

EL DOMO SALINO DE PINOSO

**Joan A. Cerdá¹, M^a del Mar Fresno², M^a Antonia Gómez³,
José C. Monzó⁴ y Carmen Sánchez³**

1. BIAR, ALICANTE

2. IES LA TORRETA, ELDA

3. COLEGIO JESÚS MARÍA, ALICANTE

4. ÁREA DE MEDIO AMBIENTE, AYUNTAMIENTO DE PINOSO

I. LOCALIZACIÓN DEL ITINERARIO

1.1. Localización del término de Pinoso

El término municipal de Pinoso se sitúa en el sector más oriental de la Península Ibérica, dentro de la Comunidad Valenciana, al oeste de la provincia de Alicante (figura 1), incluido en una unidad paisajística y territorial denominada Vinalopó Mitjà. Es una zona de relieve mediano-bajo, y sobre la que destaca la alineación que constituye la Sierra del Reclot (1.043 m, El Algarejo). Geomorfológicamente el relieve toma un rumbo SO-NE típico de todo el ámbito estructural bético.

Pinoso se encuentra a 574 m sobre el nivel del mar y geográficamente se sitúa en un valle prácticamente llano que se ubica entre las unidades estructurales de la Sierra de Salinas (1.238 m) en la zona septentrional, la Sierra del Reclot (1.043 m) y el Cerro de la Sal (893 m) en las zonas más meridionales.

La Sierra Salinas y la Sierra del Reclot constituyen los parajes forestales más importantes de Pinoso, siendo esta última un elemento definidor de la identidad geográfica del municipio. Ambos parajes, junto con el Cerro de la Sal, poseen valores naturales de gran interés e importancia dentro de nuestra provincia. Otro elemento característico es la gran cantidad de ramblas y barrancos, típicamente mediterráneos, que surcan el término municipal, término que abarca una superficie aproximada de 126 km².



Figura 1. Localización del municipio de Pinoso.

1.2. Localización del itinerario

El Cerro de la Sal, constituye un relieve casi circular de unos cuatro kilómetros de diámetro, que se eleva más de 300 m sobre el llano cuaternario. En la figura 2, se indica el trazado con sus respectivas paradas. Existe la posibilidad de finalizar el itinerario caminando por la senda que se continua a partir de la última parada por la ladera norte.

II. INTRODUCCIÓN GENERAL A LA GEOLOGÍA DEL ITINERARIO

La zona de estudio está definida en el dominio del Prebético Interno en la zona próxima al contacto meridional con el dominio Subbético.

Desde un punto de vista tectónico estamos en un gran anticlinal de 7 km de longitud, de dirección NE-SW, oculto en parte, a la altura de la pedanía de Tres Fuentes por el cabalgamiento del manto Subbético.

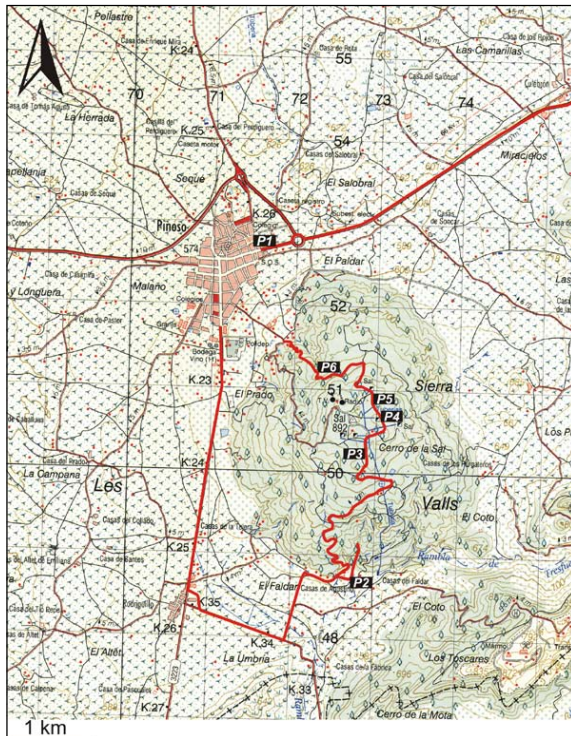


Figura 2. Mapa de accesos y paradas del itinerario (Fuente: Servicio Geográfico del Ejército).

partir de ese momento la sal se fue recubriendo con diferentes sedimentos (estratos) y quedó en los niveles inferiores. El peso de los sedimentos jurásicos y posteriores que fueron depositados comprimiron la sal y, debido a su gran plasticidad y baja densidad, se generó una situación metaestable. Esta situación permaneció durante millones de años hasta que se iniciaron movimientos laterales y comienza a ascender hacia lugares de menor presión de la cobertera, hasta que por algún movimiento de la corteza terrestre las rocas de la superficie se fracturaron ligeramente y la sal ejerció una fuerza en sentido ascendente sobre los estratos superiores.

La forma que actualmente tiene la sal es semejante a la de una seta, es decir, el tronco es la sal que rellena la chimenea de salida y la parte superior más ancha, es la sal volcada y extendida lateralmente sobre las rocas confinantes a medida que asciende sobre la superficie (figura 4). Geomórficamente esta formación recibe el nombre de "Domo". En geología se la conoce bajo el nombre de "Diapiro" por la intrusión de la sal sobre los sedimentos que existen por encima (figura 5), si bien no todos los domos constituyen diapiros.

El domo de Pinoso, también conocido como Cabezo de la Sal, es uno de los mejores ejemplos de España e incluso de Europa de diapiro Triásico clásico, además de constituir un relieve positivo. Habitualmente los afloramientos diapíricos suelen coincidir con depresiones (relieves negativos) o relieves poco pronunciados debido a la alta erosionabilidad de los materiales evaporíticos y de las arcillas que suelen acompañarles, como por ejemplo el Diapiro de Altea en la provincia de Alicante.

De todos los materiales que componen el Cabezo de la Sal: halita, yeso, arcillas y margas arcillosas, es sin duda la halita la que tiene una importancia destacada, aunque en épocas

El Cerro de la Sal, se incluye en el conjunto arcillo-yesífero del Triásico (figura 3) en facies Keuper (arcillas y margas rojas con yesos) que se encuentra asociado a los materiales del Prebético en general.

El comportamiento tectónico (unidad de despegue) y halocinético motiva una irregularidad en lo que a afloramientos se refiere, encontrándose generalmente asociados a accidentes y discontinuidades importantes.

Es de destacar el carácter diapírico del Triásico de Pinoso que constituye un claro ejemplo de halocinesis como se pone de manifiesto tanto a nivel estructural como morfológico.

