelectual; insistir en la resolución de problemas ante situaciones nuevas para facilitar la aplicación y transferencia de lo aprendido a la vida real, haciendo así el aprendizaje más funcional y que éste provoque la curiosidad y el interés del alumnado por la ciencia y por las respuestas que ésta da a los distintos fenómenos que estudia.
(BOCYL ORDEN EDU/363/2015, 2015)

2.5. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Tanto los objetivos de etapa como los objetivos de materia se enlazarán con la propuesta proponiendo ciertos objetivos de aprendizaje que serán la base, no solo de la metodología a seguir, sino de la evaluación que realizaremos, tanto del proceso como del resultado.

Dentro de estos objetivos podemos identificar:

- a) El alumno aplicará metodologías innovadoras en la investigación de proyectos, y utilizará las herramientas disponibles de una forma responsable y segura.
- b) Los alumnos trabajarán cooperativamente para la resolución de conflictos y se organizarán de acuerdo con las diferentes tareas necesarias para llevar a cabo un proyecto de investigación.
- c) Los alumnos aplicarán el método científico en su investigación, experimentando una forma de trabajo ordenada y rigurosa que pueda justificar todo el contenido de su propuesta.
- d) Los alumnos conocerán el patrimonio regional, lo que hará que se ponga en valor su entorno y aumente la consideración que estos tienen sobre su lugar de origen.
- e) Debido a la exposición oral, los alumnos deberán afianzar su confianza cuando expongan un tema al público, evitando que en un futuro esto les suponga un problema para defender sus proyectos.

3. YACIMIENTOS PALEONTOLÓGICOS EN CASTILLA Y LEÓN

3.1. COSTALOMO

El yacimiento de Costalomo está situado geográficamente en el sureste de la provincia de Burgos. Se encuentra en la parte occidental de la Cuenca de Cameros, que representa un registro sedimentario desde el Jurásico superior al Cretácico Inferior. Se constituye por sedimentos marinos y continentales, formado aproximadamente hace 120-125 millones de años.

El yacimiento se encuentra situado en la comarca de Salas de los Infantes, encontrándose los yacimientos en terrenos de Ledanías (terrenos comunales) de Salas de los Infantes, Castrillo de la Reina, Hacinas y Concejo de Arriba. Tiene un acceso relativamente sencillo por una pista que nace a la izquierda de la carretera autonómica CL-117 que une Salas de los Infantes con Bidones. El yacimiento de Costalomo fue declarado BIC (Bien de Interés Cultural) por la Junta de Castilla y León en mayo de 2005. El yacimiento se conoció hace varios años y ha sido objeto de diversas publicaciones de carácter científico, uno de los nombres más recurrentes es el de Fidel Torcida, el cual ha colaborado en diferentes artículos sobre el registro fósil (Fernández-Baldor, 1996) y las icnitas (Huerta et al., 1993) presentes en la zona (Fernández-Baldor, 1996). También se ha destacado la extraña conservación de las huellas en relieve que sobresalen (Huerta et al., 1993) alen de estrato de arenisca que las conserva. Las gentes de la zona explicaban estas extrañas marcas como huellas en la roca de un águila gigante.

En 2003 se descubrieron varias icnitas en las cuales se podían distinguir las huellas de un Iguanodonte y varios dinosaurios carnívoros. Se vio también que las huellas aparecieron tanto en relieve como en bajo relieves en el estrato rocoso.

Las huellas que se conservan como oquedades forman un rastro (varias huellas correlativas pertenecientes a un mismo dinosaurio) peculiar, ha sido atribuido a un Iguanodon. Este fue un dinosaurio herbívoro que poseía la habilidad para caminar a dos o a cuatro patas; rastro de este tipo no son muy comunes en otros yacimientos del resto del mundo, realizando así la importancia del ubicado en Costalomo.



Figura 1 - Aspecto General del Yacimiento de Costalomo previo a la excavación.

El Iguanodon fue un pacífico dinosaurio herbívoro que vagó en manadas por las orillas del inmenso río que surcaba la zona de Salas de los Infantes durante el Cretácico Inferior. Además de sus huellas, en esta zona son abundantes sus restos esqueléticos. En el

museo de Salas se pueden contemplar huesos de prácticamente todo el esqueleto de este dinosaurio.

Otro de los rastros conocidos en Costalomo estaba formado por 7 huellas, esta vez en relieve, con el dedo central más grande que los laterales y talón saliente que habían sido atribuidas a un dinosaurio carnívoro de tamaño medio. Como se observa en el plano más abajo, representado en la figura 2, resaltado en rojo, el dinosaurio sale prácticamente de parado y comienza una leve aceleración, esto se explica viendo las huellas más abajo dentro del recuadro, las dos primeras están más próximas unas a otras, siendo la siguiente más alejada la correspondiente al pie izquierdo del dinosaurio, y observando como se van alternado las extremidades izquierda y derecha en todo su recorrido, aumentando ligeramente la distancia entre ellas. Otro de los rastros conocidos desde hacía años es que formaban cinco huellas mal conservadas atribuidas también a un carnívoro (resaltado en azul en el plano).

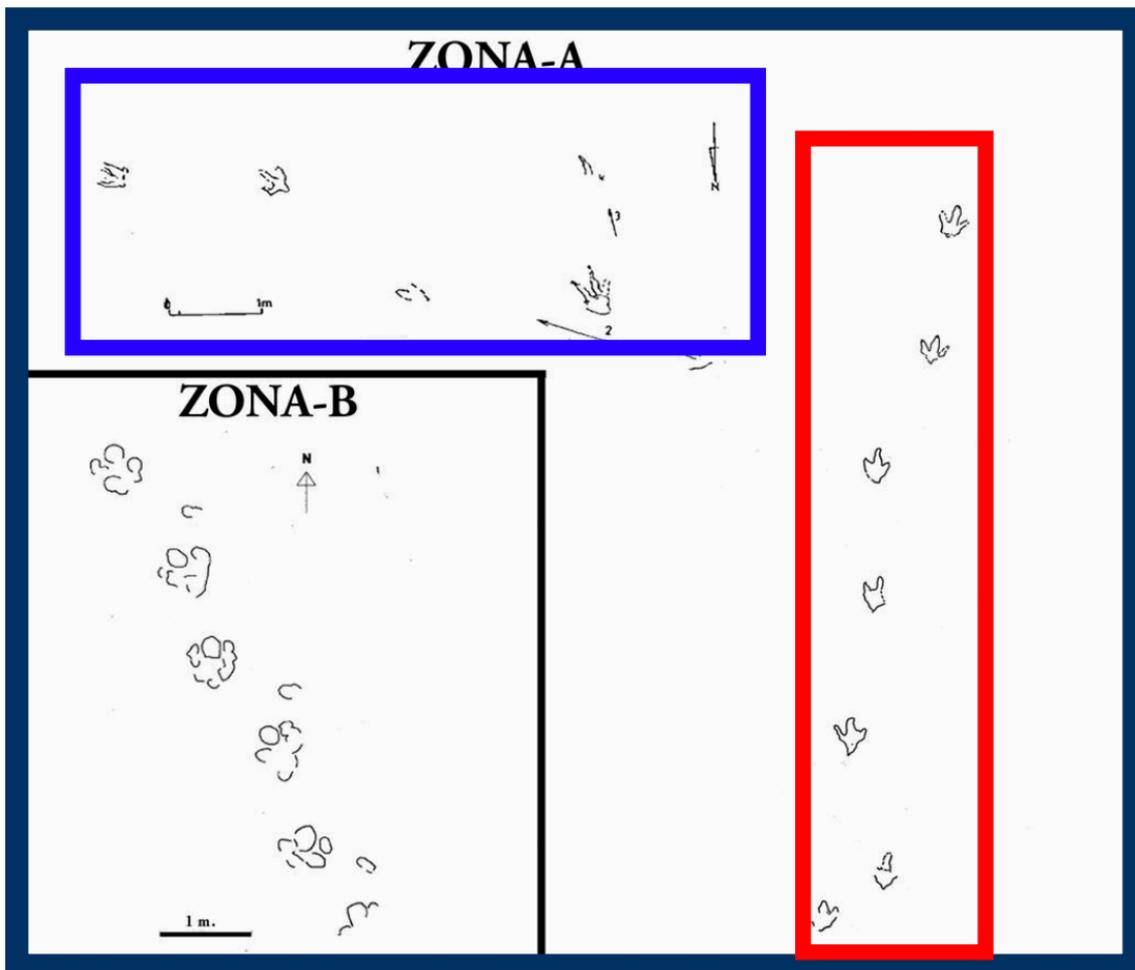


Figura 2 - Plano de huellas encontradas en Costalomo

Con las pocas huellas que se conocían en Costalomo ya era un yacimiento importante científicamente, sobre todo desde el punto de vista de su conservación en relieve ya que, a pesar de que muchos paleontólogos y geólogos que visitaban el yacimiento nadie acertaba a explicar el porqué de esta conservación. Pero cuando realmente Costalomo ha pasado de ser un yacimiento importante a ser un yacimiento espectacular y de

referencia para el mundo científico ha sido a raíz de las excavaciones que se llevaron a cabo durante julio de 2003. Estos trabajos fueron encargados y financiados por la Junta de Castilla y León dentro del proyecto de varias comunidades españolas para que los yacimientos de icnitas (sinónimo de huellas) de dinosaurios de toda España sean declarados por la UNESCO Patrimonio de la Humanidad

La excavación de Costalomo presentaba varias peculiaridades ya que el estrato que contiene las huellas está buzado (inclinado). Además, había que remover demasiados metros cúbicos de dura arcilla para poder descubrir más huellas sobre la roca arenisca. Para ello, fue necesaria la participación de maquinaria pesada que rebajara varios metros de terreno para que una vez cerca del estrato de arenisca que preserva las huellas, se pudiera comenzar con el trabajo más fino y meticuloso que debían emprender los paleontólogos encargados de la excavación.

Durante la excavación comenzaron a aflorar una gran cantidad de huellas en todo el estrato un total de 239, algunas completaban los rastros ya conocidos pero la inmensa mayoría pertenecían a otros rastros y nunca habían visto la luz. Unas de las más peculiares son las pertenecientes a un dinosaurio saurópodo, que son los enormes herbívoros cuadrúpedos de cuello y cola largos, y que sólo habían sido citadas aisladas en Burgos en el yacimiento de La Pedraja (Membrillas de Lara). En Costalomo son varias las encontradas y están formando dos rastros, unido esto a la peculiaridad de estar en relieve convierte este rastro en el único de este tipo en el registro mundial.



Figura 3 - Pie y mano de saurópodo en Costalomo

También han aparecido en Costalomo una serie de huellas de escaso tamaño. Estas se han atribuido a dinosaurios carnívoros de pequeño tamaño, posiblemente Dromeosauridos, los cuales estarían cazando o acechando agrupados en manadas. Esta también es la primera cita de este tipo de huellas en Burgos y, de nuevo, únicas, ya que se han conservado en relieve sobre el estrato.

De entre todas las huellas aparecidas en Costalomo, las más impactantes corresponden a un rastro que discurre paralelo al sustrato, y que está formado por doce huellas. Estas huellas son tridáctilas, con dedos largos y esbeltos, acabados en garras. Cada una de estas huellas mide entre 65 y 75 cm. Con estos datos se puede afirmar que las huellas pertenecen a un gran dinosaurio carnívoro, de al menos 10 metros de longitud y 4 de altura. En base a los pasos que da, se puede distinguir que son cortos, por lo que se puede deducir que estaba acechando a alguna presa por su andar lento. Este rastro, es el mejor conservado de Costalomo e incluso en varias de sus huellas pueden apreciarse las garras que presentaba este ejemplar.

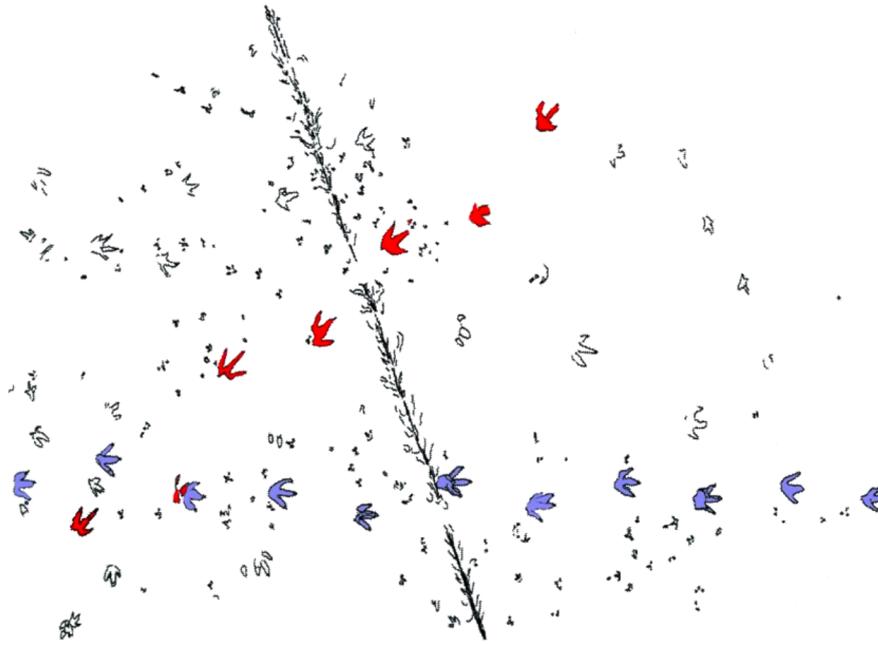


Figura 4 - Coloreado, rastros de dinosaurios carnívoros gigantes en Costalomo



Figura 5 - Huellas fósiles de carnívoro descubiertas en Costalomo

Este rastro es absolutamente único y se puede afirmar que no existe otro parecido en todo el registro mundial de huellas de dinosaurios.

3.2. MAMBRILLAS

El yacimiento de la Pedraja se sitúa entre las localidades de Mambrillas de Lara y Castrolara.

El yacimiento se compone de 2 niveles rocosos con un total de 23 icnitas o huellas fósiles de dinosaurios. La mayoría de estas huellas se encuentran aisladas, presentándose solamente un rastro formado por tres icnitas. Nos encontramos, en dicho yacimiento, con huellas saurópodos, terópodos y ornitópodos. En un área no muy grande existen gran cantidad de icnitas y de diferentes tipos:

- **Saurópodos:** grandes, rectangulares u ovaladas (“pies”), o en forma semicircular (“manos”).
- **Terópodos:** tridáctilas, alargadas, dedos delgados.
- **Ornitópodos:** tridáctilas, anchas, dedos gruesos y cortos.

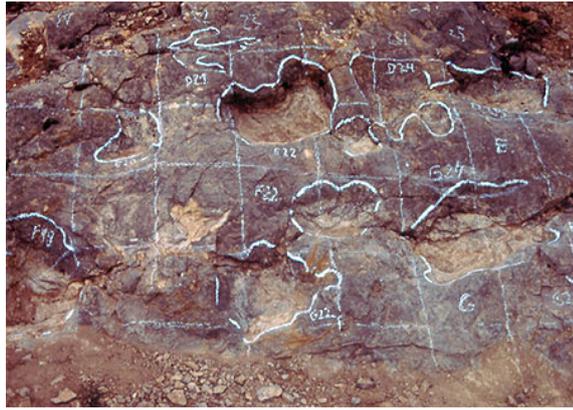


Figura 6 - Icnitas marcadas con pinturas. Yacimiento de las Mambrillas

Esta acumulación y diversidad de huellas se explica gracias a que, en el Cretácico, hace aproximadamente 144 millones de años, las rocas del yacimiento eran las orillas fangosas de una laguna poco profunda en cuyos márgenes se desarrollaban algas y herbáceas. Los dinosaurios herbívoros y carnívoros acudían a beber o comer a las orillas de dicha laguna, dejando impresas las huellas de su paso.

3.3. OTERILLO

Este yacimiento se encuentra a 5 km de Salas de los Infantes, en la carretera que une el municipio con Barbadillo del Mercado. Se encuentra ubicado en una colina de tierras arcillosas

En las tres campañas de excavación que han tenido lugar en este yacimiento, se han recuperado un esqueleto casi completo de un dinosaurio saurópodo titanosauriforme, de gran tamaño (aproximadamente de 23 metros de largo y unas 80 toneladas de peso. Su escápula (hueso del hombro) tiene una longitud de 1,68 metros, por lo que el dinosaurio pasó fácilmente de los 25 metros de longitud, convirtiéndole en uno de los más grandes de Europa. Se han recuperado también su cadera, costillas, parte de su largo cuello y el principio de las vertebrales de su cola articulada. También se ha recuperado parte de la dentición del dinosaurio.

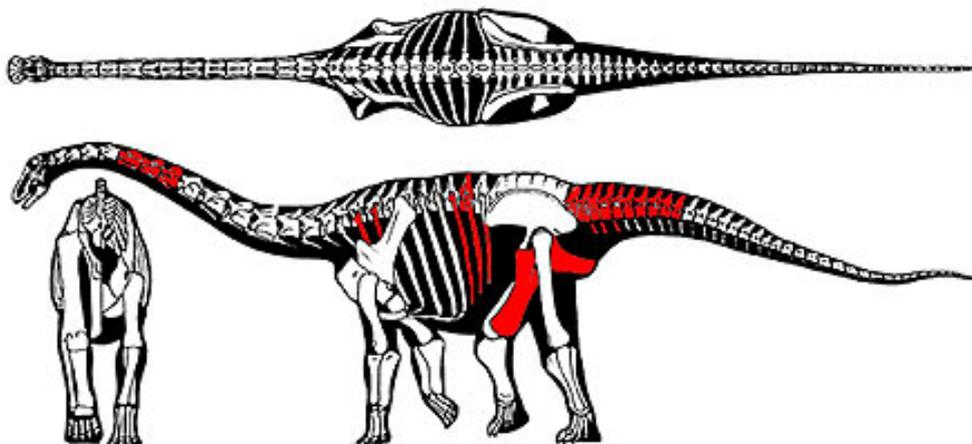


Figura 7 - Esquema de los huesos recuperados en el yacimiento del Oterillo



Figura 8 - Excavación en el Oterillo

Además, se ha comprobado la presencia de otros grupos de dinosaurios como terópodos y ornitópodos herbívoros (iguanodóntidos e hipsilofodóntidos) y de otros seres como cocodrilos, peces, tortugas y quizás un pterosaurio, lo que convierte a este yacimiento en una rica fuente de estudio de distintos dinosaurios y deja abiertas diversas hipótesis de porqué aparecen todos en el mismo lugar.

Durante la tercera campaña el yacimiento destaca la aparición del fragmento de la mandíbula de un pequeño terópodo, única en España, lo que la convierte en una pieza excepcional.

3.4. TENADAS DE LOS VALLEJOS II

El yacimiento de Tenadas de los Vallejos se localiza entre las localidades de La Revilla y Ahedo de la Sierra, en la provincia de Burgos.

Se han recuperado huesos de un dinosaurio de la familia de los Rebaquisáuridos que solo eran conocidos en África o Sudamérica, siendo estos, más modernos en el tiempo, por lo que el ejemplar burgalés es el más antiguo de esta familia. Estudios en curso van a permitir describir y designar este dinosaurio como una especie nueva para la ciencia. También han aparecido restos de otros dos dinosaurios: un herbívoro de tamaño medio y un dinosaurio Espinosáurido, carnívoro de gran tamaño

Durante el primer año de excavaciones, se desenterró parte de un dinosaurio saurópodo de más de 13 metros de longitud. Este dinosaurio tiene un indudable valor científico ya que solo se habían encontrado sus restos en África y Sudamérica, por lo que el ejemplar burgalés apoya una hipótesis que postula que hubo una conexión terrestre entre estos tres continentes en algún momento del Cretácico Inferior. Además, el Rebaquisáurido de La Revilla-Ahedo es varios millones de años más antiguo que sus parientes africanos y sudamericanos siendo por ello el primer representante conocido de esta peculiar familia de Dinosaurios.

Los trabajos de excavación de ese primer año se realizaron bajo la dirección de Fidel Torcida, director del Museo de Dinosaurios de Salas, y Xavier Pereda, Paleontólogo de la Universidad del País Vasco y del Museo de Ciencias Naturales de París. El equipo excavador ha estado formado por los miembros del C.A.S. y estudiantes de Geología y Biología de las Universidades de Salamanca, Zaragoza, País Vasco y León.

Una de las piezas más espectaculares recuperadas en “Tenadas de los Vallejos II” es un fémur izquierdo completo, atribuible al rebaquisáurido, que supera el metro de longitud. Este fémur se encuentra actualmente expuesto en la sala de paleontología del Museo de Dinosaurios de Salas de los Infantes.

Junto a él se recuperaron ambos isquiones (huesos de la cadera) procedentes del mismo individuo, estos huesos aportan una importante información a la hora de clasificar el dinosaurio al que pertenecen. Además, aparecieron varias vértebras, cervicales, dorsales y caudales, también del mismo individuo que serán de gran ayuda a la hora de describir este animal.

