

*Curso de campo*

*Sierra de las Nieves*

*y Valle del Genal*



Ronda

Torrecilla  
Genal

Abril 2021



Universidad  
de Huelva

## PRÓLOGO

Organizar un curso de campo que conlleva viaje y alojamiento colectivos en la actual situación de estado de alarma, medidas sanitarias de control y precauciones personales que debemos tomar, es a todas luces una tarea complicada. Sin embargo son muchas las razones que nos han movido a acometer la tarea. La más importante la ilusión que transmiten las personas socias de la ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA demandando nuevas salidas y actividades. Va por ellas.

En el segundo año de la COVID19, el profesorado y el alumnado siguen aprendiendo a teletrabajar, teleconocer, teleevaluar y teleinteractuar. A utilizar cada vez más recursos TIC, a introducir grandes dosis de información vía digital y a usar y diseñar simulaciones ciberneticas. No me cabe ninguna duda de que de todo ello se destilarán nuevos aprendizajes, herramientas didácticas y nuevas metodologías. Pero una vez más toda la presión sobre el ejercicio de la docencia empuja en la dirección de abandonar las salidas de campo. No es momento escribir una justificación fundamentada sobre la utilidad de las salidas de campo y sus diferentes y controvertidas variantes, literatura hay abundante. Me voy a permitir hacer una libre reflexión.

Escuché a D. Ramón Margalef en una de sus clases decir que la ciencia hunde sus raíces en una fe, la de que los fenómenos naturales tienen una explicación. Como casi todo lo que decía el profesor Margalef, sin aspavientos y con poca voz aunque el público fuera extenso, aquello me dio mucho que pensar, acostumbradas como estamos a que ciencia y fe sean considerados términos antagónicos, nunca complementarios. Se podría deducir, de manera un tanto grosera, que solamente quien interroga a la Naturaleza ejerce como científica. Adiestrarnos en la observación, a veces rigurosa y sistemática, a veces libre y relajada parece una buena receta para generar interrogantes o contrastar teorías aprendidas. En eso que ahora llamamos la alfabetización científica parece por lo tanto imprescindible. Unos de los aspectos más interesantes de nuestras salidas de campo es precisamente el de compartir observaciones, suposiciones, explicaciones. Porque vamos al campo personas con formaciones en diferentes disciplinas y por lo tanto vemos más y discutimos más libremente, sin el corsé que impone a veces la ortodoxia de la especialidad. El intercambio va a estar muy dificultoso en esta ocasión debido la necesidad de mantener las distancias de seguridad. Es seguro que repercutirá en el resultado final y puede generar algo de frustración, pero quedarse en casa no parece buena solución.

En esta salida, os proponemos una aproximación holística a un espacio natural. Se trata de caminar observando lo más fácil de ver, esencialmente la geología y la vegetación de la Sierra de las Nieves y buscarle explicación a algunas de las cosas que veremos. Suelo, relieve, roca, mar, océano, clima, vida, interactúan en este espacio y dan, como siempre, un resultado singular. Os proponemos caminar con el espíritu de los viajeros naturalistas. No hace falta ser Darwin o Humboldt o el propio Boissier para que el paseo sea productivo, pero sí creer que hay muchas cosas por descubrir.

En Noviembre de 2013 viajamos por el norte de Marruecos, igual que ahora con la AEPECT y la UHU, para conocer la geología de Rif. En aquella ocasión el cuaderno de campo incluía un mapa geológico que os pongo en la contraportada con el permiso del profesor Francisco M. Alonso Chávez. La visión de ese mapa fue para muchas de nosotras una revelación. De repente, el estrecho de Gibraltar no era el final de ningún territorio, no marcaba un límite, solo era un brazo de mar que atravesaba una cordillera en forma de arco y el arco tenía, en sus colores, una simetría sorprendente. Fue el inicio de muchos descubrimientos y preguntas que nos llevaron a lo largo de los años a recorrer buscando respuestas, esta cordillera que abraza el Mediterráneo en su extremo occidental. Y porque sé que somos muchas las que queremos volver a África, ahí os lo dejo, de inspiración y aperitivo.

Pepa Beiras Torrado



## Curso de campo Sierra de las Nieves y Valle del Genal.

Universidad  
de Huelva

### Factores implicados en la presencia del pinsapar y otras formaciones vegetales.

Ronda (Málaga) 23,24 y 25 de Abril de 2021

Ponentes:

Pablo Hidalgo Fernández (Dpto. de Ciencias Integradas, Universidad de Huelva)

Antonio Rodríguez Ramírez (Dpto. de Ciencias de la Tierra, Universidad de Huelva)

Coordina:

Pepa Beiras Torrado (AEPECT)

1 <sup>a</sup> PARTE: EL PINSAPO .....	2
1.1- ORIGEN DEL PINSAPO .....	2
1.2- BIOLOGÍA DEL PINSAPO.....	3
1.3- DISTRIBUCIÓN.....	5
1.4- REQUERIMIENTOS AMBIENTALES .....	6
1.5- ESTRUCTURA Y DINÁMICA .....	7
1.6- CONSERVACIÓN.....	9
1.7- BIBLIOGRAFÍA.....	11
2 <sup>a</sup> PARTE: LA SIERRA DE LAS NIEVES.....	12
2.1- INTRODUCCIÓN.....	12
2.2- BIOCLIMATOLOGÍA .....	12
2.3- BIOGEOGRAFÍA .....	13
2.4- VEGETACIÓN.....	15
2.5- BIBLIOGRAFÍA.....	18
3 <sup>a</sup> PARTE: EL VALLE DEL GENAL .....	19
3.1- INTRODUCCIÓN.....	19
3.2- BIOCLIMATOLOGÍA .....	19
3.3- BIOGEOGRAFÍA .....	20
3.4- VEGETACIÓN.....	21
3.5- HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO.....	23
3.5- BIBLIOGRAFÍA.....	24
4 <sup>a</sup> PARTE: GEOLOGIA.....	25
4.1- LA CORDILLERA BÉTICA .....	25
4.1- SIERRA DE LAS NIEVES Y VALLE ALTO DEL GENAL .....	29
4.1- BIBLIOGRAFÍA.....	31

## 1. EL PINSAPO

### 1.1. ORIGEN DEL PINSAPO

Fue en la primera mitad del siglo XIX cuando Edmundo Boissier (Figura 1), un botánico suizo, describió esta especie diferenciándola de su congénere norteño, el abeto blanco (*Abies alba*). Fue movido por una muestra suministrada por dos farmacéuticos malagueños, Haenseler y Prolongo. En su visita a la zona, lo identificó claramente como un *Abies*. En su libro (Boissier, 1839) describe el momento como: ‘... muy cerca de allí, el guía nos enseñó desde lejos el primer pinsapo; dando gritos de alegría corrimos llenos de emoción, pero por desgracia el árbol no llevaba ningún fruto, un segundo, un tercero me dieron sucesivamente falsas esperanzas, al fin tuve bastante suerte y vi uno cuyas ramas superiores estaban cargadas de conos erguidos. Nos apresuramos a trepar para recogerlos y ya no quedaron dudas sobre el género de está árbol singular. Era ciertamente un *Abies* próximo a nuestro abeto común...’. La especie fue bautizada como con el nombre específico de *Abies pinsapo*, ya que es como lo conocen en el lugar. Dicho nombre parece provenir de los vocablos latinos *pinus* y *sapinus* (pino y abeto).

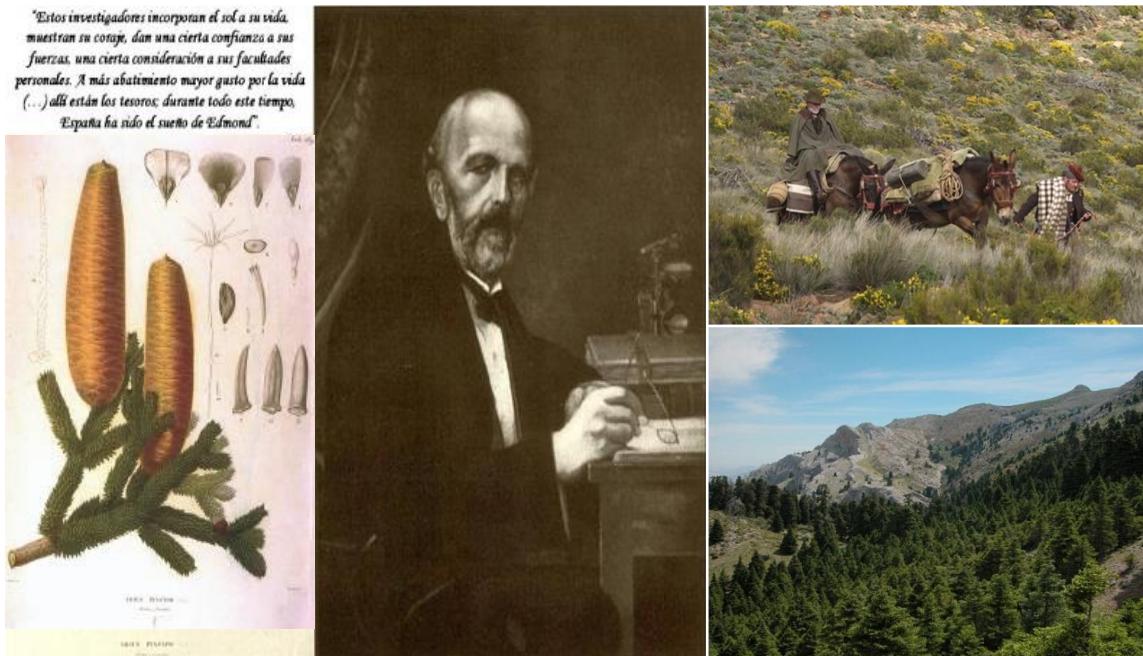
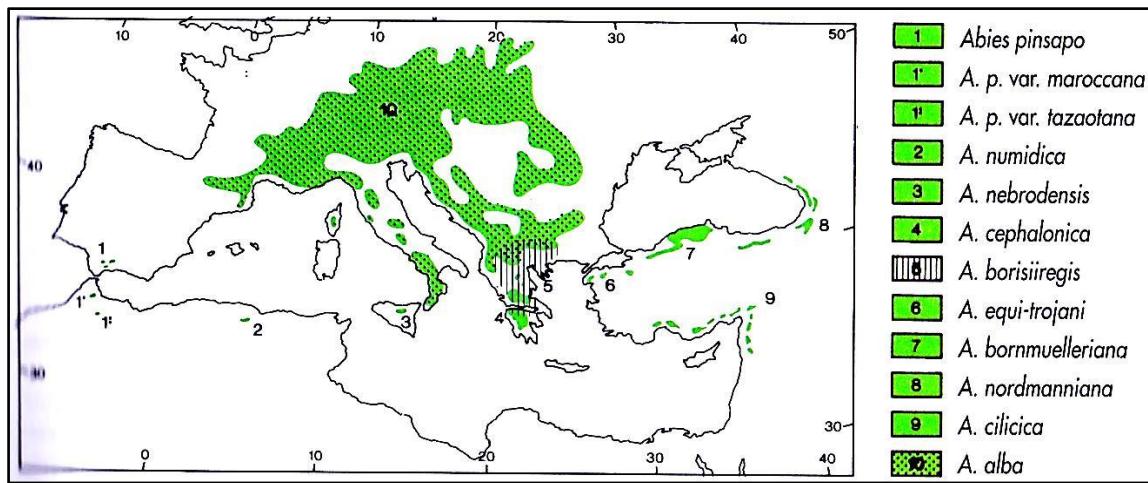


Figura 1. Lámina de *Abies pinsapo* y retrato de Edmond Boissier (tomados de Barbey, 1931), recreación de su viaje por la Sierra de las Nieves y panorámica del bosque de coníferas que localizó.

Fue en mayo de 1837 cuando recorrió la zona a lomos de burro y encontró esos restos de pinsapo. Se trataba de bosques umbrosos que le recordaban mucho a los bosques boreales de coníferas (taiga) pero en un entorno mediterráneo (Fig. 1). Estudios posteriores identificaron a otros casos semejantes en numerosas montañas de la cuenca Mediterránea. El origen de estos abetos mediterráneos se remonta posiblemente al Oligoceno, hace entre 23 y 25 millones de años, cuando se difundieron desde Asia Menor. Este proceso dejó relegado, en diversas montañas mediterráneas a numerosas poblaciones que, por deriva genética, dieron lugar a los conocidos como abetos circun-mediterráneos (figura 2). Las áreas de distribución de estas especies son muy reducidas debido a la progresiva aridificación del clima en el Cuaternario (Costa Tenorio et al. 2005).



La especie que describió Boissier, la que quedó relegada en el sur de la península Ibérica, constituye una verdadera reliquia que se ha preservado, casi milagrosamente, en unas cuantas sierras de Málaga y Cádiz. El pinsapo es una especie endémica de estas zonas, estando emparentado muy de cerca con los abetales norteafricanos del Rif marroquí con la que posiblemente compartió área durante el Mioceno (figura 3).



Figura 3. Hipótesis del origen de las distintas especies de abetos circun-mediterráneos en el sistema Bético-Rifeño. (Modificado de Calera González y Montilla Castillo, 1999).

## 1.2. BIOLOGÍA DEL PINSAPO

Se trata de una conífera con porte cónico cuando es joven y cilíndrico en la madurez. No obstante, se han descrito numerosas formas, como la de candelabro, que caracterizan a numerosos ejemplares ancianos (figura 4) y que parece proceder de una pérdida de la yema apical, generando ramas laterales.