Hace más de 200 millones de años, en el periodo Triásico, el término de Pinoso estaba cubierto por lagunas costeras marinas con aportaciones continuas de agua salada. Con el transcurso del tiempo, la evaporación de estas lagunas dio origen al depósito de evaporitas y rocas asociadas (sal, yeso y dolomías). A partir

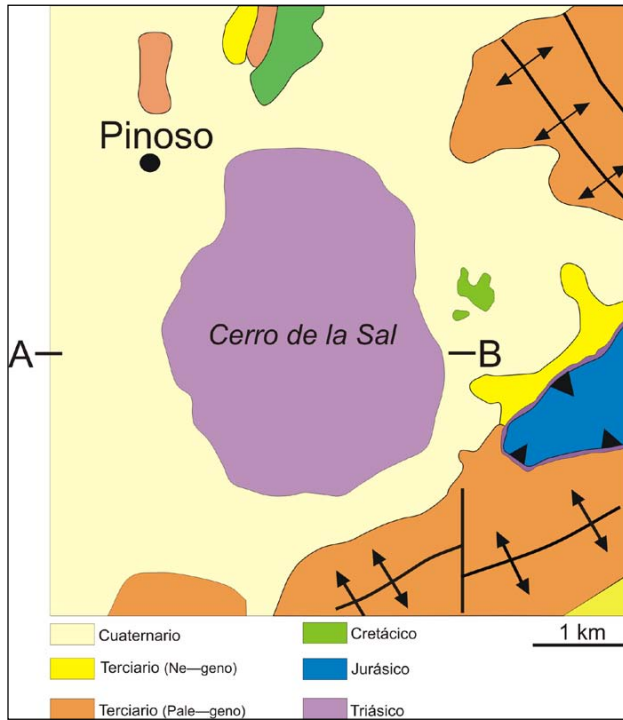


Figura 3. Esquema geológico del itinerario (Fuente: IGME (1984)).

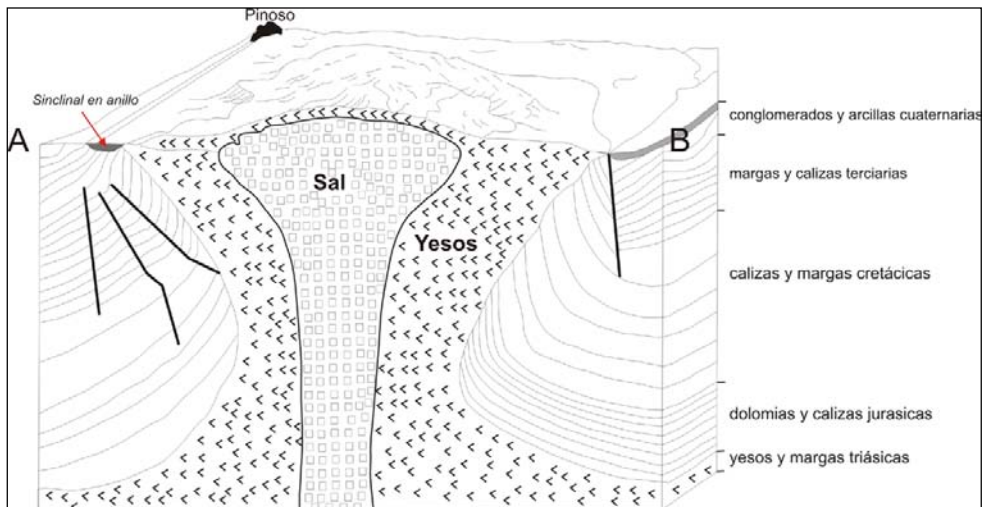


Figura 4. Diagrama interno del diapiro de Pinoso (Fuente Torresal, modificado por Monzó (2003)).

pasadas existieran canteras que explotaban el yeso. La sal tiene espesores de 50 ó 100 metros en los bordes más alejados del centro y de más de 900 en la chimenea o el tronco de la seta. La cobertera o capa de yesos y arcillas que recubren la sal tienen espesores entre 10 y 140 metros.

III. OBJETIVOS GENERALES DEL ITINERARIO

- Identificar diferentes tipos de rocas (yesos, arcillas, etc).
- Comprender el comportamiento de la sal ante los esfuerzos compresivos.
- Conocer la explotación industrial de la sal gema.
- Conocer la existencia de límites para la explotación del recurso salino, valorando la necesidad de adaptar el uso a las posibilidades de renovación.
- Evaluar la rentabilidad global de la explotación de sal gema, incluyendo sus posibles utilidades y los impactos provocados.
- Reconocer morfologías kársticas.
- Apreciar la importancia del equilibrio de los sistemas kársticos y de la influencia que puede tener el desequilibrio de uno de ellos en los demás.
- Conocer y apreciar uno de los elementos del patrimonio geológico, natural, cultural e histórico de la provincia de Alicante.
- Valorar las repercusiones que las actividades humanas tienen en el medio.
- Adquirir y desarrollar hábitos de respeto y responsabilidad ante el entorno natural.

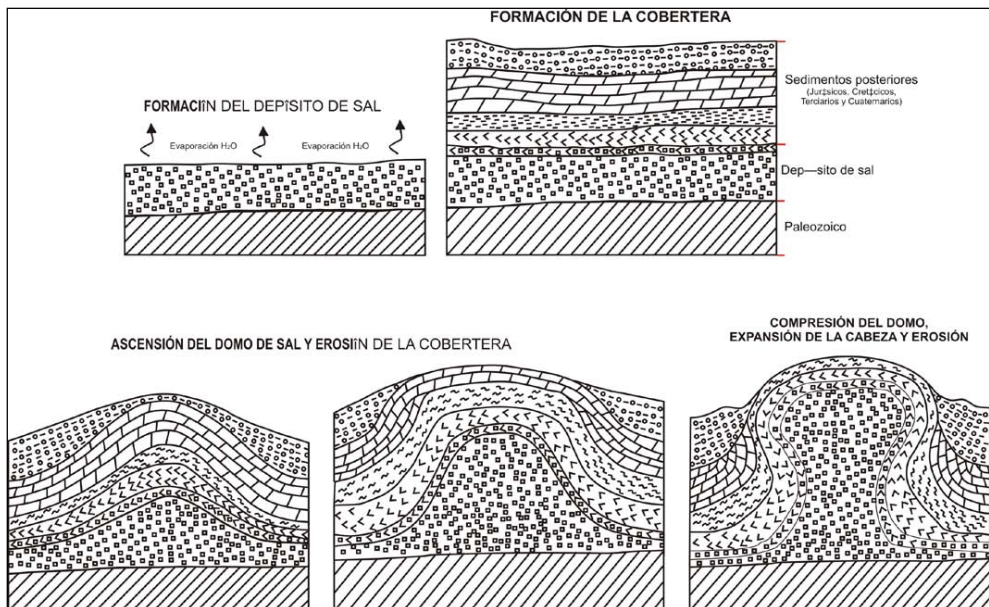


Figura 5. Esquema general de la formación de un diapir salino (Fuente: Torreal, modificado por Monzó (2003)).