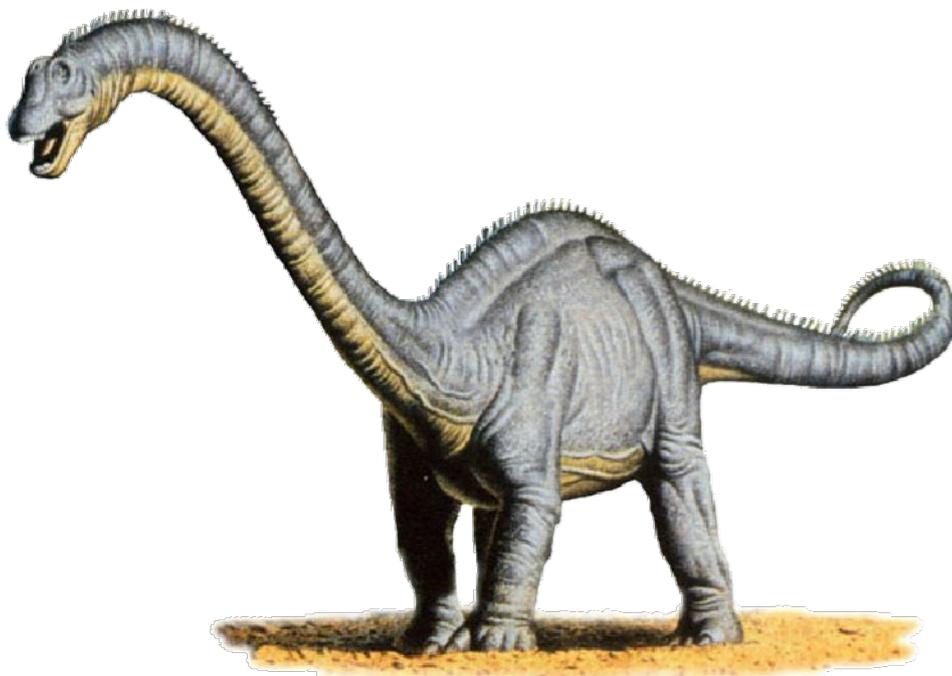


Figura 9 - Aspecto en vida del saurópodo de Tenadas de los Vallejos

Una de las sorpresas que proporcionó la excavación de este espectacular yacimiento fue que nuestro rebaquisáurido no estaba solo., entre sus huesos aparecieron otros que por sus características pertenecen a otro tipo de dinosaurio. Los principales restos aparecidos de este nuevo hallazgo son dos vértebras cervicales, que por su peculiar forma nos han permitido atribuir las a un Espinosáurido, que fue un inmenso dinosaurio carnívoro de más de 12 metros de longitud, superando en tamaño al conocido *Tyranosaurus rex*.

Al igual que ocurría con el Rebaquisáurido, los Espinosáuridos son típicos del norte de África, por lo cual este hallazgo viene a reforzar la idea de una conexión terrestre entre Europa y África durante el Cretácico inferior hace entre 120 y 130 millones de años.

Esto hace de Tenadas de los Vallejos II un yacimiento de referencia internacional a la hora de estudiar la disposición de las masas terrestres durante el Cretácico inferior, ya

que por el momento los dinosaurios que allí han sido desenterrados aportan datos claves para relacionar las faunas dinosaurianas de ambos continentes

3.5. RUTA DE LAS ICNITAS

En la provincia de Soria, en su parte norte, encontramos el yacimiento de Villar del Río. A partir de su aula paleontológica (www.rutadelasicnitas.com) podemos encontrar numerosos yacimientos a lo largo de la comarca. Dentro de esta ruta podemos distinguir dos rutas esencialmente en las que podremos observar diferentes tipos de icnitas impresas sobre el sustrato.

La comarca de Tierras Altas de Soria ha elaborado tres rutas principales en las cuales podremos observar diferentes tipos de icnitas. Veremos que existen la Ruta Este, la Ruta Oeste y las denominada, otras rutas, que salen de la comarca de Tierras Altas. A continuación, se describen los yacimientos que se integran dentro de esta Ruta de las Icnitas y que son visitables libremente.

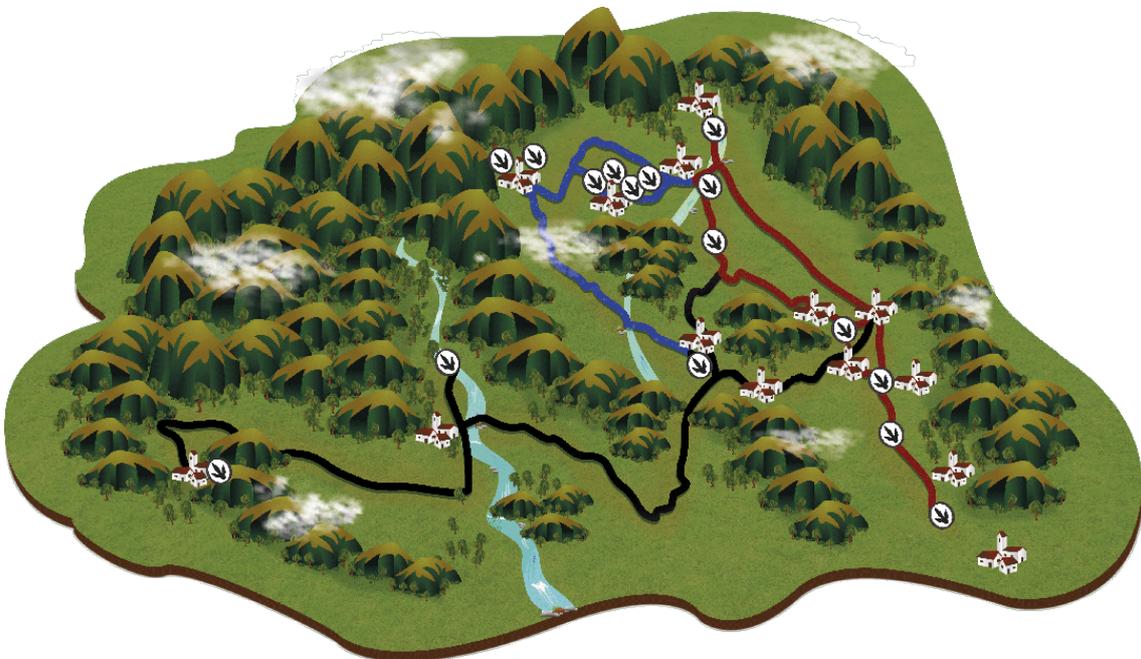


Figura 10 - Representación gráfica de la Ruta de las Icnitas

3.5.1. YACIMIENTO DE LAS ADOBERAS - MATASEJÚN

Localizado en la población de Matasejún, a las afueras de la localidad. Las icnitas que encontramos reposan sobre un estrato de roca caliza.

Estas icnitas pertenecen a dos grandes grupos de dinosaurios: terópodos y ornitópodos. Todas las huellas que aparecen son tridáctilas, es decir, con tres dedos. En función de las características de las huellas, se puede diferenciar si fueron producidas por un terópodo (dinosaurio carnívoro) o un ornitópodo (herbívoro). Estas icnitas se presentan formando pequeños rastros o independientes. Además, podremos ver la formación de una estructura geológica muy representativa llamada *ripples* las cuales son ondulaciones de estructuras sedimentarias que se formaron por la acción del suave oleaje de la orilla de un lago o de un río.

3.5.2. EL CORRAL DE LA PEÑA – BRETÚN

Bretún es una de las localidades con mayor número de yacimientos. En el corral de la peña se encuentran huellas tridáctilas. Tradicionalmente se han atribuido a dinosaurios terópodos, pero actualmente se discute este hecho debido a que, dependiendo de las características del barro que pisaban estos animales, diferenciar entre terópodos y ornitópodos puede resultar complicado. Se encuentran multitud de icnitas aisladas, lo que permite imaginar que esta zona fue muy transitada. Este estrato geológico corresponde al cretácico inferior, en el piso Berriasiense (142 Ma)

3.5.3. FUENTE LACORTE / EL FRONTAL– BRETÚN

Cercanos a la localidad de Bretún aparecen estos dos yacimientos, en los cuales se puede observar un conjunto de gran amplitud en el que distinguir icnitas de un terópodo. El yacimiento cuenta con una réplica de un *Allosaurus*, posible autor de las huellas impresas en el suelo.

Se trata de dos yacimientos diferentes, que albergan entre los dos uno de los registros de icnitas más numerosos de la zona. Las huellas de animales prehistóricos que aparecen fueron producidas por dinosaurios terópodos de pequeño y gran tamaño, y por dinosaurios ornitópodos. El yacimiento de El Frontal presenta rasgos especiales como la presencia de huellas de tortugas o icnitas de terópodos con la marca del cuarto dedo. Esta situación se producía cuando el sedimento sobre el que pisaban estos animales era muy blando y sus patas se hundían. Al enterrarse, se marcaba también este cuarto dedo que normalmente no tocaba el suelo, ya que se encontraba en forma de espolón.

3.5.4. EL ROYO – EL ROYO

Enclavado en la localidad de El Rojo, el yacimiento corresponde al Cretácico inferior, piso Berriasiense, en el cual se pueden contemplar multitud de huellas, algunas de las cuales se agrupan en cuatro rastros diferentes, dos pertenecientes a dinosaurios terópodos y dos a dinosaurios ornitópodos. El conjunto de huellas de estos niveles presenta un aspecto curioso, ya que las huellas se han conservado de dos formas diferentes por la variación en las características de los niveles en los que fueron impresas. Aparecen tanto de forma normal, formando depresiones, como dando lugar a elevaciones del terreno.

3.5.5. DEHESA DE GALLINERO – ALMARZA

En este yacimiento aparecen icnitas de los tres grupos principales de dinosaurios: terópodos, ornitópodos y saurópodos. Dentro de cada uno de estos tipos, se pueden ver icnitas de diferentes tamaños y características, lo que indica que el número de especies que dejaron sus pisadas impresas puede ser muy alto. Los niveles en los que aparecen las icnitas son areniscas rojas, que se depositaron en una zona fluvial o deltaica, en cuyas orillas transitaron multitud de animales, incluidos los dinosaurios que estamparon sus huellas.

3.5.6. FUENTESALVO – VILLAR DEL RIO

La superficie de este yacimiento muestra multitud de rastros de ornitópodos paralelos entre sí, lo cual compone uno de los pocos ejemplos de gregarismo en dinosaurios. Este aspecto lo convierte en un yacimiento importante desde el punto de vista científico,

además de que sirve como ejemplo para aprender cómo la información extraída de los yacimientos de icnitas puede ayudar al conocimiento de cómo vivían estos animales del pasado.

3.5.7. SALGAR DE SILLAS – LOS CAMPOS

En el yacimiento de Salgar de Sillas se pueden ver icnitas producidas por los tres grupos de dinosaurios principales: terópodos, ornitópodos y saurópodos. Destaca especialmente un rastro de saurópodo que posee una conservación especial. Se produjo cuando el animal caminó por estos sedimentos, provocando que allí donde pisaba los niveles se compactaran, haciéndolos más resistentes a la erosión. Cuando los niveles afloraron, el tiempo y el clima hicieron que, mientras el resto del estrato desaparecía, las huellas quedaran destacando como pedestales y dando lugar a estas curiosas icnitas.

3.5.8. SERRANTES – VILLAR DEL RIO

El yacimiento recibe su nombre del barranco en el que se encuentra, y en él diferentes niveles de calizas albergan unas 150 icnitas, casi todas aisladas a excepción de un rastro formado por cuatro huellas. En sus niveles se pueden observar principalmente icnitas producidas por terópodos de pequeño y mediano tamaño, incluidas algunas que durante años fueron atribuidas a aves. Estas huellas de supuestas aves han sido revisadas y hoy en día no está claro su productor por la falta de caracteres que lo confirmen.

3.5.9. VALDEGEN – VILLAR DEL RIO

El número de icnitas de este yacimiento alcanza los ochenta ejemplares. La mayoría de ellas fueron producidas por dinosaurios terópodos de talla relativamente grande. Por las dimensiones de las icnitas los paleontólogos han calculado que medirían unos dos metros de altura hasta la cadera. Existen otras pisadas más pequeñas, que fueron producidas por terópodos u ornitópodos de menor talla. Por último, se pueden contemplar algunas pequeñas huellas aisladas de pterosaurios, que fueron impresas en un sedimento blando cuando estos reptiles voladores se posaban en las orillas de un río o lago para beber agua o alimentarse.

3.5.10. MIRAFLORES – FUENTES DE MAGAÑA

El barranco de Miraflores cuenta con uno de los yacimientos con mayor número de icnitas de saurópodo de la península ibérica. Entre las más de 300 que se pueden distinguir en estos niveles aparecen tanto icnitas aisladas como otras formando rastros, además las diferencias de tamaño indican que algunos de estos dinosaurios dejaron aquí impresas sus huellas acompañados de sus crías. Las huellas de saurópodo suelen clasificarse en dos grandes grupos, de paso ancho y de paso estrecho, y ambos tipos aparecen en el yacimiento. Esta distinción entre la anchura de los rastros puede deberse a diferencias en la consistencia del sedimento cuando los animales dejaron sus huellas, o a que fueron producidas por dos tipos de saurópodos diferentes.

3.5.11. LOS TORMOS – SANTA CRUZ DE YANGUAS

Se pueden identificar hasta cuatro niveles diferentes con huellas de animales prehistóricos, en los que es posible observar icnitas de cuatro grupos: terópodos, ornitópodos, pterosaurios y tortugas. Este yacimiento es ejemplo de las dificultades que

pueden aparecer en ciertos casos a la hora de diferenciar tipos de huellas. Las icnitas que durante años se habían atribuido a dinosaurios terópodos ahora son motivo de duda, debido a la deformación que sufrió el barro tras la pisada del animal y que enmascaran la identidad de su productor.

3.5.12. LA MATECASA - BRETÚN

La gran mayoría de icnitas fueron producidas por dinosaurios terópodos, que dejaban huellas de dedos fuertes, alargados y afilados, en las que en ocasiones pueden diferenciarse las poderosas garras. Los análisis de estas huellas han permitido a los paleontólogos calcular su altura, obteniendo unos considerables dos metros hasta la cadera.

Es un yacimiento que permite comprender cómo eran los ambientes en los que dejaban los dinosaurios sus huellas, ya que en algunas zonas se puede ver los característicos *ripples* u ondulaciones que hoy en día aparecen en la orilla de grandes masas de agua.

3.5.13. SAN ROQUE – VENTOSA DE SAN PEDRO

En San Roque se pueden observar huellas producidas por dinosaurios ornitópodos. Algunas de ellas aparecen agrupadas en cinco rastros de no mucha longitud, apenas unos pocos pasos en cada uno. Los paleontólogos han calculado que los animales que dejaron aquí impresas sus huellas pertenecían a una especie de mediano tamaño, de unos cuatro o cinco metros de longitud. El ambiente en el que se formó el yacimiento era una zona lacustre, y se pueden ver pruebas de ello en sus niveles, donde las ondulaciones o *ripples* son iguales a los que aparecen en las orillas de los lagos actuales. En el yacimiento podemos encontrar una réplica a tamaño real de un Iguanodon.

3.5.14. SANTA CRUZ DE YANGUAS

En la superficie de este yacimiento se puede observar un único rastro compuesto por seis icnitas tridáctilas de gran tamaño. Las características que muestran indican que fueron producidas por un dinosaurio iguanodóntido. Este tipo de animales disfrutaron de un gran éxito durante el Cretácico inferior, periodo en el que eran los dinosaurios más abundantes y con mayor número de especies, como nos muestran los fósiles de esta época recuperados en todo el mundo.

3.5.15. VALLES DE VALDELOSA – VALDELAVILLA

Es destacable la gran variedad de icnitas de este yacimiento, que cuenta con prácticamente todos los tipos de icnitas que aparecen en la zona de Tierras Altas. En él se puede ver sobre todo icnitas de pterosaurios, algo no muy común en otros yacimientos y que en este se presentan en gran concentración en ocho niveles diferentes. Estos niveles se depositaron en una zona encharcada que sufría inundaciones periódicamente. En torno a ella vivían y se alimentaban la gran cantidad de animales que dejaron aquí impresas sus huellas.

3.5.16. YANGUAS

Lo que se puede visitar en la localidad de Yanguas es una réplica que reproduce un fragmento del yacimiento de El Majadal, no visitable por la construcción de la presa de

Enciso. En él se puede ver dos tipos de icnitas diferentes: huellas producidas por ornitópodos de gran tamaño y otras cuya morfología no se encuentra bien definida, y que por sus medidas se ha calculado que pudieron ser producidas por ornitópodos de gran tamaño o por saurópodos. El barro blando sobre el que pisaron impidió que dejaran huellas precisas en las que hoy se pueda percibir caracteres claros que delaten a su productor.

3.6. ATAPUERCA

El yacimiento de Atapuerca, en la provincia de Burgos, se conforma como el más importante de Europa en cuanto a paleontología de homínidos. En él se han podido encontrar diferentes restos tanto paleontológicos como arqueológicos que han podido arrojar luz a la evolución del género Homo a lo largo de la historia natural y de sus comportamientos sociales en la época en la que vivieron.

En el año 1998, se publicó el libro *Atapuerca: Un Millón de Años de Historia*, en el cual se desgana toda la historia del yacimiento, desde sus orígenes como corredor del ferrocarril que conectaba Burgos y La Rioja, hasta su establecimiento como yacimiento de gran importancia histórica dentro de la evolución. (Cervera et al., 1998)

El yacimiento se localiza en el Corredor de la Bureba, dentro de una formación Kaarstica que propició refugio a los habitantes de la zona. Estas formaciones fueron aprovechadas por los diferentes habitantes del lugar, animales u homínidos, para protegerse de las inclemencias del tiempo o simplemente para establecer su campamento base. En Atapuerca se pueden encontrar diferentes galerías, las cuales fueron utilizadas de una manera u otra en función de su localización. Hace ya 300.000 años existía una abertura, hoy desaparecida, que los animales utilizaban de refugio, osos y otros animales hibernaban en estas cuevas protegidos del clima helado del momento. En esta zona se pueden encontrar rastros de garras y rascaduras en las paredes que estos osos hacían durante su estancia en el invierno. Además, en esta cueva se pueden encontrar diferentes huesos de osos, que fueron depositados a lo largo de los siglos de existencia de esta cueva. También se han encontrado huesos de diferentes animales como zorros, leones, lobos, comadreas... Todos estos animales entraron y quedaron atrapados dentro de la cueva, bien por que se despeñaron por alguno de los agujeros en el suelo, bien porque se encontraron con el oso hibernado y sirvieron de comida.

A pocos metros de esta cueva se localizaba un asentamiento semipermanente de homínidos los cuales habían dado la función de cementerio al lugar. No se sabe si realizaban algún ritual o simplemente los arrojaban allí para protegerlos de otros carnívoros para que no pudieran alimentarse de ellos, pero lo que está claro es que ya les brindaban un trato diferente. Esta sima se convirtió en el cementerio de animales y homínidos por igual, cubriéndose los restos con arcillas rojas en las recurrentes inundaciones del espacio. Esto hizo que se crease un yacimiento en el que hoy en día encontramos multitud de restos envueltos en estas arcillas. Esto constituyó la Sima de los Huesos, el yacimiento más importante dentro de Atapuerca y el que más información cronológica aportó dentro del conjunto.

Existen otros puntos dentro de Atapuerca donde se han encontrado rastros como son la Gran Dolina, la Sima del Elefante, la Sala de los Cíclopes o la Cueva del Silo. Todos estos yacimientos han conformado la historia de la evolución humana en la península ibérica.

4. METODOLOGÍA

Según se ve en el *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*, el artículo 29 describe el proceso de aprendizaje que se tendrá que desarrollar con los alumnos de Bachillerato para la adquisición de los conocimientos básicos de la etapa.

1. Las actividades educativas en el Bachillerato favorecerán la capacidad del alumnado para aprender por sí mismo, para trabajar en equipo y para aplicar los métodos de investigación apropiados.
2. Las Administraciones educativas promoverán las medidas necesarias para que en las distintas materias se desarrollen actividades que estimulen el interés y el hábito de la lectura y la capacidad de expresarse correctamente en público.
3. En la organización de los estudios de Bachillerato se prestará especial atención a los alumnos y alumnas con necesidad específica de apoyo educativo.

En este sentido, corresponde a las Administraciones educativas establecer las condiciones de accesibilidad y diseño universal y los recursos de apoyo que favorezcan el acceso al currículo del alumnado con necesidades educativas especiales, y adaptar los instrumentos y en su caso los tiempos y apoyos que aseguren una correcta evaluación de este alumnado.

La escolarización del alumnado con altas capacidades intelectuales, identificado como tal según el procedimiento y en los términos que determinen las Administraciones educativas, se podrá flexibilizar, en los términos que determine la normativa vigente.

(Real Decreto 1105/2014, 2015)

A partir de estos preceptos se desarrollará la metodología y contenido que se va a aplicar a la redacción de esta unidad didáctica. A continuación, se detallarán los puntos más importantes a tener en cuenta para la redacción de esta unidad:

1. Un diseño que respete a la diversidad.
2. Favorecer la autoestima, la autonomía de aprendizaje y el trabajo en equipo.
3. Facilitar la construcción de los aprendizajes significativos, sobre los conocimientos previos y esquemas del alumno.
4. Garantizar la funcionalidad de los aprendizajes.
5. Trabajar desde el punto de vista de la resolución de problemas cercanos los intereses del alumno, a la hora de introducir nuevos contenidos.
6. Búsquedas de estrategias por parte del alumno.

Se diseñarán las clases de manera que el alumno pueda estar motivado y no se aburra en clase. Para ellos se combinarán las partes teóricas con trabajos prácticos, así como con proyectos de investigación, lecturas, visionado de material audiovisual que apoye a las explicaciones recibidas en el aula, etc. Para ello, se proponen algunos recursos que poder utilizar durante el tiempo que dure la unidad:

- a) Introducción y motivación inicial: Se repasarán los conocimientos previos del alumnado, necesario para reajustar, si fuera necesario, la intervención del docente.

