

GEOMORFOLOGÍA DE LOS MONTES DE MÁLAGA: PASADO, PRESENTE Y ¿FUTURO?

JOSÉ M^a SENCIALES GONZÁLEZ
JESÚS RODRIGO COMINO

RESUMEN

El objetivo del trabajo realizado es mostrar la evolución del relieve que conforma la superficie que conocemos como “Montes de Málaga”, haciendo un breve repaso por su evolución geológica (hasta la actualidad) y los factores climáticos, hidrográficos, edáficos y antrópicos que actúan sobre ella. Para este fin, se han utilizado materiales tales como gráficos, fotografías aéreas e *in situ*, y cartografías específicas.

Las conclusiones aportadas respaldan la complejidad del conjunto orográfico y su dinamicidad en el tiempo (tanto en el pasado como, previsiblemente, en un futuro), que permite una continua evolución de sus componentes (laderas, suelos, vegetación...) e incluso, involuciones de éstos (como en el caso de las redes fluviales, que llegan a desaparecer generando paleocauces difíciles de seguir a simple vista).

ABSTRACT

The aim of this work is to show the evolution of the relief that shapes the unit of Mounts of Malaga, revising briefly its geological evolution (until today) and the climatic, hydrographic, edaphic and human factors which act on it. For this purpose, materials such as graphics, aerials and “in situ” photographs and specific cartographies have been used.

The given conclusions prove the complexity of the orographic range and its dynamism throughout time (both in the past and in the future) allowing a continuous evolution of its components (hillsides, soil, vegetation ...) and even, regressions of these (as it happens in the case of fluvial nets, which may disappear generating paleochannels which are difficult to follow in plain sight).

PALABRAS CLAVE: Geomorfología, morfoclima, erosión, redes fluviales, Málaga

KEYWORDS: Geomorphology, morpho-climate, erosion, fluvial nets, Málaga

1. INTRODUCCIÓN

La geomorfología, etimológicamente, se define como la ciencia que estudia las formas de la superficie terrestre que conforman, según su disposición,

el relieve. De forma más concreta, Baker (1984) añade a la acepción, que como objeto de estudio, también, tiene presente el paisaje, “incluyendo su descripción, clasificación, origen, evolución e historia”.

En este estudio se plantea un análisis geomorfológico de los Montes de Málaga, integrando en sus apartados, gran parte de lo mencionado en las anteriores definiciones.

Será importante realizar una contextualización de la unidad, describiendo tanto el marco (su localización geográfica, y por consiguiente geológica y climática), como su comportamiento en el tiempo. Este segundo aspecto, tendrá gran relevancia en el grueso del estudio en su primera parte, pues sin duda alguna, no podemos entender este conjunto sin observar la dinamicidad de su naturaleza. A través de una revisión de sus etapas geológicas, y su resultado final en la actualidad, donde la actividad humana ha alterado su morfología, se intentará deducir cual será su futuro a corto y largo plazo.

En muchas ocasiones, se observan las unidades geomorfológicas de forma estática, pues los cambios que se dan en ellas no son apreciables, a simple vista, ni por su gran extensión, ni por la escala geológica temporal requerida para su análisis (que se escapa a la humana).

Sin embargo, como entidad fisiográfica que son los Montes de Málaga, se debe prestar atención a su comportamiento, como si de un ser vivo se tratase. Pueden evolucionar o involucionar, aparecer o desaparecer sus componentes (laderas, cursos fluviales, formaciones vegetales...), gracias a los diferentes factores que inciden de forma puntual o prolongada sobre ellos, ya sea el clima, los seres vivos (incluyendo al ser humano) o la propia dinámica interna del planeta (que conforma el perfil estructural que fue o será modificado en los diferentes periodos geológicos). Así la segunda parte, versará sobre los efectos del clima y la red fluvial, que facilitará el acercamiento hacia unas conclusiones sobre una posible problemática en el presente o el futuro de la unidad (que hoy en día ostenta el título de Parque Natural).

2. MÉTODOS

En este trabajo se ha utilizado una documentación bibliográfica, fotográfica y gráfica relacionada con datos geológicos, climáticos e hidrológicos, para demostrar la dinamicidad de los diferentes procesos geomorfológicos sobre los Montes de Málaga.

En primer lugar, se han utilizado los sistemas de información geográfica (SIG) para la realización del mapa introductorio de localización del relieve estudiado, con las hojas del mapa topográfico nacional 1038, 1039, 1052, 1053, 1066 y 1067.

A través de un esquema-resumen y un mapa, se explicarán las diferentes unidades en las que la estructura geológica de la Cordillera Béticas se divide.

Más adelante, la explicación de la evolución de la cobertera maláguide (desde el Precámbrico al Cuaternario) se hará utilizando una serie de gráficos y una cartografía específica del lugar que, probablemente, ocuparan los Montes de Málaga en cada período.

Además se utilizan una serie de fotografías y cortes geológicos, para apoyar la explicación de las formas de origen tectónico-estructural y las que, cuyo origen, provienen, netamente, de formas erosivas y deposicionales.

Para el desarrollo del apartado sobre el futuro de los Montes de Málaga, se han utilizado una serie de fotografías de los modelados, que evolucionan en la actualidad, más deliberadamente. También se completa la información con mapas, fotografías in situ y aéreas, más tablas climáticas relacionadas con la influencia de los diferentes agentes en esas formas de modelado.

3. ÁREA DE ESTUDIO

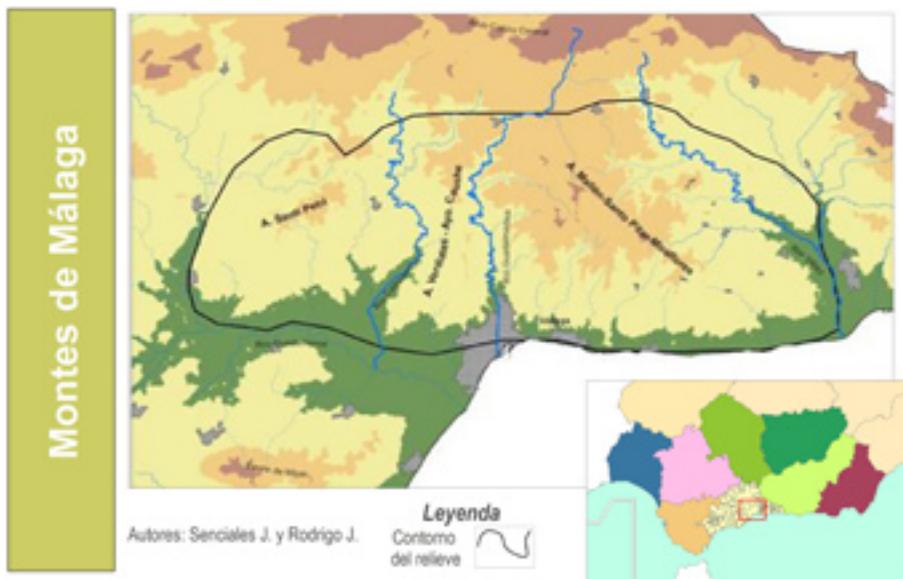
El área seleccionada para la elaboración del estudio de los Montes de Málaga, se enmarca dentro de los siguientes límites topográficos y litológicos (Mapa 1):

Al Norte se encuentra delimitado por el Corredor de Colmenar. Se trata de una formación, que se compone de materiales arcillosos del *flysch*, y que aparece entre las Unidades Internas y las Unidades Externas de las Béticas, que se extienden desde Alcaucín hasta Valle de Abdalajís.

