



Capítulo IV
Peñón volcánico:
La Geología y Edafología

Cecilio Oyonarte





Los acantilados que bordean la llanura superior de Alborán se encuentran afectados por el proceso erosivo de la acción del mar, el cual hace que los mismos estén en continuo retroceso con el paso del tiempo y aparezca una nueva plataforma de abrasión bordeándolos externamente (foto: Destacamento Naval de Alborán).

■ Geología general

Los aspectos geológicos de la Isla de Alborán han sido estudiados por numerosos autores, desde los primeros trabajos a finales del siglo XIX hasta los más actuales, como los de Aparicio *et al.* (1991) que profundizan en determinar la edad del vulcanismo en la isla, o los recientes de Torne *et al.* (2000) que aplican técnicas de gravedad 3D para establecer la estructura litosférica de la zona. Pero, sin duda, destaca el realizado por Pineda Velasco *et al.* (1983) que describe los aspectos geológicos básicos de la isla y muestra su distribución espacial (ver capítulo I).

Según estos trabajos, geológicamente la isla es un resto de edificio volcánico, probablemente del periodo Mioceno, constituyéndose por tobas bien estratificadas, con mayor o menor proporción de

bloques de composición andesítica a basáltica-andesítica, visibles en los cortes de los acantilados. La superficie de la isla se encuentra ocupada casi en su totalidad por una plataforma de abrasión marina de edad cuaternaria constituida por una delgada cubierta de los materiales infrayacentes re TRABAJADOS.

En la actualidad, el relieve insular se encuentra sometido a un nuevo proceso erosivo debido a la acción del mar: sus costas acantiladas se encuentran en franco retroceso y la amplitud de los bajos fondos en torno a la isla testimonian la creación de una nueva plataforma de abrasión (rasa marina actual).

Para comprender en su totalidad los aspectos geológicos del paraje, es necesario conocer tanto la isla en sí, como la naturaleza geológica del mar en el que se encuentra localizada (ver capítulo II).

■ Geología de la Isla de Alborán

Materiales volcánicos

Consistentes en tobas con mayor o menor proporción de bloques de naturaleza andesítica a basáltico-andesítica, representan para la mayoría de los autores los restos de una gran caldera explosiva probablemente subaérea.

Las tobas presentan una estratificación muy marcada para los diversos integrantes, hecho debido sobre todo a diferencias de tamaños y de proporción entre éstos. La geometría de esta estratificación, de carácter meramente deposicional, indica que el centro emisor estuvo situado al Sur-Sureste de la posición actual de la isla.

Se distinguen dos tipos de tobas, unas con pequeña o insignificante proporción de bloques y otras en las que dominan las brechas piroclásticas. Las tobas con escasa proporción de bloques muestran un típico color amarillento, evolucionando a gris hasta casi negro. El cemento o matriz de



las tobas se compone de fragmentos de cristales de plagioclasa y piroxenos, frecuentemente muy alterados, idénticos a los de los bloques, apareciendo más raramente anfíboles y biotita.

Los bloques muestran variaciones de tamaños comprendidos entre unos pocos centímetros y el metro cúbico. Presentan siempre un color de gris a negro y un carácter porfídico (fenocristales de piroxeno y/o plagioclasa), y con frecuencia los fenocristales alcanzan un tamaño de centímetro. Por meteorización diferencial, los fenocristales (particularmente los de piroxeno) suelen destacar sobre la matriz, siendo su proporción a veces muy alta.

Existen dos tipos petrológicos bien diferenciados dentro de estas rocas, que se han denominado basaltos andesíticos y andesitas. Los primeros son muy ricos en fenocristales de los dos tipos de piroxenos. Por el contrario, en las andesitas predominan los fenocristales de plagioclasa, que alcanzan un tamaño máximo de casi un centímetro.

Las tobas presentan textura cataclástica y están constituidas por plagioclasa y piroxenos fragmentarios rodeados por una matriz vítrea en las que son frecuentes las estructuras esferolíticas. En pequeña proporción aparece también una hornblenda verde pálida y, accidentalmente, pequeñas biotitas.