- b) Establecer un esquema inicial de contenidos, así los alumnos podrán disponer de un recurso durante toda la explicación de la unidad y no perderse en los términos más específicos. Debido a la naturaleza de la unidad y las confusiones que se suele crear en el análisis de la petrogenética, este esquema ayudará al alumno a situar los conceptos donde corresponde durante todo el periodo.
- c) Para el desarrollo de la unidad se utilizarán sobre todo métodos inductivos, que permitan al alumnado adquirir pensamientos generales. En ciertas ocasiones se propiciará el método deductivo, formando así una capacidad de búsqueda de la información y la construcción de un aprendizaje más significativo.
- d) Para terminar, se realizará un trabajo de investigación en el que tendrán que aplicar todo el conocimiento adquirido durante las jornadas previas y que el docente establecerá por grupos.

4.1. TEMPORALIZACIÓN

La unidad se desarrollará en el último tramo del año, perteneciente al 3º Trimestre. La razón de elegir este tramo se basa en la carga de exámenes finales que los alumnos tienen que estudiar y hacer más llevadero el final de curso. Por eso se propone una salida de campo y una evaluación, explicada en el apartado correspondiente, que evitará la prueba objetiva de nivel y se centrará en el aprendizaje activo del alumno, realizando actividades que ayuden a la comprensión del tema tratado.

Para el desarrollo de esta unidad se ocuparán las tres últimas semanas de curso, las cuales se gestionarán según aparece en la tabla adjunta:

LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
SEMANA 1				
PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	CLASE TEÓRICA 1		CLASE TEÓRICA 2	SALIDA DE CAMPO
SEMANA 2				
CLASE TEÓRICA 3	CLASE TEÓRICA 4		SESIÓN DE TRABAJO Y DUDAS	CLASE TEÓRICA 5
SEMANA 3				
CLASE TEÓRICA 6	CLASE TEÓRICA 7		PRESENTACIÓN FINAL	PRESENTACIÓN FINAL

Según se recoge en la tabla superior, se combinarán sesiones dedicadas exclusivamente al desarrollo del proyecto y sesiones teóricas en las que se irá desgranando el contenido de la unidad. Gracias a esto los alumnos podrán ser partícipes del aprendizaje, construyéndolo desde sus conocimientos previos y agregándolo a su estructura cognitiva. Para este método nos apoyaremos en la teoría genética de Piaget (Hernández Requena, 2008), la cual se centra en los procesos de pensamiento del alumnado, reorganizando su conocimiento para la posterior adición de nuevo. Se ayudará al

alumno a asimilar los conceptos y que los incluya dentro de sus esquemas existentes. Así, se podrán distinguir dos procesos de enseñanza-aprendizaje: el aprendizaje como un proceso activo, y el aprendizaje completo, autentico y real. A continuación, se detallan los pasos a seguir para la construcción de este aprendizaje:

- **Presentación del Proyecto:** En una primera sesión, se presentará la unidad didáctica, La Historia de la Tierra, y el proyecto a realizar. Este proyecto se describe en el apartado 6 del presente documento. Lanzar el proyecto desde el principio permitirá saber el nivel de conocimiento sobre el tema que tienen los alumnos y poder adaptar la metodología dentro del desarrollo de las clases. Además, los alumnos podrán despejar las dudas que pudieran ocasionarles el desarrollo de toda una unidad sin exámenes.
- **Clases Teóricas 1 y 2:** Se desarrollarán contenidos básicos sobre la fosilización, eras de la tierra, evolución de la corteza terrestre y datación relativa en función de los fósiles. Serán dos clases introductorias y aportando la información condensada y precisa para que cuando se realice la salida de campo puedan seguir los contenidos que vamos a revisar en cada yacimiento.
- **Salida de Campo:** Se visitarán cuatro yacimientos paleoicnológicos en la provincia de Burgos, concretamente en la localidad de Salas de los Infantes. Para ello los alumnos deberán llevar un guion, que les será entregado durante la presentación del proyecto, una guía de campo que tendrán que trabajar durante toda la visita y que les procurará la información necesaria para el desarrollo de su proyecto de cara a las presentaciones finales. Los temas de los proyectos a desarrollar se darán a conocer a los alumnos tras la salida, así no se centrarán en recopilar solo los datos que les ayudarán en su proyecto, sino que también se centrarán en el resto de los yacimientos, procurando un aprendizaje global, no solo de su parte a desarrollar. Durante el trayecto en el autobús se visionará la película Jurassic Park, con la finalidad de aplicar la aparición de dinosaurios a la teoría que se impartirá en clase.
- **Clases Teóricas 3 y 4:** En estas sesiones se comenzará por explicar los conocimientos básicos de la interpretación de los cortes geológicos, los cuales se trabajarán en clase e iremos aumentando su dificultad para que los alumnos vayan incrementando sus conocimientos sobre el tema. En estas dos clases se entregarán unos cuadernos de trabajo con diferentes cortes que los alumnos deberán ir completando según se avance en la explicación. En el apartado de Anexos podremos encontrar el cuaderno de trabajo de Cortes Geológicos
- **Sesión de Trabajo y Dudas:** En este caso se pondrá a los alumnos a trabajar en los grupos asignados, pudiendo comprobar el estado de desarrollo de cada uno de los proyectos pudiendo ayudarles con las dudas que les puedan surgir en cuanto a la realización de este.
- **Clases Teóricas 5, 6 y 7:** Se ahondará en los contenidos de la unidad planteando su desarrollo como una clase dinámica en la que, utilizando diferentes recursos, explicaremos la naturaleza de las discordancias y la disposición de estratos, todo ello apoyándonos en herramientas tales como modelos 3D, previamente contruidos por el profesor, para que los alumnos vayan construyendo un saber sobre las diferentes disposiciones de las rocas que encontrarán en su entorno. Además, se incorporará la presencia de fósiles en esos estratos, por lo que podrán entender de una manera más gráfica el porqué de la presencia de estos

fósiles. Además, se comentará en clase el proceso de fosilización, cómo de un organismo vivo podemos obtener evidencias morfológicas millones de años atrás y que camino han seguido en función del tipo de fósil encontrado.

- **Presentaciones finales:** Se dividirán las presentaciones en dos clases, siendo la primera clase la fecha límite de entrega de todos los proyectos. Así se evitará la disparidad en el tiempo de trabajo que cada grupo dispondrá para su realización. En cada una de las clases, tres grupos explicarán su proyecto a los alumnos, habiendo al final de cada presentación, un tiempo de preguntas para el grupo correspondiente. Durante la presentación se facilitará a los alumnos una rúbrica que deberán rellenar con las notas que consideren oportunas, evaluando al grupo que en ese momento expondrá.

4.2. APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABP)

La aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ayudará a los alumnos a desarrollar un contenido que, al estar directamente implicado en la obtención de los datos necesarios para su realización, procurará un aprendizaje significativo en la materia.

Esta metodología ya viene recogida dentro del Currículo para el tercer curso de la ESO, en el cual se establece que el bloque final sea un proyecto de investigación realizado por los alumnos. Debido a que esta manera de trabajar no es nueva para el alumnado, se requerirá un desarrollo bien estructurado del proyecto, así como un lenguaje científico adecuado.

El ABP potenciará diferentes aspectos del aprendizaje del alumno. Según el artículo "Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente" (Martí et al., 2010), podemos revisar este aprendizaje desde diferentes puntos de vista. Si lo hacemos desde el punto de vista del profesor, el ABP:

1. Posee contenido y objetivo auténticos;
2. Utiliza la evaluación real;
3. Es facilitado por el profesor, pero este actúa mucho más como un orientador ó guía al margen;
4. Sus metas educativas son explícitas;
5. Afianza sus raíces en el constructivismo (modelo de aprendizaje social);
6. Está diseñado para que el profesor también aprenda.

Pero no solo el profesor es el que participa de este aprendizaje, si tomamos como referencia a los alumnos, se puede constatar que el ABP:

1. Se centra en el estudiante y promueve la motivación intrínseca;
2. Estimula el aprendizaje colaborativo y cooperativo;
3. Permite que los educandos realicen mejorías continuas e incrementales en sus productos, presentaciones o actuaciones;
4. Está diseñado para que el estudiante esté comprometido activamente con la resolución de la tarea;
5. Requiere que el estudiante realice un producto, una presentación o una actuación;
6. Es retador, y está enfocado en las habilidades de orden superior.

Este tipo de aprendizaje se basa en la teoría constructivista, cuya base la podemos encontrar en las teorías de Jean Piaget y Lev Vygotski en su libro, *El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores* (Vygotsky, 1978). Ambos defienden como el conocimiento va construyendo al individuo mediante la interacción con el medio. El primero lo defenderá desde un punto de vista más pedagógico y Vygotski desde un punto de vista más social, será la sociedad la que moldee al individuo desde las experiencias vividas por este en ella. Ambos coinciden en que la inmersión de sujeto dentro del proceso hará que el conocimiento adquirido se una con el previo y así poder reforzar al sujeto con nuevos conceptos. Según Stefany Hernández Requena “La teoría constructivista se enfoca en la construcción del conocimiento a través de actividades basadas en experiencias ricas en contexto” (Hernández Requena, 2008, p.26)

Además, hay diferentes autores que defienden el uso de las TIC como el mejor camino para el desarrollo de este tipo de conocimiento. En el mismo artículo citado anteriormente, la autora divide estas TIC en tres herramientas fundamentales que se podrán tener en cuenta para el desarrollo de esta tipología de aprendizaje:

1. Las redes sociales: A través de ellas la conexión entre personas ha sufrido un cambio drástico. La comunicación tal y como la entendíamos a finales del siglo XX ha desaparecido, dando lugar a nuevas pautas de comportamiento y nuevas relaciones sociales gracias a su desarrollo.
2. La wiki: Entendida desde la perspectiva cooperativa, se configura como una base de datos editable por cualquier usuario, en la cual se irá ampliando los conocimientos gracias al aporte de diferentes miembros de la comunidad. Los alumnos podrán recurrir a ella para la búsqueda de la información.
3. Blogs: Con esta herramienta los alumnos serán capaces de ahondar en diferentes temas que expondrán los autores. La información recogida dentro de estos puede ser de carácter personal o didáctico, pero la base de conocimiento de estos es muy amplia. Su utilización como recurso deberá estar supeditada a un análisis crítico del contenido para evaluar si es correcto para el aprendizaje o si lo que se cuenta en él no tiene valor educativo.

La utilización de estas tres herramientas ampliará el rango de recursos que los alumnos pueden utilizar a la hora de hacer frente a una investigación y además podremos guiarles para que busquen de una manera precisa y rigurosa la información a incorporar dentro de su proyecto.

Esta metodología hará que los estudiantes adquieran un compromiso activo con el aprendizaje, potenciando la participación en grupos, que conseguirá que la interacción entre los miembros sea frecuente. Además, con las correcciones previstas y la guía del profesor, habrá una retroalimentación de conocimientos entre las partes. Todo esto se contextualizará en el mundo real, para buscar referentes cercanos que puedan ser asimilables por los estudiantes para un futuro desarrollo de su capacidad de plantear una investigación.

4.3. SALIDAS DE CAMPO

Se propone, como complemento al desarrollo de la unidad en clase, la visita a la localidad de Salas de los Infantes, en la que se podrá realizar un recorrido por el Museo de los Dinosaurios (www.fundaciondinosaurioscyl.com, 2020) y visitar los diferentes yacimientos próximos a la localidad. Cada grupo de alumnos desarrollará un proyecto sobre un yacimiento, pero es importante que se tenga una visión general de los yacimientos para después establecer una relación entre ellos, por lo tanto, los temas asignados a cada grupo no se les darán a conocer hasta después de esta salida. Así conseguiremos que durante toda la salida y con la guía de campo que previamente les hemos facilitado, puedan recoger datos de todos y cada uno de los sitios a visitar y no centrarse solo en la información que les será útil.

Esta salida de campo se va a realizar atendiendo a tres preceptos básicos, que serán los que vertebran su desarrollo y justifiquen la metodología a seguir:

- **Motivacional:** Al cambiar el ambiente de aprendizaje, el alumno identifica y ubica realidades en el contexto, provocando en él estímulos, cambios y expectativas nuevas que podrán desarrollar.
- **Teórica:** Se vinculará con la teoría que se desarrolla en el aula de una manera directa, estudiando los conceptos básicos en el aula y utilizando la salida de campo para reforzar ciertos apartados que los alumnos deberán construir desde la base de su conocimiento.
- **Práctica:** Las actividades prácticas desarrollarán en los estudiantes un aprendizaje de conceptos de manera procedimental, poniendo de manifiesto esta característica de las ciencias experimentales y de la investigación científica.

Estos contenidos, definidos en el artículo “Salidas de campo como estrategia didáctica para el fortalecimiento del concepto ambiente” (Leidy et al., 2018), estarán relacionados unos con otros tal y como representa el gráfico que desarrollan los autores y que se incluye más abajo.

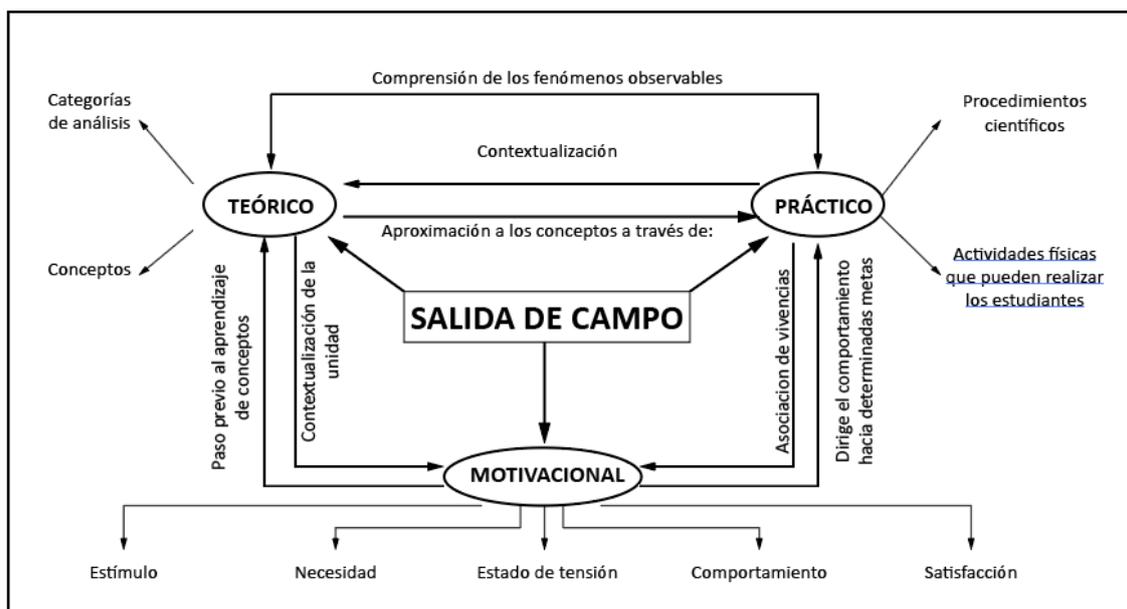


Figura 11 - Síntesis de los componentes que se pueden desarrollar en las salidas de campo (Leidy et al., 2018)

La salida se realizará durante un día lectivo, en el cual los alumnos serán recogidos en el instituto y allí será donde vuelvan. La cercanía de la localidad a Aranda de Duero hará posible esta visita de día y dará a los alumnos una visión más rica del patrimonio de su provincia.

4.4. COMPETENCIAS BÁSICAS DESARROLLADAS

Según la *Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato*, el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte reguló la importancia del aprendizaje por Competencias, de las cuales ya estableció la UNESCO (1996) sus principios precursores y que la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, a través del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA) describió en sus inicios (Sotres et al., 2011). Según el programa PISA, el éxito en la vida de un estudiante depende de la adquisición de un rango amplio de competencias. A partir de esta ley, los contenidos desarrollados en aula corresponden a la adquisición de unas u otras competencias, especificadas normalmente dentro de las unidades didácticas de los libros de texto y relacionadas estrechamente con los estándares de aprendizaje evaluables del currículo.

En el desarrollo de la unidad didáctica descrita a continuación, las Competencias Básicas que se trabajarán son:

- **Competencia Matemática y Competencias básicas en Ciencia y Tecnología:** Esta competencia se desarrollará durante toda la unidad. El lenguaje científico estará presente durante todo el proceso, siendo un estándar de evaluación indispensable en todas las actividades. Además, se apoyará todo el aprendizaje con la visualización y lectura de material científico para familiarizar al alumnado con los términos adecuados en el lenguaje científico.
- **Competencia Comunicación Lingüística:** Debido a las presentaciones que los alumnos tendrán que realizar, esta competencia se realizará de manera autónoma e integrada dentro de las actividades a realizar. Además, debido a estas actividades, se fomentará una dinámica de trabajo que fomenta el uso del diálogo como herramienta para la resolución de problemas.
- **Competencia digital:** ya que implica el uso de las tecnologías de la Información y la Comunicación de manera crítica y segura, identificando los riesgos potenciales existentes en la red, los alumnos podrán navegar en busca de información para la realización de trabajos y deberán diferenciar entre el contenido académico y el divulgativo, siendo estrictos en su aplicación.
- **Competencia Aprender a Aprender:** El carácter práctico de la materia permite, a través del trabajo experimental y de elaboración de proyectos de investigación, despertar la curiosidad del alumnado por la ciencia y aprender a partir de errores, siendo consciente de los que saben y lo que no mediante un proceso reflexivo. También desarrollarán esta competencia mediante el trabajo cooperativo, fomentando un proceso reflexivo que permita la detección de errores como medida esencial en el proceso de autoevaluación, incrementando la autoestima de los alumnos.
- **Competencia Social y Cívica:** Se trabajará esta competencia mediante la valoración crítica de las actividades humanas en relación con el resto de los seres

vivos y con el entorno. Los medios de comunicación relacionados con la ciencia nos permiten trabajar el pensamiento crítico fomentando el debate, entendido como herramienta de diálogo.

- **Competencia Cultural y Artística:** Con el desarrollo de esta competencia conseguimos apreciar el entorno en el que vivimos, conociendo el patrimonio natural y sus relaciones.
- **Competencia Iniciativa y Espíritu Emprendedor:** Se fomenta en el alumnado el pensamiento crítico y la creatividad a la hora de poner en común los trabajos presentados. Al desarrollar un proyecto de investigación sobre la materia, la búsqueda y selección de información permite trabajar las capacidades de planificación, organización y decisión.

5. UNIDAD DIDÁCTICA: LA HISTORIA DE LA TIERRA

5.1. CONTENIDOS BÁSICOS

Los contenidos a tratar durante la unidad didáctica corresponderán a los criterios de evaluación presentes en el currículo de Biología y Geología de 1º de Bachillerato, establecido en la *ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León* (BOCYL ORDEN EDU/363/2015, 2015).

Los contenidos se trabajarán de una manera eminentemente inmersiva, utilizando tanto los recursos tradicionales de explicación en clase como la aplicación de metodología más disruptivas como el Aprendizaje Basado en Proyectos y las Salidas de campo como complemento a la materia estudiada. En la Salida de Campo, los estudiantes deberán completar una guía de trabajo que estará directamente relacionada con los apartados a tratar del contenido de esta unidad. Además, según se podrá ver en la cronología, Dividiremos la unidad en tres bloques diferenciados, lo que nos permitirá sectorizar de una manera muy concisa los conocimientos que los alumnos deben aprender, haciendo que estos sean más fácilmente asimilables. Estos contenidos se organizarán según los títulos marcados a continuación:

- a) Principios fundamentales de la geología.
- b) Conceptos Geológicos Básicos: Contactos, Discordancias y planos de estratificación, estrato, estratos, estratigrafía, formación y afloramiento.
- c) Concepto de corte geológico, mecanismos de interpretación y datación.
- d) Transgresiones, regresiones, plumas,
- e) Estructuras orogénicas: Sinclinal, anticlinal, buzamientos, inversiones, etc.
- f) Principales fósiles encontrados en los estratos e interpretación del origen del estrato según su clase.
- g) Estudio de los cortes geológicos y obtención de la información a través de la disposición de sus estratos y los fósiles hallados.
- h) Principales mecanismos de fosilización: Conservación, Sustitución, Reemplazamiento, Impregnación, Incrustación y Disolución de restos orgánicos.
- i) Utilidad de los fósiles: Paleoecología, Paleoclimatología, Paleogeografía, Geocronología, etc.
- j) Especiación y extinciones masivas. Comprensión de las grandes extinciones y sus repercusiones en la biodiversidad de la tierra.

(Prieto & del Valle, 2020)

En este listado se ha propuesto una consecución de contenidos en base a los estándares de aprendizaje presentes en el currículo de 1º de Bachillerato, pero lo organizaremos dentro del bloque de otra manera para poder adecuar los conocimientos de los alumnos al desarrollo de las actividades que se van a realizar. Esta división se plantea como se ha visto en la temporalización de bloques de clases teóricas, en las que se impartirán los conocimientos adaptados a la salida de campo, haciendo así que los alumnos accedan a ella con ciertos conceptos previos para que puedan aprovechar al máximo la visita.

5.2. CONTENIDOS DE LAS CLASES

5.2.1. PROCESO DE FOSILIZACIÓN Y SU UBICACIÓN CRONOLÓGICA

El estudio de los fósiles siempre ha despertado gran curiosidad en los estudiantes. Bien sea por imaginar como fue la vida pretérita o por descubrir que había seres que hoy no existen en la tierra, la fascinación por la paleontología en la juventud hace que sea uno de los temas más satisfactorios para explicar. En este bloque de clases se planteará el proceso de fosilización desde un punto de vista geológico, explicando los diferentes tipos de fósiles que podremos encontrar en la naturaleza y ubicándolos geográficamente según el estrato en el que se encuentren. Para ello nos apoyaremos en una de las revistas especializadas en geología y su didáctica: Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. En una artículo fechado en 2001, los autores exponen las utilidades y procesos de los fósiles, así como una guía para su interpretación (Vicens & Oms, 2002). Esta parte se dividirá en dos clases, viendo en la primera los procesos de fosilización. Para ello nos apoyaremos en una imagen realmente clara de los diferentes procesos por los que puede pasar un animal bivalvo a la hora de su fosilización. Esta imagen, incluida en el artículo “Los fósiles ¿Qué son y para que sirven?” (Vicens & Oms, 2002), dará una visión general a los alumnos de los diferentes procesos que puede pasar la materia orgánica hasta su conversión en un fósil tal y como lo vemos hoy.