IV. TRABAJO PREVIO CON LOS ALUMNOS

- A. Interpretación de mapas topográficos y geológicos.
- B. Reconocimiento en el laboratorio de minerales: sal gema, yeso, caliza, dolomías cavernosas (carniolas).
- C. Explicar el proceso de karstificación.
- D. Identificación de endemismos vegetales ligados a rocas evaporíticas.

V. DESCRIPCIÓN DE LAS PARADAS

PARADA 1. Localización y vista general del domo

Localización

Coordenadas geográficas: $N 38^{\circ} 24' 14.5''$ / $W 001^{\circ} 02' 11.4''$ Altitud 572 m

La carretera comarcal C-3213 ya en las cercanías de Pinoso, nos ofrece una visión panorámica de la cara norte del domo salino.

A la entrada de Pinoso, por el Este, después de atravesar la rotonda, se puede realizar la parada desviándose a la derecha por la calle D. Ramón del Valle Inclán, donde está situado un cartel indicador de la Policía Local, justo al lado de un restaurante (figura 6). En este punto se divisa claramente la geomorfología del diapiro (figura 7).

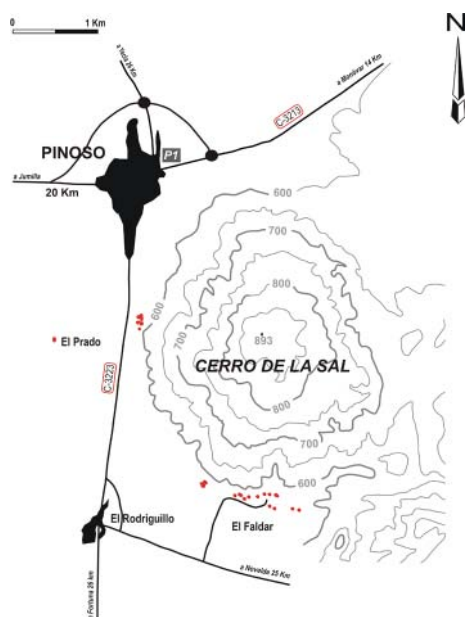


Figura 6. Localización de la primera parada y situación del diapiro (Fuente: Ortí, 1990).

El diapiro de Pinoso presenta una planta elíptica, aunque de ejes poco diferentes (3650 m el mayor y 2500 m el menor) con una superficie aproximada de 752 Ha. Se eleva hasta los 330 m sobre los terrenos que lo circundan y su máxima altitud es de 893,46 m sobre el nivel del mar.

Descripción geológica

Desde la carretera que lleva a Pinoso puede observarse la geomorfología del domo salino, y a su alrededor el sinclinal en anillo (*Rim syncline*).

Objetivos específicos

- Observar el domo salino y el sinclinal en anillo.
- Interpretar el mapa topográfico.

Recomendaciones didácticas

- A. Al tratarse de una zona despejada es apta para visualizar el conjunto del domo.



Figura 7. Vista panorámica del diapiro de Pinoso (Autor: J.C. Monzó).

- B. Es recomendable mostrar un esquema tridimensional de las etapas de formación del domo que ayude a los alumnos a comprender mejor el proceso (figura 5).

Actividades

1. Dibuja desde esta posición la morfología del diapiro.

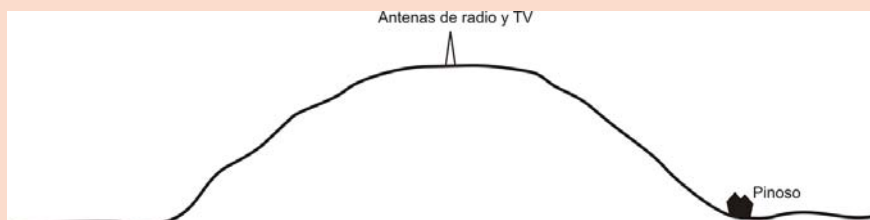


Figura 8. Vista panorámica del diapiro de Pinoso.

Teniendo en cuenta lo anterior y tras la observación del domo de la sal responde:
¿Si los materiales son tan fácilmente erosionables, por qué el domo de la sal de Pinoso es un relieve positivo?

La manera más sencilla de explicar esta particularidad es considerar que el Diapiro de Pinoso es un relieve joven. Se trata pues, de un relieve activo que en la actualidad se está elevando. De esta manera se explica su potencialidad ya que la velocidad de elevación es mayor que la de erosión.

PARADA 2. FORMACIÓN KÁRSTICA EN SAL Y YESO

Localización

Coordenadas geográficas N 38° 22' 04.7'' W 001° 01' 24.7'' Altitud 559 m

Partiendo desde Pinoso, nos dirigimos a la pedanía del Rodriguillo por la carretera comarcal C-3223, situada a una distancia de unos 3 km. Una vez en el Rodriguillo, tomamos el cruce de la izquierda dirección hacia el municipio de La Algueña. Durante el trayecto se puede divisar la cara sur del diapiro, además de la cuenca endorreica (inundable) donde existe un interesante saladar de interior. Es importante indicar cómo la morfología del domo no varía desde cualquier orientación.

Después de haber tomado la dirección hacia La Algueña, a 1.2 km nos desviamos a la izquierda por una vía de acceso que lleva al polígono industrial del mármol. Continuamos hasta las proximidades del diapiro y a 1.2 km, justo antes de iniciar el ascenso, aparece un cartel informativo que señala *Salinas de Torrevieja- La Mata: Área de Explotación*. Nos desviamos por el camino sin asfaltar que aparece a la derecha del panel informativo tomamos un camino que nos conduce directamente a un pequeño riachuelo salado (figura 9) y a la parada 2.



Figura 9. Vista panorámica del riachuelo salino (Autor: J.C. Monzó).

Se recomienda parar en un amplio rellano que existe justo a la izquierda del camino junto a unas casas en ruinas, y dirigirse caminando hacia el riachuelo salado que se encuentra unos 200 metros más abajo.

En esta parada se observan unas antiguas balsas de evaporación, ya muy deterioradas por el paso del tiempo, también utilizadas en el pasado por las gentes del lugar y el ganado para tomar baños de sal.