En el Este se ve acotado por el Valle del río Vélez. Aquí existe una transición litológica de dudosa afinidad conocida como Unidad de Benamocarra, al este de la cual los materiales ya son esquistos claramente Alpujárrides, lo que sucede de modo más extenso (pero no exclusivo), también, al este del río Vélez.

Hacia el Sur se divide el límite más sencillo, pues es el constituido por el mar y las vegas plio-cuaternarias post-orogénicas, incluyendo, en parte, al valle del río Guadalhorce. Y por último, al Oeste, con el Valle del Guadalhorce, excluyendo en la zona de Pizarra la sierra del Hacho, que está formada por materiales postorogénicos de época Miocena, y que no están adscritos, por tanto, al dominio Maláguide.

MAPA Nº 1
LÍMITES TOPOGRÁFICOS APROXIMADOS DE LOS MONTES DE MÁLAGA



Fuente: Elaboración propia (Modificado de Gómez Moreno, 1989)

4. LOS MONTES DE MÁLAGA

4.1. El pasado de los Montes de Málaga

4.1.1. Estructura geológica de las Béticas

Numerosos trabajos han descrito la estructura geológica de las cordilleras béticas (Peyre, 1974; Martín Algarra, 1987; Sanz de Galdeano, 1997). A continuación se resumen sus unidades fundamentales (Mapa 2):

Unidades Externas:

Prebético

Subbético:

· Externo

· Medio · Interno

Complejo del Campo de Gibraltar

Unidades Internas:

Maláguide (desde la Serranía de Ronda a Murcia):

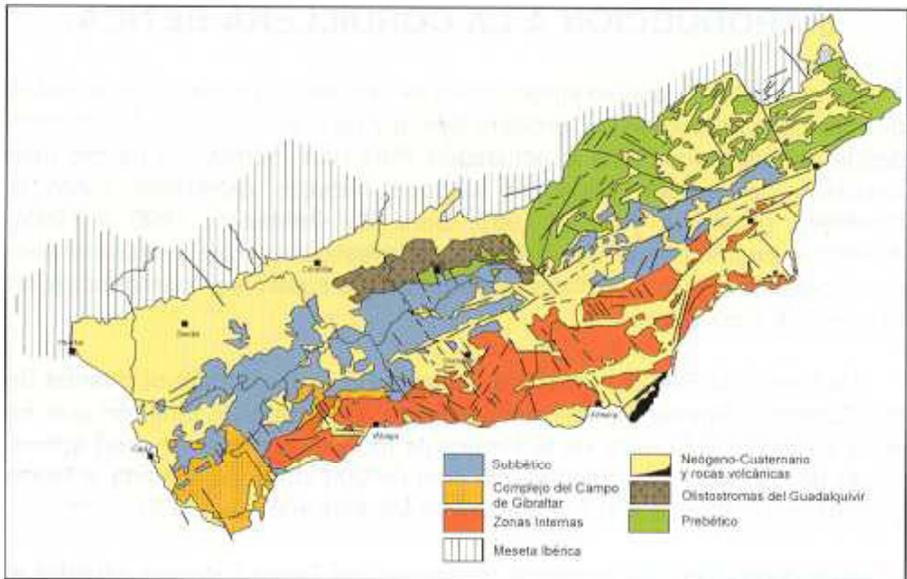
- Zócalo · Cobertera (afín a la Dorsal Interna Bética)

Alpujárride (desde Serranía de Ronda a Almería):

- Zócalo · Cobertera (afín a la Dorsal Externa Bética)

Nevado-Filábride (Granada y Almería)

MAPA Nº 2
ESQUEMA GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO DE LA CORDILLERA
BÉTICA



Fuente: Sanz de Galdeano, 1997

4.1.2. Estratigrafía y evolución del Maláguide

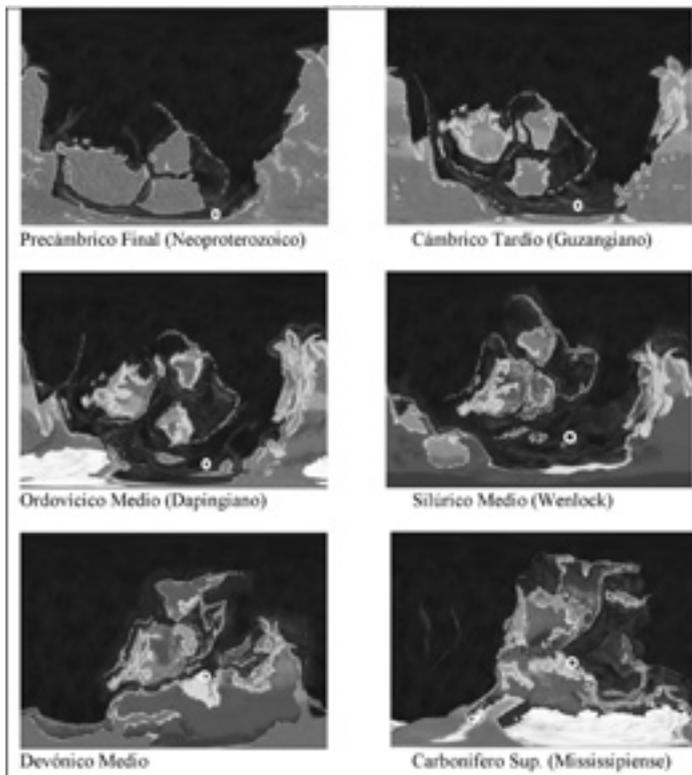
Este apartado tiene como fin realizar una serie cronológica sobre las diferentes etapas de las edades geológicas de la cobertera Maláguide. Se partirá desde el Precámbrico y el Primario para explicar la evolución, en primer lugar, del zócalo. Y, seguidamente, se tratará de mostrar como el paso del tiempo geológico ha ido transformando la posterior cobertera sobre el relieve que hoy conocemos como los Montes de Málaga (Figuras 1 a 8).

- La primera etapa parte desde el **Precámbrico** (> 542 millones de años) hasta los comienzos del **Silúrico** (428 millones años). Se depositan ar-

cillas en un profundo mar (geosinclinal) que, posteriormente, se metamorfizan débilmente. Son las *filitas* y *metareniscas* las que destacan en gran parte de los Montes de Málaga, con intercalaciones ocasionales de conglomerados de cuarzo del Cámbrico-Ordovícico (542-444 M.a.).

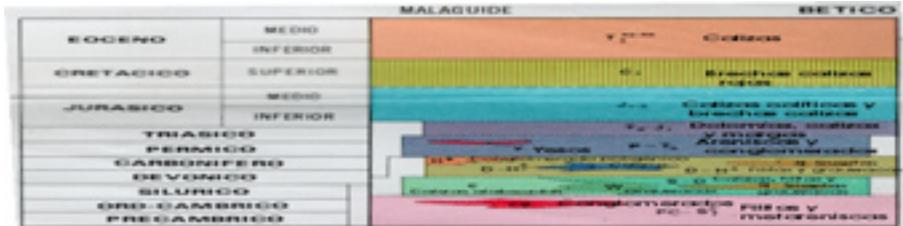
- Entre el **Silúrico** y el **Devónico Medio** (hasta 385 M.a.) se depositan las *calizas* y *grauwacas*, que son típicas de las zonas altas de los Montes, y se que alternan con facies de sedimentaciones más profundas de *filitas* y de *silexitas*.
- Entre el **Devónico Medio** y **finales del Carbonífero** (hasta 299 M.a.) la sedimentación es parecida a la anterior, si bien predominan las *filitas* y *grauwacas*, en zonas algo más profundas, aunque en el techo se dan *conglomerados*.