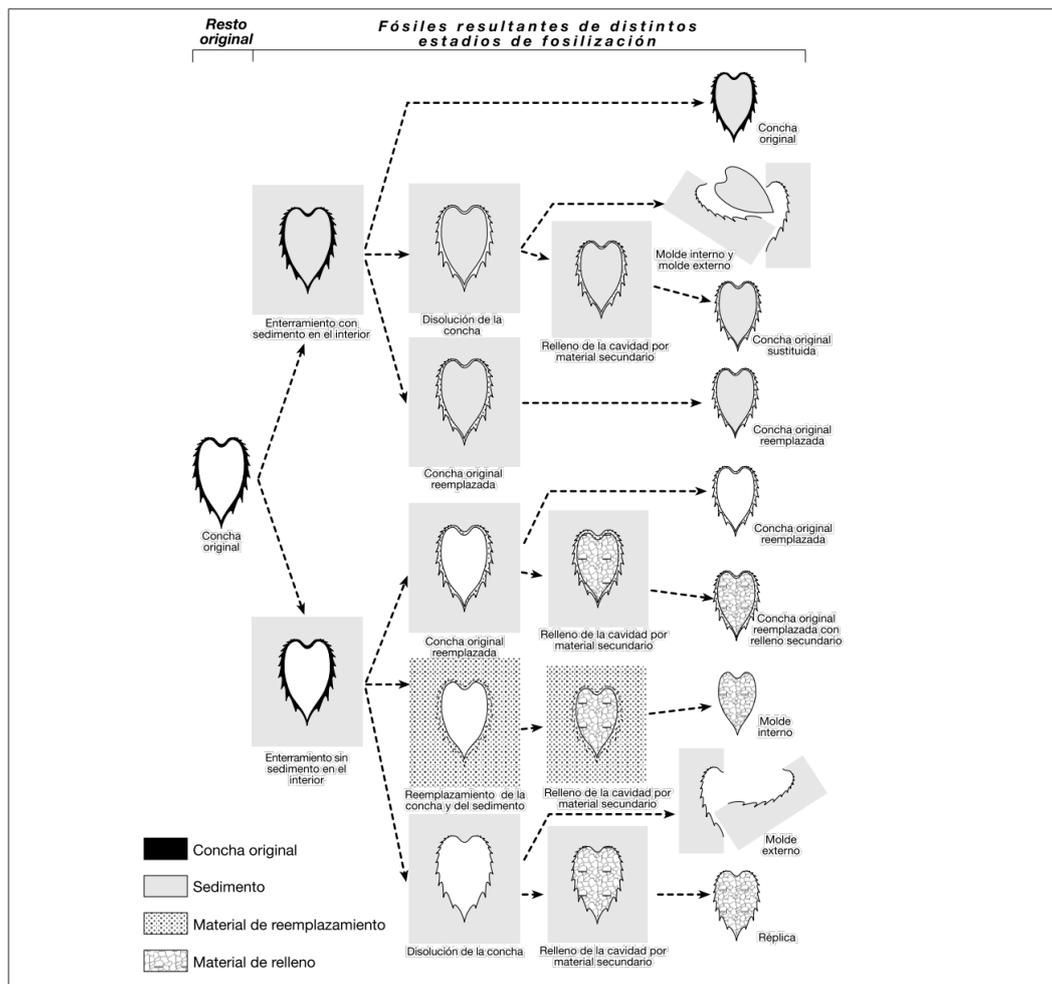


Figura 12. Posibles procesos de fosilización de la concha de un bivalvo (Vicens & Oms, 2002)

Además, se hará hincapié en los procesos de fosilización de las icnitas que se verán durante la salida de campo en la 4ª sesión, para poder así atender a las dudas que pudieran surgir dentro de esta. Para ello tomaremos los apuntes recogidos en la guía que la Fundación de los Dinosaurios de Salas de los Infantes ha redactado en base a los descubrimientos paleoicnológicos de sus yacimientos (VV.AA., n.d.).

En la imagen adjunta se explica la formación de uno de los rastros más representativos de este yacimiento. Se explicará que, para su formación, los rastros icnológicos suelen formarse en bajorrelieve, una vez el dinosaurio pisó un suelo relativamente blando en el que dejó su impronta, este suelo se fue cubriendo de sedimentos y compactando, dando lugar a un molde perfectamente definido de estas huellas. En Costalomo se localizan una serie de rastros que, en lugar de ser bajorrelieves, presentan un molde tridimensional de la huella del dinosaurio, pudiéndose diferenciar incluso las garras de estos perfectamente. Este mecanismo de fosilización podremos verlo en la figura 13.

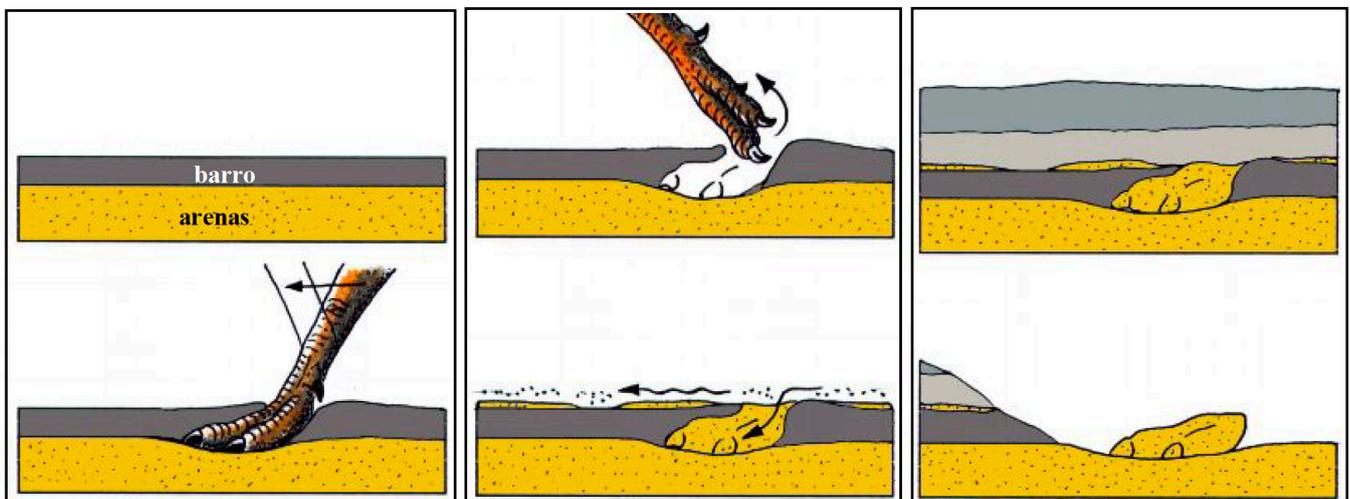


Figura 13 - Proceso de fosilización de Icnitas en relieve (www.fundaciondinosaurioscyl.com, 2020)

Como se puede observar en la imagen, se explica perfectamente y de manera muy gráfica, la formación de este tipo de icnitas en relieve, las cuales se podrán observar en Costalomo. En este caso, los estratos que se encontraban en el suelo pertenecían a la orilla de un río, en el cual se disponían arenas en el fondo y sobre ellas una capa de barro. El animal hundió el pie, llegando a contactar con las arenas inferiores. Al retirar el pie, el barro por su naturaleza plástica conserva la forma de la huella perfectamente, y, con el paso del tiempo, se rellenará de nuevas arenas, consolidando la huella. Con el transcurrir del tiempo este barro y esta arena se irán compactando por la acumulación de nuevos estratos sobre ellos, formándose las areniscas que se ven hoy en día. Tras una erosión constante a lo largo de los años, la huella ya perfectamente conservada saldrá a la superficie gracias a la dureza del estrato que la contiene. Esto permitirá observar réplicas perfectamente reconocibles del pie del dinosaurio que caminó por Costalomo en su momento (VV.AA., n.d.). El ver este tipo de fosilización antes de la visita permitirá a los alumnos poder enfocarse en la búsqueda de nuevos datos relevantes para su proyecto, y poder llegar al yacimiento con los conocimientos básicos previamente asentados para poder aprovechar más la visita.

Se estudiarán también los principales grupos faunísticos de cada era, nombrando los más representativos y los hitos evolutivos que se alcanzaron en los diferentes periodos.

Se ejemplificará la evolución sufrida por los trilobites a lo largo de la historia, pudiendo observarse cómo han ido cambiando estos en función del ambiente en el que habitasen.

5.2.2. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA GEOLOGÍA

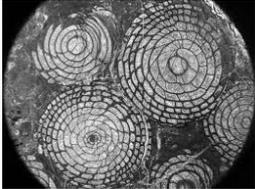
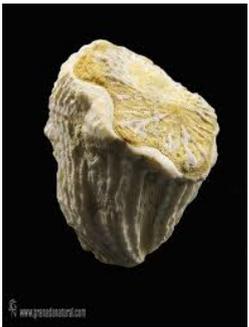
En las dos sesiones siguientes se introducirán los Principios Fundamentales de la Geología. Con ello, los estudiantes comprenderán los procesos geológicos que sufre el paisaje y serán capaces de identificar más adelante los diferentes cortes que se planteen en clase. Los principios básicos que estudiaremos serán:

- **Principio de Superposición de Estratos:** La capa/estrato más antiguo está en la parte inferior. La más reciente en la superior.
- **Principio de Horizontalidad Original:** Los sedimentos se depositan en capas horizontales.
- **Principio de Continuidad Lateral Original:** Una capa de sedimentos, cuando se deposita, se extiende lateralmente en todas las direcciones, hasta que termina contra el borde de la cuenca de sedimentación.
- **Principio de Actualismo o de Uniformismo:** Los procesos geológicos actuales han estado operando a lo largo de toda la historia de la Tierra.
- **Principio de Intersección:** Una intrusión ígnea o una falla es más reciente que las rocas en las que intruye o fractura.
- **Principio de Inclusión:** Las inclusiones o fragmentos de una roca dentro de una capa de otra, son más antiguos que la misma capa de roca.
- **Principio de la Sucesión de Fósiles:** Los fósiles de la parte inferior de una secuencia de estratos son más antiguos que aquellos situados en la parte superior de la secuencia.
- **Principio de Equilibrio Medioambiental:** Los materiales tienden a alcanzar las condiciones de equilibrio del medio ambiente en que se encuentran, siempre que sean diferentes a las que dieron lugar a su origen.

También se verán en clase los contenidos necesarios para la identificación cronológica de los estratos analizados. Esta datación se realizará atendiendo a la presencia de fósiles en el suelo, que dependiendo de cuáles se encuentren, se identificará la era en la que se consolidó el estrato. Para su estudio se entregará a los alumnos una tabla en la cual podrán identificar diferentes organismos fósiles que serán hitos paleontológicos específicos de un tiempo determinado. Estas tablas se proponen en el libro Profesores de Enseñanza Secundaria: Biología y Geología (García-Consuegra et al., 2018).

Estas tablas se entregarán a los alumnos para su consulta durante todo el desarrollo de la unidad pudiendo consultarla tanto al hacer los ejercicios propuestos como cuando tengan que datar los estratos en la interpretación de los cortes geológicos.

PALEOZOICO	
<p>Arqueociatos</p> 	<p>Cámbrico Inferior Marinos Formaban arrecifes costeros</p>
<p>Trilobites</p> 	<p>Cámbrico-Pérmico Marinos Artrópodos intermedios entre Crustáceos y Merostomas</p>
<p>Orthoceras</p> 	<p>Ordovícico Marinos Cefalópodos intermedios entre crustáceos y Merostomas</p>
<p>Graptolitos</p> 	<p>Ordovícico-Silúrico Marinos Organismos planctónicos coloniales</p>
<p>Calceola</p> 	<p>Devónico Marinos Celentéreos solitarios</p>
<p>Paraspirifer</p> 	<p>Devónico Marinos Braquiópodos bentónicos</p>
<p>Goniatites</p> 	<p>Devónico-Pérmico (especialmente Carbonífero) Marinos Cefalópodos pelágicos de concha globosa</p>

<p>Fusilina</p> 	<p>Carbonífero-Pérmico Marinos Foraminíferos bentónicos. Su acumulación formó las “calizas de Fusulina”</p>
<p>Calamites</p> 	<p>Carbonífero-Pérmico Continetales Similares al tallo de bambú.</p>
<p>MESOZOICO</p>	
<p>Dinosaurios</p> 	<p>Triásico-Cretácico Continetales Reptiles especialmente terrestres</p>
<p>Amontes</p> 	<p>Jurásico-Cretácico Marinos Cefalópodos con concha en espiral</p>
<p>Pygope</p> 	<p>Jurásico Marinos Braquiópodos bentónicos bivalvos</p>
<p>Hippurites</p> 	<p>Cretácico Marinos Rudistas Bivalvos</p>

<p>Exogyra</p> 	<p>Cretácico Marinos Ostraeido bivalvo</p>
<p>Orbitolina</p> 	<p>Cretácico Marinos Foraminíferos. Su acumulación ha dado lugar a “calizas de Orbitolina”</p>

CENOZOICO	
<p>Nummulites</p> 	<p>Paleógeno Marinos Foraminíferos bentónicos de caparazón calcáreo</p>
<p>Quercus</p> 	<p>Eoceno-actualidad Continental Angiospermas (encinas y robles)</p>
<p>Equus</p> 	<p>Cuaternario Continental Mamíferos</p>
<p>Industria Lítica</p> 	<p>Cuaternario Continental Útiles de piedra utilizados por el hombre</p>

5.2.3. CORTES GEOLÓGICOS Y SU INTERPRETACIÓN

Para estas clases se presentarán los diferentes hechos geológicos que pueden tener lugar en un corte geológico. Este bloque de clases corresponderá a 3 sesiones dentro de la programación de la unidad didáctica. En ellas se hará una división en la cual la primera clase se dedicará a los conceptos básicos a manejar a la hora de interpretar cortes geológicos, estableciendo un glosario básico que los alumnos deberán manejar a la hora de su interpretación. El objetivo será la lectura interpretativa del corte geológico,

poniendo énfasis en los eventos que se han desarrollado a lo largo de su evolución cronológica. Nos apoyaremos en el libro Cortes Geológicos. Construcción e interpretación (Gascuña Martínez et al., 1996). Para comenzar se enumerarán y explicarán los diferentes hechos geológicos y sus características, lo cuales enumeraremos a continuación:

- a) Se diferenciarán las zonas con una disposición propia. En ellas se distinguirán los diferentes materiales geológicos, bien sean sedimentarios, metamórficos o magmáticos y las diferencias entre sí y sus disposiciones características dentro del corte. Además, se estudiarán las diferentes estructuras que pueden aparecer en dichos cortes:
 - a. Pliegues: Se estudiarán los conceptos básicos de los pliegues. Se definirá y ejemplificará el término charnela, flancos, plano axial, eje, anticlinal, sinclinal y monoclinal. Además, se verán ejemplos de anticlinorio y sinclinorio, siendo estas estructuras mayores que solo se definirán, pero no se podrán ver en los cortes propuestos.
 - b. Fracturas: En este apartado se estudiarán los movimientos de tierra cuando actúan en materiales poco plásticos y que al moverse se rompen. Entre ellos distinguiremos: diaclasas, fallas y cabalgamientos.
- b) Se pasará a analizar la estratigrafía de corte. En la cual se podrán encontrar diferentes estructuras y contactos que se definirán para poder localizarlos una vez se empiecen a interpretar los cortes propuestos. Entre estos contactos se distinguirán: contacto normal o concordante, contacto discordante, cambio de facies, contacto disconforme o disconformidad, contacto intrusivo, contacto metamórfico.
- c) Se estudiarán los diferentes ambientes que han podido originar la aparición o deposición de sedimentos o la aparición de halos de metamorfismo gracias a plumas ígneas o concentraciones de magma. En estos casos se estudiará la formación de nuevos tipos de rocas a partir de rocas sedimentarias gracias a la presencia del calor y presión ejercida por la masa de magma pujante desde dentro de la tierra (metamorfismo de contacto) en estos cortes se podrá distinguir la aureola metamórfica con la diferenciación de nuevas rocas en función de su origen. Se expondrán ejemplos de características litológicas que pudieran dar pistas sobre el origen de las formaciones presentes. También se pondrá el objetivo en los procesos por los que ha pasado el estrato, pudiendo localizar la erosión en un ambiente continental y dependiendo del tipo de roca se podrá determinar si es un material emergido del mar o de una cuenca fluvial. Además, el tipo de fósiles que se encuentren en cada estrato determinará una cronología básica de este.

El desarrollo de estos conceptos, junto con los vistos anteriormente de los principios fundamentales de la geología y la petrogénesis del bloque previo darán a los alumnos una visión global que les ayudará a la interpretación de los cortes geológicos que se trabajarán en clase.

Se acompañarán las explicaciones con la Actividad 3. En ellas se estudiarán diferentes cortes geológicos que los estudiantes deberán comentar atendiendo a la cronología de los sucesos geológicos y la tipología de rocas que aparecen. Deberán explicar cronológicamente la formación de los cortes propuestos. Además, nos ayudaremos para su realización y explicación de unos modelos tridimensionales de cortes geológicos

que atiende a la regla de las V. En ellos podremos observar las diferentes disposiciones de los estratos y los sucesos acontecidos a lo largo del tiempo, identificando los tres puntos anteriormente descritos. Estos cortes tridimensionales se utilizarán a partir de un recurso presentado por La Casa del Saber de la Editorial Santillana, la cual en la guía del profesor presenta diferentes actividades y facilidades para la explicación del temario y sus adaptaciones curriculares necesarias (Castillo et al., 2008). Este material se puede consultar en los anexos.

6. PROYECTO: TRAS LAS HUELLAS DE LOS DINOSAURIOS

En este proyecto los alumnos habrán de desarrollar una presentación sobre uno de los temas propuestos por el profesor y directamente relacionados con la salida de campo planeada. Los grupos se formarán de manera aleatoria para evitar favoritismos y poder lograr la mayor heterogeneidad posible dentro de ellos. En una clase de 30 alumnos, formaremos 6 grupos de 5 personas, a las cuales se les asignará un tema de los seleccionados por el profesor. El tema para desarrollar no se les confirmará hasta después de la salida de campo, así evitaremos que los grupos solo trabajen dentro de su materia de estudio. Estos temas, previamente estudiados por el profesor serán:

- a) Terópodos en Las Sereas 7
- b) Saurópodos en La Pedraja
- c) Ornitópodos en La Pedraja
- d) Terópodos y Saurópodos en Costalomo
- e) Atila en Costalomo
- f) Iguanodontes en El Frontal

Dentro de este proyecto deberán tener desarrollados al menos los apartados enumerados a continuación:

- 1- Tipología de Dinosaurio
- 2- Huellas encontradas
- 3- Tipo de estrato en el que se encuentran las huellas
- 4- Formación del estrato
- 5- Esquema de fosilización de las huellas
- 6- Fósiles animales que aparecen en el yacimiento
- 7- Fósiles vegetales que aparecen en el yacimiento
- 8- Era en la que vivió el dinosaurio
- 9- Hábitat predominante de la época del yacimiento
- 10- Fotomontaje que represente el hábitat

Para el proyecto los alumnos se organizarán en grupos y comenzarán a trabajar en casa con las directrices expuestas por el profesor. Una vez el tema esté confirmado y junto con los datos recogidos durante la salida de campo, comenzarán a componer el hábitat y las características del trabajo asignado. Habrá una sesión en la que se trabajará en clase, pudiendo así responder a las preguntas que puedan surgir. Además, este trabajo deberán realizarlo íntegramente por ordenador, potenciando el uso de las TICs y aumentando su creatividad dentro del entorno digital. La razón de esta metodología es

que gracias a este desarrollo los estudiantes podrán familiarizarse con la ejecución de trabajos utilizando las nuevas tecnologías, algo imprescindible para futuras etapas educativas y laborales, prestarán especial atención a la presentación y podremos guiarles en la composición si vemos que están más rezagados o perdidos dentro del proceso. Esto por ejemplo se podría subsanar facilitándoles una plantilla de poster en la que ellos puedan trabajar para completar todos los datos relativos al proyecto, así conseguiremos un proyecto cohesionado que podrá exponerse dentro del centro para que alumnos de otros cursos lo puedan ver.

7. ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Se propondrán diferentes actividades, las cuales serán evaluables según se describe en el siguiente apartado y que deberán entregar los alumnos bien sea en grupo o individualmente. Esto facilitará la evaluación de los alumnos tanto en su trabajo en grupo como en su trabajo individual, evitando problemas ya que los grupos a formar son heterogéneos y al azar dentro de la clase.

7.1. ACTIVIDAD 1: EL PROCESO DE FOSILIZACIÓN

Para esta actividad se desarrollarán los conceptos de fosilización y datación de fósiles. Para ello propondremos a los alumnos ejercicios de ordenación de familias evolutivas, identificación del proceso de fosilización en función del fósil presentado y la identificación de fósiles de los principales individuos presentes en el registro. Esta actividad, así como la 2 y la 3, serán entregadas individualmente por cada alumno.

7.2. GUIA DE CAMPO: TRAS LAS HUELLAS DE LOS DINOSAURIOS

En este caso, los alumnos recibirán una guía de trabajo para la toma de datos durante la salida de campo. Esta toma de datos será individual, por lo que nos aseguraremos de que todos los alumnos tengan que estar pendientes de las explicaciones durante la visita. Esta guía de campo se entregará al final de la unidad junto con la presentación del Proyecto a realizar. La salida se realizará a los yacimientos de icnitas de Salas de los Infantes, en la provincia de Burgos, y se concretarán los temas de los proyectos a realizar en base a la información que se puede recoger dentro de estos yacimientos. Se podrá consultar la guía de campo en los anexos de este documento.

