

geología 22

Alicante

**ELS FRARES
QUATRETONDETA
8 de mayo de 2022**

En esta edición de 2022 hemos elegido una de las rutas senderistas más espectaculares de la provincia de Alicante, alrededor de Els Frares de Serrella, con un recorrido circular que se inicia y finaliza en Quatretondeta. Después de dos años difíciles de pandemia volvemos a celebrar esta actividad de forma presencial.

Durante estos dos años la Sociedad Geológica de España (SGE) impulsó un formato virtual con la edición de una colección de vídeos geológicos. En la provincia de Alicante hemos realizado cuatro vídeos que se pueden visionar en YouTube con palabras clave como “GeolodíaCalp”, “GeolodíaTabarca” o “Geoalicante”. El pasado año 2021 también pudimos atender en una edición especial a más de 400 personas repartidas en diez puntos de interés geológico de la provincia.

En esta edición de Geolodía podrás conocer a lo largo de una ruta de mon-

taña de casi 7 km, cómo se ha formado la sierra de Serrella y el valle de Seta, cuándo emergieron las montañas del norte de la provincia de Alicante, los secretos paleontológicos que esconden las margas del Tap, cuándo y cómo se formaron los canchales o runares de Serrella, dónde y por qué se ubican los manantiales de la font Roja, la Vinyeta, l’Espinal o la de els Dos Xorros, entre otros aspectos. Por supuesto, no nos olvidamos de los grandes protagonistas de la ruta: Els Frares. Estos pináculos rocosos ofrecen una de las estampas más espectaculares de la Comunidad Valenciana y reúnen todos los requisitos para convertirse en uno de nuestros futuros Monumentos Naturales. En este Geolodía conocerás algunos de los acontecimientos que han ocurrido en los últimos 40 millones de años que han convertido a un fango carbonatado que se depositó en un antiguo mar, en esta maravilla de la naturaleza.



Figura 1.
Panorámica
aérea de
Quatretondeta
con Serrella y
Els Frares al
fondo.

La geología ayuda a poner en valor el medio rural aportando su granito de arena en el desarrollo sostenible de los pueblos del interior de la provincia de Alicante. Las poblaciones del valle de Seta como Famorca, Fageca, Tollos, Benimassot, Quatretondeta y Gorga, entre otras, tienen en Serrella a uno de los principales tesoros naturales de la Comunidad Valenciana. Uno de los objetivos de este Geolodía es que los ciudadanos de la Vall de Seta conozcan su entorno y comprendan sus singularidades. Es el primer paso para que se desarrollen futuras iniciativas vinculadas al turismo de naturaleza.

El cuaderno y los vídeos están alojados en la página web geolodia.es, en la web del departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (dctma.ua.es), y próximamente se incluirá en la nueva página www.geoalicante.com.

En estas presentaciones nos gusta recordar que Geolodía surge de una iniciativa aragonesa en el año 2005. Gracias al apoyo y al ánimo de los impulsores de esta idea, José Luis Simón, de la Universidad de Zaragoza, y Luis Alcalá, de la Fundación Dinópolis, en 2008 llevamos a cabo el primer Geolodía en la provincia de Alicante.

Desde los años 2011-2012, Geolodía se ha convertido en una actividad de carácter nacional (geolodia.es). Esta actividad, organizada por la Sociedad Geológica de España con el patrocinio de la FECYT y la colaboración de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra y el Instituto Geo-

lógico y Minero de España, se ha convertido en un día festivo para la comunidad geológica española que acerca esta Ciencia a la sociedad. En nuestra provincia ha logrado cifras récord de participación con más de 18.000 asistentes en las trece ediciones celebradas entre 2008 y 2021. En esta ocasión, por la fragilidad del entorno hemos reducido las inscripciones a 500 plazas.

La organización corre a cargo del Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad de Alicante. La actividad está patrocinada por el Ajuntament de Quatretondeta, el Área de Medio Ambiente de la Diputación de Alicante, la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica (Generalitat Valenciana), UA Divulga (Unidad de Cultura Científica), la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante y la FECYT (Fundación Española de Ciencia Y Tecnología).

Queremos resaltar la desinteresada ayuda del MUPE de Elche, así como de las empresas GeaLand Patrimonio y Laboratorio IMASA. Finalmente, dedicamos unas líneas de agradecimiento al Ajuntament de Quatretondeta, y muy especialmente a Francisco Picazo por su ilusión y entusiasmo para poner en valor el patrimonio geológico de su municipio. Y también gracias a Abel Soler, Juan Miguel Jiménez y Lidia Espí por su colaboración en este proyecto.

*¡MUCHAS GRACIAS!
Los monitores de Geolodía*



¿QUÉ ES EL GEOLODÍA?

Geolodía es un conjunto de excursiones gratuitas coordinadas por la SGE, guiadas por geólogos y abiertas a todo tipo de público. Con el lema “La Geología ante la Emergencia Climática”, su principal objetivo es mostrar que la Geología es una ciencia atractiva y útil para nuestra sociedad. Se celebra el mismo fin de semana en todo el país.



www.geolodia.es

Autores y monitores del Geolodía Alicante 2022: *(por orden alfabético)*

Ainara Aberasturi, Jordi Acosta, Juan Carlos Aguilera, Pedro Alfaro, José M. Andreu Rodes, José F. Baeza, Olga Bedmar, Antonio Belda, Nassim Benabdeloued, David Benavente, Idael F. Blanco, Antonio Borrego, Hugo Botella, Miguel Cano, Juan Carlos Cañaveras, Sancho Carrero, Carmen Corbalán, Hugo Corbí, Antonio J. Cuenca, Jaime Cuevas, Menno De Ruig, José Delgado, Davinia Díez-Canseco, César Domènech, Rafael Durá, Rafaela Escolano, Lidia Espí, Carmen Espinosa, Antonio Estévez, Santiago Falcés, Miguel Fernández Mejuto, Ignacio Fierro, Ernesto García Sánchez, M^a Ángeles García del Cura, Fernando García, Noé García, Alice Giannetti, Sara Gil, José González, Ignacio Gramage, Bruce S. Ivars, Noemí Jacobo, Juan M. Jiménez, Yolanda López, Pau Llorca, Iván Martín Rojas, M^a Feliciano Martínez, Iván Medina Cascales, Robert Millán, Miriam Molina, Lourdes Oliver, Salvador Ordóñez, Noelia Ortiz, Juana Parres, José Luis Pastor, Fernando Pérez Valera, Juan F. Pérez, José A. Pina, Julio Ramón Pascual, Francisco Picazo, Adrián Riquelme, Álvaro Rabat, Miguel Rodríguez, Juan Romero, Sergio Rosa Cintas, Eva Santamaría, Abel Soler, Juan L. Soler, Jesús M. Soria, José E. Tent Manclús, Roberto Tomás, Alicia Vela y Alfonso Yébenes.

Estudiantes colaboradores: Juan Alcañiz, Claudi Blasco, Celia Guijosa, Martín Jordán, Marina López, Ana Martín, Paula Oliver, Gema Ortiz, Paula Molina, Andrea Recio, Michelle Reynau, Francisco J. Royuela y José F. Sánchez.

Taller de imagen: Roberto Ruiz, Rafael Pastor y Nati Calleja

UA divulga: Oti Rodríguez

Diseña: Enrique López Aparicio

Edita: Universidad de Alicante. Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente

Imprime: Diputación de Alicante

Versión digital: dctma.ua.es

Versión digital, de acceso libre, en la página web del Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente: dctma.ua.es

ISBN: 978-84-697-2850-5



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente
Departament de Ciències de la Terra i del Medi Ambient

Facultad de Ciencias
Facultat de Ciències

Vicerrectorado de Cultura, Deporte y Extensión Universitaria
Vicerectorat de Cultura, Esport i Extensió Universitària

Vicerrectorado de Transferencia, Innovación y Divulgación Científica
Vicerectorat de Transferència, Innovació i Divulgació Científica

Vicerrectorado de Estudiantes y Empleabilidad
Vicerectorat d'Estudiants i Ocupabilitat

Quatretondeta es un pueblo de 120 habitantes emplazado a los pies de la sierra de Serrella (1387 m), que configura junto con la sierra de Almudaina el valle de Seta. Este valle es uno de los varios que forman la comarca intramontañosa de l'Alcoià-Comtat, vertebrada por la cuenca fluvial del Serpis o *riu d'Alcoi*. Quatretondeta, como otros lugares del valle, cuenta con restos neolíticos e ibéricos, aunque el actual núcleo de población fue una alquería andalusí desarrollada alrededor de un cruce de azagadores y un corral de esquileo.

Los musulmanes dotaron el poblado agro-ganadero de huertecillas irrigadas

con el agua de los *alcavons* (galerías de captación) del barranco de la Vinyeta, recogidas en la balsa dosificadora del Carrascal. Junto a ella se halla un lavadero público. Otra fuente cercana es la de Els Dos Xorros. Tras la expulsión de los moriscos, en 1609, costó mucho de repoblar el lugar, con alcoyanos y mallorquines: 18 familias, en 1663.

Las calles estrechas y escalonadas del casco urbano responden a una expansión demográfica, la de los siglos XVIII-XIX, protagonizada por jornaleros pobres, pastores y unos pocos *senyors* hacendados, cuyas casas destacan del resto. Tras la Revolución liberal de

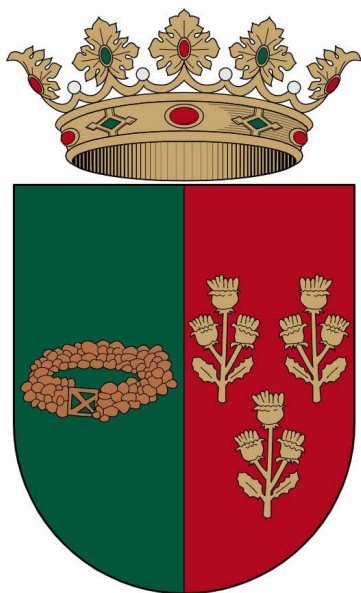


Figura 2. Escudo de Quatretondeta: los cardos de los Cardona, marqueses de Guadalest, y un corral: la *CORTE TONDA o 'corral de esquileo' que dio origen al pueblo.

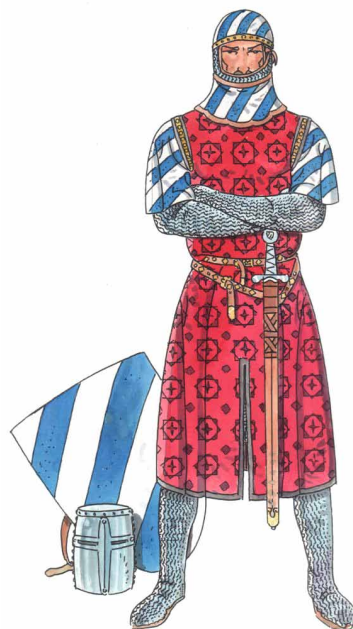


Figura 3. Roger de Llúria, almirante y héroe naval de la Corona de Aragón, fue el primer señor feudal del valle de Seta.

1837 se alcanzaron hasta los 665 habitantes en 1877, que trajo consigo la tala masiva del carrascal de umbría de Serrella y su abancalamiento para plantar viñas y olivos. Tras la saturación demográfica, sobrevino la emigración, agravada por la crisis de la filoxera, que destruyó las viñas (1908-1912). La carretera que conectaba con Gorga, a 5 km, no se construyó hasta los años de 1925-1932.

En época reciente destaca la figura del sacerdote Antoni Llidó que instruyó a una generación importante (1963-67) a realizar estudios superiores, que halló trabajo en Barcelona, Valencia o Alcoy. Actualmente, el 77% de los *quatreton-*

dans supera los 65 años de edad. El envejecimiento poblacional se compensa en vacaciones y en verano, cuando Quatretondeta y su piscina se llenan de jóvenes y de niños, hijos y nietos de la emigración.

La economía actual se sustenta en varios factores: las pensiones de jubilación y viudedad y el trabajo temporal subvencionado en el monte; la agricultura a tiempo parcial, dinamizada por la cooperativa oleícola, que procesa su producción en Muro (también hay almendros, melocotoneros y cerezos); el turismo rural, gracias a la creación de un hotel y varias casas rurales, y la comercialización de productos ecológi-



Figura 4. Partida de pelota valenciana en la década de 1930.



Figura 5. Antaño hubo más viñas que olivos. Enraizaban bien en el *Tap*: marga azulada y blanca del Mioceno.

cos (encurtidos y patés de aceituna, almendras, mermeladas, etc.) por emprendedores locales. En la década de 1990 se cerraron el cuartel de la Guardia Civil y la escuela; luego, los últimos comercios. En la actualidad, el principal centro de socialización es el Bar Cañares.

Els Frares de Serrella, el monumento geológico más emblemático de Quatre-

tondeta, es bastante conocido en el mundo del excursionismo desde que, en la década de 1960, fuera dado a conocer por José Soler Carnicer. Los senderos de pequeño recorrido PR-CV 23 y PR-CV 24 son muy concurridos los fines de semana y en periodos vacacionales. Sin embargo, el turismo rural de restauración y de alojamiento tiene un potencial todavía poco explotado ■



¿SABÍAS QUE...?

La primera alcaldesa de la Historia de España fue la de Quatretondeta, Matilde Pérez, en 1924. Conocida como “la senyoretavella”, gestionaba sus tierras desplazándose a caballo, pues aquí no llegaban ni los carros. Promovió escuelas de adultos, grupos de teatro, clases de piano, fiestas del Árbol... Introdujo en el pueblo la electricidad en 1914 y, ya ejerciendo el cargo, impulsó la construcción de la carretera.



¿SABÍAS QUE...?

Quatretondeta es el título de un largometraje filmado en el mismo municipio en 2015 y presentado en el Festival de Málaga de 2016. Su director y guionista es el catalán Pol Rodríguez, que contó con actores de primera fila, como José Sacristán o Sergi López. Se trata de una comedia de humor negro, en la que el protagonista (Sacristán) se ve envuelto en una serie de peripecias al querer enterrar a su esposa en el pueblo.