FIGURA Nº 1 LOCALIZACIÓN DE DEPÓSITOS MÁLAGUIDES DEL PRECÁMBRICO AL CARBONÍFERO



(Basado en Blakey, 2010) (O Localización teórica de los depósitos Malaguides)

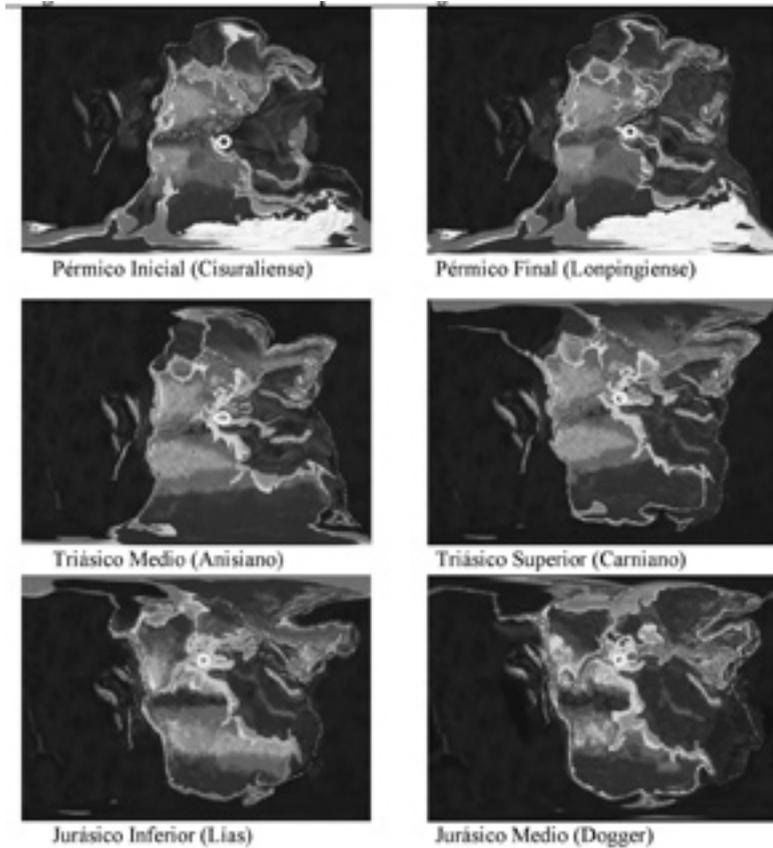
FIGURA Nº 2
ESQUEMA ESTRATIGRÁFICO DEL ZÓCALO MALÁGUIDE



Fuente: Esteve González y Chamón Cobos, 1978

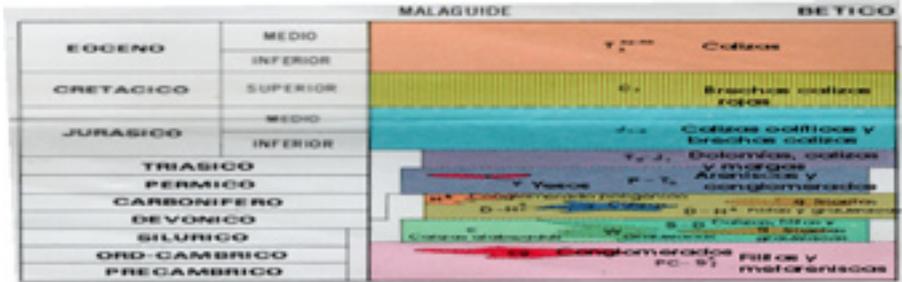
- A lo largo del periodo **Pérmico** (299-255 M.a.) y hasta el **Triásico** medio (hasta 228 M.a.) la sedimentación de la incipiente cobertera se hace más continental, de coloración rojiza y textura más grosera: areniscas y conglomerados. En la transición del **Pérmico** al **Triásico** destacan algunos yesos que evidencian facies, netamente, continentales (emersión continental).
- Del **Triásico** medio al **Lías inferior** (**Jurásico inferior**, hasta 190 M.a.) la sedimentación es de tipo marina, caracterizada por su poca profundidad, pero muy activa biológicamente: *calizas, dolomías y margas*.
- A lo largo del **Lías** y **Dogger** (**Jurásico**) (hasta 161,2 M.a.) sigue predominando la actividad marina con emersiones parciales: *calizas oolíticas y brechas calizas*.

FIGURA Nº 3
LOCALIZACIÓN DE LOS DEPÓSITOS MÁLAGUIDES DEL
PÉRMICO AL JURÁSICO



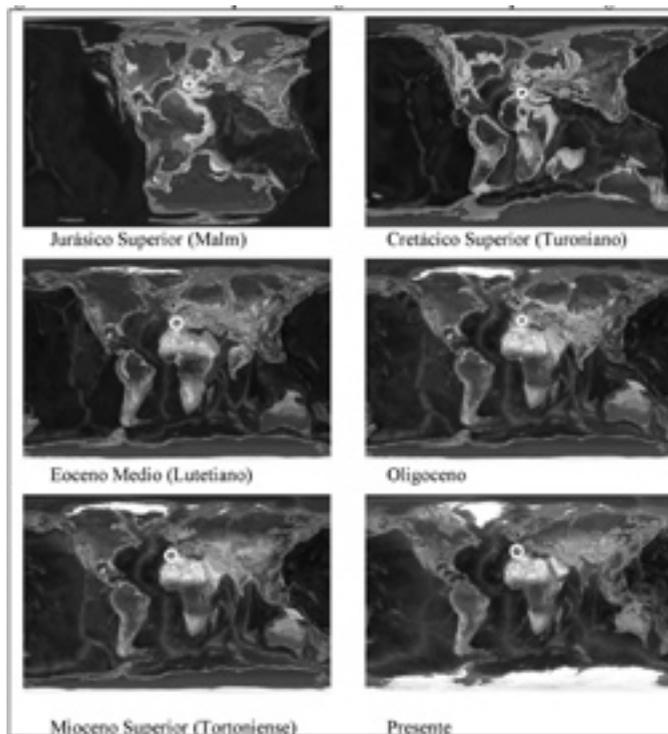
(Basado en Blakey, op cit.) (O Localización teórica de depósitos Maláguides)

FIGURA Nº 4
ESQUEMA ESTRATIGRÁFICO DE LA COBERTERA MALÁGUIDE



Fuente: Esteve y Chamón, op. cit.