7.3. ACTIVIDAD 2: PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA GEOLOGÍA

Esta actividad trabajará los conceptos básicos de geología, los principios fundamentales, la identificación de contactos entre estratos, los principales eventos geológicos (transgresiones, regresiones, fallas...). Esta actividad se irá desarrollando durante las clases, acompañadas de la explicación. Todas las actividades serán de carácter individual.

7.4. ACTIVIDAD 3: INTERPRETACIÓN DE CORTES GEOLÓGICOS

Se comentarán diferentes cortes geológicos que iremos resolviendo durante las clases, haciendo entender a los alumnos las diferencias entre los estratos que podamos encontrar en ellos. La resolución de los cortes con el profesor como guía pretende que los alumnos entiendan los principales conceptos que se desarrollan en el análisis de un corte geológico, y sean capaces de trasladarlo a la actualidad cuando lo vean en su contexto.

A continuación, se exponen las fichas de actividades que se entregarán a los alumnos.

ACTIVIDAD 1: EL PROCESO DE FOSILIZACIÓN

1. Razona el proceso de fosilización que ha sufrido el organismo presente en la imagen. ¿En que época vivió? ¿Se puede determinar si es marino o terrestre?



2. Ordena en orden cronológico los siguientes grupos de organismos del más antiguo al más moderno. Indica su hábitat y a qué grupo taxonómico pertenecen.
 - a. Trilobites
 - b. Fusilina
 - c. Quercus
 - d. Exogyra
 - e. Dinosaurios
 - f. Goniatites
3. La película Jurassic Park nos muestra una sucesión de dinosaurios muy amplia. Justifica si el nombre del parque es acertado en función de la época en la que vivieron los dinosaurios que aparecen.
4. En la película aparecen diferentes dinosaurios: Identifica el suborden de cada uno de los presentes en esta lista:
 - *Brachiosaurus*:
 - *Velociraptor*:
 - *Tyrannosaurus rex*:
 - *Parasaurolophus*:
 - *Iguanodon*:
 - *Triceratops*:
 - *Gallimimus*:

ACTIVIDAD 2: PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA GEOLOGÍA

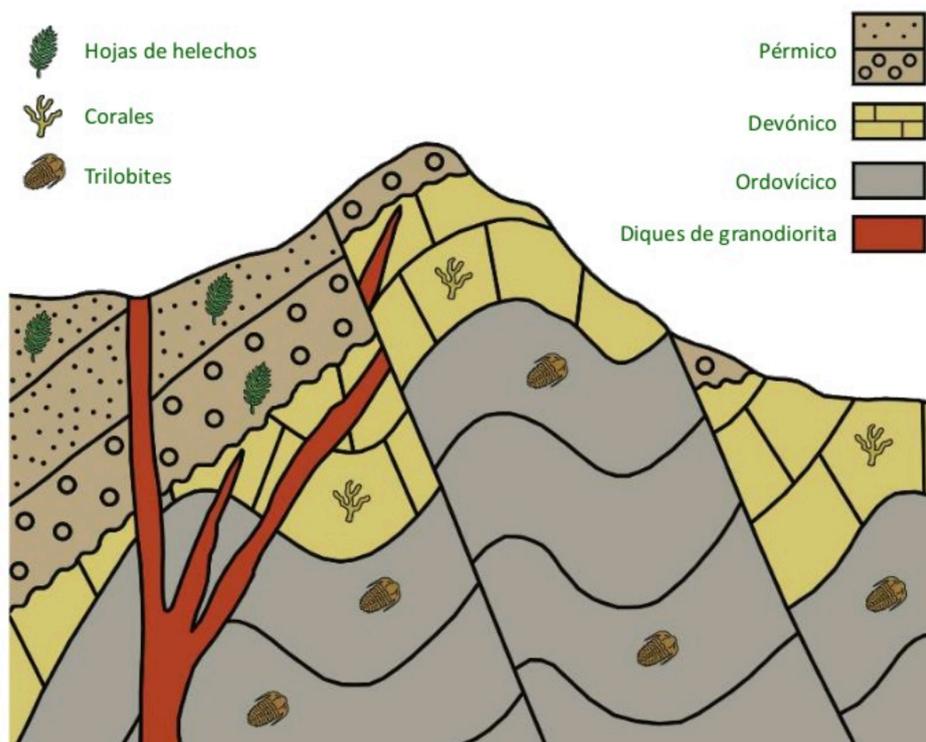
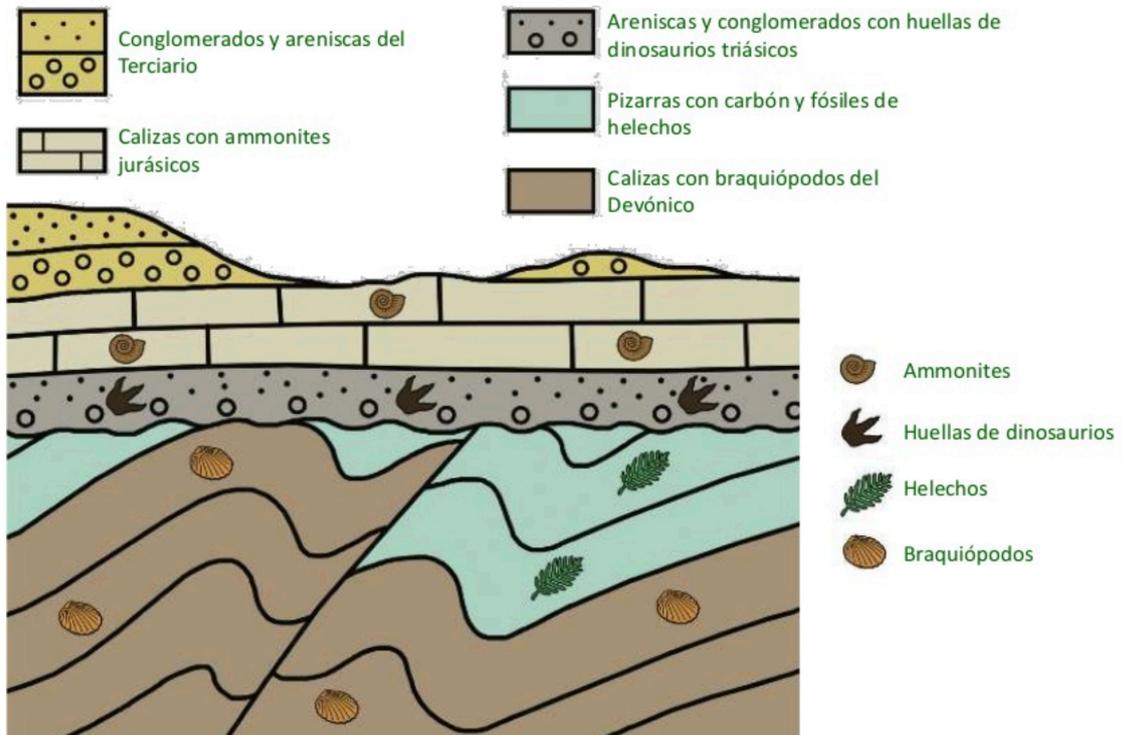
1. Señala los diferentes contactos y estructuras geológicas que encuentres en esta imagen. Escribe una breve descripción de cada uno de ellos

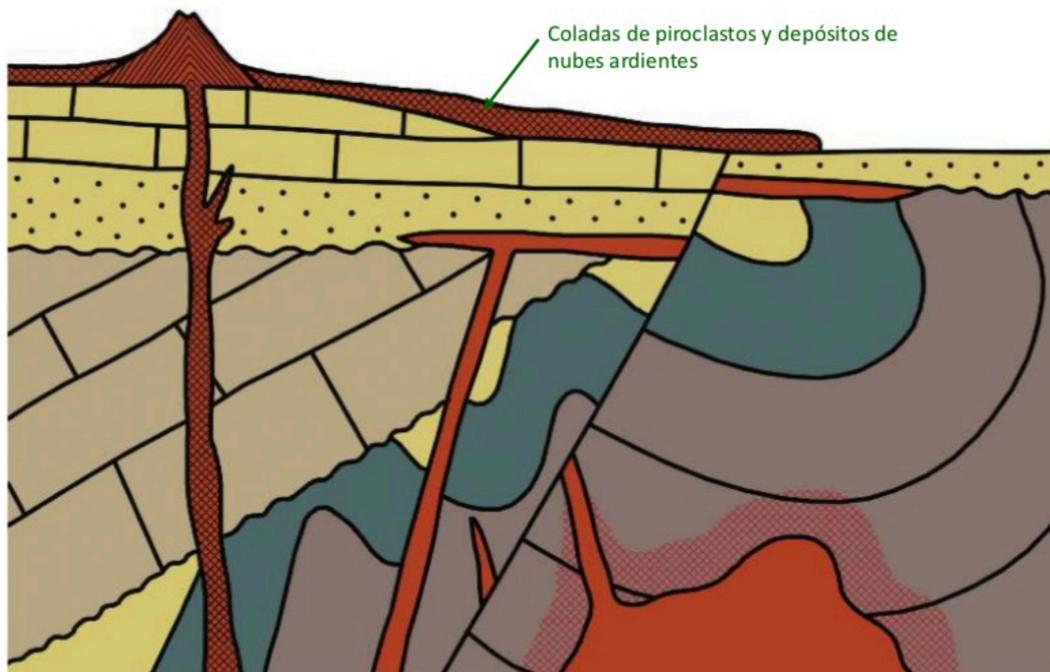
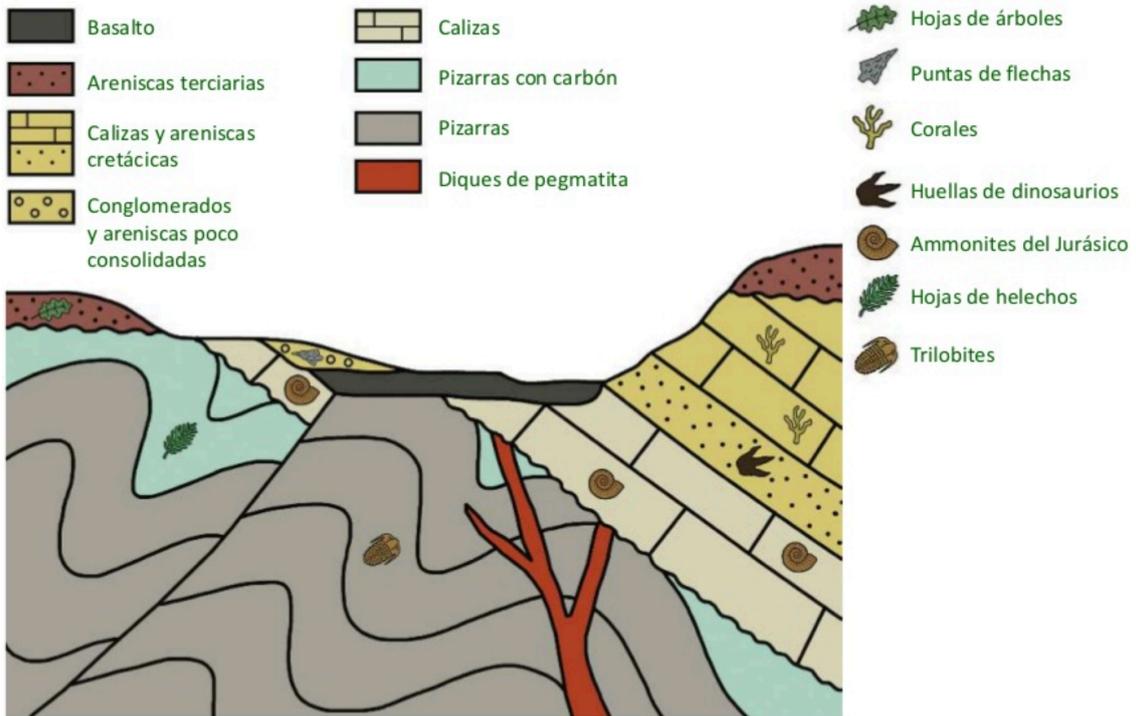


2. Explica porqué pueden aparecer rocas ígneas en superficie al lado rocas sedimentarias.
3. Si atendemos a los métodos de datación relativa o absoluta, rellena tus datos e indica si se trata de una u otra según corresponda:
 - a. Yo nací en el año _____
 - b. Soy más joven que _____
 - c. Desayuno antes de ir al Instituto
 - d. Estoy haciendo estas actividades el día _____
4. Ordena cronológicamente los estratos según la aparición de los restos fósiles e indica a que era corresponde su formación:
 - a. Calizas Arrecifales
 - b. Calizas con Ammonites
 - c. Areniscas con restos de Dinosaurios
 - d. Conglomerados con restos de Homínidos
 - e. Margas con Corales Escleractinios
 - f. Pizarras con Graptolites
 - g. Conglomerados con industria lítica.

ACTIVIDAD 3: INTERPRETACION DE CORTES GEOLÓGICOS

1. Comenta el modelo de formación y los eventos geológicos que han sufrido los siguientes cortes geológicos:





8. MEDIDAS DE ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Se propondrán medidas de atención a la diversidad dentro del marco educativo para todos los niveles presentes en el centro. Según la *ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León*

La atención a la diversidad tiene por finalidad garantizar la mejor respuesta educativa a las necesidades y diferencias, ofreciendo oportunidades reales de aprendizaje a todo el alumnado en contextos educativos ordinarios, dentro de un entorno inclusivo, a través de actuaciones y medidas educativas (BOCYL ORDEN EDU/363/2015, 2015, p.32500).

Para desarrollarlas, hemos tomado como ejemplo el Plan de Atención a la Diversidad del Instituto de Educación Secundaria Sabino Fernández Campo, en Robledo de Chavela, Madrid, para el curso 2019/2020. Desde el Departamento de Biología y Geología se desarrollarán diferentes itinerarios en los cuales tendremos en cuenta:

- Se hará un programa de mejora de aprendizaje y rendimiento para alumnos con dificultades de aprendizaje, teniendo estos que tener una motivación adecuada para la consecución de las actividades.
- Se desarrollará un programa de apoyo para alumnos inmigrantes con dificultades en el idioma español.
- Se procurará el fácil acceso a los recursos del centro a todos los alumnos con capacidades especiales, modificando en cada caso la tipología de ejercicios a realizar y la modificación de estos a un formato óptimo para cada tipo de alumno.
- En todas las actividades fuera del centro se tendrá en cuenta la accesibilidad de personas con movilidad reducida, proponiendo visitas e itinerarios que puedan seguir sin problema y sean de fácil acceso para todo el mundo.

Estas adaptaciones curriculares las atenderemos desde la metodología, los materiales y los agrupamientos (IES Sabino Fernández Campo, 2019):

- **Metodología:** Al iniciar nuestro bloque con un test de conocimientos previos, podremos evaluar el nivel de conocimiento de los alumnos y se podrá así adaptar la estrategia docente en base a los resultados. Además, se diversificarán las actividades propuestas, pudiendo adaptarlas a cualquier tipo de dificultad que el alumno pueda presentar. Para alumnos con necesidades especiales de aprendizaje se adaptará el tipo de examen, el tiempo para su realización, la secuencia de contenidos, todo de acuerdo con la situación actual del alumno.
- **Materiales:** Los materiales de trabajo asignados estarán diseñados de tal manera que sean accesibles a todos los perfiles de alumnos potencialmente presentes en el aula. Así, se adaptarán para, por ejemplo, alumnos con necesidades educativas especiales o alumnos de compensatoria, las actividades a realizar.
- **Agrupamientos:** Los trabajos se desarrollarán de manera cooperativa, agrupando a los alumnos teniendo en cuenta los resultados de los tests de conocimientos previos y pudiendo reforzar a ciertos alumnos, con peores resultados en esta prueba, con alumnos que tengan la materia más consolidada.

9. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

Toda actuación en docencia tiene que llevar asociada una evaluación, no solo a los alumnos sino al trabajo como docentes y a la propia actividad desarrollada. Para ello se recurrirá a dos criterios principales: en el primero será una autoevaluación del proceso, para la cual utilizaremos una prueba final en el cual los alumnos podrán valorar la experiencia de este proyecto, además, se realizará un test de conocimientos previos, el cual se repetirá al final del bloque, que evaluará el nivel de aprendizaje de los alumnos una vez concluya la lección. En la evaluación del alumnado se contará con una coevaluación de las presentaciones, lo que implicará a los alumnos dentro del proceso de calificación y hará que se integren dentro de las presentaciones de los otros grupos, consiguiendo que tengan que estar pendientes de la parte teórica del resto de compañeros. Esta evaluación también estará apoyada por los trabajos a realizar en clase y por la evaluación personal del docente, según se explica más adelante.

9.1. AUTOEVALUACIÓN

Se contemplará una evaluación del proceso para comprobar si el aprendizaje ha sido realmente significativo o simplemente los alumnos han pasado por la unidad sin interés y no han aprendido lo que se expone. Será importante esta valoración ya que la metodología carece de una prueba de nivel final que ponga de manifiesto un producto que evalúe a los alumnos, por lo tanto, se debe conocer el calado de la intervención en los estudiantes.

Para ello se lanzará una encuesta al final de las presentaciones finales, en la cual los alumnos deberán valorar su desarrollo durante la realización del proyecto. Se tendrán en cuenta los aspectos motivacionales, prácticos y teóricos, cerrando así la metodología seguida para el planteamiento de la salida de campo. Además, se valorará si la metodología seguida en la explicación de la unidad les ha servido para afianzar los contenidos desarrollados.

Se entregará a los alumnos una tabla como la reflejada más abajo que valorará la satisfacción de estos con el desarrollo de las clases con esta metodología, así se sabrá cuales son los puntos débiles y fuertes de la propuesta.

INDICADORES	GRADO DE SATISFACCIÓN			
	4	3	2	1
Trabajo Cooperativo				
Uso de las TIC				
Materiales y recursos didácticos				
Instrumentos de evaluación				
Otros (especificar)				

Además, se analizarán durante el curso las calificaciones de los alumnos en los diferentes bloques desarrollados, con el fin de ver si mejoran la calificación media cuando se cambia la metodología:

CALIFICACIÓN	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
PORCENTAJE										

9.2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

Para la calificación de esta unidad se desarrollarán diferentes criterios, esto es debido a la variedad de metodologías que se van a seguir, por lo que dividiremos las evaluaciones en dos partes:

- Entrega de los ejercicios realizados en clase: Para este apartado, que corresponde a las actividades complementarias a la explicación en clase, contaremos con unos cuadernos de trabajo que los estudiantes deberán completar individualmente. Estos cuadernos corresponden al análisis de los cortes geológicos sencillos y a la interpretación de las estructuras tridimensionales presentadas para el estudio de las diferentes estructuras geológicas. Además, encontraremos actividades relacionadas con el proceso de fosilización y las diferentes características de los fósiles estudiados. Este apartado contará un 30% de la nota final y será evaluado por el profesor.
- Proyecto de investigación: Como ya se ha comentado, este proyecto contará con una coevaluación realizada por los alumnos, los cuales valorarán el desempeño de sus compañeros a través de una rúbrica que se les proporcionará por parte del profesor, en la cual se desgranarán los aspectos fundamentales que debe tener un proyecto. Esta rúbrica podrá consultarse en el apartado de anexos al final del documento.
-

70% Valoración Profesor		60%	
30% Valoración Alumnos	Proyecto Investigación		
20% Ejercicios Bloque 1			100%
30% Ejercicios Bloque 2			
30% Ejercicios Bloque 3	Actividades propuestas	40%	
20% Guía de Campo			

10. BIBLIOGRAFÍA

- BOCYL ORDEN EDU/363/2015. (2015). ORDEN EDU/363/2015. In *Boletín Oficial de Castilla y León*.
- Calonge, A. (2001). Enseñanza de la Paleontología: un reto cercano, La. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 9(2), 98–99.
- Castillo, A., Meléndez, I., & Madrid, M. A. (2008). *Proyecto La Casa del Saber: Biología y Geología* (S. E. S.L. (Ed.)).
- Cervera, J., Arsuaga, J. L., Castro, J. M. B. de, & Carbonell, E. (1998). *Atapuerca: Un Millón de Años de Historia* (E. Complutense (Ed.); Plot Edici).
- Fernández-Baldor, F. T. (1996). *Registro de Dinosaurios en el Sureste de la Provincia de Burgos*. 14, 89–104.
- García-Consuegra, L. S., Ferrer, S. B., Oliva, M. J. Á., & Mascaró, M. A. M. (2018). *Profesores de Enseñanza en Secundaria: Biología y Geología* (Editorial CEP (Ed.)).
- Gascueña Martínez, A., Gonzalo Jiménez, Á., & Fron Marín, F. J. (1996). *CORTES GEOLÓGICOS. CONSTRUCCIÓN E INTERPRETACIÓN. C.O.U. Y SELECTIVIDAD* (Edinumen S.L. (Ed.)).
- Hernández Requena, S. R. (2008). The constructivist model and the new technologies, applied to the learning process. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 5(2), 26–35. <https://doi.org/10.7238/rusc.v5i2.335>
- Huerta, D. M., Montero, V. U., Bengoechea, A., Izquierdo, L. Á., Molinero, J. L., Torcida, F., & Martínez, J. M. (1993). Icnitas de Dinosaurios en el Sureste de la Provincia de Burgos. *Boletín Geológico y Minero*, 104(3), 19–34.
- IES Sabino Fernández Campo. (2019). *PLAN DE ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD Curso 2019 / 20*.
- Leidy, D., Martínez, P., María, E., & Tellez, A. (2018). *Salidas de campo como estrategia didáctica para el fortalecimiento del concepto ambiente*. August.
- LOMCE LOE Ley Orgánica 2/2006. (2006). LOMCE LOE, Ley Orgánica 2/2006. In *Boletín Oficial del Estado*.
- Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11–21.