El **herbero** es el licor tradicional por excelencia de los municipios del norte de la provincia de Alicante. Se trata de una maceración de hierbas aromáticas en una bebida alcohólica sobre una base preferentemente anisada.

INGREDIENTES: anís dulce, anís seco y hierbas aromáticas

PREPARACIÓN: la elaboración idónea del herbero es durante las lunas menguantes de mayo y junio, época en el que la mayoría de plantas están en su momento óptimo de recolección. El tiempo de maceración es variable en función de la cantidad de hierba que se pretenda macerar, pero suele variar entre uno y seis meses, siendo habitual

emplear un período de 40 días, según la cultura popular. Se aconseja utilizar recipientes de vidrio y realizar este proceso de maceración protegido de la luz. En el momento que el herbero tiene una buena cata y un buen color, se filtra y se envasa en botellas que se pueden decorar con una ramita de cualquiera de las hierbas utilizadas. La cultura popular dice que es preferible utilizar un número de especies impar (por ejemplo, un herbero de 7, 9, 11, 13, etc. plantas). También se aconseja no abusar de hierbas amargas como la manzanilla, la salvia o el romero, porque pueden hacer que adquiera un sabor demasiado fuerte.

¿SABÍAS QUE...?

En función de la zona geográfica, se pueden encontrar diferentes variaciones en cuanto al grado de azúcar que contiene. En pueblos como Beneixama, Bocairent, Ontinyent o Banyeres de Mariola se prepara un herbero más dulce (con una proporción aproximada del 50% entre anís dulce y cazalla). En cambio, en Alcoy, Benifallim, Benilloba, Cocentaina, Quatretondeta, Penáguila, etc. se prepara un herbero mucho más “seco”, con menos o nada de anís dulce. En el caso de que no se desee que tenga sabor de anís, también se puede utilizar alcohol vinícola y agua. En tal caso se prepara una mezcla de alcohol y agua hasta conseguir la graduación deseada. Después se dejan macerar las hierbas de igual forma a como se hace con el anís.



¿SABÍAS QUE...?

El origen de esta bebida se remonta al descubrimiento del proceso de destilación en la cultura musulmana. Surge por la necesidad de tener “preparados medicinales” en tiempos donde la medicina convencional todavía no se había establecido. De esta forma, el herbero se utilizaba para menguar afecciones digestivas, del aparato respiratorio y nervioso. Hoy en día se ha convertido en una bebida social que se emplea en desayunos y después de comer con fines digestivos.



No existen herberos idénticos, sino que son el fruto de la experiencia de años de práctica y de adquisición de conocimientos, que reflejan la importancia de preservar este valioso tesoro inmaterial.

Cada uno utiliza diferentes especies en función de sus propiedades medicinales y del sabor que proporcionan a la bebida. Algunas de las especies más utilizadas, entre otras muchas, son:

Camamirla (*Santolina ericoides*), Donzell (*Artemisia absinthium*), Herba-sana (*Menta spicata*), Marialluïsa (*Lippia triphylla*), Orella de llebre (*Phlomis lychnitis*), Panical (*Eryngium campestre*), Poliol (*Calamintha nepeta*), Rabet de gat (*Sideritis* sp.), Romer (*Rosmarinus officinalis*), Sàlvia (*Salvia lavandulifolia* subsp. *mariolensis*), Santònica (*Stachys heraclea*), Tarongina (*Melissa officinalis*), Te de roca (*Jasonia glutinosa*), Timó mascle (*Teucrium homotrichum*), Timó reial (*Dictamnus hispanicus*), Timonet (*Thymus vulgaris*)...



Orella de llebre
Phlomis lychnitis



Romer
Rosmarinus officinalis



Sàlvia
Salvia lavandulifolia



Santònica
Stachys heraclea

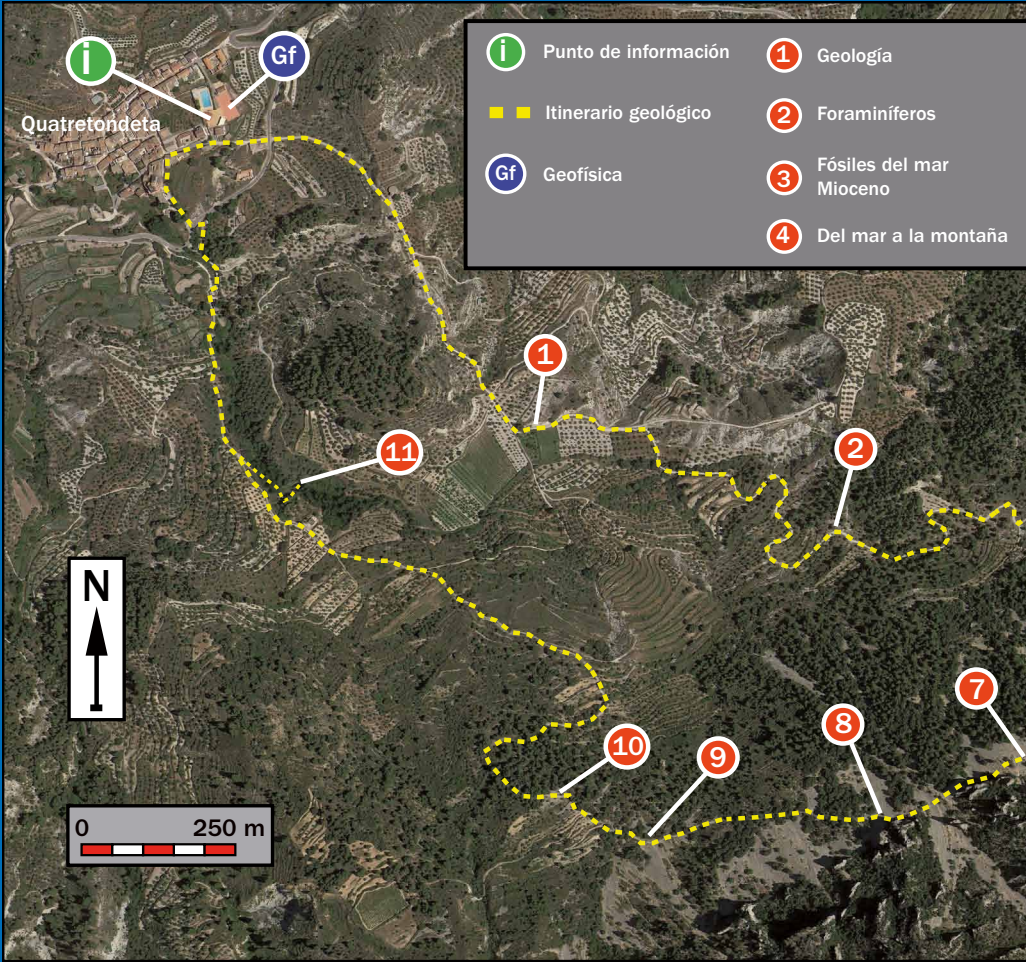


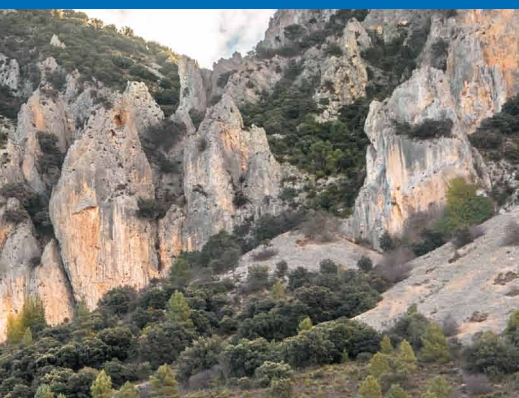
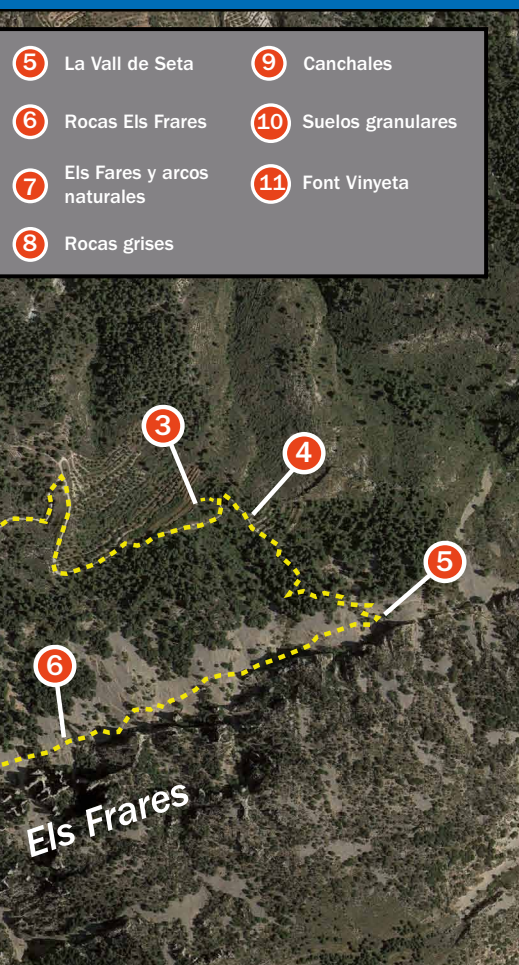
Timó mascle
Teucrium homotrichum



Timó reial
Dictamnus hispanicus

Figura 6. Fotografías de algunas de las plantas que se utilizan en la elaboración de herberos.





LUGAR DE ENCUENTRO E INFORMACIÓN

Quatretondeta, junto a la piscina (Avinguda del País Valencià).

DURACIÓN APROXIMADA

3,5 h (incluidas las explicaciones).

DESNIVEL ACUMULADO

Aproximadamente 370 m tanto de subida como de bajada.

DISTANCIA

6,5 km

ruta

Ruta circular de montaña por la ladera norte de Serrella que se inicia y finaliza en Quatretondeta. Su inicio coincide con los senderos PR-CV-23 y PR-CV-24.

NIVEL DE DIFICULTAD

Moderado-difícil. En su parte más alta transcurre por un suelo pedregoso (canchales), con algún tramo de fuerte pendiente.

NIVEL DE SEGURIDAD

Alto. Tanto al inicio como al final de la ruta hay que atravesar la carretera CV-754 por lo que hay que extremar la precaución.

Figura 7. Los pináculos de Els Frares son los protagonistas de este recorrido.

La historia geológica de Els Frares se remonta al Eoceno, hace unos 40 millones de años. Desde entonces y hasta la actualidad han ocurrido varios acontecimientos geológicos que describimos a continuación:

I. DEPÓSITO DE LOS SEDIMENTOS MARINOS

Hace unos 40 millones de años

En un mar poco profundo al sur de Iberia, el Tetis, se depositaron sedimentos con una gran cantidad de restos de organismos. Con posterioridad, por compactación y cementación se transformaron en las rocas carbonáticas que forman actualmente Els Frares.

II. COMIENZA LA COLISIÓN ENTRE DOS PLACAS TECTÓNICAS

Hace unos 23 millones de años

La aproximación continuada entre las placas Euroasiática y de Alborán, en el Mioceno Inferior y Medio, aproximadamente entre 23 y 10 millones de años, deformó intensamente las rocas que se habían depositado con anterioridad en el mar situado al sur de Iberia. Comenzó a formarse un tren de pliegues.

III. EMERGEN LOS PRIMEROS RELIEVES DEL NORTE DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

Hace unos 20 millones de años

Las primeras zonas en emerger coinciden con las crestas del tren de pliegues (antiformes). La mayoría de sierras de nuestra provincia coinciden con pliegues antiformes (Serrella, Almudaina, Alfaro o Mariola, entre otras), mientras que los pliegues sinformes suelen coincidir con zonas topográficamente más bajas, como el valle de Seta. Estas zonas tardaron más en emerger. Durante esos millones de años (entre unos 18 y 10 aproximadamente) se depositaron en esos surcos más bajos las margas del Tap.

IV. SE “CONTINENTALIZA” TODO EL NORTE DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

Entre 10 y 7 millones de años

El norte de la provincia de Alicante se eleva por encima del nivel del mar y queda desconectado del mar Mediterráneo y del océano Atlántico. En el sector central de la cuenca de Alcoy se forma un gran lago. Los ríos de las montañas llegan a este lago sin salida al mar, formando una cuenca cerrada o endorreica.

V. DOMINA LA EROSIÓN EN EL VALLE DE SETA, SE FORMAN LOS CANCHALES Y ELS FRARES

Durante el Cuaternario

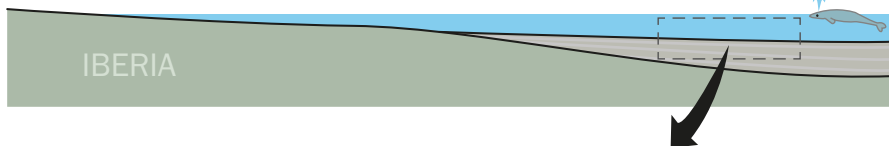
El agua de la cuenca de Alcoy encuentra su salida al mar por el desfiladero entre l'Orxa y Villalonga. Se forma la cuenca hidrográfica del río Serpis. Afluentes como el río Seta erosionan los materiales (mayoritariamente margas del Tap) formando en algunos lugares un paisaje acarcavado. En los momentos más fríos del Cuaternario domina la formación de canchales, y las calizas del Eoceno se erosionan progresivamente hasta formar Els Frares.

La historia continúa...

Eoceno (hace unos 40 Ma): Mar de Tetis, formación de las rocas de Els Frares

NW

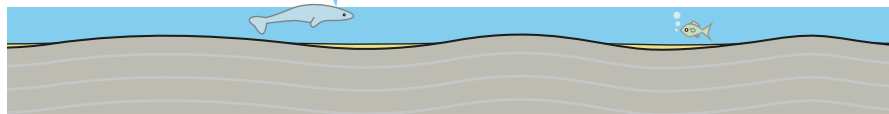
SE



Mioceno inferior (hace unos 23 Ma): inicio del plegamiento de los fondos marinos.

