

PARTE I

ALGUNOS CONCEPTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS

Parque Natural Sierra Norte de Sevilla

PARTE I ALGUNOS CONCEPTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS

LA GEOLOGÍA es la ciencia del planeta Tierra. Estudia sus materiales, estructura, procesos que actúan en su interior y sobre la superficie, minerales y rocas, fósiles, terremotos y volcanes, montañas y océanos, suelos, paisaje, erosión y depósito. La Geología también se ocupa del origen del planeta y de los cambios que ha ido sufriendo a lo largo de toda su historia. En sus rocas está encerrada la historia de la vida.

La Geología también se ocupa del “ambiente” que reinaba en cada región o zona del planeta, no solo desde la aparición de los seres vivos, sino desde su mismo origen hace 4.600 millones de años. La Geología es una Ciencia Ambiental y también Medio Ambiental ¡claro*!

* “Ambiente” y “medio ambiente”

El ambiente es el conjunto de características físicas, químicas y biológicas de un lugar. El término de “medio ambiente” se refiere a todo lo que rodea a un organismo e influye sobre él. Es decir que el concepto de “medio ambiente” es más restringido que el de “ambiente”, pues se refiere exclusivamente a los seres vivos.

Es difícil establecer los límites de una Ciencia como la Geología que estudia un planeta del Sistema Solar (del que se ocupa la Astronomía), que está rodeado de una atmósfera oxigenada (de la que se ocupan distintas Ciencias Físicas como la Meteorología o la Climatología) y que, además, alberga a los seres vivos de los cinco reinos (de los que se ocupa la Biología).

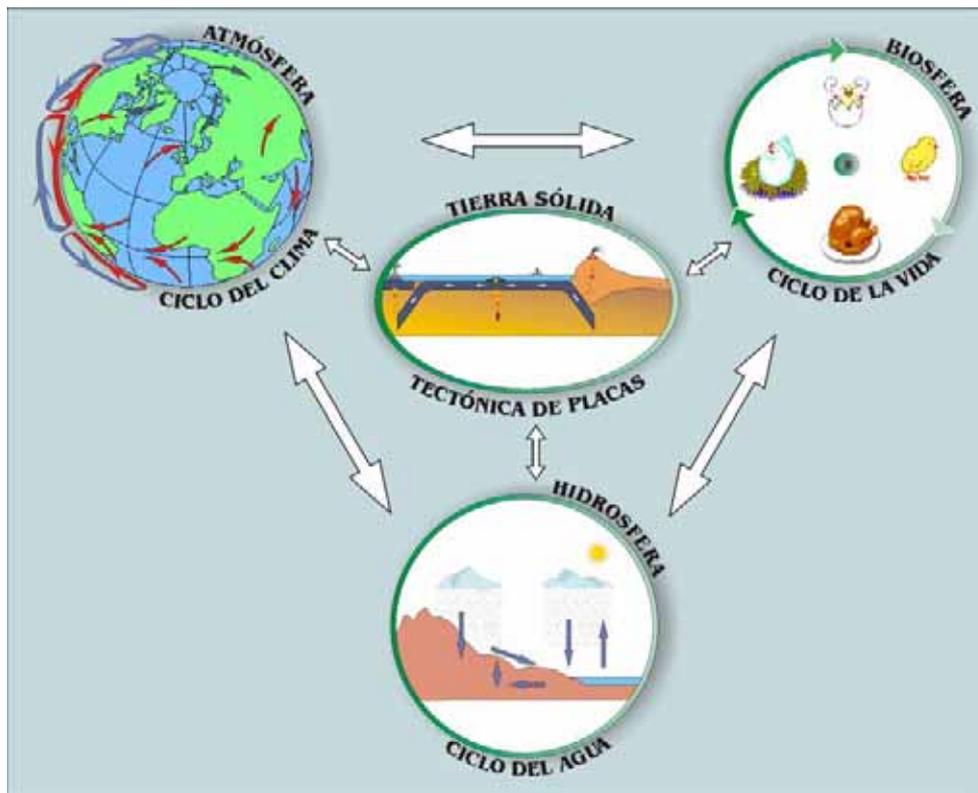


Figura 1. Interacción entre las cuatro “esferas” que integran el sistema del Planeta Tierra.

De las cuatro esferas que constituyen el planeta Tierra, la que llamamos “Tierra Sólida” es la más directamente asociada a la Geología; aunque la interacción entre Atmósfera, Hidrosfera, Biosfera y Tierra Sólida es tan intensa y constante que establecer los límites entre ellas casi siempre resulta artificioso (FIGURA1).

La TABLA 1 incluye las especialidades más conocidas de la Geología y el tema del que se ocupan.

ESPECIALIDAD	ÁREA DE ESTUDIO
Edafología	Suelos
Estratigrafía	Sedimentos y rocas sedimentarias
Geocronología	Tiempo e historia de la Tierra
Geofísica	Interior de la Tierra y terremotos
Geología Ambiental	Medio Ambiente
Geología del Carbón	Rocas carbonosas
Geología Económica	Recursos minerales y energéticos
Geología Estructural	Deformación de las rocas
Geología del Petróleo	Hidrocarburos sólidos, líquidos y gaseosos
Geología Planetaria	Geología de los Planetas
Geología Regional	Rasgos geológicos generales de una región dada
Geomorfología	Formas de la Tierra
Geoquímica	Química de la Tierra
Hidrogeología	Recursos acuíferos
Mineralogía	Minerales
Oceanografía	Océanos
Paleogeografía	Características y ubicaciones geográficas antiguas
Paleontología	Fósiles
Petrología	Rocas y su génesis

EL TIEMPO GEOLÓGICO

Se calcula que la edad de nuestro planeta es de 4600 millones de años. Hay un larguísimo camino desde su origen en la gran explosión del big-bang hasta hoy en día. Sería fantástico conocer toda esa historia, pero lo cierto es que hay grandísimos lapsos de conocimiento. Los 3500 primeros millones de años de la historia de la Tierra pueden ser considerados, en cierta medida, como parte de la historia del sistema solar y del universo. Desde el punto de vista de la “Geología” en sentido estricto son casi una incógnita. Sabemos una mínima parte de lo que ocurrió en los 460 millones de años siguientes, cuando la atmósfera ya era oxigenada como la de hoy en día si no seguimos contaminándola. Los últimos 540 millones de años de la historia de la Tierra son los mejor conocidos relativamente.

La tabla del tiempo geológico (TABLA 2) es un esquema del “calendario” de la historia de la Tierra, donde se muestran las divisiones temporales que han sido establecidas en función de los sucesos acontecidos en cada momento. A estas divisiones las llamamos *unidades cronoestratigráficas*. Por lo general, las unidades cronoestratigráficas más modernas son de menor duración que las más antiguas, cuyos rasgos se han borrado y/o son más difíciles de reconocer.

A lo largo de la historia de La Tierra han ocurrido transformaciones y procesos de muy diversa duración. Algunos han durado millones de años, mientras que otros han consumido apenas unas décimas de segundo. Por lo tanto, el hablar de rapidez ó de lentitud referidos a un proceso geológico depende del tipo de proceso que se considere. Se puede hablar de gran velocidad para algo que duró 500.000 ó 1.000.000 de años, o decir que una roca que se formó hace un millón de años es muy joven. Variar la escala de tiempo desde segundos a millones de años es una destreza fundamental del geólogo*.

** Ser capaz de no estar comparando continuamente el tiempo referido a la historia de la Tierra con el tiempo referido a la historia de la humanidad, no es tan fácil y requiere entrenamiento.*

Para una mayor comodidad de uso, la tabla del tiempo geológico de la página XXX aparece también en el interior de la contraportada de esta guía.

EON	ERA	PERIODO	M.A.	Algunos eventos importantes en la historia de la Tierra
FANEROZOICO	CENOZOICO	CUATERNARIO	0.01	Fin de la Edad del Hielo Extinción de grandes mamíferos y pájaros
		NEOGENO	1.75	Aparición del hombre; Edad del hielo
			23.5	Plantas y animales modernos } OROGENIA ALPINA
	PALEOGENO			Migración de los continentes a posiciones muy similares a las actuales
				Expansión de mamíferos, pájaros, angiospermas e insectos polinizadores
	MESOZOICO	CRETACICO	65	Extinción en masa de dinosaurios y ammonites
		JURASICO	135	Aparición de las angiospermas Primeros pájaros y primeros mamíferos
			203	Diversificación de dinosaurios y ammonites
		TRIASICO	250	Aparición de los dinosaurios; Diversificación de plantas gimnospermas; Separación de la Pangea
		PERMICO	250	Unión de todos los continentes formando la Pangea Desarrollo de insectos y reptiles
		CARBONIFERO	295	Primeros reptiles; Primeros ammonites
			355	Desarrollo de bosques de helechos, esfenofitas y licopodios } OROGENIA VARISCA
	PALEOZOICO	DEVONICO	355	Primeros anfibios Diversificación de las plantas terrestres
		SILURICO	410	Aparición de plantas vasculares, insectos y artrópodos
		ORDOVICICO	435	Primeros peces
		CAMBRICO	500	Máximo desarrollo de trilobites
			540	Primeros invertebrados marinos, incluyendo los trilobites } OROGENIA CADOMIENSE
PRECAMBRICO	PROTEROZOICO	2500	Aparición de animales multicelulares Atmósfera mayoritariamente aeróbica Aparición de los eucariotas	
	ARCAICO	4000	Aparición del oxígeno en la atmósfera	
		4600?	Edad aproximada del origen de la Tierra	

Tabla 2. Tabla del tiempo geológico.

ESTRUCTURA DE LA TIERRA

El interior de la Tierra Sólida tiene una estructura concéntrica. Desde la superficie hacia el interior se pueden diferenciar tres capas o cinco, dependiendo del tipo de división que consideremos (FIGURA 2).

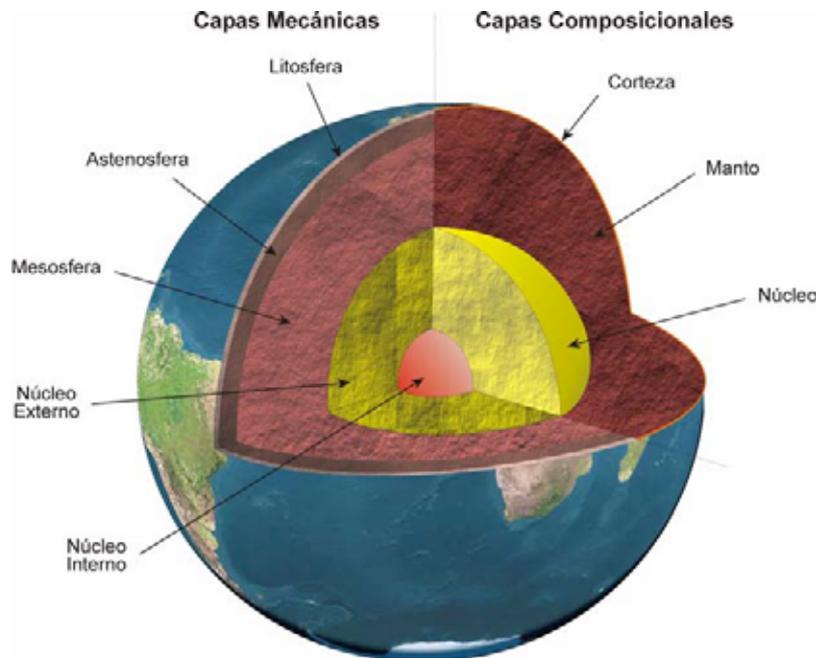


Figura 2. Estructuración del interior de la Tierra. Capas composicionales y mecánicas.

Capas composicionales

Atendiendo a la composición de los materiales, las capas -geosferas- del interior de la Tierra son Corteza, Manto y Núcleo (ver FIGURA 2).

La Corteza es la geosfera más superficial, la que podemos pisar en los continentes y la que tapiza el fondo de los océanos, aunque en unos y otros adquiere características diferentes. Es una capa sólida, rígida y muy poco uniforme, es decir que varía enormemente entre unos lugares y otros*. Su límite con la siguiente geosfera forma la *discontinuidad de Mohorovicic*.

* Algunos datos sobre la Corteza
 Composición media: andesítica
 Estado de su materia constituyente: sólido
 Densidad media: 2,9 gr/cc
 Espesor máximo: más de 70 Km en el Himalaya
 Espesor mínimo: 5 km en los fondos oceánicos
 Espesor medio: entre 5 y 10 km

El Manto es la capa intermedia. Sus materiales se encuentran en estado sólido y semisólido, y tienen un comportamiento plástico que les permite fluir bajo determinadas condiciones de presión y temperatura. Localizada bajo la corteza no aflora en casi ningún lugar de la superficie del planeta, tan solo en algunos puntos especiales donde la corteza rígida es más débil y la salida de magma mantélico (magma que procede del manto, ver apartado rocas ígneas, pág) es posible, tal y como ocurre en las dorsales oceánicas y también en algunos volcanes profundamente enraizados, es decir cuyas raíces son tan profundas que atraviesan la corteza y comunican el manto con la superficie terrestre*. Su límite con la siguiente geosfera forma la *discontinuidad de Gutenberg*.

* Algunos datos sobre el Manto
 Composición media: peridotítica
 Estado de su materia constituyente: sólido y fundido de gran viscosidad
 Densidad media: 3,3 gr/cc
 Espesor medio aproximado: 2900 km.

El Núcleo es la capa más interna, la que ocupa el “corazón” del planeta. Es una geosfera de 3486 km de radio. Sus materiales están en estado sólido y fundido (líquido) dependiendo de la parte del núcleo que se trate. Son de composición metálica, muy similar a la de algunos meteoritos*.

* Algunos datos sobre el Núcleo
 Composición media: metálica (aleación de hierro y níquel)
 Estado de su materia constituyente: sólido y líquido
 Densidad media: 11 gr/cc

Capas mecánicas

La presión y la temperatura afectan a la densidad y al comportamiento mecánico de los materiales que constituyen La Tierra. Las mismas sustancias sometidas a condiciones diferentes de presión y temperatura cambian su densidad y, también pueden comportarse de distinta manera ante un esfuerzo. A medida que profundizamos bajo la superficie del planeta, la presión y la temperatura van aumentando (esto es lo que denominamos *Gradiente Geotérmico*), y sustancias que en la superficie son rígidas, en el interior pueden comportarse de una manera plástica y llegar a fundirse y fluir, formando un magma.

Atendiendo al comportamiento mecánico de los materiales del interior de la Tierra existen cinco capas ó geosferas que son Litosfera, Astenosfera, Mesosfera, Núcleo externo y Núcleo interno (ver FIGURA 2).

La Litosfera es la costra “rígida” de la Tierra, su “caparazón” de roca. Comprende la corteza y parte más superficial del Manto.

La Astenosfera es la capa “blanda” de la Tierra. Su comportamiento es plástico. Comprende parte del manto superior. La fusión de parte de sus materiales produce magma.

La Mesosfera es una capa sólida equivalente al Manto Inferior

El Núcleo Externo es una capa metálica líquida. Es el causante del campo magnético terrestre.

El Núcleo Interno es la capa más densa del planeta, se cree que su estado es sólido.

TECTÓNICA DE PLACAS

La litosfera no es una única capa continua cubriendo toda la superficie del globo terrestre, como si fuera el cascarón de un huevo, sino que está formada por porciones de diferente tamaño y grosor localizadas unas junto a otras que reciben el nombre de placas. Las placas litosféricas se encuentran “flotando” y deslizándose sobre la astenosfera y la mesosfera, según un movimiento inducido por el calor interno de la Tierra y la diferencia de densidad y temperatura de los materiales. Los contactos entre unas placas y otras reciben el nombre de límites. Los límites de placa pueden ser de tres tipos convergentes, divergentes y transformantes. La FIGURA 3 muestra las placas que hoy en día constituyen la litosfera.

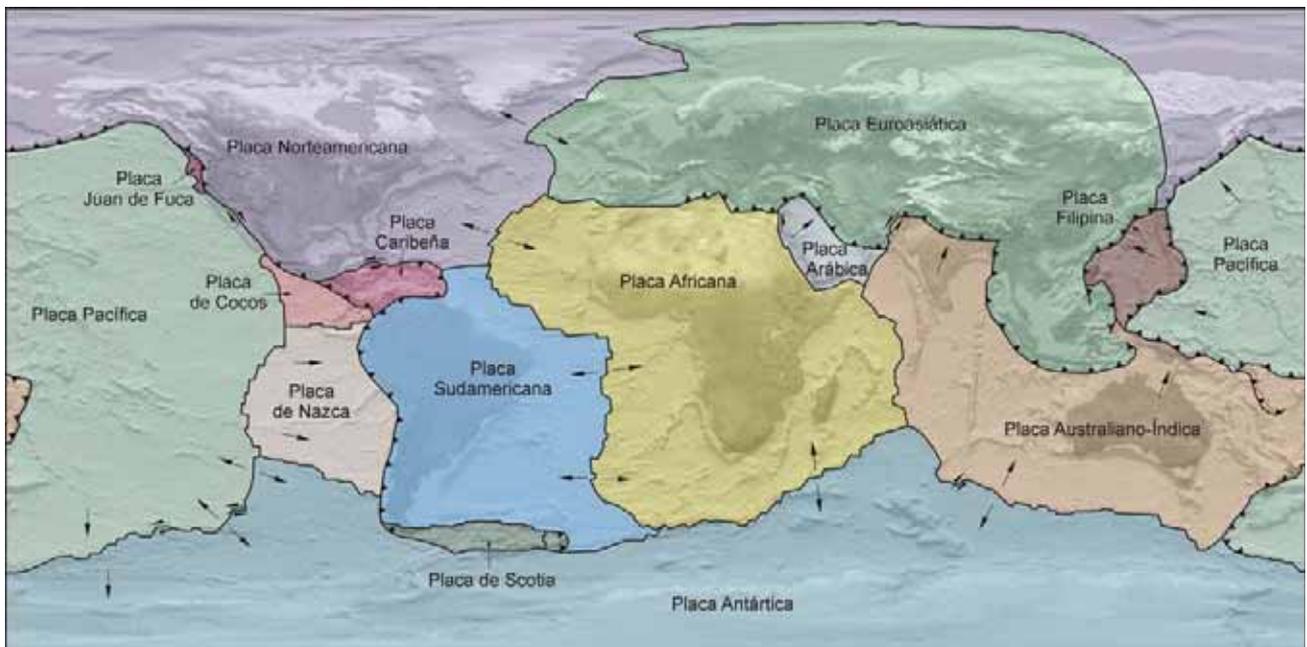


Figura 3. Mapa de las placas litosféricas actuales.

Las placas no permanecen invariables en el tiempo, es posible que se dividan para iniciar un proceso de “nacimiento” de otras nuevas, o bien que se destruyan en un proceso de subducción (hundimiento de una placa bajo otra). Estos procesos de formación y destrucción tienen lugar en los límites, y no suceden al azar sino que dependen del tipo de placa, de su posición y de los procesos que tengan lugar bajo ella, en la astenosfera y mesosfera. Para que una placa nazca es necesario que otra se destruya, pues el espacio disponible en la superficie terrestre es limitado. Al ciclo completo de

nacimiento de una placa nueva a partir de la división de otra más antigua, formación y desarrollo de esa placa y, por último, desaparición por subducción y colisión entre placas se le conoce como ciclo de Wilson (FIGURA 4). La formación de cadenas montañosas debido a la colisión entre placas tectónicas recibe el nombre de *orogénesis**.

* La formación de rocas, o cualquier otro proceso geológico, puede tener lugar en distintos momentos respecto a una orogenia. En función de ello se definen como *preorogénicas*, *sinorogénicas* y *postorogénicas*.

De igual manera, se dice que una roca, o cualquier proceso geológico, es *anorogénico* cuando en su origen no concurren procesos directamente relacionados con ninguna orogenia.

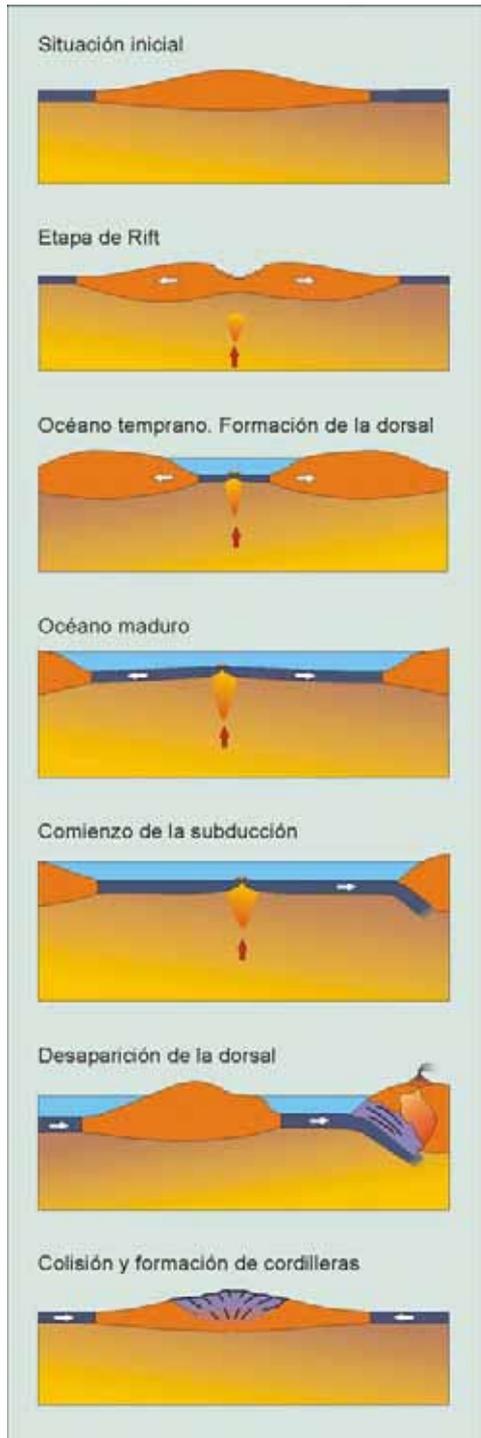


Figura 4. Ciclo de Wilson.

Tectónica de placas es el nombre de la teoría que explica todos estos conceptos (y muchísimos otros). Por ejemplo, la tectónica de placas explica porqué los océanos no han estado siempre en el mismo lugar; la formación, tamaño y posición de los océanos depende del momento y lugar de la litosfera. Es decir que han ido variando a lo largo de toda la historia de la Tierra. Lo mismo ocurre con los grandes relieves; por ejemplo, en medio de todas las grandes cadenas montañosas del planeta que hoy en día se localizan en el interior de los continentes ha habido un océano. La posición de los continentes también depende de la tectónica de placas; que en el Sahara hubiera glaciares durante el Carbonífero, o que el oeste de España fuera parte de un continente mucho antes de que la mitad oriental siquiera existiera, también lo explica la tectónica de placas. La posición de las montañas, de los ríos y llanuras, la posición de los volcanes, los lugares donde se producen los terremotos... y así un largo etc.

Si tenemos en cuenta todo lo anterior, resulta tan evidente que las características de la superficie terrestre son consecuencia de la tectónica de placas, que es imposible desligar los procesos endógenos y exógenos, es decir los que tienen lugar en el interior de la Tierra o sobre su superficie. El gráfico de la FIGURA 5 esquematiza el ciclo de las rocas, que representa la interconexión de todos los procesos y materiales de nuestro planeta.

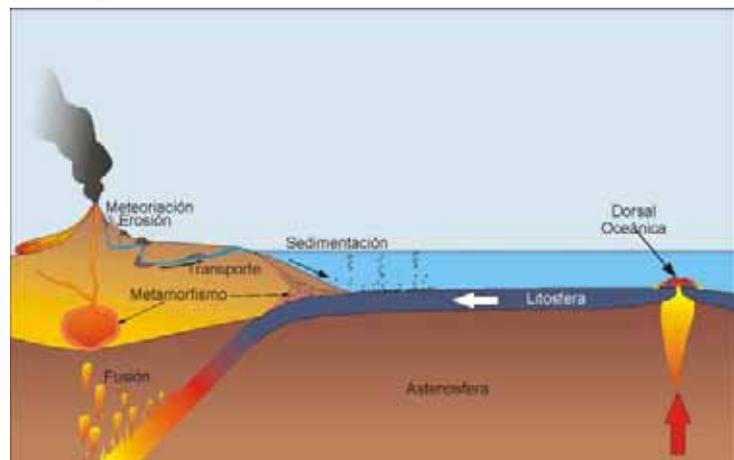


Figura 5. Ciclo integral de las rocas.

Desde el punto de vista geológico, los continentes no son solo las tierras emergidas, sino parte de algunas placas tectónicas donde la litosfera es gruesa y tiene una composición determinada (litosfera continental). Parte de la litosfera continental está emergida y parte sumergida constituyendo, en este último caso, las plataformas continentales. Hay placas sin apenas plataforma continental y otras con cientos de kilómetros de plataforma en dirección “agua adentro”.

Es posible que, en una misma placa haya áreas sin plataforma, donde la línea de costas marque el límite del continente, mientras que en otras áreas el continente se sumerge bajo el mar grandísimas distancias. En esta porción de continente que se localiza bajo el mar, la profundidad de las aguas no suele superar los 200 metros y la cantidad de nutrientes es elevada dada su cercanía relativa a tierra firme. Estas condiciones son idóneas para la vida, y favorecen la abundancia de pesca. Si observas con cuidado la FIGURA 6 encontrarás la explicación de por qué los pesqueros españoles se han ido tradicionalmente a faenar a Marruecos y Mauritania o al mar del Norte.

La localización de los recursos naturales en el globo terráqueo esta controlada por la tectónica de placas, y con ello la propia historia de la humanidad incluyendo, guerras, tratos, invasiones, colonización o abandono de países, economía...

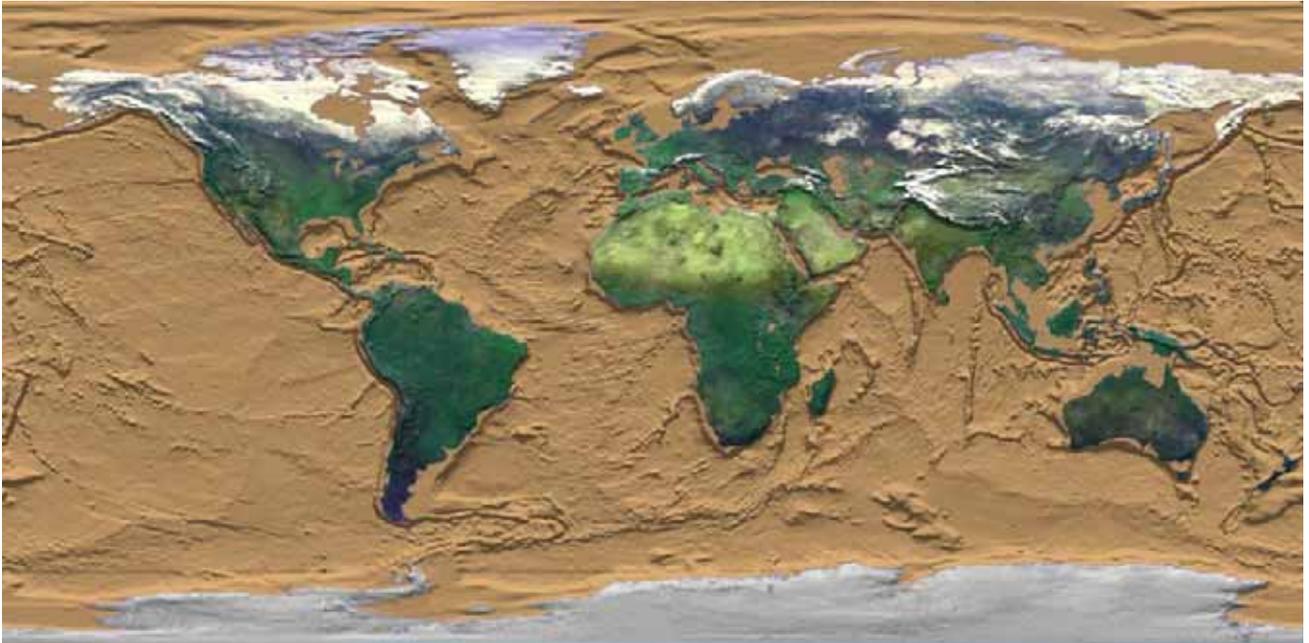


Figura 6. Mapa de los fondos oceánicos y áreas emergidas de la Tierra.

PROCESOS GEOLÓGICOS EXÓGENOS

Los procesos geológicos que actúan sobre la superficie de la Tierra reciben el nombre de exógenos. Erosión, transporte y sedimentación son los tres procesos responsables de la dinámica externa del planeta. Erosionar los relieves mas elevados y transportar las partículas y sustancias erosionadas hasta depositarlas en el fondo de los mares es su función.

Si tenemos en cuenta lo anterior, es fácil pensar que aplanando montañas y rellenando océanos llegaríamos, con el tiempo, a tener un planeta plano; y esto podría suceder, si no existieran los procesos internos (llamados endógenos) que, entre otras cosas, dan lugar a la elevación de terrenos y formación de cadenas montañosas por una parte, y al hundimiento de determinadas zonas y formación de cuencas y océanos por otra.

Es decir, que los procesos endógenos son los originadores del relieve y los exógenos sus modeladores. Ambos tipos de procesos son complementarios y están íntimamente relacionados entre sí (ver FIGURA 5). A continuación se citan algunos ejemplos.

Ejemplo 1: Todas las grandes cordilleras del planeta son consecuencia de procesos de destrucción de placas. En las cumbres, la altitud impide el desarrollo de cubierta vegetal que inhiba la erosión. Estos relieves son muy abruptos y favorecen el desarrollo de cursos de agua muy violentos, con energía suficiente para arrastrar y transportar los fragmentos erosionados, que irán a depositarse en zonas topográficamente mas bajas, y a través de los ríos, llegar al fondo de los mares y océanos.

Ejemplo 2: La posición de continentes y océanos son la esencia de la tectónica de placas, pero a su vez, es un factor determinante de la climatología de cada región. Temperaturas y régimen de lluvias, junto con la distribución del tipo de rocas, topografía y altitud condicionan la calidad y espesura de la cubierta vegetal de cada área, que afecta a la existencia o no de suelos.

LAS ROCAS

Una roca es un agregado de uno o varios minerales que se encuentra de manera natural y en estado sólido en la corteza terrestre y el manto. Aunque también se consideran rocas a sustancias como el carbón o las pumitas (piedra pómez), a pesar de que no están formadas por minerales y que, por lo tanto, no cumplen los requisitos que la definición de roca exige. De manera que, para que podamos incluir a estas y otras excepciones bajo el término “roca” es necesario ampliar su definición: Una roca es una sustancia sólida formada de manera natural.

Las rocas se clasifican en ígneas, sedimentarias y metamórficas dependiendo de cómo se hayan originado.

Rocas ígneas

Las rocas ígneas se forman por el enfriamiento y solidificación de un magma, por eso también se les puede llamar magmáticas. El magma es una roca fundida, o parcialmente fundida, bajo la superficie de la Tierra (ver apartado de *ESTRUCTURA DE LA TIERRA*, pág.). Son rocas directamente producidas por procesos geológicos endógenos.

Dependiendo del lugar donde se produzca la solidificación, las rocas ígneas pueden ser intrusivas o extrusivas. También dependiendo de la clase de magma y de su velocidad de enfriamiento se producen diferentes tipos rocas ígneas tanto intrusivas, como extrusivas.

Es frecuente clasificar a las rocas ígneas por la composición de los minerales que las constituyen. De manera general, se utiliza el término de “ácido” para las rocas con alta proporción de sílice (SiO_2) y “básico” para las que son deficitarias en esta misma sustancia (FIGURA7).

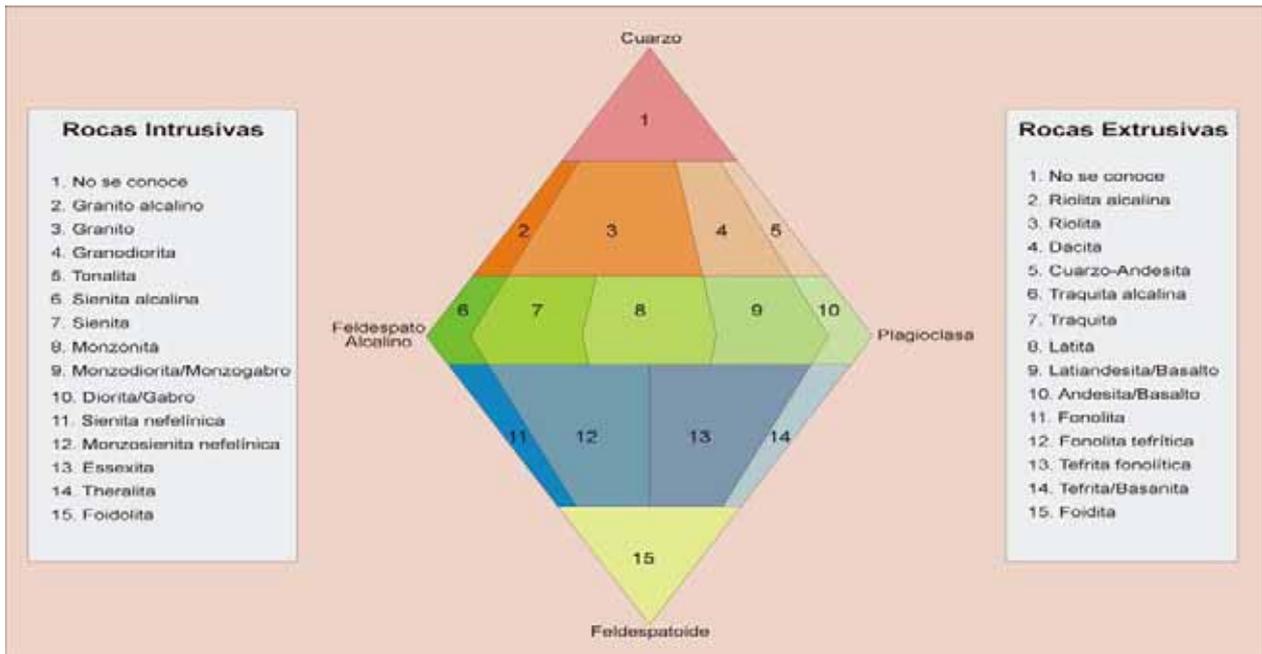


Figura 7. Clasificación de las rocas ígneas.

Una roca ígnea intrusiva es aquella que se formó en el interior de la Tierra, bajo su superficie, por la solidificación del magma de una cámara magmática, dique, sill o lacolito (FIGURA 8). Cuando el magma de una cámara cristaliza recibe el nombre de plutón y, por este motivo a estas rocas también se les llama “plutónicas”. Granitos, dioritas o gabros son algunos ejemplos.

Las rocas ígneas extrusivas resultan cuando la solidificación del magma tiene lugar sobre la superficie de la Tierra, ya sea de un continente o del fondo del mar. Este es el caso de las rocas volcánicas que se forman a partir de la solidificación de la lava de un volcán. Lava es el nombre que se le da al magma cuando sale a la superficie.

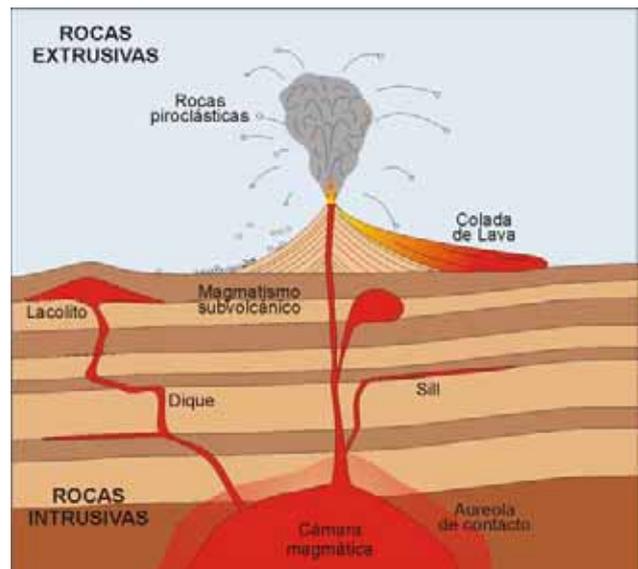


Figura 8. Clasificación de los emplazamientos de rocas ígneas según profundidad y geometría. Se muestra también la aureola de contacto producida por un plutón.

Rocas sedimentarias

Las rocas sedimentarias se forman por la petrificación de los sedimentos*. Los sedimentos son los materiales que se acumulan sobre la superficie de la Tierra por la acción de los procesos geológicos exógenos como son la erosión, el transporte y la sedimentación.

* En Geología, a este proceso se le llama litificación.

Grupo	Φ (mm)	Clase	Sedimento y tamaño textural	Compactada	
Rocas Detriticas	256	Ruditas	Bloques	Grava	Según forma: Conglomerado (redondeado) Brecha (anguloso)
			Cantos		
	2	Arenitas	Arena muy gruesa		Arenisca
			Arena gruesa		
			Arena media		
			Arena fina		
			Arena muy fina		
	1/16	Lutitas	Limo		Limolita
	1/256		Arcilla		Arcillita

Grupo	Clase
Rocas de origen químico	Rocas Carbonatadas
	Evaporitas
	Rocas Aluminio-Ferruginosas
	Rocas Fosfatadas
	Rocas Silíceas de origen químico
Rocas organógenas	Rocas Silíceas de origen orgánico
	Carbones

Dependiendo de la forma en que se produzca el depósito se originarán distintos tipos de sedimentos que tras la litificación darán lugar a los distintos tipos de rocas sedimentarias que existen en la naturaleza. Como los procesos superficiales pueden ser muy variados hay un gran número de tipos diferentes de rocas sedimentarias (FIGURA 9). Las rocas detriticas resultan de la acumulación de partículas sólidas, como granos de arena o cantos rodados, independientemente del lugar de la superficie terrestre donde se produzca la sedimentación, ya sea sobre tierra o bajo el mar. Ejemplos: lutitas, areniscas, conglomerados.

Las rocas sedimentarias químicas son las que se originan a partir de la precipitación de una solución, generalmente acuosa. Dependiendo de su composición tendremos diferentes tipos de rocas. Calizas, dolomías, chert o sal gema son solo algunos ejemplos.

Las rocas organógenas como el carbón se formaron gracias a la acumulación de materia orgánica seguida de otros procesos de transformación de esa sustancia original.

Figura 9. Clasificación de las rocas sedimentarias.

Rocas Metamórficas

Las rocas metamórficas son las que proceden de la modificación textural y mineralógica de otras rocas ya existentes. Cuando rocas ígneas y sedimentarias son sometidas a condiciones de presión y/o temperatura completamente diferentes a las que tenían cuando se formaron se producen variaciones en sus características, a veces tan importantes que no es posible reconocer la roca original. Dependiendo del tipo de roca que se modifica y de las nuevas condiciones de presión y/o temperatura a las que se sometan se producirán los distintos tipos de rocas metamórficas (FIGURA 10).

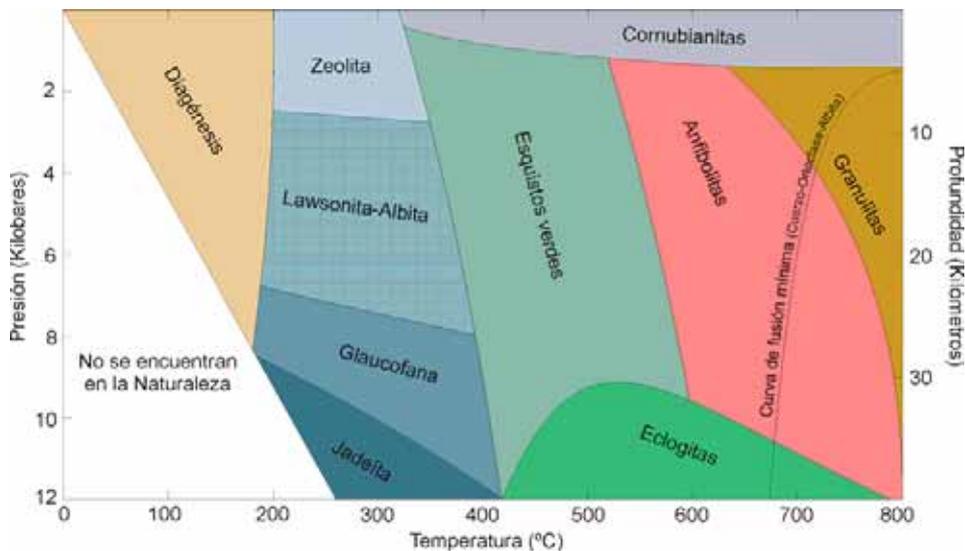


Figura 10. Clasificación de las rocas metamórficas.

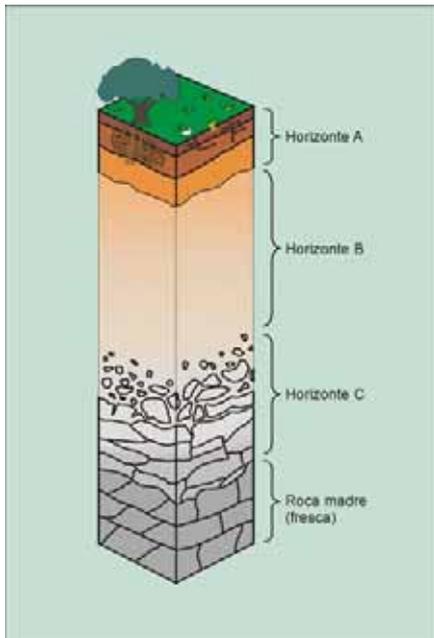
A las transformaciones de una roca debido a un incremento de la temperatura se le llama *metamorfismo de contacto*, y esta relacionado con el ascenso de magmas y la formación de rocas plutónicas y volcánicas. Pues, este es el único mecanismo que hay en la naturaleza para explicar un aumento enorme de temperatura sin variaciones significativas de presión.

