

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.

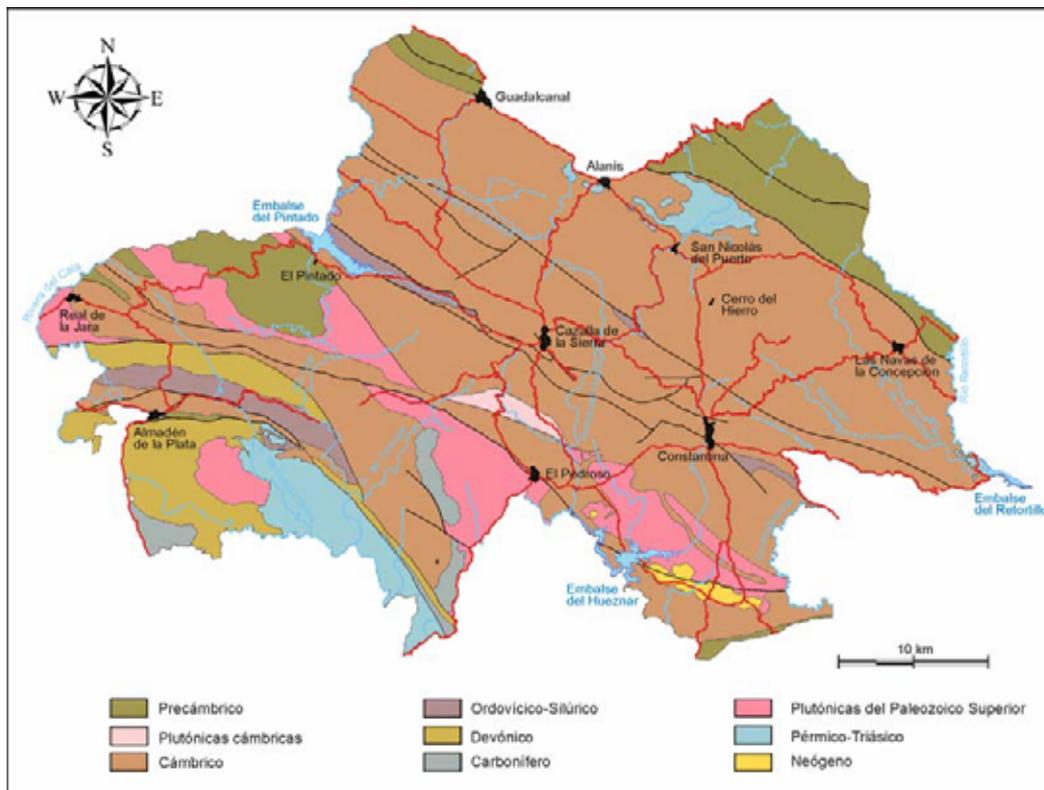


Figura 17. Cartografía cronoestratigráfica (mapa de edades) del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla.

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.