Descripción geológica

Al inicio del trayecto podemos observar las huellas de corriente en el río, al igual que ocurre en el muro de los estratos de depósitos fluviales antiguos (paleocauces), y en cierto modo, similares a las generadas en ambientes marinos en el talud por corrientes de turbidez.

Si nos adentramos por el barranco, por donde discurre el riachuelo salino, se observan restos de tuberías y conducciones de lo que constituyó en su día la antigua explotación de sal. Se prevé la eliminación de todos estos residuos por el Ayuntamiento de Pinoso.

A unos 300 m llegamos a una antigua presa y en la que, ascendiendo unos metros por la parte izquierda de la misma, se observa justo enfrente, una curiosa e interesante formación kárstica de sal y yesos protegida por una cornisa de yesos (figura 10). Esta formación kárstica en sal es muy poco frecuente debido a su carácter efímero, ya que está sometida a procesos de disolución por agua de lluvia y de arroyada difusa.

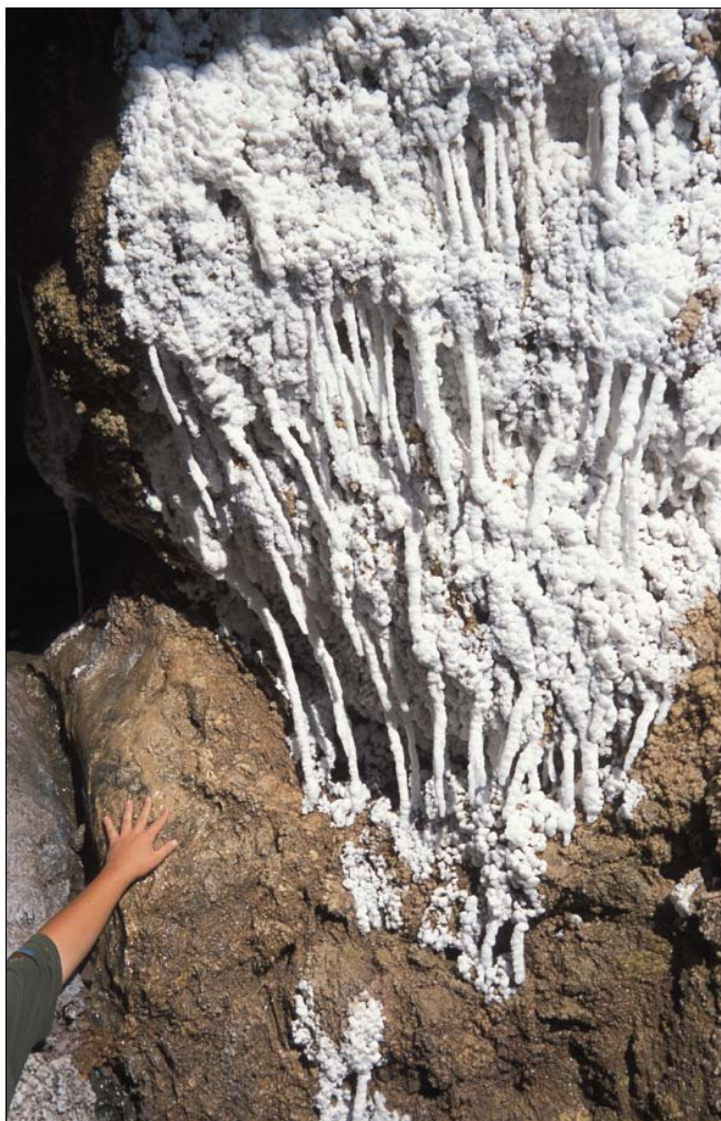


Figura 10. Formación kárstica en sal (Autor: J.C. Monzó).

Aunque el nombre de karst se refiere a las rocas carbonatadas (caliza, dolomías, mármoles, areniscas y conglomerados calcáreos), dentro del sistema kárstico también se incluyen otros materiales (yeso, halita e incluso hielo), en todos los cuales se originan procesos de disolución y precipitación que pueden conducir al desarrollo de cuevas y conductos subterráneos así como a un relieve irregular en superficie, pudiendo asimismo provocar hundimientos en el terreno. El agente geológico que actúa es el agua, tanto superficial como subterránea.

Objetivos específicos

- Conocer los riesgos derivados del ascenso del terreno provocado por el empuje del diapiro o relacionados con procesos de hidratación de anhidrita y su transformación en yeso.
- Identificar minerales: sal gema, yeso, caliza, dolomías cavernosas (carniolas), hematites.
- Observar la formación de depósitos de sal en forma de estalactitas, estalacmitas y tobas.

Recomendaciones didácticas

Es muy interesante aprovechar que en el diapiro de Pinoso existen algunos minerales como el yeso o el cuarzo que presentan diversas coloraciones en función de los elementos químicos que lo acompañen (basta unas pocas ppm de un determinado elemento químico para obtener coloraciones diferentes de un mismo mineral). Como ejemplos podemos citar algunas variedades del cuarzo (SiO_2) pues éste presenta una amplia gama de colores tanto en las variedades macrocristalinas —incoloro (cristal de roca), violeta (amatista), amarillo (citrino), blanco (lechoso), negro (morión), rojo (jacinto de compostela), ahumado, rosa,...— como en las variedades criptocristalinas —rojo (cornalina), verde (crisoprasa), rojo claro (jaspe), bandas concéntricas de diversos colores (ágata)... —.

En el Cabezo de la Sal aparecen cuarzos de diferentes colores: rojos o hematoideos (también conocidos como “Jacintos de Compostela”), negros o ahumados, blancos y transparentes (hialinos). El yeso puro es incoloro, pero cualquier impureza hace que varíe su color formándose yesos grises (debido a las partículas de limos y arcillas), rojizos (debido a los minerales de hierro), verde, pardo, etc.

Actividades

2. Observa los márgenes del arroyo. Describe lo que ves.

Se observa una costra sal (halita).

¿Qué rocas crees que podremos encontrar aguas arriba del arroyo?

Halita principalmente.

3. Observa atentamente unas rocas de tipo cavernoso que encontramos abundantemente mientras ascendemos por el barranco, son carniolas, dolomías cavernosas.

Haz una descripción de la roca lo más detallada posible, indicando el porqué de su nombre.

Dolomías cavernosas. Son unas estructuras de tipo cavernoso, con muchas oquedades. Los huecos de la roca estaban ocupados por yesos que se han disuelto. En las zonas donde se depositan evaporitas lo hacen también los carbonatos y éstos, que general-

mente son más insolubles, presentan un gran número de huecos procedentes de la disolución del yeso.