El ascenso e intrusión de una bolsada magmática entre rocas ya existentes implica un foco de calor que puede llegar a superar los 1200 grados centígrados. Las rocas de alrededor del plutón se modifican, sus componentes (que pueden llegar casi a fundirse) dan lugar a minerales diferentes y por lo tanto a otro tipo distinto de roca. En la distancia, el calor se disipa a medida que nos alejamos del borde del plutón, y en el tiempo el calor también se disipa a medida que el propio plutón se va enfriando. De manera que al final de todo habrá rocas ígneas en lo que era la bolsada magmática y rocas de metamorfismo de contacto alrededor de ella, formando una aureola (ver FIGURA 8).

Al conjunto de las transformaciones que sufre una roca a causa del incremento de presión se le llama *metamorfismo regional*. Este nombre hace alusión a que los procesos geológicos que pueden ocasionarlo no son puntuales, sino regionales y actúan sobre grandes extensiones de terreno. Este tipo de metamorfismo aparece asociado a procesos orogénicos (ver TECTÓNICA DE PLACAS, pág.).

El incremento de la presión va produciendo cambios paulatinos en las rocas. Al principio son menores y afectan únicamente a la disposición de los minerales que las forman, que adquieren un aspecto hojoso, como el de las pizarras. A medida que aumenta la presión, también aumenta la temperatura y los cambios van siendo cada vez más profundos (ver concepto de gradiente geotérmico, apartado de ESTRUCTURA DE LA TIERRA, pág.).

SUELOS



La exhumación que los procesos erosivos producen continuamente en el sustrato permite que nuevas rocas, antes enterradas, afloren en superficie y entren en contacto con sustancias como la atmósfera y/o el agua. Atmósfera y agua son sustancias oxigenadas que pueden reaccionar con esas rocas y alterar su composición allá donde estas quedan expuestas, de manera que su superficie queda tapizada por una capa de alteración que implica la interacción entre roca fresca y atmósfera. Cuando las condiciones de humedad, relieve, litología y tiempo de actuación lo permiten esta capa de alteración llega a tener un espesor considerable (de hasta 100 metros en algunos casos) y adquiere unas características propias, diferentes de la roca madre de la que procede. Es entonces cuando hablamos de suelos.

La formación de suelos se ve favorecida por la existencia de una cubierta vegetal bien desarrollada. La acción de los ácidos húmicos procedentes de la descomposición de la materia orgánica acumulada sobre el sustrato con la ayuda de bacterias, y acción bioturbadora de otros organismos, acelera y facilita la alteración de la roca y, por lo tanto, el desarrollo de suelos.

Cuando el clima es húmedo, la topografía suave, la cubierta vegetal densa y las rocas del sustrato fácilmente alterables se reúnen las condiciones idóneas para el desarrollo de suelos tal y como los entendemos la mayoría de nosotros, suelos fértiles y ricos, aptos para la agricultura, y de alto interés económico; suelos constituidos por diferentes capas u horizontes, desde la acumulación orgánica en la superficie hasta la roca fresca en profundidad (FIGURA 11).

Figura 11. Esquema de un suelo desarrollado.

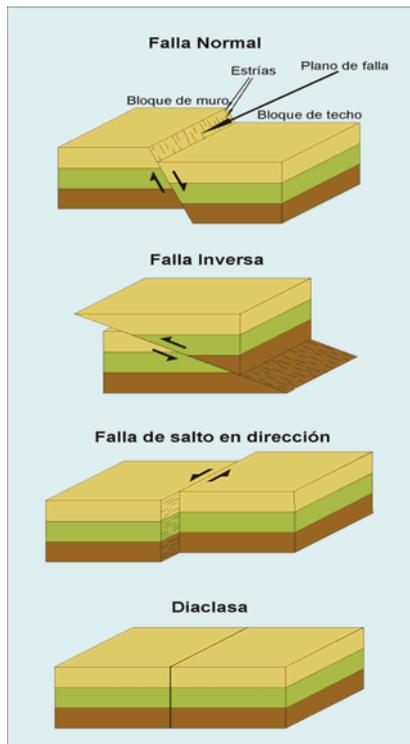
No debemos olvidarnos que, al fin y al cabo, un suelo es el resultado de la interacción entre el sustrato rocoso y la atmósfera; en climas áridos y sin cubierta vegetal el resultado de esta interacción suele ser una costra endurecida, que a veces puede alcanzar espesores de más de 50 metros, que incapacita el área para la agricultura todavía más*. Un ejemplo de suelos de este tipo son los denominados “caliches”. A la derecha, la TABLA 3 muestra un resumen de la clasificación de suelos de la FAO/UNESCO.

* Considerado desde este mismo punto de vista el “barniz del desierto” puede ser contemplado como un tipo especial de suelo.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA FAO/UNESCO	Suelos poco desarrollados			
	Fluvisol	Gleysol	Regosol	Leptosol
Suelos de edafogénesis controlada por el material originario				
Arenosol	Andosol	Vertisol		
Suelos en una etapa inicial de formación				
Cambisol				
Suelos con acumulación de CaCO ₃ y/o sales solubles				
Calcisol	Gypsisol	Solonetz	Solonchak	
Suelos con una marcada acumulación de materia orgánica, saturados en bases en la parte superior del perfil				
Kastanozem	Chernozem	Phaeozem	Greyzem	
Suelos con acumulación por iluvialción				
Luvisol	Planosol	Podzolvisol	Podzol	
Suelos dominantes en regiones tropicales y subtropicales con meteorización intensa				
Lixisol	Acrisol	Alisol	Nitisol Ferralisol Plinthosol	
Suelos orgánicos				
Histosol				
Suelos fuertemente modificados por el hombre				
Anthrusol				

DEFORMACIÓN DE LAS ROCAS

Las rocas que forman la corteza terrestre se deforman cuando son sometidas a grandes esfuerzos. Dependiendo del tipo de esfuerzos, del tiempo de actuación, de la profundidad a la que se encuentren las rocas sobre las que actúan y, en menor medida, del tipo de roca, puede resultar que estas recuperen su geometría original, o que por el contrario la deformación sea perenne. En este segundo caso, pudiera haber sucedido que las rocas deformadas se encontraran en una posición muy superficial de la corteza o bien, que la deformación sucediera a profundidades mayores, y que la erosión hubiera “desmontado” los materiales suprayacentes permitiendo que las rocas deformadas afloren (queden expuestas en la superficie). Es decir que podemos encontrar afloramientos de rocas que fueron deformadas en, o muy cerca, de la superficie o bien a profundidades mayores; en un caso y en otro las características de la deformación serán diferentes. De manera general, los materiales son más frágiles en la superficie y más plásticos a profundidades mayores, considerando siempre semejantes el resto de las constantes indicadas anteriormente (esfuerzo, tiempo y tipo de roca).



Fracturas

La respuesta más frecuente de las rocas que son sometidas a una deformación frágil es la fracturación. Cuando un volumen inicial de roca es sometido a una deformación frágil, se fractura en fragmentos menores (bloques) delimitados por superficies llamadas superficies de fractura. Si entre los bloques delimitados por una superficie de fractura hay movimiento, a dicha fractura se le llama *falla*; en el caso de que los bloques no se hayan movido se trataría de una *diaclasa* (FIGURA 12). Dependiendo del tipo de movimiento de los bloques, las fallas se clasifican en normales, inversas o de salto en dirección. Son fallas normales aquellas en las que el desplazamiento se produce a favor de la pendiente del plano de falla. Son inversas aquellas en las que el desplazamiento se produce en contra de la pendiente y de salto en dirección cuando la dirección del movimiento es próxima a la horizontal. Cuando el desplazamiento se produce según un plano vertical, la falla no es ni normal, ni inversa, ni de salto en dirección. En este caso se le llama falla vertical.

Cuando se trata de fallas de gran escala y el movimiento de los bloques implica desplazamientos relativos de distancias kilométricas se habla de sistemas de *horts y grabens* para el caso de fallas normales y *cabalgamientos y mantos de corrimiento* para fallas inversas.

Figura 12. Tipos de fracturas (fallas y diaclasas).

Pliegues

La respuesta más frecuente de las rocas que son sometidas a una deformación plástica (o dúctil) es el plegamiento. Cuando un volumen inicial de roca es sometido a una deformación dúctil, se flexiona y “arruga” formando pliegues donde antes había superficies planas. Los pliegues se clasifican en función de su geometría y de su posición (FIGURA 13).

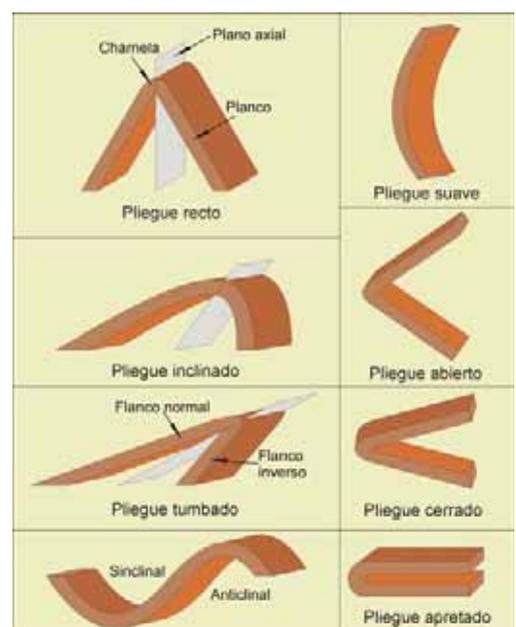
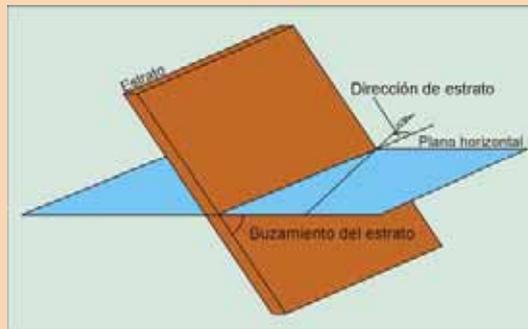


Figura 13. Tipos de pliegues y algunos términos relacionados.

La foliación es la disposición intensamente laminada que adquieren los materiales cuando son sometidos a una gran presión (esfuerzo compresivo). Esta presión puede estar asociada a un plegamiento o bien ser producto, simplemente, del peso de rocas y sedimentos depositados encima. Hay rocas que se folian con mucha más facilidad que otras, como por ejemplo las lutitas (arcillas y limos); cuando una lutita adquiere foliación se le llama pizarra*.

* El uso del término pizarra es muy genérico, de manera que puede encontrarse en referencia a rocas sedimentarias o a rocas metamórficas. Para el caso de rocas metamórficas solo debe usarse cuando los efectos de las transformaciones hayan destruido completamente la estructura de la roca original.

La mayor parte de las rocas sedimentarias presentan una geometría estratificada, es decir formando estratos. La posición original de la mayoría de los estratos es horizontal o suavemente inclinada, de manera que cuando encontramos sucesiones de estratos fuertemente inclinados podemos deducir que han sido perturbados. La dirección y el buzamiento son los parámetros numéricos que definen la posición de los estratos en el espacio, es decir cuanto y hacia donde han sido girados y balanceados respecto a su posición horizontal inicial (FIGURA 14). El instrumento de medida es la brújula de geólogo, que es una brújula normal montada sobre una base rectangular y equipada con una burbuja de nivelación y un clinómetro.



Se define **dirección de un estrato** a la orientación geográfica de la línea de intersección entre el estrato y un plano horizontal. Como es un ángulo, se mide en grados respecto al norte.

El buzamiento es el ángulo que forma el estrato con el plano horizontal. Se mide en grados, indicando siempre el sentido de la inclinación, que es la dirección del espacio en la que se hunde.

PARTE II

**INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA
DE LA PENÍNSULA IBÉRICA**

Parque Natural Sierra Norte de Sevilla

PARTE II INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

La Península Ibérica tiene una historia geológica compleja y muy larga. Abarca desde los tiempos precámbricos hasta nuestros días y una gran variedad de rocas que, a lo largo del tiempo, han sufrido procesos diferentes dando lugar a una geología complicada y, como consecuencia, una variadísima geografía. La historia geológica de la Península Ibérica ha estado ligada a la del resto del continente europeo y a la del continente africano, y su evolución como terreno independiente data solamente desde el Albiense (Cretácico), hace 100 millones de años¹.

Desde el punto de vista geológico, la Península Ibérica esta formada por tres grandes grupos de afloramientos que reciben el nombre de *dominios geológicos*, más algunas áreas pequeñas independientes (FIGURA 15).

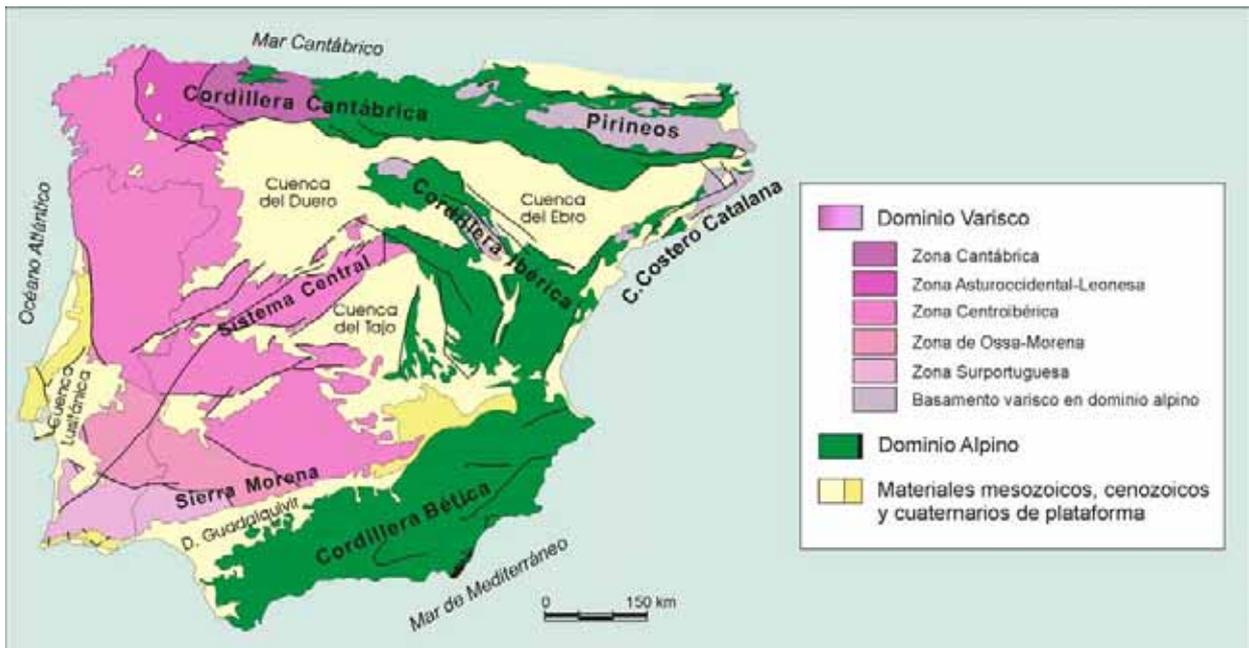


Figura 15. Dominios geológicos principales de la Península Ibérica

- a) **Dominio varisco.** Esta formado por la mayor parte de las rocas de la mitad occidental de la Península, desde la región de Galicia/Tras-os-Montes hasta Sierra Morena. También incluye afloramientos de la zona axial pirenaica, las Cordilleras Costeras Catalanas y algunas partes de la Cordillera Ibérica. Sus rocas son de edad precámbrica y paleozoica y naturaleza ígnea, sedimentaria y metamórfica. El Dominio varisco representa los restos del **Macizo Hespérico***, una gran cadena montañosa formada durante la Orogenia Varisca en el Devónico superior y Carbonífero inferior.

** El Macizo Hespérico es la cadena montañosa resultante, en la Península Ibérica, de la Orogenia Varisca (también conocida como Orogenia Hercínica). En la actualidad esta cadena montañosa se encuentra muy erosionada y, en general sus montañas presentan relieves suaves y de tipo residual, derivados de la distinta resistencia de las rocas a los agentes meteorizantes. Las rocas más resistentes, tanto física como químicamente, dan los relieves más abruptos mientras que las menos tenaces o más sensibles al ataque químico dan relieves aplanados o incluso negativos. En general, en las cadenas montañosas antiguas la topografía depende de la composición y textura de las rocas.*

- b) **Dominio alpino.** Está formado por los principales relieves actuales de la Península Ibérica, es decir por las Cordilleras Béticas y parte de los Pirineos y de la cordillera Ibérica. Se originaron durante la Orogenia Alpina en el Paleógeno. Sus rocas (ígneas, metamórficas y sedimentarias) son de edad paleozoica, mesozoica y cenozoica y de carácter pre-sin- y post-orogénico. La banda volcánica del sureste peninsular se suele incluir en este dominio, pues aunque sus rocas se formaron con posterioridad a la actividad tectónica, y no presentan deformación ni metamorfismo, están relacionadas con el ciclo orogénico alpino.

¹ Para hacerse una idea de la duración y antigüedad de cada una de las “edades geológicas” (unidades cronoestratigráficas) es conveniente consultar la tabla del tiempo geológico. Ver TABLA 2, pág XXX o el interior de la contraportada de esta guía.

- c) **Materiales mesozoicos, cenozoicos y cuaternarios de plataforma.** Se trata de los materiales más jóvenes de la Península Ibérica. Son rocas sedimentarias, de composición diversa, no afectadas por el ciclo alpino, que en general se depositaron rellenando las depresiones topográficas (cuencas) originadas en épocas anteriores. Estos materiales guardan una relación de zócalo-cobertera* con las rocas de los dominios varisco y alpino. Sus principales afloramientos se extienden formando un gran triángulo que cubre parte de las cuencas del Ebro, Duero y Tajo. También ocupan la cuenca del Guadalquivir y su extensión en el Algarve portugués, así como, la denominada cuenca Lusitánica, que se extiende entre el sur de Lisboa y Oporto.

* Se define como zócalo al sustrato rocoso y antiguo sobre el que se depositan nuevas series de rocas sedimentarias. Estas constituyen lo que se denomina cobertera.



La mayor parte del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla se localiza sobre terrenos correspondientes al Macizo Hespérico. Aunque también hay unos pocos afloramientos correspondientes a los materiales del relleno de la Depresión del Guadalquivir (FIGURA 16). Teniendo en cuenta la localización del Parque y para facilitar la comprensión de sus características geológicas, puede ser conveniente una descripción más detallada del Macizo Hespérico.

Figura 16. Localización y esquema geológico del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla.

DIVISIÓN EN ZONAS DEL MACIZO HESPÉRICO (DOMINIO VARISCO)

Las características de las rocas del Macizo Hespérico permiten diferenciar varias zonas según una transversal de dirección norte-sur. Este rasgo geológico fue descrito por primera vez por un geólogo alemán apellidado Lotze, en 1945. Las bases geológicas para esta zonación son diversas, incluyendo criterios estratigráficos, paleontológicos, tectónicos y magmáticos. La mayor parte de los geólogos aceptan la división en zonas que, a partir del trabajo inicial de Lotze, realizaron Julivert y otros en 1972 cuando elaboraron el Mapa Tectónico de la Península Ibérica (ver FIGURA 15). Estos autores dividen el macizo Hespérico en cinco zonas que, de norte a sur, son las siguientes:

- Zona Cantábrica
- Zona Asturoccidental-Leonesa
- Zona Centroibérica
- Zona de Ossa-Morena
- Zona Surportuguesa

La Zona Cantábrica constituye el núcleo del denominado arco Ibero-Armoricano. Está formada por rocas precámbricas y paleozoicas de origen sedimentario, que fueron depositadas en medios continentales o marino someros. Las rocas más representativas de la Zona Cantábrica son las de edad carbonífera; y entre ellas, las correspondientes al Carbonífero Superior albergan los famosos yacimientos de carbón de la cuenca minera asturiana.

La deformación que presentan las rocas es intensa, pero sin embargo, no lleva asociada un metamorfismo generalizado y el magmatismo es escaso. Las características tectónicas principales de esta zona son la abundancia de cabalgamientos, mantos de corrimiento y pliegues de todas las escalas.

La Zona Asturoccidental-Leonesa. En esta zona predominan las rocas del Paleozoico Inferior (Cámbrico-Ordovícico-Silúrico), siendo muy escasos los afloramientos de rocas posteriores al Silúrico. En el núcleo de grandes estructuras de plegamiento de tipo anticlinal, afloran materiales precámbricos metadetríticos* y los gneises conocidos como Olla de Sapo*.

En esta zona, la Orogenia Varisca dio lugar a un metamorfismo regional generalizado y a la formación de grandes pliegues. Las manifestaciones magmáticas son escasas, exceptuando en la parte más occidental donde abundan las rocas intrusivas de naturaleza granítica.

** Rocas detríticas ligeramente afectadas por metamorfismo.*

** El término gneis hace referencia a una roca metamórfica de composición similar a un granito (cuarzo, feldespatos y micas) pero con textura derivada del crecimiento de cristales de feldespato en condiciones de altas presiones y temperaturas. Los cristales de feldespato aparecen deformados y rodeados por las micas que, debido a su estructura laminar se orientan perpendicularmente al esfuerzo que deforma las rocas durante el plegamiento. Este tipo de ordenación de los minerales se denomina textura gneíscica y es común en rocas ácidas sometidas a metamorfismo de alto grado. Se denominan ortogneises a los derivados del metamorfismo de rocas ígneas y paragneises a las generadas cuando proceden de rocas sedimentarias.*

El nombre de Olla de Sapo significa “ojo de sapo” y hace alusión al aspecto de estas rocas. Los gneises de Olla de Sapo son una formación geológica muy extendida por el Noroeste y Centro de la Península Ibérica. Son ortogneises de edad precámbrica y forman el sustrato geológico sobre el que se depositaron muchas de las rocas deformadas durante la orogenia Varisca. En algunos casos, se ha constatado que constituyen la fuente de muchas de las rocas graníticas.

La Zona Centroibérica es la más extensa y heterogénea de las que constituyen el Macizo Hespérico. Su característica más representativa es la abundancia de rocas ígneas intrusivas y la heterogeneidad del metamorfismo. Coexisten áreas con metamorfismo de alto grado con otras sin metamorfismo. En su extremo noroccidental, en Galicia y norte de Portugal, existen grandes extensiones de rocas ultrabásicas cuyo origen, muy profundo, se sitúa en el Manto terrestre. Son los denominados complejos catazonales de Galicia y Tras-os-Montes. En el resto de la zona predominan rocas precámbricas y cámbricas que constituyen el zócalo sobre el que se depositaron el resto de las rocas paleozoicas. De entre éstas destaca por su uniformidad y extensión la conocida como Cuarcita Armoricana (Ordovícico), que resalta en la región formando grandes relieves, algunos tan llamativos como el desfiladero del paso de Despeñaperros. En Almadén, provincia de Ciudad Real, la denominada Cuarcita de Criadero (Silúrico) está impregnada por minerales de mercurio dando lugar al yacimiento más importante del mundo de este metal.

La Zona de Ossa-Morena es la más interesante desde el punto de vista de esta guía porque a ella corresponden la mayoría de las rocas del Parque. En general, es muy variada si atendemos a la naturaleza y composición de sus rocas. Por el norte, está limitada por el denominado “Corredor Blastomilonítico” que es una banda de rocas intensamente deformadas y de naturaleza diversa, que representan una sutura* continental antigua. El límite sur de la Zona de Ossa-Morena es otra sutura constituida por una banda de rocas complejas que se interpretan como los restos de un antiguo fondo oceánico deformado y metamorfozado en las etapas iniciales de la Orogenia Varisca. Entre sus rocas se encuentran las denominadas “Anfibolitas de Beja-Acebuches” (ver FIGURA 16).

De una forma sencilla y simplificando un poco, se podría representar la Zona de Ossa-Morena como un trozo de tierra aplastado y estrujado entre dos placas tectónicas una de naturaleza continental al norte y otra, la del sur, que incluye parte oceánica y parte continental. El movimiento de estas placas en principio fue por colisión, es decir, por aproximación de una contra otra. Posteriormente el movimiento cambió hacia una colisión lateral. En esta etapa, los bloques continentales se deslizaron lateralmente uno contra otro produciendo un fuerte efecto de fricción. La diferente resistencia relativa de las rocas dio lugar a la fragmentación de los bloques continentales que a su vez se deslizaron unos contra otros, produciendo desplazamientos con fuerte componente horizontal. Estos movimientos son los que produjeron la actual configuración geológica de la Zona de Ossa-Morena.

Con toda esta historia no es extraño que la gran mayoría de las rocas del Parque muestren una intensa deformación. Además, los materiales más antiguos, anteriores al Paleozoico, están especialmente deformados pues han sufrido los efectos de dos orogenias, la Cadomiense que tuvo lugar al final del Precámbrico y la Varisca, al final del Paleozoico.

Localmente, sobre el zócalo varisco de rocas deformadas, aparecen los restos de lo que fueron pequeñas cuencas continentales que se rellenaron con sedimentos y materiales volcánicos durante el Carbonífero Superior, Pérmico y Triásico Inferior. Algunas de ellas contienen lechos de carbón, como ocurre en la antigua cuenca pérmica de San Nicolás del Puerto. A veces, la abundancia de carbón fue suficiente y su explotación resultó económicamente rentable, como en Villanueva del Río y Minas*, fuera del parque de la Sierra Norte, aunque muy cerca.

También la Orogenia Alpina afectó a la Zona de Ossa-Morena, aunque solo fuera reactivando antiguas fracturas que al moverse produjeron el rejuvenecimiento de un relieve que ya estaba desgastado. Por este motivo, Ossa-Morena presenta la peculiaridad de tener un relieve joven esculpido sobre rocas antiguas.

** Se entiende por sutura tectónica a la franja de rocas que quedaron en la zona de colisión entre dos placas litosféricas durante una orogenia. Las suturas son el resultado de la colisión entre placas continentales, entre placas oceánicas o entre oceánicas y continentales. En Geología, se consideran una evidencia de los procesos de colisión y su estudio es una fuente importante de información para reconstruir la historia antigua de la evolución de la Tierra.*

** Las primeras minas de carbón que se explotaron en España, antes que las de Asturias y León, fueron estas de Villanueva del Río y Minas.*

La Zona Surportuguesa es la más meridional de las que componen el Macizo Hespérico. Ocupa la esquina suroccidental de la Península. En el Parque solo aparece al sur y sureste de Almacén de la Plata. La Zona Surportuguesa está compuesta por rocas sedimentarias e ígneas cuya edad comprende desde el Devónico Medio hasta el Carbonífero Superior. Los restos de las rocas que se depositaron en una cuenca pérmica postorogénica conocida como Cuenca Pérmica del Viar* también se consideran incluidos en esta zona.

La mayor parte de estas rocas fueron deformadas y ligeramente metamorfozadas durante la Orogenia Varisca. El estilo de la deformación es bastante parecido al descrito para la Zona Cantábrica con pliegues y grandes cabalgamientos a los que se asocia un metamorfismo de grado bajo a muy bajo. En su parte nororiental abundan las rocas plutónicas cuya intrusión, en la mayoría de los casos, es posterior a la fase principal de deformación tectónica, es decir que son post-orogénicas; el granito del Berrocal es un buen ejemplo de este tipo de rocas.

Con todo, el aspecto geológico más significativo de esta zona es el vulcanismo tan intenso que tuvo lugar durante el Devónico Superior y el Carbonífero Inferior, que dio lugar a una gran acumulación de rocas volcánicas, y también subvolcánicas. Al mismo tiempo y en el mismo lugar que se produjo este vulcanismo, se formaron enormes yacimientos minerales de sulfuros masivos en lo que entonces era el fondo de un mar con un ambiente enrarecido por la actividad volcánica. El yacimiento de sulfuros (pirita y otros minerales) más conocido de la región es el de Riotinto, pero no es el único. Tharsis, Sotiel-Coronada, Aznalcollar, etc son también yacimientos del mismo tipo. Además de estos, hay más de cien minas e indicios mineros de sulfuros que se localizan en una franja de 50x230 km que se extiende desde las proximidades de Sevilla hasta el sur de Lisboa. Esta franja se conoce como Faja Pirítica Ibérica y, aunque en la actualidad la actividad minera sea prácticamente nula, es una de las provincias metalíferas más importantes del mundo.

** La Cuenca Pérmica del Viar era semejante a la que se localizaba en el área de San Nicolás del Puerto en la Zona de Ossa-Morena.*

PARTE III

RASGOS GEOLÓGICOS GENERALES DEL PARQUE

Parque Natural Sierra Norte de Sevilla

PARTE III RASGOS GEOLÓGICOS GENERALES DEL PARQUE DE LA SIERRA NORTE DE SEVILLA

Desde el punto de vista geológico, el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla se localiza en el Macizo Hespérico (ver Figura 15). Esto significa que todas sus rocas están relacionadas con la Orogenia Varisca. También significa que todas ellas son de edad prepaleozoica y paleozoica, o a lo sumo del Triásico inferior, es decir 250 millones de años para las más jóvenes¹. Hay una excepción a estos datos ya que al sur de la población de Constantina, en la zona suroriental del Parque, existen algunos afloramientos de sedimentos y rocas sedimentarias miocenas que indican que hasta allí, como mínimo, llegaba la Depresión del Guadalquivir. Son el testigo de la línea de costa de hace 7 millones de años aproximadamente, y su origen en nada está relacionado con el resto de las rocas del Parque.

Casi el 90% de la superficie del Parque se localiza en la Zona de Ossa-Morena, un 10 % en la Zona Surportuguesa y menos del 1% se corresponde con los restos-testigo de las rocas de la Depresión del Guadalquivir.

EDAD DE LAS ROCAS DEL PARQUE

El mapa de la figura 17 muestra la distribución en superficie de las edades de las rocas del Parque. Las **precámbricas** son las más antiguas, sus afloramientos están representados por un núcleo anticlinal al oeste del embalse de El Pintado, una banda de rocas detríticas que se extiende al norte de El Real de la Jara, los mármoles de la Loma del Viento al norte de Guadalcanal y algunos afloramientos de pequeña extensión localizados cerca del extremo suroriental. El **Cámbrico** es el sistema con los afloramientos más extensos de la región, aunque sus rocas pueden encontrarse en cualquier latitud del Parque predominan en la mitad septentrional. **Silúrico** y **Ordovícico** se encuentran fundamentalmente representados por la llamada Unidad del Valle, que se extiende como una estrecha banda al este del Embalse de El Pintado. Los materiales del **Devónico** y **Carbonífero Inferior** corresponden sobre todo a la parte del Parque perteneciente a la Zona Surportuguesa, al sur de Almacén de la Plata, aunque también hay algunos afloramientos devónicos en el sinclinal del Valle y en otros puntos. Las rocas del **Carbonífero Superior**, **Pérmico** y **Permotrias** representan el relleno de lo que fueron las cuencas post-variscas de San Nicolás del Puerto, Viar y alrededores del embalse del Retortillo.

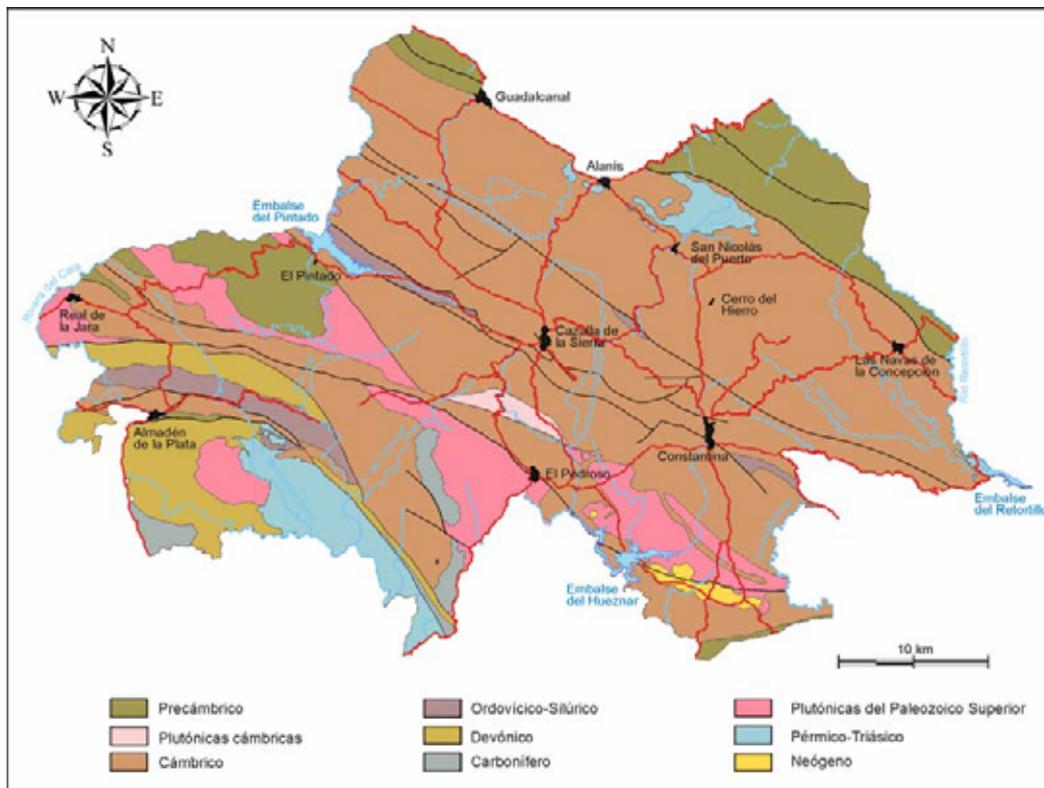


Figura 17. Cartografía cronoestratigráfica (mapa de edades) del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla.

¹ La tabla del tiempo incluyendo los eventos geológicos más relevantes de la historia de la Tierra puede encontrarse en la página xxx y en el interior de la contraportada de esta guía.

Desde los últimos tiempos paleozoicos, hasta el Cenozoico superior no hay ninguna litología representada. Un lapso de prácticamente 240 millones de años sin registro estratigráfico alguno separa las rocas formadas bajo la influencia varisca de las **neógenas** y **cuaternarias** de la Depresión del Guadalquivir (cobertera alpina).

En la **actualidad**, hay procesos geológicos que siguen generando nuevos materiales y que en el entorno del Parque se manifiestan en la formación de suelos y aluviones, y en el depósito de travertinos, estos últimos especialmente activos en la rivera del Huéznar.

NATURALEZA Y COMPOSICIÓN DE LAS ROCAS DEL PARQUE

En el Parque afloran rocas correspondientes a las tres categorías de clasificación fundamentales en Geología: ígneas, metamórficas y sedimentarias (*ver apartado LAS ROCAS, pág. 10*). A su vez, cada uno de estos tipos de roca incluye una gran variedad, dando como resultado la gran diversidad litológica que la Sierra nos ofrece. De cualquier manera, todas las rocas no están igualmente representadas en la región, las más frecuentes son las sedimentarias que se distribuyen por toda la superficie de la comarca, aunque son más abundantes en la mitad norte, que es donde hay menos intrusiones ígneas. Estas aparecen especialmente concentradas en la mitad meridional, mientras que las rocas metamórficas en sentido estricto se encuentran reducidas a extensiones menores dispersas por el Parque.

El mapa de la figura 18 representa la distribución en superficie de los diferentes tipos de rocas del Parque.

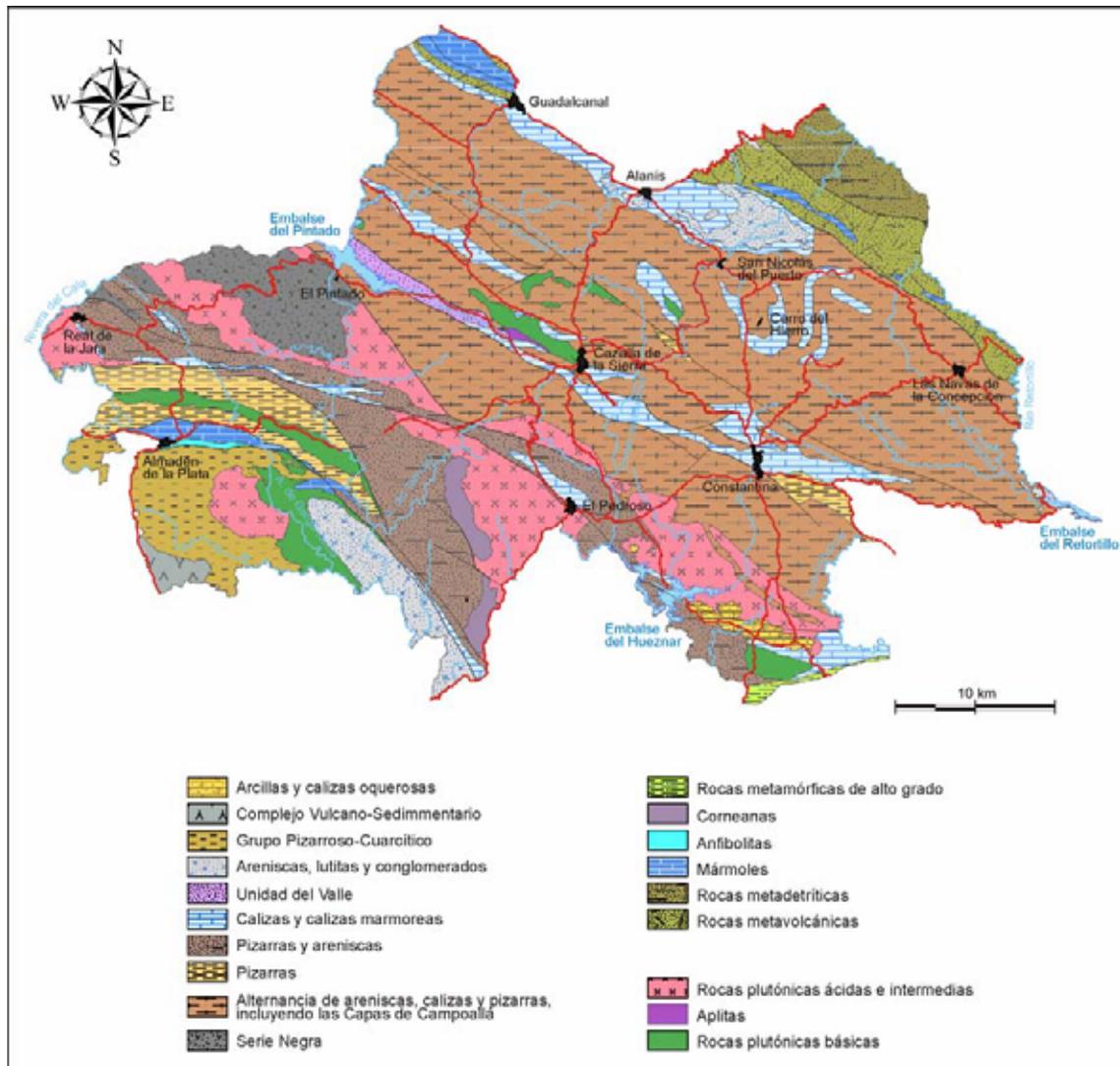


Figura 18. Cartografía litológica del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla.

Rocas sedimentarias

En el Parque hay grandes afloramientos de rocas sedimentarias tanto detríticas como químicas (*ver Rocas Sedimentarias, pág. 10*) con un gran rango de edad, desde proterozoicas hasta prácticamente actuales.

Rocas detríticas

Conglomerados.- Los conglomerados son rocas detríticas de tamaño de grano grueso, es decir, que el tamaño de las partículas que los constituyen es superior a 2 mm. Se pueden originar en medios sedimentarios continentales, litorales o marinos, pero son especialmente representativos de la sedimentación continental. En estos casos, muy frecuentemente, aparecen impregnados de óxidos de hierro y “teñidos” de un intenso color rojo. Dentro del ámbito del Parque, los mejores afloramientos de conglomerados se han observado en formaciones geológicas pérmicas y permotriásicas y la mayoría obedecen a las características anteriormente indicadas. Muestran una intensa coloración rojiza y se depositaron por la acción de ríos y aguas de escorrentía del continente más grande que jamás ha existido en la historia geológica del planeta: La Pangea*. A este grupo pertenecen los conglomerados de la Cuenca Pérmica de El Viar (*ver itinerario 5*) y de San Nicolás del Puerto, donde pueden observarse buenos ejemplos de abanicos aluviales, conos de deyección y barras fluviales fósiles. También hay conglomerados de la misma edad en la carretera que va de Alanís a Malcocinado. Por último, señalar los espléndidos afloramientos que se observan en la carretera de Navas de la Concepción a Puebla de los Infantes, poco antes de llegar al embalse del Retortillo. Los cantos que forman los conglomerados de estos dos últimos afloramientos presentan como rasgo muy llamativo superficies pulimentadas con una especie de barniz que les confiere un brillo en algunos casos espectacular (FOTO 1). Este tipo de barniz es común en rocas expuestas a condiciones ambientales extremadamente áridas, que son las que reinaban durante el Pérmico e inicio del Triásico en lo que ahora es la Península Ibérica.

* Al final del Pérmico, hace 250 m.a., todas las masas continentales de la Tierra se unieron formando un único megacontinente llamado Pangea, durante la fase final y cierre de un ciclo de Wilson completo (*ver figura 4, pág. 10*).

En la actualidad, se puede presenciar la formación de conglomerados en relación con los ríos y arroyos del Parque, basta con mirar cualquiera de sus aluviones. Son múltiples los ejemplos que podrían citarse (FOTO 2).



Foto 1. Detalle de cantos recubiertos por “barniz” de un afloramiento de conglomerados permotriásicos. Fotografía tomada en la carretera de Navas de la Concepción a Puebla de los Infantes.



Foto 2. Depósitos conglomeráticos actuales del río Huéznar.

Arenas y areniscas. Las arenas son sedimentos detríticos en los que el tamaño de grano de las partículas es menor de 2 mm y mayor de 0,0625 mm. Las areniscas son las rocas que se forman a partir de las arenas. Junto con las lutitas y calizas son las rocas sedimentarias más abundantes en la naturaleza. Pueden estar relacionadas con sedimentación continental o marina, tanto en el ámbito costero (playas, cordones de dunas, llanuras mareales) como en plataformas marinas o fondos oceánicos profundos a los cuales pueden llegar los detritus procedentes de los continentes.