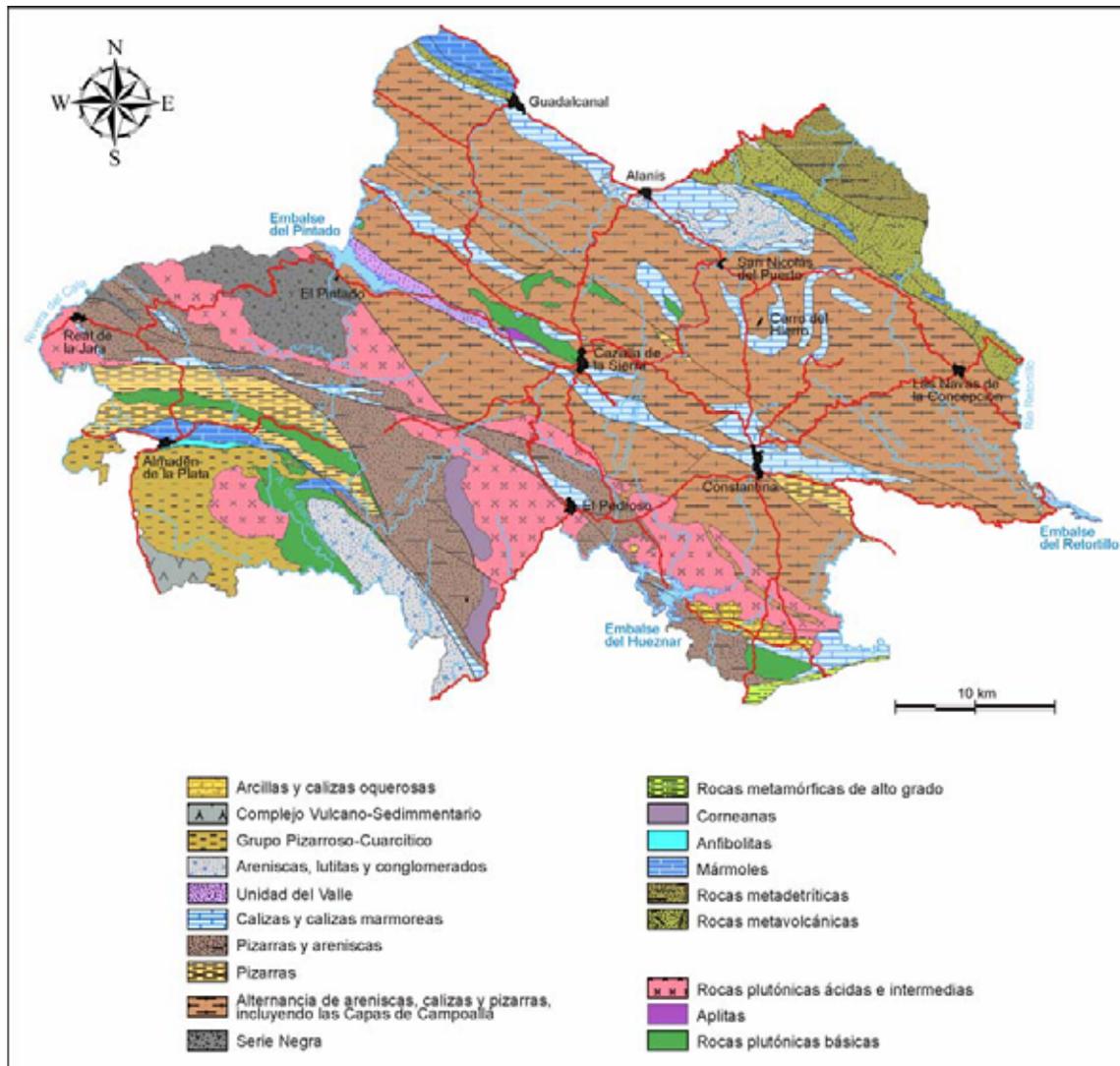


Figura 18. Cartografía litológica del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla.

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.*

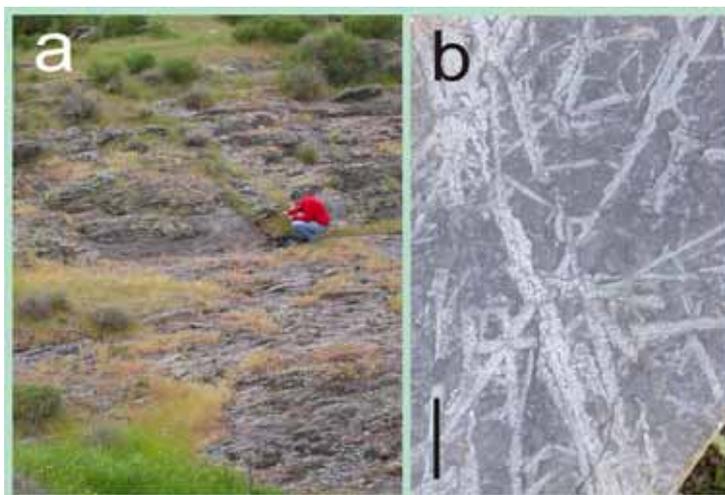


Foto 6. (a) Aspecto de las pizarras silúricas con graptolites de La Unidad del Valle. (b) Fragmento con graptolites. Barra escala: 1cm. Fotografía tomada en el embalse del Pintado.

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 rívera 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*.