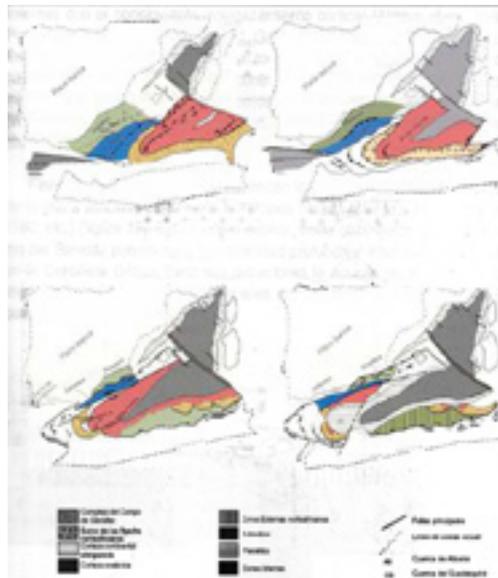
FIGURA Nº 5
LOCALIZACIÓN DE DEPÓSITOS MÁLAGUIDES DE JURÁSICO SUPERIOR A OLIGOCENO



(Basado en Blakey, op. cit.) (O Localización teórica de depósitos Maláguides)

- La emersión del conjunto Maláguide desde el **Malm (Jurásico superior)** hasta el **Cretácico Inferior**, es decir, desde 161-100 M.a., desmantela durante 61 millones años buena parte de lo sedimentado.
- El **Cretácico Superior** experimenta una nueva fase de mar poco profundo en algunas zonas (100-65.5 M.a.), depositándose *brechas calizas rojas*, con frecuencia de restos erosivos de la superficie emergida cercana.
- Tras una nueva emersión en el **Paleoceno** (65.5-56 M.a.), el **Eoceno** registra las últimas fases de depósito en un mar poco profundo, donde se depositan clastos y se acumulan *calizas* y, ocasionalmente, *margas*.
- El conjunto se eleva definitivamente en el **Oligoceno** (34-23 M.a.) y se detiene la sedimentación marina.
- Durante el **Mioceno Inferior y Medio** (hasta 11,6 M.a) el mar de Thetys se bloquea al colisionar las placas africana, europea y bético-rifeña. Sólo en el extremo occidental maláguide se depositan conglomerados *poligénicos*, *areniscas* y *silexitas* en un mar poco profundo.
- En el **Mioceno Superior** el conjunto se eleva, pero se hunde el mar de Alborán; la transgresión **Tortonense** (11.6-7.2 M.a) crea los primeros depósitos postorogénicos (*calcarenitas de Pizarra*). Se deseca el Mediterráneo en el **Messiniense**: 7.2-5.3 M.a.

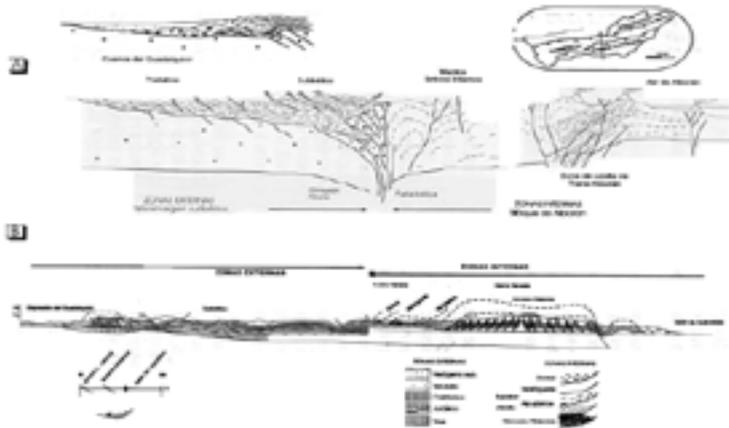
FIGURA Nº 6
EVOLUCIÓN BÉTICA DURANTE EL MIOCENO



(Fuente: Sanz de Galdeano, op. cit.)

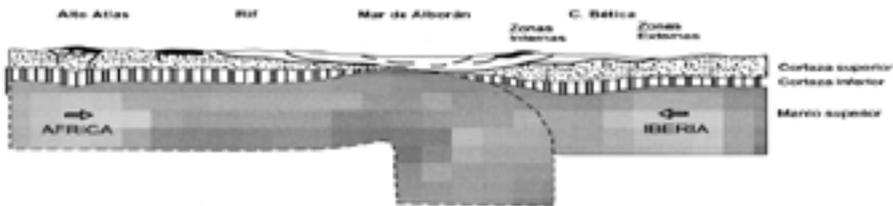
- En el **Plioceno** (5.3-2.6 M.a) se producen transgresiones en las cuencas del Maláguide con depósitos de *arcillas, margas y arenas*.
- El **Cuaternario** (< 2.588 M.a.) implica regresiones y transgresiones marinas que aceleran y deceleran la erosión del conjunto.

FIGURA Nº 7
SECCIONES TRANSVERSALES DE LA CORDILLERA BÉTICA



Fuente: Sanz de Galdeano, op. cit., basado en Banda et al., (1983), Frizon de Lamotte et al. (1991) y Montenat (1996).

FIGURA Nº 8
SECCIÓN ESQUEMÁTICA DE LA LITOSFERA EN REGIÓN
IBERO-MAGREBÍ



Fuente: Sanz de Galdeano, op. cit., basado en Vegas (1991)

Como conclusiones finales sobre este apartado relacionado con la estructura geológica de los Montes de Málaga, tanto del zócalo como de la posterior cobertera maláguide, se puede decir que:

- Los Montes de Málaga están formados por *materiales muy antiguos* que se acaban superpuestos a los de las restantes Unidades Internas de los Sistemas Béticos a causa de los movimientos orogénicos alpinos. Estos materiales están emergidos con anterioridad al resto y, por eso, son los más erosionados, ocupando menor extensión entre las Unidades Internas y los más fragmentados y distantes (desde la Serranía de Ronda a Murcia).
- Por el motivo anterior, los materiales siguen un orden de abundancia de más antiguo a más recientes. Las litofacies predominantes son las *filitas precámbricas*, las *calizas silúrico-devónicas* y las *filitas* (casi pizarras) *devono-carboníferas*. De ahí que se generalicen los Montes de Málaga como un conjunto pizarroso.
- Sin embargo, los materiales predominantes no son los más resistentes a la erosión, por lo que han quedado resaltes de litofacies más resistentes como *areniscas permotriásicas* o *dolomías* y *calizas jurásicas*, que, aunque no son mayoritarias, dan lugar a los hitos paisajísticos más destacados (a los que a continuación nos referiremos).

4.2. El presente de los Montes de Málaga

4.2.1. Formas

Al estudiar las formas de relieve de los Montes de Málaga, se pueden distinguir dos tipos según su origen: de origen tectónico-estructural y netamente erosivo y deposicional.

1) Formas de origen tectónico-estructural (Figuras 9 y 10):

- El conjunto Maláguide cabalga sobre *micaesquistos precámbrico-cámbricos* de la unidad de Benamocarra al Este, y sobre *esquistos* y *cuarcitas alpujárrides* en diversas áreas, pero su naturaleza similar no se traduce en resaltes. A lo sumo, algún arroyo ha aprovechado la discontinuidad.
- Sí es visible la estructura en sinclinorio de gran parte de los Montes de Málaga, con su eje entorno al río Guadalmedina y formando flanco, ya casi anticlinal, en la zona de Santi Petri. Son numerosas las fallas de contacto y fracturas que son aprovechadas por pequeños cauces o que muestran laderas escarpadas (como en Boticario o en la ronda del Rincón de la Victoria).
- Hay algunos frentes de cuesta y escamas evidentes en rocas de mayor competencia: *areniscas*, *dolomías* y *calizas* (San Antón), que a veces presentan inclinación discordante con la dirección general del relieve.

- La erosión diferencial sobre *calizas* y *areniscas* ha permitido la presencia de resaltes, escarpes, picos, y cerros que rompen la monotonía de las *filitas* y *calizas alabeadas* y permiten observar la disposición estratigráfica.

FIGURA N° 9
CORTE GEOLÓGICO DE LAS FORMAS DE ORIGEN
TECTÓNICO-ESTRUCTURAL



Fuente: Esteve y Chamón, op. cit.