Las hojas son aciculares y dispuestas helicoidalmente a lo largo de las ramillas (figura 5). Se cree que esta disposición le hace más tolerante a la aridez del clima mediterráneo ya que dificulta el paso del aire seco entre las acículas. Es interesante señalar que *A. alba*, el abeto blanco europeo tiene las acículas dispuestas en un solo plano.

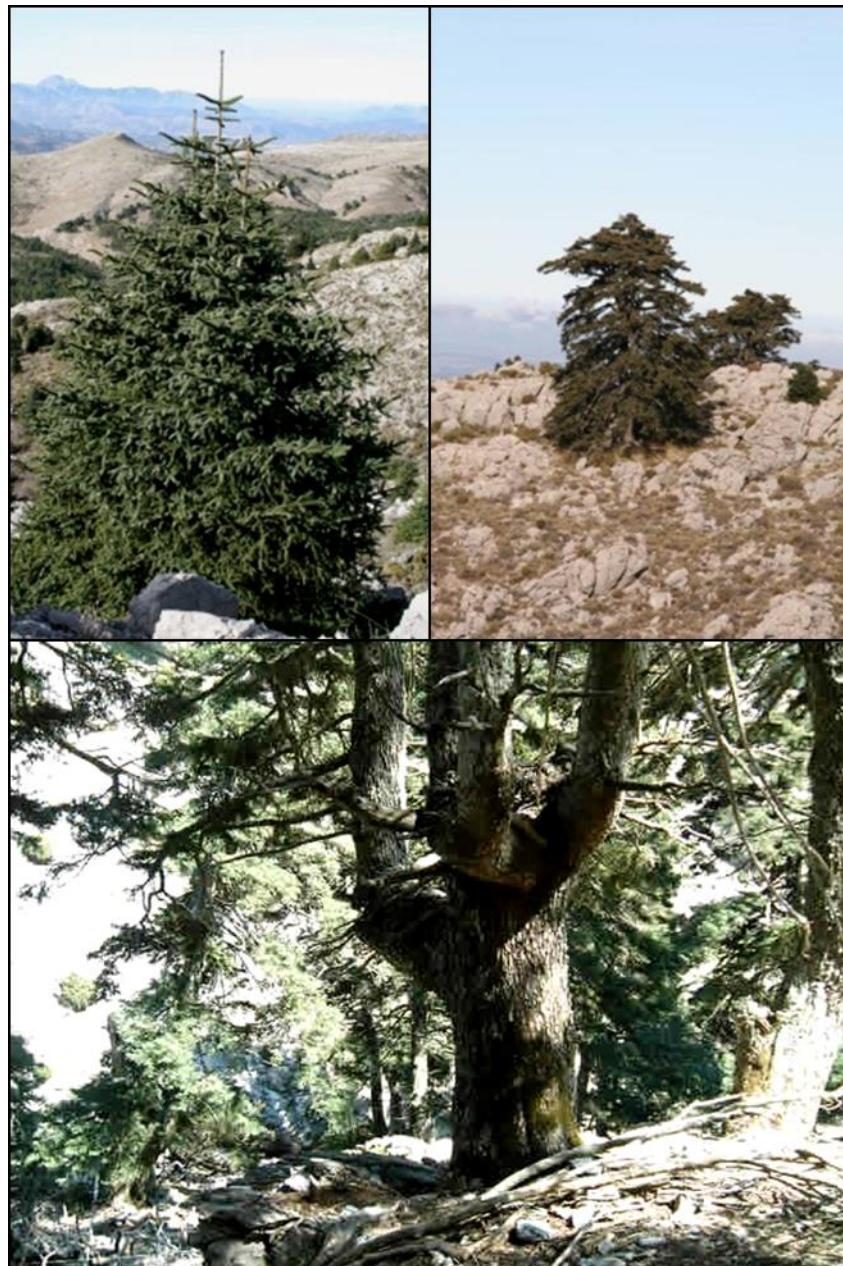


Figura 4. Distintos portes adoptados por el pinsapo según su edad o dinámica de la copa.



Figura 5. Detalle de la disposición helicoidal de las acículas del pinsapo.



Figura 6. Conos femeninos (izquierda) y masculinos (derecha) de *Abies pinsapo*, y mecanismo de polinización. Los conos masculinos se encuentran en la base y los femeninos en la cima de la copa.

La especie es monoica con conos masculinos y femeninos. Los primeros dispuestos en las zonas bajas de la copa y los segundos en la cima (Arista et al, 1997). De esta manera se fomenta la polinización cruzada ya que el polen de la propia planta no tendría acceso a sus conos femeninos sino a los de un árbol colindante (Fig. 6).

### 1.3. DISTRIBUCIÓN

La distribución del pinsapo se restringe exclusivamente a la serranía de Ronda. Existen tres núcleos principales que afortunadamente coinciden con Espacios Naturales Protegidos (figura 7), precisamente por albergar pinsapos. El bosque de mayor extensión se encuentra en el Parque Natural de la Sierra de Grazalema (Cádiz), aunque dentro de esta zona protegida solo hay 400 ha de pinsapo. La zona con mayor distribución, aunque muy fragmentada, es el Parque Natural de la Sierra de las Nieves, con unas 2200 ha de pinsapares. En la fecha de redacción de este documento (primavera de 2021) ya estaba aprobado el Proyecto de Ley (2 de febrero de 2021), para la declaración del Parque Nacional de la Sierra de las Nieves, lo que supone un paso definitivo para la creación del decimosexto Parque Nacional de España y el tercero en territorio andaluz. El tercer núcleo, con menor distribución (unas 40 ha), se trata del Paraje Natural de los Reales de Sierra Bermeja.

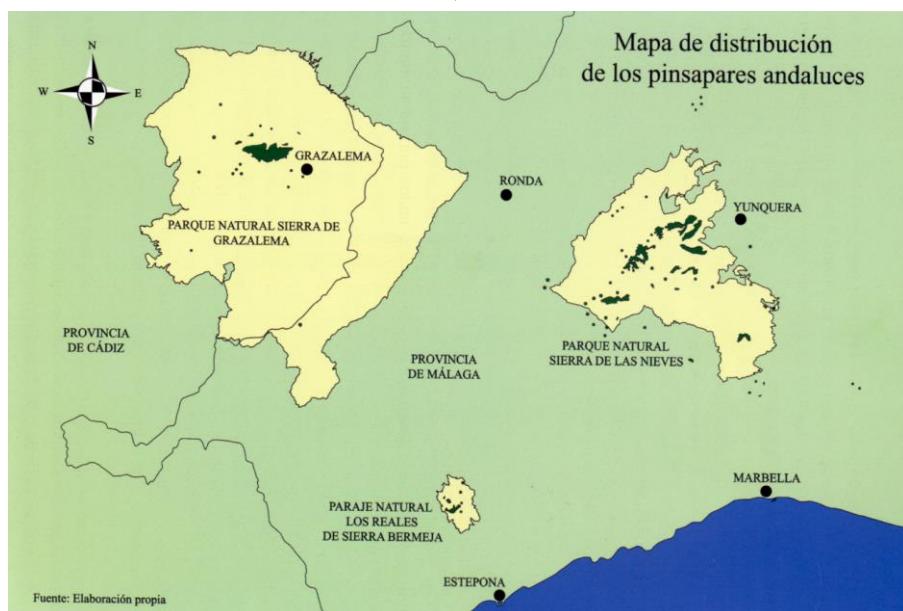


Figura 7. Mapa de distribución de los distintos pinsapares y Espacios Naturales Protegidos donde se encuentran. La inmensa mayoría de los individuos están en estas zonas.

## 1.4. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

El principal requerimiento ambiental del pinsapo es la presencia de humedad durante casi todo el año. Normalmente se distribuye en zonas con unos 2000-3000 l/año (incluso a veces por encima de los 4000 como ocurre en la zona de Grazalema). Estas lluvias son de origen orográfico, donde frentes atlánticos cargados de agua encuentran una zona montañosa y se ven obligados a liberar agua. Sin embargo, la zona sigue un patrón similar al resto de la zona de clima mediterráneo, con un largo y caluroso período de sequía estival. No obstante, este régimen abundante de lluvias es acompañado por un fenómeno muy característico de la zona que consiste en la criptoprecipitación que generan las frecuentes brumas marinas. No está distribuido cerca del mediterráneo por casualidad, ya que estas brumas compensan la aridez que sufre la zona durante el verano. En la figura 8 aparecen los diagramas ombrotérmicos del pueblo de Grazalema y de cumbres cercanas a la ciudad de Ronda. En ambos diagramas se aprecia un período de sequía estival (zona punteada) característico del bioclima mediterráneo.

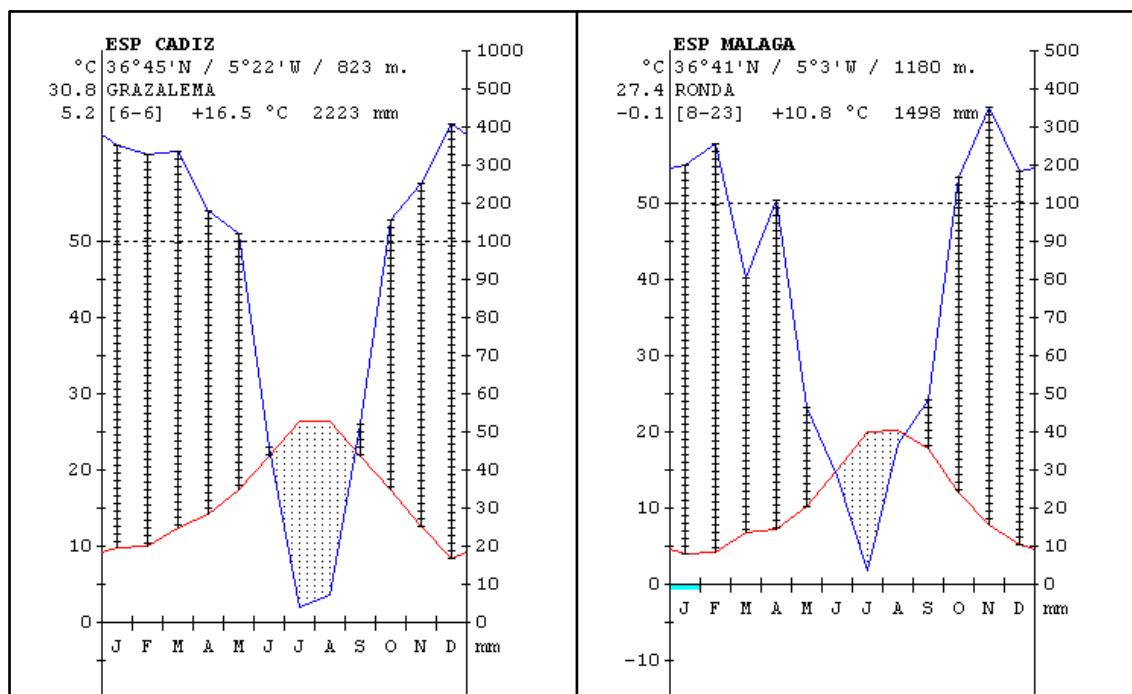


Figura 8. Diagramas ombrotérmicos de Grazalema y cumbres del entorno de Ronda (tomados de [www.globalbioclimatics.org](http://www.globalbioclimatics.org)).

Otra característica que contribuye a una mayor tolerancia a la aridez estival de esta conífera es su asentamiento en laderas norte, que reciben menos insolación y donde la evapotranspiración es mucho menor.

Con respecto a las temperaturas, las medias de enero (mes más frío) son de 0-5°C, por lo que la persistencia de la nieve es muy escasa. Es por tanto una zona fría pero muy atemperada por la influencia del mar Mediterráneo. Con respecto al verano, las medias de agosto (mes más cálido) son de 18-22°C, típicos de media y alta montaña.

Finalmente, con respecto al sustrato, parece ser indiferente ya que se asienta tanto en calizas como en peridotitas. La naturaleza del sustrato, por tanto, no parece ser un factor determinante, siendo la altitud, temperatura y la presencia de humedad las que condicionan su presencia.

## 1.5. ESTRUCTURA Y DINÁMICA

El pinsapar forma bosques con un dosel denso casi continuo que genera un ambiente muy húmedo y sombrío, con un suelo cubierto de acículas de difícil descomposición que no constituye un medio muy adecuado para el desarrollo de un estrato arbustivo. Debido a esto, suele presentar escaso matorral acompañante. En los claros de bosque y en sus etapas de degradación son frecuentes especies típicas de las montañas béticas como *Berberis vulgaris* subsp *australis*, *Phlomis crinita*, *Ulex baeticus*, *Lavandula lanata*, *Crataegus monogyna*, *Paenia brotero* o *Daphne laureola* (figura 9).



Figura 9. Algunos ejemplos de flora presente en los claros de bosque de pinsapo, en el ecotono o en etapas de degradación.

Estos bosques están generalmente distribuidos a 1000-1700 m s.n.m. (figura 10), coincidiendo con el piso bioclimático supramediterráneo. Por debajo, en el piso mesomediterráneo, suele contactar catenalmente, en los lugares más frescos y húmedos, con quejigos (*Quercus faginea*) y en los más secos y soleados con encinas (*Quercus rotundifolia*), alcornoques (*Quercus suber*) o pinos (*Pinus pinaster*).