4. Fijémonos en las paredes del barranco que estamos atravesando:

¿Qué estructuras puedes observar claramente?

Las capas de yeso dispuestas verticalmente y algunos pliegues en las paredes del barranco.

¿Por qué se produce esta formación? ¿De donde viene la arcilla?

Porque hay más precipitación que disolución. Las arcillas que se forman aquí son el resto insoluble de las sales; por ello procede de la acumulación de filosilicatos insolubles tras la disolución de los elementos solubles.

Observa las rocas y minerales del camino.

¿Qué tipos puedes diferenciar?

Respuesta libre en función de la observación. Yeso, Cuarzo, Halita, Hematita, Arcilla, Dolomías, etc.

Los lodos que encuentran en la base de la formación kárstica podrían ser aptos para fines terapéuticos como ocurre en otros lugares de características similares. Se deberían realizar los oportunos análisis para poder confirmarlo (figura 11).



Figura 11. Aspecto que muestran los fangos que aparecen en la base de la formación kárstica (Autor: J.C. Monzó).

PARADA 3. Dolinas, simas y túmulos

Localización

Coordenadas geográficas: N 38° 24' 14.5" / W 001° 02' 11.4" Altitud 836 m

Volviendo a la carretera asfaltada donde se encontraba el cartel que nos informa del Área de Explotación de las Salinas de Torrevieja y la Mata, comenzamos la subida al Cabezo de la Sal. Aproximadamente a unos 2 km llegamos a las instalaciones de la empresa salinera. Continuamos en línea recta atravesando las instalaciones hasta que el firme ya no está asfaltado, subiendo y dejando a la izquierda los depósitos de decantación de los lodos de la salmuera.

IMPORTANTE: ANTES DE REALIZAR EL ITINERARIO SE DEBE INFORMAR A LA EMPRESA SALINERA, CON VARIOS DÍAS DE ANTELACIÓN, NUESTRO INTERÉS DE REALIZAR EL RECORRIDO, YA QUE PARTE DEL MISMO TRANSCURRE POR ZONA MINERA E INSTALACIONES, CUYO ACCESO ESTÁ RESTRINGIDO. LA EMPRESA DEBERÁ NOTIFICAR LA CONFORMIDAD PARA PODER REALIZAR EL ITINERARIO.

Continuamos ascendiendo y a unos 400 m, encontramos un camino a la izquierda que nos indica que hemos llegado a la parada 3. Caminando con sumo cuidado, por la izquierda, existe un hundimiento del terreno que se corresponde con una dolina y una sima (figura 12) apenas señalizado con una valla muy deteriorada. También aparecen numerosos abombamientos del terreno, los túmulos (figuras 13 y 14).



Figura 12. Panorámica de la dolina y la sima que se observan en la parada 3. (Autor: J.C. Monzó).

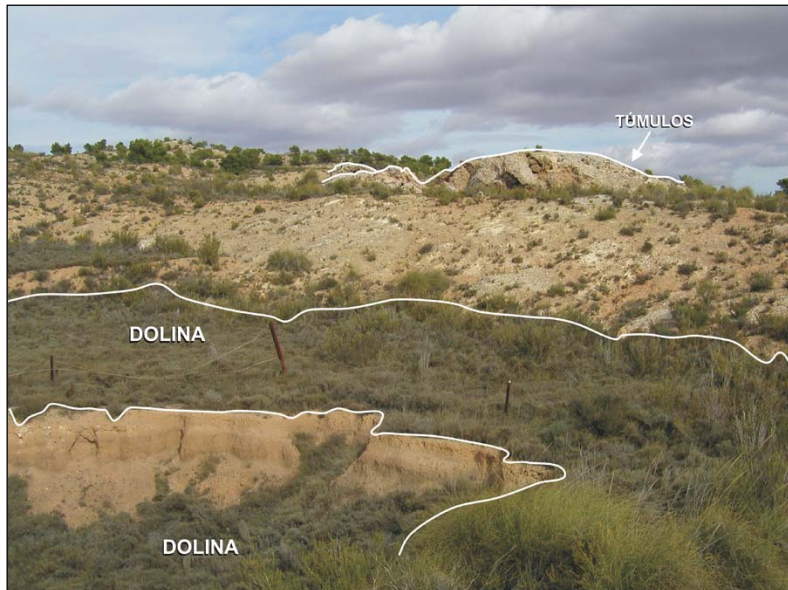


Figura 13. Panorámica de las dolinas y los túmulos de la parada 3. (Autor: J.C. Monzó).

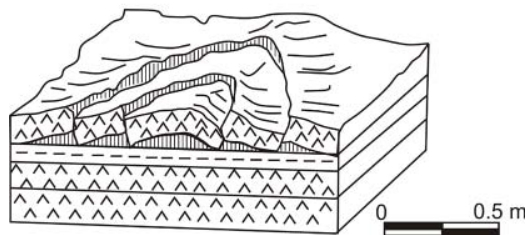
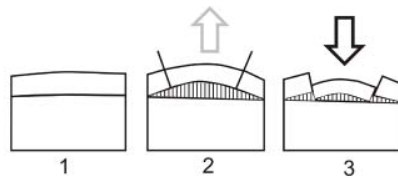


Figura 14. Formación de los túmulos, 1: Presencia de una discontinuidad litológica previa (p.e. un plano de estratificación). 2: Procesos de recristalización en la capa yesífera más superficial provocan su levantamiento. 3: La inestabilidad gravitatoria de la cúpula provoca su hundimiento (Fuente: Calaforra, 1998).

Descripción geológica

En esta parada se observan diferentes formaciones kársticas, como dolinas, simas y túmulos. Las **dolinas** son depresiones cónicas del terreno, con forma de embudo generalmente, y de fondo plano que actúa de sumidero recogiendo las aguas pluviales. Existen dos principales tipos de

dolinas: de disolución y de colapso. En el Cabezo de la Sal se encuentran las dolinas de los Palomos, de la Mula, de Talía, de la Cueva del Agua, etc. La **sima** es conducto vertical producto de la disolución de la roca. Los **túmulos** son abombamientos de la capa más superficial del yeso producido a favor de discontinuidades previas (estratificación) (figura 12). Se generan formas convexas huecas como consecuencia de procesos de disolución-reprecipitación capaces de ejercer presiones laterales en pequeñas fisuras, o bien en virtud de cambios mineralógicos (anhidrita-yeso). Los túmulos son formaciones muy peculiares exclusivas de los yesos y se han determinado en Sorbas y en Pinoso. En algunos casos estas estructuras han sido utilizadas como almacén por los lugareños.