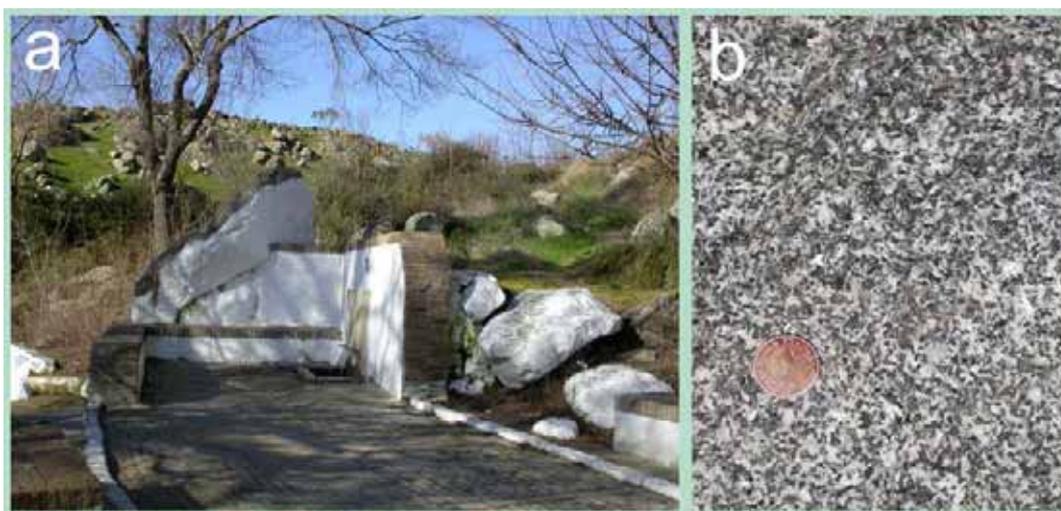


Foto 10. Aspecto de un afloramiento (a) y de detalle (b) de dioritas.
Fotografía tomada en la fuente del Judio, a la salida de Cazalla hacia Almadén de la Plata.

* 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, feldespatos 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 auténtica 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.