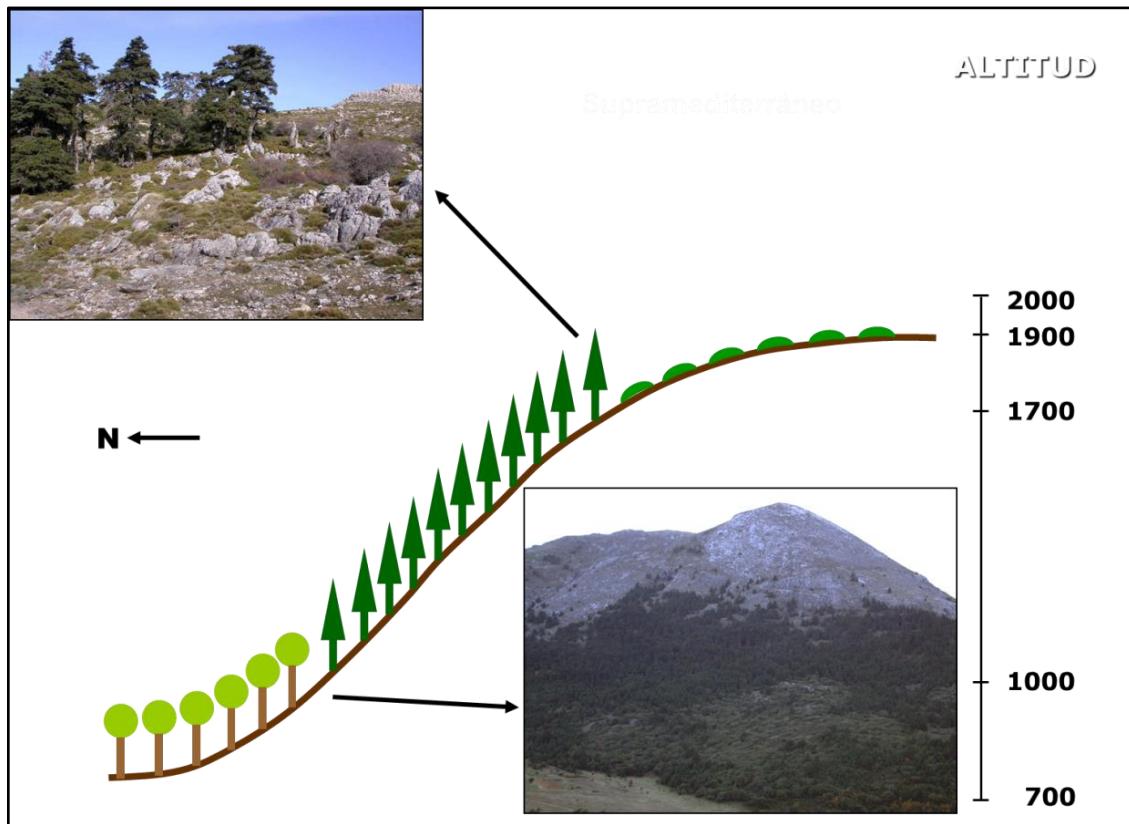


Figura 10. Estructura de los bosques de pinsapo y contactos catenales.

Por encima de los 1700 m ya se hace escaso y va cediendo su espacio a matorral de alta montaña (figuras 11 y 12), formado principalmente por piornales (*Erinacea anthyllis*) y por enebros (*Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*) hasta llegar a los matorrales típicos del oromediterráneo con especies como la sabina rastrera (*Juniperus sabina*) o el enebro (*Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*).

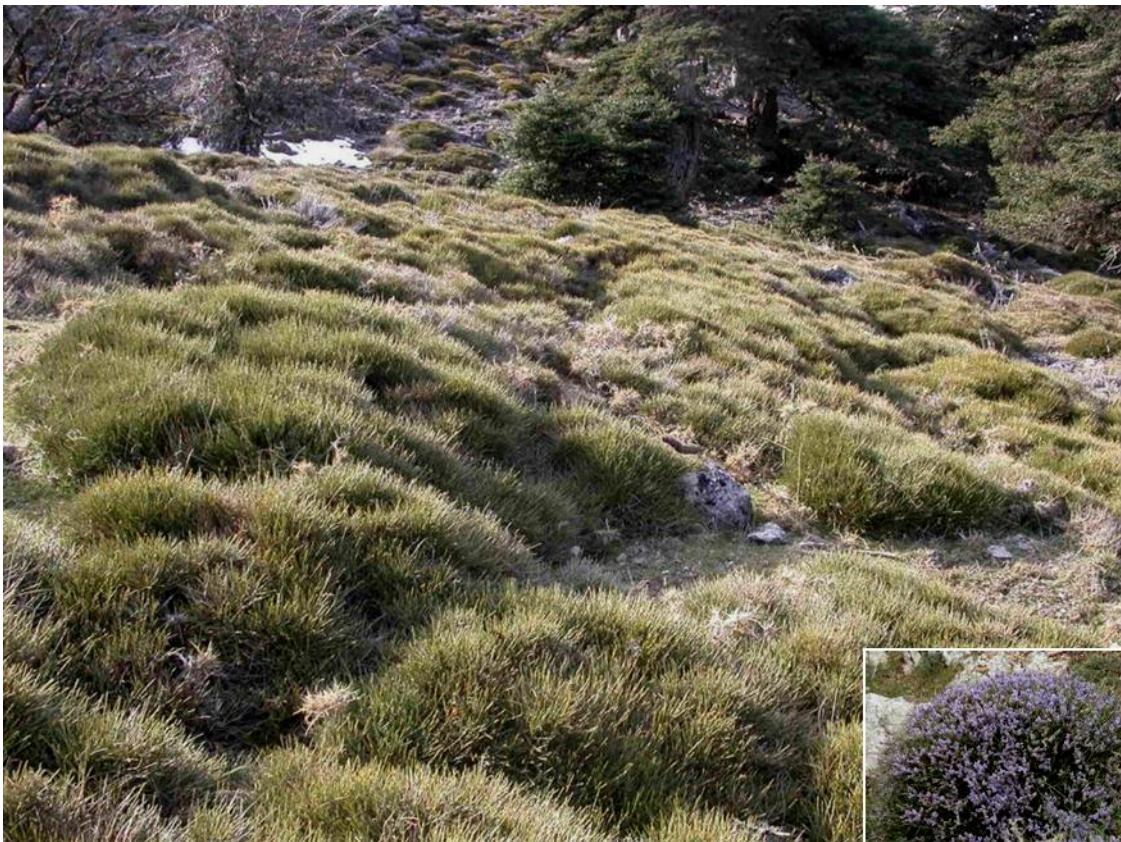


Figura 11. Piorno azul, *Erinacea anthyllis*, típica de matorral rastrero o almohadillado de alta montaña.



Figura 12. Matorral de alta montaña en la transición de los pisos supramediterráneo a oromediterráneo, compuesto por especies del género *Juniperus*.

## 1.6. CONSERVACIÓN

A principios del siglo XX, la mayoría de los expertos auguraban la inminente extinción del pinsapo. En 1929, Augusto Barbey, nieto de Edmundo Boissier, visitó las zonas que describió su abuelo y relata el lamentable estado en que se encontraban los pinsapares. Las talas abusivas, plagas, exceso de ganado doméstico, el carboneo, los incendios recurrentes, etcétera, iban a acabar con la especie que describió su abuelo. En 1933, los ingenieros forestales Ceballos y Vicioso indicaron: ‘... la pérdida aún es evitable ya que las causas que lo provocan son bien conocidas: pastoreo excesivo de cabras’. Años después (1945), gracias a la presión generada por la

población y la comunidad científica, el Estado compra el pinsapar de la Sierra de las Nieves. Comienza ahí su protección, a la que se añade, en 1971, la compra, también por parte del Estado de la sierra del Pinar (el pinsapar de Grazalema). Fue ya en la época de la democracia cuando, en 1978, la Sierra de Grazalema entra en el programa *Mab* (Man and Biosphere, UNESCO). Es la primera Reserva de la Biosfera declarada en España. Poco después, en 1984 se declara el Parque Natural de la Sierra de Grazalema, al que le siguen, en 1989, el Parque Natural de la Sierra de la Nieves y Paraje Natural de Los Reales de Sierra Berméja. En 1995, la Sierra de las Nieves es declarada también Reserva de la Biosfera. Recientemente, este espacio ha pasado a engrosar nuestra red de Parques Nacionales, siendo propuesto como el tercer Parque Nacional de Andalucía, junto a espacios tan emblemáticos como Sierra Nevada y Doñana.

En 1992 entra en vigor la Directiva de Hábitats (Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992): en cuyo Anexo I (Tipos de hábitats de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de zonas de especial conservación), aparece, con el código 9520, los abetales de *Abies pinsapo*. Esto hace que la Sierra de las Nieves se proponga como Lugar de Interés Comunitario en 2002 y tras la publicación del Plan de Gestión (Decreto 493/2012, de 25 de septiembre), pasa a ser Zona Especial de Conservación de la Red Natura 2000. Con respecto al Anexo II (Especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación), no queda recogido el pinsapo pero sí uno de los abetos circun-mediterráneos, *Abies nebrodensis*, del cual solo quedan unos 30 individuos en Sicilia.

Con respecto a la catalogación de la especie, en el año 2000 entra en la Lista roja de la flora vascular española como Vulnerable (Vu (B2c+3c)) y en el Libro rojo de la flora silvestre amenazada de Andalucía (Blanca et al, 1999): como En peligro (En). En 2003 se publica la Ley de la flora y fauna silvestres (Ley 8/2003, de 28 de octubre), que mantiene a la especie como En peligro (En). En 2005 se publica la Lista roja de la flora vascular de Andalucía (Cabezudo et al.2005) con los nuevos códigos quedando como En Peligro (EN B1ab (iv)+2ab (iv)) y en 2008 se revisa la Lista Roja de la Flora Vascular Española (Moreno, 2008), manteniéndose como Vulnerable (VU B1ab (iii,iv,v)+2ab(iii,iv,v)).

Por fortuna, el vaticinio de los expertos de principio del siglo XX no se cumplió, las políticas de conservación del hábitat (espacios protegidos) y de la especie (listas y catálogos), consiguieron recuperar la especie que hoy día se encuentra en plena expansión. Desde hace muchas décadas se ha convertido en una especie emblemática de la zona y los programas de Educación Ambiental han conseguido implicar a la ciudadanía en su conservación. Los únicos factores de amenaza que persisten son los riesgos de incendio, el pastoreo excesivo, los patógenos como *Heterobasidion annosum* (= *H. abietinum*) (Vita et al., 2007). Sin embargo, una nueva amenaza se cierne sobre nuestro pinsapo: El Cambio Climático. Un aumento de temperaturas y una disminución en el patrón de precipitaciones en la cuenca mediterránea puede poner en serio peligro a los bosques de pinsapo que han logrado sobrevivir durante miles de años en nuestras sierras (Aussenac, 2002; López-Tirado & Hidalgo, 2013). Un ejemplo de las consecuencias inmediatas de estos cambios lo encontramos en el perforador *Cryphalus numidicus*, que entra en árboles aparentemente sanos, pero que han estado sometidos a nevadas de corta duración, períodos de sequía y aumento de temperatura como consecuencia del calentamiento global.

## 1.7. BIBLIOGRAFÍA

- ARISTA, M.; HERRERA, J. Y TALAVERA, S. 1997. *Biología del Pinsapo*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- AUSSENAC, G. 2002. Ecology and ecophysiology of circum-Mediterranean firs in the context of climate change. *Annals of Forest Science* 59 (8): 823-832.
- BARBEY A. 1931. *A travers les Forêts de Pinsapo d'Andalousie*. Librairie Agricole, Paris.
- BLANCA LÓPEZ, G., CABEZUDO ARTERO, B. HERNÁNDEZ BERMEJO, J.E., HERRERA C.M. MUÑOZ ÁLVAREZ, J. VALDÉS CASTRILLÓN, B. 1999. *Libro Rojo de la flora silvestre amenazada de Andalucía. Tomo I: Especies en peligro de extinción*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, Sevilla.
- BOISSIER, E. 1839. *Voyage botanique dans le Midi de l'Espagne pendant l'année 1837* 1. Paris
- CABEZUDO, B., TALAVERA, S., BLANCA, G., SALAZAR, C., CUETO, M., VALDÉS, B., HERNÁNDEZ BERMEJO, J.E., HERRERA, C.M., RODRIGUEZ HIRALDO, C. & NAVAS, D. (2005). *Lista Roja de la flora vascular de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- CALERA GONZÁLEZ, A. Y MONTILLA CASTILLO, D. (1991). «El pinsapar». Educo, 27: 27-32.
- CEBALLOS, L. Y VICIOSO, C. (1933). Estudio sobre la vegetación y la flora forestal de la provincia de Málaga. *Ed. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias*, Madrid.
- COSTA TENORIO, M.; C. MORLA y H. SAINZ 1997. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Planeta. Barcelona.
- LÓPEZ-TIRADO J., HIDALGO, P.J. 2013. *The potential impact of global change on the distribution of Pinus sylvestris L., P. nigra Arnold and Abies pinsapo Boiss.* In the baetic range (Andalusia, Spain): a high resolution predictive model. Conference paper: Adapting to Global Change in the Mediterranean Hotspot. September 2013. Seville (Spain).
- MORENO, J.C., coord. (2008). *Lista Roja 2008 de la flora vascular española*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas), Madrid, 86.
- VITA, P. DE, JIMÉNEZ, J.J., TRAPERO, A. CAPRETTI, P., SÁNCHEZ, M.E. 2007. La podredumbre radical del pinsapo II: Diseminación de *H. abietinum* en bosques de *Abies pinsapo*. *BoL San. Deg. Plagas* 33:537-545.