Objetivos específicos

- Observar formaciones kársticas como dolinas.
- Explicar el efecto de procesos tales como disolución-reprecipitación o cambios mineralógicos en la formación de túmulos.

Recomendaciones didácticas

El acceso a este punto de observación puede resultar peligroso si no se actúa con suma precaución. Si algún alumno padece de vértigo no debería realizar esta parada. Deben respetar **SIEMPRE** la distancia marcada por las vallas, incluso en el caso de que éstas se hallen tumbadas. Bajo ningún concepto se debe permitir que los alumnos se acerquen al borde de la sima. Hay que extremar la precaución, lo más conveniente es bajar sucesivamente en pequeños grupos (de 6 a 7 alumnos).

Actividades

5. Observa una dolina.

¿Dirías que es de disolución o de colapso? Razona la respuesta.

En función de la dolina observada. Dolinas de disolución: Partimos de un material soluble como puede ser caliza o yeso (como en Pinoso) sometido a procesos de disolución, lo que supone la formación de una estructura en forma de embudo que en planta tiene una morfología circular o elíptica.

Dolinas de colapso: En este caso se genera una cavidad en la parte inferior del material insoluble que se encuentra sobre las calizas o yesos, por lo que llega un momento en que hay un hundimiento o colapso; las paredes en este caso son más verticales que en el anterior.

6. Haz un dibujo de un túmulo que hayas observado sobre el terreno (ver figura 14).

PARADA 4: MICRORRESERVA DE FLORA

Localización

Coordenadas geográficas: N 38° 23' 0.7" W 001° 01' 10.5" Altitud 865 m

Mientras ascendemos se observan las tuberías por donde circula la salmuera y el agua que se inyecta al interior del diapiro para su explotación. Hemos de continuar en línea recta dejan-

do a izquierda y derecha diversos caminos, hasta que a 500 m, nos encontramos con un cruce en el que a la derecha existe un edificio que se corresponde con una estación de bombeo. Nos desviamos a la derecha y estacionamos los vehículos en el llano que existe al lado de la estación. A partir de ese punto, seguimos por el camino de la derecha unos 300 m hasta que llegamos a una zona declarada Microrreserva de Flora por la Conselleria de Medi Ambient, a través de Fondos Life. Esta microrreserva se ubica en el interior de una dolina cuya base se encharca temporalmente (figura 15).



Figura 15. Microrreserva de flora (Autor: J.C. Monzó).

- Entender que la roca madre condiciona el tipo de suelo que se desarrolla en un territorio y que el suelo condiciona, a su vez, el tipo de vegetación.
- Reconocer algunas especies indicadoras de la presencia de sales en el suelo.

Recomendaciones didácticas

Este punto es una excelente ocasión para explicar a los alumnos la relación entre estructura geológica, suelo y vegetación. La base de la dolina sirve de asiento a toda una comunidad que de otra forma no existiría. Obsérvese el hecho de que estamos en una Microrreserva de Flora. Por ello debemos seguir las recomendaciones que se indican en la señalización existente. No se puede salir de los caminos, ni se pueden recolectar plantas, ni dejar cualquier tipo de residuo. Es preferible que los alumnos bajen en pequeños grupos. Hay que señalar la necesidad de proteger estos espacios por su singularidad tanto geológica como biológica.

Descripción Geológica

Geobotánica

Sobre los yesos triásicos del Keuper se desarrollan matorrales y tomillares gipsícolas pertenecientes al orden *Gypsophiletalia*. En nuestro caso, estos tomillares se desarrollan en la laderas de la dolina y aparecen dominados por *Teucrium libanitis*, lo cual nos indica que el suelo presenta un horizonte Cy (de acumulación de yeso) prácticamente superficial, con unos contenidos que superan el 50% en yeso. Por otro lado, la presencia de *Limonium thiniense* nos indica la existencia de suelos encharcables con acumulación de sal. Ambas especies son endemismos murciano-almerienses propios del sector Alicantino-Murciano.

Actividades

7. ¿Por qué aparece una vegetación tan peculiar en el diapiro (*Limonium* sp., *Teucrium libanitis*, etc.)?

La presencia de sales en la superficie hace que las plantas tengan dificultades para la absorción del agua y los nutrientes. Cuando las concentraciones de sales son elevadas sólo prosperan algunas plantas adaptadas a estas condiciones.

Observa la vegetación del Cabezo de la Sal y la de las zonas circundantes, como puede ser el pinar que existe por los alrededores.

¿Es similar? Razona tu respuesta?

No. La vegetación en el diapiro es diferente ya que la presencia de sales en la superficie hace que las plantas tengan dificultades para la absorción del agua y los nutrientes. Cuando las concentraciones de sales son elevadas sólo prosperan algunas plantas adaptadas a estas condiciones. En la microrreserva existe una amplia diversidad de especies, mientras que bajo el pinar apenas existe diversidad.

¿En un clima mediterráneo húmedo o subhúmedo aparecería también este tipo de vegetación? Razona tu respuesta.

No, las lluvias producirían un lavado del yeso y la sal de los horizontes superficiales y las plantas no tendrían las limitaciones debidas a la presencia de sales.

PARADA 5. Pozo de explotación de la sal

Localización

Coordenadas geográficas: N 38° 23' 18.8" W 001° 01' 16.5" Altitud: 860 m

Continuamos a pie por el camino, dejando atrás la Microrreserva de Flora. A unos 250 m avistamos a la derecha un pozo de extracción activo que pasamos de largo. Unos 150 m más adelante nos desviamos a la derecha por otro camino que nos lleva a otro pozo activo de extracción (figura 16) que constituye la parada 5.



Figura 16. Pozo de extracción de salmuera (Autor: J.C. Monzó).

Historia de la explotación salinera

Hasta el año 1869 la sal era un monopolio del Estado español, que como casi todos los estados europeos, se financiaba en gran medida con sus impuestos.

En el año 1951 se adjudicó la concesión a Nueva Compañía Arrendataria de las Salinas de Torrevieja S.A., sociedad constituida por la anterior empresa Unión Salinera de España S.A. y el propio estado español que participaba con un 25% en el capital social.