En el Parque hay numerosos afloramientos de areniscas en relación con rocas de prácticamente todas las edades representadas en la zona. Unas veces aparecen como litología dominante y otras intercaladas o alternantes con otros tipos de roca. Cabe destacar las cuarcitas del Cámbrico, que son el registro de playas fosilizadas de esa edad, entre 500 y 540 ma; en estas rocas existen algunos yacimientos de icnofósiles de gran interés paleoecológico y bioestratigráfico. Los mejores afloramientos de este tipo de depósitos se localizan en el término municipal de Las Navas de La Concepción. Características sedimentológicas semejantes muestran las cuarcitas devónicas del Calvario, al sur de Almacén de la Plata, aunque estos afloramientos son de escasa calidad.

Las areniscas que afloran al sureste de San Nicolás del Puerto, en la Vía Verde construida sobre el antiguo ferrocarril minero del Cerro del Hierro, muestran buenas evidencias del medio costero donde se depositaron. Abundantes *ripples** originados por las olas de una playa de hace más de 500 millones de años pueden verse junto a otras estructuras sedimentarias fósiles (ver punto 4, Itinerario 3, pág.).

* “Ripples” son las ondulaciones que se forman en cualquier fondo arenoso debido a la acción de una corriente que puede ser fluvial, marina o eólica. Dependiendo de las características de la corriente y, también, de las arenas se forman diferentes tipos de ripples. En la actualidad pueden verse en las orillas de los ríos, en la playa, especialmente, cuando la marea está baja y también sobre la superficie de las grandes dunas de los desiertos.

“Capas de Campoallá” es el nombre de una unidad estratigráfica de edad cámbrica, constituida por rocas sedimentarias detríticas y carbonatas (pizarras, areniscas y calizas) que está ampliamente representada en la Sierra. Afloran prácticamente en toda la mitad norte del Parque y sus afloramientos son los de mayor extensión en la región. La proporción relativa de pizarras, areniscas y calizas varía fuertemente de unos puntos a otros, de manera que en ocasiones está formada casi íntegramente por solo una de estas litologías, por dos de ellas o por las tres en proporciones variables. Cuando esto último ocurre, las “Capas de Campoallá” se muestran como una secuencia alternante de estratos de espesor centimétrico de pizarras, calizas y areniscas, de aspecto muy llamativo, como el que puede apreciarse en los taludes de las carreteras de Cazalla de la Sierra a Alanís (FOTO 3), Cazalla a San Nicolás del Puerto y Constantina-Las Navas de la Concepción donde los afloramientos son de una calidad excepcional. La sedimentación de estos materiales tuvo lugar en una cuenca marina amplia, homogénea y poco profunda, probablemente en un mar cerrado (epicontinental).



Foto 3. Aspecto de afloramiento (a) y detalle (b) de las “Capas de Campoallá”. En “a” se observan pliegues verticalizados muy apretados.

Ejemplos de areniscas asociadas a conglomerados son muy abundantes en las cuencas pérmicas y permotriásicas del Parque (Viar, San Nicolás del Puerto, El Retortillo). Representan la sedimentación de tipo fluvial y aluvial, como se ha comentado más arriba. También hay areniscas neógenas en la carretera de Constantina a Lora del Río.



Lo mismo que se ha apuntado para los conglomerados, la formación actual de arenas en el Parque se puede observar en numerosos puntos en relación con cauces fluviales, llanuras de inundación y también como parte de los suelos que se están formando en zonas graníticas (FOTO 4).

Foto 4. Arenas procedentes de la alteración de rocas ígneas. Fotografía tomada en la entrada del Pedroso por la carretera de Cantillana.

Lutitas y pizarras. Las lutitas son sedimentos de tamaño de grano inmediatamente inferior al de las arenas (< 0,0625 mm). El término incluye limos, arcillas y pizarras.

En la actualidad es posible encontrar lutitas formando parte de los suelos de la región o como parte de los sedimentos en las terrazas y llanuras de inundación que conforman algunos de los ríos del Parque. Lutitas sin litificar pueden observarse

también asociadas a formaciones sedimentarias antiguas en la Cuenca del Viar en relación con rocas pérmicas y, con formaciones terciarias en la carretera de Constantina a Lora del Río. Las pizarras, por su parte son extremadamente abundantes en la mayoría de las formaciones reconocidas en el Parque. Una de las más características corresponden a rocas de edad cámbrica de las cuales existen excelentes afloramientos en el Cerro del Hierro y su entorno (FOTO 5), en



algunos puntos con fósiles de trilobites muy bien conservados. Estas pizarras proceden de la sedimentación, y posterior foliación, de lutitas en una cuenca marina y de escasa profundidad: una plataforma continental.

También existen excelentes afloramientos de pizarras de color negro en la “Unidad del Valle”, junto al embalse del Pintado. En este caso se trata, de formaciones pizarrosas del Ordovícico, Silúrico y Devónico cuyo contenido en fósiles de graptolites (FOTO 6) ha permitido su datación precisa, hasta el punto de considerarse estos afloramientos un ejemplo de referencia a escala mundial*.

Además de los ejemplos que acabamos de indicar, donde las pizarras son la litología principal, este tipo de rocas aparecen intercaladas con conglomerados o areniscas en prácticamente todos los afloramientos del Parque. También las pizarras son una de las litologías que conforman las “Capas de Campoallá”.

Foto 5. Afloramiento de pizarras cámbricas. Fotografía tomada en la entrada de una de las cortas mineras del Cerro del Hierro.

** La Unidad del Valle esta representada por una estructura sinclinal muy apretada, en cuyos flancos afloran rocas cámbricas, ordovícicas, silúricas y devónicas. El núcleo sinclinal está ocupado por rocas devónicas, todas ellas en continuidad estratigráfica. De todas las edades incluidas en la unidad la más característica es el Silúrico, con facies de pizarras negras con graptolites. El conocimiento paleontológico que se tiene de estas rocas es muy preciso. Se remite al lector interesado a los estudios especializados sobre el tema.*

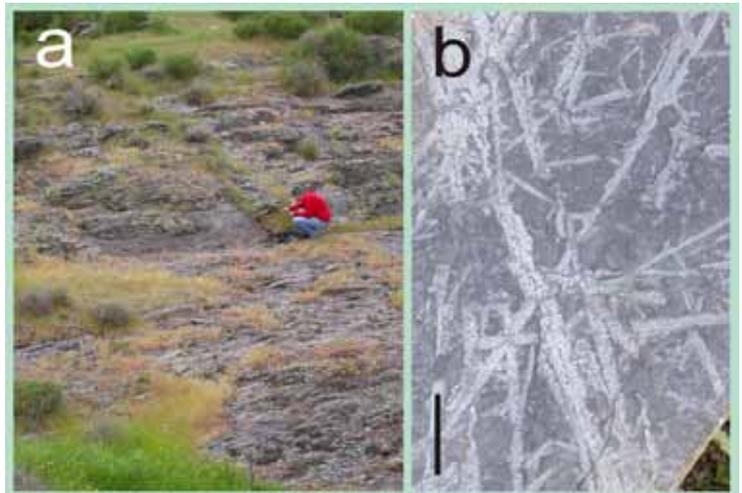


Foto 6. (a) Aspecto de las pizarras silúricas con graptolites de La Unidad del Valle. (b) Fragmento con graptolites. Barra escala: 1cm. Fotografía tomada en el embalse del Pintado.

Rocas químicas

En este apartado, y refiriéndonos al Parque, se incluye la descripción de las rocas carbonatadas relacionadas con formaciones antiguas y los travertinos que se siguen formando en la actualidad en lugares como la rivera del Huéznar. Cuando las rocas carbonatadas han sufrido metamorfismo forman mármoles o skarns y se describen en el apartado correspondiente a rocas metamórficas (*ver mas abajo*).

Calizas.- Son rocas de composición carbonatada que se depositan a partir de la precipitación del carbonato disuelto en el agua. El mecanismo de depósito puede ser puramente inorgánico, pero en la gran mayoría de los casos tiene lugar gracias

a la participación de organismos vivos. En rocas y sedimentos recientes, es relativamente fácil inducir el mecanismo de depósito, teniendo en cuenta que los rasgos texturales originales suelen estar bien conservados. Por el contrario, cuando se trata de rocas antiguas, no siempre se conservan evidencias de su origen y, por tanto, es más difícil deducir el tipo de procesos que las generaron. A pesar de ello, en el Parque existen excelentes ejemplos de rocas carbonatadas en las que el buen estado de conservación permite ir hacia atrás en el tiempo y deducir los procesos con los que están relacionadas. Durante el trabajo de campo previo a la elaboración de esta guía, hemos observado la presencia de rocas sedimentarias carbonatadas en relación con formaciones del Cámbrico inferior, Devónico, Pérmico, Cenozoico y Cuaternario. La mayoría de ellas contienen fósiles indicativos de su edad y, en algunos casos, del ambiente sedimentario en que se formaron.

Calizas cámbricas.- Constituyen afloramientos muy extensos en la franja central del Parque y cerca del límite de lo que queda de la Cuenca Pérmica del Viar. Se presentan con estructura masiva o bandeada y en ocasiones presentan intercalaciones de areniscas y/o pizarras. Las de estructura bandeada conservan restos que indican que su origen tuvo lugar en medios litorales y en relación con mallas de algas y otros organismos capaces de facilitar el depósito del carbonato cálcico disuelto en el agua marina. Excelentes ejemplos de este tipo de rocas pueden observarse en el Cerro del Hierro (*ver itinerario 1*), en la sierra de Hamapega (FOTO 7) y en muchos otros puntos del Parque, a pesar del proceso de marmorización que de manera generalizada muestran estas calizas. Otras veces, presentan estructuras



sedimentarias de ordenamiento interno constituidas por laminaciones paralelas o cruzadas indicativas del redepósito en medios litorales (playas y llanuras de marea), en condiciones similares a las comentadas anteriormente para las areniscas*. De todas formas, lo más común es que presenten estructuras masivas, que pueden estar relacionadas bien con la estructura original o con procesos posteriores al depósito, que borrasen los rasgos originales. Una característica generalizada de estas rocas es su morfología kárstica, con figuras de disolución de todos los tamaños (*ver Modelado karstico, pag*).

Foto 7. Aspecto de las laminaciones producidas por el crecimiento y formación de "mallas de algas".

* Merece la pena detenerse a observar con detalle la piedra del "Restaurante La Piedra", en Constantina. Contiene buenos ejemplos de este tipo de estructuras sedimentarias. Solo hay que tener en cuenta que su posición vertical es artificial, y que en el afloramiento estaría en una posición horizontal.

Otro hecho frecuente en estas formaciones calcáreas es la alternancia de bancos de naturaleza carbonatada con otros de origen detrítico como ocurre por ejemplo con las unidades cámbricas que afloran fundamentalmente en la mitad septentrional del Parque (Capas de Campoallá). En estos casos, el ambiente de depósito de los carbonatos, probablemente una plataforma marina somera, fue sometido periódicamente a avenidas de sedimentos detríticos procedentes de tierra firme.



Calizas devónicas.- Aunque no son muy abundantes, existen en el Parque afloramientos de calizas que han sido datados como devónicos. Entre ellos, los más interesantes son los que aparecen como lentejones en las series detríticas que se encuentran junto al embalse del Pintado y que forman parte de la estructura geológica conocida como Sinclinal del Valle. Estas rocas contienen fósiles de crinoides* en buen estado de conservación (FOTO 8).

* Los crinoides son fósiles de organismos relacionados con los erizos de mar (equinodermos). De ellos, lo que se suele conservar es una especie de brazos articulados (artejos) y las placas que recubrían el cuerpo en el que estos se insertaban.

Foto 8. Calizas con restos de crinoides de la Unidad del Valle. Fotografía tomada en el embalse del Pintado.

También hay afloramientos de calizas devónicas en Sierra Traviesa, cerca del límite suroeste del Parque. Corresponden a una franja de calizas oolíticas y arrecifales muy brechificadas cuya edad ha sido definida como Devónico Superior-Carbonífero Inferior. Hacia el noroeste, existe una formación carbonatada similar que se extiende como una banda estrecha (20 metros de potencia aprox.) y discontinua desde Santa Catalina, por el norte de Almadén de la Plata hasta el límite del Parque. En su prolongación hacia el SE, fuera del Parque, esta formación calcárea se explota para áridos y fabricación de cemento.

Calizas pérmicas.- Aparecen como capas que coronan el relleno de las pequeñas cuencas pérmicas que aparecen en diversos puntos del Parque. Los afloramientos son de escasa calidad y su interés radica en su significado geológico, debido a que contienen fósiles de agua dulce, lo cual confirma un medio lacustre como ambiente de depósito. El ambiente lacustre justifica también el pequeño tamaño relativo de las cuencas que los contienen. El mejor ejemplo para ver este tipo de calizas está al noreste de San Nicolás del Puerto, junto al Sendero de las Dehesas.

Calizas miocenas.- Solamente se han identificado en el extremo sureste del Parque, junto a la carretera de Constantina a Lora del Río. Son calizas arenosas y muy ricas en fósiles entre los que se incluyen erizos, ostreas y otros lamelibranquios, gasterópodos, etc (FOTO 9). Este tipo de calizas afloran en todo el borde de la cuenca del Guadalquivir e indican que hasta allí, como mínimo, llegaba la costa del Tethys* hace 7 millones de años aproximadamente (Tortonense superior). La localización de estos materiales a una altitud de 320 m implica que, en el tiempo indicado, el nivel del mar estaba a esa altura respecto al nivel del mar actual. Para ser exactos esta medida debe ser corregida en función de algunos parámetros geológicos, pero aún así nos permite hacernos una idea de la magnitud tan importante de los movimientos de ascenso y descenso relativo del nivel del mar a lo largo del tiempo.



Foto 9. Aspecto de las calizas miocenas de la Depresión del Guadalquivir. Fotografía tomada en la carretera de Constantina a Lora del Río.

* Nombre que se le da al Mediterráneo en tiempos geológicos.

Travertinos de edad cuaternaria.*- Se trata de calizas que se forman en agua dulce de manantiales, fuentes y ríos. La precipitación del carbonato se produce sobre películas orgánicas formadas por bacterias, hongos y musgo, o bien por procesos físico-químico de índole inorgánica*. Con el tiempo las nuevas capas cubren las más antiguas y se forma el bandeado de estas rocas. De igual manera, la precipitación del carbonato alrededor de las raíces de árboles y otros tipos de vegetación forma tubos huecos muy característicos cuando la raíz se pudre y desaparece. Ejemplos excelentes de este tipo de procesos se encuentran ahora activos en las cascadas del Huéznar (ver puntos 2 y 3, itinerario 2).

Cuando un río o torrente, en el que se dieron condiciones para la formación de estas rocas cambia su curso, los travertinos quedan como testigo de que alguna vez hubo una corriente de agua dulce en ese lugar. También existen ejemplos magníficos de este proceso en varios puntos del Parque, pero en esta guía podemos recomendar la observación de los travertinos antiguos que se describen en el itinerario geológico nº 2, que ilustran la evolución del curso de la Rivera del Huéznar, desde el pasado geológico hasta nuestros días.

Los travertinos son rocas clásicamente utilizadas en construcción y ornamentación, por ejemplo el Coliseo y La Fontana de Trevi de Roma, entre otros monumentos, fueron construidos con travertinos. Dentro del ámbito del Parque, los travertinos fueron las rocas originales utilizadas para la construcción del Castillo de Alanís.

* Para ser estrictos deberíamos de haber hablado de **tobas** y **travertinos**, pues en realidad se trata de dos tipos diferentes de roca, aunque de aspecto muy parecido. Se denominan tobas si en su formación intervienen procesos orgánicos, y travertinos si la precipitación del carbonato es exclusivamente inorgánica. En esta guía se utiliza el término travertino para hacer referencia a ambos tipos de rocas.

* Las reacciones químicas que dan lugar a la precipitación del carbonato son muy parecidas a las que originan las estalagmitas y estalagmitas en cuevas y grutas. La capacidad de disolución de carbonato cálcico del agua está relacionada con su grado de acidez. El agua de lluvia contiene ácido carbónico debido a la disolución del dióxido de carbono de la atmósfera. La reacción del ácido carbónico disuelto con la calcita contenida en las calizas da bicarbonato cálcico (soluble). Esta reacción se invierte al disminuir la presión o aumentar la temperatura, como consecuencia, se produce pérdida de dióxido de carbono. De este modo se produce sobresaturación en carbonato cálcico y su precipitación.

Rocas ígneas

En el Parque hay rocas ígneas intrusivas (plutónicas y subvolcánicas) y extrusivas relacionadas con actividad magmática antigua (ver *Rocas Ígneas*, pág.).

Rocas plutónicas

Las rocas intrusivas plutónicas presentan composiciones variables desde rocas básicas a ácidas. Sus afloramientos en el Parque generan paisajes alomados, de suelos arenosos y grandes bolos que han resistido la meteorización. En general este tipo de paisajes se denominan berrocales y como tales aparecen frecuentemente en la toponimia. En esta guía, se propone un itinerario específico en el que se pueden observar distintos aspectos de las rocas plutónicas del Parque y de los paisajes que generan (ver *itinerario 4*, pág.).

Las plutónicas básicas incluyen gabros y dioritas. Presentan colores oscuros y aparecen formando plutones de diversas dimensiones distribuidos en los alrededores del embalse de El Pintado (Gabros de el Pintado) y al oeste de Cazalla de la Sierra (FOTO 10). Ambos tipos de rocas presentan a simple vista un aspecto similar y normalmente es necesario recurrir al microscopio petrográfico para poder distinguirlas. Su composición es parecida aunque presentan algunas diferencias en lo que se refiere a los minerales que los constituyen*.

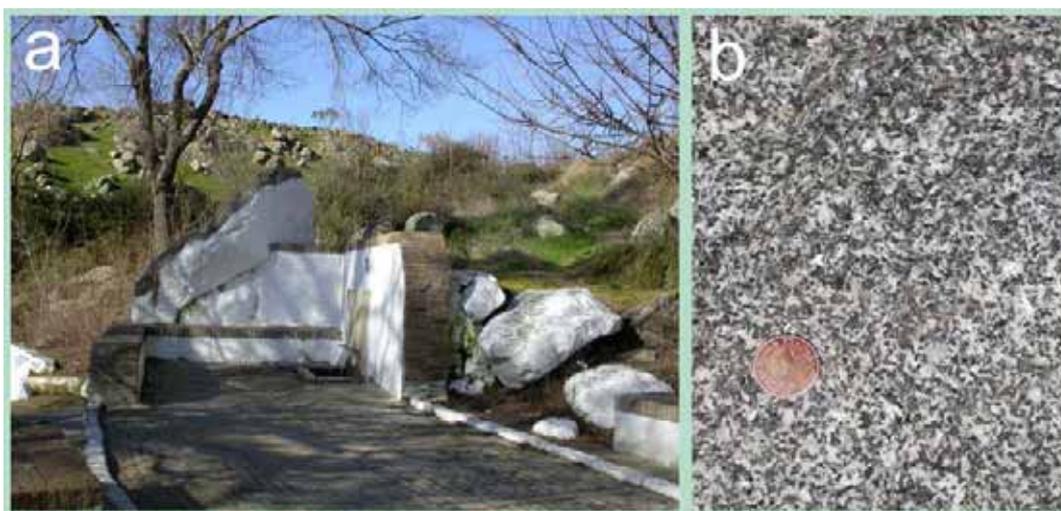


Foto 10. Aspecto de un afloramiento (a) y de detalle (b) de dioritas.
Fotografía tomada en la fuente del Judio, a la salida de Cazalla hacia Almadén de la Plata.

* Los gabros están formados esencialmente por una asociación de olivino, piroxeno y plagioclasa cálcica con anfíbol, titanita, ilmenita y otros minerales accesorios. La composición mineral de las dioritas está dominada por la presencia de plagioclasa intermedia, anfíbol y piroxeno, con pequeñas cantidades de cuarzo, ilmenita y otros accesorios.



Las plutónicas ácidas incluyen granitos, granodioritas y tonalitas (FOTO 11). Presentan colores claros y aparecen formando plutones de gran extensión en los alrededores de El Pedroso, al sur del embalse de El Pintado, al oeste de El Real de la Jara y en la Dehesa del Berrocal, al sur de Almacén de la Plata* (ver FIGURA 18).

* La composición de estas rocas está dominada por la presencia de cuarzo, feldspatos y plagioclasas y distintas proporciones de micas y anfíbol. Los minerales accesorios más comunes son apatito, circón, rutilo y turmalina.

Foto 11. Detalle de tonalita. Fotografía tomada a la entrada del Pedroso por la carretera de Cantillana.

Rocas subvolcánicas

El magmatismo subvolcánico dio lugar a rocas que solidificaron a profundidades intermedias (1 a 3 Km). Lo mismo que en el caso de las rocas plutónicas, la composición de las subvolcánicas es tanto básica como ácida. En el Parque las básicas son las más abundantes y presentan composiciones equivalentes a los gabros descritos anteriormente. Se encuentran formando cuerpos tabulares (diques) de gran extensión lateral, a menudo de varios kilómetros, y espesores menores, aunque algunas veces llegan a superar el centenar de metros. Los diques de rocas básicas intruyeron a través de fracturas profundas que comunicaban las cámaras magmáticas con niveles superiores de la corteza (ver FIGURA 8, pág.).

El ascenso, en esas condiciones, es relativamente rápido de manera que el magma conservó su carácter fundido hasta el ambiente de cristalización cerca de la superficie terrestre. Al emplazarse cerca de la superficie, el enfriamiento fue relativamente rápido y dio lugar a las asociaciones de minerales y texturas características de las rocas conocidas genéricamente como diabasas*. Los diques de diabasas son muy abundantes en el Parque, sin embargo son difíciles de observar debido a que su composición las hace especialmente sensibles a la meteorización y se suelen alterar con más facilidad que las rocas en las que encajan (FOTO 12). Generalmente, forman suelos potentes que ocultan los afloramientos de roca fresca.

** Las diabasas están compuestas por una especie de fieltro microcristalino formado por cristales alargados de piroxeno que dejan huecos en los que cristaliza simultáneamente la plagioclasa. Este tipo de textura recibe diversos nombres pero en general se conoce como ofítica o dolerítica, según predomine en su composición el piroxeno o la plagioclasa.*



Foto 12. Dique de diabasa en la carretera de Cazalla de la Sierra a Alanís.
La meteorización es mayor en el dique de diabasas que en las rocas encajantes.

Las rocas subvolcánicas ácidas reciben tres nombres genéricos: pórfidos, aplitas y pegmatitas, de las tres hay en el Parque. Los pórfidos representan la cristalización en ambiente subvolcánico de magmas de composición similar a los que forman los granitos*. La característica textural más distintiva es la heterogeneidad del tamaño de los cristales, de manera que coexisten cristales que pueden llegar a ser muy gruesos con otros de tamaño tan fino que difícilmente se observan a simple vista. Este tipo de textura se denomina porfídica y se relaciona con el nombre genérico de la roca. Son escasos los afloramientos de pórfidos que presenten características adecuadas para ser mostrados en una guía como ésta.

** Las aplitas y pegmatitas se forman a partir de magmas graníticos que durante su cristalización generan un residuo rico en agua. Este residuo escapa de la cámara magmática a través de fracturas en la corteza terrestre hasta cristalizar en niveles superiores. Dependiendo de la proporción de componentes volátiles y de la velocidad de enfriamiento se forman unas u otras.*

Los afloramientos más importantes de apalitas son los que se encuentran al oeste de Cazalla de la Sierra, y que son motivo de explotación para la fabricación de porcelanas (ver punto 4, Itinerario 6). Forman un cuerpo alargado en la dirección E-O con una longitud de unos cinco kilómetros y un espesor que llega a alcanzar 500 metros. Su composición mineral está dominada por cuarzo y albíta con cantidades menores de otros minerales. Presentan una textura microgranuda formada por el intercrecimiento de sus componentes principales (cuarzo y albíta). Además de los afloramientos de Cazalla, durante la elaboración de esta guía, se han observado otros de dimensiones mucho más modestas en distintos puntos del parque. Probablemente uno de los más característicos es el que se observa en la trinchera de la carretera que va desde El Real de la Jara a Cazalla de la Sierra y que se muestra en la FOTO 13.



Foto 13. Afloramiento de parte de un dique de apalitas que encaja entre rocas del Paleozoico inferior. Fotografía tomada en la carretera del Real de la Jara a Cazalla de la Sierra.



Foto 14. Detalle de las pegmatitas del Arroyo de las Cañas.

En el Parque existen algunos afloramientos de pegmatitas formando cuerpos tabulares de dos o tres metros de espesor. Están compuestas por feldespatos, cuarzo y moscovita con algunos otros minerales accesorios. El tamaño de grano de los cristales es muy grueso, llegando a medir hasta varios centímetros. El mejor ejemplo de este tipo de rocas se encuentra en el Arroyo de las Cañas, al oeste de El Pedroso (FOTO 14). En cualquier caso, las pegmatitas no constituyen una litología relevante en el Parque si atendemos a la abundancia de sus afloramientos. Por el contrario, son muy características en el vecino Hornachuelos en el que voluminosos cuerpos de pegmatitas fueron explotados para la obtención de feldespatos, de interés para la industria cerámica.

Rocas volcánicas

La actividad volcánica da lugar a rocas de diversa naturaleza dependiendo del tipo de magma y del mecanismo de salida hasta la superficie (ver FIGURA 8). Los magmas de composición básica suelen extruir en forma de coladas de lava debido a que presentan viscosidades bajas y su enfriamiento es relativamente lento. Por el contrario, los magmas ácidos presentan altas viscosidades y enfriamiento rápido, características que pueden propiciar la obstrucción de los canales de salida, y como consecuencia la expulsión del magma se produce mediante grandes explosiones que dan lugar a las rocas piroclásticas. En el Parque existen excelentes ejemplos de uno y otro tipo de procesos volcánicos, así como de las rocas resultantes de los mismos.

Los afloramientos más característicos de rocas volcánicas básicas se encuentran al sureste de Almadén de la Plata. Son rocas de edad pérmica que salieron a la superficie a través de fracturas profundas. Su composición corresponde a basaltos. Presentan colores verdes oscuros y negros y aparecen formando coladas en algunos casos de gran extensión. En la zona de salida del magma se formaron pequeñas acumulaciones que dieron lugar a estructuras de tipo lacolito. Ejemplos muy ilustrativos de este tipo de rocas y estructuras se observan en el Cordel del Pedroso, unos cinco kilómetros al sureste de Almadén de la Plata (ver punto 4, itinerario 5). Los basaltos que constituyen las coladas y demás estructuras descritas están formados esencialmente por olivino, piroxeno y plagioclasa. Como rasgo característico presentan abundantes vacuolas unas veces rellenas de carbonatos, clorita y/o zeolitas y otras vacías. Estas vacuolas representan antiguas burbujas de gas que se rellenan de minerales después de que la lava se solidificara. En algunos casos las vacuolas son tan abundantes que la roca adquiere un aspecto similar al de la piedra pómez, aunque no se trata en este caso de autentica piedra pómez sino de algo de aspecto similar pero de composición diferente.

Además de los basaltos del Viar, existen otros afloramientos de rocas volcánicas básicas, pero sus condiciones de afloramiento son mucho peores. Entre ellas se pueden citar la banda de basaltos espilitizados* de edad silúrica, que se extiende al norte de Almadén de la Plata.

* La espilitización es un proceso por el cual las rocas volcánicas básicas se alteran en contacto con el agua del mar. Desde el punto de vista químico representa sobre todo la contaminación de las rocas con sodio del agua marina al tiempo que se pierden algunos componentes solubles. Desde el punto de vista mineralógico representa la transformación de algunos de los minerales ígneos en otros estables en las nuevas condiciones. Desde este punto de vista la espilitización es similar al metamorfismo y de hecho también se conoce como metamorfismo de fondo oceánico.

Las rocas volcánicas ácidas presentes en el Parque son relativamente abundantes y se formaron en distintos momentos de la evolución geológica de la región. Si consideramos la superficie que ocupan, los principales afloramientos son los que se localizan entre la Ribera del Onza y la carretera de Alanís a Malcocinado, al noreste del Parque. Se trata de rocas piroclásticas ácidas, compuestas por cuarzo, feldspatos y mica que alternan con rocas sedimentarias y pequeños cuerpos de rocas básicas. En esta zona, la deformación tectónica es muy intensa, de manera que sería necesaria la experiencia de un experto para identificar las características originales de las rocas. En los alrededores del castillo de El Real de la Jara y en el arroyo de San Pedro* también afloran este tipo de rocas.

* Los afloramientos de rocas volcánicas del Arroyo San Pedro presentan una estructura muy interesante desde el punto de vista geológico: las vulcanitas ácidas se disponen sobre un domo de granitos porfídicos que probablemente representan la fracción de magma no expulsado al exterior por la actividad volcánica y que cristalizó en condiciones de mayor profundidad.



Foto 15. Afloramiento de rocas piroclásticas ácidas. Fotografía tomada en el Arroyo de Gargantafría.

En cualquier caso, los afloramientos de rocas volcánicas ácidas mejor conservados son los que aparecen asociados a la evolución de las cuencas pérmicas, y de entre éstos, los de la Cuenca Pérmica del Viar. En este caso, las rocas volcánicas ácidas forman paquetes de piroclastos que pueden llegar a superar los 25 metros de espesor (FOTO 15). Excelentes ejemplos de rocas formadas por procesos asociados a vulcanismo explosivo pueden observarse en los arroyos de Gargantafría y de la Barra (ver punto 5, itinerario 5). Esta actividad volcánica pérmica favoreció la fosilización de gran parte de la flora que había en las áreas afectadas. Fantásticos ejemplos de flora fósil pueden encontrarse en relación con este tipo de depósitos (FOTO 16).



Foto 16. Tronco de árbol fósil. Barra escala de 3 cm en la esquina inferior izquierda. Fotografía tomada de una muestra de la colección de troncos fósiles del Centro de Visitantes El Berrocal, cerca de Almadén de la Plata.

Rocas metamórficas

Como se ha descrito en la parte I de esta guía, el metamorfismo de las rocas hay que considerarlo en un doble contexto: el metamorfismo regional asociado a los procesos orogénicos y el metamorfismo de contacto producido por intrusión de cuerpos magmáticos (ver *Rocas Metamórficas*, pág.).

La Zona de Ossa Morena fue afectada por dos ciclos orogénicos: el ciclo Cadomiense que se produjo al final del Precámbrico; y el ciclo Varisco, que se produjo durante el Devónico Superior y el Carbonífero Inferior¹. Por lo tanto, el metamorfismo regional asociado a la orogenia Cadomiense sólo pudo afectar a las rocas precámbricas, mientras que el asociado a la orogenia Varisca metamorfizó a todas las rocas más antiguas al Carbonífero Inferior. La Zona Surportuguesa sólo está afectada por la orogenia Varisca pues sus rocas más antiguas son del Devónico Medio.

Teniendo en cuenta lo anterior, se comprende que la mayoría de las formaciones geológicas del Parque presenten, en mayor o menor medida, evidencias de metamorfismo. La intensidad del que aparece asociado al ciclo Cadomiense es mucho mayor que la ciclo Varisco, de manera que sólo puede hablarse de auténticas rocas con metamorfismo regional cuando nos referimos a las rocas más antiguas, es decir, a las de edad precámbrica. El resto de las rocas metamórficas de

¹ La tabla del tiempo incluyendo los eventos geológicos más relevantes de la historia de la Tierra puede encontrarse en la página xxx y en el interior de la contraportada de esta guía.

la región tienen muy bajo grado de metamorfismo; en estos casos y cuando se trata de rocas sedimentarias, se suele utilizar el término de rocas metasedimentarias.

Los mejores afloramientos de rocas con metamorfismo regional se encuentran en la carretera de Constantina a Lora del Río, justo en el límite sureste del Parque (FOTO 17). El grado de metamorfismo de estas rocas varía desde esquistos verdes hasta granulitas, llegando en algunos casos al inicio de la fusión para la generación de magmas. También hay buenos ejemplos en la región de Almacén de la Plata, donde entre otros tipos de rocas afloran esquistos y anfibolitas en relación con el contacto entre las zonas de Ossa-Morena y Surportuguesa.



Foto 17. Afloramiento y detalle de las rocas con alto grado de metamorfismo de Lora del Río. Fotografías tomadas en la carretera de Constantina a Lora del Río (A-455), justo al salir del Parque.

Dentro de las rocas con metamorfismo regional del Parque merecen mención especial los mármoles (FOTO 18). Debido a su interés económico se han explotado desde época romana las canteras de mármol de Almadén de la Plata. Otra zona marmórea de interés es la Loma del Viento en Guadalcanal, cuyos mármoles conforman el relieve más elevado de todo el Parque.



Foto 18. Detalle de un mármol. Fotografía tomada en la cantera romana sita en la carretera SE-421.

El mármol es una roca metamórfica de gran interés económico. Se forma a partir de calizas bajo condiciones de metamorfismo, tanto regional como de contacto. El término geológico de mármol es más restringido que el que se utiliza en la industria, que suele incluir no solo mármol en sentido estricto, sino también algunos tipos de calizas con características parecidas, pero de peor calidad.

En cuanto al metamorfismo térmico, solo algunos de los plutones del Parque dan lugar a aureolas de metamorfismo de contacto bien desarrolladas. Probablemente el cuerpo de rocas intrusivas que presenta una aureola mejor definida es el plutón de El Pedroso. En general este cuerpo de rocas magmáticas intruyó en rocas detríticas cámbricas produciendo un metamorfismo que varía en intensidad desde corneanas en sentido estricto hasta pizarras o esquistos moteados. También hay ejemplos de skarn relacionados con este mismo plutón. Concretamente, en la Nava de Lázaro, a dos Km al SE de la estación de El Pedroso, el granito está en contacto con una banda de rocas carbonatadas cámbricas en parte transformadas en skarn y mineralizadas en magnetita, que llegaron a ser explotadas por su contenido en hierro y cobre.

ESTRUCTURA GEOLÓGICA

El término de estructura geológica hace referencia a la disposición espacial de las rocas de un determinado lugar y a sus características geométricas. Se aplica en áreas de la corteza terrestre que han sido sometidas a grandes esfuerzos, y cuyos materiales han sido perturbados respecto a su posición original. La deformación que adquieren las rocas y su cambio de posición son los datos fundamentales que nos permiten conocer la “estructura geológica” de una determinada región.

Las principales deformaciones están asociadas a procesos orogénicos, y por este motivo, las rocas fuertemente deformadas suelen haber sufrido el efecto de una, o tal vez más orogénias (*proceso de formación de cadenas montañosas*).

Dependiendo del tipo de esfuerzos, de cómo actúen y de la ubicación inicial del área afectada, las rocas se alinean en direcciones preferenciales, por este motivo los datos de dirección son imprescindibles a la hora de describir la estructura geológica de un lugar.

Las rocas que afloran en el Parque han sufrido el efecto de dos ciclos orogénicos, el Cadomiense durante el Proterozoico superior y Cámbrico Inferior y el Varisco en el Devónico Superior y Carbonífero Inferior. Como resultado, las rocas más antiguas de 540 millones de años (anteriores al Cámbrico) presentan los efectos superpuestos de dos ciclos de deformación y un metamorfismo generalizado; se trata de extensiones rocosas de pequeñas dimensiones pero fuertemente deformadas. Las de edades comprendidas entre el Cámbrico Inferior y el Devónico Superior, solo muestran los efectos de la deformación Varisca, que es la que configura la estructura general de la región, de Ossa-Morena y, en general, de todo el Dominio Varisco. Por último, las rocas más modernas al Paleozoico solo han sufrido algunos “efectos colaterales” de la Orogenia Alpina, básicamente relacionados con la reactivación de fracturas antiguas.

La dirección dominante de las estructuras principales de deformación es NO-SE (noroeste-sureste), que es la dirección varisca. Ésta se cumple para la dirección predominante de la estratificación y de fallas de menor escala, para las estructuras de plegamiento, para las grandes fracturas que delimitan dominios en Ossa-Morena y para el límite entre esta zona y la Surportuguesa. En función de ello, las rocas del Parque se organizan en bandas subparalelas a la dirección NO-SE con pequeñas modificaciones debidas a fracturas tardías, cuya dirección dominante es la NNE-SSO (noroeste-suroeste), y por el emplazamiento de los cuerpos de rocas intrusivas (*ver mapa geológico, FIGURA 18*). La estructura dentro de cada una de las bandas depende de la composición y la edad de sus rocas. Así las rocas más antiguas, afectadas por los dos ciclos orogénicos principales, están muy deformadas y, en algunos casos metamorfizadas. Sus pliegues son muy apretados y llevan asociada una foliación muy penetrativa. La deformación debida a la Orogenia Varisca es menos intensa, pero más generalizada en la región. Como resultado se observan pliegues de diversas dimensiones, cabalgamientos y fracturas (FOTO 19), algunas de ellas de gran extensión lateral como las fallas de El Pedroso o la del Viar.



Foto 19. Zona de fractura de un sistema de fallas inversas. Fotografía tomada en la carretera de Cazalla a Alanís.

Sobre el zócalo varisco deformado se disponen, en algunos puntos, sedimentos subhorizontales relacionados con el relleno de cuencas pérmicas de carácter postorogénico, como las del Viar y San Nicolás del Puerto. La localización y disposición de estas cuencas también estuvo controlada por las estructuras variscas, de manera que, están alineadas según la dirección dominante NO-SE. Esto es especialmente evidente en lo que queda de la Cuenca Pérmica del río Viar; y lo

mismo ocurre para la de San Nicolás del Puerto, aunque en este caso es más difícil reconocerlo, puesto que lo que nos queda de ella no es un único afloramiento continuo, sino varios afloramientos pequeños que han resistido a la erosión. En el mapa geológico se ven como grupos aislados delimitando manchas de contorno redondeado. Si unimos todos esos retazos podremos comprobar que la cuenca pérmica de San Nicolás también era alargada según la dirección NO-SE, y que por lo tanto, también estuvo controlada y relacionada con la orogenia varisca.

Las fracturas NNE-SSO juegan un papel secundario en la estructura geológica general de la región, sin embargo, son importantes en la fisiografía de su red de drenaje. Muchos de los ríos y arroyos de la Sierra corren en esta dirección. Un buen ejemplo es la rivera del Huéznar que constituye una de las arterias fluviales principales del Parque. También la trayectoria del río Viar está marcada por varias alineaciones tectónicas, y esta NNE-SSO queda muy bien definida en algunos tramos de su recorrido.

Los sedimentos miocenos de la Depresión del Guadalquivir y los afloramientos de travertinos del Parque, representan los sedimentos y rocas sin deformar, que se integraron a la historia de la región en tiempos muy recientes desde el punto de vista geológico.

RECURSOS GEOLÓGICOS*

* El itinerario 6 de esta guía está dedicado a los recursos geológicos excluyendo hidrología y suelos.

El aprovechamiento de los materiales geológicos entronca con la historia de la humanidad prácticamente desde su inicio. En la zona del Parque existen evidencias de ocupación humana al menos desde el Neolítico (3500-6000 AC). Estos pobladores prehistóricos aprovecharon algunos recursos líticos para la fabricación de útiles y herramientas de piedra y, también, arcillas para manufactura de cerámicas. Evidencias de este tipo de industrias se han encontrado entre otros lugares en la cueva de la Sima, en Constantina.

Desde el inicio de la edad de los metales se explotaron minas de cobre en diversos puntos del Parque. En varios yacimientos arqueológicos del entorno de Almadén de la Plata se han localizado útiles de este mismo metal. También hay referencias imprecisas sobre objetos de este periodo en la cueva de la Sima y en otros puntos de la comarca, aunque la mejor documentación sobre la minería del cobre en la Sierra se ubica en los yacimientos de los Pagos de Gibla, fuera del Parque.

Otra cuestión de interés en cuanto al aprovechamiento de recursos geológicos en la prehistoria es la existencia de ídolos de mármol en enterramientos tipo dolmen del SE de Almadén de la Plata.

En tiempos históricos, está bien documentada la minería de hierro y la explotación de mármol en el Cerro del Hierro y Almadén de la Plata respectivamente. En tiempos más recientes, el aprovechamiento más intensivo de los recursos geológicos tuvo lugar durante los siglos XIX y XX. En esta época se explotaron minas de hierro y de otros metales en diversos puntos del Parque. Las minas más importantes fueron, sin duda, las del Cerro del Hierro, en las que se explotaron minerales de hierro y barita (*ver itinerario 1*). También en los alrededores de El Pedroso hubo una minería de hierro floreciente para alimentar la fundición de El Pedroso (*ver punto 5.2, itinerario 6*). Cobre y otros metales, sobre todo plomo y zinc se han extraído en múltiples centros mineros dispersos por el Parque. Las minas más importantes para estos metales son las que se localizan al norte de Almadén de la Plata (Minas de San Miguel y Esterquizo) y la mina de San Luis al noreste de Sierra Padrona. También se explotaron plomo y zinc en las minas de Puerto Blanco, localizadas junto a la carretera de Cazalla de la Sierra a Alanís (Km. 68-69).

Como minerales de interés industrial, se explota en la actualidad una cantera destinada a la extracción de feldespato para fabricación de porcelanas sanitarias. La cantera se localiza unos dos kilómetros al oeste de Cazalla de la Sierra, sobre un dique de rocas aplíticas localizado en el contacto entre el plutón diorítico de Cazalla y las calizas cámbricas. Además de esta, existen referencias de minería de barita en Cerro del Hierro y en otros puntos del Parque. En la mayoría de los casos se trata de pequeños filones de barita de escaso interés económico con los parámetros económicos actuales, pero que fueron significativos respecto al pasado minero de la región.

En cuanto a las rocas ornamentales, la explotación más importante está relacionada con las canteras de mármol de Almadén de la Plata, que se explotaron desde época romana y cerradas en la actualidad. Además, la zona del Parque tiene un cierto interés como fuente potencial de recursos relacionados con las rocas graníticas de la región, pero hasta el momento solo han tenido usos menores (*ver foto 106, itinerario 4*).

Los áridos de construcción se han extraído tradicionalmente de los aluviones fluviales. De acuerdo con la legislación vigente, esta práctica no es viable en la actualidad, de manera que las fuentes potenciales de este tipo de materiales habrá que buscarlas en el futuro en canteras para árido machacado sobre rocas. En este sentido existen varias canteras, cerradas en la actualidad, que se usaron como fuente de recursos para balastro de ferrocarril, áridos de carreteras y materiales para construcción de edificios y otras obras civiles.

Como dato curioso es interesante comentar, que durante el trabajo de campo realizado para la elaboración de esta guía hemos localizado las antiguas canteras de donde se extrajeron los bloques de roca para la construcción del castillo del Real de la Jara, o de las columnatas de la iglesia de este mismo pueblo, en la rivera del Cala, ya fuera del Parque.