## 2. LA SIERRA DE LAS NIEVES

## 2.1. INTRODUCCIÓN

Sierra de las Nieves se localiza en el extremo suroeste de la Cordillera Bética, enmarcándose en la porción más elevada de la Serranía de Ronda. El parque natural cuenta con una superficie de 20.132 hectáreas (Figura 1) y comprende parte de los municipios de El Burgo, Istán, Monda, Parauta, Ronda, Tolox, y Yunquera.

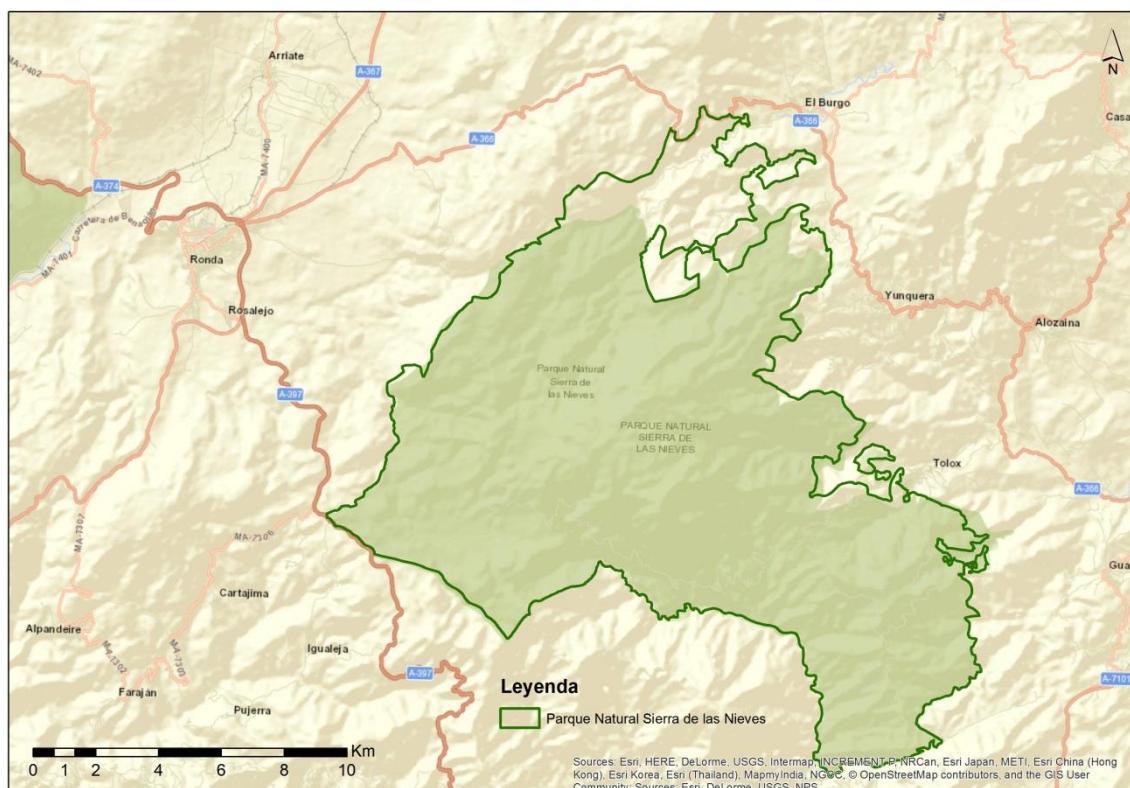


Figura 1. Área del Parque Natural de la Sierra de las Nieves.

Este Parque Natural fue declarado por la ley 2/89, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección. Posteriormente pasó a formar parte de la Reserva de Biosfera Sierra de las Nieves, declarada por la UNESCO en 1995, integrándose desde entonces en la Red Mundial de Reservas de la Biosfera. También entró a formar parte de la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo en 2006, constituida por la sierra de las Nieves junto con otros espacios protegidos de España y Marruecos. Igualmente, forma parte de la Red Natura 2000 como Zona Especial de Conservación desde 2012.

## 2.2. BIOCLIMATOLOGÍA

La Bioclimatología es la ciencia que estudia la influencia del clima sobre la distribución y abundancia de los seres vivos. Es una disciplina que intenta definir científicamente unos

modelos climáticos en relación con la presencia de determinados seres vivos siendo, por tanto, un método que pone en relación la Biología y la Física.

Una de sus principales características de la Sierra de las Nieves son sus elevadas montañas, las más altas de Andalucía occidental, con los 1.919 metros de altura del Pico Torrecilla. Esto hace que posea una diversidad climática muy acusada, con pisos bioclimáticos desde termomediterráneo hasta Oromediterráneo en las cumbres (Figura 2). El hecho de que estas montañas se encuentren muy próximas al mar hace que reciban abundante lluvia de los frentes del estrecho, además de los frentes atlánticos. Los bosques de *Abies pinsapo* corresponderían con el piso bioclimático supramediterráneo, aunque pueden bajar al mesomediterráneo. Las cumbres, ya del Oromediterráneo, estarían reservadas a vegetación arbustiva de sabinas y enebros.

En sus cumbres hace años que los neveros guardaban en pozos, nieve durante el invierno para distribuirla durante el verano por los pueblos de la provincia. De este antiguo oficio, proviene el nombre de este Parque Natural. Sin embargo, las nieves son raras y esta persiste muy poco. A pesar de sus altas cumbres, la proximidad del mar hace que las temperaturas sean muy suaves.

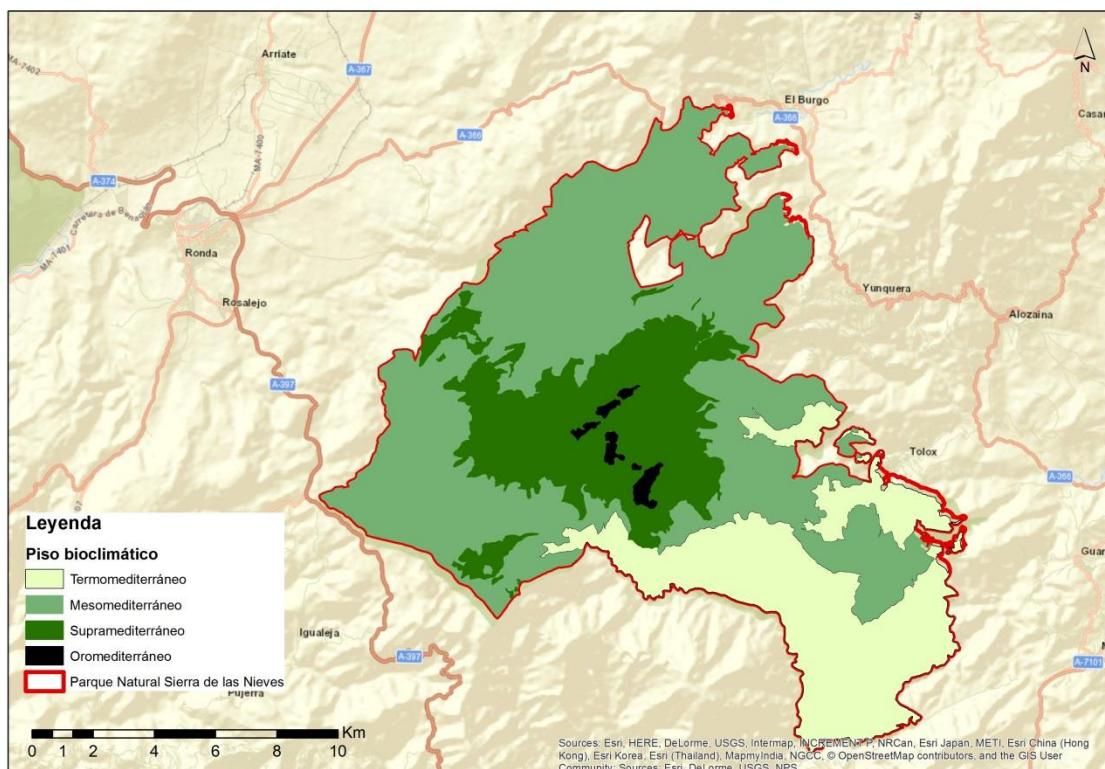


Figura 2. Distribución de los distintos pisos bioclimáticos de la Sierra de las Nieves.

### 2.3. BIOGEOGRAFÍA

La biogeografía es la disciplina que estudia la distribución, las causas y las vías de migración de los seres vivos y de sus comunidades en la Tierra, tanto en ambientes terrestres como marinos. Mediante esta ciencia, podemos hacer una clasificación biogeográfica de la Tierra según sus

categorías principales: Reino, Región, Provincia y Sector. Cada una de estas categorías está bien definida por una serie de familias y géneros botánicos que son endémicos de cada una.

Reino Holártico

Región Mediterránea

Subregión Mediterránea Occidental

Superprovincia Iberomarroquí-Atlántica

Provincia Bética

Sector Rondeño

Subsector Rondense

Sector Bermejense

Subsector Bermejense

Sector Aljíbico

Subsector Marbellí

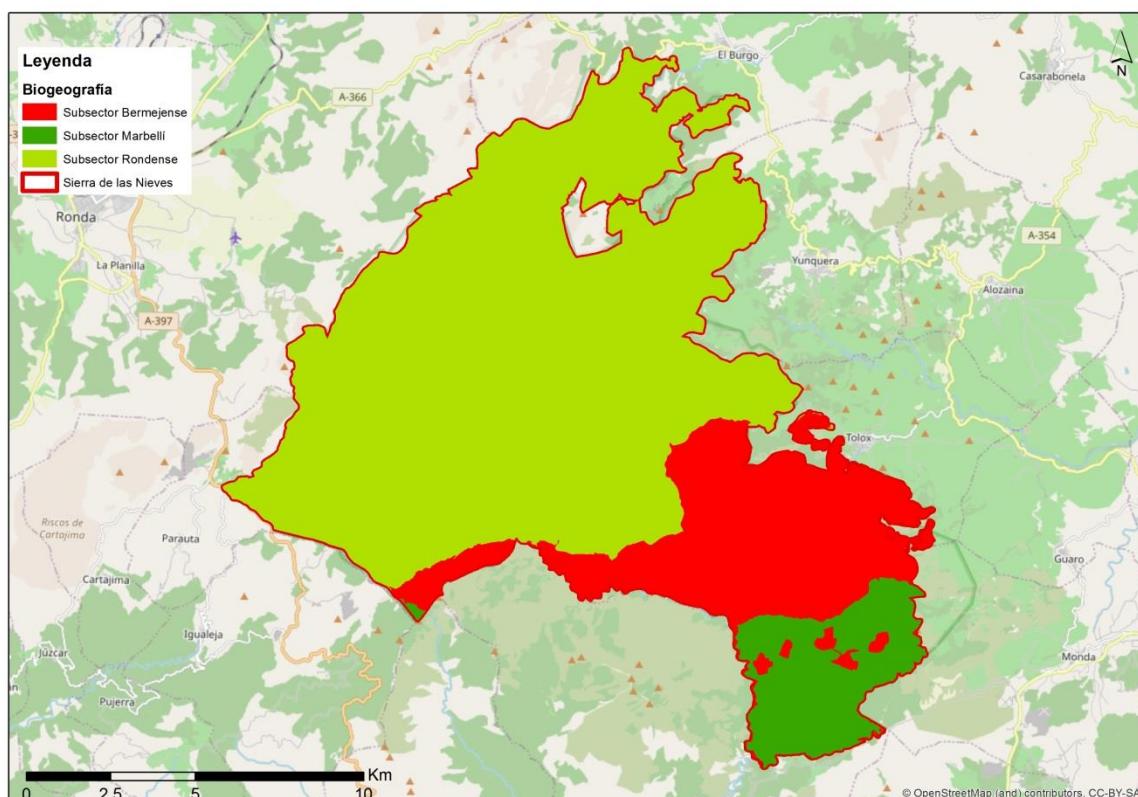


Figura 3. Sectores y subsectores biogeográficos de la Sierra de las Nieves.

El Parque Natural de la Sierra de las Nieves se encuentra dentro de los sectores Rondeño, Bermejense y Aljíbico (Figura 3, REDIAM, 2021). El mejor representado es el Rondeño, con el subsector Rondense, que corresponde a la zona calcárea de la Serranía de Ronda, con bioclima mesomediterráneo en su mayoría, pero alcanzando hasta el supramediterráneo (sierra del Pinar, las Nieves, Camorolos y sierra de Loja) y el oromediterráneo (sierra de las Nieves, pico de la Torrecilla). El sector Bermejense está representado por el subsector Bermejense, que corresponde con los afloramientos ultramáficos de peridotitas y serpentinas de Sierra Bermeja y

Alpujata, con dominio del termomediterráneo. El sector Aljíbico está representado por el subsector Marbellí, que corresponde con colinas litorales y playas y dunas hasta Fuengirola y el Valle del Genal, siempre con bioclima termomediterráneo.

Prácticamente todo el territorio es subhúmedo, aunque pueden aparecer enclaves más secos en las campiñas y zonas más orientales así como el húmedo en las sierras o el hiperhúmedo en la estratégica posición geográfica de la sierra de Grazalema y en algunos enclaves de la sierra de las Nieves.

## 2.4. VEGETACIÓN

La vegetación de la Sierra de las Nieves viene fuertemente condicionada por la diversidad bioclimática. Las fuertes cumbres permiten el desarrollo de numerosas Series de Vegetación (Valle, 2004, Perez-Latorre et al., 2012) desde los pisos termo a oromediterráneo. Los pocos arroyos son de régimen torrencial y de corto recorrido, por lo que los entornos riparios son muy escasos.