NW

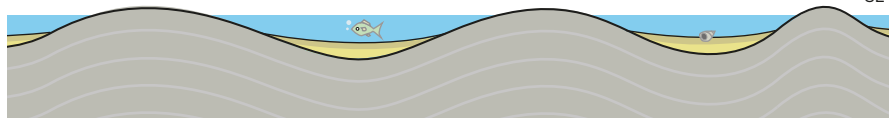
SE



Mioceno inferior (hace unos 20 Ma): emersión de los primeros relieves. Islas separadas por corredores marinos.

NW

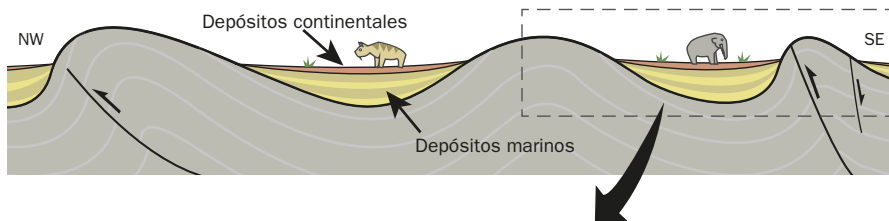
SE



Mioceno superior (hace unos 11 Ma): continentalización total de los relieves (valles y sierras)

NW

SE



Cuaternario (2.6 Ma - Actualidad): formación de Els Frares y encajamiento de los valles

NW

SE

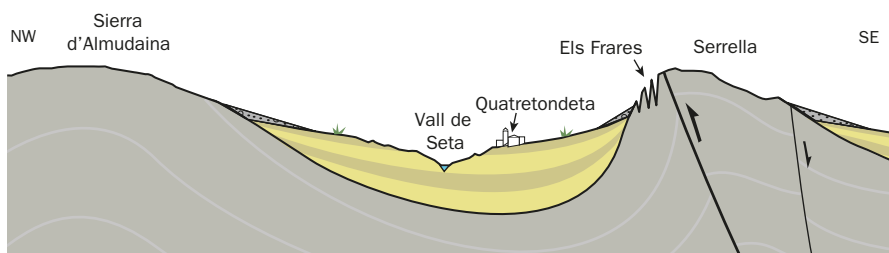


Figura 8. Historia geológica de Els Frares.

La sierra de Serrella tiene una morfología arqueada muy característica. Su relieve está condicionado por un pliegue anticlinal con numerosas fracturas. En el sector de Els Frares, las capas de calizas están muy verticalizadas, mientras que las del Mioceno disminuyen progresivamente de buzamiento. Se trata de una discordancia progresiva que nos indica que las rocas se plegaron durante el Mioceno.

Se recomienda ver la figura 50 del Geolodía de Crevillent (2018) para comprender cómo se forman estos abanicos de capas ■

¿SABÍAS QUE ...?

La denominación tan singular de **Tap** (su significado en valenciano es tapón) se debe a que estos materiales, ampliamente desarrollados en el norte de la provincia de Alicante y sur de Valencia, tienen un comportamiento muy poco permeable. Suelen actuar como barreras hidráulicas, constituyendo el impermeable de un gran número de acuíferos. En la comarca de la Vall de Seta, donde son muy abundantes, sus habitantes distinguen entre “tape-rals” (*Tap blau*) y “blanquinals” (*Tap blanc*), que es tan claro que según Cavanilles deslumbraba.

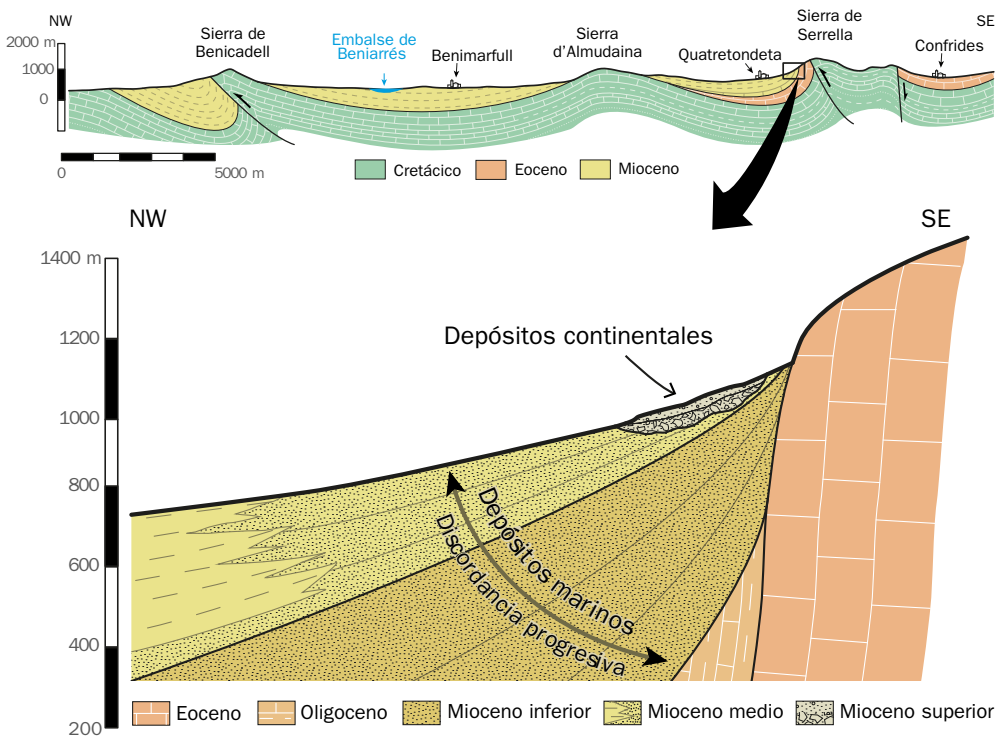


Figura 9. Corte geológico esquemático de la sierra de Serrella en el paraje de Barranco Fondo, entre la Font de l'Espinal y la Font Roja. Sobre las margas y areniscas marinas del Mioceno Medio (Tap) se reconocen en discordancia unos materiales de tonos rojizos, que evidencian el cambio a sedimentación continental.

¿Por qué termina bruscamente la sierra de Serrella en Benasau?

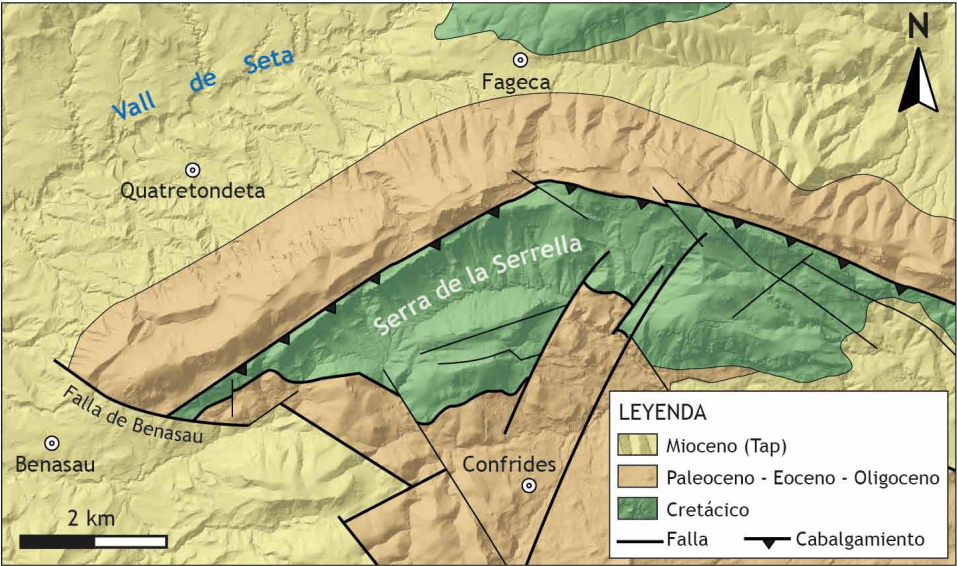


Figura 10. Mapa geológico de Serrella y del valle de Seta. Los relieves de Serrella están constituidos principalmente por rocas del Cretácico y Eoceno, mientras que en el valle dominan las margas del Mioceno (Tap).



Figura 11. Panorámica del extremo occidental de Serrella, con el pueblo de Benasau en primer término. El relieve de Serrella termina bruscamente debido a la falla de Benasau. Esta fractura ha hundido las rocas de Serrella bajo esta población.

PARADA 2 MICROFÓSILES DEL MAR MIOCENO

El valle de Seta se desarrolla en rocas sedimentarias arcillosas y carbonatadas “blandas” de tonos claros que se conocen como margas del “Tap”.

Estas margas están constituidas por una mezcla de arcilla y de carbonato cálcico. Se depositaron en el mar que había al sur de Iberia, cuando se estaban formando las montañas de la provincia de Alicante. Algunas lo hicieron en un mar todavía abierto, pero otras muchas

se depositaron en mares estrechos, cuando la paleogeografía de nuestra provincia estaba caracterizada por pequeñas islas (nuestras futuras sierras) separadas por estrechos brazos de mar.

En este mar vivieron foraminíferos, unos organismos microscópicos provistos de un caparazón casi siempre calcáreo cuyo tamaño suele ser inferior a 1 milímetro. Hay dos grupos de foraminíferos: planctónicos y bentónicos. Los

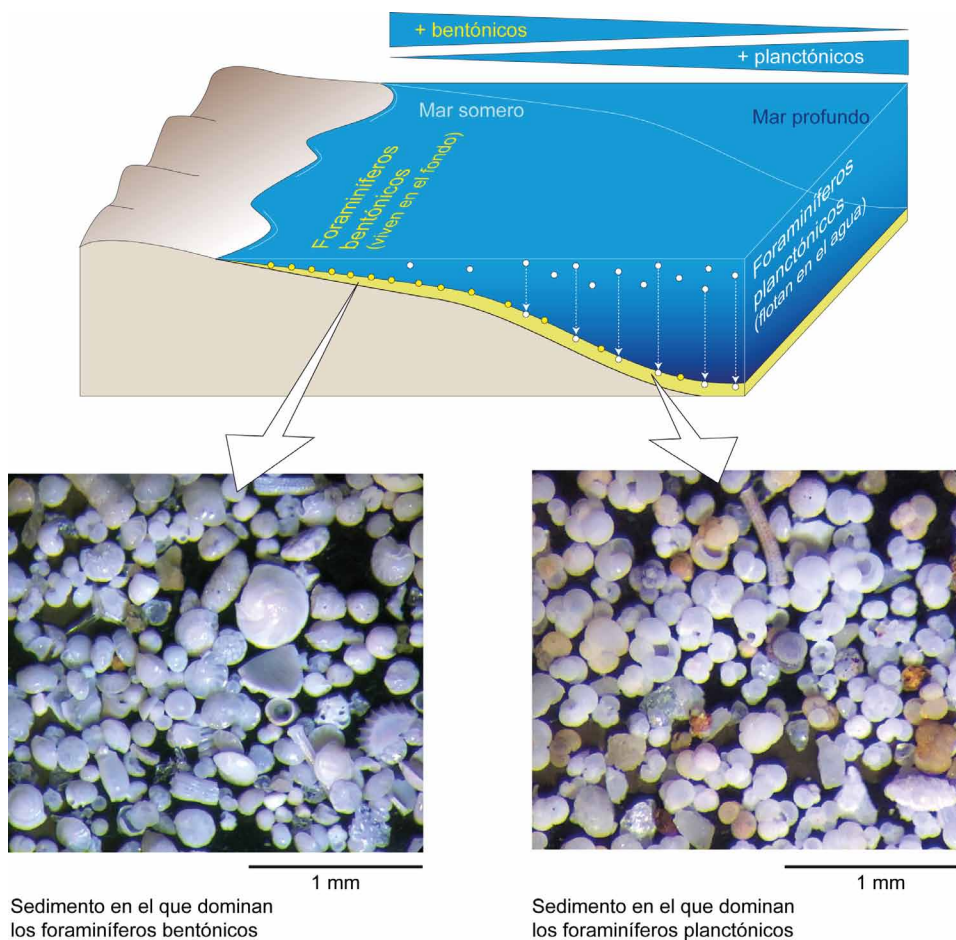


Figura 12. Esquema simplificado que muestra la distribución de foraminíferos bentónicos y planctónicos en una cuenca marina.

planctónicos flotan en el seno de la columna de agua, principalmente cerca de la superficie, y los **bentónicos** habitan en el fondo del mar, bien sobre el sedimento, bien en el interior del mismo. Tanto unos como otros al morir se acumulan en el lecho marino y se transforman en los microfósiles contenidos en las rocas sedimentarias. Los foraminíferos planctónicos son muy útiles para saber la edad de las rocas sedimentarias, ya que se conoce la evolución de las diferentes especies a lo largo del tiempo geo-

lógico. Gracias a estos organismos los paleontólogos han datado las rocas del *Tap* como Mioceno Medio (entre 16 y 12 millones de años aproximadamente).