También hemos podido reconocer la piedra de construcción utilizada en los principales monumentos de la comarca, que sorprendentemente procedía de fuera de la Sierra en muchas ocasiones. En otros casos, hemos comprobado que la restauración de iglesias y castillos no se ha hecho siempre con el mismo tipo de piedra que los originales. De cualquier manera, este tema que relaciona tan estrechamente Historia, Arte y Geología merecería una guía monográfica.

Por lo que se refiere a los recursos energéticos, a lo largo de la historia se han explotado algunas minas de carbón, de muy escaso rendimiento, en relación con formaciones del Carbonífero Superior y Pérmico en la cuenca de San Nicolás del Puerto.

HIDROGEOLOGÍA

El agua, fuente de la vida, es un recurso geológico. Pero es tan peculiar, interesante y vital que se trata y estudia de manera independiente, por sí solo y separado del resto de las riquezas que la Tierra esconde. En este apartado vamos a referirnos exclusivamente a las aguas subterráneas, pues las aguas de escorrentía superficial y la red de drenaje la veremos en el apartado siguiente de Geomorfología y Paisaje.

Las aguas superficiales procedentes de lluvia, ríos o lagos se pueden infiltrar a través de las rocas y sedimentos que forman el sustrato y, si las condiciones son adecuadas, puede llegar a acumularse en grandes volúmenes que llamamos acuíferos. Pero los acuíferos no son grandes agujeros subterráneos repletos de agua y formando bolsadas ¡Eso es un disparate! El agua de los acuíferos se encuentra entre los poros y pequeños huecos de las rocas, por eso cuando la extraemos no se producen desplomes, ni colapsos, ni derrumbes, ni nada parecido. No dejamos una bolsada vacía, dejamos el mismo volumen de rocas que había, solamente que sin agua en sus poros. Por este motivo es tan importante el concepto de porosidad*.

** La porosidad es el volumen total de huecos de una roca. Hay muchos tipos diferentes de porosidad a los que no podemos dedicarnos en esta guía. Tan solo destacar que la porosidad primaria es innata a cada tipo de roca y por lo tanto esta asociada a su origen. La porosidad secundaria es la que se adquiere con posterioridad y produce el aumento o disminución de la porosidad primaria u original.*

La mayoría de las rocas que constituyen el sustrato geológico del Parque son rocas antiguas que perdieron su porosidad primaria en los procesos de compactación y/o metamorfismo subsecuentes a su depósito. Teniendo esto en cuenta, en principio, la posibilidad de que existan acuíferos sería muy escasa. Sin embargo, es evidente la presencia de fuentes y otras manifestaciones de aguas subterráneas en numerosos puntos del Parque (FOTO 20). La explicación para esta



evidencia hidrogeológica hay que buscarla en la existencia de rocas que de alguna manera hayan adquirido una estructura porosa y permeable que permita la circulación subterránea del agua. La existencia de acuíferos en rocas impermeables está relacionada con porosidades y permeabilidades secundarias. Los mecanismos usuales para que esto ocurra están relacionados con procesos de fracturación y/o disolución.

Foto 20. Pozo de agua en sustrato granítico. Fotografía tomada en el monte público Las Navas-El Berrocal (Almadén de la Plata).

Los acuíferos controlados por sistemas de fracturas tienen una geometría próxima a un plano y su capacidad de almacenamiento hídrico es muy limitada. Por ello, los acuíferos relacionados con este tipo de mecanismo dan caudales pequeños y raramente tienen interés como fuente de aprovisionamiento para poblaciones con fuerte demanda de agua. Su interés a menudo radica en que frecuentemente dan lugar a fuentes o pequeños manantiales alrededor de los cuales pueden haberse establecido pequeñas comunidades humanas o parajes pintorescos que se han usado tradicionalmente como lugares de ocio en contacto con la naturaleza.

Otro modo de que las rocas adquieran porosidad secundaria es por procesos de disolución química que, a su vez suele estar favorecida por una fracturación previa. Las rocas más sensibles, en este sentido, son las que constituyen las formaciones carbonatadas, tanto las calizas sedimentarias como sus equivalentes metamórficas, los mármoles. Los acuíferos importantes que se conocen en el Parque aparecen en relación con formaciones de este tipo de rocas. En este sentido, el mapa hidrogeológico de la Sierra Norte de Sevilla marca dos grandes acuíferos, localizados en relación con las dos bandas principales de calizas y/o mármoles que afloran en el Parque (FIGURA 19). La más septentrional describe una franja irregular que se extiende, paralela a las direcciones estructurales principales (NO-SE), desde Guadalcanal

hasta Navas de la Concepción. La segunda, es paralela a la anterior y marca un corredor desde el embalse del Pintado hasta el SE de Constantina. Acuíferos de menor entidad se encuentran en relación con los mármoles y calizas marmóreas de Almadén de la Plata, con los sedimentos neógenos de la Depresión del Guadalquivir que aparecen como manchas en el SE del Parque, y, por último también hay sistemas acuíferos en relación con los sedimentos detríticos que rellenan las cuencas pérmicas. El más importante en este sentido es el que se localiza en relación con la Cuenca Pérmica del Viar, pero su mayor extensión se encuentra fuera del Parque.

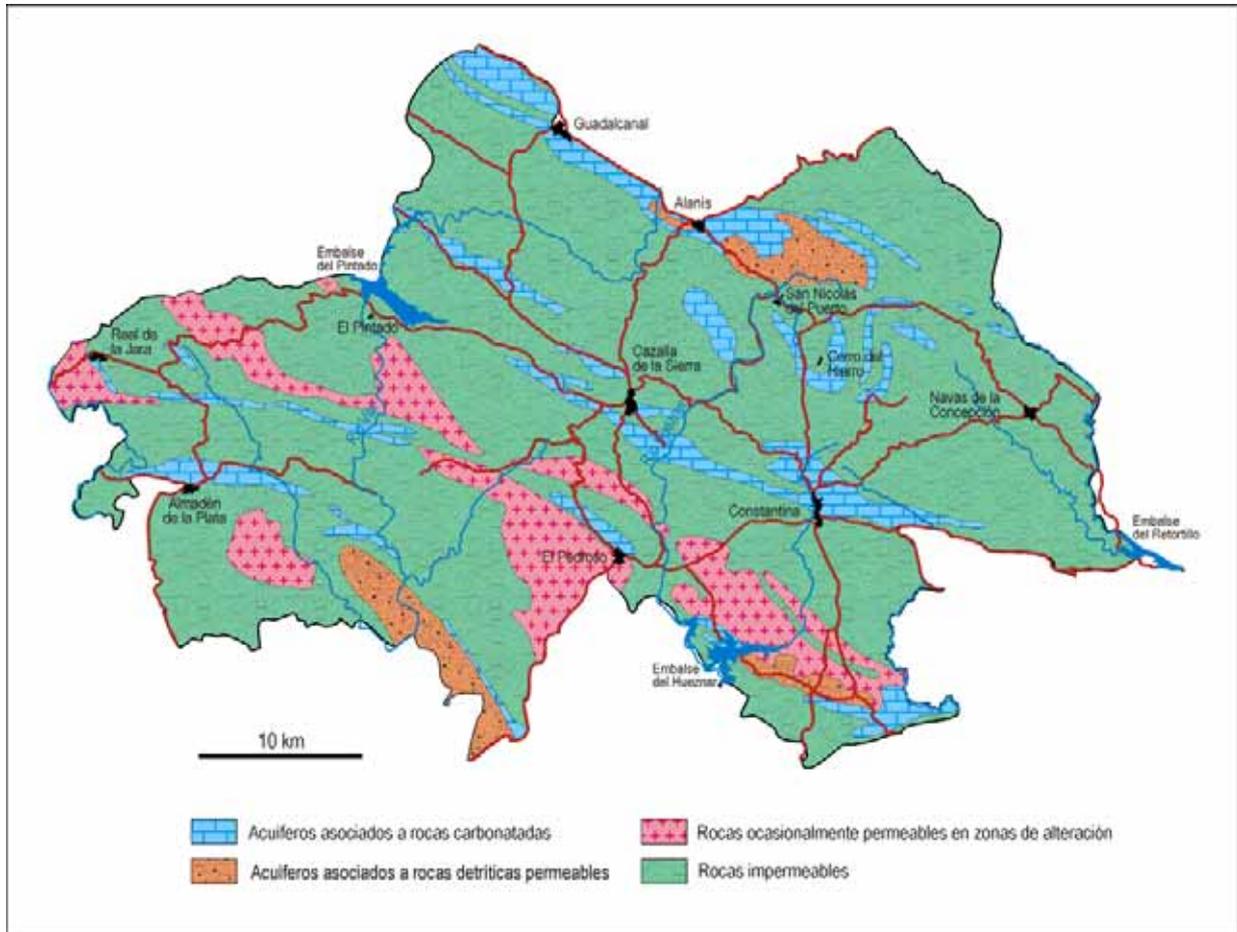


Figura 19. Mapa hidrogeológico del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla.

GEOMORFOLOGÍA Y PAISAJE

Las rocas que constituyen el paisaje de la comarca de la Sierra Norte se formaron en un lapso de tiempo que comprende unos 1000 millones de años. Durante este periodo han sufrido una serie de procesos que incluyen deformación, fracturación, exposición superficial, meteorización y erosión. El resultado es un paisaje serrano en el que alternan alineaciones de montañas abruptas, valles profundos y zonas de topografía suave o alomada (FOTO 21).



Foto 21 (a). Vista panorámica del Parque desde la Sierra de Hamapega hacia el sur.

Las características geológicas del sustrato controlan el tipo de relieve, la diversidad de los suelos y la distribución de los recursos hídricos. Estos factores a su vez, controlan el tipo de cubierta vegetal de cada zona, de manera que en el Parque alternan áreas de matorral con áreas boscosas y áreas antropizadas para uso agrícola o ganadero.



Foto 21 (b). Vista panorámica del Parque desde la Sierra del Viento hacia el sur.

Los factores que determinan el modelado del paisaje están relacionados con las características composicionales y estructurales del terreno, con el clima, el tiempo de actuación y la acción de los organismos vivos, incluyendo al ser vivo más activo como agente modificador del paisaje, es decir al hombre.

Composición y estructura del terreno.- Los aspectos composicionales y estructurales del sustrato geológico han sido ampliamente descritos en apartados anteriores. A modo de resumen y en los que afecta al modelado del paisaje, los tipos composicionales de las rocas aflorantes en el Parque son:

- Rocas metamórficas incluyendo rocas silíceas y mármoles. En general son resistentes a la erosión y tienden a dar relieves elevados, a veces montes isla en el caso de paisajes que hayan alcanzado cierta madurez. En cualquier caso, su comportamiento durante la meteorización y erosión es heterogéneo con un fuerte control litológico y, en algunos casos, estructural.
- Rocas ígneas considerando como tales a las rocas plutónicas y volcánicas. Las rocas plutónicas, tanto ácidas como básicas, son muy sensibles a la meteorización química y por tanto su comportamiento presenta un fuerte control climático. Las rocas volcánicas básicas se meteorizan de manera similar a sus equivalentes plutónicas, mientras que las ácidas actúan ante los procesos geomorfológicos de manera similar a las rocas detríticas.

- El comportamiento geomorfológico de las rocas sedimentarias y metasedimentarias varía mucho en función de su composición. Las rocas detríticas, en climas templados tienden a dar relieves alomados surcados por redes de drenaje dendríticas. Una excepción es la que corresponde a las rocas muy silíceas, como las cuarcitas, que tienden a dar relieves acusados que evolucionan hacia montes isla en paisajes maduros. En general, las rocas carbonatadas son muy sensibles a la meteorización química y dan lugar a modelados kársticos (FOTO 22).



Foto 22. Ejemplos de morfologías kársticas a diferentes escalas. Fotografías tomadas en la carretera de Cazalla de la Sierra al Pintado (a) y Sierra de Hamapeg (b).

Relieve.- La topografía de la comarca del Parque de la Sierra Norte se caracteriza por una serie de alineaciones topográficas constituidas por sierras y valles orientados en la dirección NO-SE que, en general, corren paralelos a las estructuras geológicas principales (ver mapa geológico, FIGURA 18). Esta tendencia general está interrumpida por extensas áreas de topografía casi horizontal que pueden corresponder tanto a:

- afloramientos de rocas plutónicas.
- zonas arrasadas que fueron modeladas como tales a lo largo del tiempo geológico.
- cubetas rellenas por sedimentos horizontales.

La altitud está comprendida entre los 921 metros de la cota máxima en la Sierra del Viento y los aproximadamente 100 metros de altitud en el cauce bajo del río Viar.

Una forma de analizar las causas del relieve es superponer un mapa topográfico sobre uno geológico en el que se destaquen los rasgos litológicos y estructurales (FIGURA 20).

Cuando se realiza esta práctica se observa que, para la comarca del Parque, los rasgos principales del relieve presentan un doble control: litológico y estructural. En otras palabras, distintos tipos de rocas suelen dar distintos modelados topográficos pero a su vez, el mismo tipo de roca puede dar distintos modelados en función de su estructura.

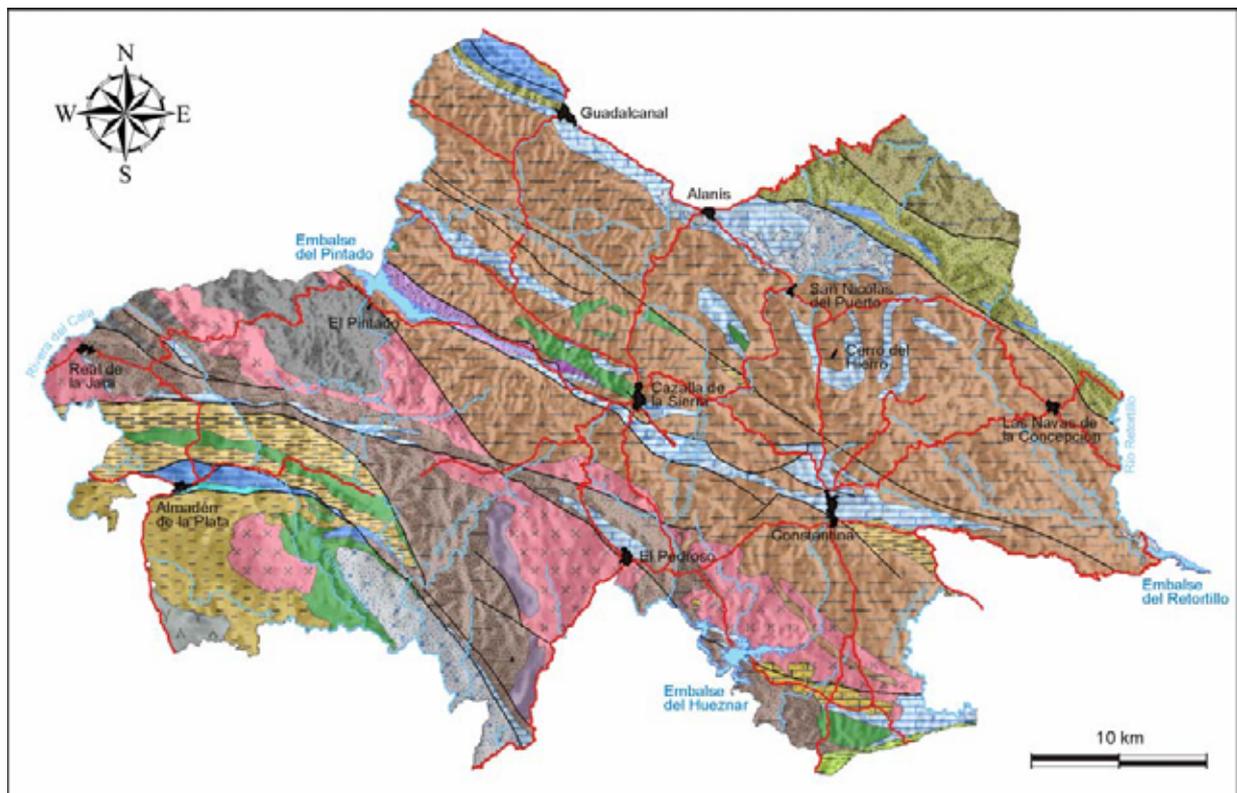


Figura 20. Mapa geológico superpuesto sobre el mapa de elevación del terreno del Parque.

Clima.- El clima de la Sierra Norte de Sevilla es mediterráneo continental templado. Los datos disponibles sobre pluviometría indican una amplia variación de unos puntos a otros. La cantidad de lluvia media caída, calculada para un periodo de 30 años, sitúa al Parque entre las isoyetas correspondientes a los 500 y los 800 litros por metro cuadrado y año. La distribución de esta lluvia es irregular en el tiempo y en el espacio. En general los periodos plurianuales de lluvia-sequía cumplen un ciclo aproximado de siete años. Otro aspecto importante es el carácter fuertemente estacional de la lluvia en la comarca de la Sierra Norte. De manera que, como regla general, las precipitaciones se concentran en invierno y, en menor medida, en otoño y primavera. Los veranos son muy secos con temperaturas medias diurnas superiores a los 30 °C y mínimas en torno a los 20 °C. Los inviernos son templados con temperaturas medias máximas en torno a los 15 °C y mínimas que raramente descienden de 0 °C.

Red hidrográfica.- El relieve escarpado unido al carácter esencialmente impermeable de las rocas del Parque hacen que la mayor parte del agua de lluvia circule por la superficie formando los diversos ríos que surcan la Sierra y que vierten hacia el Guadalquivir. Estas condiciones naturales están fuertemente modificadas por actuaciones antrópicas de manera que la mayoría de los ríos están regulados por presas y embalses de los cuales, en el Parque o en su entorno, existen tres en servicio: El Pintado, Huéznar y Retortillo. Además está el de Los Melonares, que se está construyendo en la actualidad en el curso bajo del río Viar.

La red de drenaje natural esta definida por fracturas y contactos litológicos, de manera que en el Parque, ningún río corre al azar, sino por donde las direcciones geológicas se lo permiten.

La conjugación de los cuatro factores indicados ha dado lugar a los cinco tipos de “paisaje” que caracterizan al Parque: karsticos, graníticos, de encajamiento, de aplanamiento y tabulares-de contacto.

Los paisajes kársticos se desarrollan sobre calizas y pueden apreciarse en muchos lugares del Parque (*ver mapa litológico, FIGURA 18*). En el itinerario 1 de esta guía (*pág. 10*), que se realiza por el Cerro del Hierro, pueden observarse morfologías karsticas espectaculares con figuras de disolución a todas las escalas que aparecen rellenas y recubiertas de “Terra Rosa” proporcionando panorámicas muy características. El desarrollo mayoritario de estos karsts tuvo lugar durante el Neógeno con la formación de los paleopoljes de los alrededores de Constantina y de Cazalla de la Sierra.

Los paisajes de tipo granítico, desarrollados en general sobre todo tipo de rocas ígneas intrusivas, dan lugar a la formación de berrocales, navas y/o llanuras con desarrollo de suelos arenosos. Dado su encanto, el itinerario geológico número 4 de esta guía (*pág. 11*) está dedicado a este tipo de paisajes.



Foto 23. Ejemplo de paisaje de encajamiento desarrollado sobre rocas metamórficas. Fotografía tomada en la intersección entre el río Viar y la carretera SE-421.

Paisajes de ríos fuertemente encajados y pendientes elevadas que, a pesar de no alcanzar las cotas más altas del Parque, si que configuran las morfologías más abruptas. Se desarrollan sobre rocas metamórficas y presentan una densa cobertura vegetal de tipo matorral. Estos paisajes son los menos antropizados de la comarca. Un ejemplo espectacular puede disfrutarse a lo largo del recorrido entre el arroyo de Gargantafría y el río Viar, carretera SE-421 (FOTO 23).

En el Parque, los paisajes de aplanamiento constituyen morfologías suavemente alomadas y enrasadas a diferentes cotas (670, 632/620 y 400 metros). Los más extensos de la región son los que se desarrollan sobre un sustrato sedimentario mixto, es decir sobre una mezcla de rocas detríticas y carbonatadas. El ejemplo más significativo es el paisaje que proporcionan las “Capas de Campoallá”, en la mitad septentrional del Parque. Los materiales más resistentes destacan sobre las superficies de enrasamiento en forma de alineaciones montañosas o montes isla (relieve apalachiano). La existencia de escarpes de falla pueden, de igual manera, interrumpir los aplanamientos, y rejuvenecer el relieve. La existencia de sistemas de falla paralelos y alineados según una misma dirección, como ocurre en el Parque, permite el escalonamiento del relieve desde las cotas mas elevadas de la Sierra hasta la Depresión del Guadalquivir.

Por último, los paisajes tabulares y de contacto son de extensión más reducida, los proporcionan lo que fueron las cubetas sedimentarias pérmicas del Viar y de San Nicolás del Puerto.

SUELOS

Los suelos de la comarca de la Sierra Norte de Sevilla son en general pobres y poco aptos para la agricultura intensiva. En muchas zonas del Parque aflora directamente la roca fresca del sustrato.

Los factores que determinan la génesis y evolución de los suelos son prácticamente los mismos que los que determinan el paisaje. Estos factores han sido ya revisados en el apartado anterior y, en síntesis son los siguientes:

- *Clima*: Mediterráneo continental templado.
- *Composición y estructura del sustrato rocoso*: Rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas de composiciones diversas. Estructura varisca.
- *Actividad orgánica*: Los organismos vivos facilitan la acción de los agentes químicos que alteran las rocas y dan lugar a los suelos. De entre todas las acciones biológicas que ayudan al desarrollo de la capa edáfica, cabe destacar la putrefacción de la cubierta vegetal, favorecida por hongos y bacterias. En el Parque, la cobertera vegetal es heterogénea, alternándose áreas fuertemente antropizadas con otras donde domina el bosque mediterráneo, que además, protege el suelo de la erosión. Como consecuencia, las zonas del Parque donde se conserva mejor la vegetación original suelen coincidir con los suelos mejor desarrollados.
- *Relieve y pendiente*: El desarrollo de suelos requiere pendientes suaves capaces de retener agua, ácidos húmicos y demás reactivos necesarios para la alteración de las rocas del sustrato. La Sierra Norte de Sevilla presenta un relieve complejo, donde la pendiente en general es suave pero, localmente, adquiere valores elevados que favorecen procesos desestabilizadores tales como erosión, deslizamientos o reptación* (FOTO 24).
- *Tiempo*: Los procesos edáficos son lentos y, como consecuencia, es necesaria una larga exposición de las rocas en condiciones climáticas y topográficas adecuadas para que se generen suelos potentes.



* La reptación consiste en la traslación de un suelo a favor de la pendiente arrastrando consigo la parte superior de sustrato rocoso, que suele adquirir un aspecto de falso pliegue.

Foto 24. Ejemplo de reptación. Fotografía tomada en el Cerro del Calvario.



Foto 25. Cambisol desarrollado sobre tonalitas. Fotografía tomada al oeste de El Pedroso.

Suelos del Parque

Si atendemos a la clasificación propuesta por la FAO-UNESCO (ver TABLA 3, pág.), en el Parque predominan los suelos poco desarrollados o en una etapa inicial de formación, de tipo regosol, leptosol y cambisol formados sobre distintos tipos de sustrato. En estos últimos, se incluyen los suelos ferruginosos y *terra-rosas* formados sobre sustratos calizos, los mantos de alteración que afectan sobre todo a las rocas de tipo granítico y las tierras pardas de tipo meridional que afectan a terrenos silíceos (pizarras, esquistos y granitos). La FOTO 25 muestra un cambisol desarrollado sobre las tonalitas del plutón de El Pedroso.

Además de los tipos indicados, puntualmente se observan fluvisoles relacionados con pequeñas llanuras de inundación de algunos ríos y arroyos. También existen ejemplos locales de luvisoles desarrollados sobre sustratos de rocas ígneas básicas y suelos fuertemente antropizados (anthrosoles) en lugares donde la actividad humana ha modificado fuertemente su estructura.

En la página siguiente, la FIGURA 21 representa la cartografía de los suelos del Parque.

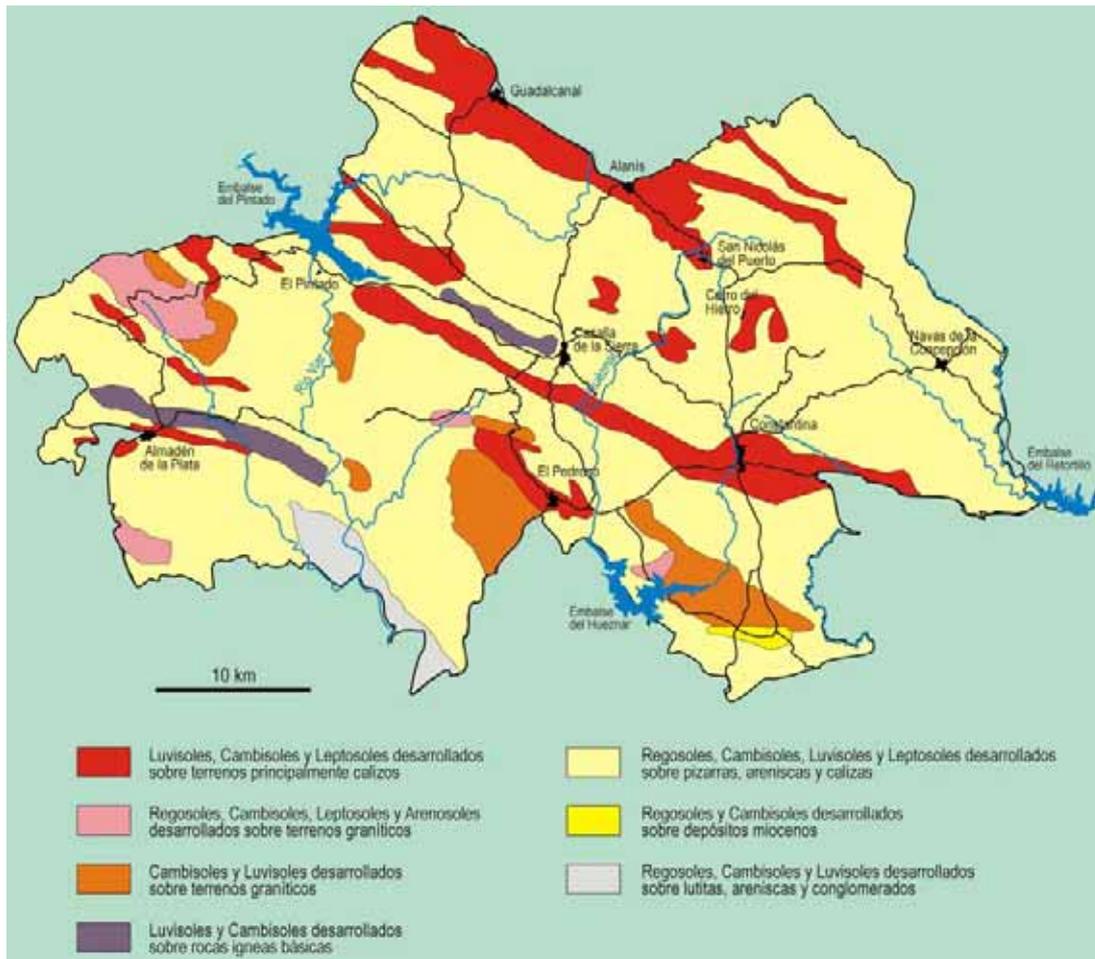


Figura 21. Mapa de suelos del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla.



Otro efecto indirecto de la actividad humana es la erosión de los suelos. En algunos casos, la ejecución de obras de diverso tipo o la existencia de caminos u otras infraestructuras producen efectos erosivos de carácter local pero de gran intensidad. Ejemplos de este tipo son comunes en el Parque. Otro agente importante como causa de la pérdida de suelo es el rejuvenecimiento del relieve y la erosión fluvial (FOTO 26).

Paleosuelos

Durante la evolución geológica de una región las condiciones climáticas y de exposición pueden cambiar de manera radical y dar lugar a diferentes tipos de suelos. Si las condiciones son las apropiadas pueden conservarse y entrar a formar parte del registro geológico de esa región. En este caso, se convierten en herramientas muy valiosas a la hora de reconstruir su historia geológica.

En el Parque existen paleosuelos de diferente naturaleza. Se trata de suelos de tipo laterítico y caliches de edad cámbrica y pérmica respectivamente. Los paleosuelos lateríticos requirieron una prolongada exposición subaérea, bajo condiciones climáticas similares a las que existen en la actualidad en latitudes tropicales, de rocas que habían sido previamente formadas en medios marinos. Hoy en día, algunas de estas *paleolateritas* forman parte del relleno kárstico del Cerro del Hierro.

Foto 26. Ejemplos de erosión. Fotografías tomadas en (a) el arroyo de los Pinos de la Umbria del Castaño y (b) arroyo de Gargantafria

Los caliches son costras endurecidas de composición carbonatada que se desarrollan en llanuras de inundación de ríos estacionales (tipo rambla mediterránea), cuando las condiciones climáticas son esencialmente áridas. Existen buenos ejemplos de caliches de edad pérmica intercalados entre las lutitas de la paleocuenca del Viar (*ver punto 6, itinerario 5*). Aunque no son suelos en sentido estricto, también cabe destacar la existencia de barniz del desierto recubriendo los cantos de los conglomerados pérmicos y permotriásicos que afloran en la carretera de Alanís a Malcocinado y en las cercanías del embalse del Retortillo (*ver FOTO 1*). Estos barnices son paleoindicadores que apuntan condiciones ambientales de elevada aridez.

PARTE IV

ITINERARIOS GEOLÓGICOS

Parque Natural Sierra Norte de Sevilla

PARTE IV ITINERARIOS GEOLÓGICOS

La Geología, como cualquier otra ciencia, se encuentra en una etapa de gran evolución de modo que cada vez se utilizan instrumentos más sofisticados para el estudio de los materiales que constituyen la Tierra. A pesar de ello, la base fundamental de cualquier trabajo geológico son los datos que se obtienen directamente de las rocas, sedimentos y suelos, es decir, de las observaciones de campo.

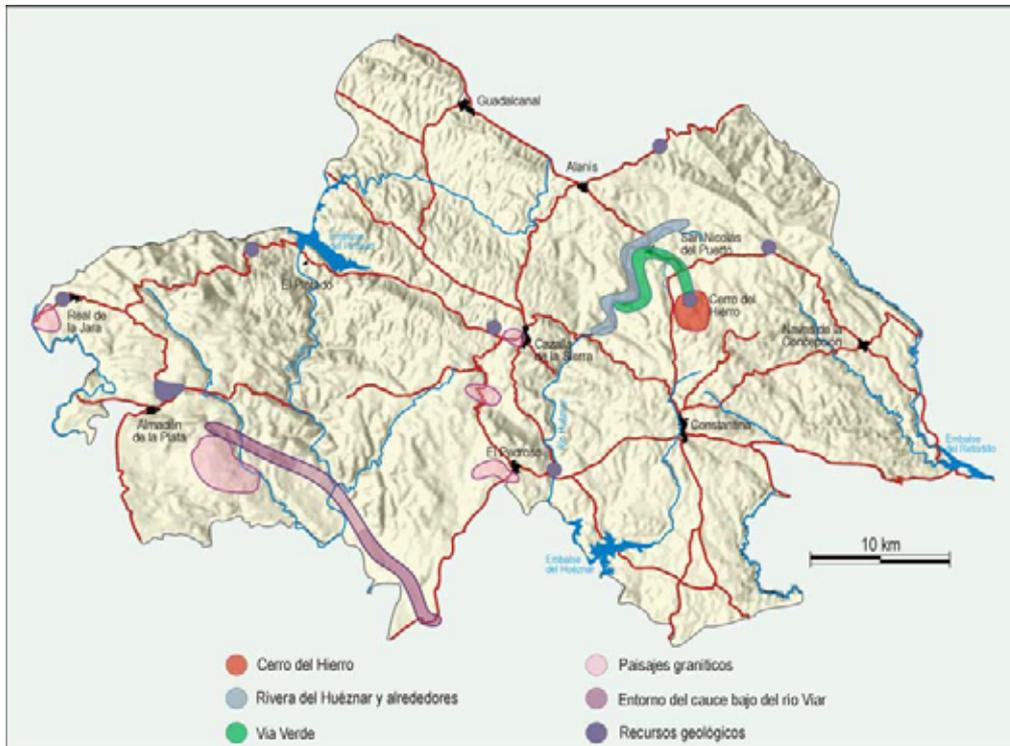


Figura 21. Mapa de localización de los itinerarios geológicos incluidos en esta guía.

En esta guía se proponen seis itinerarios geológicos que parten de la base de las observaciones que pueden realizarse directamente sobre el terreno (FIGURA 21). La naturaleza geológica del Parque es muy diversa y resultaría imposible mostrar aquí todos los rasgos que la caracterizan. Teniendo en cuenta esta realidad, los itinerarios se han diseñado de manera que permitan tener una visión general de los aspectos geológicos más significativos. Se pretende que los puntos seleccionados en cada uno de ellos permitan, de un modo u otro, acercarse a la comprensión de los hechos o procesos geológicos implicados. También se han resalta los rasgos más espectaculares desde el punto de vista paisajístico. La relación entre el hombre y la naturaleza ha merecido un interés especial.

Desde el punto de vista logístico, se ha pretendido que los afloramientos seleccionados sean de fácil acceso y estén localizados en carreteras, senderos u otras infraestructuras del Parque. Esto evidentemente limita la inclusión de ciertos puntos que, aunque son indudablemente interesantes implican dificultades de acceso que justifican su exclusión.

Los itinerarios son de dos tipos: temáticos y locales. Su organización y presentación en esta guía depende de que los puntos de observación sean independientes aunque se localicen en áreas reducidas (itinerarios locales) o de que se encuentren dispersos por el Parque y tengan unas características geológicas comunes (itinerarios temáticos). Cada itinerario incluye una introducción en la que se definen la localización geográfica, el tipo y dificultad de los accesos, localización geológica, objetivos generales y, en algunos casos, algunos consejos prácticos que afectan sobre todo a la seguridad de los posibles usuarios. Se incluyen las coordenadas UTM, obtenidas mediante GPS, de cada uno de los puntos indicados*. También la localización de los puntos está referida a lugares geográficos fácilmente reconocibles por su toponimia, por el punto kilométrico de carreteras, bifurcaciones de caminos, etc. de manera que puedan seguirse sin dificultad con la ayuda de un mapa topográfico. En este sentido se recomiendan las hojas 1:25000 del Instituto Geográfico Nacional (última edición). Los itinerarios seleccionados son los siguientes:

- 1.- Cerro del Hierro
- 2.- Rivera del Huéznar y alrededores
- 3.- Vía Verde
- 4.- Paisajes graníticos
- 5.- Entorno del cauce bajo del río Viar
- 6.- Recursos Geológicos

Los itinerarios 1, 2 y 3 están localizados en los alrededores de San Nicolás del Puerto. El Cerro del Hierro y Las Cascadas del Huéznar están calificados como monumentos naturales en el inventario general de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. La Vía Verde constituye el nexo de comunicación entre ambos.

El itinerario 4 es de tipo temático y sus puntos de interés están distribuidos por diversos puntos del Parque. A pesar de ello, se han organizado alrededor de varias áreas concretas de manera que para cada una de ellas se han localizado varios puntos que atienden a los distintos aspectos considerados de interés.

El itinerario 5 se organiza en torno al cordel de El Pedroso, con pequeñas desviaciones para la observación de detalles concretos.

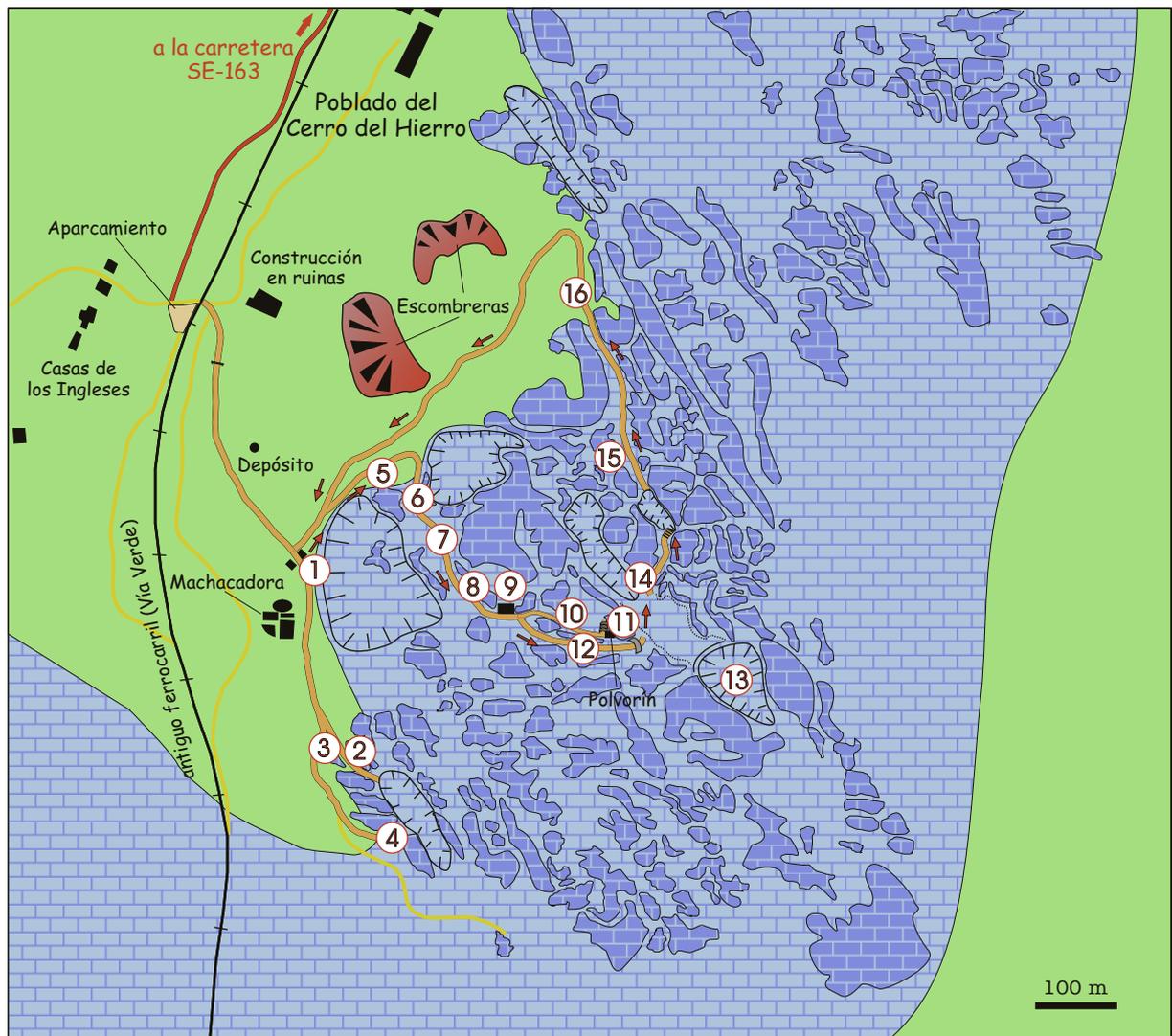
El número 6, de carácter temático, ha sido diseñado para la observación de distintos aspectos relacionados con el aprovechamiento económico de los recursos minerales del Parque. En algunos casos, varios puntos están localizados alrededor de un área concreta. En otros, por el contrario, los puntos de interés son independientes y sin relación geográfica con los demás.

** Es necesario tener en cuenta que la mayor parte del Parque se localiza en el huso 30, y sólo el extremo más occidental pertenece al 29. Para evitar la complejidad que esto representa, y siguiendo el mismo criterio geográfico que utiliza la Junta de Andalucía, las coordenadas de los puntos incluidos en el huso 29, han sido transformadas y referidas al 30.*

ITINERARIO 1

CERRO DEL HIERRO





- | | |
|--|--|
|  Areniscas y pizarras cámbricas |  Calizas cámbricas |
|  Cortas mineras |  Ruta turística |

Figura 23. Esquema geológico-geográfico del itinerario 1.

ITINERARIO 1 CERRO DEL HIERRO - FIGURA 23 -

El Cerro del Hierro constituye uno de los paisajes más sobrecogedores de la Sierra Norte de Sevilla. Su aspecto actual es el resultado de la superposición de la acción de la naturaleza y de la actuación humana. Si se considera desde un punto de vista estricto, no debe olvidarse que el Cerro del Hierro es una mina (FOTO 27), en concreto una mina de hierro, y en menor medida de barita (FOTO 28) con una larga historia de explotación que se remonta al menos hasta el periodo de dominación romana (ver área 7, itinerario 6, pág.). De manera discontinua, la extracción de minerales duró hasta 1985 en que las coyunturas del mercado de metales condujeron a su cierre definitivo. Como consecuencia de la actividad extractiva, fue exhumado un paisaje kárstico de calizas, cuyas cavidades, rellenas de menas de hierro, constituyeron el motivo principal de explotación (FOTO 29). La combinación del rojo de los minerales de hierro con el blanco y gris de las formaciones carbonatadas y el verde de la vegetación dan lugar a contrastes cromáticos de gran belleza. El resultado es un relieve agreste de agujas, pináculos, cañones y otras formas características de la acción disolvente del agua sobre las rocas carbonatadas (modelado kárstico). Además de los aspectos geomorfológicos, el Cerro del Hierro incluye también un gran valor en relación con la flora y fauna que lo pueblan. La combinación de los aspectos geológicos y bióticos da lugar a un entorno excepcional para el disfrute y la formación de cualquier persona interesada en la naturaleza y en sus múltiples manifestaciones (FOTO 30). Desde el punto de vista etnográfico, la mina y las construcciones asociadas a su explotación: poblado minero, edificios administrativos y residenciales, muelle de carga, planta de tratamiento del mineral, talleres, etc. constituyen un conjunto de gran valor para la interpretación de las relaciones entre el hombre y su entorno (FOTO 31).