- Prieto, C. Á., & del Valle, A. (2020). *Apuntes de Complementos de Geología*.
- Real Decreto 1105/2014. (2015). Boletín Oficial del Estado, Real Decreto 1105/2014. In *Boletín Oficial del Estado* (pp. 169–546).
- Sequeiros San Román, L., & Domingo i Morató, M. (1998). La extinción de la Geología en España: alerta roja. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 6(3), 206–210.
- Sotres, J. A., Hernández, E. B., López, E. C., Gutiérrez, E. C., Terán, M. C., Sánchez, I. F., Montes, R. G., Pardo, E. G., Terán, M. del C. G., Barriuso, J. G., Morillo, A. G., Ocerín, M. L. G., Nogués, J. L., Guijo, P. M., Ricalde, P. N., Vergara, J. M. R., Gómez, J. M. R., Ruiz, R. R., Varona, J. M. R., & Saiz, J. A. S. (2011). Las competencias básicas y el currículo. Orientaciones generales. In *Cuadernos de Educación de Cantabria* (Vol. 2). [https://doi.org/10.1016/S0210-0266\(11\)70011-5](https://doi.org/10.1016/S0210-0266(11)70011-5)
- Vicens, E., & Oms, O. (2002). Los fósiles: Qué son y para qué sirven. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 10(10.2), 134–143.
- VV.AA. (n.d.). *El yacimiento de huellas de dinosaurios de Costalomo*. 1, 18. www.fundaciondinosaurioscyl.com
- Vygotsky, L. S. (1978). *El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores*. www.fundaciondinosaurioscyl.com. (2020).

11. ANEXOS

GUÍA DE CAMPO

TRAS LAS HUELLAS DE LOS DINOSAURIOS

Salas de los Infantes (Burgos)

1º Bachillerato
I.E.S. Vela Zanetti



INTRODUCCIÓN

Con esta guía nos acercaremos a la investigación de campo dentro del mundo de la paleontología. A través de la visita a los yacimientos ubicados en la Sierra de la Demanda, y teniendo como base la localidad de Salas de los Infantes recorreremos cuatro yacimientos en los que podremos observar diferentes restos paleontológicos ubicados temporalmente entre el Jurásico y el Cretácico, hace aproximadamente 140 millones de años.

Los yacimientos que visitaremos tienen gran importancia internacional por la naturaleza de sus descubrimientos. Estos yacimientos son:

- Las Sereas 7
- La Pedraja
- Costalomo
- El Frontal

Cada uno de estos presenta características únicas que nos permitirán estudiar el medio ambiente y el ecosistema que existía en la época. A través del estudio de los dinosaurios que habitaban la zona, de otros fósiles animales encontrados en los yacimientos y los tipos de estratos que nos encontramos, podremos componer un hábitat prehistórico que iremos investigando, aplicando una metodología científica.

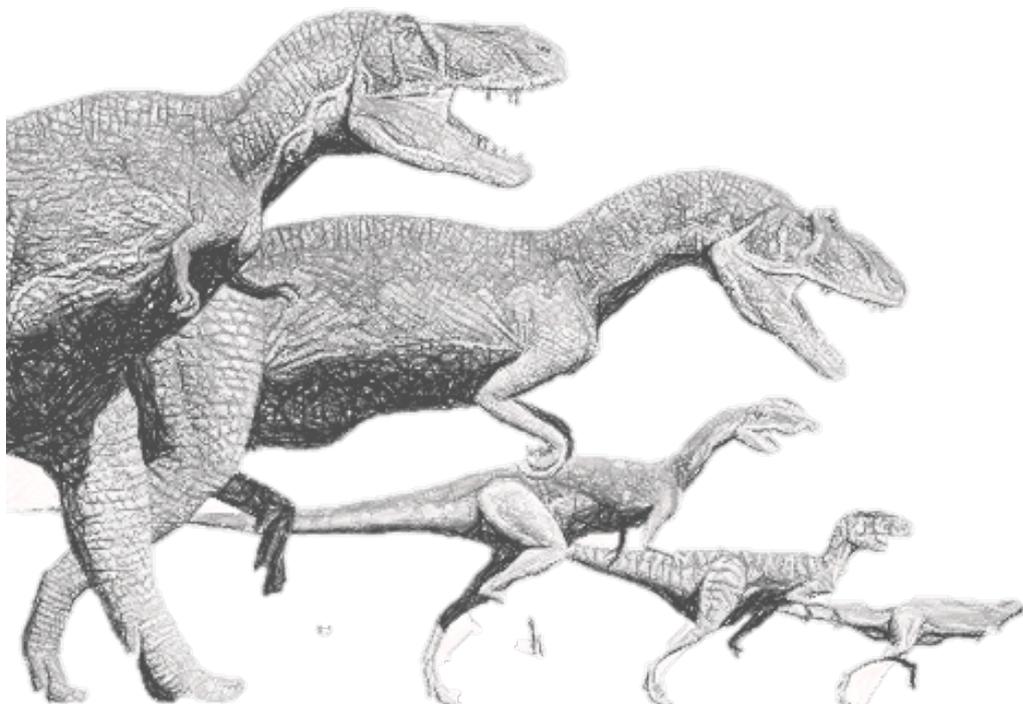
Durante las visitas realizaremos, junto con la información incluida en esta guía, unas fichas de cada uno de los yacimientos, en las que recabaremos la información más importante de cada uno de ellos, para así poder tener una visión general del patrimonio paleontológico presente en la provincia de Burgos y entender cómo vivieron estos seres en la antigüedad.

Como objetivo realizaremos un trabajo grupal en el que sintetizaremos todo lo aprendido durante nuestra investigación.

TERÓPODOS

Los **terópodos** (**Theropoda**, del gr. θηρίων (*therion*) = bestia - ποδος (*podos*) = pie, «pie de bestia») son un suborden de dinosaurios saurisquios caracterizado por sus huesos huecos y sus extremidades con tres dedos funcionales. Son clasificados generalmente como un grupo de dinosaurios saurisquios, aunque un artículo de 2017 los reclasificó en un grupo conocido como Ornithoscelida, en el que son parientes cercanos de los Ornithischia.

Los terópodos ancestralmente eran depredadores, aunque varios grupos de terópodos evolucionaron para volverse herbívoros, omnívoros, piscívoros e insectívoros. Los terópodos aparecieron por primera vez durante la época del Carniense a finales del período Triásico, hace 231.4 millones de años, e incluyeron a los únicos grandes carnívoros terrestres desde el Jurásico Inferior hasta el final del Cretácico, hace unos 66 millones de años. Durante el Jurásico, las aves evolucionaron a partir de pequeños terópodos celurosaurios especializados, y hoy en día están representados por cerca de 10,500 especies vivas.



ORNITÓPODOS

Los **ornitópodos** (**Ornithopoda**, gr. ὄρνιθος (ornitos) = ave - ποδος (podos) = pie "pie de ave") son un infraorden de dinosaurios ornitisquios neornitisquios, que vivieron desde el Jurásico inferior hasta el Cretácico superior (hace aproximadamente 197 y 66 millones de años, desde el Hetangiano hasta el Maastrichtiano), en lo que hoy es América, Asia, África, Europa, Oceanía y la Antártida

Los ornitópodos estaban dotados de pies con tres dedos, similares a los de las aves. Se trató de uno de los grupos de herbívoros más exitosos de su tiempo, y dominaron totalmente el paisaje norteamericano. Sin embargo en Centroamérica solo hay un único registro.¹ Su mayor ventaja evolutiva fue el desarrollo progresivo de los aparatos masticadores más complejos que han existido en reptiles, rivalizando con los de modernos mamíferos como la vaca.

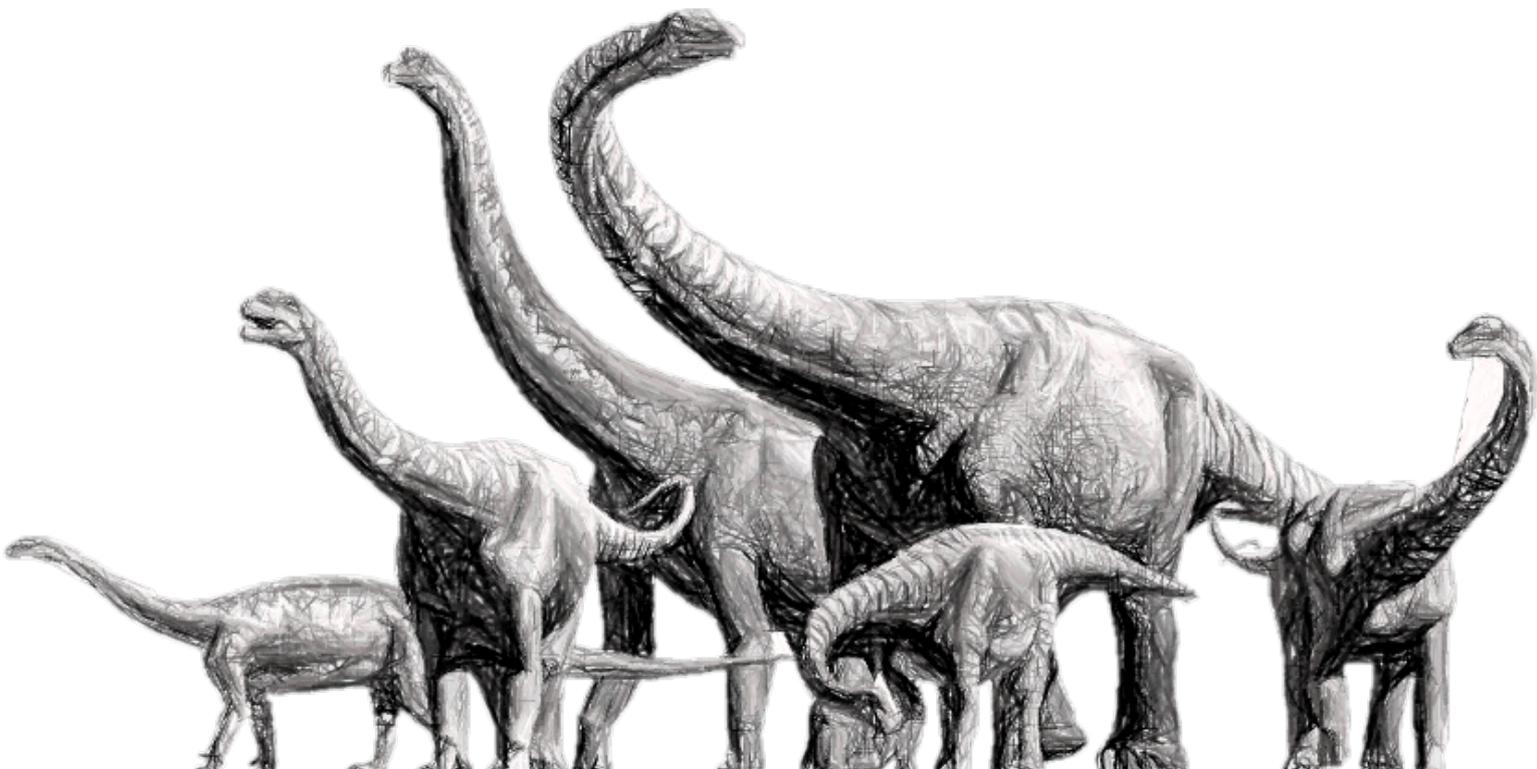
Estas características alcanzaron su cénit en los dinosaurios con "pico" córneo, los hadrosáuridos, antes de ser borradas con la extinción masiva de fines del Cretácico.



SAURÓPODOS

Los saurópodos (Sauropoda) son un infraorden de dinosaurios sauropodomorfos que vivieron desde el Triásico Superior hasta el Cretácico Superior (hace aproximadamente 210 y 66 millones de años, desde el Noriense hasta el Maastrichtiense), en lo que hoy es América, Asia, Europa, África, Oceanía y la Antártida.¹ Eran herbívoros y eran cuadrúpedos.

Los saurópodos eran dinosaurios de enormes proporciones, los cuales exhibían un característico cuello largo, una cabeza pequeña, patas gruesas y una cola robusta. Los cuellos de los saurópodos podían presentar 10 o más vértebras cervicales. Por lo general, los dientes de los saurópodos eran espatulados o lanceolados, por lo que no resultaban efectivos para la masticación. Debido a ello, los saurópodos ingerían piedras denominadas gastrolitos, las cuales facilitaban los procesos de digestión al remoler los vegetales en la molleja. Las aves modernas (al no poseer dientes) y los cocodrilos emplean el mismo sistema. ~ Los saurópodos eran animales de hábitos gregarios, lo cual es corroborado por huellas fósiles y grandes zonas de nidificación descubiertas en Argentina e India.



CLIMATOLOGÍA CRETÁCICA

Hace 125 millones de años, Europa no tenía la morfología actual. El viejo continente estaba en forma de gran archipiélago, en el cual abundaban las islas y la vegetación, ya que existía un clima tropical, propicio para el desarrollo de grandes coníferas y helechos de gran tamaño. Esta distribución de la flora se debe en gran parte a la gran cantidad de humedad en el ambiente y distribución geográfica de los continentes, la parte europea formaba un cinturón tropical junto con la zona asiática de Kazajistán, China y el sur de Mongolia.

Si nos situamos en función de la distribución actual de los continentes, podemos ubicar el norte de la península ibérica en la zona de las islas canarias, recorriendo a lo largo del Trópico de Cáncer, todas esas formaciones que más tarde darán lugar a España. Las temperaturas por tanto serían más cálidas, y debido a la organización en islas del entorno, facilitarían el crecimiento de grandes bosques tropicales con una gran cantidad de materia orgánica y vegetación, ambiente óptimo para el desarrollo de los grandes dinosaurios de la época.



GEOGRAFÍA CRETÁCICA

El periodo cretácico se extiende desde el final del Jurásico (hace 145 millones de años) hasta el Paleógeno (66 millones de años). Durante este periodo se van a distinguir dos subdivisiones dentro del periodo. Nosotros nos centraremos en los cambios sufridos en la corteza terrestre durante el primer tramo del Cretácico, el denominado Cretácico Inferior, que abarca desde los 145 hasta los 100 Ma. En este momento, las placas estaban en movimiento y lo que hoy conocemos como Europa era un agregado de Islas, en posición tropical, en las cuales había gran cantidad de diversidad entre fauna y flora. En los mapas adjuntos podemos observar la morfología del continente europeo en el final Jurásico y en el final del Cretácico Inferior. Estos mapas nos darán pistas sobre el medio en el que vivían los dinosaurios que caminaban por la Sierra de la Demanda, pudiendo así establecer su hábitat correspondiente.



Mapa 1 - Jurásico. 150 Ma



Mapa 2 - Cretácico 100 Ma

FICHA DE YACIMIENTO

LOCALIDAD:

TIPOLOGÍA DE RESTOS ENCONTRADOS:

-
-
-
-

ERA A LA QUE PERTENECEN LOS FÓSILES:

CLIMA PREDOMINANTE EN LA ZONA:

ESTRATOS SOBRE LOS QUE SE FORMAN LOS FÓSILES:

ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES DEL YACIMIENTO:

RUBRICA PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS CON PRESENTACIÓN EN POSTER

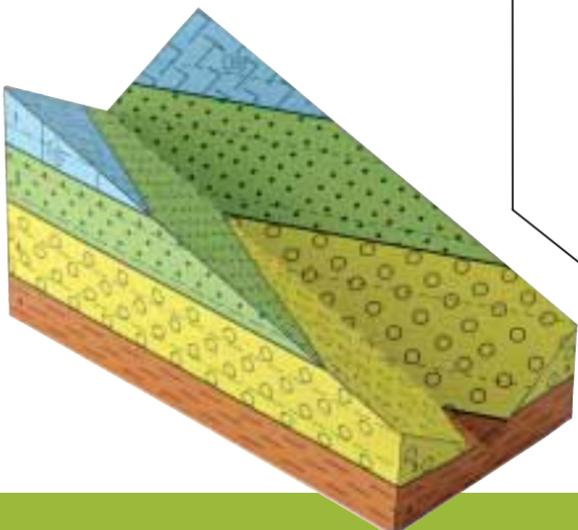
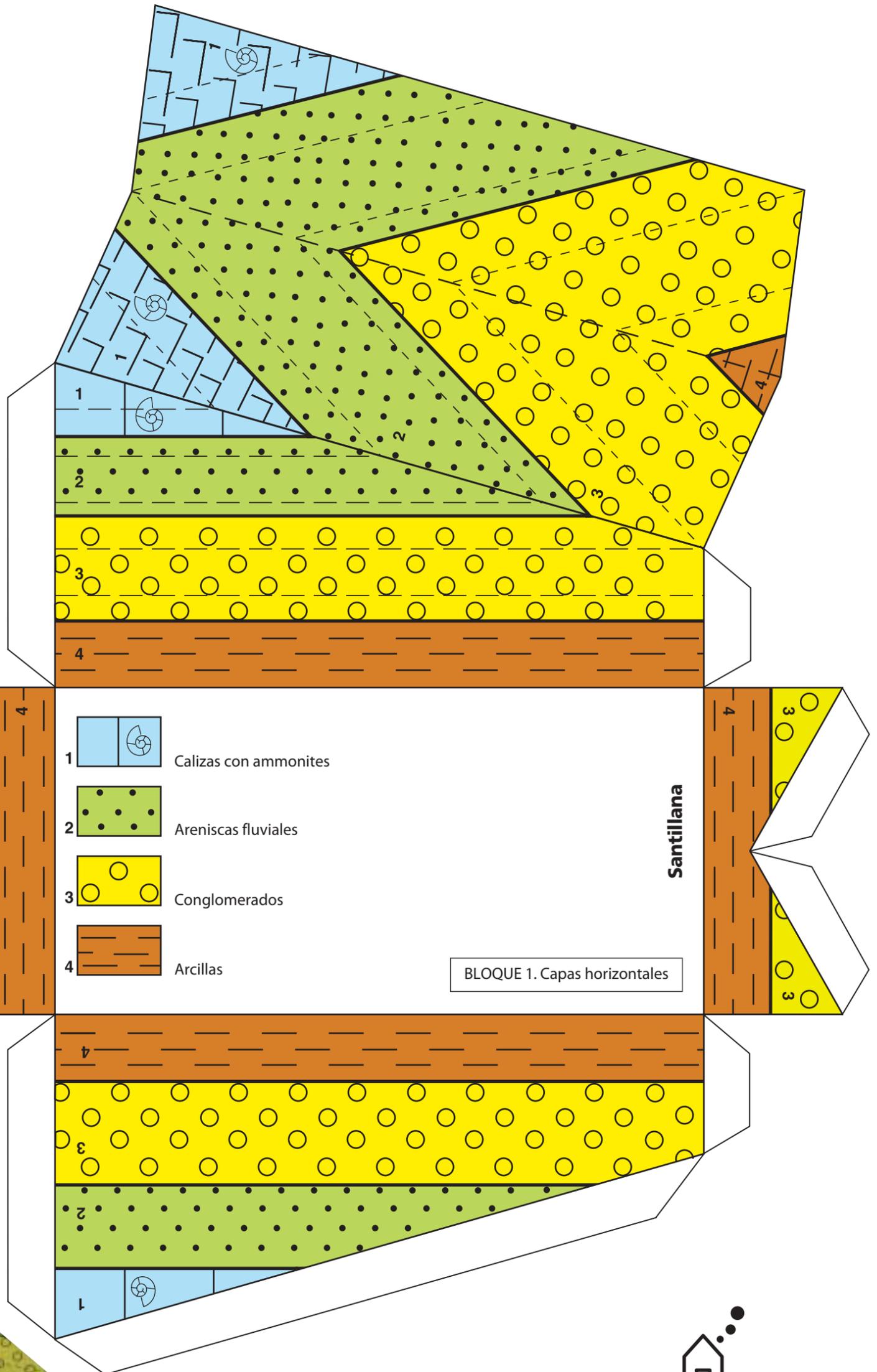
	EXCELENTE (8)	BIEN (6)	REGULAR (4)	MAL (2)	NO ENTREGADO (0)
1. Presentación general del poster	Los recursos utilizados dan un valor general al proyecto. Aparece tanto el enunciado como las resoluciones finales.	Aparecen ordenados y jerarquizados los apartados, pero la composición artística es pobre.	Aparecen todos los conceptos pero no se ve una conexión lógica. La composición artística es descuidada. Entrega fuera de plazo	Mala presentación, inconexa y mal ejecutada. Mala letra o tipografía inadecuada, casi ininteligible.	No entregado
2. Contenidos del proyecto.	Todos los apartados del proyecto están presentes y bien desarrollados	Todos los apartados están, pero falta información en alguno de ellos.	Falta algún apartado o, si están completos, no presentan toda la información necesaria.	Faltan al menos la mitad de los apartados o no presentan ninguna información complementaria.	No entregado
3. Plantea los conceptos con rigor científico y utiliza bien el lenguaje.	El uso del lenguaje científico está presente en todos los aspectos del proyecto, desde la redacción hasta el vocabulario	Emplea el lenguaje científico pero comete fallos de concepto o errores ortográficos.	El lenguaje utilizado no es coloquial pero tampoco utiliza el lenguaje debidamente.	Utilizan un lenguaje coloquial o no científico.	No entregado
4. Utiliza recursos gráficos para apoyar la exposición.	Los recursos aportados complementan el trabajo y amplían la información que debería aportarse.	Los recursos utilizados explican el trabajo de manera clara.	Falta recursos para el entendimiento completo del trabajo o lo hacen de una manera confusa.	Faltan las imágenes que apoyen el proyecto o las representadas no son las correctas.	No entregado
5. El grupo se ve cohesionado y todos sus miembros dominan el tema.	Todo el grupo participa y ha preparado el tema para la exposición.	Todo el grupo participa a excepción de una persona. Cada uno expone su parte pero de manera individual, sin preparación.	Se presenta de forma atropellada y sin coordinación entre miembros del equipo.	Solo uno del grupo realiza la presentación. El grupo trabaja de manera dispar.	No entregado