Los foraminíferos **bentónicos** ofrecen una valiosa información paleoambiental, especialmente sobre la profundidad o batimetría del fondo marino donde vivieron. Son muy abundantes en fondos someros y su contenido disminuye a medida que nos alejamos de la línea de costa y aumenta la profundidad del mar ■

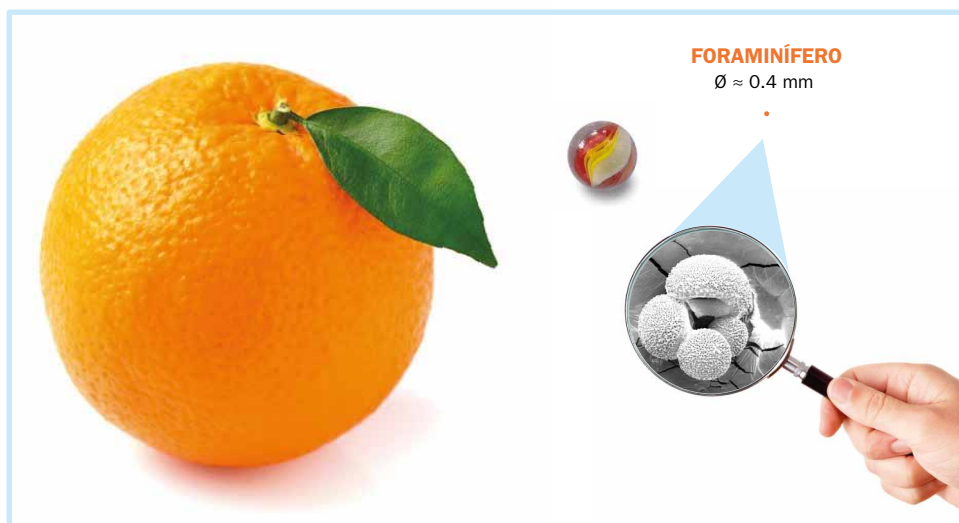


Figura 13. Comparación a escala del tamaño de un foraminífero con una canica y una naranja. Tienen un tamaño medio de entre 0.3 y 0.5 milímetros.

¿SABÍAS QUE ...?

Los foraminíferos tienen un diámetro de unas pocas décimas de milímetro. Se estudian con lupa binocular. Algunos más “grandes” (hasta varios centímetros) se analizan con el microscopio, a partir de láminas delgadas de roca.

¿SABÍAS QUE ...?

La cantidad de foraminíferos en los sedimentos marinos es muy variable, pero en general suele ser extraordinaria. Te sorprenderá saber que en un volumen de muestra equivalente al de una canica puede haber unos pocos miles de estos microfósiles, y unos cuantos millones en un volumen de sedimento equivalente al de una naranja. Algunos sedimentos llegan a estar constituidos casi exclusivamente por estos microfósiles, en los que puede haber ¡más de 10.000 ejemplares en un gramo de muestra!

Los organismos cuando mueren se incorporan a los sedimentos, y se pueden fosilizar en las rocas sedimentarias a través de un conjunto de procesos complejos. Estos fósiles nos proporcionan la edad de estas rocas y la información necesaria para interpretar una “instantánea” del hábitat y las condiciones del medio en el que esos organismos vivieron en el pasado.

Los especialistas tienen que tener precaución porque en ocasiones se producen varios procesos que desplazan los restos acumulados de su hábitat original y los depositan en un entorno diferente al que habitaban. Cuando esto sucede, la asociación resultante recibe el nombre de restos **resedimentados** (Fig. 14). Incluso una vez enterrados e incorporados en las rocas sedimentarias, los fósiles pueden ser exhumados y millones de años después pueden ser removilizados de nuevo, y depositados en sedimentos más jóvenes mezclándose con fósiles de diferente edad y/o medios de depósito. En este caso se forma una asociación de fósiles **reelaborados**.

Para esclarecer las condiciones que han derivado en el estado en que los fósiles son finalmente encontrados, el paleontólogo debe recurrir a un análisis forense de la asociación registrada. Los criterios para inferir procesos de resedimentación o reelaboración a través de la autopsia de la asociación de fósiles son múltiples: presencia de partes desarticuladas, acumulaciones selectivas de tamaños o formas, orientaciones preferentes de restos,

indicios de abrasión, erosión o disolución, diferencias en la estructura y composición entre el relleno del fósil y el material que lo engloba, existencia de rellenos distintos formando el molde interno de los fósiles, presencia de bioerosión o de organismos colonizadores en el interior de los restos, entre otros. El estudio de todos estos factores proporciona una notable información sobre los procesos que han sufrido los fósiles antes de su enterramiento definitivo.

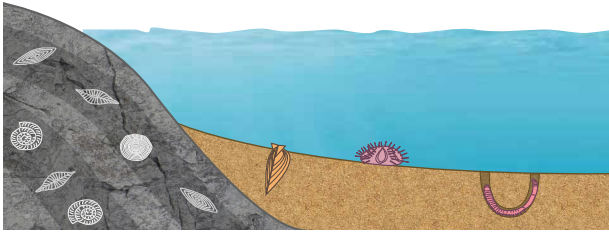
¿SABÍAS QUE ...?

Un ejemplo muy llamativo de fósiles reelaborados lo tenemos en unos depósitos del Paleógeno de China. En ellos, se han encontrado fragmentos de huevos y restos de cáscara de huevos de dinosaurios en sedimentos del Paleoceno, es decir, ¡posteriores a la extinción del K/Pg! Estos fósiles no provienen de dinosaurios que sobrevivieron a la extinción, sino que se encuentran en estos sedimentos más recientes a la erosión de materiales del Cretácico, que fueron transportados y depositados posteriormente por corrientes fluviales.

¿SABÍAS QUE ...?

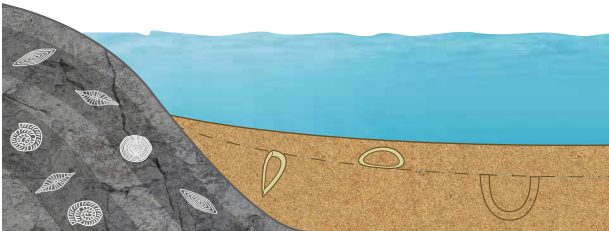
Los foraminíferos resultan muy interesantes para establecer paleotemperaturas en las aguas oceánicas, ya que la relación de los isótopos de oxígeno ^{16}O y ^{18}O de la calcita (CaCO_3) que constituye el caparazón de los foraminíferos depende de la temperatura del agua. Esta información, junto a la obtenida en las masas de hielo, han permitido detectar unos 100 episodios alternativos de frío-calor durante el Cuaternario, durante los últimos 2,6 millones de años.

1



Los organismos marinos mueren. Desaparecen las partes blandas y los huesos se rellenan con el sedimento del fondo.

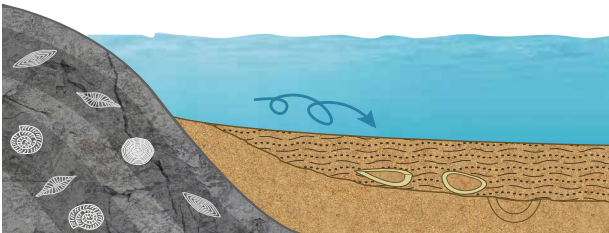
2



FÓSILES RESEDIMENTADOS

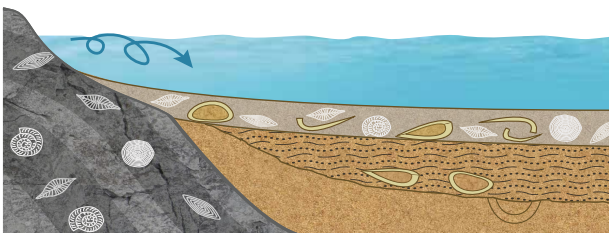
Se erosionan sedimentos y vuelven a depositarse durante la misma edad. Los fósiles también vuelven a sedimentarse (**resedimentados**) en nuevas capas de la misma edad.

3



Capas de la misma edad

4



FÓSILES REELABORADOS

Se erosionan rocas más antiguas (capas de colores grises). En la última capa aparecen mezclados fósiles antiguos (**reelaborados**) con otros más recientes.

Figura 14. Esquema simplificado que muestra la diferencia entre fósiles resedimentados y reelaborados.

En las areniscas bioclásticas y margocalizas del Oligoceno-Mioceno que encontramos junto a la Font del Espinal, se han identificado procesos de resedimentación y de reelaboración a través del análisis de la asociación de microfósiles. Cuando se observan estas rocas al microscopio se reconocen foraminíferos bentónicos de gran tamaño (discocyclinas, nummulites, miliólidos, etc.), típicos habitantes de plataformas someras en ambientes litorales y sublito-

rales, junto a foraminíferos planctónicos de zonas más profundas, que necesitaban mayor columna de agua para su desarrollo. Esta mezcla de organismos de distintos hábitats, junto al estado de conservación de dichos restos nos revelan una resedimentación y reelaboración debida a la acción de corrientes marinas, que transportaron los organismos de medios más energéticos y someros a zonas más profundas, sometidos a menor acción hidrodinámica ■

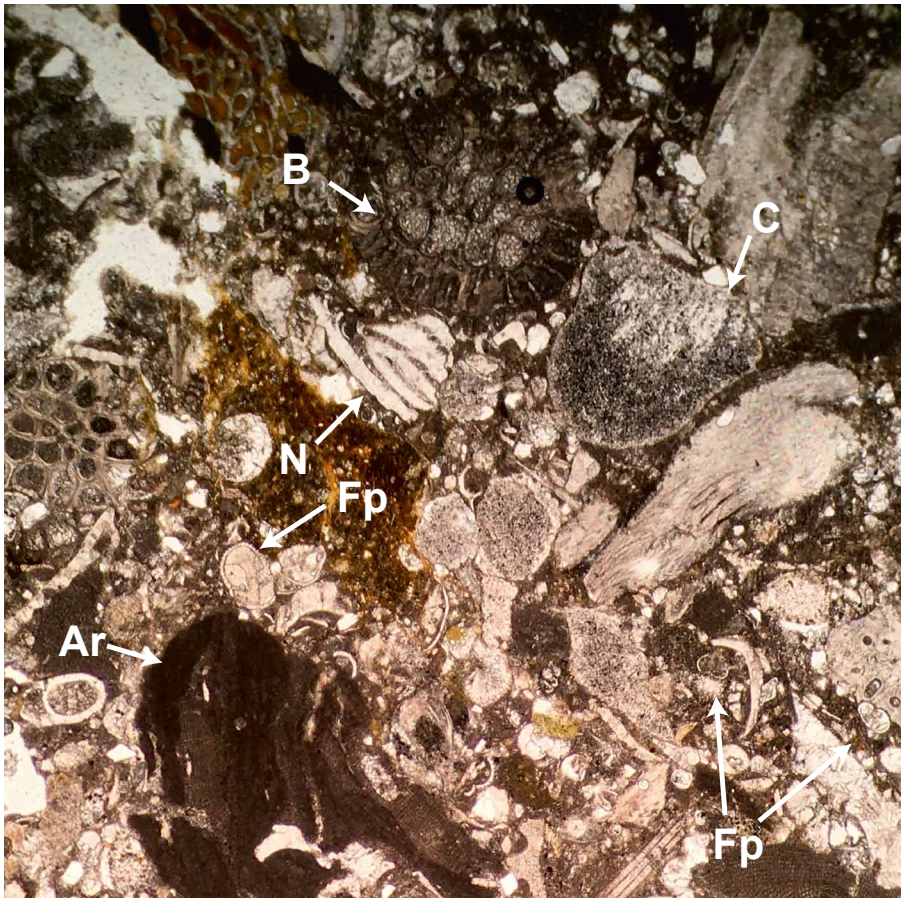


Figura 15. Imagen al microscopio de rocas del Oligoceno-Mioceno con fósiles resedimentados y reelaborados. **B:** briozoos, **C:** crinoides, **N:** nummulites, **Ar:** algas rojas, **FP:** foraminíferos planctónicos.

Tal y como se ha descrito en la parada 1, las montañas de la provincia de Alicante están constituidas por rocas sedimentarias marinas que emergieron por la colisión entre dos placas tectónicas. Pero... *¿cuándo se elevaron por encima del mar? ¿cuándo se crearon las primeras montañas alicantinas?*

En el Mioceno Inferior, hace unos 23 millones de años comenzaron a plegarse los fondos marinos. En torno a hace 20 millones de años emergieron los primeros relieves. Y lo hizo de forma desigual, emergiendo primero los sectores en los

que había pliegues anticlinales (crestas). En esos momentos, la paleogeografía de la provincia de Alicante estaba caracterizada por pequeñas islas separadas por estrechos brazos de mar que conectaban el océano Atlántico con el mar Mediterráneo. En el entorno de Quatretondeta los relieves de Serrella, Almudaina y Alfaro fueron los primeros en emerger, y la zona más baja del valle del río Seta la última en la que el mar se retiró. Hace aproximadamente unos 8 millones de años, casi toda la mitad norte de la provincia de Alicante había emergido ■

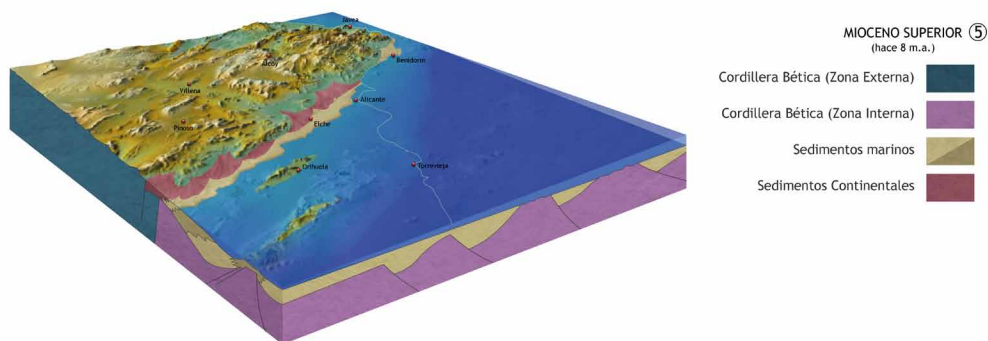


Figura 16. Reconstrucción del sur de la provincia de Alicante hace aproximadamente 8 millones de años. El norte de la provincia ya había emergido, mientras que el sur todavía se encontraba en su mayor parte bajo el mar mioceno. Cortesía de Javier Palacios.

¿SABÍAS QUE ...?