FIGURA N° 10
IMÁGENES DE RELIEVES ESTRUCTURALES EN LOS MONTES
DE MÁLAGA

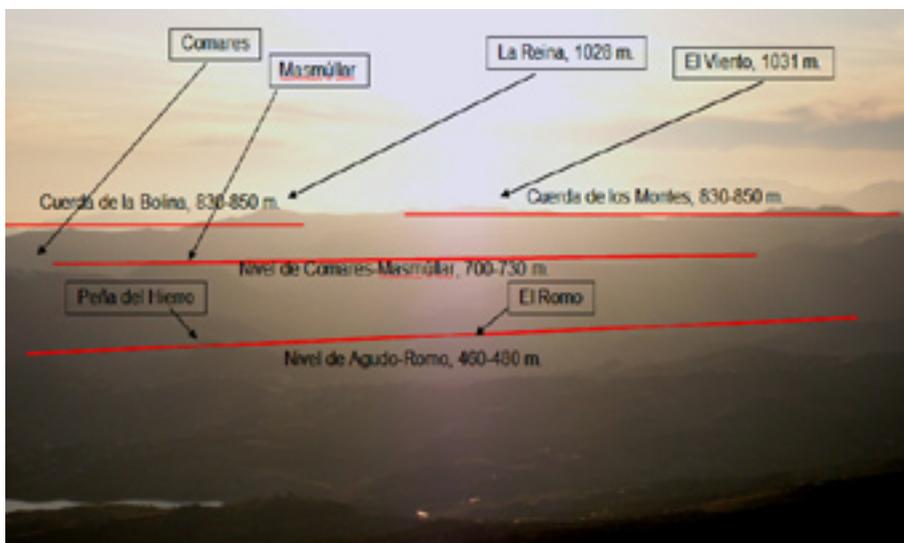


Fuente: Elaboración propia.

2) Formas de origen netamente erosivo y deposicional (Figura 11)

- Independientemente de los relieves estructurales, existen superficies de erosión a modo de rellanos elevados a lo largo de todo el conjunto, que, en ocasiones, coinciden en localización con superficies estructurales. Están identificados (Senciales, 1995) al menos 3 niveles de erosión:
 - *Cota 830-850*: Granados, Piedras Blancas, Murillo, el Moro, Pto. de la Bolina, Venta el Pinar, los Portales, loma de Cuetos, Jotrón, Pocopán, loma del Viento, loma de Zambra.
 - *Cota 700-730*: Serrato, Masmúllar, Comares, Cara Cuesta, Córdoba, Carrión, Carrasco, La Rosa, El Palmar, loma de Mogeá, Harapar-Madroñal, Camino Real-Venta Pineda, Cerro de Reyes, Pastrana, Loma SO. de Santi Petri...
 - *Cota 460-480*: Iznate, Patarra, Peña del Hierro, El Romo, Romanes, Garaupa, Cerro Agudo, El Gallego, Cerro de Tajo Solano, Loma de Buenaventura, Peñón Bermejo, González, La Dehesa, La Peña y el Peñón Bermejo de Almogía, loma del Brecho, loma de Rojarete...
- Su origen y datación son discutidos, pero parecen ser debidos a estabilizaciones del nivel de base marino, postorogénicas (pues los motivos generados por la erosión fluvial serán tratados a continuación en el siguiente epígrafe). Durán Valsero (1996) data los depósitos de la mesa de Zalia (Alcaucín) en 80.000 años, lo que implica el vaciado de la cuenca del río Vélez en tan sólo ese lapso de tiempo, pero las superficies deben ser anteriores (entre el Mioceno y el Pleistoceno).

FIGURA N° 11
NIVELES DE APLANAMIENTO DE LOS MONTES DE MÁLAGA



Fuente: Elaboración propia (basado en Senciales, 1995)

Las formas de las laderas suelen ser acordes con la morfología pizarrosa general: laderas convexas sobre barrancos encajados, sólo rotas por resaltes calizos y areniscosos, y por los rellanos antes comentados.

4.2.2. Formas de origen fluvial

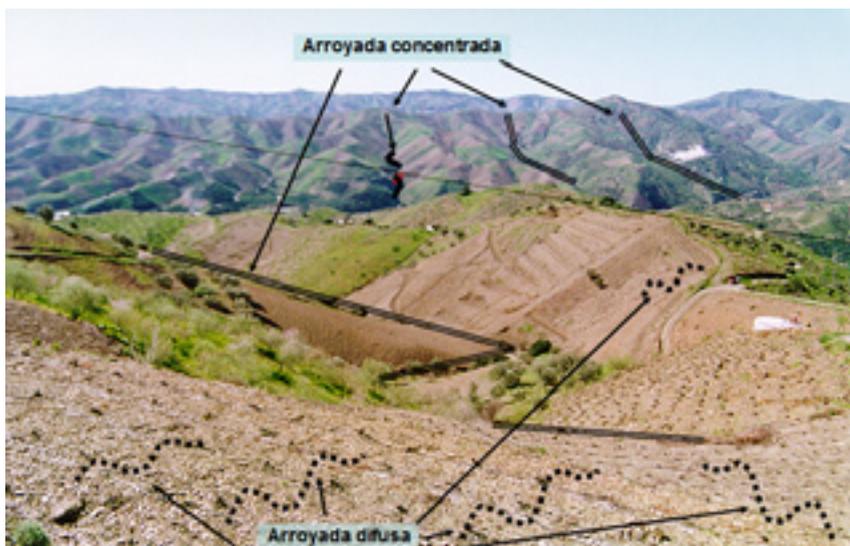
Para entender las formas de origen fluvial hay que diferenciar, por una parte, los procesos erosivos superficiales que las generan o facilitan y, por otra, el modelado resultante y los elementos deposicionales que terminan de configurar las formas.

1) Modelo de erosión hídrica en los Montes de Málaga (Figuras 12 a 14):

- Predomina la *arroyada concentrada*, primero, y, secundariamente, la *arroyada difusa*; a veces hay movimientos en masa. Otras formas de erosión tienen una incidencia poco significativa como la eólica o la kárstica.
- La alta intensidad de la *arroyada concentrada* se debe al tipo de roca en combinación con el clima. Las pizarras se alteran por hidrólisis, más efectiva cuanto más veloz circule el agua y más altas sean las tem-

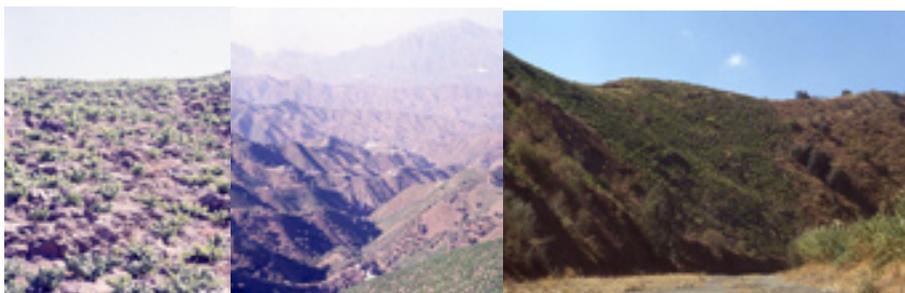
peraturas (como en los fondos de valle que, por ello, forman laderas convexas). Las lluvias equinocciales generan una mayor alteración. En las acusadas laderas, la hidrólisis es efectiva incluso con *arroyada difusa*, explicando que haya suelos útiles, aún siendo muy delgados y, aparentemente, rocosos y pedregosos.

FIGURA N° 12
MODELO DE EROSIÓN HÍDRICA EN LOS MONTES DE MÁLAGA



Fuente: Elaboración propia.