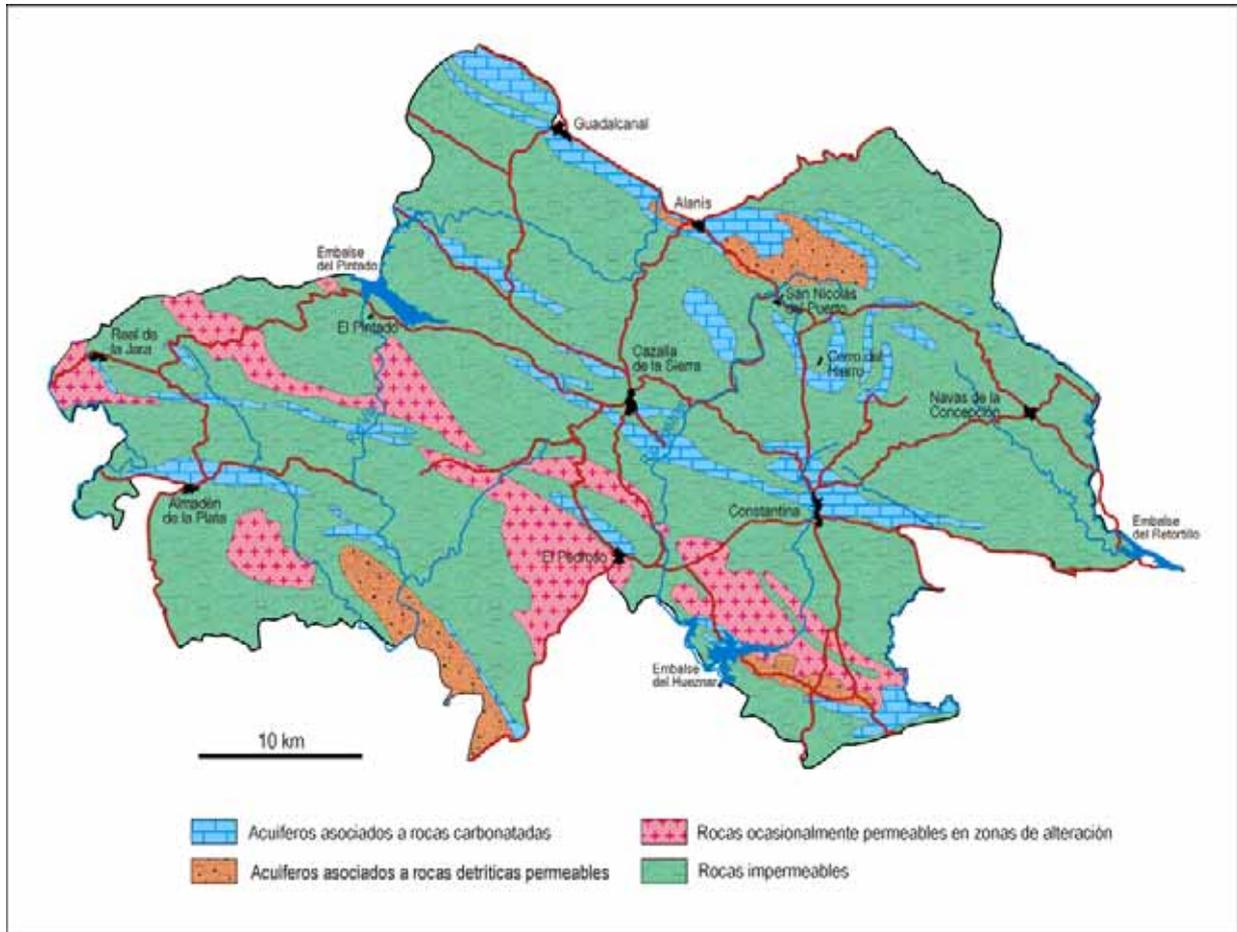


Figura 19. Mapa hidrogeológico del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla.

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.