La retirada del mar en la cuenca de Alcoy: la formación del lago

La colisión entre placas tectónicas es un proceso que dura varios millones de años. Esta situación prolongada en el tiempo hizo que el territorio de la cuenca de Alcoy (incluye el valle de Seta) continuara elevándose, al igual que el conjunto de la Cordillera Bética. Hubo un momento, a finales del Mioceno Superior (entre 10 y 7 millones de años), en el que la cuenca se elevó tanto que se situó por encima del nivel del mar y quedó desconectada del Mediterráneo y del Atlántico. En ese momento, la cuenca de Alcoy quedó aislada y rodeada por montañas con un relieve muy parecido al actual. La cuenca se convirtió en endorreica, es decir, en un territorio emergido en el que los ríos no tenían salida hacia el mar, sino que desembocaban en un gran lago situado en el centro de la actual cuenca de Alcoy. Los restos de aquel lago se reconocen en los sedimentos lacustres que hay en los alrededores de la ciudad de Alcoy, y en varios yacimientos paleontológicos entre los que destacan los del barranc del Gormaget (ver Geología de 2015 en Alcoy).

La última etapa de la historia geológica de la cuenca de Alcoy comenzó a finales del Plioceno o principios del Pleistoceno. No se han realizado todavía trabajos de investigación detallados que permitan conocer el momento preciso en el que ocurrió este cambio tan significativo en el paisaje de la comarca.

El río Serpis, con un trazado inicial más corto, fue aumentando su longitud hacia su cabecera hasta que alcanzó la cuenca de Alcoy en el sector del desfiladero que hay entre Villalonga y l'Orxa. Este proceso, que se conoce como *captura fluvial*, hizo que la cuenca del río Seta pasara a tener una salida al mar. Es decir, la cuenca del río Seta dejó de ser *endorreica* y se transformó en

exorreica. En esos momentos desapareció el lago que se había formado en Alcoy durante el Plioceno, y se amplió así la cuenca hidrográfica del río Serpis, siendo el río Seta uno de sus afluentes. Desde ese momento comenzó a dominar la erosión y el drenaje en lugar de la sedimentación, quedando ésta reducida a pequeños abanicos aluviales y terrazas fluviales.

En el sector del valle de Seta, la alta erosionabilidad de los materiales que constituyen el relleno sedimentario (margas del Tap), ha facilitado el fuerte encajamiento de la red fluvial actual, con profundos barrancos y un paisaje de cárcavas de gran belleza paisajística, que contrasta con el imponente relieve montañoso de Serrella ■

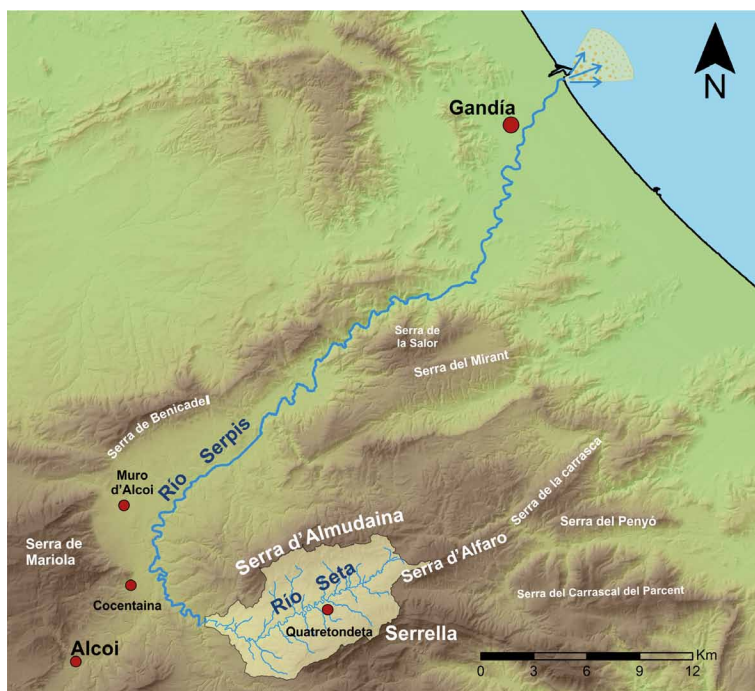


Figura 17. Cuenca hidrográfica del río Seta (sombreado en amarillo). Los sedimentos erosionados por el río Seta (mayoritariamente margas del Tap, pero también rocas de los relieves de Almudaina, Serrella y Alfaro) son transportados hasta el río Serpis. Algunos llegan a formar parte de terrazas fluviales pero una buena parte se redepositan en el mar Mediterráneo, especialmente en los momentos de crecida.

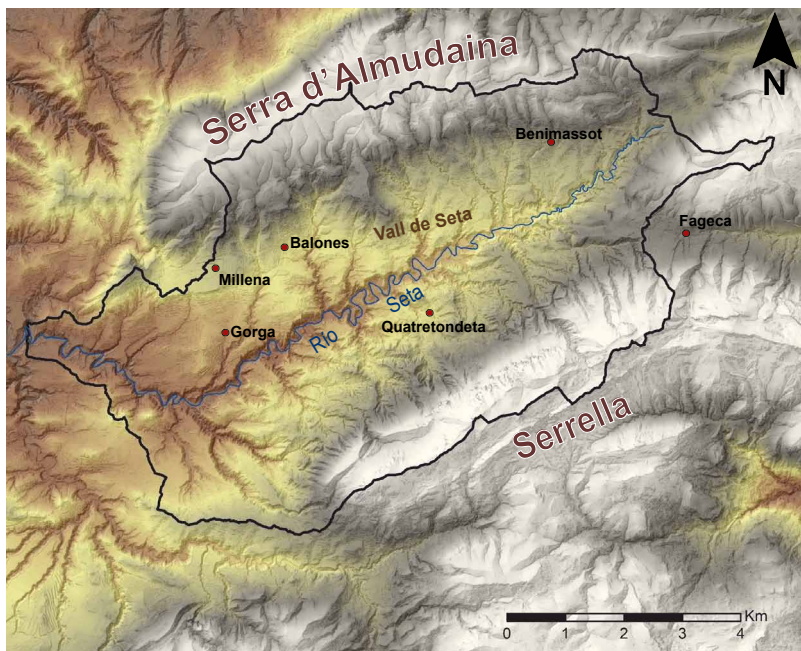


Figura 18. Detalle de la cuenca hidrográfica del río Seta. La alta erosionabilidad de las margas del Tap facilita el encajamiento del río Seta y sus pequeños afluentes, formando un paisaje acarcavado.

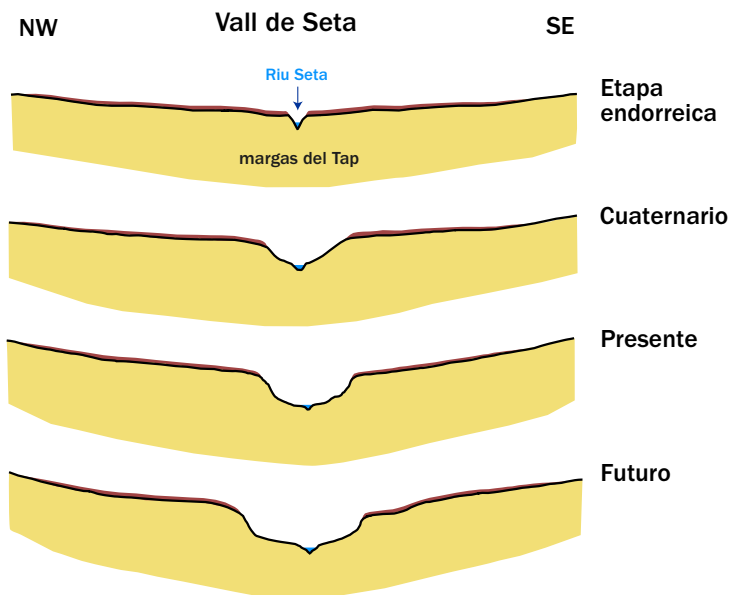


Figura 19. Evolución del encajamiento del valle del río Seta. Este proceso continuará en el futuro formando un valle más ancho y profundo.

Hace aproximadamente 40 millones de años, en un mar muy poco profundo situado al sur de Iberia se depositaron lodos o fangos calcáreos que contenían numerosos fragmentos de foraminíferos, equinodermos, moluscos y algas rojas, entre otros organismos. Estos sedimentos, con el paso del tiempo, se transformaron en las rocas que actualmente forman Els Frares, debido a la acción conjunta de los procesos de compactación y cementación (ver páginas 37 y 38 del cuaderno del Geolodía de 2021 en Calp).

Las rocas de Els Frares son calizas bioclásticas, generalmente de grano grueso. Es decir, están constituidas mayoritariamente por fragmentos (*clastos*) de organismos (*bio*). También contienen *intraclastos* (fragmentos de sedimentos carbonatados que fueron depositados en la cuenca y posteriormente removilizados dando origen a granos sedimentarios nuevos). Entre los granos hay presencia de grandes cristales de cemento, y también se reconoce una elevada “micritización” de algunos granos. Un especialista clasificaría estas

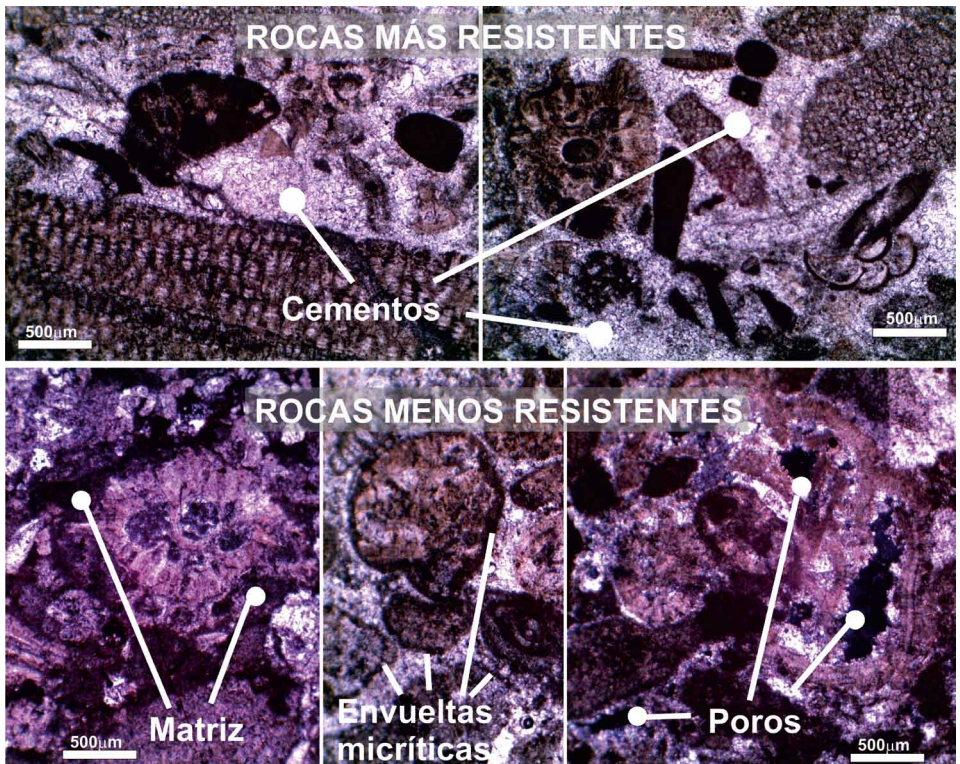


Figura 20. Imágenes al microscopio de las rocas que forman Els Frares. Las fotografías superiores corresponden a las capas que forman las crestas y los pináculos de Els Frares (más resistentes), mientras que las fotografías inferiores son de las capas menos resistentes. En estas últimas fotografías se observan una mayor cantidad de poros, abundancia de matriz y envueltas micríticas.

calizas como bioesparitas o biesparruditas (*grainstones* o *rudstones* bioclásticos).

Para comprender cómo se han formado Els Frares tenemos que tener en cuenta que en Serrella existe una alternancia de rocas carbonáticas más y menos resistentes (Figs. 21 y 23). Son varios los factores que influyen en que estas rocas, aparentemente muy parecidas, se erosionen a diferente ritmo. Las rocas que más se han erosionado o

disuelto son las que tienen mayor porosidad y menor grado de cementación. También las hace menos resistentes el que tengan un mayor contenido de matriz (micrita), tanto la que se formó originalmente en el mar eoceno, como la que se formó con posterioridad por diagénesis con la participación activa de microbios (*diagénesis*: transformación de un sedimento a roca) ■

Capas más resistentes: más cemento

Capas menos resistentes: más poros, más matriz, más envueltas micríticas

Alternancia de capas más (+) y menos (-) resistentes

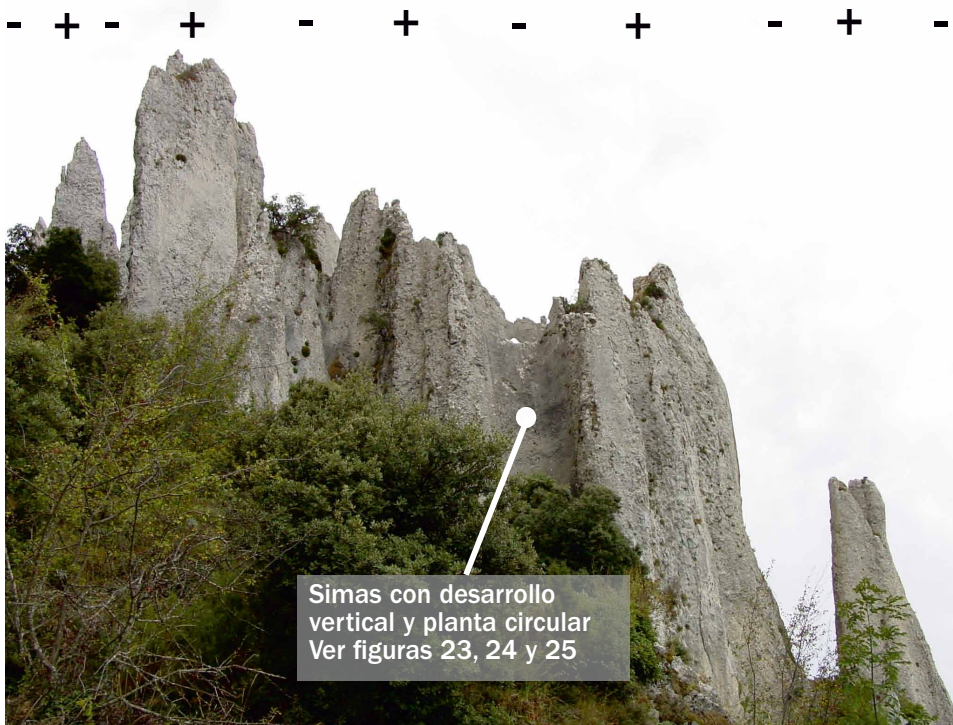


Figura 21. Panorámica de Els Frares en la que se reconoce una alternancia de calizas más y menos resistentes a la erosión.