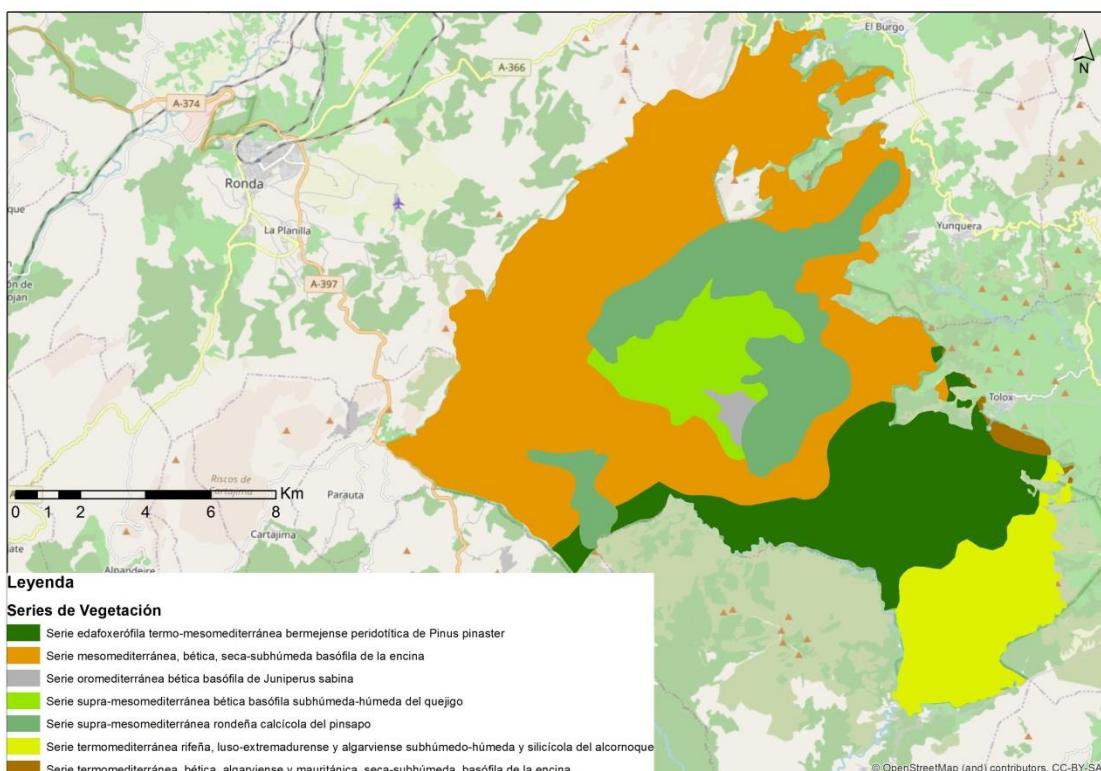


Figura 4. Distribución de las principales series de vegetación de la Sierra de las Nieves.

Describimos a continuación las principales Series de Vegetación (Figura 4) que se encuentran en la zona:

- Serie edafoxerófila termo-mesomediterránea bermejense peridotítica de *Pinus pinaster* subsp. *acutisquama*: *Pino acutisquamae-Querceto cocciferae* S. Constituyen la vegetación de carácter edafoxerófilo sobre peridotitas y dolomías. Se desarrolla sobre suelos pedregosos en los termotipos termo y mesomediterráneos conombrotipo subhúmedo-húmedo del distrito Bermejense. La mala edafización de las peridotitas no

propicia el desarrollo de suelos bien estructurados. En estas circunstancias la vegetación edafoxerófila que se desarrolla en pedregales y litosuelos es un pinar (*Pinus acutisquamae-Quercetum cocciferae*) en el que domina *Pinus pinaster* subsp. *acutisquama*. En la Sierra de las Nieves abunda en su zona sur, donde comparte territorio con Sierra Bermeja.

- **Serie mesomediterránea, bética, seca-subhúmeda basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*):** *Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae* S. Faciación típica. Esta serie es propia de zonas mesomediterráneas de la provincia Bética, generalmente bajo ombrotípico seco, aunque también subhúmedo, sobre suelos ricos en bases provenientes de rocas carbonatadas (en ocasiones silíceas). La comunidad más evolucionada corresponde a un encinar. Se trata de un bosque de talla media, denso y monoespecífico de *Quercus rotundifolia*. Cuando se presenta en estado óptimo, sobre suelos profundos, podemos distinguir un primer estrato formado casi exclusivamente por encinas que llegan a unir sus copas, consiguiendo para los estratos inferiores un microclima particular. Un segundo estrato estaría constituido por arbustos. El tercer estrato corresponde a un conjunto de plantas sarmentosas y trepadoras, que apoyándose en las anteriores, buscan la luz.
- **Serie oromediterránea bética basófila de *Juniperus sabina* o sabina rastrera:** *Daphno oleoidis-Pinetum sylvestris* S. Formación boscosa de baja densidad y heliófila, acompañada de un matorral arbustivo rastrero de alta cobertura, generalmente de hábito postrado y dominado por gimnospermas (enebros y sabinas). Es frecuente en las altas montañas calizas (calizo-dolomíticas) de Andalucía, extendiéndose por el piso oromediterráneo húmedo, sobre suelos carbonatados ricos en bases. Normalmente se localiza a partir de los 1.850 (1.900) m, si bien en zonas interiores puede presentarse a partir de los 1.700 m y en sierras litorales no hacerlo hasta los 2.000 m. La formación clímax corresponde a un pinar-sabinar (*Daphno oleoidis-Pinetum sylvestris*), que en suelos poco desarrollados y zonas venteadas adquiere la fisionomía de sabinar con el dominio de sabinas (*Juniperus sabina* var. *humilis*) y enebros rastreros (*Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*). Sobre suelos profundos y frescos es frecuente un espinar (*Berberis hispanica*). En zonas xéricas, con poco suelo, se desarrollan los piornales.
- **Serie supra-mesomediterránea bética basófila subhúmeda-húmeda del quejigo (*Quercus faginea*):** *Daphno latifoliae-Acereto granatensis* S. Se trata de un bosque pluriestratificado y denso dominado en el estrato arbóreo por el quejigo (*Quercus faginea*) y diversas especies caducifolias de los géneros *Acer* y *Sorbus*. En su estrato arbustivo, más diversificado, abundan elementos espinosos, lianoides y perennifolios con alta cobertura. Se presenta en la mayoría de las sierras Béticas sobre suelos ricos en bases, con ombrotípico al menos subhúmedo, donde no existe xericidad estival. Las características climáticas andaluzas no son las más adecuadas para el desarrollo de esta serie, por lo que (salvo en lugares como Segura-Cazorla) ocupa áreas de poca extensión como ocurre en la Sierra de las Nieves. Es interesante señalar que la especie de quejigo presente en la Sierra de las Nieves fue descrita por Edmond Boissier como *Quercus alpestris*. Se trataría de un quejigal adehesado (quejigal de Tolox) que se encuentra en el piso supramediterráneo por encima de los 1.600 m s.n.m. Son individuos muy viejos, con poca regeneración debido al sobrepastoreo y la erosión. En caso de considerarlo

como especie, se encontraría seriamente amenazada (EN, En peligro, Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España). Si se considera como subespecie del quejigo (*Quercus faginea* subsp. *alpestris*) se catalogaría como vulnerable (VU, Vulnerable según Decreto 23/2012), aunque esta subespecie también es catalogada como en peligro de extinción (EN) según la Lista Roja de la Flora Vascular de Andalucía.

- **Serie supra-mesomediterránea rondeña calcícola de *Abies pinsapo*: *Paeonio broteroi-Abieteto pinsapo* S.** Esta serie que tiene su óptimo en el piso supramediterráneo húmedo-hiperhúmedo, sobre calizas. Aparece en las provincias de Cádiz y Málaga (provincia Bética; distrito Rondeño). En la primera, los bosques se localizan en el Parque Natural de la Sierra de Grazalema, mientras que en la provincia de Málaga se presentan en los términos municipales de Ronda, El Burgo, Yunquera, Tolox y Parauta, dentro del Parque Natural de la Sierra de las Nieves. En algunas localidades puede descender al mesomediterráneo. La comunidad más evolucionada es un pinsapar. Estas formaciones aparecen en lugares de topografías abruptas, puesto que en zonas con suelos potentes serían sustituidas por un quejigal o por un encinar, dependiendo de la disponibilidad de humedad edáfica en verano. El pinsapar basófilo rondense se presenta como un bosque cerrado en el que sólo destacan algunas especies nemoriales.
- **Serie termomediterránea rifeña, luso-extremadurenses y algarviense subhúmedo-húmeda y silicícola del alcornoque (*Quercus suber*): *Myrto communis-Querceto suberis* S.** La presencia de esta serie en la cartografía oficial de la Junta de Andalucía (Valle, 2004) para la Sierra de las Nieves, es algo controvertida, ya que es característica del occidente andaluz, no estando representada, salvo zonas puntuales en el oriente. Perez Latorre et al. (2012) consideran a la cabecera de esta serie como un criptoclimax, quedando solo algunos alcornoques dispersos e incluyendo a quejigos en laderas más umbrías. En cualquier caso, estos restos de alcornoque termófilo aparecen en la zona sur, coincidiendo con el bioclima que le caracteriza.
- **Serie termomediterránea, bética, algarviense y mauritánica, seca-subhúmeda, basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Smilaco mauritanicae-Querceto rotundifoliae* S.** Faciación típica. Muy extendida por todas las zonas basales de Andalucía, ya que es de distribución termomediterránea, se localiza sobre suelos ricos en bases y el ombrotípico bajo el que se desarrolla va del seco al húmedo. La comunidad climax es un encinar denso en su estado más estructurado, con numerosos arbustos y un estrato lianoide bien desarrollado y rico en elementos termófilos. Esta serie aparece puntualmente en la Sierra de las Nieves, al sur de Tolox, estando mejor representada en otros territorios de la geografía andaluza.

Además de la información aportada en este documento, se dispone de la guía oficial de este Parque Natural, publicada por la Junta de Andalucía (Fraile Díaz, 2012), y disponible en su web, donde se puede acceder a detalladísima información sobre el espacio.

## 2.5. BIBLIOGRAFÍA

- FRAILE DÍAZ, P. 2012. *Guía Oficial del Parque Natural Sierra de las Nieves*. Guías Oficiales de los Parques Naturales de Andalucía. Colección Cornicabra. Editorial Almuzara
- PÉREZ LATORRE, A.V., CASIMIRO-SORIGUER SOLANAS, F., GAVIRA, O. CABEZUDO, B. 2012. Vegetación de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Nieves: Río Grande y Sierras Prieta y Blanquilla (Málaga, España). *Acta Botanica Malacitana* 37:103-140.
- REDIAM, 2021. Red de Información Ambiental de la Junta de Andalucía. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam>.
- VALLE, F. (Coord.). 2004. *Datos botánicos aplicados a la gestión del medio natural andaluz II: Series de vegetación*. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.

### 3. EL VALLE DEL GENAL

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

El Valle del río Genal fue declarado como Lugar de Interés Comunitario en 2006 y posteriormente como Zona Especial de Conservación (Site ES6170016) en 2015, pasando a formar parte de la Red Natura 2000 de la Directiva de Hábitats (Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992). También forma parte de la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo Andalucía- Marruecos, aprobada en octubre de 2006. Esta reserva abarca un millón de hectáreas comprendidas en las provincias andaluzas de Cádiz y Málaga y las provincias marroquíes de Tánger, Tetuán, Larache y Chefchaouen.

La zona protegida del valle tiene una superficie de 23.555,10 ha, distribuida por 17 términos municipales de la provincia de Málaga: Algatocín, Alpandeire, Atajate, Benadalid, Benalauría, Benarrabá, Cartajima, Casares, Cortes de la Frontera, Faraján, Gaucín, Genalguacil, Igualaje, Jubrique, Júzcar, Parauta y Pujerra (Figura 1). Se considera como un corredor ecológico que conecta distintos espacios naturales protegidos como los Parques Naturales de Sierra de las Nieves, Grazalema y Los Alcornocales.



Figura 1. Límites de la ZEC (Site ES6170016) Valle del Genal.

#### 3.2. BIOCLIMATOLOGÍA

La zona presenta un bioclima mediterráneo pluvial-oceánico. Es el bioclima más extendido en Andalucía, con ombrotipo húmedo en la ZEC Valle del Río del Genal, y abarcando los pisos bioclimáticos que van desde el termomediterráneo inferior al mesomediterráneo superior (Figura 2). Las precipitaciones medias anuales son de 1.000 mm/año.