FOTO 27



FOTO 28



FOTO 29



FOTO 30



FOTO 31

Localización y acceso

El Cerro del Hierro se localiza a 8 km de San Nicolás del Puerto y a nueve de Constantina. Para llegar al poblado minero de El Cerro del Hierro, seguiremos la carretera de Constantina a San Nicolás del Puerto (SE-163), a la altura del Km 8,2, tomaremos un desvío a la derecha (señalizado). Tras recorrer una carretera estrecha durante un kilómetro se llega al poblado minero. A partir de este momento se toma una pista a la derecha que corre paralela al trazado del antiguo ferrocarril, hoy convertido en vía verde (ver FIGURA 23). Recorridos unos 600m de pista se llega al aparcamiento para vehículos a motor que está localizado justo enfrente de las Casas de los Ingleses. Estas casas fueron construidas como residencia para los antiguos directivos de la mina durante el siglo XIX, mientras la explotaba la compañía escocesa The Baird's Mining Co. Ltd.

En el aparcamiento hay un cartel indicador para el acceso a la zona minera que es donde se desarrolla el itinerario que se describe a continuación.

Forma de realización

Los puntos de observación están localizados a lo largo de los distintos senderos turísticos que surcan la zona minera, por lo que es sencillo seguirlo. En la mayoría de los casos solo hay que dejarse guiar por los postes con flechas orientadoras que jalonan las principales rutas de visita.

El itinerario incluye 16 puntos de observación representativos de las características geológicas y mineras del Cerro del Hierro. Estas observaciones no son exclusivas de los lugares indicados sino que se repiten por toda la zona. Más que un itinerario en sentido estricto, los puntos elegidos constituyen un muestrario con los rasgos geológicos fundamentales.

Longitud total 2.5 Km. El itinerario es circular y no requiere ida y vuelta.

El recorrido solo puede realizarse a pie.

Grado de dificultad medio

Contexto geológico

El Cerro del Hierro está formado por un paquete de calizas cámbricas¹ de más de 100 m de espesor que constituyen los niveles superiores de la unidad denominada “Capas de Campoallá”, ampliamente representada en el Parque (ver apartado *ROCAS SEDIMENTARIAS*) Estas calizas se encuentran intercaladas entre materiales predominantemente pizarrosos también de edad cámbrica. La estructura tectónica del Cerro es de tipo sinclinal relativamente simple, con suave buzamiento de los flancos (FIGURA 24).

El contacto entre las pizarras de muro y las calizas características del Cerro es un contacto sedimentario normal, que implica una relación de continuidad sedimentaria, es decir que aunque cambió el modelo de sedimentación que pasó de ser detrítica a carbonatada, no hubo interrupciones en el depósito. Por el contrario, con las pizarras de techo la relación es de discontinuidad erosiva, es decir que además del cambio en la forma de depósito, que retornó otra vez desde carbonatado a detrítico, hubo un lapso de tiempo sin sedimentación.

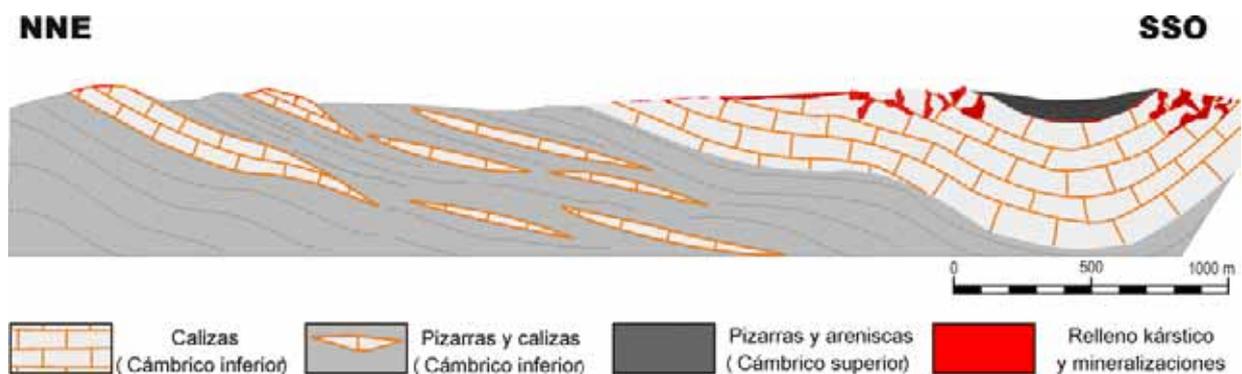
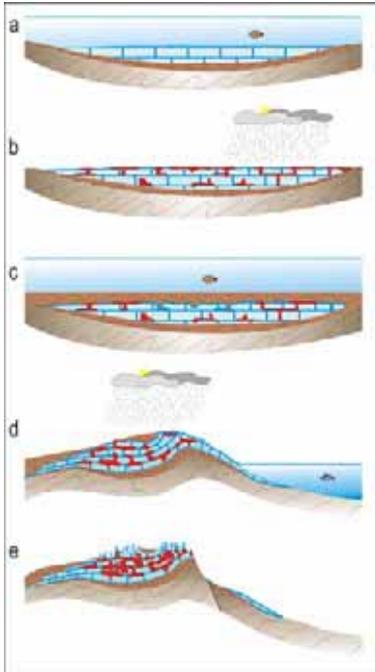


Figura 24. Corte geológico que muestra la estructura tectónica del Cerro del Hierro.

El depósito original de las calizas se produjo en un ambiente marino somero, probablemente muy cercano a la costa, donde precipitaba el carbonato cálcico a la vez que se formaban barras litorales (FIGURA 25a). En este tiempo, las rocas precámbricas formaban el sustrato rocoso, el zócalo deformado sobre el que se depositaron los sedimentos arcillosos y carbonatados que hoy en día son pizarras, calizas y calizas marmóreas del Cerro del Hierro, entre otros lugares. Hace más de 510 ma, la región que hoy es el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla era un mar, una plataforma somera y de gran extensión, con aguas templadas y transparentes. Un medio cálido, oxigenado y luminoso favorable para la vida, donde

¹ Tabla del tiempo geológico en página XXX y en el interior de la contraportada de esta guía.

prosperaron organismos marinos que facilitaron los procesos de precipitación química. Un medio sedimentario comparable al actual mar Caribe y de las Bahamas. Una gran abundancia de algas vivían en algunas partes de estos mares; eran mallas de algas y estromatolitos propios de zonas intermareales, o bien de “mares de algas” tal y como hoy en día es el Mar de los Sargazos.



La primera emersión del área tuvo lugar en tiempos cámbricos (FIGURA 25b). La exposición a la meteorización de las calizas del Cerro provocó la formación de un paleokarst cuyas cavidades fueron rellenándose paulatinamente con arcillas impregnadas de óxidos de hierro y el desarrollo de un suelo enriquecido en compuestos ferruginosos (FOTO 32). La morfología del modelado kárstico y las características del paleosuelo sugieren un clima similar al que domina en la actualidad en zonas intertropicales. De cualquier manera, no debemos olvidar que en el Cámbrico, la gran mayoría de organismos vivos eran acuáticos, y que en tierra emergida la vida estaba reducida a escasos líquenes y musgo. Por lo tanto, la karstificación y edafización de las calizas obedecieron a procesos estrictamente inorgánicos.

Al final del Cámbrico el área volvió a quedar sumergida (FIGURA 25c). No sabemos si por efectos de la tectónica o por un ascenso relativo del nivel del mar, el caso es que la sedimentación volvió a dominar en el área, pero una sedimentación detrítica que originó el depósito de grandes espesores de pizarras que en algunos puntos contienen restos de trilobites bien conservados. A partir de este momento y hasta hoy en día, los depósitos carbonatados serán minoritarios en toda la Sierra Norte.

Figura 25. Episodios fundamentales que dieron lugar al Cerro del Hierro.

Las rocas del Cerro se deformaron y metamorfizaron durante las primeras fases de la orogenia Varisca, hace más de 300 ma. Fue entonces cuando se produjo la principal etapa de mineralización. La circulación de fluidos asociados al metamorfismo dió lugar a fenómenos de transformación química en las calizas y a la recristalización de los óxidos de hierro que habían sido depositados en las cavidades kársticas. En relación con estos procesos también se produjeron concentraciones de barita pequeñas.

Por otra parte, la formación de los grandes relieves montañosos de la cadena varisca provocó una nueva exposición aérea de las calizas durante el Carbonífero y, como consecuencia, la reactivación de la meteorización química, la disolución de los carbonatos y el progreso del modelado kárstico (FIGURA 25d). Procesos que volvieron a repetirse con el rejuvenecimiento del relieve durante el Paleógeno, en este tiempo se produjo la mayor karstificación de toda la historia geológica del lugar, bajo unas condiciones similares a las descritas para la karstificación cámbrica. En la actualidad siguen actuado estos procesos, aunque de manera minoritaria en comparación con la que hubo en tiempos pasados. El resultado final es un paisaje kárstico, en avanzado estado evolutivo en el que predominan los fenómenos de tipo exokárstico (FIGURA 25e).

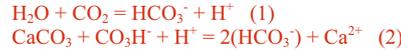


FOTO 32. Afloramiento de calizas karstificadas sobre las que distingue un paleosuelo ferruginoso y sobre este las pizarras con trilobites.

Modelado kárstico

La palabra “karst” hace referencia al paisaje y las estructuras geomorfológicas derivadas de la acción disolvente del agua meteórica sobre las rocas carbonatadas. Procede del idioma Serbocroata y alude a un área localizada en la península de Istria (Croacia), junto a la costa adriática.

Los rasgos peculiares del modelado kárstico se deben a que las rocas carbonatadas son solubles en el agua de lluvia siempre que ésta esté ligeramente acidulada por la disolución previa de dióxido del carbono de la atmósfera o, en algunos casos por la incorporación de ácidos húmicos del suelo. Normalmente el proceso ocurre en dos etapas que pueden representarse por las siguientes reacciones químicas:



Ambas reacciones son reversibles y se desplazan hacia un lado u otro dependiendo de la presión y de la temperatura. Las distintas combinaciones de estas variables determinan que se produzca disolución o precipitación y, en función de ello la formación de huecos (canales, simas, grutas, etc.) o su relleno (estalactitas y estalagmitas). El clima es, por tanto un factor determinante en los procesos de modelado kárstico. El segundo aspecto a tener en cuenta es la composición de la formación carbonatada debido a que la solubilidad de los distintos carbonatos es diferente. También es importante la propia estructura de la roca debido a que la disolución progresa esencialmente a través de superficies de discontinuidad tales como estratificación, fallas y diaclasas. El nivel freático es otro factor a tener en cuenta debido a que los procesos son diferentes por encima y por debajo de la interfase entre el agua en movimiento y el agua estancada. En función de ello se distinguen dos zonas, la vadosa y la freática. Por último, el relieve condiciona la acción disolvente del agua determinando el tiempo en que ésta está en contacto con la roca. En relieves abruptos, el agua corre por la superficie con gran velocidad con lo cual el tiempo de interacción es pequeño, mientras que, si la topografía es suave el agua permanece más tiempo con lo que se favorecen los procesos de filtración y disolución.

La TABLA 4 resume la clasificación de las morfologías kársticas en función de su génesis y su posición en el sistema. Dependiendo que su desarrollo tenga lugar en la superficie o en el interior del terreno, las morfologías resultantes se dividen en exokársticas y endokársticas. Ambos tipos pueden ser destructivos (generadas por disolución) y constructivos (precipitación).

Tabla 4. Clasificación de las morfologías kársticas en función de su génesis y su posición en el sistema. (Resumido de Pedraza, 1996: *Geomorfología: Principios, métodos y aplicaciones*. Ed. Rueda, Madrid, 414 pp.)

FORMAS EXOKÁRSTICAS	DESTRUCTIVAS	Mayores	Dolinas (torcas)	Depresiones del terreno de geometría troncoconica a irregular pero de planta próxima a circular y fondo plano o en embudo. Conectan las aguas superficiales con las subterráneas y actúan como sumidero de las aguas de escorrentía.
			Uvalas	Depresiones cerradas y de fondo plano que se forman por coalescencia de varias dolinas. Son zonas de alta infiltración.
			Pojjes	Grandes depresiones del terreno de fondo plano generadas por procesos mixtos (litológicos y estructurales). El nivel freático está próximo a la superficie por lo que sufren frecuentes inundaciones. El fondo suele estar relleno de coluviones o residuos de la disolución.
			Pavimentos	Superficies del terreno en las que afloran carbonatos en posición horizontal o subhorizontal. La disolución a favor de diaclasas u otro tipo de fracturas da lugar a pequeñas depresiones topográficas alineadas según la dirección de las estructuras que las generan.
			Valles kársticos	Son formas de erosión fluvial en zonas kársticas. Las paredes son verticales u subverticales. Dependiendo del tamaño se distinguen: cañones (se denominan hoces cuando tiene morfología de meandros) y callejones o hogaz cuando son de dimensiones menores. A menudo quedan como valles secos o muertos cuando la corriente que los generó abandona su curso.
			Mogotes, torres y pináculos	Relieves cónicos, piramidales o cilíndricos de carácter residual. Son propios de karst tropical. En estadios iniciales de desarrollo, pueden mostrar formas hemisféricas generadas por convergencia de dolinas irregulares.
	Menores	Lapiaz y lenar	Son formas de tamaño menor como sacos, acanaladuras, crestas, hendiduras, microdolinas o pequeños callejones (microhogaz) desarrolladas en superficies expuestas o cubiertas de suelo y vegetación por la acción de la escorrentía superficial.	
Simas y sumideros		Conductos verticales o muy inclinados que conectan la superficie con formas endokársticas.		
FORMAS ENDOKÁRSTICAS	CONSTRUCTIVAS		Tobas y travertinos	Formas generadas por precipitación subterránea de carbonatos. Se denominan travertinos cuando el mecanismo de precipitación es puramente fisicoquímico. Si intervienen organismos (vegetación, bacterias) reciben el nombre de tobas.
	DESTRUCTIVAS		Cavernas y galerías	Conductos subterráneos originados por aguas de percolación mediante el ensanchamiento de discontinuidades del macizo carbonatado. Su geometría y tamaño son muy variables llegando a alcanzar en algunas ocasiones centenares de kilómetros. En su evolución se mezclan procesos de disolución y de colapsos y suelen asociarse en retículos anastomosados.
	CONSTRUCTIVAS	de Precipitación	Espeleotemas	Este nombre genérico incluye las formas derivadas de la precipitación de carbonatos y otros minerales cuando las disoluciones que los transportan se desestabilizan debido a cambios fisicoquímicos. Se denominan estalactitas cuando crecen desde el techo hacia el piso y estalagmitas las que se forman a partir del suelo. Las formas que conectan techo y suelo se denominan columnas.
		de Depósito	Refrinos de conductos	Materiales que ocupan el techo de conductos kársticos. Se originan por aporte mecánico (corrientes fluviales, voladas de barro, desprendimientos y colapsos) o por la acumulación de restos orgánicos (excrementos de animales o restos de vegetales).

Punto 1

Vista panorámica

Localización. Mirador situado frente a la primera corta minera que hay llegando desde el aparcamiento
Coordenadas UTM: 4203973.084/239670.7658



FOTO 33. Modelado lapiaz desarrollado sobre calizas cámbricas. Los lapiaces son figuras de disolución, oquedades, canalillos, etc. (ver TABLA 4, pág.).

Al fondo se observan superficies planoconvexas que definen la geometría de las barras litorales que constituyeron el depósito original de las calizas. En primer plano, la flecha señala hacia la laminación ligeramente inclinada hacia el noroeste, que representa la estructura interna de una de esas barras.

Resultan evidentes los agujeros producidos por la extracción de las menas ferruginosas que se explotaron en la mina.

El gran hueco existente entre los afloramientos de calizas y el punto de observación es una de las cortas mineras realizadas para la extracción del mineral (no visible en la fotografía).

Punto 2

Estructuras de colapso y relleno de conductos

Localización. A partir del punto 1, y en dirección sur, hay un sendero que se dirige hacia el lugar donde estaba la machacadora de mineral. Siguiendo unos 200 m se llega a una bifurcación, el camino de la izquierda nos lleva al punto 2 y a otra corta minera que aunque no está incluida en este itinerario como un punto específico, si que merece una visita. Entre el punto 2 y la corta el sendero se hace muy estrecho, y a veces está interrumpido por desprendimientos de fragmentos de rocas detríticas. En los trozos de roca caída se encuentran algunos fósiles de trilobites.

Coordenadas UTM: 4203722.065/269710.3078



FOTO 34. El afloramiento fotografiado constituye un ejemplo excelente para mostrar algunos de los procesos que dieron lugar al Cerro del Hierro. 1) Restos de una cavidad endokárstica rellena de minerales de hierro, 2) Conductos a través de los cuales se relleno la cavidad, 3) Estructura de colapso de las pizarras suprayacentes, y 4) Inicio de la formación de un suelo actual.

Punto 3

Estructura de colapso.

Localización. Tomando como referencia la bifurcación indicada en el punto anterior, se sigue el camino de la derecha, según el sentido del itinerario. Apenas a 50 metros y en el talud del lado izquierdo (según vamos avanzando) se encuentra el punto 3.

Coordenadas UTM: 4203733.068/269674.5581

FOTO 35. Se observan dos pináculos de calizas (en el de la derecha descansa el martillo que sirve de escala). El espacio entre ellos está relleno por pizarras de la formación suprayacente. En detalle se observa como la foliación de las pizarras esta deformada para adaptarse a la geometría del hueco que ocupan. La secuencia de acontecimientos que sugieren estas observaciones es la siguiente: 1) depósito y litificación de la calizas, 2) emersión e inicio de la karstificación, 3) ascenso del nivel del mar, inmersión del área y deposito de las pizarras, 4) litificación de las pizarras y deformación de la serie, 5) nueva emersión y progreso de la disolución, ahora en condiciones endokársticas. 6) hundimiento del techo pizarroso y, como consecuencia, formación de la estructura de colapso.



Punto 4

Formas kársticas de la fase cámbrica.

Localización. A 200 metros del punto anterior y siguiendo el sendero.

Coordenadas UTM: 4203609.228/269773.0933

FOTO 36. Se observa el contacto entre las calizas y las pizarras suprayacentes, de color blanco y marrón respectivamente. Lo más significativo es el hecho de que las pizarras sellan una morfología kárstica anterior a su depósito. Este punto es uno de los mejores en los que se pueden observar evidencias de esta etapa precoz de desarrollo del modelado kárstico en el Cerro del Hierro. En este caso, la secuencia de procesos pudo ser la siguiente: 1) depósito y litificación de las calizas, 2) emersión e inicio del modelado kárstico, 3) ascenso relativo del nivel del mar y depósito de los sedimentos detríticos suprayacentes y 4) litificación de las pizarras y areniscas que la constituyen.



Punto 5

Panorámica general del Cerro del Hierro

Localización. Volviendo al inicio del itinerario (punto 1), se toma el sendero de la ruta turística del Cerro del Hierro que también aparece indicado en la figura 23. A partir de este momento solo hay que seguir las flechas indicadoras del recorrido. El punto 5 lo encontraremos a 200 metros.

Coordenadas UTM: 4204072.811/269758.0041



FOTO 37. Paisaje característico de la zona minera. Las personas que se ven al fondo de la corta dan una idea de las dimensiones reales.

Punto 6

Estructura interna de las barras carbonatadas

Localización. A 75 ó 100 metros del punto anterior, después de que el sendero se convierta en una pasarela entre dos cortas mineras.

Coordenadas UTM: 4204072.733/269800.2162

FOTO 38 A pesar del intenso modelado kárstico, todavía puede apreciarse la laminación que constituye la estructura interna de las barras litorales que representan el depósito original de las calizas en este punto. Estas geometrías son semejantes a las del interior de barras litorales actuales.



Punto 7

Estilolitos

Coordenadas UTM: 4203991.911/269830.4809

FOTO 39. Las líneas quebradas a modo de electrocardiogramas que se observan en la fotografía reciben el nombre de estilolitos. Son estructuras de disolución del carbonato, pero no están asociadas con procesos kársticos. Su origen se debe a fenómenos de disolución bajo presión y suelen relacionarse con la litificación de los sedimentos o con el metamorfismo de las rocas.

Punto 8

Cambios cromáticos en las calizas y venas rellenas de carbonatos hidrotermales

Coordenadas UTM: 4203877.102/269884.4152



FOTO 40. Venas de calcita (CaCO_3) y ankerita ($\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$) que atraviesan las calizas aprovechando fracturas. Su origen está relacionado con la circulación de fluidos acuosos de elevada temperatura que proceden del interior, y que transportan en solución metales y otros elementos que pueden precipitar formando mineralizaciones (fluidos hidrotermales). Se observa una estructura zonada desde el borde hacia el interior de la vena, que representa distintas etapas de relleno de la fractura.



FOTO 41. En el afloramiento fotografiado, se conserva parcialmente el color gris original de las calizas. El color blanco que presentan por lo general las calizas del Cerro es el resultado de la recrystalización del carbonato durante el metamorfismo. También se observan colores rojizos debidos a la impregnación y reemplazamiento de las calizas por óxidos de hierro.

Punto 9

Cascada de cristales y nivelillos estratiformes de carbonato ferroso

Localización. Detrás y al lado de la casilla semiderruida que hay justo al pasar la curva del sendero.

Coordenadas UTM: 4203927.906/269894.6399



FOTO 42. En este punto se observa un conducto kárstico parcialmente relleno de cristales de calcita. El aspecto es similar al del hielo que se forma en una cascada cuando hace mucho frío. El mecanismo de precipitación es diferente pero el resultado es similar, al menos desde el punto de vista estético. La formación de los cristales se produjo por sobresaturación de la disolución que transportaba los componentes iónicos de la calcita. La pérdida del dióxido de carbono disuelto al disminuir la presión suele ser la causa de la desestabilización de la disolución. Esta pérdida se produce comúnmente en las surgencias al exterior (fuentes) o en el acceso a cavidades huecas. Si el proceso es endokárstico se formarán los diversos tipos de espeleotemas (estalactitas, estalagmitas, cortinas, cascadas de cristales etc.). Por el contrario, si se trata de una fuente suelen formarse travertinos.



FOTO 43. Niveles estratiformes de ankerita -carbonato ferroso ($\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$)- intercalados en las calizas.

Una hipótesis para poder explicar la gran cantidad de hierro que existe en El Cerro del Hierro es la existencia de concentraciones sedimentarias de este elemento que más tarde darían lugar a las mineralizaciones de óxidos. En este afloramiento se observan evidencias de este tipo de concentraciones. Su disposición en bandas paralelas a la estratificación y el hecho de que las fracturillas que cortan la roca no estén rellenas de carbonato ferroso sugieren que la acumulación se produjo en relación con los procesos sedimentarios o diagenéticos. El diagnóstico definitivo exigiría un estudio geoquímico más detallado, sin embargo, lo que sí resulta evidente es que existieron esas concentraciones y que en ellas pudo estar la causa original de las mineralizaciones.

Punto 10

Paisaje característico y relleno de una cavidad por óxidos de hierro

Localización. Prácticamente enfrente de la casilla indicadora del punto anterior hay una bifurcación, al punto 10 y al polvorín se va por la de la izquierda. El sendero principal sigue la de la derecha.

Coordenadas UTM: 4203890.068/269976.2463

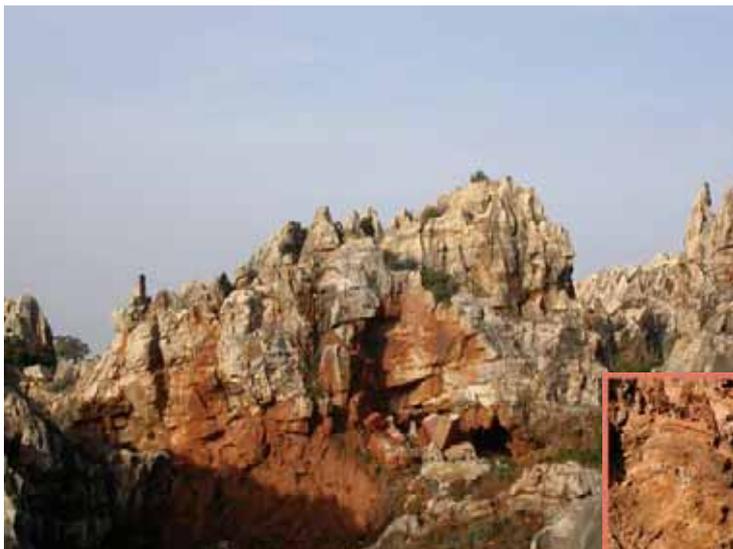


FOTO 44. En este afloramiento se observan los rasgos esenciales que caracterizan al Cerro del Hierro. Las calizas expuestas al frente conservan la laminación sedimentaria original. La superficie superior presenta un intenso modelado exokárstico caracterizado por un lapiaz rico en pináculos que confieren al paisaje un aspecto fantasmagórico, especialmente espectacular a la caída de la tarde. En la parte baja del afloramiento se observa una gran cavidad, originalmente rellena de minerales de hierro que fueron extraídos durante la explotación. La foto muestra el aspecto del afloramiento a primera hora de la tarde.



FOTO 45. Detalle del relleno de una cavidad por óxidos de hierro.

El relleno de las cavidades puede producirse por procesos puramente mecánicos, es decir por caída de material sólido hacia el hueco, o por mecanismos fisicoquímicos que implican la acción disolvente del agua. En este caso, los óxidos de hierro presentan una estructura dominada por laminaciones curvas. El tipo de organización de la fotografía sugiere que la gravedad no fue el factor que condicionó el depósito sino que se debió a procesos de precipitación química. Para el hierro el mecanismo de depósito químico más eficaz es la oxidación. El óxido ferroso es suficientemente soluble en agua y permanece disuelto mientras que las condiciones del medio sean reductoras. Si el medio cambia a condiciones oxidantes, el hierro (como ión férrico) se hace insoluble y precipita en forma de óxidos o hidróxidos.

Punto 11 Polvorín

Localización. A 50 metros del punto anterior el camino se encaja entre paredes de calizas. Al fondo se encuentra el polvorín de la mina, es decir el almacén que albergaba los explosivos, y que es parte fundamental de toda mina. En el momento de realización de esta guía, el polvorín se encuentra todavía en ruinas y sin reconstruir, aunque en el interior de la garita, todavía pueden verse las dos cajas fuerte donde se guardaban los detonadores.

Coordenadas UTM: 4203870.031/270032.7841



FOTO 46. Polvorín. En la fotografía de la izquierda pueden verse las ruinas de lo que fue el polvorín de la mina del Cerro del Hierro. A la derecha, una de las cajas fuerte del interior.

Punto 12 Microgalería kárstica y superficie de las calizas mostrando el comportamiento diferencial de los carbonatos frente a la meteorización.

Localización. Desandando el camino del polvorín volvemos al sendero principal. Recorridos 100 metros desde la bifurcación encontramos este punto.

Coordenadas UTM: 4203853.491/270013.0351



FOTO 47. Microgalería kárstica

La karstificación se produce gracias a la circulación de agua por el interior de los macizos carbonatados. Esta circulación se tiene lugar a través de un retículo complejo de conductos con formas y tamaños muy variables (fracturas, superficies de discontinuidad, venas, canales y otras estructuras). En este ejemplo, el trazado de la vía de vagonetas para el transporte del mineral ha expuesto uno de estos conductos. La foto sirve de modelo para ilustrar las formas caprichosas que pueden llegar a adquirir estas estructuras. En este caso, la forma del canal recuerda la de las galerías que realizan algunos animales cuya vida se desarrolla bajo tierra, aunque, evidentemente, no es el caso.

NOTA: no confundir con la perforación realizada para explosionar un barreno que puede verse unos metros antes.



FOTO 48. Superficie de las calizas mostrando el comportamiento diferencial de los carbonatos frente a la meteorización.

En este afloramiento se observa una pared vertical de caliza en la que destacan pequeñas protuberancias lineales formando un retículo irregular. A la izquierda se muestra la geometría del retículo en una superficie meteorizada. A la derecha, una superficie fresca pone de manifiesto que las protuberancias están relacionadas con la existencia de venillas rellenas de carbonatos ricos en hierro. Las venillas dan lugar al microrelieve positivo debido a la diferente respuesta de los carbonatos a los procesos de disolución. El carbonato cálcico de la roca (calcita) se disuelve más fácilmente que los carbonatos de las venillas que están enriquecidos en hierro (siderita, ankerita) y magnesio (magnesita, dolomita).

Punto 13 Gran corta minera

Localización. Siguiendo el sendero, tras pasar un pequeño túnel o arco de roca llegamos a una gran explanada. A la derecha se encuentra un mirador con una baranda protectora que nos permite observar otra de las cortas de la mina.

Coordenadas UTM 4203807.634/270182.3661



FOTO 49. Aspecto general del paisaje y restos de óxidos de hierro que no llegaron a ser extraídos. Esta panorámica muestra aspectos similares a los comentados en el punto 10 de este itinerario. Se aprecia también parte de una de las cortas mineras realizadas para la extracción del mineral de hierro.

Además de la minería a cielo abierto, en el Cerro del Hierro también se ejecutaron labores mineras de interior. En esta zona existen algunas galerías y un hueco de dimensiones excepcionales conocido como cueva de los ocre también relacionado con la explotación minera. Para llegar allí hay que bajar por una rampa desde el mirador.

Punto 14 Concentraciones de óxidos de hierro a pequeña escala

Localización. En la explanada de la gran corta minera y justo antes de tomar el sendero que se abre paso entre las paredes de calizas, a la izquierda se encuentra el punto 14.

Coordenadas UTM 4203945.133/270071.8994



FOTO 50. Núcleo de reemplazamiento de calizas por óxidos de hierro que posteriormente fue partido y ligeramente desplazado por una fallita.

FOTO 51. Brecha en el interior de una vena en la que los fragmentos de caliza están cementados por óxidos de hierro. Este tipo de estructuras se producen en relación con procesos tectónicos y por lo tanto, el relleno de la brecha estuvo relacionado con la removilización de hierro después del depósito y edafización de las calizas.



La mineralización en este punto está constituida por óxidos de hierro pulverulentos, normalmente conocidos como ocre, y por cristalitas brillantes de especuladita.

La especuladita es un óxido de hierro que se forma a mayores temperaturas que las que son comunes en la superficie terrestre. La fuente del calor para su formación es de tipo endógeno.

Estos pequeños ejemplos de reemplazamiento de la caliza por óxidos de hierro ponen de manifiesto la complejidad del yacimiento de El Cerro del Hierro, en donde intervinieron sucesivos procesos geológicos de naturaleza bien distinta. Los de este punto, sucedieron en el tiempo a los que aparecen representados en el punto 9-foto 43.

Punto 15

Caprichos de la naturaleza

Localización. 125 m aprox. de las escaleras que vencen el desnivel ocasionado por otra corta.

Coordenadas UTM:
4204094.811/270041.8101

FOTO 52. Panorámica que muestra algunas de las formas caprichosas del karst del Cerro del Hierro.



Punto 16

Afloramiento de pizarras de la formación suprayacente

Localización. Último punto del itinerario, antes volver al punto de partida.

Coordenadas UTM 4204302.433/270005.4370

FOTO 53. Este afloramiento muestra el aspecto característico de la formación detrítica superior (pizarras con trilobites). Se observa la foliación de las pizarras, en contraste con el aspecto masivo que presentan los afloramientos de calizas. Las pizarras y areniscas que forman esta unidad estratigráfica están compuestas por minerales silicatados cuyo comportamiento ante la meteorización química es completamente diferente del observado en las calizas. La alteración superficial da lugar a suelos arcillosos y a paisajes alomados como los que se observan al norte del Cerro del Hierro. En este afloramiento existen abundantes restos de trilobites fósiles.





ITINERARIO 2

RIVERA DEL HUÉZNAR
Y ALREDEDORES



Figura 26. Esquema geológico-geográfico del itinerario 2.

ITINERARIO 2 RIVERA DEL HUÉZNAR Y ALREDEDORES - FIGURA 26 -

Este itinerario consta de dos partes bien distintas, que pueden realizarse de manera conjunta por su proximidad geográfica pero que desde el punto de vista geológico son independientes (partes I y II). Se localizan aguas abajo y arriba de San Nicolás del Puerto (FIGURA 26).

PARTE I - ITINERARIO 2: Rivera del Huéznar y alrededores - aguas abajo de San Nicolás del Puerto -

Localización.- La parte I es la más larga y la que da nombre al itinerario. Se sitúa en el tramo alto de la rivera del Huéznar, aguas abajo de la población de San Nicolás.

Su recorrido completo va desde la antigua central eléctrica de Nuestra Señora del Carmen, apenas a un kilómetro del pueblo, hasta el área recreativa de Isla Margarita, a 1 km de la estación de ferrocarril de Cazalla de la Sierra (ver FIGURA 26).

Acceso y forma de realización.- El acceso más rápido y directo a la mayoría de los puntos del recorrido, parte del restaurante El Martinete, sito entre los kms 11 y 12 de la carretera comarcal SE-168 que une la Estación de Cazalla y San Nicolás. Desde el restaurante, construido sobre un antiguo molino de harina, sale un pequeño sendero en dirección sur que lleva directamente a la rivera, y una vez allí se ramifica para dar acceso a distintos lugares y cascadas del cauce. Para ir de unas a otras basta con dejarse guiar por el sonido del agua.

Si se accede en coche, el restaurante dispone de un amplio aparcamiento, desde allí hasta la rivera del Huéznar apenas distan 300 m y solo es posible ir a pie. Una vez en el cauce, y siempre andando, se aconseja ir aguas arriba hasta las instalaciones abandonadas de la central eléctrica, punto de referencia de este itinerario.

La longitud total de esta parte del recorrido es de 3 kms aproximadamente, considerando ida y vuelta, y 6 el número de puntos que incluye (numerados del 1 al 6), incluyendo también los que se localizan en el talud de la carretera.

Grado de dificultad medio/alto, ya que hay que vencer un desnivel de casi 50 m de altura en una distancia de muy pocos metros, el sendero que lleva a la rivera es muy estrecho y solo permite el paso de uno en uno y los márgenes del río en muchos puntos son abruptas y resbaladizas. Frente a la central eléctrica, el cauce puede resultar peligroso, debido a la existencia de cascadas bastante profundas prácticamente ocultas entre la vegetación. Se aconseja especial atención en la vigilancia de los niños. Por último, se requiere cautela con el tráfico de vehículos al realizar las observaciones ubicadas en la misma carretera.

El último punto de esta parte del recorrido se localiza en Isla Margarita e incluye observaciones en el propio río. Su acceso se realiza por la misma carretera SE-168, Km 1. Si se llega en coche se aconseja tener precaución y aparcar solamente en aquellos puntos con amplitud en los arcones. La longitud total de esta parte del recorrido es de 1.2 km contando ida y vuelta, y tan solo 1 el número de puntos a observar (punto 7), que en este caso más que un punto es un área. El grado de dificultad es bajo.

Localización geológica y objetivos

Las rocas y sedimentos que se muestran en esta parte del itinerario pertenecen a tres unidades estratigráficas distintas, todas ellas relacionadas con la rivera del Huéznar. Se trata de las Capas de Campoallá, formaciones travertínicas y sedimentos fluviales actuales. Las primeras constituyen el sustrato rocoso sobre el que discurre el río, las segundas representan la precipitación de carbonatos producida sobre el propio cauce en diferentes momentos de su historia geológica reciente y los últimos son los sedimentos fluviales que en la actualidad se están depositando en el lecho y márgenes del Huéznar.

Las Capas de Campoallá constituyen una unidad estratigráfica de rocas detríticas y carbonatadas (pizarras, ariscas y calizas) de edad cámbrica (ver *GEOLOGÍA DEL PARQUE*, pág. X). La proporción relativa de los tres tipos de rocas indicados varía de unos puntos a otros, de manera que en ocasiones contiene solo una de estas litologías, dos de ellas o las tres en

proporciones variables. En este itinerario afloran formando una secuencia alternante de estratos de espesor centimétrico de pizarras, calizas y areniscas de aspecto muy característico. La observación de estos materiales en sí, es uno de nuestros objetivos. Estas rocas se encuentran deformadas respecto a su posición original, en ellas son fácilmente observables pliegues, fracturas, y basculamientos. La observación de fallas y brechas de falla es otra finalidad del itinerario, de gran importancia para entender los cambios de dirección del cauce del río y la existencia de las cascadas. La trayectoria actual (y también la antigua) de la rivera, su cambio de posición en el tiempo, y el propio origen de las cascadas son consecuencia de la actuación sucesiva de un sistema de fallas.

La dirección y buzamiento media de las capas en el área es N130E y su buzamiento medio es de 35° hacia el norte (ver FIGURA 14, pág.).

Los travertinos son rocas sedimentarias carbonatadas, típicamente porosas y ligeras, que se forman por la precipitación del carbonato en disolución de las aguas dulces de manantiales. Se depositan en el suelo o sobre las plantas u otras cosas que hallan a su paso. Los afloramientos de travertinos fósiles son indicativos de paleocursos de agua dulce (ver GEOLOGÍA DEL PARQUE, pág. X). En nuestro caso, la existencia de formaciones tanto fósiles como actúales permite la observación directa del proceso de formación y la reconstrucción del “paleocauce” y “paleocascadas” del río.

Punto 1

Terrazas fluviales y sedimentos de llanura de inundación

Localización. 500 m aguas arriba desde la central eléctrica por la margen derecha del río.

Coordenadas UTM: 4208630.589/266297.4876



FOTO 54. Aspecto de la rivera del Huéznar al discurrir sobre la topografía suave del área. Desde este punto puede observarse el aterrazamiento de la margen izquierda. Se trata de los saltos topográficos producidos por la erosión y encajamiento del río. Las terrazas están formadas por los depósitos del propio río y cada una de ellas marca la posición del cauce en un momento dado.

En la fotografía se diferencian al menos dos terrazas fluviales (a y b). Los sedimentos que en la actualidad se están depositando en esta parte del río son lutíticos, y corresponden a la sedimentación que tienen lugar en las márgenes y llanura de inundación en época de avenidas y desbordamientos.

Punto 2

Travertinos en el cauce del Huéznar

Localización. Cauce del río, frente a la central eléctrica y alrededores (coordenadas UTM: 4208562.798/266104.7989)



FOTOS 55 y 56. Depósitos travertínicos recientes (no actuales) a escala de afloramiento y de detalle. La textura laminada de la roca indica su proceso de formación. Gran parte de los huecos fueron en su momento tallos de plantas, que al pudrirse dan este aspecto hoqueroso a la roca (ver *Travertínicos cuaternarios*, pág.). La cota de los afloramientos respecto al lecho del cauce indica que estas rocas no son actuales, aunque su formación tuvo lugar en tiempos bastante recientes.

Punto 3

Cascadas del Huéznar

Localización. Cauce del río 50 m aguas debajo de la central eléctrica.

Diversas posiciones (coordenadas UTM: 4208660.146/265808.7228, 4208649.826/265665.1466)



FOTOS 57 y 58. Dos cascadas diferentes. Los desniveles de altura que dan lugar a las cascadas son la expresión topográfica de las fallas que las originaron (saltos de falla, ver *figura 27*, pág.).



FOTOS 59 y 60. Afloramiento y detalle de la brecha de falla responsable de una de las cascadas.



Quando se produce una falla sobre un sustrato rígido, es frecuente que debido al deslizamiento de un bloque sobre otro, se produzca la trituración de las rocas de los dos labios de la falla dando lugar a lo que se llama una “brecha de falla”. Fragmentos angulosos, mezcla caótica en los tamaños de los fragmentos, presencia de estrias y otras características del plano de falla son pruebas inequívocas de la existencia de la misma. (FIGURA 27).

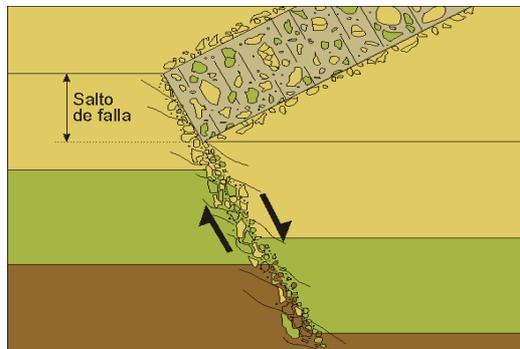


Figura 27. Esquema de la formación de una brecha de falla.



FOTO 61. Formación actual de depósitos travertínicos. Además de la textura laminada es interesante observar la litificación que se está produciendo en las raíces. Basta con seguir una raíz alejándose desde el tronco del árbol para apreciar su litificación. A partir de un determinado momento no sabremos si se trata de una raíz viva o de una roca.

Puntos 4 y 5 Terrazas fluviales y Travertinos fósiles

Localización. 100 y 250 m al sur de la central eléctrica respectivamente, sobre las terrazas de la margen izquierda del Huéznar.

Coordenadas UTM: 4208583.393/265851.3512 y 4208422.315/265813.3276.

El acceso a estos puntos también podría hacerse por el camino de servicio del antiguo ferrocarril minero del Cerro del Hierro (vía verde). Desde la curva que rodea la montaña con el único túnel de la vía férrea solo nos separa de los puntos 4 y 5 una cancela que, generalmente, permanece cerrada con llave.



FOTO 62. Afloramientos de travertinos antiguos que marcan la posición y la cota por la que discurría la rivera del Huéznar cuando fueron depositados (FIGURA 28).

Figura 28. Esquematación del proceso de formación de terrazas colgadas con sus depósitos travertínicos asociados. En este caso el aterrazamiento se produjo por la actuación reiterada de un sistema de fallas. 1) Situación de partida, 2) Sedimentación de travertinos y formación de la primera terraza, 3) Actuación de una falla que produce el encajamiento del río y deja colgada la primera terraza; también se produce una nueva sedimentación de travertinos y la consecuente formación de una segunda terraza, 4) Nueva actuación de la falla, nuevo encajamiento del río, segunda terraza colgada, nueva genesis de travertinos y nueva terraza.

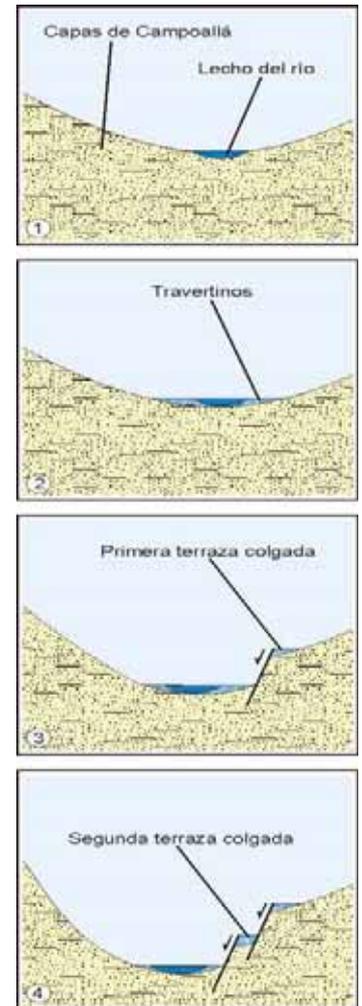


FOTO 63. Detalle de los travertinos fósiles. Resulta interesante observar con detenimiento el aspecto radicular de las rocas que revela que su origen está asociado al recubrimiento de las raíces por carbonato cálcico.