Los imponentes pináculos rocosos de Els Frares se han formado durante el Cuaternario debido a procesos de meteorización (alteración de la roca) y erosión. Para comprender su formación tenemos que tener en cuenta que:

- Se han desarrollado sobre calizas del Eoceno que se meteorizan y disuelven por la acción del agua (karstificación).
- Se han formado en el flanco norte del pliegue anticlinal de Serrella donde los estratos o capas de calizas están verticales o muy inclinados hacia el norte.
- Las calizas presentan fracturas que son zonas preferentes para la meteorización y erosión.
- En el sector donde se han formado Els Frares se observa una alternancia de calizas más y menos resistentes a la erosión.



Figura 22. Panorámica de Els Frares, merecedores de la figura de Monumento Natural de la Generalitat Valenciana.

Este último elemento es esencial para comprender la formación de Els Frares. La alternancia de capas más y menos resistentes ha favorecido la meteorización y erosión de estas últimas. El resultado es una alternancia de crestas (capas más resistentes) y de entrantes (capas menos resistentes). La meteorización de las calizas menos resistentes se desarrolla preferentemente en la vertical. En una primera etapa se forman unas pequeñas depresiones con una morfología circular en planta (como un cuenco).

Cuando alcanzan las capas más resistentes progresan lateralmente adquiriendo morfologías alargadas (Fig. 23), que en ocasiones conectan con las zonas vecinas. El resultado es que las capas menos resistentes van profundizándose, dejando entre ellas espectaculares crestas (capas más resistentes). Estas crestas a su vez son erosionadas preferentemente donde tienen más fracturas, de manera que quedan restos de roca aislados dando forma a los espectaculares pináculos de Els Frares.

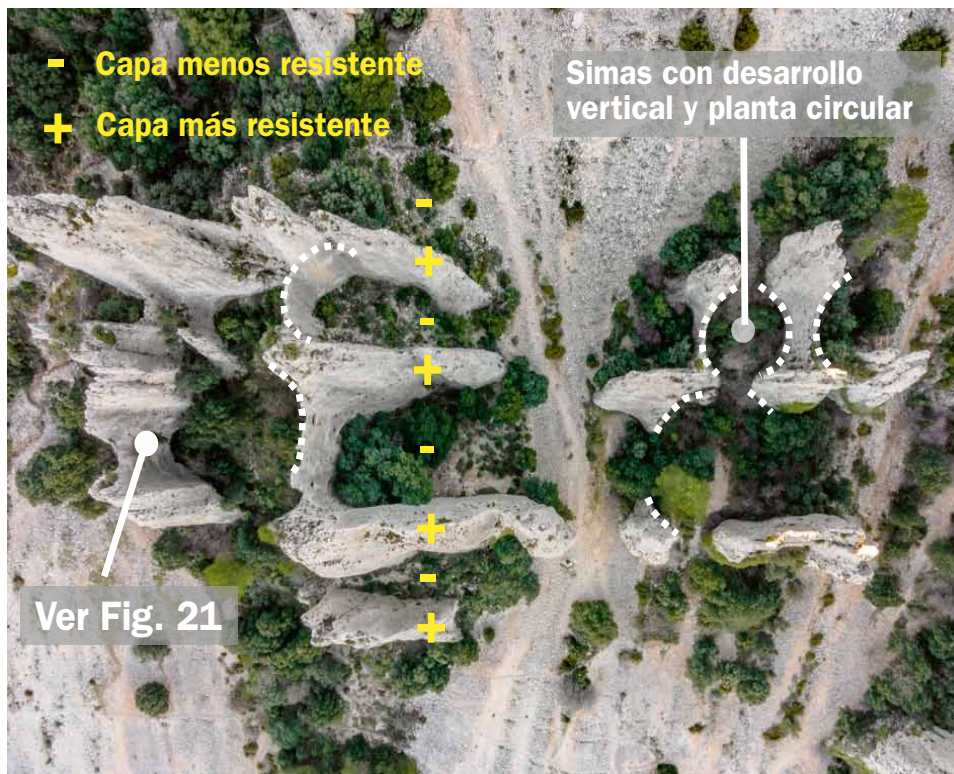
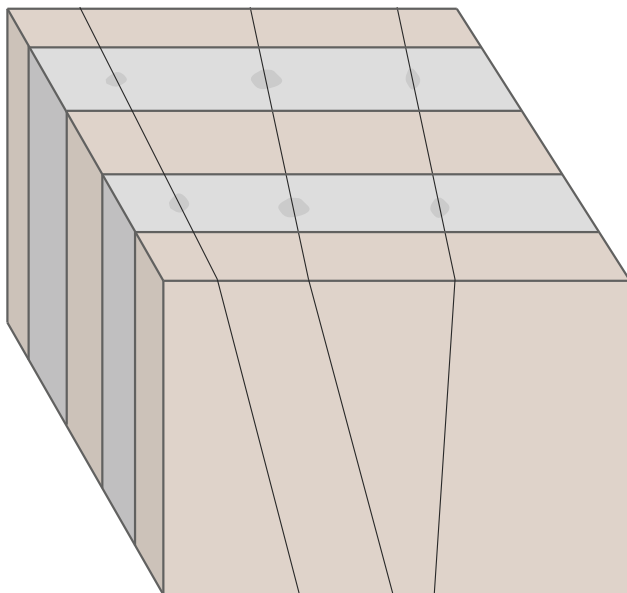


Figura 23. Panorámica de dron (vista cenital) de Els Frares. Se reconoce la alternancia de capas más y menos resistentes. En las capas menos resistentes se han desarrollado simas con una morfología cilíndrica en profundidad (y circular en planta). Estos elementos, que son resultado de la karstificación de las rocas calizas, se han dibujado en la fotografía.

1



2

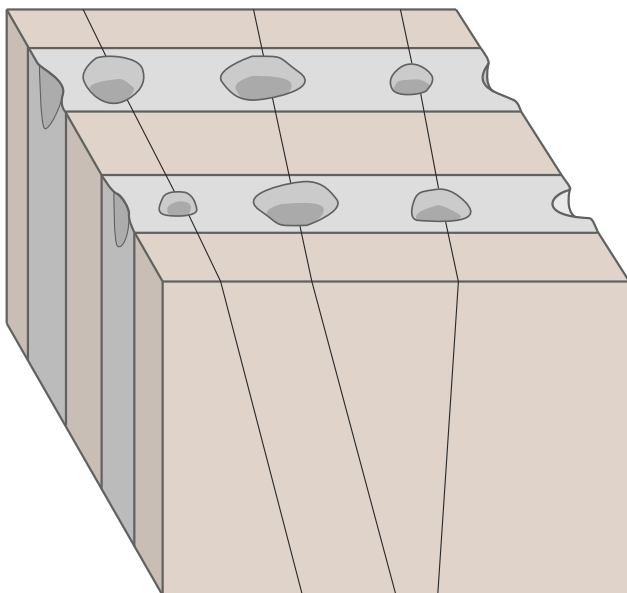
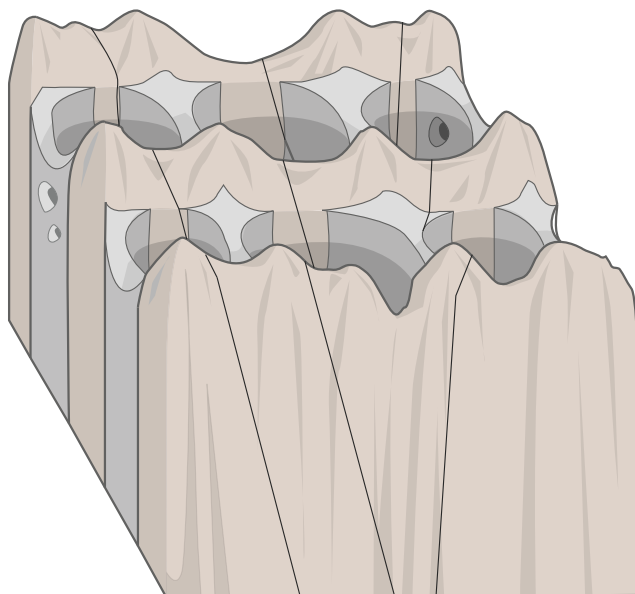


Figura 24. Esquema evolutivo y simplificado de la formación de Els Frares. Se ha dibujado una alternancia de calizas más y menos resistentes, con simas que progresan en las capas más débiles.

3



4

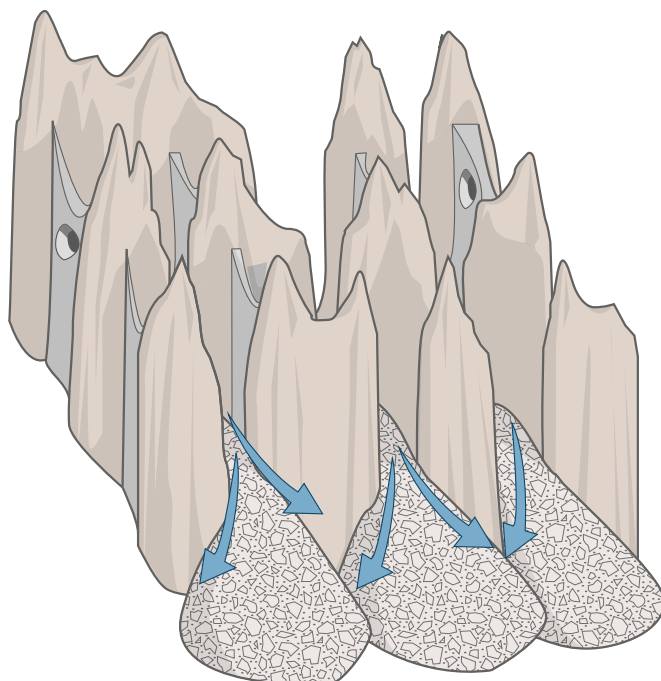


Figura 24 (continuación). La meteorización es también más intensa en las zonas de fractura. El resultado es el imponente paisaje de pináculos rocosos.



Figura 25. Detalle de una de las simas que se desarrollan en las capas menos resistentes, con una morfología cilíndrica de varios metros de profundidad.

Esta erosión diferencial permite explicar también la formación de los abrigos y los arcos naturales. Las montañas alicantinas están salpicadas de numerosos abrigos en la roca y de arcos, y Serrella no es una excepción. Las oquedades de los abrigos se inician en un pequeño entrante en una pared más o menos verticalizada. En estos huecos se acumula la humedad, lo que favorece que la alteración de la roca sea más intensa. Estas oquedades crecen progresivamente en tamaño y se hacen cada vez más profundas. Suelen tener una morfología circular, pero cuando alcanzan zonas más resistentes progresan lateralmente adquiriendo morfologías alargadas (Fig. 26). En ocasiones, este proceso se ve acelerado por procesos de disolución, cuando la roca tiene una composición carbonática, como es el caso de Serrella.

A veces, la configuración del relieve forma paredes, muros o estrechos salientes rocosos, de manera que los abrigos progresan desde los dos lados. Si llegan a conectar forman arcos naturales de gran espectacularidad paisajística. Cuando se forma un arco, el peso de la roca superior se reparte de forma que crea esfuerzos locales que aumentan la resistencia de la roca, permitiendo que estos arcos perduren durante mucho tiempo. El proceso de meteorización se ralentiza, pero no se detiene hasta que finalmente se produce el colapso de la estructura ■

¿SABÍAS QUE ...?

En las proximidades de Castell de Castellis se encuentra un doble arco natural, el de mayor tamaño de la provincia de Alicante, de gran espectacularidad paisajística. En Serrella destaca el Forat d'Àfrica, y en la vecina Penàguila el Forat de Santa Llúcia.

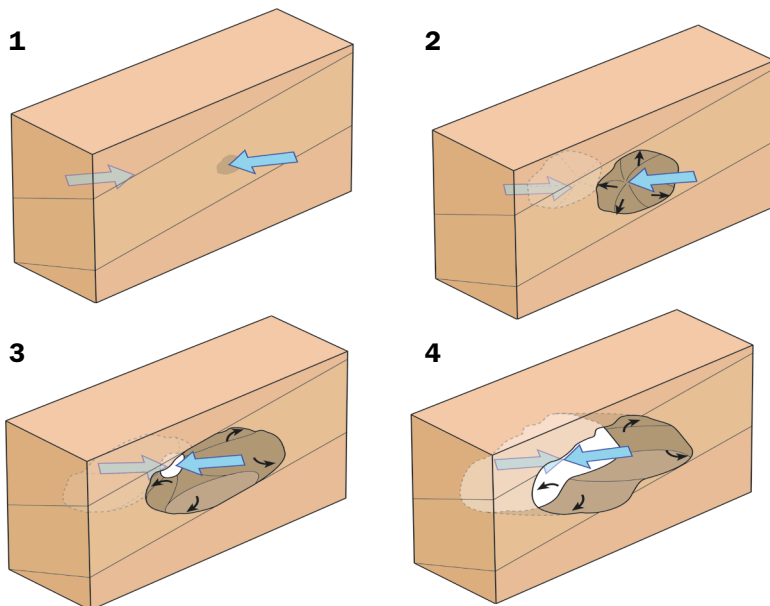


Figura 26. Esquema evolutivo de la formación de un arco natural, como el de Santa LLúcia en Penáguila. El ejemplo es válido para explicar la formación de otros arcos naturales en la provincia y también en la Serrella.