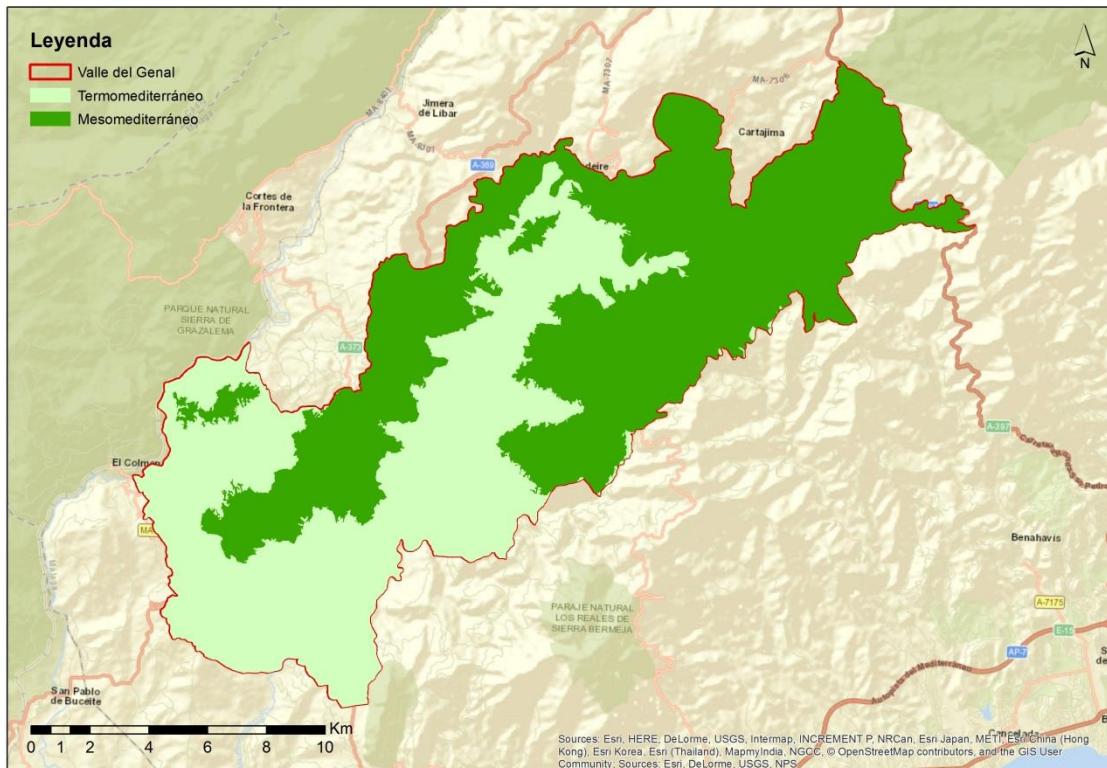


Figura 2. Distribución de los principales bioclimas del Valle del Genal. La parte más al norte pertenece al Mesomediterráneo, mientras que en la zona sur reina el Termomediterráneo.

### 3.3. BIOGEOGRAFÍA

En esta zona confluyen dos sectores fitogeográficos (Aljíbico y Rondeño) con varios subsectores, aunque la mayor parte del área pertenece al Aljíbico (Figura 3).

Reino Holártico

Región Mediterránea

Superprovincia: Mediterráneo-Iberoatlántica

Provincia: Bética

Sector Rondeño

Subsector Rondense

Subsector Bermejense

Sector Aljíbico

Subsector Aljíbico

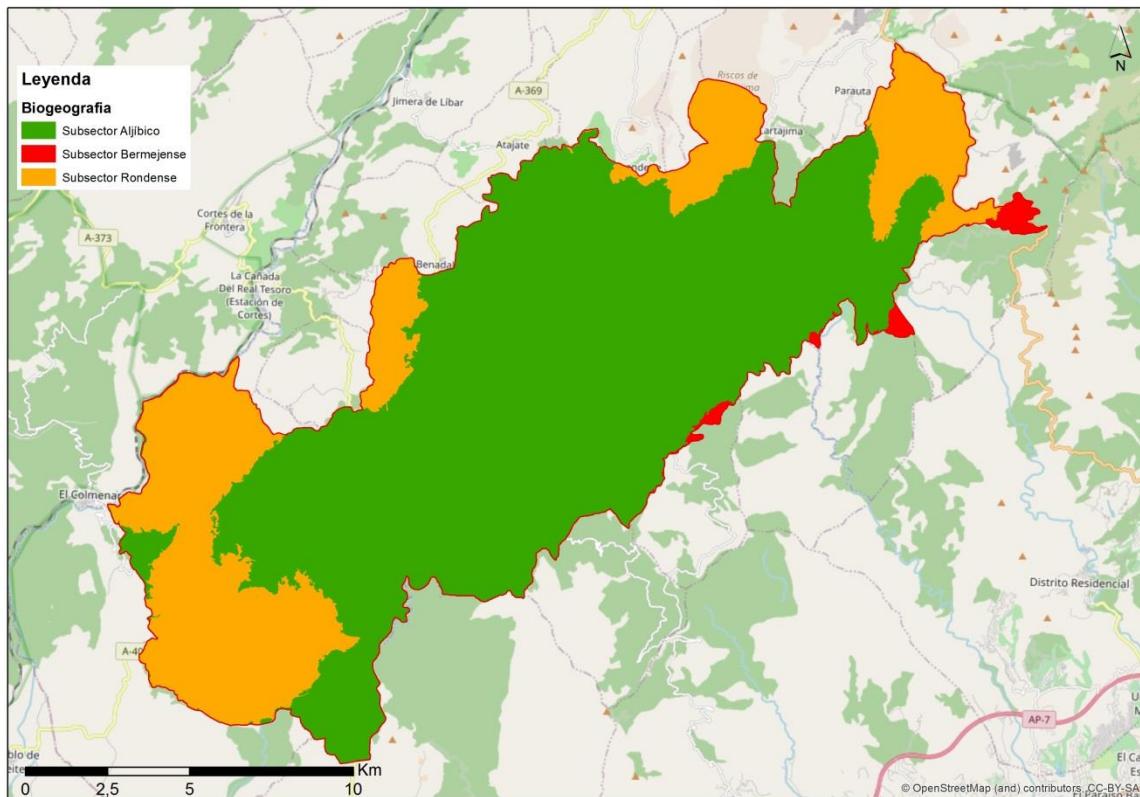


Figura 3. Distribución de los principales sectores biogeográficos del Valle del Genal.

El sector Aljíbico se extiende por la franja litoral comprendida entre el faro de Calaburras en Fuengirola (Málaga) y la zona marismeña de la bahía de Cádiz. Comprende, por lo tanto, el pie de monte costero de las sierras de Mijas, Blanca, Ojén y Bermeja, todas en la provincia de Málaga. Hacia el noroeste las arenas silíceas propias de esta unidad contactan con los materiales calizos duros, serpentinas, propios de los sectores Rondeño y Bermejense. Hacia el norte y oeste contactan los suelos vérticos de las colinas y campiñas gaditanas y sevillanas (sector Hispalense). En general, es un territorio de baja altitud, siendo las cotas más significativas las correspondientes al pico del Aljibe (1.091 m), pico de Luna (786 m), sierra del Niño (780 m), sierra del Bujeo (650 m), etc. Los sectores Rondeño y Bermejense fueron descritos en el apartado anterior.

### 3.4. VEGETACIÓN

La vegetación potencial dominante corresponde fundamentalmente a alcornocales y encinares termo y mesomediterráneos, aunque también están presentes series de pinar, melojar, acebuchar, etc. Esta vegetación se encuentra muy condicionada por la acción humana, habiendo empleado la zona como cultivo de castaño o como dehesas en numerosos enclaves.

Las principales series son (Valle, 2004):

- Serie meso-termomediterránea aljíbico-tingitana húmedo-hiperhúmeda de *Quercus suber*: *Teucrio baeticci-Querceto suberis* S.
- Serie mesomediterránea, bética, seca-subhúmeda basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae* S. Faciación típica.

- Serie termomediterránea rifeña, luso-extremadurensis y algarviense subhúmedo-húmeda y silicícola del alcornoque (*Quercus suber*): *Myrto communis-Querceto subericis* S.
- Serie termomediterránea, bética, algarviense y mauritánica, seca-subhúmeda, basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Smilaco mauritanicae-Querceto rotundifoliae* S. Faciación típica.
- Geoserie edafohigrófila termomediterránea gaditano-onubo-algarviense, jerezana y tingitana silicícola.

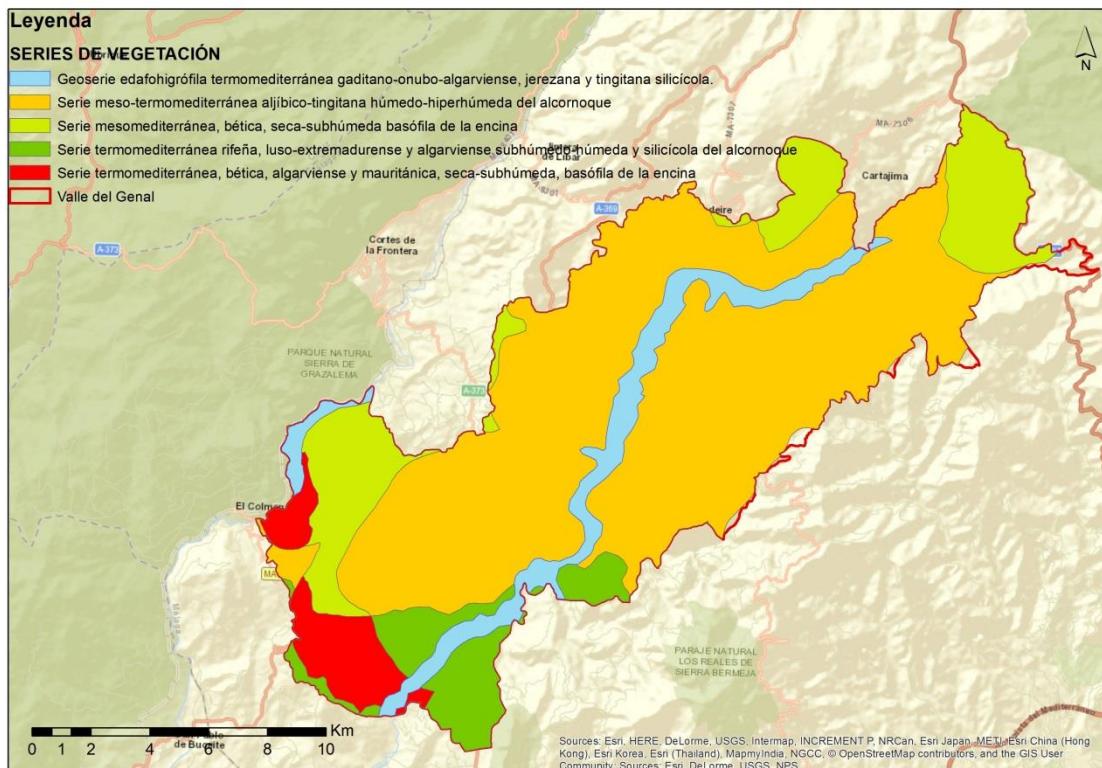


Figura 4. Área ocupada por las distintas series de vegetación del Valle del Genal. Cartografía de semidetalle (Valle, 2004)

La serie más extendida es la del alcornoque mesófilo, atravesada por las distintas series edafohigrófilas que aparecen en la cuenca del río Genal. La vegetación riparia está también muy condicionada por la acción antrópica pero aparecen retazos bien conservados (Gavira Romero & Pérez Latorre, 2003), predominando las saucedas arbustivas (*Salix pedicellata*) en los arroyos, y las arbóreas (*Salix alba*) en los ríos, aunque se pueden encontrar tramos con fresnos (*Fraxinus angustifolia*), chopos (*Populus nigra*, *Populus alba*), adelfares (*Nerium oleander*) e incluso alisos (*Alnus glutinosa*).

Además de estas 5 series principales, identificadas en el mapa de series de Vegetación 1:400.000 de la Junta de Andalucía, encontramos, en mapas de detalle (REDIAM, 2021), otras series de vegetación muy interesantes como:

- Serie edafoxerófila termo-mesomediterránea bermejense peridotítica de *Pinus pinaster* subsp. *acutisquama*: *Pino acutisquamae-Querceto cocciferae* S. Esta serie está más asociada al Paraje Natural de los Reales de Sierra Bermeja.
- Serie mesomediterránea aljibico-tingitana y rifeña húmedo-hiperhúmeda silicícola del roble melojo (*Quercus pyrenaica*): *Luzulo baeticae-Querceto pyrenaicae* S. Aparece

solamente en algunos enclaves de las cumbres de la sierra del Aljibe (Distrito Aljíbico), en concreto al suroeste de Pujerra con pequeñas poblaciones de roble melojo que aparecen en situaciones expuestas a los vientos atlánticos.

- Serie termomediterránea aljíbica subhúmedo-húmeda basófila del quejigo lusitano (*Quercus broteroi*): *Oleo sylvestris-Querceto broteroi* S. Son bosques densos de valles encajados en los que el estrato arbóreo está dominado por *Quercus faginea* subsp. *broteri*, *Olea sylvestris* y en menor medida de *Ceratonia siliqua*. Esta se encuentra más repartida por la zona, con buena representación al sur de Atajate y Alpandeire y al norte de Gaucín.
- Serie termo-mesomediterránea aljíbico-tingitana húmedo-hiperhúmeda silicícola del quejigo africano (*Quercus canariensis*): *Rusco hypophylli-Querceto canariensis* S. Constituyen bosques relícticos de *Quercus canariensis*, supervivientes de épocas con un clima mediterráneo más lluvioso y templado que hoy se localizan en vaguadas y valles cerrados con abundancia de nieblas (canutos). Se trata de bosques umbrosos que se encuentran acompañados por un sotobosque rico en arbustos de hoja lauroide y lianas. Esta serie se encuentra puntualmente representada en el camino de Igualeja a Pujerra.