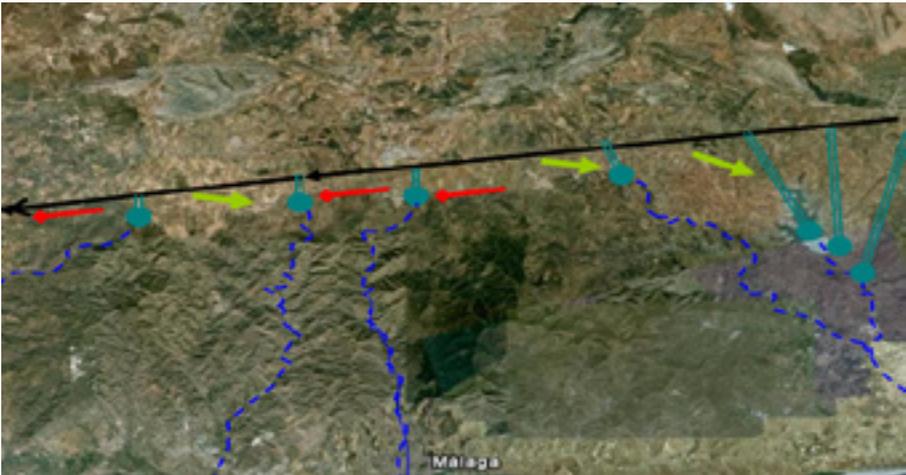
FIGURA N° 13
FORMAS RESULTANTES DE LA EROSIÓN HÍDRICA



Fuente: Elaboración propia

- El agua alcanza mayor velocidad e inercia cuanto menor vegetación posea la ladera, generando así alteración química bajo el suelo (hidrólisis generadora de finos materiales) y arrastres de elementos orgánicos e inorgánicos en superficie. Así se mantiene el suelo en un estado incipiente continuo. Aunque posee una gran capacidad de alteración, la impermeabilidad de la roca da lugar a grandes caudales de avenida, pero escasos de modo regular, por lo que la configuración de la red fluvial es sinuosa, resultado de una habitual baja competencia para abrirse paso en el relieve, a pesar de sus espasmódicos episodios de grandes avenidas.
- Algunos cauces han aprovechado fracturas, fallas, frentes o discontinuidades litológicas, intuyéndose algunos fenómenos de antecendencia o sobreimposición, así como capturas (Guadalmedina).

FIGURA N° 14
PROBABLES FENÓMENOS DE ANTECEDENCIA EN EL RÍO
GUADALMEDINA



Fuente: Elaboración propia. Fotografía aérea procedente de Google Earth.

Nota: Los círculos indican las áreas probables de captura. Las flechas hacia la izquierda indican la dirección de drenaje actual de algunos cursos; la flecha mayor de derecha a izquierda indica la posible dirección de drenaje original; las flechas hacia la izquierda señalan inversiones del drenaje tras la captura.

2) Modelo deposicional y morfología fluvial (Figura 15):

- En laderas protegidas por la vegetación desde épocas pasadas, la acumulación de material de erosión junto con los procesos de alteración de la roca permiten el desarrollo de suelos de más de un metro de espesor. Aunque son escasos, quedan evidencias de ellos en la coloración rojiza de numerosas laderas, cuya erosión ha exhumado depósitos profundos.

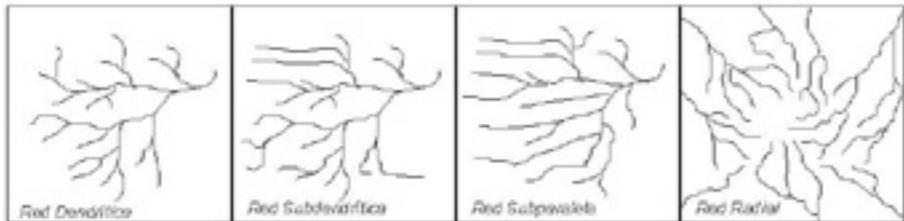
FIGURA N° 15
FORMA HABITUAL Y EVIDENCIAS RECURRENTES DEL
COMPORTAMIENTO FLUVIAL



- En los fondos de valle se presentan dos modelos:
 - Los *cauces o secciones cubiertas de vegetación*, donde predomina la rocosidad, el transporte y el encajamiento por la acción de la hidrólisis.
 - Los *cauces desprovistos de vegetación*, con aspecto de ramblas más o menos amplias, que, en ocasiones, pueden estar también cubiertos de vegetación, instalada sobre aluviones. La amplitud del cauce, aun seco, muestra la anchura que puede alcanzar la lámina de agua en picos de crecidas de frecuencia anual-bianual, superables en picos de crecidas más extremos y de recurrencia más lejana pero probable (Tabla 1).

- La morfología fluvial de los Montes de Málaga presenta un modelo típicamente *dendrítico* (Figura 16), acorde con el predominio del sustrato pizarroso. Sólo próximo a cerros de gran resalte hay, parcialmente, modelos de red *radial*, *subparalela* y *subdendrítica*. La densidad de drenaje es claramente superior a la que muestra el pasillo de Colmenar.

FIGURA N° 16
MODELOS DE RED DRENAJE EN LOS MONTES DE MÁLAGA



Fuente: Senciales, 1999.

TABLA N° 1
CAPACIDADES DE ARRASTRE DE ALGUNOS CAUCES DE LOS MONTES DE MÁLAGA

Unidad de Diagnóstico	Sup. Real (Km ²)	Energía según morfología	Energía según morfometría	Aporte de sedimentos (Tm.) (°)	Conducción (% emitido) (°)	Tensión del flujo (N/m ²) (°)
Almáchar	679	Baja	Alta	3790	74/82	0'426 mb
Iznate	11'69	Baja	Baja	3'378	59'38	0'402 mb
Las Cañas	12'20	Media	Media	5733	50'93	0'506 b
La Caldera	13'07	Alta	Baja	4659	39'39	0'392 mb
El Borge	17'22	Baja	Baja	7'188	61'99	1'156 m
Cútar	17'78	Alta	Media	13'997	59'48	1'601 m
Almáchar	35'34	Baja	Media	7'781	41'78	1'199 m
La Cueva	85'28	Media	Muy Baja	21'048	15'11	2'717 a
Benamargosa	232'61	Baja	Baja	33'964	4'50	4'532 ma.
Benamargosa	285'50	Baja	Baja	33'768	66'57	3'751 a
Vétez Final	641'65	Baja	Baja	49'423	23'45	6'432 ma.

(*) Cálculos realizados para aguacero de 75 mm./6 horas en condición de humedad II.

Mb = muy baja; b = baja; m = media; a = alta; ma = muy alta

Fuente: Senciales, 1995

4.3. El efecto del clima “¿Cuál será el futuro de los Montes de Málaga?”

4.3.1 *El clima y las formas*

El *modelado* es resultado de la interacción entre el sustrato y el efecto de los sucesivos climas que han afectado a un lugar determinado. Durante la evolución geológica antes comentada, el clima de los Montes de Málaga ha sufrido numerosos cambios, desde el tropical húmedo, hasta el desértico cálido, pasando por valores templado-fríos.

El clima actual y la cubierta vegetal explican los procesos, que contribuyen a configurar hoy día las formas. Un cambio en las características climáticas contribuiría, como hizo en el pasado, a modificar los procesos de modelado.