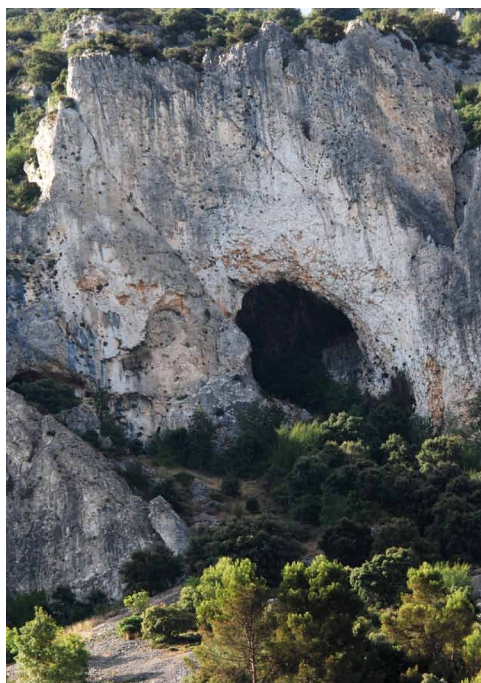


Figura 27. Fotografías de abrigos y arcos naturales en el paraje del Pla de la Casa (izquierda) y Els Frares (derecha).

¿Por qué se vuelven grises las calizas?

Cuando los clastos de los canchales están rotos se observa en su interior el color blanquecino de las calizas, cubierto por una fina pátina de color grisáceo. Este color gris es el que domina en el paisaje, tanto en los escarpes de Serrella como en los taludes de los canchales.

El cambio de color de las calizas es el resultado de la alteración de la roca caliza a partir de varios procesos complejos y, a la vez, muy interesantes:

- La **biocolonización** de la roca forma un recubrimiento o pátina de carácter orgánico.
- Las **impurezas** ayudan a formar una costra inorgánica.
- El aumento progresivo de la **rugosidad** superficial por la alteración de la roca.

La acción conjunta de estos tres procesos contribuye a transformar el color (croma) original de la roca, formando una fina pátina grisácea ■

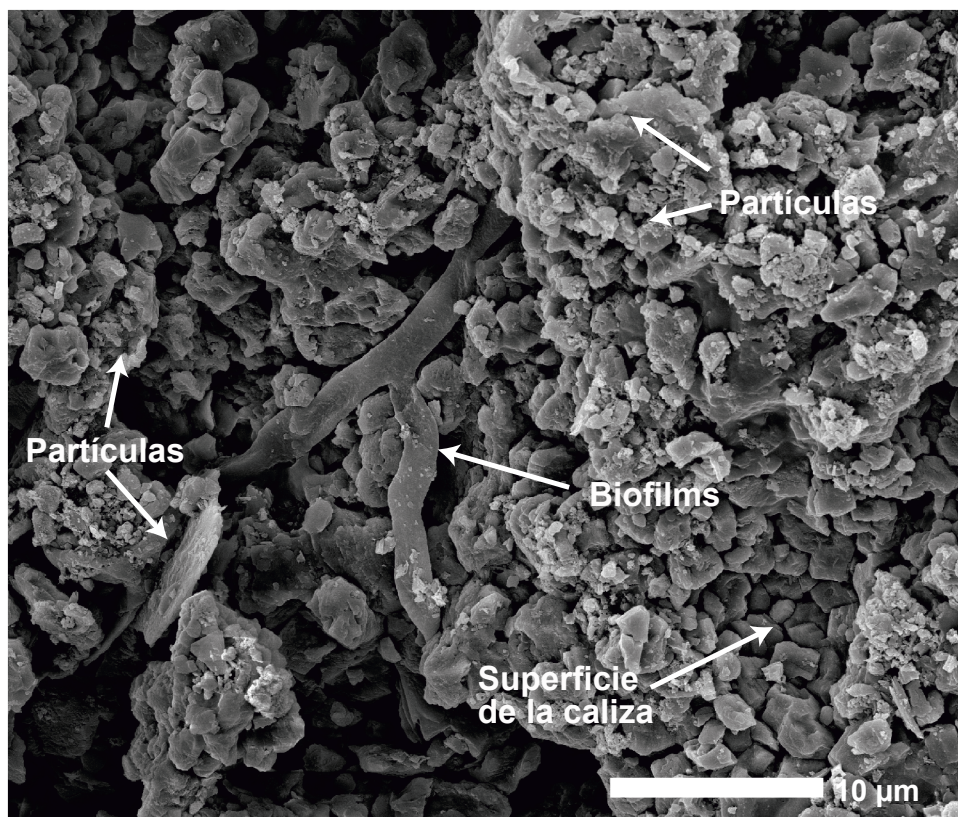
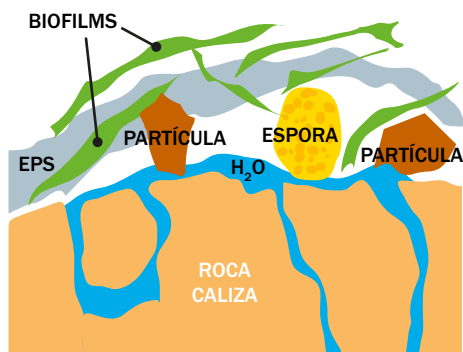
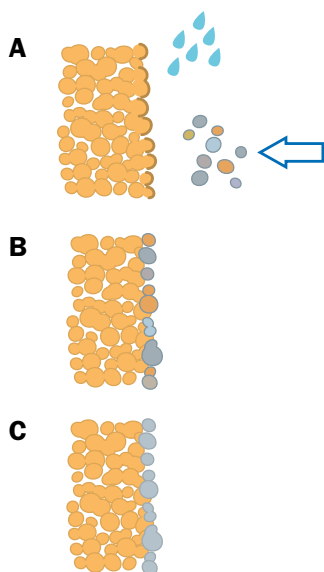


Figura 28. Imagen de microscopio electrónico de la superficie de la caliza de Els Frares donde se observa su alta rugosidad producida por el crecimiento de biofilms (biocolonización), la disolución de la caliza y la incrustación de partículas arrastradas por el viento (costra superficial).



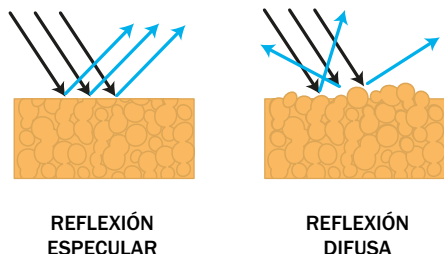
BIOCOLONIZACIÓN

El desarrollo inicial de líquenes, algas, biofilms, etc., sobre la superficie de la roca forma pátinas y sustancias poliméricas extracelulares (EPS en inglés). El desarrollo del recubrimiento orgánico sobre la superficie de la roca le confiere una tonalidad oscura (ennegrecimiento).



FORMACIÓN DE UNA PÁTINA O COSTRA SUPERFICIAL

- A.** Lluvia (ligeramente ácida) disuelve la caliza
- B.** Partículas arrastradas por el viento (impurezas) quedan adheridas en la superficie húmeda
- C.** El agua de la superficie de la roca se evapora, precipita de nuevo la calcita, y deja incrustadas las partículas arrastradas por el viento



AUMENTO DE LA RUGOSIDAD

Las superficies pulidas resaltan el color (valor cromático) de la roca. A medida que aumenta la rugosidad en su superficie, el color de la roca tiende a diluirse adquiriendo un aspecto blanquecino-grisáceo (menos croma).

Figura 29. El color gris de las rocas de Els Frares se debe a la acción conjunta de la biocolonización, las impurezas y la rugosidad.

La sierra de Serrella constituye uno de los relieves más singulares del norte de la provincia de Alicante, cuyas cotas más destacadas son el Pla de la Casa (1387 m), la Mallada del Llop (1360 m), el Alt de Serrella o Recingle Alt (1359 m) y la Penya de l'Heura (1351 m). En este contexto montañoso se dieron en el pasado condiciones climáticas periglaciares coetáneas al último periodo glacial del Pleistoceno (Würm, entre 100.000 y 10.000 años aproximadamente). Estas mismas condiciones frías se habían repetido con anterioridad en otros periodos glaciares más antiguos del Cuaternario.

Durante estos momentos del pasado cuaternario con clima frío, la helada persistente sobre el terreno producía ciclos de hielo-deshielo. En estas condiciones, el agua se infiltra por las discontinuidades de la roca (fracturas, planos de estratificación, discontinuidades karstificadas...) y el efecto cuña del hielo (*crioclastia*) genera la fracturación de la

roca, produciendo gelifractos de dimensiones variables (de cm a varios dm).

El resultado es que las laderas de Serrella, especialmente en su vertiente norte, han quedado tapizadas por mantos y conos de derrubios, conocidos también como *canchales* o *runars*, que son un vestigio de estos momentos fríos del Cuaternario. Los clastos en el canchal se movilizan por rodadura, reptación (*creep*) o pequeños deslizamientos ■

¿SABÍAS QUE ...?

Aunque las circunstancias climáticas actuales (más cálidas) no favorecen la formación de canchales, es posible observar una cierta actividad gravitatoria del manto de derrubios de Serrella. Así lo demuestran aquellos canchales con escasa presencia de vegetación, una formación de suelos escasos, o los regueros de rodadura compuestos por gelifractos activos (con una coloración más blanquecina, próxima a la roca sin alterar). Sin embargo, los gelifractos que llevan más tiempo en reposo adquieren una pátina grisácea de alteración que delata su inactividad.

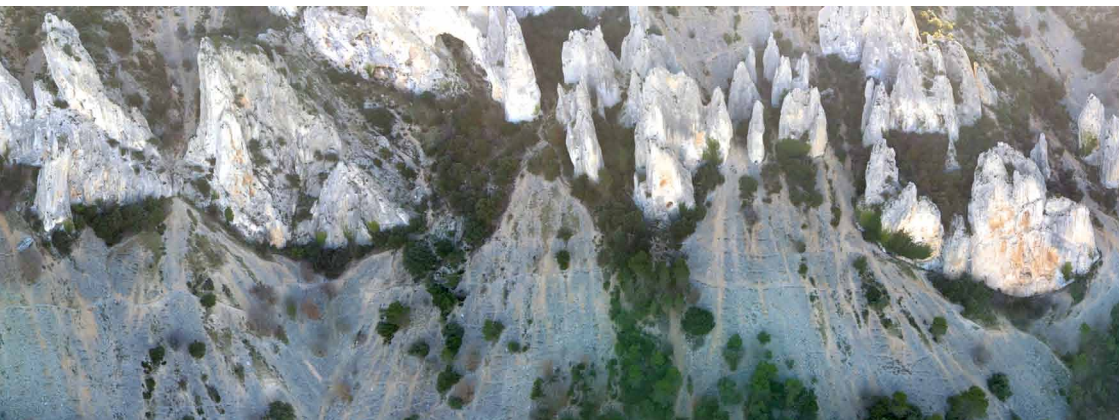


Figura 30. Panorámica aérea de la ladera norte de Serrella, tapizada por conos y mantos de derrubios que son buenos indicadores paleoclimáticos del dominio de ambientes periglaciares durante el pasado.

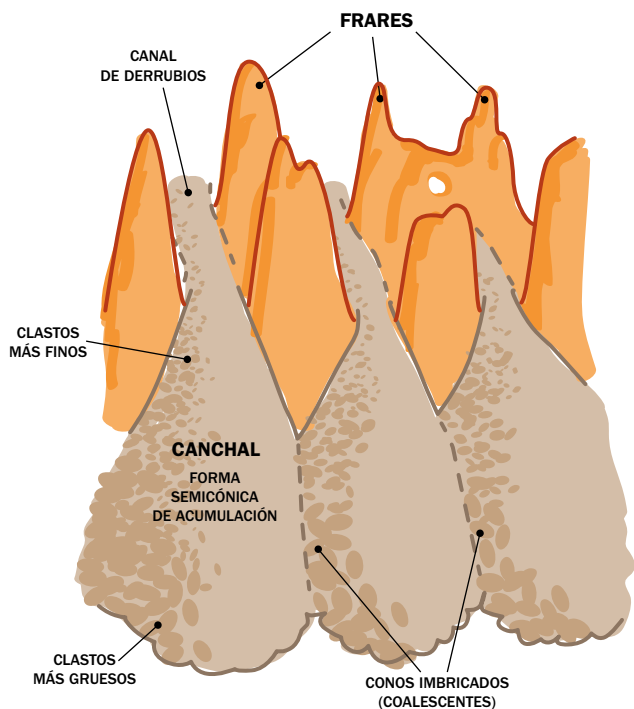


Figura 31. Los depósitos periglaciares se desarrollan especialmente en la ladera norte de Serrella, formando acumulaciones semicónicas continuas de derrubios angulosos, con pendientes de entre 30 y 35°.