FOTO 64. Visión frontal del nivel de travertinos que permite apreciar el espesor de la formación en este punto (superior a 15 m). Todas las fotografías de los puntos 4 y 5 han sido realizadas en o desde la superficie superior de este nivel.



FOTO 65. Panorámica del la rivera del Huéznar. Se puede observar los aterrazamientos de la margen izquierda. Abajo el bosque en galería desarrollado en las márgenes del río delata la trayectoria del cauce.

Punto 6

Pizarras areniscosas y calizas cámbricas (Capas de Campoallá)

Localización. Carretera SE-168, entre los Kms 11 y 12

Coordenadas UTM: 4208392.951/265559.3197 y 4208132.545/265615.1356.



FOTOS 66 y 67. Afloramiento y detalle de una de las facies (aspecto) más características de las Capas de Campoallá formadas por una secuencia centimétrica de pizarras areniscosas y calizas, gracias a la cual se observa muy bien la estratificación. Estas litologías muestran diferente resistencia a la erosión, de manera que los niveles pizarrosos aparecen deprimidos respecto a los carbonatados. De este modo se reproduce a pequeña escala lo mismo que ocurre a una escala mucho mayor con la formación del paisaje, donde las crestas y elevaciones montañosas están formadas por las litologías más resistentes y los valles y zonas deprimidas responden a rocas fácilmente erosionables. Las capas se encuentran basculadas hacia el norte.



FOTOS 68 y 69. Afloramiento y detalle de una brecha de falla desarrollada sobre las Capas de Campoallá.

La fracturación y fuerte distorsión de las rocas en este lugar y, por supuesto, la presencia de la brecha permiten deducir la existencia de una falla (a pesar de que en este punto el plano de falla no es muy evidente).

La falla de este punto pertenece al mismo sistema de fracturas que originaron las cascadas del Huéznar. Dada su posición, orientación y cercanía es muy probable que, incluso, sea exactamente la misma fractura de una de las cascadas.

Punto 7

Rivera del Huéznar y sedimentación detrítica actual

Localización. Área recreativa de Isla Margarita

Coordenadas UTM: 4202201.030/263268.5226.

En este punto se trata de observar la propia rivera y sus características sedimentológicas.



FOTO 70. Canal fluvial que rodea Isla Margarita. Se aprecian con claridad los depósitos de sedimentos detríticos en el cauce (barra central) y márgenes del mismo. En la barra se aprecia la distribución del tamaño de grano de las partículas, las más finas se depositan a la sombra de las de mayor tamaño. Esta distribución favorece la estabilización de la barra y su crecimiento a medida que le sigan llegando sedimentos.

Debe tenerse en cuenta que el trazado y la pendiente de este canal están modificados antrópicamente pues en este tramo, el río está canalizado y represado. La acumulación de sedimentos y depósito de barras es mayor agua arriba de la represa. Las partículas de tamaño de grano grueso y medio son transportadas por tracción (traslación, saltación y rotación) por el fondo del canal, y tan solo las más finas viajan en suspensión en el seno de la corriente fluvial. La existencia de barreras, tales como presas y embalses, favorece la retención de las partículas de mayor tamaño y su depósito aguas arriba de la barrera. Consecuentemente, la dinámica fluvial se ve modificada, y aguas abajo habrá un empobrecimiento de la sedimentación.

Una barra fluvial es una acumulación de sedimentos en el lecho de un río, de forma generalmente alomada. Cuando las barras son estables, es decir que no se mueven con la corriente, y emergan sobre la superficie de agua se les suele llamar "islas", especialmente si son de gran tamaño y están vegetadas. La propia Isla Margarita es un ejemplo de los que estamos hablando.



FOTO 71. Panorámica de los múltiples canales secundarios separados por barras (pequeñas islas) que conforman la rivera en este punto. La existencia de vegetación retiene los sedimentos de las barras y facilita su desarrollo con el tiempo.



FOTO 72. Cauce del Huéznar aguas abajo de Isla Margarita. Se aprecia que la pendiente es mayor que en el caso anterior, la corriente es más energética e impide que los sedimentos se depositen en el lecho, la sedimentación queda restringida a la llanura de inundación. Por otra parte, puede observarse que los estratos del sustrato están inclinados, y el canal discurre prácticamente perpendicular a las superficies de estratificación, la diferente resistencia a la erosión hace que los estratos del lecho afloren como el filo de una sierra dando lugar a remansos y pequeños saltos de agua.

PARTE II - ITINERARIO 2: Rivera del Huéznar y alrededores

- aguas arriba de San Nicolás del Puerto -

Localización.- La parte II del itinerario se localiza al noreste de San Nicolás del Puerto, aguas arriba del arroyo de los Parrales, siguiendo el camino que discurre casi paralelo al cauce (ver FIGURA 26). Coincide con parte de uno de los senderos turísticos del Parque, el de Las Dehesas.

Acceso y forma de realización.- El acceso se realiza desde San Nicolás por el camino de los Parrales, dejando hacia el norte el arroyo del mismo nombre. A este camino se llega por la pista que saliendo del pueblo va a la ermita de San Diego. La longitud total de esta parte del recorrido es de 6 km (ida y vuelta). Incluye tres puntos de observación (puntos 8, 9 y 10), y puede realizarse tanto a pié, como en cualquier tipo de vehículo.

Grado de dificultad bajo.

Localización geológica y objetivos

Las rocas de esta parte del itinerario tienen unas características geológicas propias. Se trata de los materiales que rellenaron lo que fue una cuenca intramontañosa en tiempos pérmicos (ver *ESTRUCTURA GEOLÓGICA*, pág.). Es decir, una cubeta continental que rodeada de montañas recibía las partículas y fragmentos producidos por la erosión de esos relieves. En este caso, además, la cuenca estuvo sometida a una importante actividad volcánica de tipo explosivo que proporcionó gran abundancia de piroclastos, que hoy constituyen una parte importante de las rocas de esta zona. La actividad volcánica favoreció la fosilización de la flora que había en las áreas afectadas.

La naturaleza de las rocas y su disposición horizontal proporcionan un paisaje característico que se denomina tabular y de contacto (ver *GEOLOGÍA DEL PARQUE*, pág.).

Los objetivos de esta parte del itinerario incluyen la observación de las rocas y fósiles de plantas pérmicas y de sus características geométricas, así como su comparación con otras rocas de este mismo itinerario (parte I). A partir de aquí, solo hay que relacionar las observaciones realizadas y razonar con una lógica muy básica para ser capaz de ubicarlas correctamente en su posición estratigráfica. Las pizarras, areniscas y calizas cámbricas del zócalo están inclinadas y estas no, por lo que tienen que ser más jóvenes (el basculamiento y deformación se tuvo que producir antes de que se depositaran nuestras rocas, pues en caso contrario también se hubieran deformado). Pero las rocas pérmicas son lo suficientemente antiguas como para que se hayan “aplastado”, fracturado, y sido sometidas a erosión, mientras que los travertinos están todavía exentos de la mayor parte de estos procesos. Aplicando el mismo razonamiento anterior es fácil deducir que las rocas de esta parte del itinerario son más antiguas que los travertinos. Con esta metodología de trabajo y aún sin haber sabido la edad de las rocas, hubiéramos podido deducir su edad relativa y su posición respecto a las otras rocas y unidades del entorno.

Desde un punto de vista geológico, esta parte del itinerario es un complemento del itinerario 5 de esta misma guía, que se realiza por el entorno del cauce bajo del río Viar.

Punto 8

Paisaje

Localización.. Camino de la ermita de San Diego (coordenadas UTM: 4209071.843/268391.4874)



FOTO 73. Panorámica del paisaje tabular y de contacto característico de las cuencas pérmicas de la región.

Puntos 9 y 10

Rocas piroclásticas y flora fósil

Localización. Camino de los Parrales, a la altura del cortijo de los Parrales.

Coordenadas UTM: 4210373.234/269424.0989 y 4210541.467/269681.0615.



FOTO 74. Afloramiento de rocas piroclásticas tamaño lapilli llamativamente fracturadas según un doble sistema de diaclasas que le confiere un aspecto de “adoquinado” artificial. La intersección del diaclasado con la superficie de estratificación, que es la que se muestra en la fotografía, proporciona un aspecto similar al de una calzada romana.

El término “lapilli” hace referencia al tamaño de las partículas volcánicas con diámetro comprendido entre 1/16 y 2 mm.

Se aconseja consultar los puntos 6 y 9 del itinerario 3, fotos 92 y 99 respectivamente.



FOTO 75. Huella de hoja fósil conservada sobre la superficie de estratificación. Se trata del molde de la hoja que quedó enterrada entre materiales volcánicos en el momento de su depósito. Este es un hecho muy frecuente, se produce la pérdida del organismo en sí (la hoja en este caso), pero se conserva su molde de roca con los rasgos originales. Tamaño 2,5x2 cm.

IMPORTANTE

LLAMADA DE ATENCIÓN A LOS USUARIOS DE ESTA GUÍA: A pesar de que en ningún caso deben ser destruidos los afloramientos con el fin de coleccionar ejemplares para engrosar colecciones, ser vendidos, o darles cualquier otro uso, queremos hacer constar que los ejemplares de flora fósil de estos materiales no son idóneos para su colección, ya que debido a la naturaleza de las rocas y al fuerte diaclasado que estas presentan, se deshacen y rompen al sacarlos de su contexto, produciendo solo una destrucción gratuita del afloramiento.



FOTO 76. Acumulación de restos herbáceos fosilizados (hojas, tallos y briznas de plantas) sobre la superficie de un estrato.



ITINERARIO 3 - VÍA VERDE





- | | |
|---|--|
| Alternancia de areniscas, calizas y pizarras cámbricas | Calizas cámbricas |
| Lutitas, areniscas y conglomerados pérmicos | Diabasas |

Figura 29. Esquema geológico-geográfico del itinerario 3.

ITINERARIO 3 VÍA VERDE - FIGURA 29 -

Las líneas de ferrocarril suelen brindar magníficos y abundantes afloramientos en sus taludes, pero normalmente no pueden ser visitados por el riesgo que la circulación férrea implica. La reutilización del trazado de líneas de ferrocarril en desuso, anula estos riesgos y proporciona un marco excepcional para conocer la geología de las regiones en las que se encuentran.

Localización.- Este itinerario se localiza íntegramente en la vía verde construida sobre el ferrocarril que llevaba el mineral desde la mina del Cerro del Hierro hasta su empalme con la línea férrea Sevilla-Mérida todavía en uso.

El recorrido geológico completo va desde las ruinas de las tolvas y las escombreras de la mina, apenas a 100 m poblado minero, hasta el punto donde se cruzan la vía verde y la carretera comarcal SE-168 que une la Estación de Cazalla y San Nicolás, a la altura del km 5 (FIGURA 29).

Acceso y forma de realización.- El acceso a la vía verde se realiza desde el mismo Cerro del Hierro o a través de alguna de las carreteras y caminos que la atraviesan. También los puentes sobre el arroyo del Pozuelo y la rívera del Huéznar permiten el acceso a la vía. Se dispone de aparcamiento para vehículos en El Cerro, San Nicolás del Puerto y en las áreas recreativas e instalaciones localizadas junto a la rívera del Huéznar (El Martinete y Batán de las Monjas)

La longitud total del itinerario es de algo menos de 12 kms, considerando solo ida, y 12 el número de puntos que incluye. Puede realizarse a pie o bicicleta, siendo apto también para sillas de ruedas. El uso de vehículos de motor está prohibido.

Grado de dificultad mínimo. La vía verde está asfaltada a lo largo de todo su recorrido, la pendiente es muy escasa y sus dos puentes están reconstruidos. Estas condiciones la convierten en un lugar óptimo para toda persona con dificultad de movimiento.

Localización geológica y objetivos

Las rocas que afloran en este sector del Parque son de edad cámbrica y naturaleza sedimentaria, tanto detrítica como carbonatada. Pertenecen a la unidad estratigráfica denominada “Capas de Campoallá” formada por pizarras, areniscas y calizas. La proporción relativa de estos tres tipos de roca varía de unos puntos a otros, de manera que en ocasiones contiene solo una de estas litologías, dos de ellas o las tres en proporciones variables (*ver GEOLOGÍA DEL PARQUE, pág.*). En este itinerario suele dominar una única litología; es decir, que la mayor parte de los afloramientos son mayoritariamente pizarrosos o areniscosos, o bien calizos, y su aspecto es diferente al de esta misma unidad en otras zonas cercanas (Cerro del Hierro o carretera de San Nicolás del Puerto) a pesar de ser equivalentes.

Estas rocas se encuentran deformadas respecto a su posición original, en ellas son fácilmente observables pliegues, fracturas y basculamientos que en algunos puntos del recorrido son de una calidad excepcional. De hecho, este itinerario es el de mayor carácter tectónico de toda la guía.

La dirección media de las capas en el área es N130-140E y su buzamiento es sumamente variable, aunque puede considerarse un valor medio es de 30°, variando el sentido hacia el norte y hacia el sur.

La observación de las rocas y variación de las facies de las “Capas de Campoallá”, así como el reconocimiento de estructuras sedimentarias y tectónicas es el objetivo de este itinerario.

Punto 1

Escolleras de las balsas de almacenamiento de residuos de la mina del Cerro del Hierro

Localización. Vía verde, a 100m del poblado del Cerro del Hierro.

Coordenadas UTM: 4205467.871/270072.5236

FOTO 77. Muro de las balsas de almacenamiento de residuos derivados del tratamiento del mineral de la mina del Cerro del Hierro. Las colinas que se ven a la derecha de fotografía no son naturales, son el producto de la acumulación de escombros para la construcción de las balsas (escolleras). Hoy están parcialmente restauradas, es decir integradas en el paisaje mediante el recubrimiento de los desechos mineros con varias capas de limos y arcillas, y repobladas con flora autóctona.



Punto 2

Calizas y pizarras tableadas.

Pliegue asociado a la propagación de una falla ciega

Localización. Vía verde, a 1.6 km al noroeste del cruce de la vía con la carretera SE-155.

Coordenadas UTM: 4207968.879/268627.4281

FOTO 78. Aspecto del afloramiento. Se observa como los estratos de pizarras y calizas se agrupan y constituyen tramos predominantemente pizarrosos o carbonatados respectivamente que resisten de diferente forma la meteorización. El martillo que sirve de escala está sobre un tramo pizarroso. La posición de los estratos no es horizontal, sino que se encuentran fuertemente basculados hacia el sur.



FOTO 79. Pequeño pliegue de arrastre consecuencia del desplazamiento de los bloques de una falla inversa que muere unos metros mas arriba (falla ciega). La figura 30 esquematiza una situación similar a la de la fotografía.

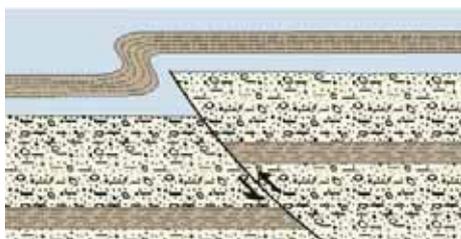


Figura 30. Esquema de formación de un pliegue de arrastre asociado a una falla inversa ciega.



Punto 3

Falla, brecha de falla y colapso en calizas, areniscas y pizarras

Localización. Vía verde, 350 m del Punto 2

Coordenadas UTM: 4208030.580/268292.4985



FOTO 80. Aspecto del afloramiento.

En este punto y con esta perspectiva, se pueden realizar las siguientes observaciones:

- a.- Superficies de estratificación de las pizarras, areniscas y calizas de las “Capas de Campoallá” chocando contra una falla.
- b.- Dos sistemas de fractura diferentes. El plano de la fotografía pertenece a un sistema formado por una serie de fallas paralelas entre sí y separadas 5 o 6 m unas de otras. Su dirección es E-O aproximadamente. El segundo sistema, peor expuesto en la fotografía, y también en el afloramiento, esta representado por un pequeño cabalgamiento casi paralelo a la estratificación que corta al sistema de fallas anterior.
- c.- Brecha de falla desarrollada a favor del sistema E-O. Se observa como los fragmentos de la brecha son de diferente tamaño, de la misma litología que las rocas fracturadas y muy angulosos, características que delatan su origen.
- d.- Estructura de colapso en las calizas, areniscas y pizarras bandeadas de las “Capas de Campoallá”. Esta estructura consiste en la deformación y hundimiento de las rocas por la existencia de un hueco bajo ellas.



FOTO 81. Detalle de la estructura de colapso.



FOTO 82. Detalle de la brecha de falla.

A lo largo del afloramiento, y aunque no aparezcan en las fotografías, es posible encontrar estrias y crecimiento de fibras de calcita en los planos de falla que permiten deducir como se produjo el desplazamiento de un bloque contra el otro (ver ALGUNOS CONCEPTO BÁSICOS, figura 12).

Punto 4

Estructuras sedimentarias en areniscas y pizarras

Localización. Vía verde, a 400 m del punto anterior y a apenas 140 del cruce con la carretera SE-163, en el sentido del itinerario (coordenadas UTM: 4204142.126/267923.8272)



FOTO 83. Aspecto del afloramiento.

Esquematización de la medida de la dirección y el buzamiento de los estratos en la esquina inferior derecha. Los asteriscos señalan superficies de estratificación cubiertas de ripples.

En este punto el afloramiento está formado por estratos inclinados de pizarras y areniscas, con dirección y buzamiento de N45E/40S (dirección norte 45° este y buzamiento de 40° hacia el sur). Se aprecian un gran número de estructuras sedimentarias, especialmente de “formas de fondo” de tipo *ripple*¹.

También es fácil diferenciar la foliación de las pizarras, pequeñas fallas con estrías y crecimiento fibroso de minerales.



FOTO 84.

A la izquierda detalle de una superficie de estratificación con *ripples* simétricos de crestas sinuosas, que fueron producidos por el oleaje (vista en planta/oblicua).

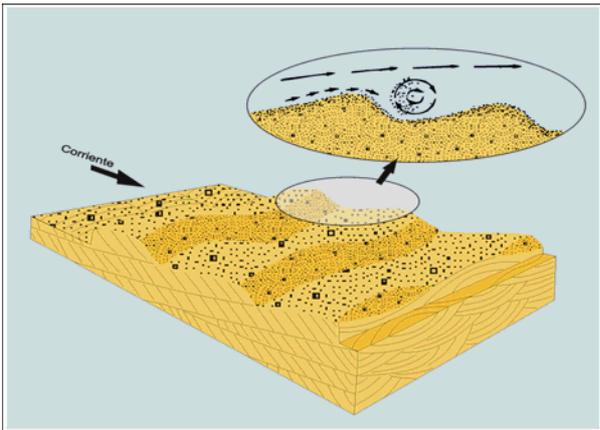
Es necesario tener en cuenta que cuando estas estructuras sedimentarias se formaron, la superficie era prácticamente horizontal y que la inclinación de la superficie de estratificación que observamos ahora es posterior a la formación de los ripples.

FOTO 85. Detalle de otra superficie de estratificación basculada con *ripples* simétricos de crestas rectas (vista en planta/oblicua).



Todas las formas de fondo que se muestran en las fotografías son ripples simétricos de crestas rectas o sinuosas que se formaron por la acción del oleaje sobre las arenas de una playa de hace más de 500 millones de años (playa cámbrica).

¹ En español rizaduras



Las estructuras sedimentarias como las de este punto se originan cuando una corriente que circula sobre un lecho arenoso tiene fuerza suficiente para transportar los granos de arena del fondo sobre el que se mueve (FIGURA 31).

Pueden ser de muchos tipos y tamaños dependiendo de las características de la corriente y también de la arena, son muy fáciles de ver en ríos y playas actuales, especialmente cuando la marea está baja. Todas ellas se agrupan bajo la denominación de “formas de fondo”, y pueden reproducirse experimentalmente en el laboratorio. Por lo tanto, cuando las encontramos en rocas sedimentarias es posible deducir las condiciones bajo las que se originaron.

Figura 31 Esquema del proceso de formación de las “formas de fondo”.

Todos los rasgos indicados no se originaron a la vez, primero tuvo lugar el depósito de los sedimentos con los *ripples* y otras estructuras sedimentarias. Después se produjo la litificación, es decir la transformación de sedimentos en rocas. Hasta entonces los estratos se encontraban en posición horizontal, tal y como se habían depositado. Con posterioridad tuvieron lugar todos los procesos de deformación y perturbación de las rocas tales como foliación, basculación, plegamiento y fracturación.

FOTO 86. Laminación cruzada. La sección que nos muestra la fotografía permite visualizar el interior de un ripple de oleaje. En primer plano se observa el ordenamiento de los granos de arena en el interior del estrato constituyendo láminas inclinadas respecto a la superficie de estratificación. La línea alabeada que se indica en la fotografía es la intersección entre dos planos casi perpendiculares, el plano que estamos observando y el de la superficie de estratificación con las ondulaciones que producen los *ripples*.



FOTO 87. Detalle de un plano de falla con estrías, capa de óxidos y crecimiento fibroso de minerales. Esta forma se debe a que la cristalización de los minerales está condicionada por el movimiento de la falla.



Punto 5

Calizas fracturadas, brechificadas y karstificadas

Localización. Vía verde a la altura del cementerio de San Nicolás, al suroeste del pueblo, 700 m antes de la entrada al túnel (coordenadas UTM: 4208622.055/266673.4611)



FOTO 88. Aspecto del afloramiento.

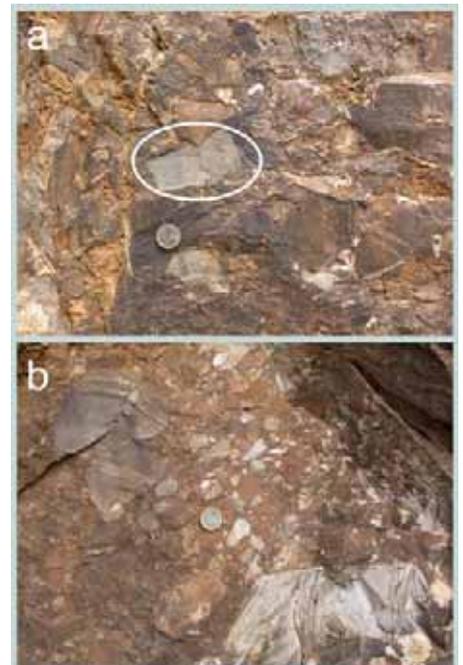
Calizas estratificadas y fuertemente basculadas hacia el sur. En este punto puede observarse que el efecto de la meteorización sobre este tipo de rocas es importante. Es posible distinguir el suelo desarrollado sobre el sustrato calizo (inexistente cuando las litologías dominantes son areniscas y/o pizarras), abundancia de “terra rosa” y formas típicas de disolución (karstificaciones).

FOTO 89. Afloramiento de brecha de falla.



En realidad, la mayor parte de este punto muestra los efectos de una fractura importante. Pueden distinguirse espesores de varios metros de calizas brechificadas y abundantes planos de falla con estructuras típicas tales como estrias, pátinas de óxidos y crecimiento fibroso de minerales. La fractura, o mejor dicho, el sistema de fracturas responsable es probablemente la prolongación lateral del mismo que originó las cascadas del Huéznar (*ver punto 3, itinerario 2, pág xx*).

FOTO 90. Detalle de brecha de falla.



a) Brecha desarrollada sobre niveles calizos. Llama la atención la existencia de un fragmento carbonatado con un estilolito. Esto permite establecer la siguiente secuencia de procesos geológicos: 1) precipitación original del carbonato, 2) litificación del mismo, 3) formación de estilolitos durante la diagénesis –*ver punto 7, itinerario 1-*, 4) fracturación y brechificación de las calizas y 5) meteorización actual de las rocas.

(b) Brecha de falla desarrollada sobre rocas fundamentalmente pizarrosas. Las características de angulosidad y variabilidad del tamaño de los fragmentos se aprecian con claridad



FOTO 91. Detalle de un plano de falla con estrias y terra rosa.

Punto 6

Areniscas finas y pizarras fracturadas Diaclasas y pequeñas fallas

Localización. Vía verde, a la salida del túnel según el sentido del recorrido.
Coordenadas UTM: 4208350.634/265911.4831



FOTO 92. Superficie de estratificación inclinada hacia el sur que contiene dos sistemas de diaclasas. La intersección de los planos S, D₁ y D₂ proporciona la apariencia de “adoquinado” que muestra la fotografía. S=Superficie de estratificación; D₁ y D₂=Sistema de diaclasas 1 y 2 respectivamente. Se aconseja ver el punto 9: foto 99 de este mismo itinerario, y punto 9: foto 74 del itinerario 2.



FOTO 93. Sistema de pequeñas fracturas sobre areniscas que reproducen a pequeño tamaño los mismos procesos y geometrías que suceden a gran escala. Se trata de diaclasas y de fallas normales e inversas, así como también de fallas con el plano vertical, es decir ni normales, ni inversas. Se aconseja revisar la figura 12 de la pág XXX. Barra escala de 25 cm en la esquina inferior derecha de la fotografía inferior.

Punto 7

Alternancia de areniscas, pizarras y calizas.

Diaclasas y fallas.

Localización. Vía verde, a 650 m de la salida del túnel.

Coordenadas UTM: 4207800.510/265806.0415

En este punto se pueden observar cambios en la proporción relativa de pizarras, areniscas y calizas. En la parte inferior del afloramiento dominan las pizarras, mientras que hacia arriba van siendo mas abundantes los estratos de calizas, que al ser meteorizados tiñen el afloramiento de un color rojo muy característico. Las areniscas son minoritarias. También es posible diferenciar varios sistemas de diaclasas que proporcionan a este punto un aspecto muy “geométrico”. Casi se podría comparar el afloramiento con una escultura cubista. Aquí los estratos están prácticamente horizontales.



FOTOS 94 y 95. Aspecto del afloramiento y detalle de las facies de las “Capas de Campoallá” en este punto.



FOTOS 96 y 97. Falla normal y detalle de las estrías del plano de falla.



Punto 8

Panorámica de la riberia del Huéznar

Terrazas de la margen izquierda.

Localización. Vía verde, en las inmediaciones de Los Batanes, a algo más de 1 km del Punto 7.

Coordenadas UTM: 4206812.729/266050.2709



FOTO 98. Panorámica de la riberia del Huéznar. Se pueden observar las diferencias topográficas de las dos márgenes del río. Al fondo, la margen derecha es más abrupta y no muestra aterrazamientos. Por el contrario, la margen izquierda, de pendiente mucho más suave, contiene al menos tres niveles de terrazas indicadas con las letras a, b y c. Estas observaciones permiten deducir que el cauce del Huéznar iba migrando hacia el oeste a la vez que iba erosionando el sustrato y encajonándose en el relieve (*ver punto 5, itinerario 2, pág xx*). El río en este punto tiene un trazado prácticamente norte-sur.

Punto 9

Estratos inclinados y diaclasados de pizarras y areniscas

Localización. Vía verde, a 450 m del punto 8.

Coordenadas UTM: 4206379.778/266119.6422

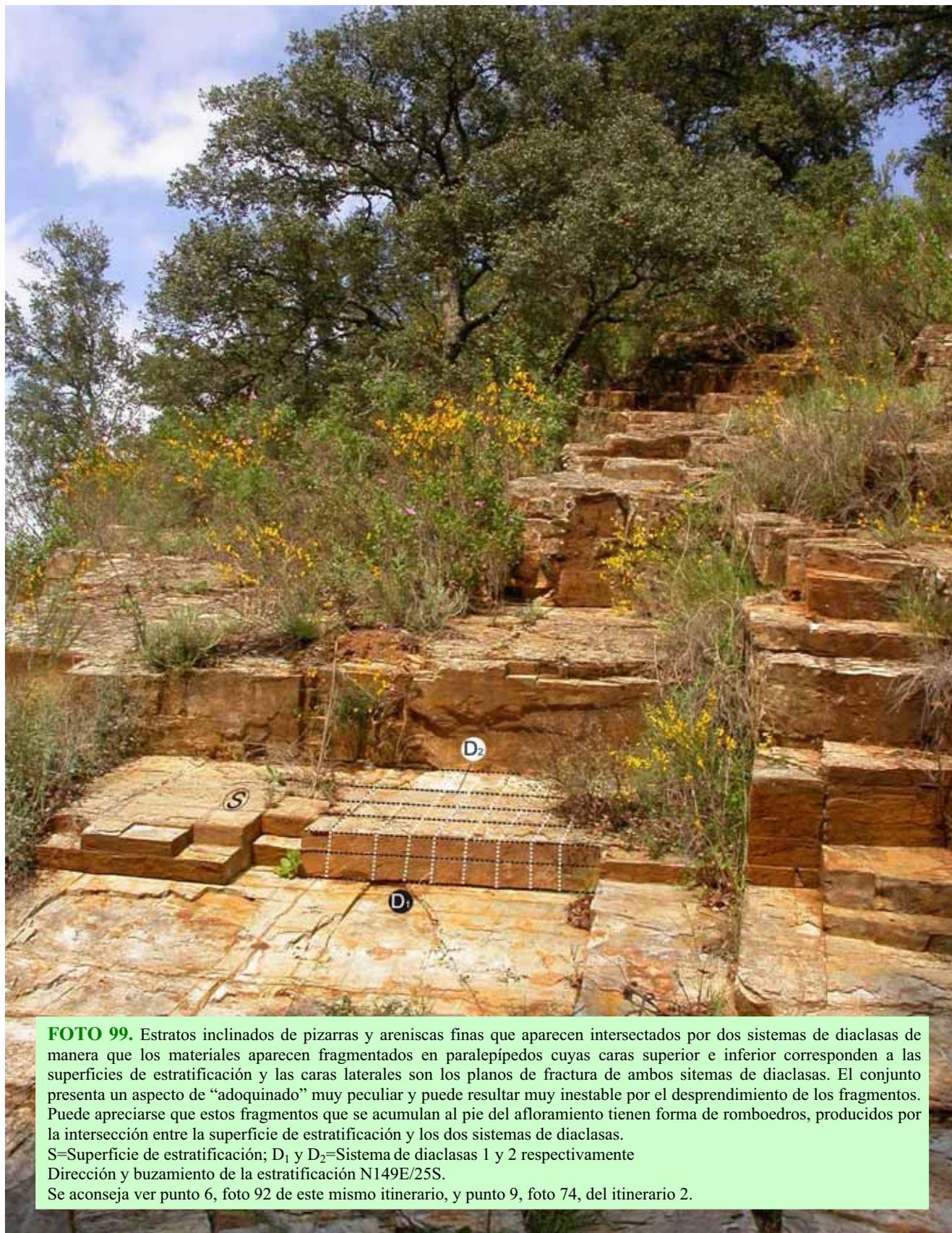


FOTO 99. Estratos inclinados de pizarras y areniscas finas que aparecen intersectados por dos sistemas de diaclasas de manera que los materiales aparecen fragmentados en paralelepípedos cuyas caras superior e inferior corresponden a las superficies de estratificación y las caras laterales son los planos de fractura de ambos sistemas de diaclasas. El conjunto presenta un aspecto de “adoquinado” muy peculiar y puede resultar muy inestable por el desprendimiento de los fragmentos. Puede apreciarse que estos fragmentos que se acumulan al pie del afloramiento tienen forma de romboedros, producidos por la intersección entre la superficie de estratificación y los dos sistemas de diaclasas.

S=Superficie de estratificación; D₁ y D₂=Sistema de diaclasas 1 y 2 respectivamente
Dirección y buzamiento de la estratificación N149E/25S.

Se aconseja ver punto 6, foto 92 de este mismo itinerario, y punto 9, foto 74, del itinerario 2.

Punto 10

Nivel de concreciones carbonatadas

Localización. Vía verde, a 250 m del punto anterior.

Coordenadas UTM: 4206147.354/266207.0716



FOTO 100. Nivel de concreciones carbonatas englobadas en pizarras.

El origen de estas concreciones esta asociado al enterramiento rápido de materia orgánica en el momento de la sedimentación.

Punto 11

Pliegue y diaclasas rellenas en pizarras, calizas y areniscas

Localización. Vía verde, 125 m antes de llegar al cruce con la carretera SE-168, siguiendo el sentido del itinerario.

Coordenadas UTM: 4204508.784/264782.9469



FOTO 101. Pliegue anticlinal de radio y curvatura constante. Parece que este pliegue podría haber sido trazado con un compás (ver FIGURA 13).

FOTO 102. Diaclasas rellenas de calcita. Este es un magnífico ejemplo que ilustra la diferente respuesta de las rocas ante un mismo esfuerzo. Se observa como el sistema de diaclasas solo afecta a los estratos de caliza que son los que se comportan de manera más rígida al ser sometidos a una presión. Las areniscas, y también las pizarras, al comportarse mas plásticamente absorben la deformación y no se fracturan. El relleno de calcita de las diaclasas se produce gracias a la circulación de fluidos intersticiales* ricos en carbonato.



* Sustancias generalmente líquidas que fluyen por el interior de las rocas gracias a la porosidad de las mismas.

Punto 12

Estructuras sedimentarias (“formas de fondo”) en areniscas y pizarras

Localización. Vía verde, a menos de 100 m del cruce con la carretera SE-168.

Coordenadas UTM: 42004522.864/2647718.2710



FOTO 103. Aspecto del afloramiento. Los estratos de areniscas y pizarras están fuertemente basculados hacia el sur y también contienen múltiples evidencias de deformación. A pesar de ello, todavía son visibles sobre algunas superficies de estratificación estructuras sedimentarias del tipo “formas de fondo”. Se aconseja consultar el punto 4 de este mismo itinerario.

Dirección y buzamiento de los estratos N135E/70S.



FOTO 104. Formas de fondo sobre una superficie de estratificación fuertemente inclinada. En este caso, se trata de *megaripples* simétricos de crestas rectas que son estructuras similares a los ripples pero de mayor tamaño. Su origen es también similar, pero necesitan mayor energía para su formación (ver figura 31 en este mismo itinerario).

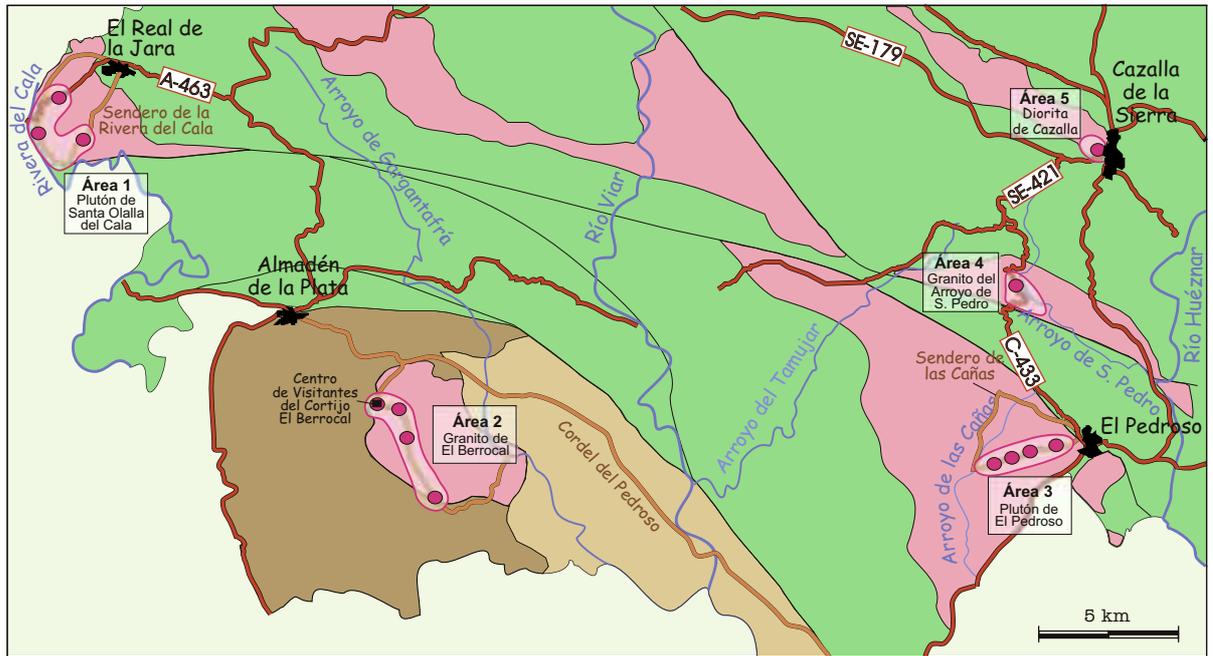




ITINERARIO 4

PAISAJES GRANÍTICOS





- Zona de Ossa-Morena
- Rocas ígneas plutónicas
- Zona Surportuguesa
- Puntos de observación

Figura 32. Esquema geológico-geográfico del itinerario 4.

ITINERARIO 4 PAISAJES GRANÍTICOS - FIGURA 32 -

Los paisajes modelados sobre sustratos de rocas plutónicas reciben en general el apelativo de paisajes graníticos aunque no correspondan a granitos en sentido estricto, sino a rocas ígneas plutónicas cualquiera que sea su composición (ver FIGURA 7, pág XX).

Como se ha señalado en la descripción geológica general del Parque, en la Sierra Norte de Sevilla, existen múltiples afloramientos de rocas plutónicas de composición variada, que muestran diferentes rasgos y estados de evolución de los paisajes graníticos de la comarca. A ellos se ha dedicado este itinerario que consta de 5 áreas de observación, numeradas del 1 al 5 y localizadas al suroeste del Real de la Jara, sureste de Almadén de la Plata, suroeste de El Pedroso, arroyo de San Pedro y sur de Cazalla de la Sierra, todas ellas en la mitad occidental del Parque (FIGURA 32).

A pesar de la variedad de este tipo de rocas y de las posibilidades que ofrecen como recurso para su aprovechamiento como rocas ornamentales, las litologías plutónicas del Parque se han utilizado tradicionalmente sólo como un recurso de importancia menor (FOTO 105).



FOTO 105. Algunos ejemplos anecdóticos de los usos de las rocas graníticas en el Parque.

Los paisajes graníticos presentan rasgos característicos y diferentes de los que se generan sobre otros sustratos geológicos. En general, la meteorización de las rocas plutónicas da lugar a paisajes de estructura alomada en las que alternan berrocales de rocas frescas con navas de suelo arenoso (FIGURA 33).

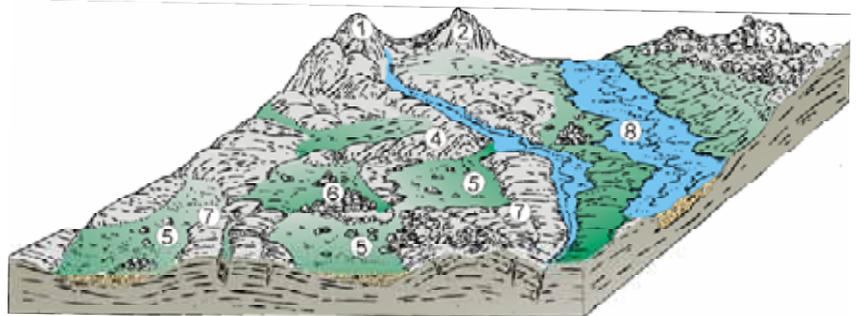


Figura 33. Morfologías que conforman el paisaje granítico. LEYENDA: 1) Domo campaniforme, 2) Crestas, 3) Berrocales, 4) Domos cupuliformes, 5) Navas, 6) Pedrizas, 7) Lanchares y bloques, 8) Domino fluvial. Tomado de Pedraza (1996), Geomorfología, principios métodos y aplicaciones, Ed. Rueda.

En el labrado del relieve intervienen diversos factores, entre los que destacan litología del sustrato, climatología del área y características del relieve. Para el caso de los paisajes graníticos del entorno del Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla los factores litológicos y topográficos son los determinantes, pues el clima no es decisivo en nuestro caso, ya que es prácticamente homogéneo en toda la región.

Los factores litológicos más importantes son la composición mineralógica de las rocas, su textura (sobre todo el tamaño de grano y el ordenamiento de los granos minerales) y su estructura, es decir la existencia y características de las discontinuidades de la roca incluyendo fallas y diaclasas. Una característica común de las rocas plutónicas es la homogeneidad composicional y textural. En función de ello, la alteración progresa desde las discontinuidades expuestas a la acción de los agentes meteóricos hacia el interior. Como consecuencia, la tendencia natural es a dar formas esféricas o similares cuando el grado de madurez es elevado (FIGURA34, FOTO 106).

El factor topográfico fundamental es la pendiente. Las zonas llanas o de pendiente escasa favorecen la retención de las aguas de escorrentía y aumentan el tiempo de alteración de las rocas favoreciendo con ello los procesos de meteorización. Por el contrario, las pendientes abruptas impiden la retención de las aguas y la alteración química del sustrato rocoso, que tan solo se ve sometido a procesos de erosión mecánica.

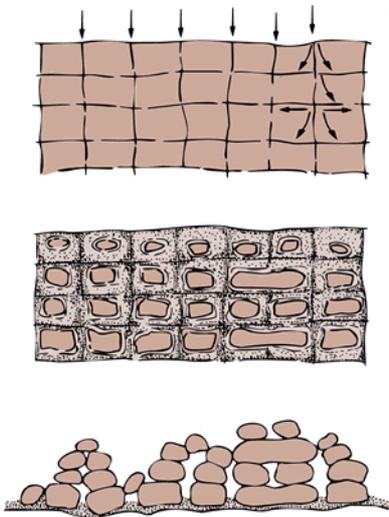


Figura 34. Esquema de formación por meteorización de los bolos graníticos. Tomado de Anguita y Moreno (1993), Procesos geológicos extremos y geología ambiental, Ed. Rueda.



FOTO 106. Bolos resultantes de la meteorización de granitos

Se recuerda a los usuarios de esta guía que la clasificación general de las rocas ígneas puede verse la figura 7, pág xx y la tabla del tiempo geológico aparece en la página xxx y en el interior de la contraportada de esta guía.