Las calificaciones se multiplicarán por 10/8 para obtener la puntuación sobre 10

Regla de las uves. Estratos horizontales

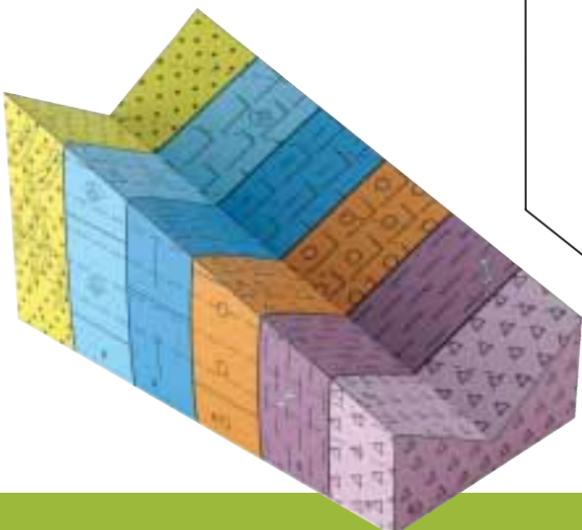
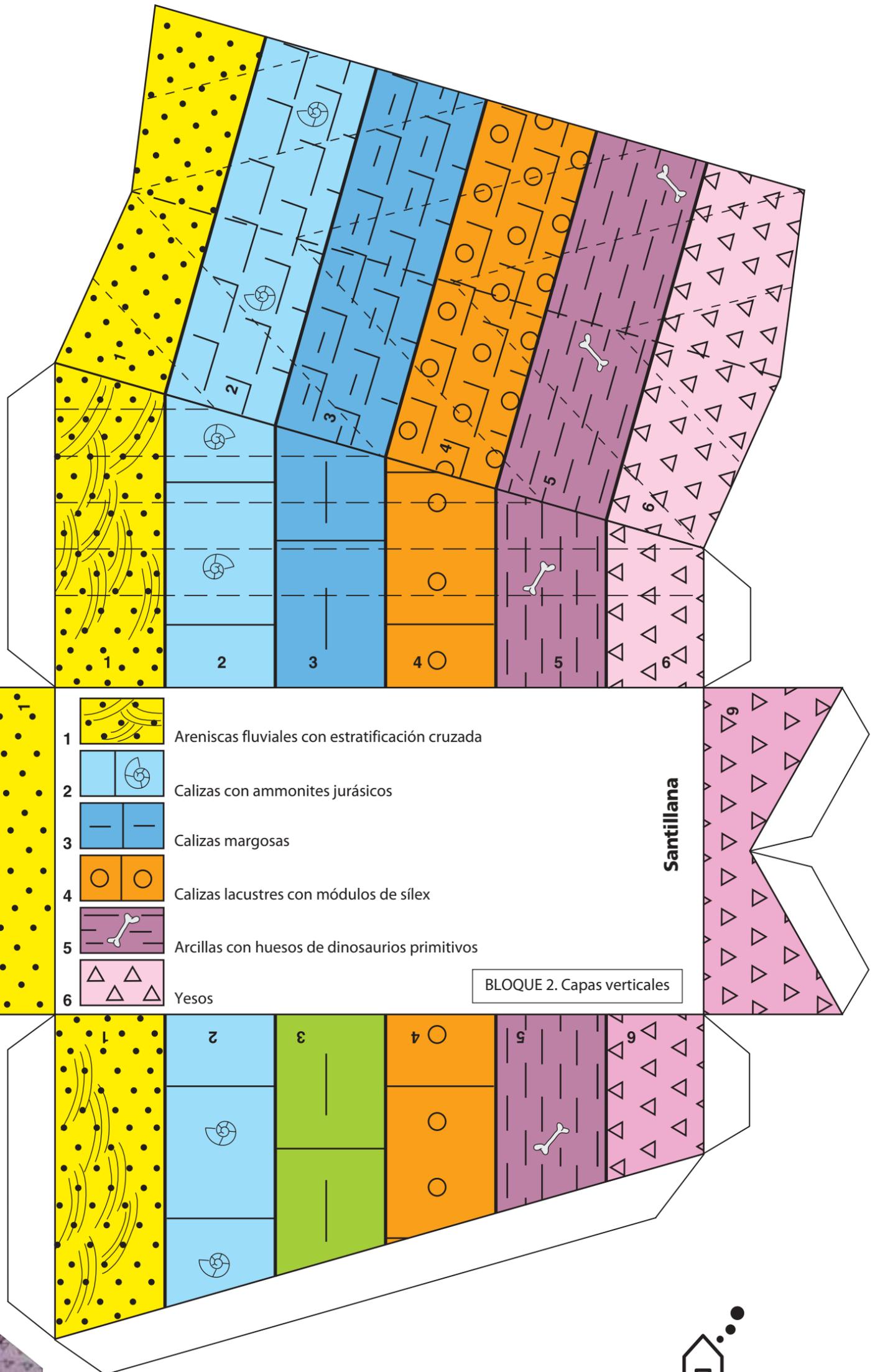
Elementos del bloque diagrama

- Los contactos trazan líneas paralelas a las curvas de nivel.
- El principio de superposición indica que el estrato 1 es el más moderno.
- El contenido fósil permite correlacionar la unidad 1 a ambos lados del valle.
- Los ammonites caracterizan un medio marino de la era Mesozoica.
- Entre las areniscas fluviales y las calizas con ammonites se ha producido una transgresión.



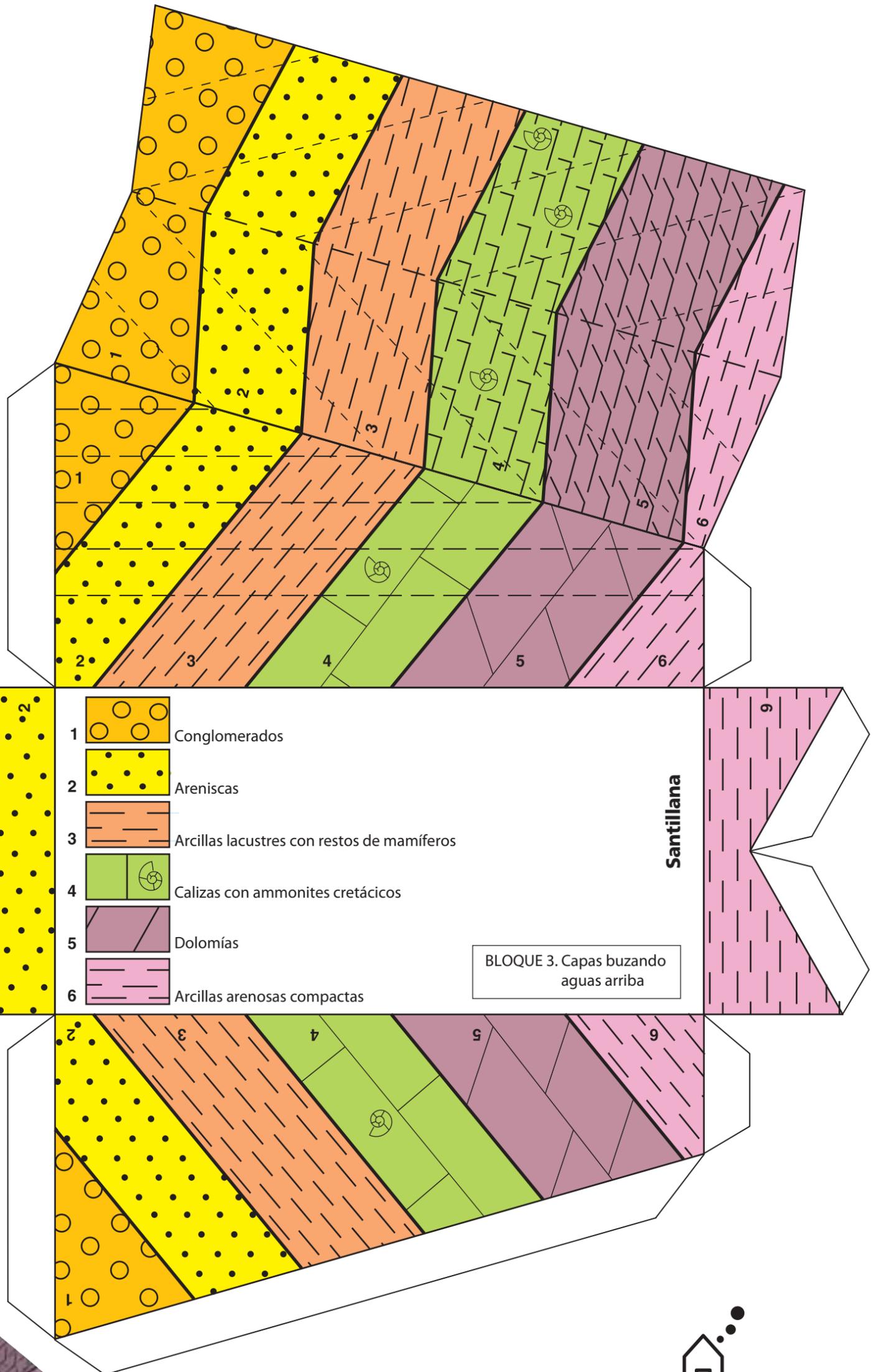
Elementos del bloque diagrama

- Los contactos cortan las curvas de nivel en línea recta.
- Los fósiles de la unidad 5 identifican un medio continental de principios del Mesozoico (Triásico).
- Los de la unidad 2, un medio marino del Jurásico; por lo que esta es más moderna que la 5.
- La estratificación cruzada de la unidad 1 indica cuál es el techo de la unidad, ya que las concavidades se disponen hacia arriba.
- Posteriormente a la unidad 4, se ha producido una transgresión; la unidad 3 probablemente es marina. Posteriormente a la 2, se ha producido una regresión.



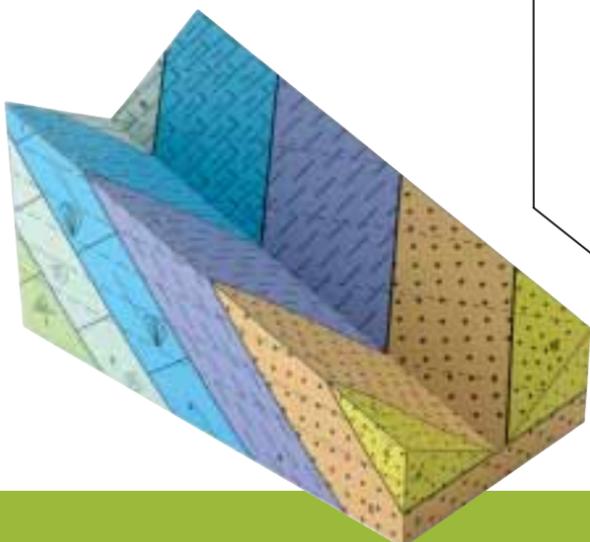
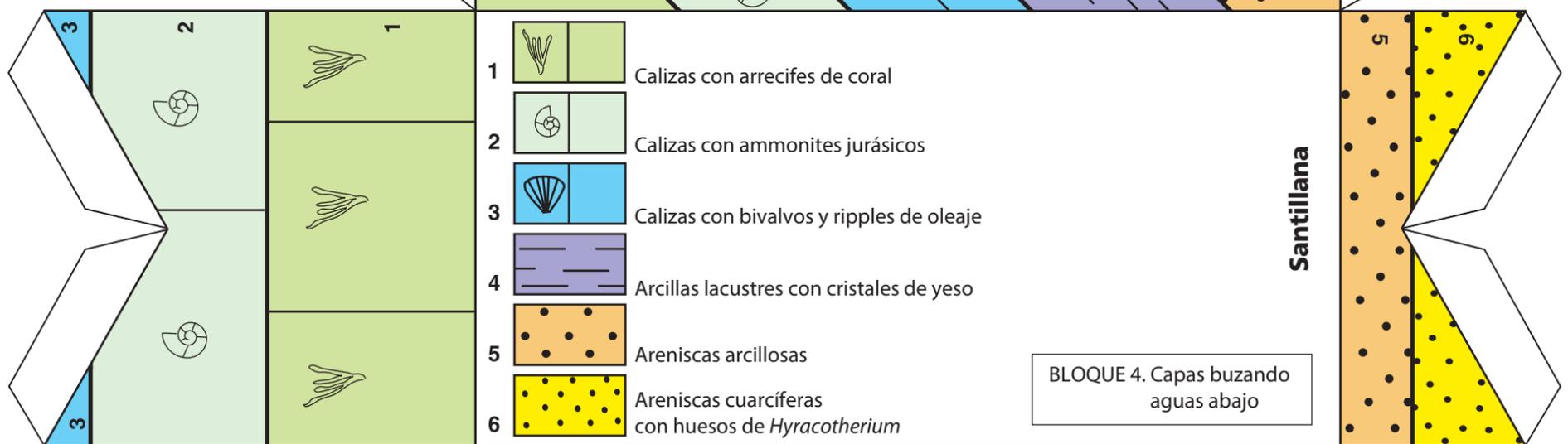
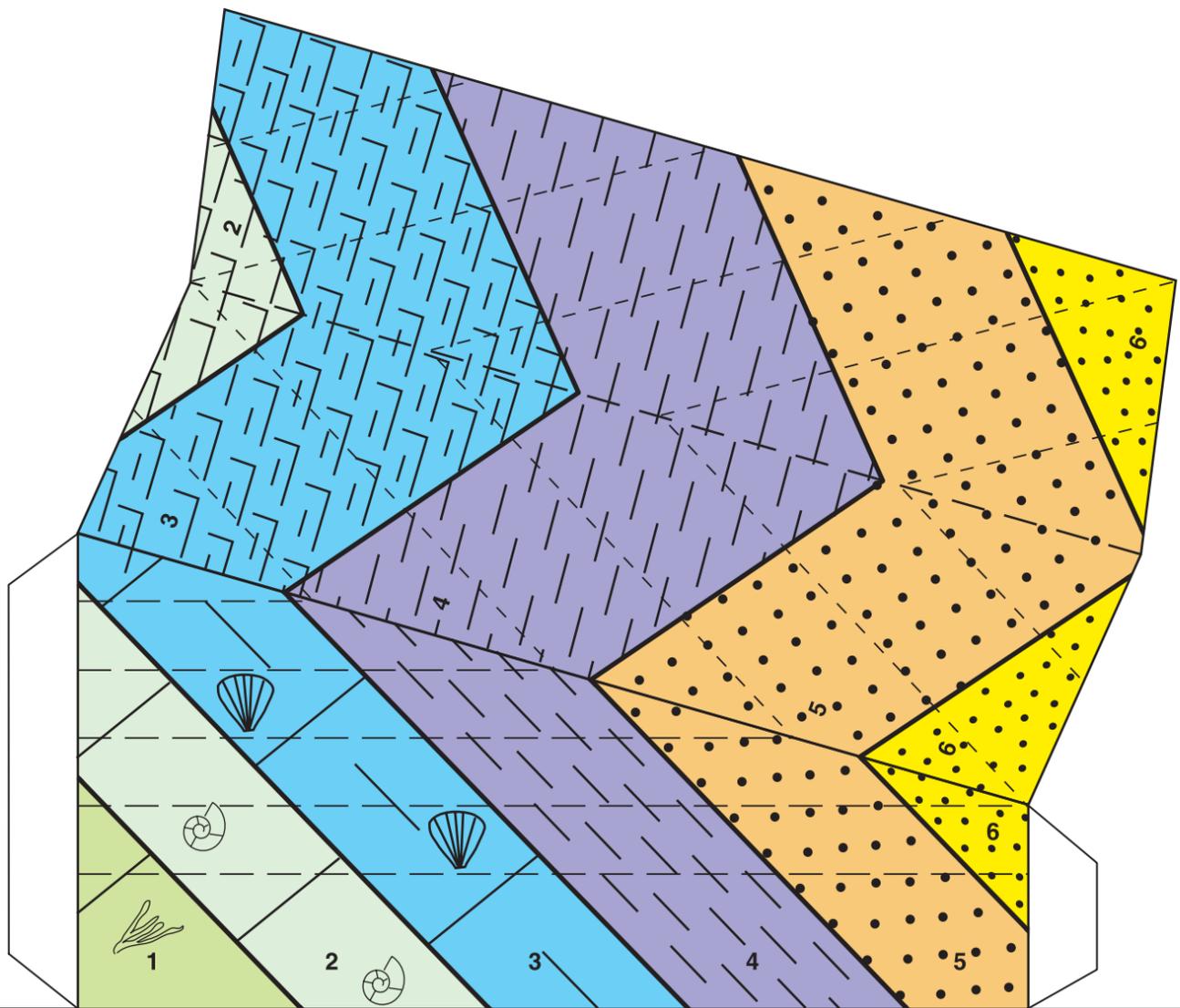
Elementos del bloque diagrama

- Los contactos cortan las curvas de nivel y dibujan una uve que apunta hacia la parte alta del valle.
- El principio de superposición y el contenido fósil indican que el estrato 1 es el más moderno y el 6 el más antiguo.
- Los ammonites cretácicos indican un medio marino del período Cretácico (Mesozoico).
- Los fósiles de la unidad 3 indican un medio continental de la era Cenozoica.
- Entre las unidades 2 y 3 se ha producido una regresión.



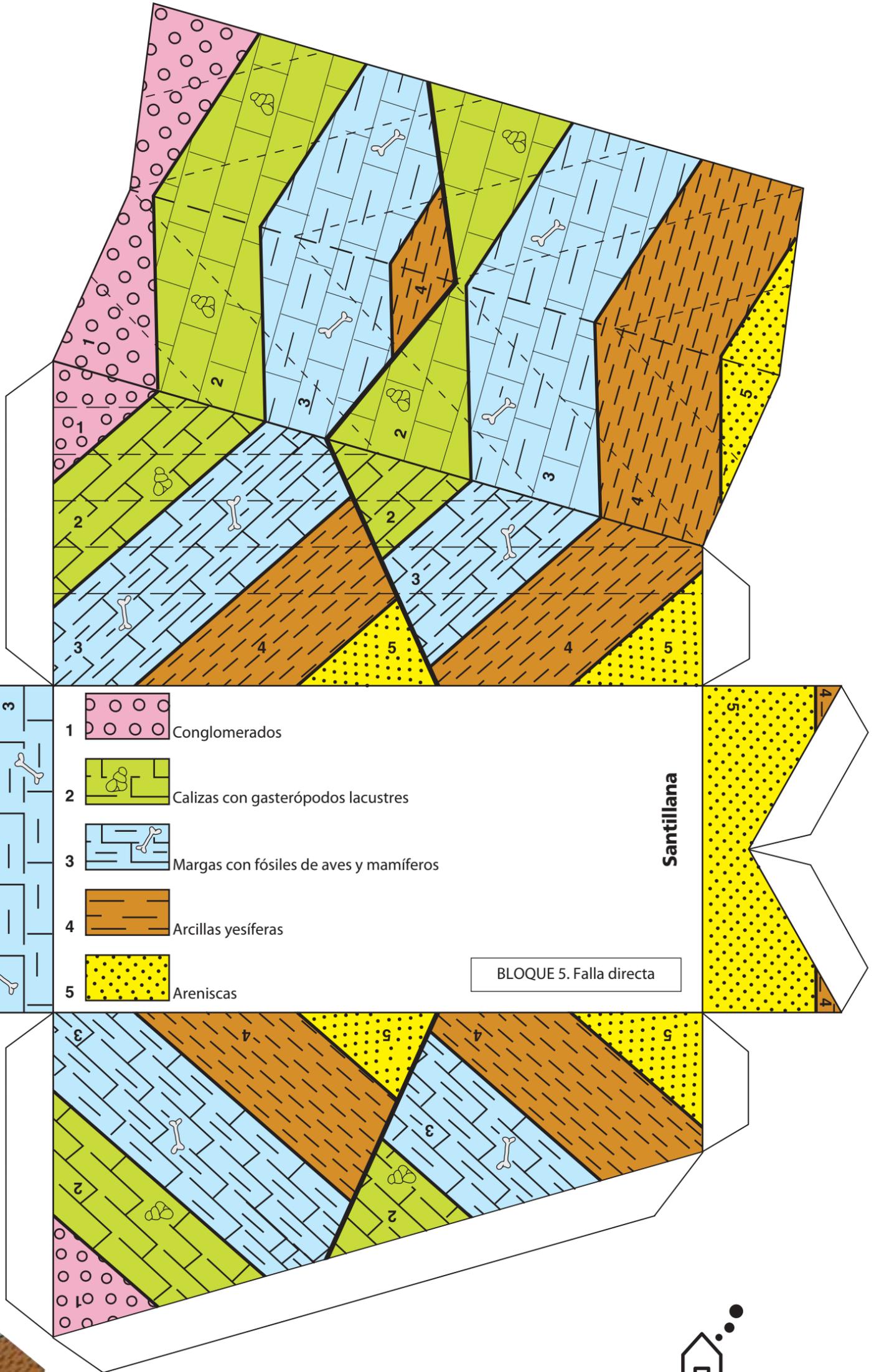
Elementos del bloque diagrama

- Los contactos cortan las curvas de nivel y dibujan una uve que apunta hacia la parte baja del valle.
- El principio de superposición y el contenido fósil permiten saber que el estrato 6 es el más moderno y el 1 el más antiguo.
- Los ammonites de la unidad 2 caracterizan un medio marino del Jurásico (Mesozoico).
- Los corales y los ripples de oleaje identifican un medio marino poco profundo.
- El yeso de la unidad 4 indica un clima árido.
- El *Hyracotherium* es un mamífero fósil de la era Cenozoica que identifica un medio continental.
- Entre las unidades 3 y 4 se ha producido una regresión.