En la actualidad, los Montes de Málaga presentan las siguientes características climáticas (Mapa 3):

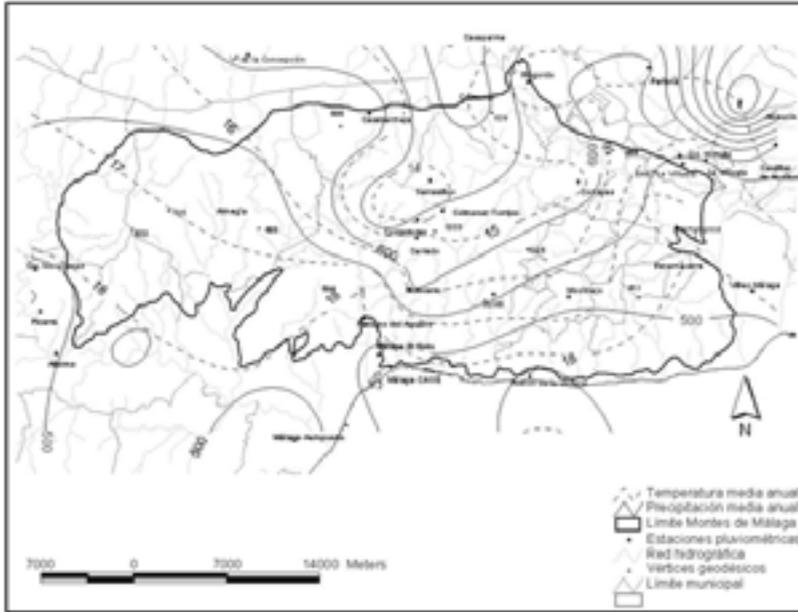
- N° medio de meses áridos (precipitaciones muy escasas o nulas, altas temperaturas, estrés hídrico y dificultades para la vegetación): 2.
- N° medio de meses semiáridos (precipitaciones escasas, temperaturas medias y ausencia de escorrentía, salvo con lluvias intensas): de 6 a 8.
- N° medio de meses templado húmedos (precipitaciones superan la evapotranspiración, temperaturas medias o suaves y con presencia de escorrentía): de 2 a 4.

TABLA N° 2
RELACIÓN ENTRE DOMINIOS MORFOGENÉTICOS Y
PROCESOS EROSIVOS Y EDÁFICOS

Región morfogenética	T. media (°C)	Pp.(mm.) Anual	Procesos geomorfológicos	Procesos edáficos
		Mensual		
Glacial	< -3°C	50 - 1.143 1 - 80	Erosión glacial. Acción del viento. Nivación.	Suelo de tundra: Permafrost
Periglacial	-15 - 33	50 - 1.250 4 - 95	Fuertes movimientos en masa. Ligera a fuerte acción del viento. Débil a moderada acción de la escorrenría. Moderada acción de la congelación.	Crioturbación. Permafrost. Pedolización. Lixiviación. Pérdidas de hierro y aluminio. Humificación.
Árida	-23 - 32	0 - 381 1 - 21	Fuerte acción del viento. Ligera acción de la escorrenría y movimientos en masa.	Salsodización. Calificación. Bloqueo de la humificación.
Semiárida	13 - 32	50 - 1.524 4 - 112	Moderada a fuerte acción de la escorrenría y moderada del viento. Débil a moderada acción de movimientos en masa.	Isoluminismo. Exudaciones. Calificación. Liberación de hierro.
Templado-Húmeda	13 - 27	635-1.950 46 - 144	Moderada a fuerte acción de movimientos en masa. Moderada acción de la escorrenría. Débil acción del viento.	Emparedamiento. Fertilización. Vertisolización. Humificación.
Moderada. Marítima	10 - 21	> 1.700 > 120	Fuerte acción de movimientos en masa. Máximos efectos de la escorrenría. Nula acción del viento.	Lixiviación. Podsolización. Emparedamiento.
Selva	> 16	> 1.500 > 100	Fuerte acción de movimientos en masa. Ligero lavado superficial. Nula acción del viento.	Acumulación de hierro y aluminio. Descalcificación. Alteración geoquímica. Lavado.
Fría-Lluviosa	15 - 10°C	> 1.250 > 95	Fuertes efectos de la escorrenría. Moderados movimientos en masa. Ligera acción de la congelación y, salvo en las costas, del viento.	Pérdidas de hierro, aluminio y calcio. Podsolización. Formación de turberas. Lavado.

Fuentes: Martínez y Senciales 2003; Senciales, 1999-2; Wilson, 1968

MAPA Nº 3
PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS MEDIAS EN LOS
MONTES DE MÁLAGA



Fuente: Martínez y Senciales, 2004

- Por tanto como se puede observar en las anteriores tablas (Tablas 1 y 2), los Montes de Málaga se sitúan en la *Región morfofenética Semiárida* (zonas bajas) en transición a Sabana, estepa o “seco-subhúmedo” (zonas altas de los Montes de Málaga). Ello implica:

1.- Predominio de *la arroyada concentrada*, tanto mayor cuanto más escasa sea la vegetación. Esta escasez también potencia la arroyada difusa (Figura 16).

FIGURA N° 16
EVIDENCIAS DE ARROYADA CONCENTRADA EN LOS MONTES
DE MÁLAGA



2.- *Presencia esporádica de movimientos en masa*, sólo sobre suelos arcillosos (en los Montes de Málaga los suelos son ricos en arcillas debido a la alteración de las pizarras) y durante los meses templado-húmedos (Figura 17).

FIGURA N° 17
MOVIMIENTOS EN MASA EN LOS MONTES DE MÁLAGA Y
SUELOS ARCILLOSOS QUE LOS FAVORECEN



3.- *Actividad erosiva espasmódica*, ya que las precipitaciones son escasas, pero con frecuencia violentas (Figura 18).

4.- Fondos de valles caracterizados por *aluviones mal estructurados*, con arcillas, limos, arenas, gravas, piedras e incluso rocas, que evidencian la potencia que se alcanza durante las avenidas, tanto mayor cuanto más escasa sea la vegetación.

FIGURA N° 18 FONDOS DE VALLES EN LOS MONTES DE MÁLAGA



5.- El modelado semiárido acerca sus características al árido a causa de la *Influencia humana en la vegetación*, especialmente ante incendios reiterados, pastoreo excesivo, usos agrícolas inadecuados o desmontes incontrolados. Esta cercanía implica la formación de potentes depósitos sedimentarios a partir de aluviones y coluviones cada vez más extensos.

- La evolución del modelado es mucho más rápida de lo que se cree en sustratos tan erosionables como son las pizarras de los Montes de Málaga (Tablas 3 y 4; Figuras 19 a y b):
 - Se han detectado encajamientos de hasta dos metros en el cauce principal del arroyo Chaperas en 30 años. Curiosamente, en la zona forestal.
 - Se han detectado desapariciones de cauces en la zona forestal, en 40 años, aumentando los movimientos en masa y la circulación subsuperficial, así como el caudal superficial de los cauces principales (en épocas sin sequía). (Martínez y Senciales, 2004)

TABLA N° 3
VALORES EROSIVOS EN DOS CUENCAS DE LOS MONTES DE MÁLAGA

Respuesta hidrológica (Q_e - mm m^{-2} .)				Respuesta erosiva* (t ha^{-1})
Cuenca	Estado hídrico del suelo			
	Seco	Húmedo	Saturado	
Melgarejos (O. De La Reina)	4,68	0,69	11,65	30,70
Higuerón (N. Santopitar)	15,88	4,13	10,58	>200

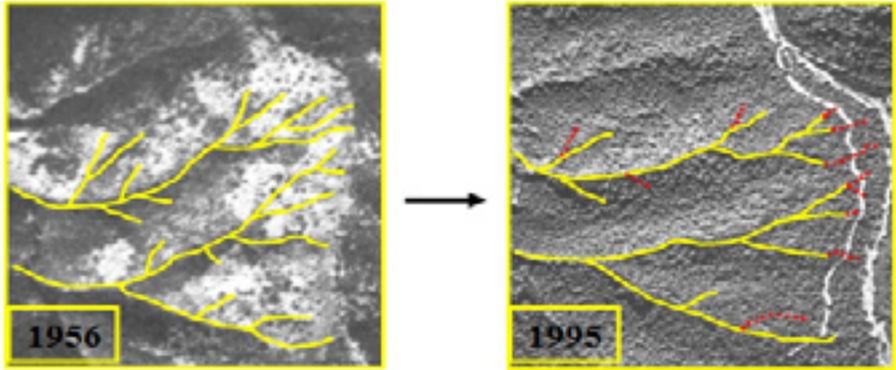
Fuente: Martínez y Senciales, 2004.