ÁREA 1: SUROESTE DE “EL REAL DE LA JARA” PLUTÓN DE SANTA OLALLA DEL CALA

El plutón de Santa Olalla del Cala es una estructura compleja compuesta por rocas de distinta composición que intruyeron durante el Carbonífero cerca del límite entre las zonas de Ossa Morena y Surportuguesa. Predominan las rocas de composición intermedia (tonalitas) aunque existen también granitos y gabros.

Entre El Real de la Jara y la Rivera del Cala existen excelentes afloramientos de tonalitas de este plutón en los que pueden observarse algunos de los rasgos que caracterizan a este tipo de paisajes graníticos. Son rocas de tamaño de grano medio compuestas esencialmente de plagioclasa y biotita con proporciones menores de cuarzo y anfíbol.

Se incluyen 3 puntos de observación de fácil acceso, dos de ellos ubicados en el sendero turístico de la riera del Cala (ver FIGURA 32).

Punto 1.1

Fases de alteración de las tonalitas

Localización. El talud de la carretera A-463 de Santa Olalla del Cala al Real de la Jara ofrece un excelente afloramiento para observar el proceso de alteración de las rocas graníticas, la formación de bolos y los efectos de la arenización. El ejemplo de la fotografía se localiza en el km 6 de esta misma carretera. (coordenadas UTM: 4204099.337/221319.8343)

Grado de dificultad bajo

FOTO 107. Bolos de tonalita fresca conservados entre restos de la misma roca con distintos grados de alteración por meteorización.



Punto 1.2

Paisaje fluvial

Localización. Este punto coincide con el área de acampada del sendero turístico de la riera del Cala (coordenadas UTM: 4202814.002/220299.8991)

El plutón de Santa Olalla del Cala es atravesado por la Rivera del Cala delimitando el Parque de la Sierra Norte por el Oeste. El paisaje en esta zona corresponde al dominio fluvial que discurre por zonas arenizadas en las que sólo se preservan algunos bolos residuales. El agua discurre por canales entrelazados, a menudo separados por zonas de acumulación de bolos. Barras de arena y grava, así como lutitas de la llanura de inundación caracterizan la sedimentación fluvial actual de la riera.

Grado de dificultad bajo



FOTO 108. Aspecto de la Rivera del Cala a su paso por la zona de acampada al suroeste del Real de la Jara.

Punto 1.3

Paisaje de dehesa con acumulaciones de bolos graníticos

Localización. Continuando el sendero turístico hacia el sureste se atraviesa una zona de dehesa muy cuidada en la que los bolos de tonalita han sido acumulados con una doble finalidad, ganar terreno fértil y facilitar los trabajos agrícolas. Esta práctica es muy común en muchas otras áreas del Parque.

Coordenadas UTM: 4202520.638/221897.1597

A pesar del interés ecológico que representa, la dehesa no es un paisaje estrictamente natural ni desde el punto de vista biótico ni, en este caso, desde el geológico.

Grado de dificultad bajo



FOTO 109. Ejemplo de una dehesa con los bolos de roca acumulados.

ÁREA 2: SURESTE DE ALMADÉN DE LA PLATA GRANITO DEL BERROCAL

Al sureste de Almadén de la Plata aflora un plutón granítico, conocido como “Granito del Berrocal” (FIGURA 32). Se trata de una intrusión relativamente pequeña que se emplazó durante el Carbonífero Superior en la parte más septentrional de la Zona Surportuguesa. Es un granito de color rosado compuesto por cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasas, micas y granate. Su textura es granuda y el tamaño de los cristales grueso (FOTO 110).

Topográficamente da lugar a un área deprimida respecto a las zonas que lo rodean. La meteorización de la roca ha dado lugar a un paisaje característico, que constituye un excelente ejemplo para observar distintos aspectos del modelado en zonas graníticas (*ver FIGURA 33, pág xxx*).

Todos los ejemplos que se citan para esta área se localizan en la finca “El Berrocal”, en el término municipal de Almadén de la Plata, en las cercanías del camino que va desde el Centro de Visitantes del Cortijo El Berrocal hasta el arroyo de Gargantafría. En el momento de realización de esta guía, el paso a esta zona está restringido. De cualquier manera pueden verse magníficos afloramientos en el área recreativa, junto al Centro de Visitantes. El acceso de libre entrada a esta zona se realiza desde el pueblo de Almadén siguiendo el cordel del Pedroso. A 1.3 km del pueblo se toma un camino a la derecha en el que aparece indicado “Parque Forestal de Almadén de la Plata”. A partir de ese momento solo hay que seguir las indicaciones.

El acceso al área recreativa puede realizarse a pie o en cualquier tipo de vehículo.

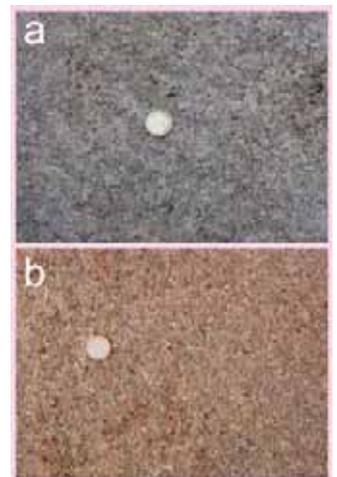


FOTO 110. Detalle del granito del Berrocal. a) roca fresca, b) roca ligeramente alterada.

Punto 2.1

Domo cupuliforme y piedra caballera

Localización. Este afloramiento se localiza junto al centro de visitantes y área recreativa de El Berrocal.
Coordenadas UTM 4193166.351/232223.7658

Grado de dificultad bajo



FOTO 111. Domo cupuliforme. Esta forma es indicativa de un estado avanzado en la evolución del paisaje (ver FIGURA 33, pág. 10).



FOTO 112. Piedra caballera y pedestal destacando sobre el suelo arenoso generado por la meteorización del propio granito.

Punto 2.2

Morfologías diversas

Localización. La observación se realiza en el camino que va desde el Centro de Visitantes hasta el arroyo de Gargantafría (coordenadas UTM 4193242.222/232043.8598).

Grado de dificultad bajo. Acceso restringido.



FOTO 113. Combinación de formas características del modelado granítico. Bolos, domos e inicio de formación de una nava pueden diferenciarse como elementos individuales en un paisaje de tipo berrocal (ver FIGURA 33, pág. 10).

Punto 2.3

Paisaje combinado por formas de berrocal y de nava

Localización. Camino que va desde el Centro de Visitantes hasta el arroyo de Gargantafría.
Coordenadas UTM 4191849.602/233080.5237

Grado de dificultad bajo. Acceso restringido.



FOTO 114. Modelado en el que se combinan formas tipo berrocal y nava.



FOTO 115. Detalle del berrocal de la foto 114 en la que se observa el proceso de individualización de los bolos (ver FIGURA 34, pág.).

Punto 2.4

Contacto del granito con la roca encajante

Localización. Al igual que los puntos anteriores, este afloramiento también se localiza en el camino que va desde el Centro de Visitantes hasta el arroyo de Gargantafría (coordenadas UTM 4189696.513/234309.7638).

Grado de dificultad bajo. Acceso restringido



FOTO 116. Contacto geológico entre el granito de El Berrocal y las rocas pizarrosas de la Zona Surportuguesa en la que intruyó. Se aprecia la diferencia de paisaje y topografía que genera la meteorización sobre cada tipo de roca. Esta fotografía es un buen ejemplo para ilustrar el control geológico sobre los diferentes tipos de ecosistemas que caracterizan una determinada región.

ÁREA 3: SUROESTE DE “EL PEDROSO” PLUTÓN DEL PEDROSO

El plutón del Pedroso es una intrusión de rocas ígneas ácidas de composición variable (dioritas anfibólicas, tonalitas y granitos) que encajó durante el paleozoico superior entre calizas, pizarras y areniscas de edad cámbrica¹. Este cuerpo intrusivo generó una de las aureolas de metamorfismo de contacto mejor desarrollada de toda la Sierra (ver FIGURA 8, pág.).

Las observaciones que se proponen a continuación se localizan en un tramo del sendero turístico Arroyo de Las Cañas, que parte desde el mismo pueblo de El Pedroso y se dirige al arroyo del mismo nombre (ver FIGURA 32, al inicio del itinerario). El sendero discurre a través de un modelado granítico de tipo nava en el que se pueden observar distintos grados de madurez del paisaje.

Grado de dificultad bajo para todos los puntos del área.

Punto 3.1

Panorámica de El Pedroso

Localización. Sendero Arroyo de las Cañas.

Coordenadas UTM: 4191544.565/254754.6330



FOTO 117. Panorámica del pueblo de El Pedroso ubicado entre las tonalitas del plutón del Pedroso y los relieves calizos de la sierra. En primer plano se observa un modelado granítico con abundancia de bolos de gran tamaño dispersos en un suelo arenoso de topografía ondulada.

¹ Se recuerda a los usuarios de esta guía que la clasificación general de las rocas ígneas puede verse la figura 7, pág. xxx y la tabla del tiempo geológico en la página y en el interior de la contraportada de esta guía.

Punto 3.2

Paisaje granítico

Localización. Sendero Arroyo de las Cañas.
Coordenadas UTM: 4191381.42/254403.2048



FOTO 118. Paisaje granítico de mayor madurez que el indicado en el punto 3.1. Los bolos de tonalita son menos abundantes y de menor tamaño que en caso anterior. La topografía es de ondulada a plana.

Punto 3.3.

Llanura arenosa

Localización. Sendero Arroyo de las Cañas.
Coordenadas UTM: 4191357.651/254207.7802

FOTO 119. El progreso de la meteorización da lugar a una llanura arenosa en la que todavía se conservan algunos bolos de roca de pequeño tamaño. La porosidad de la arena resultante de la meteorización facilita la existencia de acuíferos muy superficiales, que permiten la extracción de pequeñas cantidades de agua. En la fotografía aparece un pozo con noria manual.



Punto 3.4.

Paisaje granítico con muy alto grado de madurez

Localización. Sendero Arroyo de las Cañas.
Coordenadas UTM: 4191224.106/253733.6538



FOTO 120. Llanura sin restos de roca granítica fresca y con desarrollo de suelo (*ver apartado de SUELOS, pág. 11*)



FOTO 121. Perfil edáfico desarrollado sobre un sustrato granítico. Comparar la fotografía con el esquema de la fig. 11

ÁREA 4: ARROYO DE SAN PEDRO GRANITO DE MEGACRISTALES

El arroyo de San Pedro es un afluente de la Rivera del Huéznar que discurre con una trayectoria noroeste-sureste desde el Oeste de Cazalla de la Sierra hasta su confluencia con el Huéznar, junto a la Fábrica de El Pedroso. En su curso alto es un torrente energético que fluye por un valle profundo y escarpado escavado sobre la formación granítica objeto de estudio. La alta energía del arroyo hace que predominen los procesos erosivos de tipo fluvial, tanto en el lecho como en las zonas de ribera. En áreas planas no sometidas a la erosión directa del río, los procesos de meteorización dan lugar a una intensa arenitización.

Las rocas son granitos porfídicos es decir, que uno de los minerales que lo constituye ha cristalizado a un tamaño mucho mayor que el resto que forma una masa de cristallitos mucho más pequeños. Se trata de megacrístales de feldespato alcalino en una matriz de cuarzo, feldespatos y mica. Este granito está deformado, es decir que ha sufrido los efectos de al menos una orogenia, y por lo tanto tiene que ser más antiguo que esta. Por este motivo podemos deducir que su edad es precarbonífera (de hace más de 355 ma). A simple vista, la deformación se manifiesta por la orientación de los cristales y el desarrollo de una foliación incipiente. La heterometría de grano² es un factor “extra” que facilita el ataque químico del agua (hidrólisis) y favorece la arenitización de los granitos.

Todas las observaciones pueden hacerse desde un mismo punto (punto 4.1).

Punto 4.1.

Granito de megacrístales del arroyo de San Pedro

Localización y acceso. Km 78 de la carretera C-433, que va desde El Pedroso hasta la carretera SE-421.
Cordenadas UTM: 4197565.543/254151.9958

Grado de dificultad. Las observaciones en el talud de la carretera no presentan grado de dificultad alguno, excepto la atención que requiere el posible tráfico rodado. El acceso al cauce del arroyo es muy complicado, y puede resultar peligroso especialmente en épocas lluviosas.



FOTO 122. (A la izquierda) Detalle del granito de megacrístales (porfídico) en tres fases consecutivas del proceso de arenitización

FOTO 123. (Centro) Panorámica del arroyo de San Pedro profundamente encajado entre el granito de megacrístales

FOTO 124. (Izquierda y arriba) Marmitas de gigante en el lecho del arroyo

FOTO 125. (Izquierda y abajo) Afloramiento del granito arenitizado

² Heterometría es un término que hace referencia a la existencia de diferentes tamaños de grano o de cristal en una misma roca.

ÁREA 5: SUR DE CAZALLA DE LA SIERRA DIORITA DE CAZALLA DE LA SIERRA

La diorita de Cazalla de la Sierra es una roca de color oscuro, compuesta esencialmente de plagioclasa y anfíbol con cantidades menores de piroxeno y epidota. El tamaño de grano de los minerales que la constituyen es medio y se disponen formando una trama entrelazada de cristales. Esta disposición recibe el nombre de textura subofítica.

La exposición en superficie de esta roca diorítica da lugar a un modelado típico en grandes bloques de forma redondeada entre los que se conserva el suelo rico en nutrientes propio de las rocas magmáticas básicas.

En los alrededores de la fuente del Judío a la salida de Cazalla por la carretera de Almadén de la Plata (ver FOTO 10, pág.) existen excelentes afloramientos de la diorita en los que pueden observarse detalles de su composición y de la morfología derivada de los procesos de meteorización.

Punto 5.1.

Diorita de Cazalla de la Sierra

Localización. Fuente del Judío, a la salida de Cazalla de la Sierra por la carretera SE-421 a Almadén de la Plata (coordenadas UTM: 4201869.145/257270.9478)

Grado de dificultad bajo



FOTO 126. A la izquierda, diorita fresca en afloramiento. A la derecha diorita con alteración hidrotermal debido a la circulación de fluidos por la fractura que corta la roca.



FOTO 127. Paisaje característico.

Itinerario 4 – PAISAJES GRANÍTICOS



ITINERARIO 5

ENTORNO DEL CAUCE BAJO DEL RÍO VIAR



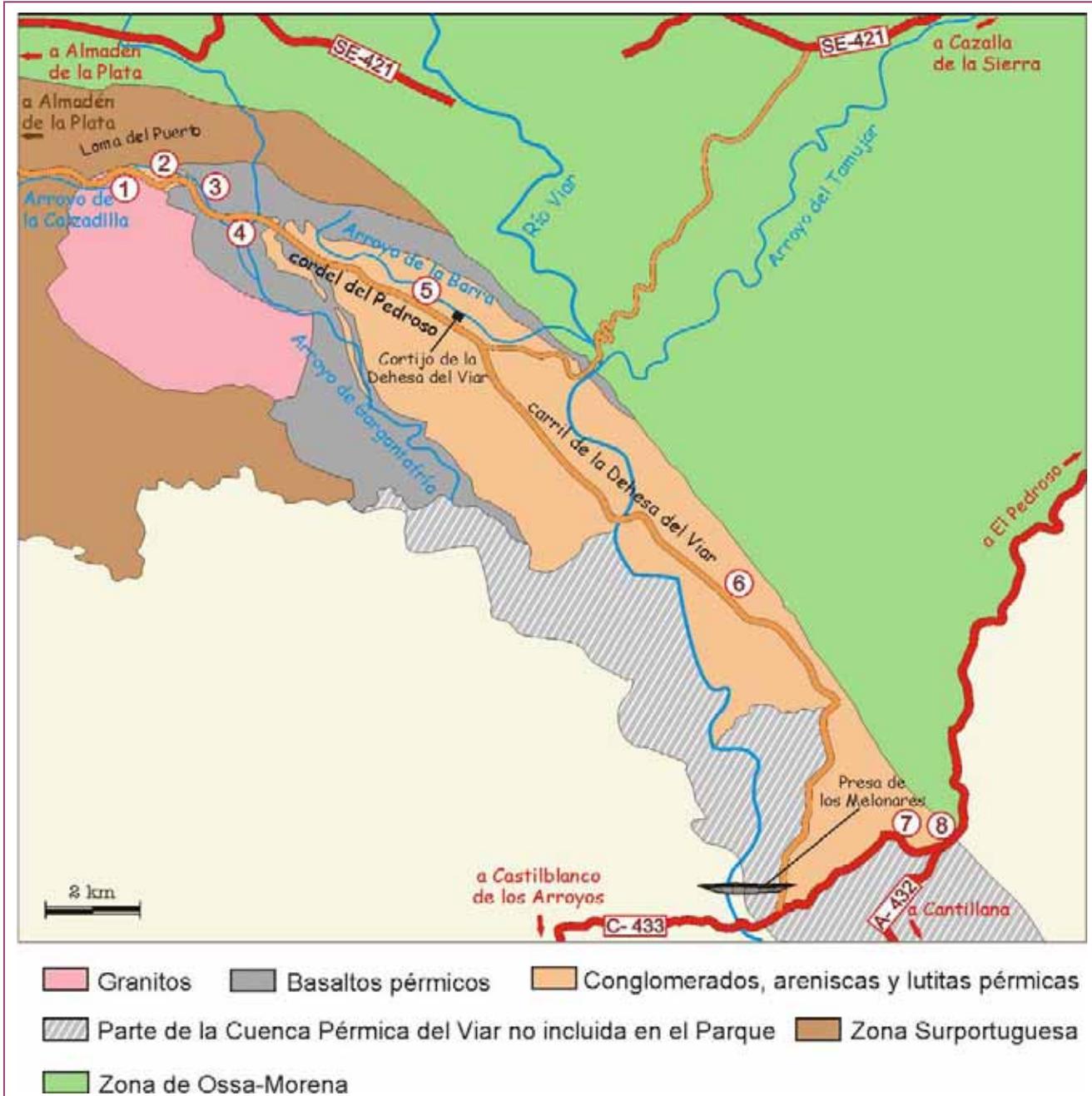


Figura 35. Esquema geológicogeográfico del itinerario 5.

ITINERARIO 5 ENTORNO DEL CAUCE BAJO DEL RÍO VIAR - FIGURA 35 -

“...El amplio valle del Viar es sin duda la fosa de hundimiento más importante, mejor delimitada y más típicamente herciniana de cuantas el geólogo descubre en el borde meridional de la Meseta Ibérica...” (GÁVALA, 1927)

Localización. Este itinerario se localiza en el sector suroccidental del Parque, en el entorno del cauce bajo del río Viar y su afluente Gargantafría, entre las poblaciones de Almadén de la Plata y Castilblanco de los Arroyos. La mayor parte se realiza a lo largo del cordel de El Pedroso/camino de la Dehesa del Viar. Completan el recorrido las observaciones que nos proporcionan los taludes de la carretera C-433 que une la población de Castilblanco de los Arroyos con El Pedroso (FIGURA 35).

Acceso y forma de realización. El mejor y más fácil acceso al cordel de El Pedroso se realiza por el norte, desde la población de Almadén de la Plata, aunque también puede accederse desde el sur por la carretera C-433 de la siguiente manera: a 1,1 km del puente romano en sentido El Pedroso sale un camino hacia la izquierda que indica “embalse Los Melonares”. Ese camino es el de la Dehesa del Viar, que a su vez es la continuación del cordel de El Pedroso. Los dos últimos puntos del itinerario se localizan en los taludes de la carretera que une las poblaciones de Castilblanco de los Arroyos con El Pedroso (C-433).

El itinerario geológico comienza en los alrededores del paraje denominado Loma del Puerto, a 5.25 km de Almadén, y finaliza en el cruce de la carretera comarcal C-433 con carretera A-432 de Cantillana a El Pedroso. Tiene una longitud total de 26 Kms (solo ida) y consta de 8 puntos (FIGURA 35). El cordel de El Pedroso es practicable a pie y en vehículos todo-terreno que dispongan de los permisos necesarios para circular por esta vía.

Grado de dificultad bajo-medio. Los puntos 1 y 3 requieren precaución.

Localización geológica y objetivos

En este itinerario se muestran algunos rasgos geológicos de lo que fue la cuenca pérmica más meridional de Europa*. Se trata de una pequeña cubeta continental, ubicada entre los grandes relieves del Macizo Hercínico Ibérico, la cadena montañosa que se generó durante la Orogenia Varisca, hace más de 300 millones de años. Sus rocas son conglomerados, areniscas y lutitas intensamente teñidas de rojo, junto a vulcanitas ácidas y básicas, extrusivas e intrusivas. Una abundante flora fósil, lechos centimétricos de carbón y costras carbonatadas de tipo caliche (paleosuelos) completan el registro estratigráfico de la cuenca pérmica del Viar.

Al igual que los relieves que la delimitaban y alimentaban, gran parte de las rocas que la rellenaron han sido erosionadas a lo largo del tiempo, y en la actualidad solo nos quedan los restos que se acumularon en las zonas más deprimidas. A pesar de ello, sus características geológicas son de una calidad excepcional.

Los objetivos del itinerario incluyen la observación de las rocas y fósiles de plantas pérmicas y las características geométricas de la propia cuenca, incluyendo su relación con el zócalo sobre el que se originó. Este recorrido se complementa geológicamente con la parte II del itinerario 2 (puntos 8, 9 y 10).

* En realidad, el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla solo incluye la mitad norte de la cuenca pérmica del Viar. La mitad sur, que se extiende hasta las cercanías de la población de Cantillana, no está contenida en ningún espacio natural protegido (zona rallada de la FIGURA 35).

Punto 1

Erosión de un dique de diabasa

Localización. Arroyo de la Calzadilla (coordenadas UTM: 4194836.219/233659.5017)

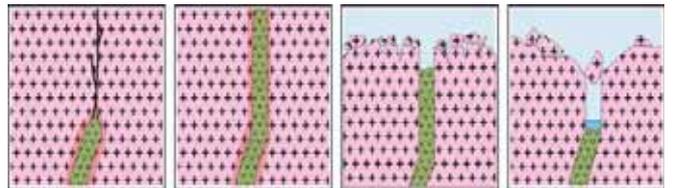
Siguiendo el cordel de El Pedroso, a 5,5 Km de Almadén de la Plata, el camino dibuja varias curvas cerradas y de gran pendiente. Al final de las curvas, y siempre alejándonos de Almadén, el camino cruza sobre el arroyo a través de un badén/puente. Ese es el cauce que debemos seguir andando en dirección aguas arriba y por la margen derecha. Caminaremos junto a una alambrada durante 350 m aproximadamente, hasta que el arroyo cambia bruscamente de dirección. Allí se encuentra nuestro punto de observación. A lo largo de la margen izquierda del arroyo se aprecian algunos afloramientos de conglomerados pérmicos dispuestos horizontalmente sobre el sustrato granítico (contacto deposicional).



Aunque no lo parezca, la profundidad del arroyo junto a la pared de granito puede llegar a alcanzar varios metros. Se recomienda precaución.

FOTO 128. Arroyo fluyendo sobre el hueco dejado por la erosión de un dique de diabasa

Figura 36. Esquematación de la secuencia de procesos geológicos que han dado lugar al punto 1 de este itinerario.



La mayor parte de las rocas del sustrato en este punto son granitos atravesados por diques de diabasas, en concreto se trata de los granitos de “El Berrocal” (ver área 2, itinerario 4). Las diabasas son rocas muy fácilmente meteorizables, mucho más que los granitos que las contienen, y por lo tanto suelen dar relieves deprimidos. En este punto, la vena de diabasa que cortaba el granito de manera vertical, se ha erosionado completamente, mientras que el granito resiste a la erosión. El resultado es una garganta de paredes verticales de granito, un hueco donde antes estaba la diabasa y en el que han quedado encajados varios bolos de roca al ser arrastrados por la corriente de arroyo, que en épocas de avenidas puede llegar a ser muy energético (FIGURA 36).

Punto 2

Conglomerados

Localización. Margen izquierda del arroyo de la Calzadilla, junto al cordel de El Pedroso (coordenadas UTM: 4194810.185/234153.7117)

FOTO 129. Afloramiento de conglomerados formados por cantos y bloques de gran tamaño. Estas rocas se acumularon al pie de los escarpes y frentes montañosos que estaban siendo erosionados durante el Pérmico. El tamaño y tipo de roca de los fragmentos y el ordenamiento caótico de los depósitos indican que los originaron eran de carácter esporádico y muy violentas.



Punto 3
Basaltos y conglomerados

Localización. Arroyo de la Calzadilla, junto al cordel de El Pedroso.
 Coordenadas UTM: 4194221.372/235286.0082



FOTO 130. Paquete de conglomerados, que formaban parte de un abanico aluvial, bajo rocas volcánicas de tipo basalto.

Punto 4
Basaltos

Localización. Arroyo de la Calzadilla, aguas arriba de su desembocadura en el arroyo de Gargantafría, junto al cordel de El Pedroso (coordenadas UTM: 4193797.972/235874.9282)

En este punto se pueden realizar múltiples observaciones a diversas escalas: 1) Aspecto y color de las rocas, 2) Vesiculación de los basaltos, especialmente abundante en determinados niveles. Las vacuolas pueden estar huecas o rellenas de calcita, zeolitas y/o cloritas, 3) Superposición de cuerpos de basalto, a modo de lacolitos y 4) Meteorización de las rocas dando lugar a bolos con una organización en “capas de cebolla”.

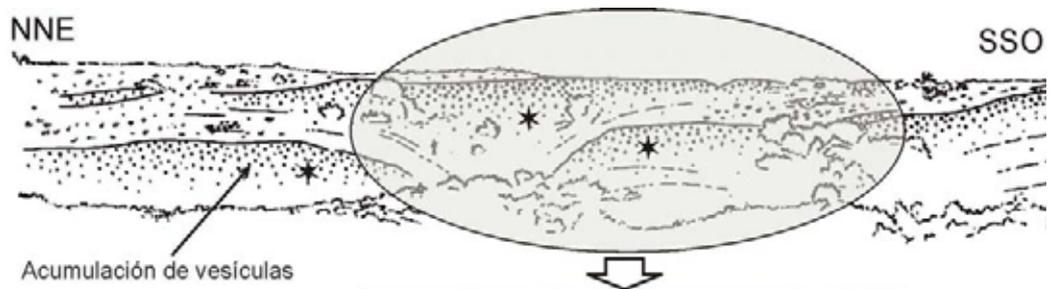


FOTO 132. Detalle de un basalto vesiculado. En este caso la mayor parte de las vacuolas están huecas.



FOTO 133. “Capas de cebolla” en bolos de basalto.



FOTO 131. Aspecto de afloramiento y esquema de los cuerpos basálticos. Esquema tomado de Sierra (2003).

Punto 5

Rocas volcánicas piroclásticas

Localización. Cordel de El Pedroso, junto al arroyo de La Barra.

Coordenadas UTM: 4191934.613/239670.8206



FOTO 134. Afloramiento de cenizas y tobas volcánicas silicificadas. Estas rocas contienen niveles con flora pérmica bien conservada cuya fosilización se vio favorecida por la actividad volcánica.

FOTO 135. Flora fósil. Ejemplar de anularia. Este fragmento de planta que vivía en las zonas de rivera de la región de hace más de 250 ma, quedó atrapado entre cenizas volcánicas, que con el tiempo se transformaron en la roca que vemos en la imagen.

Los cañaverales actuales de las riveras del sur de España son plantas muy similares a la de la foto.



Punto 6

Lutitas con paleosuelos tipo “caliche”

Localización. Camino de la Dehesa del Viar, a 8.5 km de la presa del embalse de Los Melonares.

Coordenadas UTM: 4185379.513/245898.2987



FOTO 136. Lutitas con intercalaciones de costras edáficas carbonatadas (caliches). Estos sedimentos se depositaron en la llanura de inundación de la cuenca pérmica del Viar. Son de color rojo muy característico pues están teñidas de óxidos de hierro (ver apartado de *SUELOS*, pág. y *PALEOSUELOS*, pág.).



FOTO 137. Detalle de las costras edáficas carbonatadas (caliches). Estas costras solo se forman en medios muy áridos.

Punto 7

Panorámica de la cuenca pérmica del Viar

Localización, acceso y dificultad. Carretera C-433 de Castilblanco a El Pedroso, Km 52,5.
Coordenadas UTM: 4180122.689/249783.8924

Desde el antiguo cruce de esta carretera con la carretera A-432 Cantillana-El Pedroso, hasta la curva de entrada al puente romano sobre el río Viar (ya fuera del Parque), se atraviesa la cuenca completa desde los relieves de Ossa-Morena que la rodean por el norte, hasta los que la limitan por el sur (Surportuguesa). Los taludes de la carretera ofrecen afloramientos de gran calidad donde poder observar las características de los depósitos pérmicos de origen fluvial (conglomerados, areniscas y lutitas). Aunque esta vía no suele estar muy transitada, se aconseja cautela.

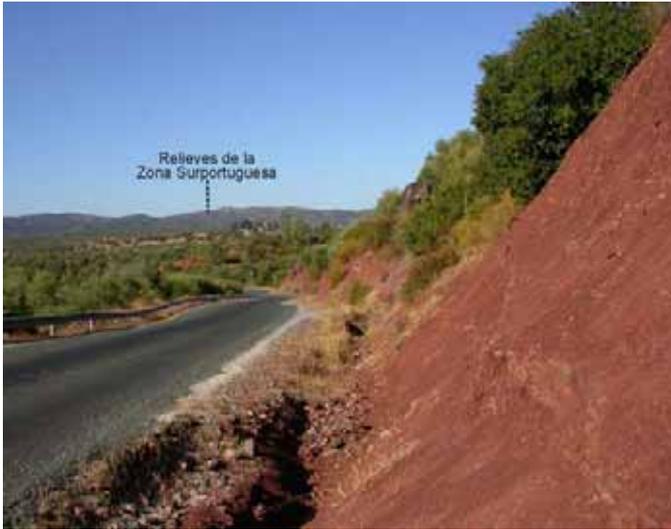


FOTO 138. Panorámica de la cuenca pérmica del Viar.

Al fondo, y hacia el sur, los relieves de la Zona Surportuguesa, que constituyen el zócalo de las rocas pérmicas. En primer plano, lutitas rojas como las del punto anterior, pero en este caso incluyen niveles verdosos/oscuros (esquina inferior derecha), originados por la acumulación de materia orgánica vegetal que fue arrastrada por alguna avenida fluvial y depositada en la llanura de inundación.



Punto 8

Contacto entre la Zona de Ossa-Morena y la Cuenca pérmica del Viar

Localización. Cruce antiguo de la carretera C-433, con la carretera A-432 Cantillana-El Pedroso
Coordenadas UTM: 4180140.253/250780.4803

En este punto se ve el contacto entre las rocas de la Zona de Ossa-Morena y los materiales rojizos de la cuenca pérmica del Viar. El contacto está tectonizado, y en la actualidad es una falla inversa que superpone ligeramente las calizas marmóreas cámbricas de Ossa-Morena sobre los conglomerados y lutitas pérmicas del Viar. Esta deformación es muy leve, y en pocos metros hacia el sur, los sedimentos pérmicos recuperan su posición horizontal original (ver punto 7).

FOTO 139. Contacto entre la Zona de Ossa-Morena y la Cuenca Pérmica del Viar.





ITINERARIO 6 RECURSOS GEOLÓGICOS



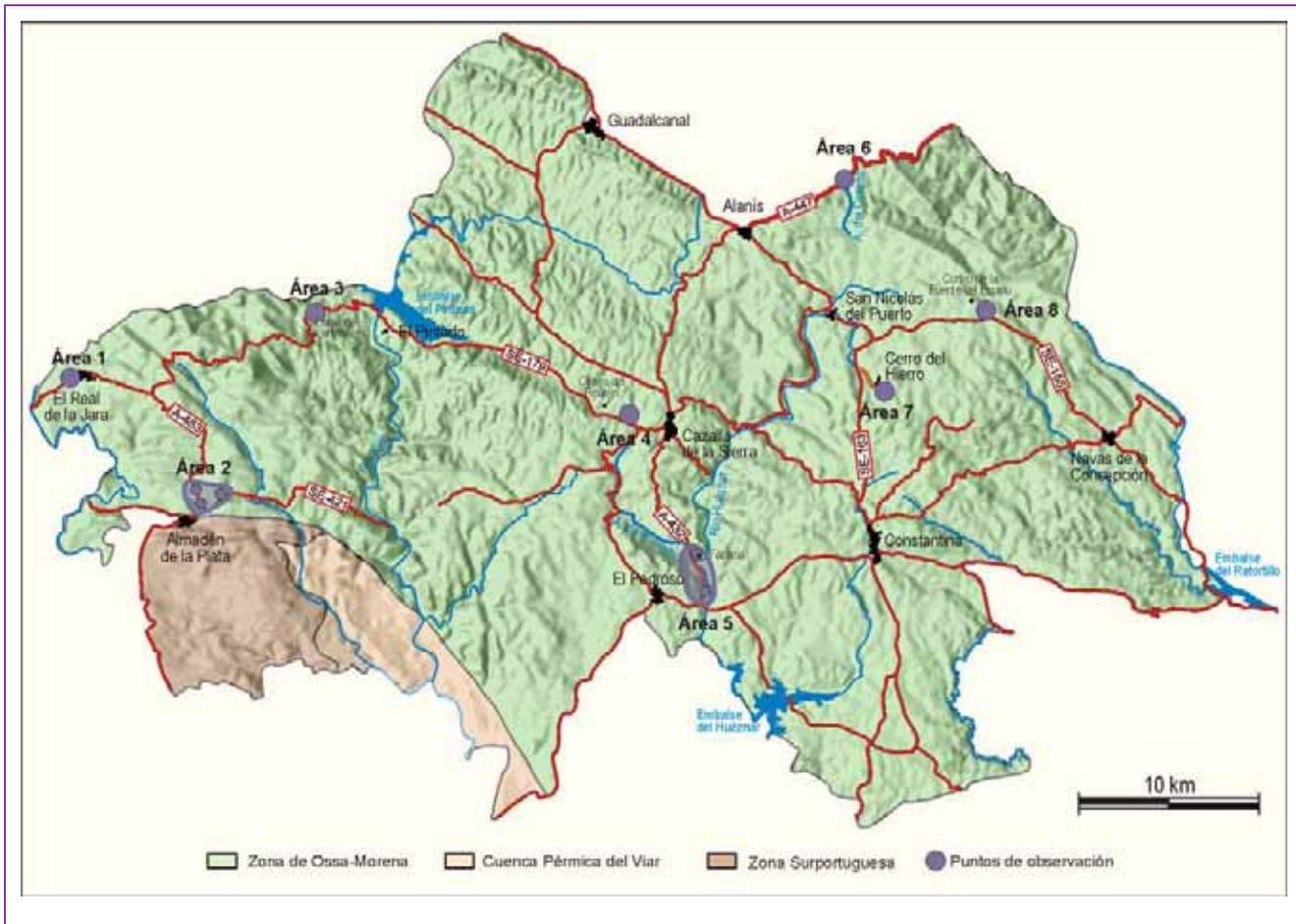


Figura 37. Esquema geológico-geográfico del itinerario 6.

ITINERARIO 6 RECURSOS GEOLÓGICOS - FIGURA 37 -

El hombre a lo largo de su trayectoria como especie ha aprovechado los recursos disponibles sobre la superficie de nuestro planeta, de acuerdo a sus necesidades y a su capacidad para transformar los minerales y rocas en productos útiles para sus actividades. En el Parque y en su entorno hay numerosas evidencias del aprovechamiento de los recursos minerales que le ha brindado la Naturaleza. Los primeros signos se remontan a la Prehistoria. Como ejemplos significativos pueden citarse las enormes lajas de conglomerados utilizadas para la construcción de dólmenes y otros tipos de estructuras funerarias encontradas en el entorno de Almadén de la Plata. Durante esta época, también era usual acompañar a los muertos de piezas de ajuar funerario que han podido ser recuperadas en algunos de los enterramientos excavados. La finalidad de esta práctica pertenece al ámbito confuso en que se debaten ritos mágicos y religiosos y su interpretación es difícil de realizar más allá de la especulación y la hipótesis. En cualquier caso, es de interés resaltar la existencia de ídolos denominados betiloides recuperados durante la excavación de los dólmenes de Almadén de la Plata y que fueron esculpidos en doleritas Arqueológico de Sevilla. El aprovechamiento de los recursos minerales en el inicio de la edad de los metales (Cobre y Bronce) queda registrado por algunos objetos de cobre y cerámicas encontrados en el registro arqueológico de la cueva de la Sima (Constantina) y la cueva de los Covachos (Almadén de la Plata). Durante la ocupación romana existen múltiples evidencias de aprovechamiento de diversos recursos. Los indicios más importantes se relacionan con la explotación de los yacimientos de hierro de El Cerro del Hierro y las canteras de mármol de Almadén de la Plata. En épocas más recientes está bien documentada la explotación de numerosas minas y canteras para la obtención de recursos muy diversos. En la actualidad, la única explotación activa relativamente importante dentro del Parque corresponde a las canteras de aplitas para fabricación de productos cerámicos localizadas junto a Cazalla de la Sierra.

Características generales del itinerario

En este itinerario pueden observarse los resultados de diversas actividades económicas desarrolladas en relación con recursos geológicos del Parque exceptuando agua y suelos. Se proponen 8 áreas geográficas que incluyen 11 puntos que son ejemplos representativos de las actividades extractivas de productos minerales y/o de las instalaciones, tanto artesanales como industriales, realizadas para su beneficio. Cada área representa, al menos, un contexto geológico diferente. Aunque a veces, se incluyen varias paradas o visitas geológicamente distintas unidas entre sí por la proximidad geográfica. En todas ellas el acceso es relativamente sencillo al estar localizadas cerca de alguna de las carreteras que surcan la Sierra (FIGURA 37). En algunos casos, los puntos de interés están ligeramente apartados de la carretera pero el acceso es siempre sencillo y apto para prácticamente cualquier visitante con una capacidad media de movimiento. A pesar de ello es importante señalar que, al tratarse de lugares en que la superficie ha sido horadada para la extracción de los recursos, existen infraestructuras (zanjas, pozos, galerías mineras, etc.) que podrían resultar peligrosas si no se atiende a unas mínimas normas de prudencia.

ÁREA 1: EL REAL DE LA JARA CANTERAS ANTIGUAS DE MÁRMOL

Canteras antiguas, utilizadas durante la Edad Media para la extracción de calizas marmóreas. Las rocas de estas canteras se utilizaron como material de construcción del Castillo de El Real de la Jara.

Punto 1

Canteras antiguas de mármol

Localización. El punto de interés se localiza al sur del pueblo de El Real de la Jara, en un montículo reforestado con pinos junto al polígono industrial. A unos 500 m al sur de los depósitos de agua que abastecen al pueblo. (Coordenadas UTM: 4204785.347/222746.7655).

Grado de dificultad bajo. El terreno es irregular por lo que se recomienda el uso de calzado adecuado para caminar por el campo. También se recomienda el uso de un martillo para poder partir las rocas y observarlas en detalle

Localización geológica y objetivos

En la cantera se explotaron calizas cámbricas que en esta parte del Parque presentan una peculiaridad derivada de su cercanía al plutón granítico de Santa Olalla del Cala. El calentamiento producido por la intrusión de granitos produjo un efecto débil de metamorfismo de contacto sobre las calizas (*ver apartado de ROCAS METAMÓRFICAS, pág. xx*). Como consecuencia, éstas presentan rasgos particulares que permiten correlacionarlas con algunas de las rocas que se utilizaron para la edificación del castillo.

El objetivo de esta visita es triple. En primer lugar este punto permite identificar sobre el terreno como la topografía original está modificada por la acción humana. Aunque las canteras son muy antiguas y la explotación muy superficial, la pendiente natural de la ladera está modificada a modo de escalones irregulares en los que si se observa con atención se ven los lugares donde se extrajeron los bloques de roca.

El segundo aspecto es más geológico y consiste en la observación de los efectos que produce sobre las rocas carbonatadas el calor inducido por la intrusión de rocas magmáticas. En este sentido, las calizas cámbricas, tan comunes en el Parque, están recristalizadas y parcialmente reemplazadas por minerales silicatados, sobre todo anfíboles, y sulfuros. Es decir que forman parte de la aureola de contacto del plutón de Santa Olalla de Cala (*ver FIGURA 8, pág. xx*).

Como colofón a la visita se recomienda recoger algunos fragmentos de roca sobre afloramientos y compararlos con las que componen los muros antiguos del castillo. Es relativamente fácil identificar que una parte significativa de la construcción original se realizó con materiales de esta cantera. También se observará que los materiales originales son diferentes de los usados en la reconstrucción realizada recientemente. Este tipo de observaciones son importantes a la hora de restaurar monumentos antiguos porque si se utilizan los mismos materiales la restauración conserva mejor los rasgos del monumento original.



FOTO 140. Canteras antiguas de mármol.



FOTO 141. Detalle de una muestra de mármol de las canteras. La masa blancuzca es el carbonato cálcico del mármol, los puntos oscuros son las impurezas de silicatos y sulfuros. Las pátinas y manchas de óxidos que se observan en la muestra son consecuencia de la alteración superficial de las rocas. De derecha a izquierda la muestra fotografiada mide 11 cm.

ÁREA 2: ALREDEDORES DE ALMADÉN DE LA PLATA ANTIGUA MINA DE COBRE Y CANTERAS DE MÁRMOL

En el entorno de Almadén de la Plata se localizan varios motivos de interés para los objetivos de este itinerario. De entre ellos, se han seleccionado los mármoles y la minería de cobre como representativos de un modelo económico relacionado con el aprovechamiento de los recursos geológicos. Se proponen las tres paradas siguientes:

- Minas de cobre de San Miguel
- Canteras recientes de mármol
- Canteras antiguas de mármol

Punto 2.1

Minas de San Miguel

Se trata de una mina subterránea de cobre de la que se conservan un pozo de unos 50 m de profundidad y algunas labores menores. La estructura interior de la mina se desconoce aunque por el tamaño de las escombreras debieron ser modestas.

Localización y acceso. Junto al cortijo del Esterquizo, unos 2 km al norte de Almadén de la Plata (coordenadas UTM: 4198331.001/229642.4497)

El acceso se realiza por la carretera de Almadén de la Plata a El Real de la Jara (A-463). Si se accede en coche, este se ha de abandonar junto a la carretera para realizar los últimos 300 m a pie.