Elementos del bloque diagrama

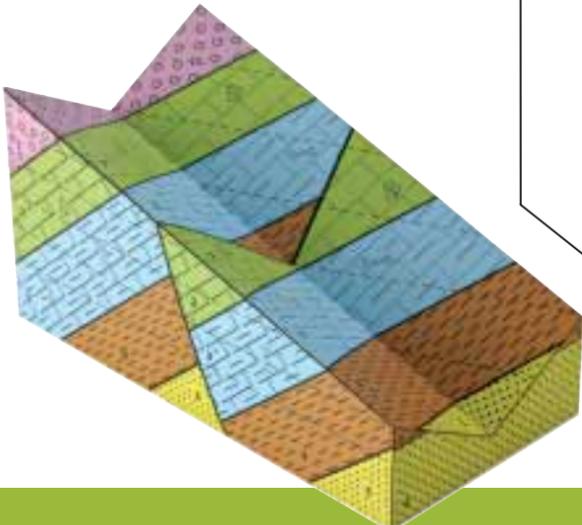
- El contenido fósil indica medios continentales del Cenozoico.
- No hay ninguna unidad que se pueda atribuir inequívocamente a un medio marino.
- La unidad 1 es la más moderna y la 5 la más antigua.
- Hay una falla directa formada por esfuerzos distensivos. El labio hundido es el situado en la parte baja del valle.



- | | | |
|---|--|--|
| 1 | | Conglomerados |
| 2 | | Calizas con gasterópodos lacustres |
| 3 | | Margas con fósiles de aves y mamíferos |
| 4 | | Arcillas yesíferas |
| 5 | | Areniscas |

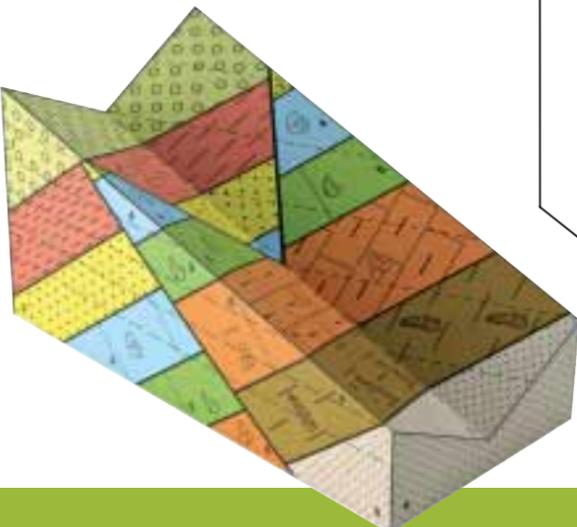
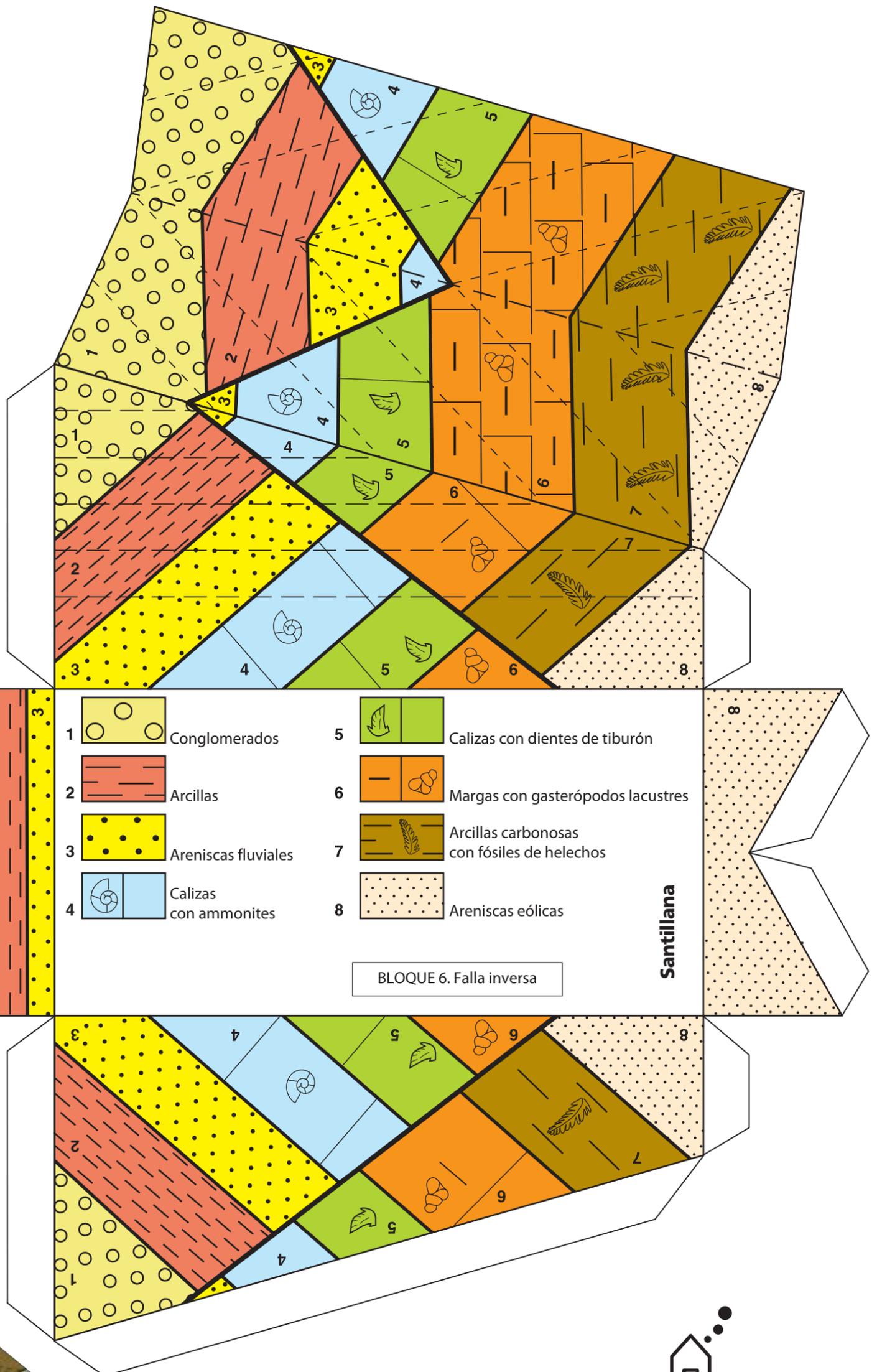
BLOQUE 5. Falla directa

Santillana



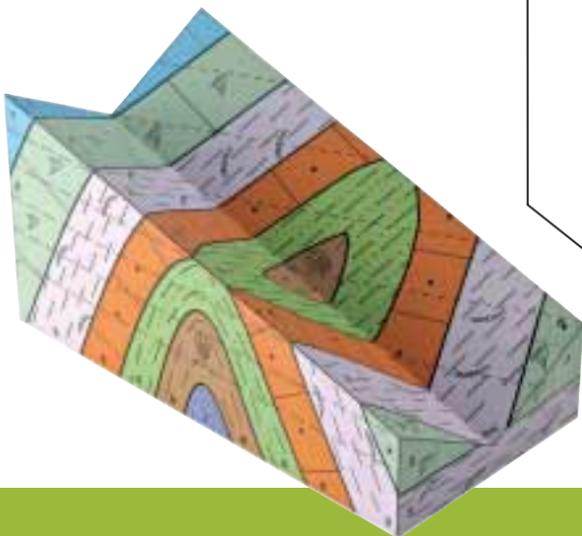
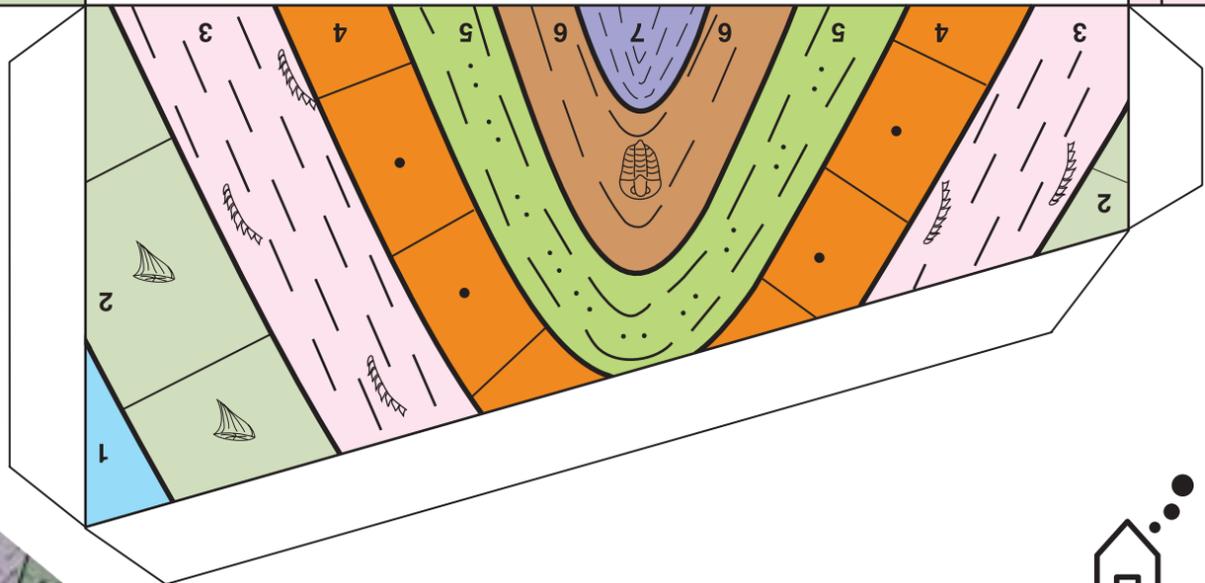
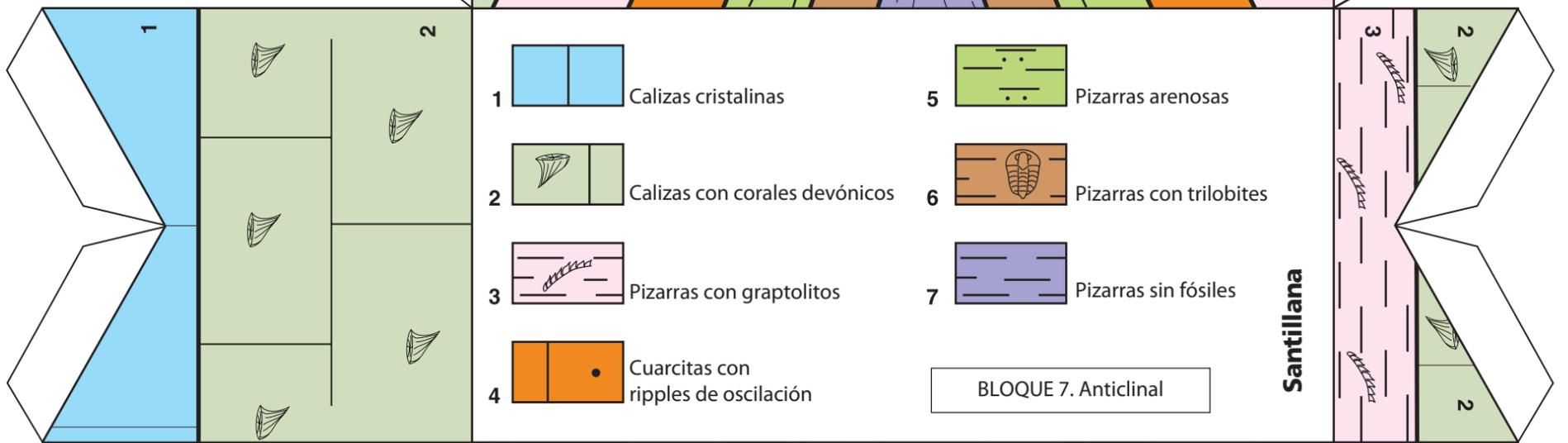
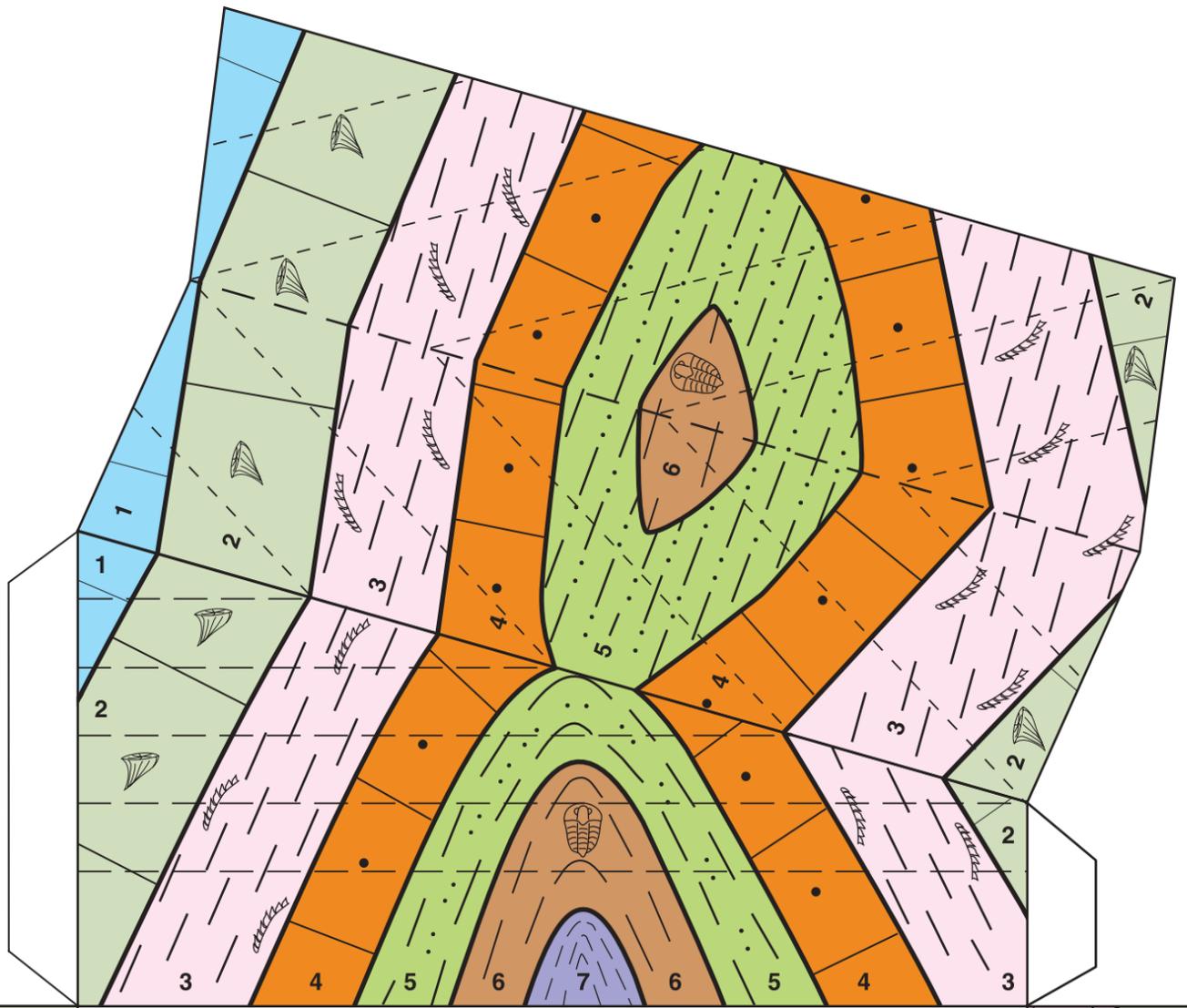
Elementos del bloque diagrama

- El principio de superposición señala la unidad 1 como la más moderna y la 8 como la más antigua.
- La unidad 6 y la 7 tienen contenido fósil de medios continentales, las unidades 4 y 5 se han formado en un medio marino y las unidades 1, 2 y 3 son continentales.
- Ha habido una transgresión entre las unidades 6 y 5, y una regresión entre las unidades 4 y 3.
- Hay una falla inversa formada por esfuerzos compresivos. El labio hundido queda en la parte alta del valle.



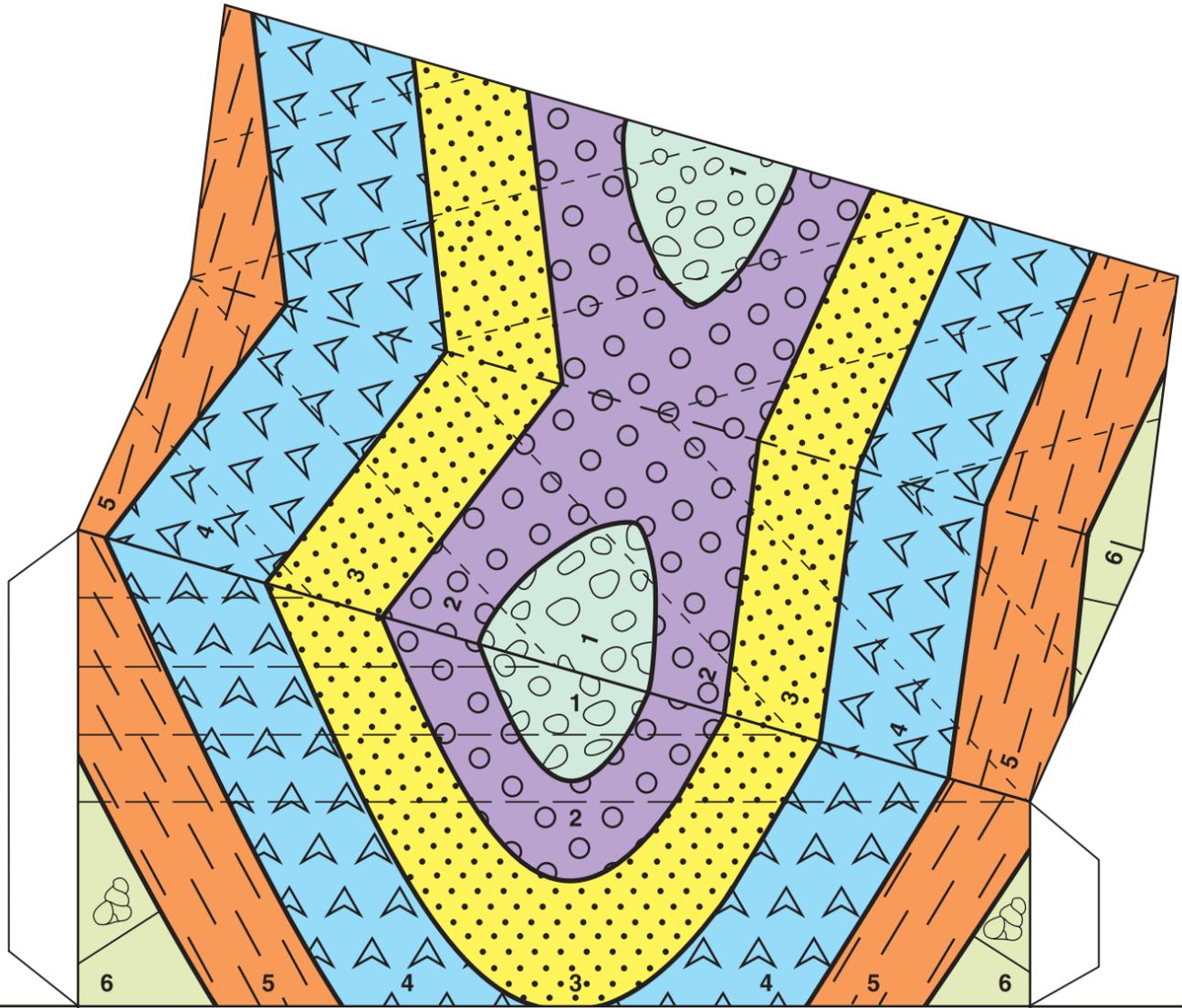
Elementos del bloque diagrama

- El principio de superposición indica que la unidad 1 es la más moderna y la 7 la más antigua.
- El contenido fósil de la serie caracteriza medios marinos del Paleozoico.
- Hay un pliegue anticlinal, simétrico y recto. Su plano axial es perpendicular al cauce del arroyo.
- En superficie, el núcleo del anticlinal está formado por la unidad 6.
- En el corte, el núcleo lo forma la unidad 7.



Elementos del bloque diagrama

- El principio de superposición señala la unidad 1 como la más moderna y la 6 como la más antigua.
- El contenido fósil caracteriza un medio continental, pero no es característico de ninguna era ni período.
- Los yesos son indicativos de un medio árido. La secuencia de unidades 3-2-1 indica medios fluviales y torrenciales cada vez de mayor energía.
- Hay un pliegue sinclinal simétrico y recto. Su traza axial es perpendicular al cauce del arroyo.



Elementos del bloque diagrama

- Serie plegada con un anticlinal recto, cortada por un dique de pegmatita. El conjunto está erosionado y cubierto por una serie discordante.
- La serie plegada infrayacente es del Mesozoico y está plegada por la orogenia alpina. La serie suprayacente es del Cenozoico.
- Las calizas carstificadas pueden ser causa de un riesgo de subsidencia cárstica.
- La unidad 1 tiene las condiciones adecuadas para ser un buen acuífero.