### 3.5. HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO

Hemos incluido en este apartado del Valle del Genal esta breve descripción de los Hábitats de Interés Comunitario más extendidos ya que abundan en su territorio e incluyen a los castaños, el paisaje más característico de la zona. Al tratarse de una plantación, no puede describirse en términos de vegetación pero sí pueden ser considerados de interés, en este caso por la Unión Europea en su Directiva de Hábitats. Sus hábitats más característicos son (Consejería de Medio Ambiente, 2015):

- Dehesas perennifolias de *Quercus* spp (HIC 6310): Estrato arbolado compuesto principalmente por encinas, alcornoques, quejigos o acebuches, que permiten el desarrollo de pastos para aprovechamiento ganadero o cinegético.
- Bosques de *Castanea sativa* (HIC9260): Dominados por castaños (*Castanea sativa*) procedentes de plantaciones antiguas, regeneración natural o seminatural.
- Alcornocales de *Quercus suber* (HIC 9330): Bosques esclerófilos de alcornoque (*Quercus suber*) sobre sustratos silíceos, que forma masas densas con ejemplares dispersos de encina (*Quercus rotundifolia*), quejigo (*Quercus faginea* subsp. *broteroi*) o acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*).
- Encinares de *Quercus ilex* y *Q. rotundifolia* (HIC 9340): Bosques esclerófilos de encina (*Quercus rotundifolia*), distribuidos por toda la geografía andaluza.
- Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba* (HIC 92A0): vegetación riparia, arbórea o arbustiva, dominado por sauces (*Salix* sp.), álamos blancos (*Populus alba*) u olmos (*Ulmus minor*).

### 3.6. BIBLIOGRAFÍA

- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, 2015. *Valores ambientales de la Zona Especial de Conservación Valle del Río del Genal (ES6170016)*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 91 pp.
- GAVIRA ROMERO, O. & PÉREZ LATORRE, A.V. 2003. Aproximación al catálogo florístico del Valle del río Genal (Serranía de Ronda, Málaga, España). *Anales de Biología* 25: 113-161.
- REDIAM, 2021. *Red de Información Ambiental de la Junta de Andalucía*. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam>.
- VALLE, F. (Coord.). 2004. *Datos botánicos aplicados a la gestión del medio natural andaluz II: Series de vegetación*. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.

## 4. GEOLOGÍA

### 4.1. LA CORDILLERA BÉTICA

La Cordillera Bética es el cinturón orogénico alpino más occidental de los que rodean el Mediterráneo, junto con la Cordillera del Rif (Norte de África), extendiéndose por el sur-sudeste de la Península Ibérica (Fig. 1). Estos sistemas montañosos se localizan entre dos zócalos hercínicos, el Ibérico al norte y el africano al sur. Se elevaron durante la Orogenia Alpina, conjuntamente con las principales cadenas montañosas del sur de Europa y Asia, como resultado de la convergencia y colisión entre las placas Africana, Euroasiática e Índica, durante los últimos 50 Ma (desde el Eoceno a la actualidad).

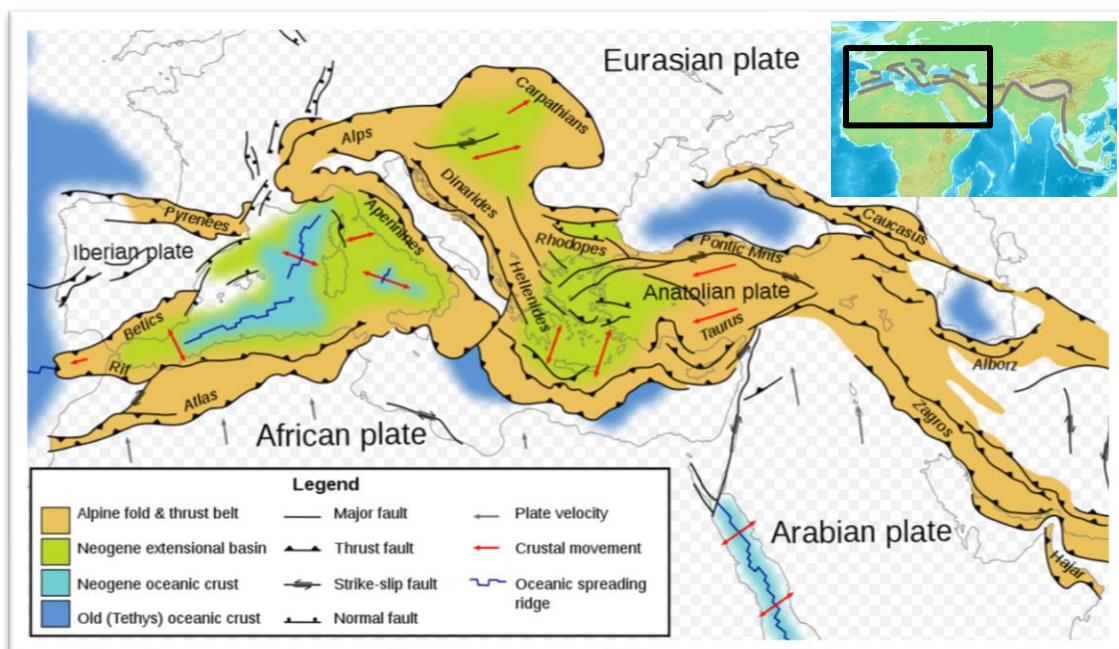


Figura 1.- Las grandes cordilleras formadas en Europa y Oriente Medio durante la orogenia alpina (Marín Lechado et al., 2017).

Las Béticas presentan una orografía muy quebrada, con grandes macizos montañosos, donde se pueden alcanzar alturas de más de 3000 m, con notable morfología glaciar. Por el norte su límite geográfico lo constituye el valle del Guadalquivir mientras que en el borde sur es el mar de Alborán. Sin embargo, sus límites geológicos se extienden más allá, prolongándose por la cuenca Mediterránea hasta las islas de Mallorca.

Tradicionalmente se ha dividido en Zona Interna, Zonas Externa y Unidades del campo de Gibraltar (Fig. 2).

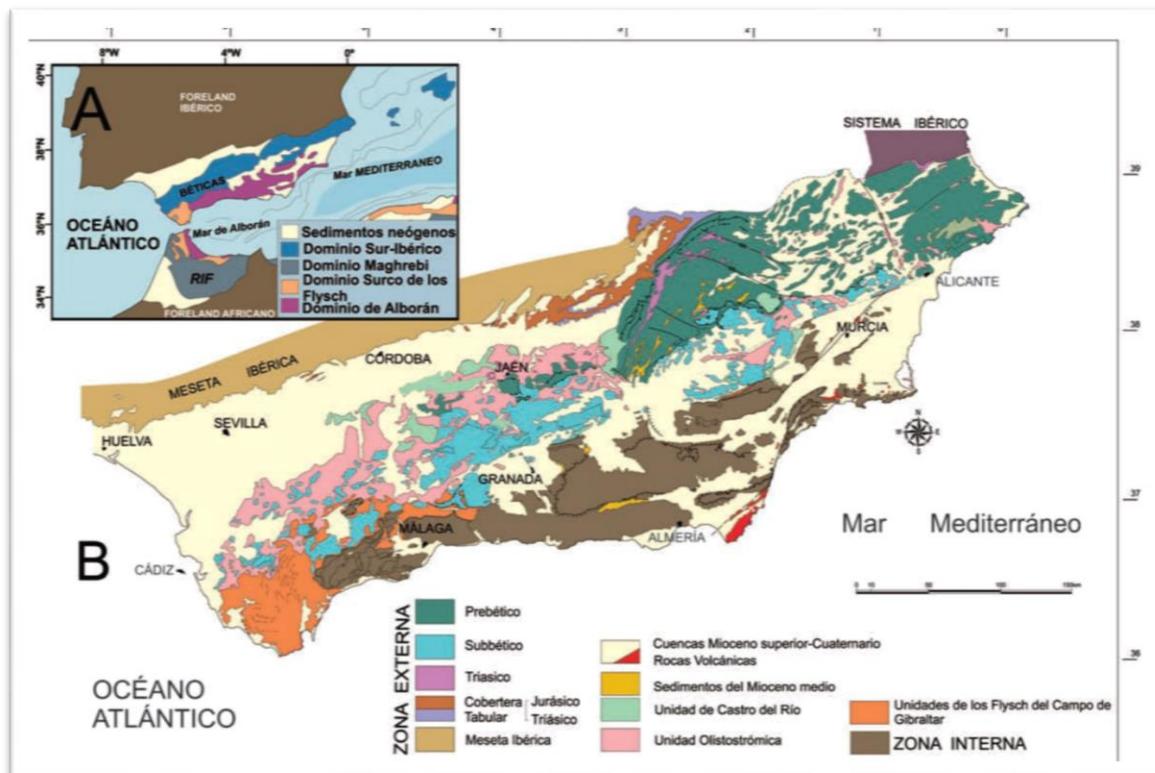


Figura 2. A. Posición de la Cordillera Bética en el contexto del Mediterráneo Occidental. B. Mapa geológico sintético de la Cordillera Bética (Rodríguez-Fernández et al. 2013).

**A.-La Zona Interna** o Bloque de Alborán se corresponde con el denominado Dominio de Alborán, y se ha interpretado como parte del bloque cortical meso Mediterráneo que se desplazó lentamente hacia el oeste hasta colisionar con los bordes pasivos de las placas Ibérica y Africana, entre el Oligoceno-Mioceno inferior (23 Ma) y el Burdigaliense medio (18 Ma) (Durand-Delga, 1980). Este movimiento de dirección NO-SE, formó grandes pliegues que constituyen las principales sierras actuales en la dirección NE-SO.

La Zona Interna está formada por tres complejos tectónicamente superpuestos, denominados de abajo a arriba como Nevado Filábride, Alpujárride y Maláguide. Estos están formados principalmente por rocas metamórficas de edad paleozoica, formadas a alta presión y temperatura, aunque los Maláguides presenta un grado bajo de metamorfismo. Estas condiciones dieron lugar a rocas de aspecto hojoso y lajado, lo que se conoce como foliación. Las rocas más habituales son los micaesquistos, filitas, anfibolitas, gneises y mármoles, aunque pueden aparecer calizas, dolomías y detríticos, especialmente en los Maláguides, e incluso intrusiones de peridotitas en los Alpujárrides (rocas ultrabásicas procedentes de una antigua dorsal oceánica).

**B.-La Zona Externa** se corresponde con el paleomargen mesozoico-terciario sur-ibérico. Están constituidas por rocas sedimentarias de edad mesozoicas y cenozoicas (desde el Trías (250 Ma) hasta el Mioceno (7 Ma)), en su mayoría de origen marino, formadas en la cuenca del Mar de Tethys.

Tectónicamente presentan una estructura muy deformada, debido al empuje de las Zonas Internas sobre las Externas, caracterizada por un despegue generalizado entre el zócalo (Paleozoico Varisco) y la cobertura deformada (pliegues, fallas y mantos de cabalgamiento), en los que el Trías arcilloso y evaporítico actúa como material de despegue, con los cabalgamientos desplazándose hacia el Norte. Reconstruyendo la posición original de las unidades se estima una cuenca origen con una extensión horizontal 2-3 veces mayor que la actual.

Durante el Jurásico se produce una inestabilidad tectónica que provoca la compartimentación de la cuenca marina del Tethys en zonas morfológicamente diferenciadas, y ya en el Cretácico se inician los cabalgamientos, que continúan durante el Paleógeno. La última y principal etapa de la deformación se produce en el Mioceno, dando lugar al levantamiento general de la cordillera (Fig. 3)



Figura 3.-Evolución de la Cordillera Bética desde hace unos 32 Ma. hasta la actualidad (Marín Lechado et al., 2017).

Según la naturaleza de los materiales y el grado de deformación se pueden diferenciar una serie de zonas bien diferenciadas:

1.- **Prebético.** Presenta rocas depositadas en medios someros -plataforma continental, costeros, etc., que durante el Mesozoico representaba la zona más cercana al continente, constituido por el Macizo Ibérico. Las rocas predominantes son carbonatadas, aunque también se dan sedimentos terrígenos en las zonas más externas y cercanas al continente, que en algunos puntos pudieron expandirse por la mayor parte del dominio. Su estructura tectónica es la de pliegues vergentes al norte con escaso cabalgamiento.

2.-**Subbético.** Presenta facies de medios profundos, con poca o nula influencia detrítica continental, a partir del Jurásico Inferior, que representa la zona de depósito marino más alejada del continente. Las rocas dominantes son margocalizas y margas, en muchos casos constituidos mayoritariamente por multitud de microorganismos (foraminíferos y radiolarios), con intercalaciones esporádicas de rocas volcánicas básicas procedentes de erupciones submarinas. Su estilo tectónico es de grandes mantos cabalgantes hacia el Norte, superpuestos entre sí y cabalgando sobre el Prebético o el Neógeno de la antefosa del Gualdalquivir, que en algunos casos llegan a alcanzar superposiciones tectónicas plurikilométricas; también son frecuentes los pliegues y las fracturas. El Subbético aparece disectado por accidentes transcurrentes de gran salto en dirección que son los responsables, en gran parte, de la notable fragmentación y discontinuidad tectónica que muestran sus materiales.

3.-Entre ambos se reconocen en algunas zonas las **Unidades Intermedias**, correspondientes a los sedimentos depositados en el talud continental, turbiditas ligadas al depósito en abanicos submarinos y que localmente pueden alcanzar espesores considerables. Tienen características propias con importantes variaciones laterales, cabalgando sobre el Prebético y cabalgados por el Subbético.

C.- Entre la Zona Interna y Externa afloran las unidades del **Flyschs del Campo de Gibraltar**, pertenecientes a un dominio sedimentario de edad Mesozoico-Mioceno inferior. Estas han recibido diversas denominaciones, según los autores, tales como Dorsal, Predorsales, Zona media, Unidades del Campo de Gibraltar, Substrato de los flysch cretácicos, Subbético ultrainterno, etc.