Grado de dificultad. La mina se localiza en una dehesa de ladera suave. La única dificultad es el paso de una pequeña alambrada. El pozo central de la mina no tiene protección y es muy importante moverse con cuidado para evitar accidentes graves. No se recomienda el acceso con niños.

Localización geológica y objetivos

La mineralización es de tipo filoniano y encaja en pizarras y rocas volcánicas de edad ordovícica..

Un filón es un cuerpo de geometría bidimensional, es decir definido por dos direcciones, como un plano. El origen de este tipo de geometrías filonianas suele estar asociado a la existencia de una fractura inicial en las rocas anfitrionas. La circulación de fluidos mineralizadores por la superficie fracturada permite el relleno progresivo de la misma y la formación del filón.

El objetivo de este punto es la observación de una pequeña explotación minera de interior y la interpretación de la mineralización a partir de los restos que quedan en las escombreras.

En la actualidad se conservan en estado ruinoso los edificios asociados a la explotación, los muros del malacate de extracción del mineral y las viviendas de los mineros. También se conservan algunas calicatas de investigación ejecutadas para la localización superficial de los filones mineralizados.



FOTO 142. Aspecto de la Mina de San Miguel.

Los fragmentos de mineralización encontrados en las escombreras indican que se trata de un filón de escaso espesor compuesto por sulfuros de cobre y hierro (calcopirita y pirita) en una ganga de cuarzo y carbonatos. La estructura del filón indica que se trata del relleno de una brecha en la que los fragmentos de roca están separados por filoncillos de calcopirita en un avanzado estado de transformación a minerales secundarios de Cu. Entre estos se identifican fácilmente malaquita (verde), cuprita (rojo bermellón) y covellina (azul oscuro). Además hay hidróxidos de hierro (goethita) y arcillas impregnadas de goethita (limonita). Esta mina ofrece la oportunidad de obtener muestras en las que se observa la estructura brechoide del filón y los fragmentos cementados por calcopirita y sus productos de alteración.



FOTO 143. Muestra de mano de la mineralización. De derecha a izquierda la muestra mide 12 cm.



FOTO 144. Muestra de mano de la mineralización. Se observa la transformación de la calcopirita original en óxidos, sulfuros y carbonatos de cobre. De derecha a izquierda la muestra mide 9 cm.

Punto 2.2

Cantera de mármol reciente

Se trata de una cantera de mármol explotada hasta tiempos recientes. Se conserva el hueco producido por la explotación y los talleres en que se trató el mármol. El estado de estos últimos es semiruinoso. La cantera está parcialmente rellena por un vertedero de escombros y material de construcción.

Localización y acceso. Ladera este del Cerro de Los Covachos, 1 km al norte de Almadén de la Plata junto a la carretera A-463, hacia El Real de la Jara. Coordenadas UTM: 4197156.909/229934.8458

El acceso es sencillo y se puede llegar en automóvil hasta la propia cantera.

Grado de dificultad. El lugar es accesible para cualquier persona interesada y el grado de dificultad es bajo. Un aspecto a tener en cuenta es la posibilidad de desprendimiento de piedras desde los niveles altos de la cantera, sobre todo en periodos lluviosos en que la estabilidad del terreno puede debilitarse. Por ello se recomienda no acercarse a los taludes e incluso llevar un casco.

Localización geológica y objetivos

La cantera se localiza en los mármoles originados por metamorfismo de las calizas cámbricas que se encuentran dispersas por todo el parque. En esta misma formación y a unos 700 m al oeste se localiza la entrada de la gruta de los Covachos en una posición estratigráfica equivalente.

El objetivo de este punto es la observación de una explotación de mármol y algunos de los factores que pueden haber condicionado su viabilidad.



FOTO 145. Cantera reciente de mármol.

Las estructuras que constituyen el macizo rocoso de la cantera se inclinan 70 grados al norte con un buzamiento mayor que la ladera de la montaña. Esto implica un movimiento de tierras añadido al que exige la extracción del mármol y por tanto un coste adicional que hay que incluir en el balance económico de la explotación. En la fotografía se observa un hueco que antes ocupaba un paquete de mármol de 5 m de espesor que constituía el motivo esencial de la explotación. Al sur de este paquete, el mármol está muy fracturado con lo cual la posibilidad de obtener bloques de grandes dimensiones es muy limitada. Este es un factor de viabilidad primordial en la explotación del mármol puesto que condiciona la posibilidad de cortar planchas de tamaño suficiente para los usos ornamentales a los que se dedica fundamentalmente este tipo de roca.

Otro aspecto interesante a observar es la formación de suelos sobre rocas carbonatadas. En la cantera se observa como la formación marmórea esta cubierta por un suelo de color rojo intenso desarrollado sobre una roca de color en general claro y a menudo blanco. El proceso de meteorización química de las rocas carbonatadas implica la disolución de los carbonatos por la acción de las aguas ligeramente acidificadas por la incorporación de dióxido de carbono atmosférico. Este mismo proceso es el que genera las grutas y cavidades kársticas, tan características de este tipo de paisajes. Los restos no disueltos están constituidos por minerales de la arcilla, que están incluidos en las calizas o mármoles, y óxidos e hidróxidos de hierro que precipitan en las condiciones en que se produce la disolución (*terra rossa*). Estos compuestos de hierro son los responsables del color rojo de los suelos.

Punto 2.3

Cantera romana de mármol

Localización y acceso. Tres kms aprox. al NE de Almadén de la Plata, concretamente junto al km 110 de la antigua carretera de Almadén de la Plata a Cazalla de La Sierra, en la actualidad cortada en el río Viar (SE-421). El acceso es sencillo y se puede llegar en automóvil hasta la propia cantera (coordenadas UTM: 4197824.763/231386.0698)

Grado de dificultad bajo. Accesible para cualquier persona sin problemas especiales de movilidad.

Localización geológica y objetivos

La cantera fue realizada en la misma formación de mármoles que sirve de motivo para el punto anterior.

Aquí se muestra una explotación antigua de mármol que permite relacionar la explotación de los recursos geológicos con la historia de Almadén de la Plata. En época romana, Almadén de la Plata fue uno de los principales centros productores de mármol de Andalucía, estando bien documentada la presencia de mármoles procedentes de esta zona en restos monumentales de época romana localizados en Carmona y Alcalá del Río. Incluso el nombre árabe del pueblo Al-Medín (la mina) hace probablemente referencia a la extracción de mármol.



FOTO 146. Cantera romana de mármol.



FOTO 147. Detalle de mármol con bandeado en colores rosados.

La visita a esta cantera permite además la observación de un gran plano de falla con todos los rasgos que lo caracterizan, incluyendo las estrías que marcan la dirección de desplazamiento de los bloques de roca. Otro aspecto a destacar es la coloración del mármol que en este caso muestra tonos rosados. El mármol rosa era muy apreciado por los árabes que construyeron los palacios de Medina Zahara (Cordoba), de hecho, el suelo de esto palacios está pavimentado con este tipo de mármol y no descartamos la posibilidad de que, al menos parte de él, procediese de la canteras de Almadén de la Plata.

ÁREA 3: OESTE DEL POBLADO DE “EL PINTADO” ANTIGUA MINA DE PLOMO, ZINC Y PLATA

Se trata de la mina de San Luís, una explotación de plomo, zinc y plata que se trabajó de manera intermitente desde finales del siglo XIX hasta la década de los 80 del XX. Las labores para la extracción del mineral consisten en tres galerías superpuestas en la ladera, con longitudes de 190, 285 y 246 m y un pocillo interior de 50 m de profundidad realizado en la galería inferior.

Punto 3

Mina de San Luis

Localización. Junto a la carretera SE-179, de El Real de la Jara a Cazalla de la Sierra, a la altura del Km 19,2 en la ladera norte de la Loma de los Pájaros y muy cerca del cortijo de la Bastiana (coordenadas UTM: 4208444.576/236919.6366)

El acceso se realiza por la carretera citada pudiendo llegar en coche hasta la explanada donde se localizan los restos de las instalaciones realizadas para el tratamiento del mineral.

Grado de dificultad. El acceso a la galería inferior y a las instalaciones de tratamiento del mineral es sencillo y apto para cualquier persona interesada. Si se pretende acceder a la parte alta de la mina, es necesario calzar botas de campo debido a que se localizan en una ladera abrupta y con muchas rocas sueltas que pueden dar lugar a resbalones e incluso accidentes. No se aconseja el acceso al interior de las galerías mineras a no ser que se cuente con experiencia suficiente en este tipo de actividades. Las galerías mineras presentan varios tipos de riesgos que es necesario conocer antes de aventurarse en ellas. En primer lugar, el aire en el interior suele estar enrarecido y a menudo la cantidad de oxígeno disponible para la respiración es exigua debido al consumo de este elemento en los procesos de oxidación de los minerales. En segundo lugar, las galerías suelen estar inundadas lo que dificulta la percepción de pozos u otras labores interiores, con el peligro que esto implica de accidentes muy graves. En tercer lugar, existen posibilidades de desprendimiento de rocas e incluso hundimientos masivos de las galerías cuyo estado de conservación es desconocido.

Localización geológica y objetivos

La mineralización es de tipo filoniano (ver *Mina de San Miguel, punto 2.1 de este mismo itinerario, pag. XX*). El filón mineralizado ocupa un plano de falla, de dirección N160E y buzamiento medio de 80 grados hacia el E, que corta las pizarras y areniscas precámbricas de la denominada Serie Negra (ver *GEOLOGÍA DEL PARQUE, pag. XX*).

Los objetivos de esta parada se centran en que la mina de San Luis ofrece la posibilidad de observar sobre el terreno algunos aspectos de interés relacionados con la explotación de los recursos geológicos del Parque.



FOTO 148. Aspecto de las escombreras.

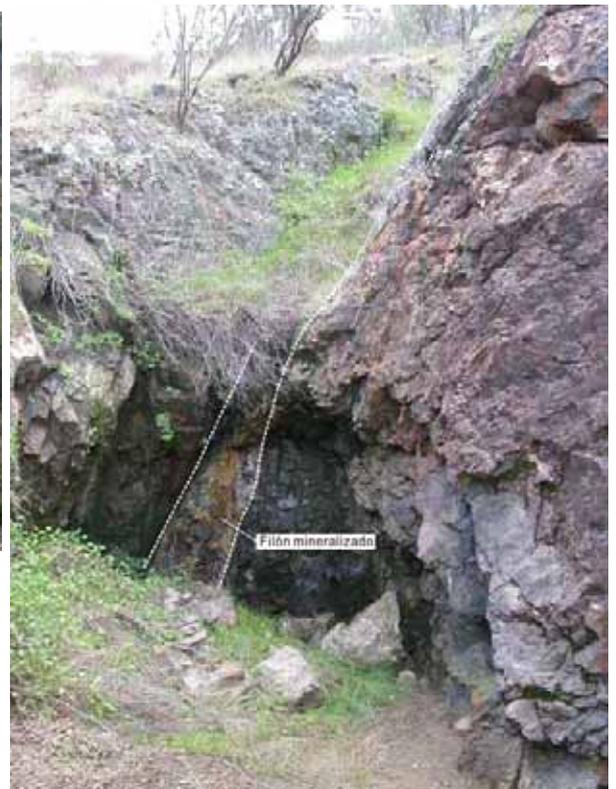


FOTO 149. Hueco dejado tras extraer el filón mineralizado.



FOTO 150. Muestra de mano de la mineralización (esfalerita con pequeñas cantidades de cuarzo y galena). De derecha a izquierda la muestra fotografiada mide 8 cm.

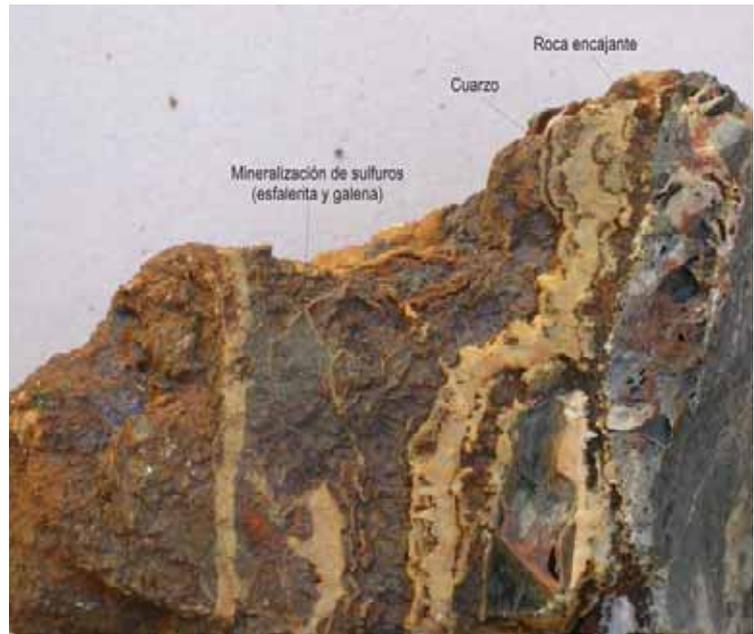


FOTO 151. Muestra de mano mostrando la estructura de un filón mineralizado. El gris de la derecha corresponde a la roca encajante; El bandeado blanco es cuarzo y los colores oscuros la mineralización (esfalerita y galena principalmente). De derecha a izquierda la fotografía mide 10 cm.

En esta mina, se explotó un filón mineralizado con altos contenidos en zinc, plomo y plata. Muestras representativas de la mineralización pueden observarse en las diferentes escombreras que quedaron como residuos de la explotación. El filón tiene un espesor de unos 60 cm y se formó a favor de una falla subvertical. En emboque de la galería intermedia puede observarse la falla en la que encaja el filón y sus relaciones con las rocas encajantes. La estructura interna del filón consiste en una brecha, generada por el movimiento de la falla, en la que los fragmentos de roca están cementados por la mineralización metálica y los minerales asociados. La explotación se dedicó a la extracción de zinc y plomo incluidos en la blenda y galena que se observan en la mineralización. Este yacimiento es también muy rico en plata. Este metal está presente de dos formas diferentes: sustituyendo a parte del plomo de la galena y formando minerales específicos como pirargirita, proustita, polibasita y miargirita. En pequeñas cantidades hay también pirita y calcopirita. La ganga que completa el relleno del filón está compuesta esencialmente por cuarzo y carbonatos.

Junto a la explanada inferior, que es el punto que se recomienda para iniciar la visita, se observan los restos de los edificios e instalaciones semiindustriales que se realizaron para el tratamiento del mineral. Al contrario que en otros lugares mineros, los edificios no están contruidos con materiales nobles y carecen totalmente de interés. El impacto visual que producen es negativo y sirven de ejemplo para ilustrar el estado de abandono que sobreviene al fracaso de muchas actividades mineras.

Otro aspecto interesante es la observación del agua que mana de la galería inferior. El contacto del agua con la mineralización dentro de la tierra pone en disolución determinados elementos químicos. En contacto con el aire, parte de estos elementos precipitan formando un lodo de un color amarillo intenso.



FOTO 152. Aguas residuales.

ÁREA 4: OESTE DE CAZALLA DE LA SIERRA CANTERA DE APLITA

En los alrededores de Cazalla de la Sierra se explotan o han explotado varias canteras para la extracción de feldespato sódico (albita) para fabricación de cerámicas sanitarias. La producción se vende a la empresa Roca. La extracción de minerales de uso industrial es uno de los aspectos de la geología económica que presentan un futuro más prometedor. Sin embargo, en espacios protegidos como es el caso del Parque, el impacto ambiental que genera la explotación a cielo abierto de minerales y rocas produce una incidencia negativa que conviene minimizar. Las canteras de Cazalla son un ejemplo de estos aspectos.

Punto 4

Cantera de aplita

Localización y acceso. La cantera seleccionada está localizada en el paraje El Realejo, unos 3 km al oeste de Cazalla de la Sierra y a 300 m al norte de la carretera SE-179, de Cazalla al Real de la Jara. Junto al punto kilométrico Km. 1 de la citada carretera, se toma un carril de tierra hacia el norte que lleva hasta la entrada de la cantera. Esta entrada está flanqueada por una verja, que está normalmente cerrada (coordenadas UTM: 4202440.900/255194.0037)

Grado de dificultad. El único impedimento para que el acceso sea fácil para todos los posibles interesados es que la entrada a la cantera suele estar cerrada y hay que saltar un pequeño muro. Se aconseja solicitar permiso. Una vez dentro de la zona de cantera, el grado de dificultad es bajo. De la igual manera que en otras labores mineras, se aconseja prudencia al aproximarse a los taludes para evitar accidentes derivados de la posible caída de piedras.

Localización geológica y objetivos

La roca objeto de la explotación aparece como una banda de entre 200 y 500 m de espesor que se extiende en la dirección ONO-ESE con unos 5 km de corrida. En el entorno hay otros afloramientos del mismo tipo de rocas aunque de menores dimensiones. De manera general, se localizan en el contacto entre los cuerpos plutónicos de rocas básicas (dioritas) y las alternancias de pizarras areniscas y calizas que constituyen las Capas de Campoallá.

El motivo de este punto es la observación de una cantera de minerales de interés industrial y el impacto visual que este tipo de actividades generan sobre el paisaje.



FOTO 153. Panorámica de la cantera desde la carretera SE-179.



FOTO 154. Frente de la cantera de aplita.



FOTO 155. Aspecto de detalle de las aplitas.

Las rocas explotadas están clasificadas como aplitas aunque desde un punto de vista geológicamente estricto habría que clasificarlas como aplitoides puesto que no se trata de una aplita en sentido estricto sino de una roca de composición similar pero de origen distinto al de las aplitas. La roca que se observa en la cantera está formada por una asociación de cuarzo y feldespato de grano fino intruida en el contacto entre las dioritas de Cazalla y las Capas de Campoallá. Presenta un color blanco rosáceo y un tamaño de grano fino. En la parte este de la cantera, se observa un plano de falla con estrías. En la actualidad la explotación está parcialmente soterrada por un vertedero de residuos industriales entre los que destacan la presencia de moldes de aparatos sanitarios.

La visión panorámica de la cantera pone de manifiesto el profundo agujero producido en la ladera de la montaña.

ÁREA 5: ESTE DE “EL PEDROSO” MINAS Y FUNDICIÓN DEL PEDROSO

En el término municipal de El Pedroso se localizan numerosas minas de hierro y los restos de una fundición del siglo XIX que se construyó para procesar los minerales extraídos del entorno. De entre las minas de este tipo existentes en el Parque, se han seleccionado para esta guía las localizadas en la Sierra del Pedroso porque son las más interesantes desde el punto de vista geológico. La fundición (Fabrica de El Pedroso) representa un uno de los intentos frustrados de industrialización de Andalucía que tuvieron lugar con capital foráneo durante el siglo XIX.

Punto 5.1 Minas de hierro

Se trata de varios filones de magnetita y pirita que se explotaron de manera intermitente entre mediados del siglo XIX y principios del XX.

Localización y acceso. La zona minera se localiza en la Sierra del Pedroso, al norte del pueblo, en terrenos privados. El acceso con vehículo esta dificultado por las cancelas de las fincas. Una visión general del paisaje minero puede realizarse desde la carretera de El Pedroso a Cazalla de la Sierra, desde la entrada al cortijo del Granador en el Km. 12,8 de la carretera A-432.

Coordenadas UTM: 4216283.612/267617.1115

Grado de dificultad. Si se pretende sólo la visión panorámica del paisaje minero, el grado de dificultad es pequeño. Si se pretende acceder a la zona minera, es necesario solicitar permiso a los propietarios de las fincas colindantes.

Localización geológica y objetivos

Los filones mineralizados encajan en un sinclinal de pizarras cámbricas, rodeado en ambos flancos por rocas volcánicas básicas. En la zona se localizan tres estructuras mineralizadas paralelas que se extienden en dirección noroeste-sureste (NO-SE), con una corrida de más de 500 m y una potencia media de unos 10 m.

El objetivo de este punto en la guía es la observación de un paisaje minero que en la actualidad está integrado armónicamente en el entorno que lo rodea. Las labores mineras consisten en varios socavones y una trinchera de explotación en la que puede observarse el tipo de mineralización cuya extracción dio lugar a las minas. La mineralización está compuesta esencialmente por pirita y magnetita con pocas impurezas metálicas. El intercrecimiento de estos dos minerales en la mena determinó en su momento la escasa viabilidad de su explotación. Las razones de esta falta de viabilidad son la escasa tolerancia de las fundiciones de Fe para menas con alto contenido en azufre (que forma parte esencial de la pirita) y la baja ley de azufre que implican la alta proporción de magnetita de la mineralización. A pesar de ello, durante el siglo XIX se explotaron varios centenares de miles de toneladas de mineralización que en parte se fundieron en la Fabrica de El Pedroso y en parte fueron transportadas en bruto hasta el puerto de Sevilla para su exportación.



FOTO 156. Paisaje e instalaciones mineras de “El Pedroso”.

Punto 5.2

Fábrica de El Pedroso

La abundancia de mineralizaciones de hierro en el entorno, la existencia de minas de carbón relativamente cercanas en Villanueva del Río y Minas y la posibilidad de aprovechamiento de la energía hidráulica de la riera del Hueznar y del arroyo de San Pedro, indujeron la construcción de una fundición de hierro a mediados del siglo XIX que tras diversos avatares cerró definitivamente a principios del siglo XX.

Localización y acceso. La fundición y las edificaciones aledañas se localizan junto a la carretera A-432 de El Pedroso a Cazalla de la Sierra, Km. 10, a su paso sobre el arroyo de San Pedro. Una observación panorámica de las instalaciones puede realizarse desde la propia carretera. Para una visita detallada es necesario solicitar permiso a los propietarios del terreno en que está enclavada. Coordenadas UTM: 4193964.259/259120.9933

Grado de dificultad. Bajo, pero la precaución debe ser extrema, ya que las instalaciones se encuentran en ruinas y sin protección alguna.

Objetivos

La Fábrica de El Pedroso, a pesar de su ruinoso estado de conservación representa un magnífico ejemplo de arquitectura industrial del siglo XIX. Los avatares relacionados con su construcción y su corto periodo operativo hacen a estas instalaciones industriales extremadamente interesantes a la hora de analizar los intentos decimonónicos de industrialización de Andalucía.



FOTO 157. Fábrica de El Pedroso. Ruinas de las instalaciones industriales para el tratamiento mineral.

ÁREA 6: NORESTE DE ALANÍS MINA DE BARITA Y LAVADERO

Entre los minerales de interés industrial explotados en el pasado en área del Parque destacan las mineralizaciones de barita (sulfato de bario). Entre las que existen en la zona se ha seleccionado ésta por dos razones, por una parte por el acceso sencillo y en segundo lugar porque incluye una pequeña instalación de lavadero artesanal para la separación entre barita y ganga.

Punto 6

Pequeña mina y lavadero de barita

Localización y acceso. La mina se localiza en el paraje de la Nava Alta, junto al puente del Cerezo en la intersección entre el arroyo del Cerezo y la carretera A-447, de Alanís a las Minas de Valdeinfierno, en el punto kilométrico 46,8. Coordenadas UTM: 4216605.191/267869.5342

Grado de dificultad. Bajo. En el momento de realización de esta guía hay una alambrada electrificada (debidamente anunciada) en la parte posterior de la mina.

Localización geológica y objetivos

La mineralización de barita aparece encajada en rocas volcánicas y sedimentarias del Proterozoico Superior. Aparece como un nivel sedimentario intercalado entre rocas volcánicas ácidas de naturaleza porfídica.

Este punto permite la observación de una pequeña mineralización de barita y una planta artesanal de tratamiento para separar por gravedad la barita de la ganga silicatada. La barita se presenta con un tamaño de grano muy fino y se distingue de las rocas encajantes por la densidad tan elevada que presenta este mineral.

En el entorno existen excelentes afloramientos de rocas volcánicas de composición ácida y textura porfídica, es decir, que uno de los minerales que lo constituye ha cristalizado a un tamaño mucho mayor que el resto que forma una masa de cristalillos mucho más pequeños.



FOTO 158. Pequeña trinchera en cuyo fondo aparece uno de los niveles mineralizados.



FOTO 159. Detalle de una muestra de barita. De arriba a abajo la muestra mide 9 cm.

FOTO 160. Instalaciones para la separación del mineral. Se observan una serie de tanques circulares en los que se separaba la mena de la ganga mediante procesos rudimentarios basados en el traslado sucesivo del mineral del concentrado del mineral de un tanque a otro, aprovechando la diferencia de densidad entre la barita y los minerales acompañantes



ÁREA 7: CERRO DEL HIERRO MINA DE HIERRO

En esta guía hay un itinerario específico para visitar el Cerro del Hierro con criterios de observación geológicos (itinerario 1, pág xx). A pesar de ello, también se incluye como parte de este itinerario dedicado a los recursos geológicos, para resaltar que El Cerro del Hierro es sobre todo una mina de hierro en la que se explotaron sobre todo grandes cantidades de óxidos de este metal.

Punto 7 Cerro del Hierro

Localización y acceso. Para este caso, y con la intención de complementar el itinerario 1, dedicado íntegramente al Cerro del Hierro, se han seleccionado motivos de una zona de la mina que suele ser menos visitada. Se localiza al noreste del itinerario principal, detrás del poblado minero (coordenadas UTM: 4204749.086/269999.5371).

Se accede desde la calle central del poblado, por una pista que se dirige hacia el este. La distancia desde el centro del poblado es de apenas 100 m. Se puede ir a pie o en vehículo.

Grado de dificultad. Bajo, aunque se requiere prudencia, ya que se trata de una instalación minera abandonada cuyos riesgos ya han sido comentados en otros puntos del itinerario

Localización geológica y objetivos

Las minas de El Cerro del Hierro se localizan sobre calizas y calizas marmóreas cámblicas fuertemente karstificadas. Los huecos generados por la disolución de los carbonatos están rellenos de minerales de hierro (óxidos e hidróxidos) y constituyen la fuente principal de las menas ferruginosas que se explotaron.

El objetivo de este punto es la observación de algunos aspectos de la explotación minera que tuvo lugar en El Cerro del Hierro, de la mineralización y de las construcciones que se realizaron para facilitar la carga del mineral para su transporte.



FOTO 161. Aspecto de la explotación minera en la que se observa como la extracción selectiva de la mineralización de óxidos de hierro que rellena los huecos actuó como un factor decisivo en el modelado definitivo de paisaje.



FOTO 166. Cargadero de mineral para los trenes que lo transportaban hasta el puerto de Sevilla.



FOTO 162. A la izquierda, fotografía de detalle de la mineralización, compuesta esencialmente por óxidos de hierro con barita y carbonatos como ganga más significativa. Barra escala en la esquina superior derecha 3 cm.



FOTO 164. Centro-abajo, muestra de mano de hematites botroidal. El lado horizontal de la fotografía mide 10 cm.

FOTO 163. Centro-arriba, muestra de mano de hematites especular. La muestra mide 9 cm en sentido horizontal.



FOTO 165. A la derecha, muestra de mano de la mineralización compuesta por barita y hematites. La muestra mide 12 cm en sentido vertical.

ÁREA 8: ESTE DE SAN NICOLÁS DEL PUERTO CANTERA DE CALIZAS Y HORNO DE CAL

La explotación de calizas para la fabricación de cal es una actividad semi-industrial íntimamente relacionada con la arquitectura tradicional de la Sierra. El encalado de fachadas e interiores constituye un uso tradicional que caracteriza a los pueblos mediterráneos dándole su color blanco característico.

Punto 8

Cantera de calizas y horno de cal

Localización. La cantera seleccionada se localiza junto al Cortijo de la Fuente del Espino, cerca de la carretera SE-155, de San Nicolás del Puerto a Navas de la Concepción
Coordenadas UTM: 4208705.297/276114.8888 y 4208817.379/275794.5320

Acceso. El acceso se realiza por la pista que, partiendo del km 12.5 de la citada carretera, se dirige hacia Alanís (Carril de Alanís). Un poco más adelante y siguiendo por la misma pista, se observa un horno de cal en el cual se tostaba la caliza para producir cal viva.

Grado de dificultad. Bajo.

Los taludes son estables y no parece que puedan provocarse desprendimientos, de cualquier manera se aconseja precaución. En las zonas con piedras sueltas puede haber alguna dificultad para personas con movilidad limitada. El horno de cal esta junto al Carril de Alanís y tampoco presenta mayor dificultad para su observación.

Localización geológica y objetivos

La cantera está desarrollada sobre un afloramiento de calizas masivas de edad cámbrica. Los bancos de caliza tienen una potencia aproximada de un metro y están cortados por diversas fracturas.

El objetivo de este punto es la observación de los resultados de una actividad tradicional de tipo artesanal basada en la explotación de los recursos geológicos de la Sierra Norte. La caliza es una roca común en múltiples contextos geológicos y también esta presente de manera generalizada a lo largo y ancho de la zona protegida por el Parque. En este lugar, la calidad de la roca y el tipo de afloramiento permitieron su explotación para obtención de cal. La roca en bruto, una vez fragmentada, se calcinaba en hornos de leña hasta la transformación del carbonato de calcio en óxido de este metal.

A nivel doméstico, el óxido de calcio se mezcla con agua para obtener la lechada que se utiliza para encalar. Estos procesos químicos pueden formularse de manera sencilla:

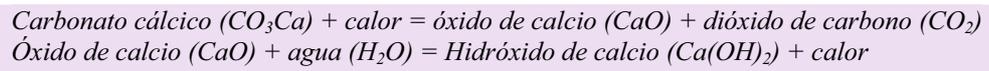


FOTO 167. Cantera de caliza.



FOTO 168. Horno de cal.



REFERENCIAS

Para facilitar la lectura de esta guía, se ha evitado conscientemente la interrupción del texto con referencias bibliográficas. Naturalmente, que el trabajo que aquí hemos presentado está basado en estudios y datos previos de otros autores a los que debemos reconocer. A continuación se enumera una pequeña relación de los estudios que nos han resultado imprescindibles, y que sin lugar a duda también ayudarán a cualquier lector interesado en el tema:

- Anguita, F., 1993. *Procesos Geológicos Externos y Geología Ambiental*. Rueda, S.L. 311p.
- Bates, R.L. and Jackson, J.A. (eds), 1982. *Glossary of Geology*. American Geological Institute. 751p.
- Boillot, G., 1984. *Geología de los márgenes continentales*. Masson S.A. 141p.
- Gibbons, W. and Moreno, M.T. (eds), 2002. *The Geology of Spain*. Geological Society of London. 649p.
- Gutiérrez-Marco, J.C. and Rábano, I. (eds), 1998. *Proceedings of the Sixth International Graptolite Conference of the GWG (IPA) and the SW Iberian Field Meeting 1998 of the International Subcommission on Silurian Stratigraphy (ICS-IUGS)*. Instituto Geológico y Minero de España. 337p.
- Hall, A., 1996. *Igneous Petrology*. Elsevier. 551p.
- Kearey, P. and Vine, F.J., 1990. *Global Tectonic*. Blackwell Science. 382p.
- Klein, C. and Hurlbut, C.S., 1996. *Manual de Mineralogía (vol.1)*. 4ª Edición. Reverté. 368p.
- Mapa *Geológico de España a escala 1:50.000*. (Hojas del MAGNA. Números: 898: Puebla el Maestre; 899: Guadalcanal; 900: La Cardenchoza; 919: Almaden de la Plata; 920: Constantina; 921: Las Navas de la Concepción; 940: Castilblanco de los Arroyos; 941: Ventas Quemadas).
- Nichols, G., 1999. *Sedimentology & Stratigraphy*. Blackwell Science. 355p.
- Pedraza, J., 1996. *Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones*. Rueda, S.L. 414p.
- Sierra, S., 2003. *Análisis Estratigráfico de la Cuenca Pérmica del Viar (SO de España)*. Tesis Doctoral, Universidad de Huelva. 289p. (no publicada)
- Strähler, A.N. and Strähler, A.H. (eds), 2000. *Geografía Física*. Omega. 550p.
- Tarbut, E.J. and Lutgens, F. K., 1999. *Ciencias de la Tierra*. 6ª Edición. Prentice Hall. 616p.
- Vera, J.A., (ed), 2004. *Geología de España*. Sociedad Geológica de España, Instituto Geológico y Minero de España. 884p.

Recursos de Internet:

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/espacios_naturales/parques_naturales/

http://www.cepalcala.org/ciencias1/geologia/recursos_didacticos/geomorfologia_snorte.htm

<http://club.telepolis.com/nachoben/TrydacnaTelepolis/>

Listado de coordenadas UTM de las observaciones contenidas en ésta guía

PARTE III

Foto 1.- 4192852.182/289414.3806
Foto 2.- 4202892.932/264734.6996
Foto 3.- 4204167.066/257395.4300
Foto 4.- 4190923.612/256097.2816
Foto 5.- 4204527.140/269878.2400
Foto 6.- 4208493.068/242931.5015
Foto 7.- 4215748.151/256739.9183
Foto 8.- 4208102.063/243212.0132
Foto 9.- 4183593.657/268472.7039
Foto 10.- 4201869.145/257270.9478
Foto 11.- 4190923.612/256097.2816
Foto 12.- 4204167.066/257395.4300
Foto 13.- 4206010.215/228262.3766
Foto 14.- 4190804.170/252515.7494
Foto 15.- 4186951.225/241698.4408
Foto 16.- 4193242.222/232043.8598
Foto 17.- 4180293.134/274749.5873
Foto 18.- 4197824.763/231386.0698
Foto 19.- 4207930.707/257763.8771
Foto 20.- 4187228.412/229317.0295
Foto 21a.- 4215748.151/256739.9183
Foto 21b.- 4223570.286/249014.2018
Foto 22a.- 4202598.467/253240.2847
Foto 22b.- 4216798.368/256761.6263
Foto 23.- 4195884.609/241272.1607
Foto 24.- 4195975.147/229179.8074
Foto 25.- 4191224.106/253733.6538
Foto 26a.- 4205480.772/225981.8546
Foto 26b.- 4197503.262/233439.6872

PARTE IV

Itinerario 1

Foto 27.- 4204401.564/270034.6091
Foto 28.- 4204749.086/269999.5371
Foto 29.- 4204749.086/269999.5371
Foto 30.- 4204733.283/269929.6205
Foto 31.- 4204096.609/269544.0852
Foto 32.- 4204525.402/269936.0810
Foto 33.- 4203973.084/239670.7658
Foto 34.- 4203726.281/269718.3421
Foto 35.- 4203733.068/269674.5581
Foto 36.- 4203609.228/269773.0933
Foto 37.- 4204072.811/269758.0041
Foto 38.- 4204072.733/269800.2162
Foto 39.- 4203991.911/269830.4809
Foto 40.- 4203877.102/269884.4152
Foto 41.- 4203877.102/269884.4152
Foto 42.- 4203927.906/269894.6399
Foto 43.- 4203887.780/269899.6670
Foto 44.- 4203890.068/269976.2463
Foto 45.- 4203890.068/269976.2463
Foto 46.- 4203870.031/270032.7841
Foto 47.- 4203853.491/270013.0351
Foto 48.- 4203853.491/270013.0351
Foto 49.- 4203807.634/270182.3661
Foto 50.- 4203945.133/270071.8994
Foto 51.- 4203945.133/270071.8994

Foto 52.- 4204094.811/270041.8101
Foto 53.- 4204302.433/270005.4370

Itinerario 2

Foto 54.- 4208630.589/266297.4876
Foto 55.- 4208562.798/266104.7989
Foto 56.- 4208562.798/266104.7989
Foto 57.- 4208714.122/265746.9824
Foto 58.- 4208709.430/265716.9613
Foto 59.- 4208709.430/265716.9613
Foto 60.- 4208709.430/265716.9613
Foto 61.- 4208649.826/265665.1466
Foto 62.- 4208583.393/265851.3512
Foto 63.- 4208583.393/265851.3512
Foto 64.- 4208422.315/265813.3276
Foto 65.- 4208583.393/265851.3512
Foto 66.- 4208392.951/265559.3197
Foto 67.- 4208392.951/265559.3197
Foto 68.- 4208132.545/265615.1356
Foto 69.- 4208132.545/265615.1356
Foto 70.- 4202277.284/263358.7021
Foto 71.- 4202201.030/263268.5226
Foto 72.- 4202106.683/263112.7161
Foto 73.- 4209071.843/268391.4874
Foto 74.- 4210373.234/269424.0989
Foto 75.- 4210373.234/269424.0989
Foto 76.- 4210541.467/269681.0615

Itinerario 3

Foto 77.- 4205467.871/270072.5236
Foto 78.- 4207968.879/268627.4281
Foto 79.- 4207968.879/268627.4281
Foto 80.- 4208030.580/268292.4985
Foto 81.- 4208030.580/268292.4985
Foto 82.- 4208030.580/268292.4985
Foto 83.- 4208142.126/267923.8272
Foto 84.- 4208142.126/267923.8272
Foto 85.- 4208142.126/267923.8272
Foto 86.- 4208142.126/267923.8272
Foto 87.- 4208142.126/267923.8272
Foto 88.- 4208622.055/266673.4611
Foto 89.- 4208622.055/266673.4611
Foto 90.- 4208622.055/266673.4611
Foto 91.- 4208622.055/266673.4611
Foto 92.- 4208350.634/265911.4831
Foto 93.- 4208350.634/265911.4831
Foto 94.- 4207800.510/265806.0415
Foto 95.- 4207800.510/265806.0415
Foto 96.- 4207800.510/265806.0415
Foto 97.- 4207800.510/265806.0415
Foto 98.- 4206812.729/266050.2709
Foto 99.- 4206379.778/266119.6422
Foto 100.- 4206147.354/266207.0716
Foto 101.- 4204508.784/264782.9469
Foto 102.- 4204508.784/264782.9469
Foto 103.- 4204522.864/2647718.2710
Foto 104.- 4204522.864/2647718.2710

Itinerario 4

Foto 106.- 4204026.087/220405.5891
Foto 107.- 4204099.337/221319.8343
Foto 108.- 4202814.002/220299.8991
Foto 109.- 4202520.638/221897.1597
Foto 110a.- 4191558.506/233182.9768
Foto 110b.- 4193196.866/232616.8390
Foto 111.- 4193242.222/232043.8598
Foto 112.- 4193166.351/232223.7658
Foto 113.- 4193196.866/232616.8390
Foto 114.- 4191849.602/233080.5237
Foto 115.- 4191849.602/233080.5237
Foto 116.- 4189696.513/234309.7638
Foto 117.- 4191544.565/254754.6330
Foto 118.- 4191381.42/254403.2048
Foto 119.- 4191357.651/254207.7802
Foto 120.- 4191224.106/253733.6538
Foto 121.- 4191224.106/253733.6538
Foto 122a.- 4197565.543/254151.9958
Foto 122 b y c.- 4196581.176/254305.5943
Foto 123.- 4197565.543/254151.9958
Foto 124.- 4197557.698/254228.3499
Foto 125.- 4196581.176/254305.5943
Foto 126.- 4201869.145/257270.9478
Foto 127.- 4201869.145/257270.9478

Itinerario 5

Foto 128.- 4194836.219/233659.5017
Foto 129.- 4194810.185/234153.7117
Foto 130.- 4194221.372/235286.0082

Foto 131.- 4193797.972/235874.9282
Foto 132.- 4193797.972/235874.9282
Foto 133.- 4193797.972/235874.9282
Foto 134.- 4191934.613/239670.8206
Foto 136.- 4185379.513/245898.2987
Foto 137.- 4185379.513/245898.2987
Foto 138.- 4180122.689/249783.8924
Foto 139.- 4180140.253/250780.4803

Itinerario 6

Foto 140.- 4204785.347/222746.7655
Foto 142.- 4198331.001/229642.4497
Foto 145.- 4197156.909/229934.8458
Foto 146.- 4197824.763/231386.0698
Foto 147.- 4197824.763/231386.0698
Foto 148.- 4208444.576/236919.6366
Foto 149.- 4208444.576/236919.6366
Foto 152.- 4208444.576/236919.6366
Foto 153.- 4202117.509/254938.8505
Foto 154.- 4202440.900/255194.0037
Foto 155.- 4202440.900/255194.0037
Foto 156.- 4191674.308/259492.6486
Foto 157.- 4193964.259/259120.9933
Foto 158.- 4216605.191/267869.5342
Foto 159.- 4216605.191/267869.5342
Foto 161.- 4204749.086/269999.5371
Foto 166.- 4205102.419/270113.2435
Foto 167.- 4208705.297/276114.8888
Foto 168.- 4208817.379/275794.5320

EON	ERA	PERIODO	M.A.	Algunos eventos importantes en la historia de la Tierra	
FANEROZOICO	CENOZOICO	CUATERNARIO	0.01	Fin de la Edad del Hielo Extinción de grandes mamíferos y pájaros	
		NEOGENO	1.75	Aparición del hombre; Edad del hielo	
			23.5	Plantas y animales modernos } OROGENIA ALPINA	
		PALEOGENO		Migración de los continentes a posiciones muy similares a las actuales Expansión de mamíferos, pájaros, angiospermas e insectos polinizadores	
		MESOZOICO	CRETACICO	65	Extinción en masa de dinosaurios y ammonites Aparición de las angiospermas
			JURASICO	135	Primeros pájaros y primeros mamíferos Diversificación de dinosaurios y ammonites
	TRIASICO		203	Aparición de los dinosaurios; Diversificación de plantas gimnospermas; Separación de la Pangea	
	PERMICO		250	Unión de todos los continentes formando la Pangea Desarrollo de insectos y reptiles	
	CARBONIFERO		295	Primeros reptiles; Primeros ammonites Desarrollo de bosques de helechos, esfenofitas y lycopodios	
	DEVONICO		355	Primeros anfibios } OROGENIA VARISCA Diversificación de las plantas terrestres	
	SILURICO		410	Aparición de plantas vasculares, insectos y artrópodos	
	PALEOZOICO	ORDOVICICO	435	Primeros peces Máximo desarrollo de trilobites	
		CAMBRICO	500	Primeros invertebrados marinos, incluyendo los trilobites } OROGENIA CADOMIENSE	
		PROTEROZOICO		540	Aparición de animales multicelulares Atmósfera mayoritariamente aeróbica
			ARCAICO	2500	Aparición de los eucariotas Aparición del oxígeno en la atmósfera
	PRECAMBRICO		4000	Aparición de la vida (bacterias procariotas)	
				4600?	Edad aproximada del origen de la Tierra