Este nuevo arrendamiento imponía entre sus cláusulas que la nueva sociedad arrendataria debía construir una fábrica de subproductos (bromo, magnesio,...) obtenidos a partir del agua del mar. Durante los siguientes 35 años se producen los hitos más importantes de la historia de las salinas en los ordenes económico y social, destacando la racionalización de la recolección y mecanización de los procesos de lavado y apilamiento de la sal, la construcción de una fábrica de sal seca, la modernización de las instalaciones de molturación y envasado y la automatización de las labores de embarque, mereciendo especial atención por su importancia, la explotación del diapiro de sal gema de Pinoso, que, mediante una conducción de unos 50 km de longitud (figura 17) y salvando un desnivel de 600 m, aporta salmueras a la laguna de Torrevieja. Esta faraónica obra de ingeniería, que atraviesa de norte a sur la provincia de Alicante propició que en la cosecha 1975/76 se superara el millón de toneladas de producción, duplicando con creces las anteriores cosechas y consiguiendo alcanzar a las Salinas de Leslie (California, EEUU), hasta entonces mayor productora mundial.

A finales de los 60 se comienza el proyecto para la construcción de un gran saleoducto que atravesaría toda la provincia hasta el mar. En esta zona se encontraron que era más rentable llevar la salmuera a Torrevieja que explotarla en Pinoso.

Uno de los mayores problemas a resolver radicaba en la obtención del agua que debía ser inyectada a los pozos para la disolución de la sal gema. Ante la falta de agua que pudiera ser utilizada para este fin se llegó incluso a pensar en la posibilidad de bombear el agua desde el



Figura 17. Situación Geográfica del Yacimiento de Pinoso y las Salinas de Torrevieja y la Mata.

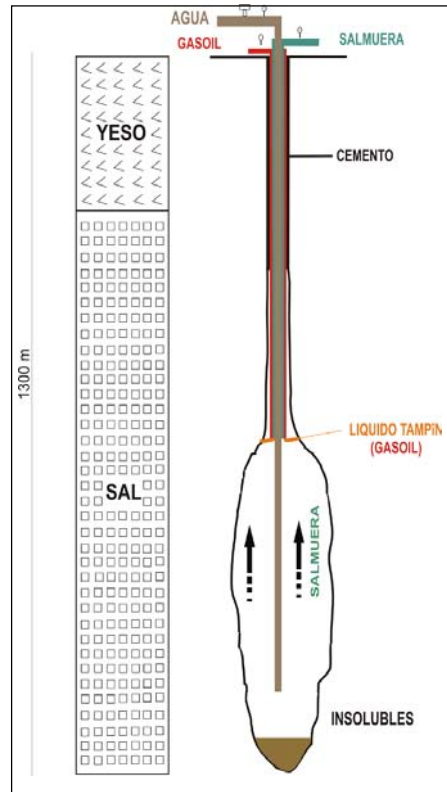


Figura 18. Esquema general de un pozo de extracción de salmuera (Fuente: Torresal, modificado por Monzó, 2003).

Mar Mediterráneo pero los estudios confirmaron la existencia de acuíferos salinos próximos al diapiro cuyas recargas periódicas garantizaban el abastecimiento continuo.

Esquema de un pozo de explotación en funcionamiento

Observamos tres tubos de distinto calibre (figura 18):

1. Inyección de agua
2. Extracción de salmuera
3. Inyección de gasoil

Se perfora por la zona central del domo hasta una profundidad de 1200-1300 m, es decir unos 200 ó 300 m bajo el nivel del mar. A través de una tubería central se inyecta agua para la disolución de la sal, formándose unas cavidades fruto de la disolución de la sal. Una segunda tubería es la que a través de una estación de bombeo recoge la salmuera que se dirige a las Salinas de Torrevieja y la Mata. En el proceso de extracción, por una tercera tubería concéntrica, se inyecta gasoil que, al ser menos denso que el agua, ocupa la parte superior de la cavidad de forma que el agua restante sólo puede disolver los laterales y el fondo de la cavidad, evitándose la disolución del techo.

La cavidad se va sellando y cerrando por si sola (recordemos que la plasticidad es una característica de las sales). Cuando termina la vida del pozo se extrae el gasoil y se deja una salida en superficie durante años para que el agua siga manando al exterior, evitándose un aumento de presión que afectaría negativamente a la zona (circulación subterránea de salmueras, hundimientos incontrolados, etc.).

El rendimiento de la salmuera del diapiro de Pinoso es excepcional ya que por cada litro de agua procedente del mismo se obtienen más de 300 gr. de sal, mientras que con un litro de agua del mar Mediterráneo se obtiene alrededor de 35 gr. Por esta razón la producción total de sal en las Salinas de Torreveja y la Mata es un 99% de sal procedente del diapiro de Pinoso.

Problemas ambientales

Entre los problemas medioambientales derivados de la extracción de salmuera en el diapiro destacamos: contaminación por vertidos y fugas de salmuera y gasoil, problemas de subsidencia, vertidos incontrolados por acumulación de tuberías abandonadas y demás residuos procedentes de la explotación.

Por otro lado, el almacén de materiales radioactivos e hidrocarburos constituye uno de los usos potenciales de los diapiros. No obstante, en el caso del diapiro de Pinoso se ha descartado esta posibilidad ya que se trata de una zona tectónicamente activa. Además está la halocinesis derivada y este destino requiere que se trate de una zona altamente estable y alejada de núcleos de población.

Objetivos específicos

- Destacar la importancia de la minería de disolución
- Resaltar las implicaciones económicas

Recomendaciones didácticas

Hágase notar a los alumnos que los pozos cambian de ubicación porque se agotan y que hay que hacer nuevos sondeos. Recuerden que no se deben de tocar los pozos, ni las llaves, ni en general, cualquier estructura propiedad de la empresa adjudicataria de la explotación.

Actividades

8. Observa la figura 19:

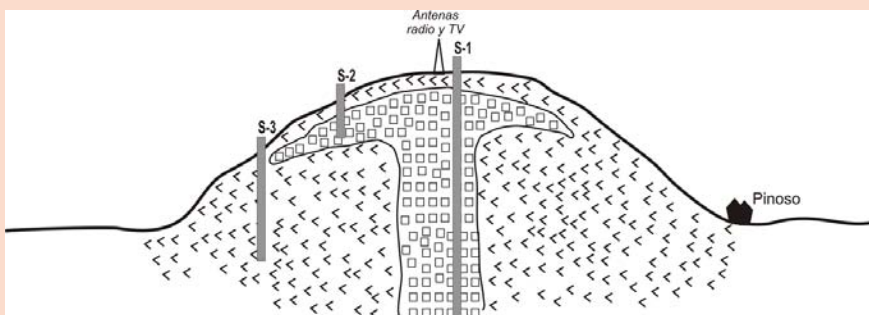


Figura 19. Esquema simplificado del diapiro con la posible ubicación de los sondeos de explotación.

Imagínate que eres el director de la explotación salina del Diapiro de la figura, ¿dónde realizarías el pozo? (debes tener en cuenta que el coste aproximado de cada pozo asciende a 100.000 €).