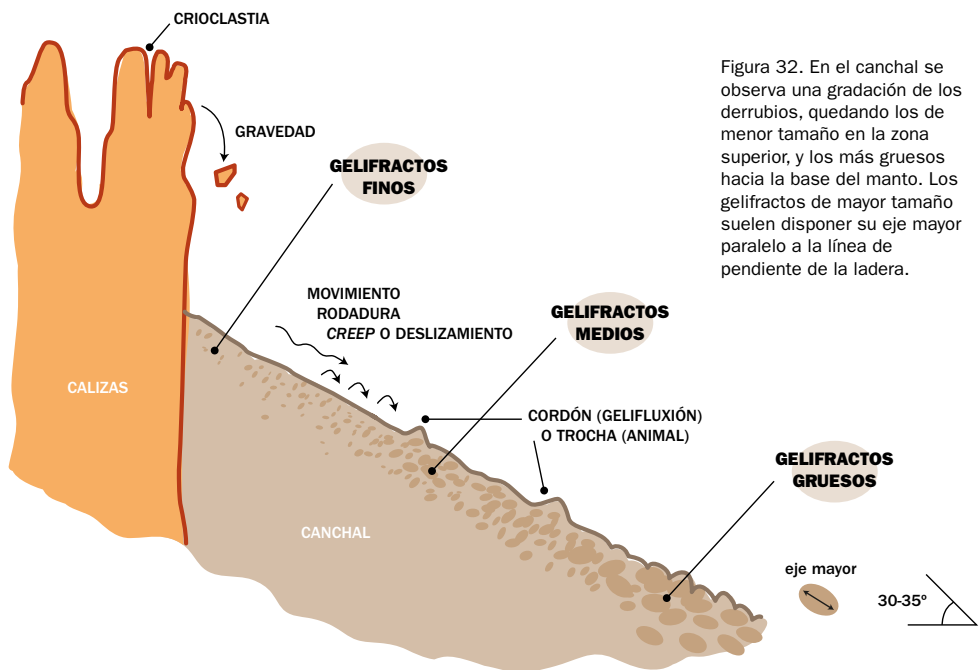


Figura 32. En el canchal se observa una gradación de los derrubios, quedando los de menor tamaño en la zona superior, y los más gruesos hacia la base del manto. Los gelifractos de mayor tamaño suelen disponer su eje mayor paralelo a la línea de pendiente de la ladera.

Buena parte de la ruta de Els Frares transcurre entre los **canchales**, también conocidos en la zona como *runars* o *pedreras*. Un aspecto que llama la atención es la fuerte pendiente que hay en algunos tramos del sendero que obligan a diseñar su trazado sinuoso o en zigzag, cuando el tramo es de ascenso o descenso. Esta fuerte pendiente está estrechamente ligada a la naturaleza de los sedimentos que componen estos canchales (Fig. 33).

Los suelos se suelen clasificar habitualmente desde un punto de vista agrícola o edáfico. Pero también se pueden agrupar por sus características geotécnicas (teniendo en cuenta su resistencia y/o estabilidad).

En geotecnia, los suelos se definen como un agregado de partículas sin uniones cohesivas permanentes. Pero no todos los suelos son iguales. Podemos diferenciar tres grandes conjuntos:

SUELOS COHESIVOS

Compuestos de partículas muy finas. La unión entre partículas es debida a una propiedad denominada cohesión. Las partículas de suelo presentan cierta resistencia a ser separadas entre sí. Las arcillas (tamaño inferior a 0,002 mm) y los limos (tamaños entre 0,002 y 0,06 mm) pertenecen a este grupo.

SUELOS GRANULARES

Son suelos en los que no existe cohesión, por lo que las partículas pueden ser separadas sin ninguna dificultad. Este es el caso de las arenas (tamaño entre 0,06 y 2 mm), gravas (tamaño entre 2 y 60 mm), bolos (tamaño entre 60 y 200 mm) y bloques cuyo tamaño es superior a los 60 mm.

SUELOS MIXTOS

Las partículas interaccionan entre sí mediante fuerzas cohesivas (actúan como un cemento) y rozamiento entre los granos. En general estos suelos presentan una mezcla de partículas muy pequeñas (arcillas y limos) y otras más grandes (gravas y arenas).



Figura 33. Piedemonte, canchales o runars de Serrella. Tienen una fuerte pendiente, de más de 30°, debido al tamaño de los bloques.

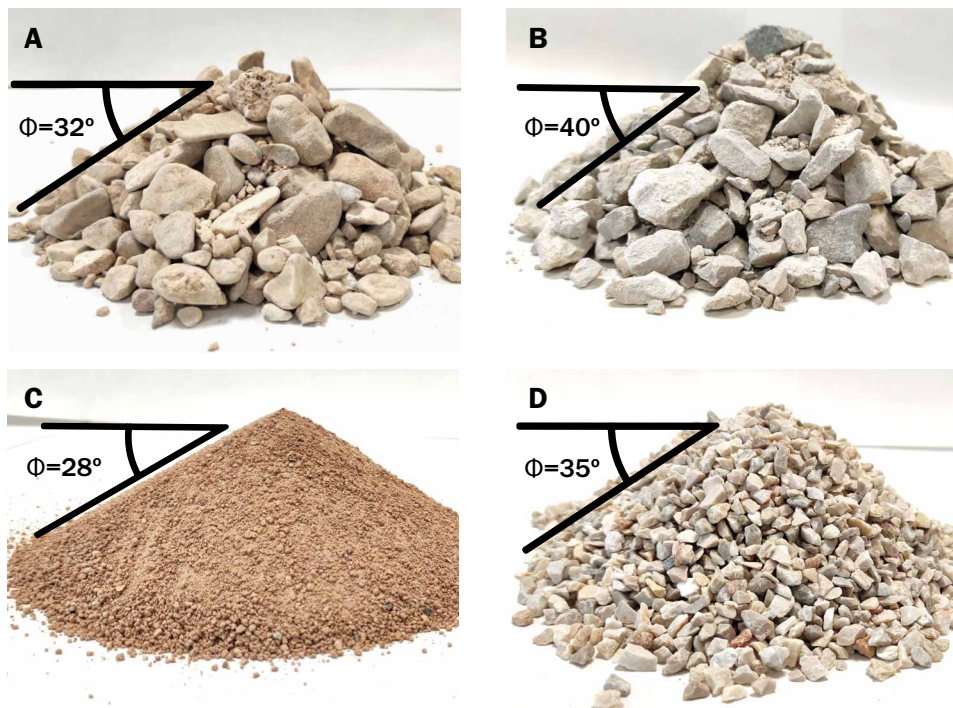


Figura 34. En el caso de los suelos granulares, cuando el suelo es vertido sobre un plano horizontal, las partículas “sueltas” se depositan generando una superficie inclinada que forma un ángulo de talud natural (Φ). En general, las partículas de mayor tamaño pueden formar taludes de mayor inclinación que las partículas más finas, aunque ello también depende de su angulosidad o redondez. Si no actúan fuerzas de cohesión, se puede admitir que el ángulo de talud natural coincide con el ángulo de rozamiento interno entre partículas. En las fotografías se observan distintos ángulos de talud natural/rozamiento interno: **A)** grava gruesa redondeada, **B)** grava gruesa angulosa, **C)** arena media y **D)** grava fina angulosa.

Tabla I. Valores de ángulo de rozamiento interno para algunos suelos granulares.

Material	Ángulo (Φ) de rozamiento interno	
Gravas bien graduadas, mezclas de gravas y arenas	Densas	40
	Medias	36
	Sueltas	32
Gravas mal graduadas, mezclas de gravas y arenas	Densas	38
	Medias	35
	Sueltas	32
Arenas bien graduadas, arenas con gravas	Densas	36
	Medias	33
	Sueltas	29
Arenas mal graduadas, arenas con gravas	Densas	35
	Medias	32
	Sueltas	29

¿SABÍAS QUE ...?

El equilibrio de estos canchales es muy precario. Por dicha razón, cuando se excava en estos materiales para hacer un camino o una casa con un ángulo superior a su ángulo natural, se desestabilizan. La naturaleza de estos suelos granulares también explica el que cuando caminamos sobre estos terrenos pedregosos los movilizemos con facilidad generando continuos movimientos de las partículas ladera abajo.

Los terrenos mayoritarios de el valle de Seta, en la depresión entre las sierras de Almudaina y la Serrella, son margas del Tap, que se comportan como impermeables. A pesar de ello, se pueden encontrar algunos manantiales como la font de els Dos Xorros (600 metros sobre el nivel del mar, m s.n.m.), la font de la Vinyeta (655 m s.n.m.) o la font de l'Espinal (860 m s.n.m.).

Estos manantiales de pequeño caudal están relacionados con la presencia de terrenos detríticos de edad cuaternaria, que se disponen sobre las margas (Fig. 35). Estos materiales, que proceden de la erosión de los relieves de Serrella, están constituidos por cantos de distinta granulometría. Se trata de rocas porosas y permeables (tienen un

comportamiento acuífero), que permiten la infiltración del agua de lluvia hasta llegar al nivel impermeable de las margas. Al llegar al contacto con las margas, el agua circula subterráneamente hacia la parte central de la depresión. En aquellos puntos donde la topografía es favorable el agua aflora en pequeños manantiales.

La escasa potencia de estos terrenos acuíferos hace que los recursos subterráneos sean muy reducidos y las descargas de los manantiales modestas. Por este motivo, en algunas surgencias como en la Vinyeta se realizaron excavaciones en forma de zanjas drenantes con el objeto de aumentar la superficie de captación y, por consiguiente, su caudal.

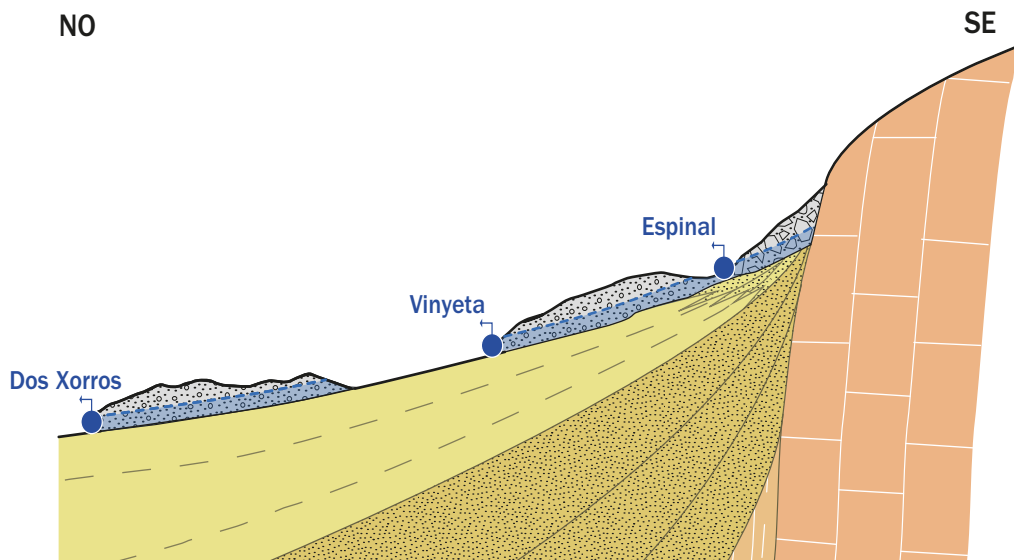


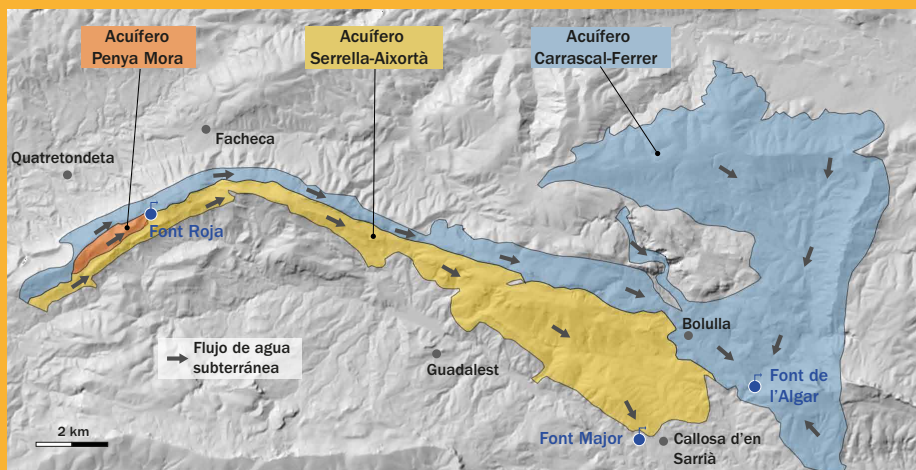
Figura 35. Esquema hidrogeológico simplificado de la Font de l'Espinal, la Vinyeta y els Dos Xorros.

La Font Roja

La Font Roja es un pequeño manantial ubicado en el corazón de Serrella, a más de 1100 m de altitud junto al barranc Fondo. Este manantial es el punto donde descarga el acuífero de Peña Mora. Este acuífero, de reducidas dimensiones, en torno a 1 km² de superficie, forma parte del dominio hidrogeológico Serrella-Aixortà-Algar.

El acuífero está formado por calizas del Eoceno que se apoyan sobre arcillas verdes de la misma edad que actúan como impermeable de base. El acuífero se recarga por la infiltración de la lluvia y de la nieve en la parte alta de Serrella

(sector del Recingle Alt). El agua infiltrada termina saliendo por el manantial de la Font Roja, que actúa como punto de descarga (ver mapa en esta página). Dada la escasa entidad del acuífero, la Font Roja es un manantial pequeño con caudales inferiores a los 5 litros por segundo. A pesar de su escasa aportación, sus aguas son de excelente calidad y baja mineralización (menos de 250 mg/L de sales disueltas), por lo que han sido captadas y dirigidas hasta la localidad de Quatretondeta, donde se destinan al abastecimiento de la población ■



Esquema hidrogeológico regional donde se ha representado el acuífero de Peña Mora y el manantial de la Font Roja.

¿SABÍAS QUE ...?

La sierra de Serrella se incluye en el dominio hidrogeológico Serrella-Aixortà-Algar que, con más de 100 km² de extensión, se extiende entre Benasau y Callosa d'en Sarrià. Dentro de este dominio hay varios acuíferos entre los que destaca el acuífero Carrascal-Ferrer. La principal descarga de este acuífero tiene lugar por los conocidos manantiales del Algar. La zona de Serrella, en la que se encuentran Els Frares, forma parte de la superficie permeable del acuífero Carrascal-Ferrer, lo que significa que parte del agua que sale por los manantiales del Algar, se ha infiltrado en las rocas carbonáticas que conforman Els Frares.



coordina



Sociedad
Geológica
de España

colaboran



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA



Instituto Geológico
y Minero de España

organizan



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

#UAdivulga



GENERALITAT
VALENCIANA



Ayuntamiento
Quatretondeta

colaboran



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



DIPUTACIÓN
DE ALICANTE

imasa *lab*
Laboratorio de agua y medio ambiente, S.A.



Fundación
Cidaris