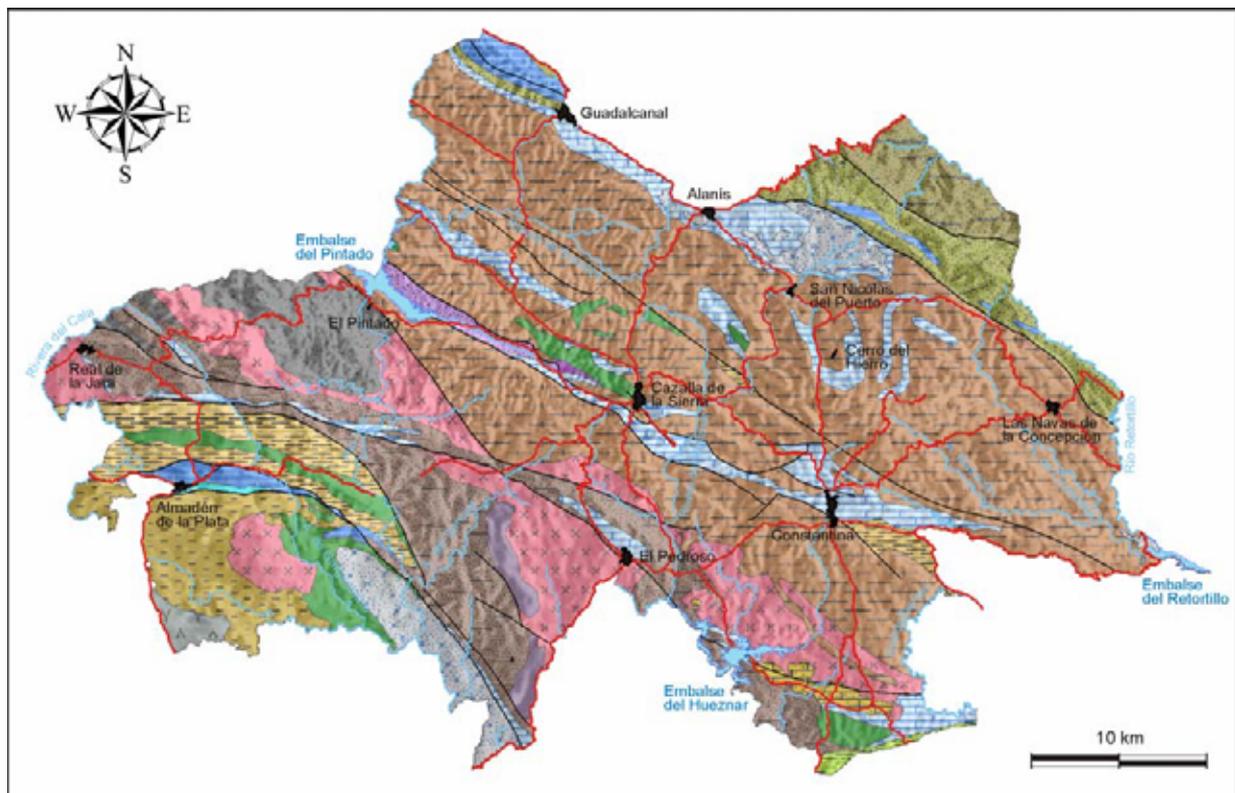


Figura 20. Mapa geológico superpuesto sobre el mapa de elevación del terreno del Parque.

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.

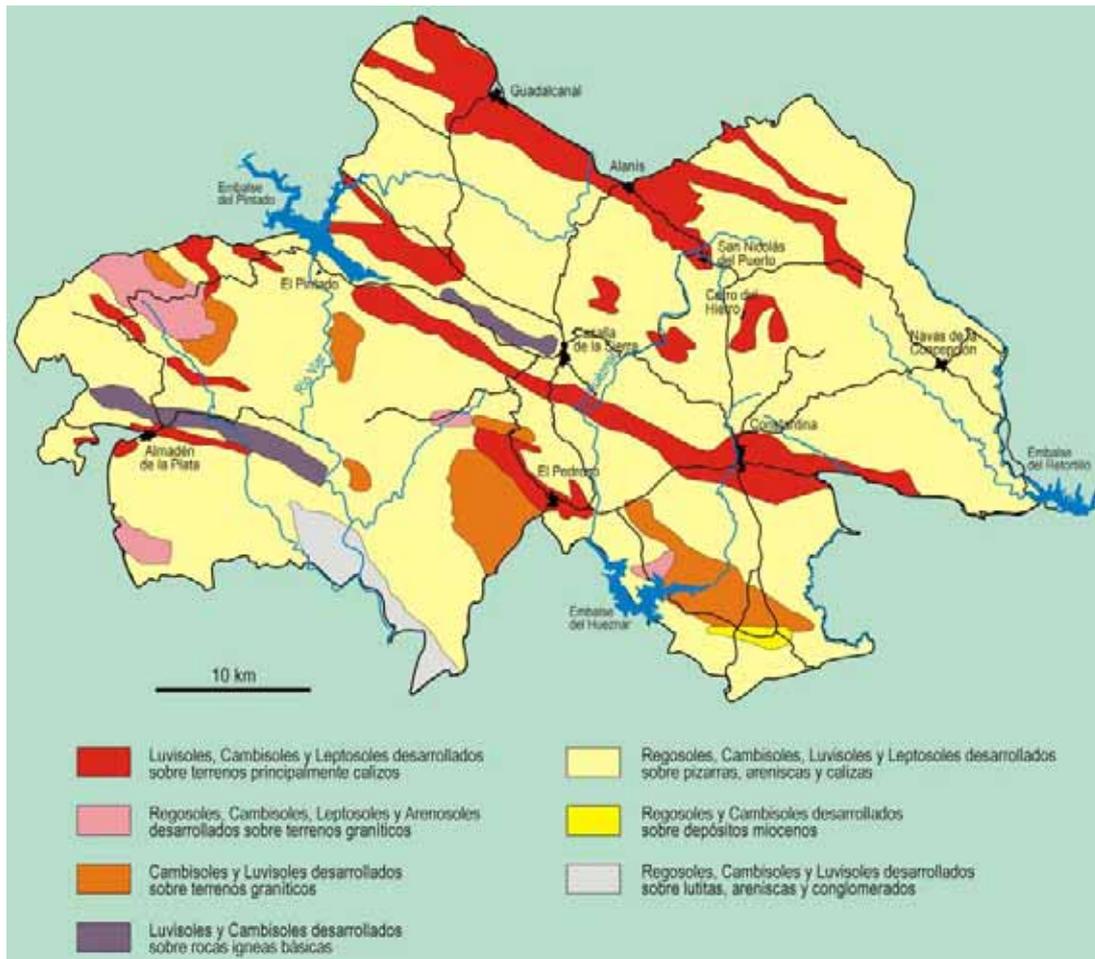


Figura 21. Mapa de suelos del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla.



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.