Se trataría de una zona que en principio se situaría entre las Zonas Externas ibéricas y las Zonas Externas africanas, ocupando un amplio surco que se fue estructurando a partir del Pliensbachiano (Jurásico Inferior). Estas unidades se depositaron en una cuenca estrecha y profunda sobre un basamento formado por corteza oceánica o continental muy adelgazada. Son facies originadas por corrientes de turbidez -flysch- en medio marino, tanto en abanicos submarinos como en la llanura submarina, que se intercalan con sedimentos lutíticos y margosos marinos pelágicos. En su zona más profunda se depositaban radiolaritas y, a partir del Jurásico superior, formaciones turbidíticas que se fueron sucediendo hasta el Mioceno inferior. El espacio ocupado por esta zona, probablemente, a partir del Eoceno medio-superior, fue invadido por la Zona Bética la cual, mediante fallas en dirección, se desplazó desde regiones más orientales donde había evolucionado (subplaca de Alborán), y así, lo que en

principio era una sola zona se estructura en varias partes situadas a un lado u otro de la Zona Bética, existiendo una posible Zona Circumbética ibérica y otra africana, enlazadas por lo que hoy es el Arco de Gibraltar.

El desplazamiento hacia el O del Bloque de Alborán fue el responsable de su deformación y destrucción, así como de su actual ubicación en el extremo occidental de la cadena (Wildi, 1983), donde constituye el rasgo más notorio de la cuña orogénica del Arco de Gibraltar (Gutscher et al., 2002). Presentan estructura de mantos de corrimiento y escamas superpuestos completamente desenraizados, del Cretácico y Paleógeno.

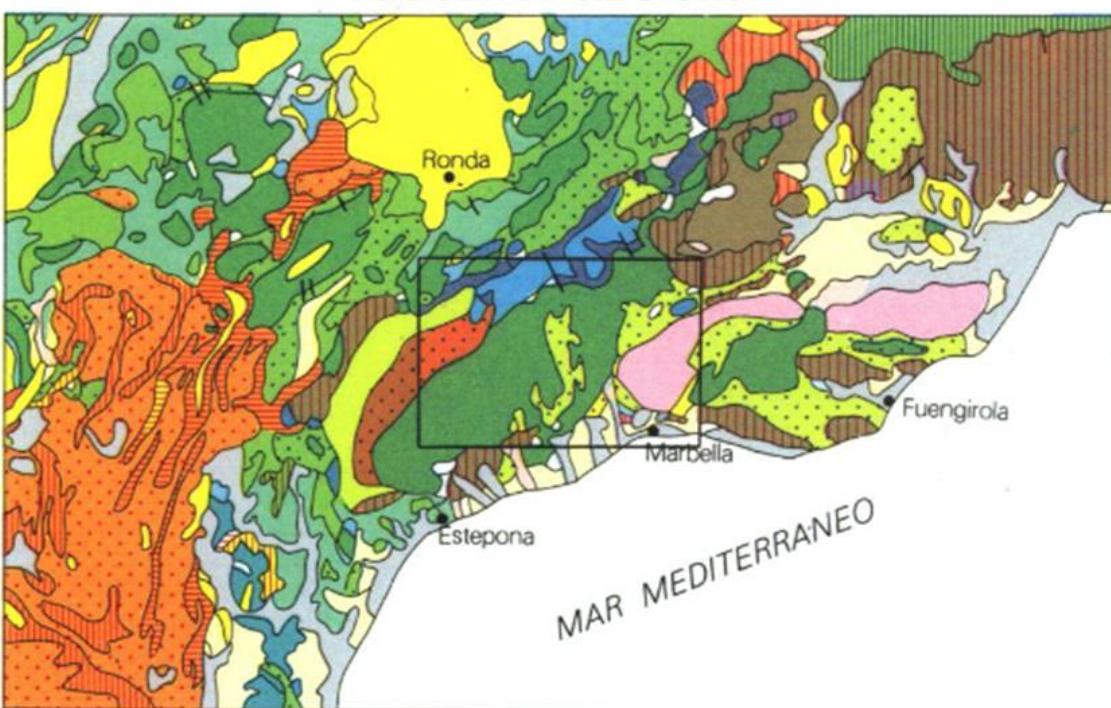
**D.-Cuenca Neógenas postorogénicas.** Son áreas topográficamente deprimidas que están llenas de sedimentos neógenos y cuaternarios, de origen detrítico fundamentalmente, producto de la erosión de los relieves circundantes que se formaron durante la orogenia alpina. Se diferencian cuencas marginales a la cordillera (Depresión del Guadalquivir) y otras intramontañosas (Depresión de Granada, Ronda, Guadix-Baza, Almería-Sorbas, Vera-Cuevas de Almanzora y Murcia, principalmente). Un bonito ejemplo de este relleno sedimentario es la serie estratigráfica miocena, con morfología de abanico, que se observa en el Tajo de Ronda.

## 4.2. SIERRA DE LAS NIEVES Y VALLE ALTO DEL GENAL

El macizo de la Sierra de las Nieves y el valle alto del Genal se localiza en la zona de contacto de los complejos Béticos, Penibéticos y las Unidades del Campo de Gibraltar, por lo que cuenta con una gran diversidad geológica. La mayor parte de los afloramientos de la zona alta de la Sierra de las Nieves son de litologías sedimentarias, fundamentalmente calizas, margas y dolomías, conocida como las sierras blancas. Estas se sitúan en las zonas más elevadas, caracterizadas por numerosos elementos kársticos como tajos, lapiaces, cuevas, simas (destacando la sima GESM, que con 1101 metros de descenso es la más profunda de Andalucía), sumideros, dolinas y poljes.

Le siguen en importancia las peridotitas y las serpentinas, que corresponden a las denominadas sierras pardas, localizadas al sur. Estas sierras se caracterizan por tener fuertes pendientes y una red fluvial muy encajada debido a su baja permeabilidad. Hay que señalar que los afloramientos malagueños de rocas peridotitas están entre los más extensos del mundo. Las peridotitas son unas rocas de origen magmático muy raras en la corteza terrestre, que adquieren tonalidades rojizas por la oxidación del hierro que contienen. Por último, rodeando a las anteriores, y separándolas de las zonas penibéticas se encuentran las rocas de origen metamórfico, con la presencia de esquistos, filitas, gneises y pizarras, que es precisamente por donde discurre el río Genal.

## ESQUEMA REGIONAL



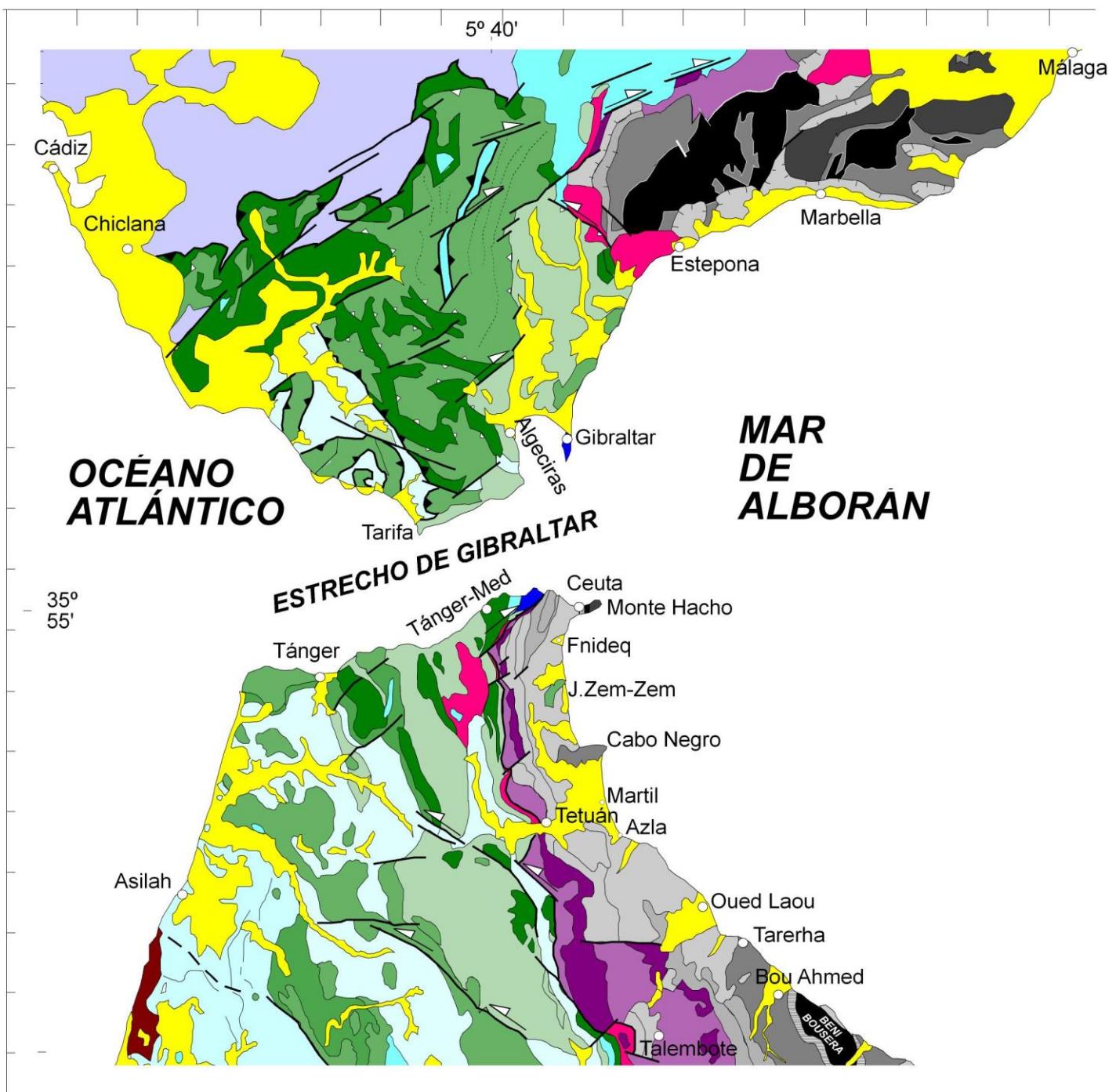
Escala 1:1.000.000

Peridotitas	Jurásico Triásico
<b>UNIDAD DEL ALJIBE</b>	<b>UNIDAD DE LAS NIEVES</b>
Miocene Eocene-Oligocene	Jurásico Triásico
Cretáxico superior	<b>MALAGUIDE</b>
<b>UNIDAD DE PATERNA</b>	Eocene-Oligocene Precámbrico-Permotriás
Oligocene-Eocene	<b>ALPUJARRIDE</b>
<b>UNIDAD DEL CAMPO DE GIBRALTAR</b>	Triásico Precámbrico-Permotriás
Eocene-Mioceno Cretáxico superior	<b>UNIDAD DE BLANCA</b>
<b>UNIDAD DE BENADALID-ENAMORADOS</b>	Triás
Jurásico	Piloceno Mioceno
<b>SUBBÉTICO</b>	Cuaternario
Subbético s.l.	
Eocene-Oligocene Cretáxico	

Figura 4.- Esquema Geológico Regional (IGME)

#### 4.3. BIBLIOGRAFÍA

- DURAND-DELGA, M. 1966. *Titres et travaux scientifiques*. Imp. Priestier. Paris, 43 pp.
- GUTSCHER et al., 2009. Tectonic shortening and gravitational spreading in the Gulf of Cadiz accretionary wedge: Observations from multi-beam bathymetry and seismic profiling. *Marine and Petroleum Geology*, 26, 647-659.
- IGME, 1990. Mapa Geológico de España: Ronda 1051 y Marbella 1065.
- MARÍN LECHADO et al., 2017. *Guía Geológica de Sierra Nevada*. IGME y OAPN. 324 pag.
- RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ et al. 2013. El colapso gravitacional del frente orogénico alpino. *Boletín Geológico y Minero*, 124 (3): 477-504
- WILDI, W. 1983. La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie): structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. *Revue de géologie dynamique et de géographie physique*, 24, 201-297.



ZONAS EXTERNAS		MANTOS DE LOS FLYSCHS		ZONAS INTERNAS (DOMINIO DE ALBORÁN)	
Margen Ibérico	Margen Magrebí	Sedimentos del Mioceno sup.- Cuaternario	Predorsal	Dorsal Calcárea	Complejo Maláguide (C. Béticas) Ghomárides (Rif)
Subética	U. Tánger y equivalentes en la Península Ibérica	U. Numídica	Dorsal Externa	Rocas metamórficas de grado bajo	Unidades de Akaili Koudiat-Tizian y Beni-Hozmar
Penibético	Taríquides	U. Melloussa (2)	Dorsal Interna	Complejo Alpujárride (C.Béticas) Sébtides (Rif)	Unidad de Beni Bousera (Unidad de Los Reales o de Jubrique)
Habt	Habit	U. Beni Ider (1)	(2) Flyschs Masílicos	Esquistos y micasquistos	Unidad de Beni Bousera
Prerif (?)		M. Tisiren (1)	(1) Flyschs Mauritanienses	Esquistos ("de Filali", Rif)	(Unidad de Los Reales o de Jubrique)
				Kinzigitas (gneises)	
				Peridotitas	
				Migmatitas, gneises, esquistos y mármoles	U. Monte Hacho (Unidad de Blanca)