Para asegurar la obtención de la salmuera realizaremos el pozo de extracción en la parte central del domo (chimenea), puesto que si lo hiciéramos en los bordes más alejados del centro, la vida del pozo sería muy corta por el espesor reducido de la halita y no sería rentable, o bien existiría una alta probabilidad de que la extracción se realizará en yesos.

9. ¿Podrías pensar en alguna ventaja que suponga el no explotar la sal directamente en el Diapiro y conducir la salmuera a través de un saleoducto a las salinas de Torrevieja?

En primer lugar, Torrevieja, por su cercanía al mar favorece la comercialización y el transporte de la sal en barco. Evitamos así los gastos derivados del transporte por carretera. Además, resulta más económico trasladar por un saleoducto la salmuera a Torrevieja donde ya existía una infraestructura de obtención de la sal y en cambio, en Pinoso habría que crearla.

PARADA 6

Localización

Coordenadas geográficas:
N 38° 23' 24.1" W 001° 01' 36.0"
Altitud: 791 m

Continuamos caminando y tras dejar atrás los pozos de extracción comenzamos a descender por la ladera norte del diapiro. A unos 500 m nos encontramos un camino a la izquierda que tiene dos entradas. Nos desviamos por dicho camino y seguimos caminando otros 500 m hasta que llegamos a la Cueva del Gigante, un afloramiento de sal gema, el cual constituye la parada 6 (Figura 20).

Durante años la cueva ha presentado un aspecto bastante deteriorado debido a pintadas en las paredes y basura por toda la cavidad, a lo que hay que añadir la continua entrada de vehículos (motos y bicicletas principalmente). Gracias a la labor de los voluntarios ambientales



Figura 20. Entrada Cueva del Gigante (Autor: J.C. Monzó).

de Pinoso, que realizan actividades de protección y conservación del patrimonio natural del municipio, se procedió a la eliminación de residuos y pintadas y al mantenimiento constante de la cueva. Un cartel a la entrada de la cueva nos informa del interés geológico de este punto, quedando **PROHIBIDO**, entre otras acciones, la extracción de minerales de su interior. Una cuerda sujeta a unos postes de madera trata de evitar la entrada de vehículos.

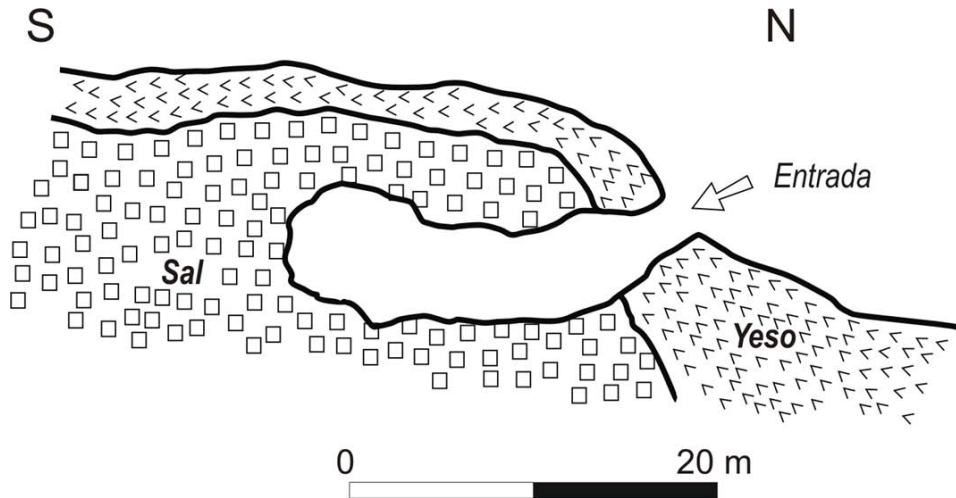


Figura 21. Esquema de la Cueva del Gigante (Fuente Torresal, modificado por Monzó, 2003).

Descripción geológica

La Cueva del Gigante se desarrolla en una espectacular mole sub-superficial de sal excavada en la roca (figura 21). Desde épocas pasadas la extracción de halita iba destinada al consumo humano, y principalmente para el ganado.

Actividades

10. En superficie qué minerales se observan. ¿Porqué no se observa la halita en superficie?

En superficie observamos calizas, yesos, arcillas. Si ordenamos según su solubilidad los materiales que conforman el diapiro tendremos de menor a mayor solubilidad:

Caliza – yeso – sal

la mayor solubilidad de la sal explicaría el hecho de que ésta no aparezca en superficie.

Objetivos específicos

- Reconocer algunos tipos rocosos como calizas, yesos y margas.

Recomendaciones didácticas

Comentar el hecho de que la sal obtenida en muchos casos se destinaba a la ganadería.

Mencionar que cuando el ganado chupa las piedras de sal el resultado es una piedra redondeada.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Atienza, F. (1971): "Sal para Torrevieja" en: *ASÍ*, 19-32 pp. Ministerio de Industria. Programa Nacional de Explotación Minera. Minería de Minerales no metálicos.
- Calaforra Chordi, J.M. (1998): *Karstología de yesos*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Almería. Instituto de Estudios Almerienses. Diputación de Almería. 384 p.
- González, A.; Giménez y Ruiz, M.A., C. (1995): *Dos Paisajes de Sal: Una propuesta educativa*. 30 p. *Inédito*.
- I.G.M.E. (1984) Mapa Geológico de España. Hoja 870, (27-34). E. 1:50.000. Pinoso.
- De La Torre, A. (1991): *Vegetación y suelos en el Alto Vinalopó (Alicante)*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- Martínez, A. (¿?): "Modernas Técnicas Mineras en nuestro término". Pinoso.
- Martínez, A. (¿?): "El Cabezo: Montaña Mágica". Pinoso.
- Monzó Giménez, J.C. (1996): *Modernas Técnicas de Explotación Minera en Pinoso*. 4º Cursos de CC. Biológicas. Asignatura: Geología Ambiental. 45 p. *Inédito*.
- Ortí Cabo, F. y Salvany Duran J.M. (1990): *Formaciones evaporíticas de la Cuenca del Ebro y cadenas periféricas, de la zona de Levante. Nuevas aportaciones y guía de superficie*. Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica. Universitat de Barcelona. ENRESA, Barcelona. 306 p.
- Servicio Cartográfico del Ejército (1995): *Cartografía Militar de España, Serie L. E. 1:50.000. Hoja nº 27-34 (870)*. Pinoso.
- Vescovi V. Coord. y Domínguez A. *Direcc. Cientif.* (1993): *Minerales y Piedras Preciosas*. RBA Editores, S.A., Barcelona.