TABLA N° 4
VALORES EROSIVOS DE DIVERSAS CUENCAS DE LOS MONTES DE MÁLAGA

Cuenca (superficie en Km ²)	Respuesta erosiva* (t ha^{-1} / año)
Almáchar (35,4)	89,74
Benamargosa (232,6)	190,23
Cútar (13,1)	286,01
Suque (Solano) (28,4)	266,3
Vélez (641,65)	205,04

Fuente: Senciales, 1995.

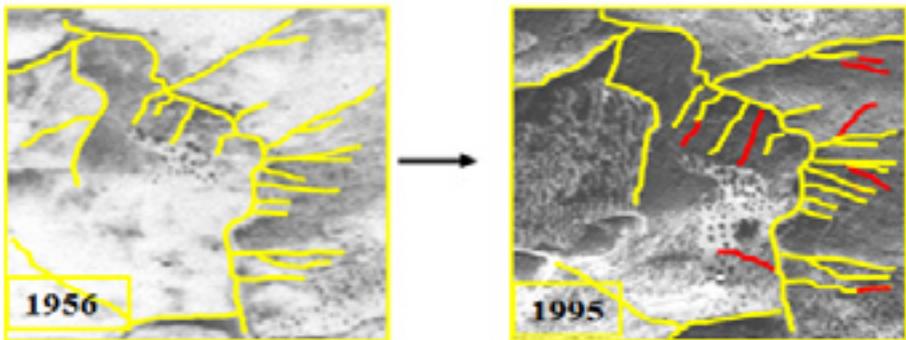
FIGURAS N° 19 A Y B
RED DRENAJE REGRESIVA EN LOS MONTES DE MÁLAGA



Fuente: Martínez y Senciales, 2004. Se constata la desaparición de cauces 40 años después de las tareas forestales.

Por el contrario, en las zonas con vegetación escasa, la progresión del número y longitud de cauces en 40 años es evidente, con una intensa arroyada difusa y concentrada incipiente, así como una disminución del caudal superficial de los cauces principales, soterrados bajo los aluviones (Figuras 20 a y b).

FIGURAS N° 20 A Y B.
RED DE DRENAJE PROGRESIVA EN LOS MONTES DE MÁLAGA



Fuente: Martínez y Senciales, 2004. Se constata el incremento de la longitud y la aparición de nuevos cauces en una cuenca no forestada en 40 años.

5. CONCLUSIONES

Para terminar, pueden extraerse una serie de conclusiones sobre la geomorfología de los Montes de Málaga. Como se ha demostrado, este relieve se caracteriza por un sustrato generalizable como pizarroso impermeable que determina procesos con una fuerte erosión, pero también una rápida evolución del suelo. Gozan, además, de un mayor volumen de precipitación que la franja costera (a menor altura), pero ello no impide, que se encuentren a caballo entre el dominio semiárido y templado húmedo.

El papel de la vegetación (no necesariamente forestal) es fundamental, para evitar una evolución hacia una mayor aridez y, con ello, erosión, a través de pérdidas de suelo y avenidas con picos de crecidas mayores.

FIGURA N° 21 ÁREA FORESTAL DE LOS MONTES DE MÁLAGA



El papel del ser humano en el pasado reciente de dicho relieve con su explotación agrícola, ganadera y maderera, ha sido determinante para la sucesión continua de importantes fases erosivas; sin embargo, también puede actuar en contra de la dinámica desertificadora mediante actividades de reforestación y protección, ya que, como se ha demostrado, pueden producir evidentes retrocesos de la erosión.

FIGURA Nº 22
DEGRADACIÓN Y REGENERACIÓN EN LOS MONTES DE
MÁLAGA



BIBLIOGRAFÍA

- BLAKEY R. (2010): "Global paleogeography". En: <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/globaltext2.html>.
- DURÁN VALSERO, J. J. (1996): *Los sistemas kársticos de la provincia de Málaga y su evolución: contribución al conocimiento paleoclimático del Cuaternario en el Mediterráneo Occidental*, Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 409 pp.
- ESTEVE GONZÁLEZ, C. y CHAMÓN COBOS, C. (1978): *Mapa y Memoria Hoja 1.053-Málaga-Torremolinos. Mapa Geológico de España (1:50.000)*. IGME. Madrid.
- FERRE BUENO, E. y SENCIALES GONZÁLEZ, J.M^a (1990): *Notas sobre la erosión hídrica de las laderas de los Montes de Málaga*. *Actas 1ª Reunión Nacional de Geomorfología*, Teruel, 561-571.
- GÓMEZ MORENO, M^a L. (1989): *La montaña malagueña. Estudio ambiental y evolución de su paisaje*. Dip. Prov. de Málaga. Serie Monografías, n° 1.; 416 pp.
- PEYRE, Y. (1973): *Géologie d'Antequera et sa region (Cordilleres Betiques, Espagne)*, Tesis Doctoral. Travaux Lab. Géol. Mediterranee.
- MARTÍNEZ MURILLO, J.F. y SENCIALES GONZÁLEZ, J.M^a (2003): "Morfogénesis y procesos edáficos. El caso de los Montes de Málaga", *Baetica*, 25, 219-257.
- MARTÍNEZ MURILLO, J.F. y SENCIALES GONZÁLEZ, J.M^a (2004): "Evolución de la red de drenaje de dos pequeñas cuencas de montaña mediterránea subhúmeda (Montes de Málaga, Sur de España)", en BENITO y DÍEZ HERRERO: *Contribuciones Recientes sobre Geomorfología. Actas de la VIII Reunión Nacional de Geomorfología. Toledo, septiembre de 2004*. Vol I: 135-145.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1997): *La zona interna bético-rifeña: (antecedentes, unidades tectónicas, correlaciones y bosquejo de reconstrucción paleogeográfica)*, Universidad de Granada. Tesis Doctoral.
- SENIALES GONZÁLEZ, J. M^a (1995): *La cuenca del río Vélez. Estudio Hidrográfico*, Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. Ed. Microfichas.
- SENIALES GONZÁLEZ, J. M^a (1999): *Redes Fluviales. Metodología de análisis*. Col. Estudios y Ensayos, n° 34. Universidad de Málaga.
- SENIALES GONZÁLEZ, J. M^a (1999): "Los sistemas morfoclimáticos actuales de la provincia de Málaga. Aproximación a la evolución del modelado", en *El Territorio y Su Imagen*. Tomo I. Actas XVI Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles. Málaga. Pp. 323-335.
- WILSON, L. (1968): "Morphogenic classification", en FAIRBRIDGE, R.W. (Ed.): *Encyclopedia of Geomorphology*. Reinhold, New York. 717-31.