En cuanto a su geoquímica, el contenido en SiO_2 de las rocas de la isla varía entre 50,9 y 62,0%. Atendiendo al conjunto de caracteres químicos y mineralógicos generales, la mayoría de

La isla es un resto de edificio volcánico, constituido por tobas bien estratificadas (izqda.) y mayor o menor proporción de bloques de composición andesítica a basáltica-andesítica (dcha.); aspectos que son muy visibles en los cortes de los acantilados (fotos: D. Moreno).



Los depósitos de arena en forma de playas actualmente son muy escasos y exigüos en Alborán. En la imagen, playa de Poniente (foto: J. Aguilar).



Los suelos son muy frágiles y la desaparición de la cubierta vegetal hace que se degraden rápidamente, con una evidente pérdida del material eólico que deja al descubierto los materiales volcánicos de la superficie de abrasión (foto: C. Oyonarte).



ellas caen dentro de la categoría de basaltos andesíticos. Por su parte, únicamente los tipos más ácidos son verdaderas andesitas. Este carácter intermedio entre basaltos y andesitas, así como su alto contenido en CaO y bajo en Na₂O, les confiere ciertas particularidades que hizo que se les denominara Alboranitas, como categoría especial de rocas volcánicas.

Comparativamente, las rocas de la isla son más básicas, menos alcalinas y con menor contenido en K que las andesitas piroxénicas (los términos más básicos) del Cabo de Gata. Otra diferencia se marca, a pesar de la relativa escasez de datos químicos, en la concentración de Fe y el enriquecimiento anómalo en plagioclasa, fenómenos típicos de las rocas de Alborán.

Cuaternario

La cobertera cuaternaria que recubre en su totalidad la Isla de Alborán ha sido objeto de algunos trabajos (Hernández-Pacheco y Asensio, 1968), y todos ellos coinciden al considerar la planicie de la isla una consecuencia de la elaboración de una superficie de abrasión, que lleva asociado un depósito y que arrasa los materiales volcánicos que constituyen el sustrato del islote.

Los depósitos marinos están constituidos por la terraza marina y la caliza biodetrítica que la recubre. La terraza marina ocupa toda la isla y su cota oscila entre los +7,5 m, en el sector oriental, y los +14,5 m, en el sector occidental. Está constituida por un conglomerado en el que abundan los materiales volcánicos con tamaño de canto, empastados en una escasa matriz arenosa. La edad de esta terraza marina es muy difícil de establecer ya que la fauna que contiene es banal y se encuentra en una zona tectónicamente activa durante el Cuaternario. No obstante, ésta es considerada perteneciente al Pleistoceno Medio.

Cubriendo a la terraza marina aparece una caliza detrítica que contiene restos de forma marina de espesor entre 10 y 60 cm. Las playas actuales son muy poco extensas y están acompañadas de una rasa marina tallada sobre el volcánico, que queda cubierta con la marea alta.

Por su parte, los depósitos continentales se encuentran constituidos por arenas eólicas sin cementar que deben ser mucho más recientes, posiblemente del Holoceno, que los depósitos marinos a los que recubren.

■ Edafología

Los suelos de la isla no han sido tan extensa y profundamente estudiados como su sustrato geológico, sin embargo la expedición en el año 1970 de la Universidad de Granada aporta un

profundo estudio que, aunque no establece su distribución espacial, pone de manifiesto las principales, y especiales, características edáficas de Alborán (Delgado *et al.*, 1972).

La tipología de suelos representada en la isla resulta reducida, debido a su escasa extensión y a la homogeneidad de los factores formadores. Como ha sido señalado en otros apartados, la litología corresponde en casi toda la extensión a brechas y tobas de andesitas piroxénicas recubiertas por un manto eólico de espesor variable. Las variaciones de este manto eólico son las que marcan la profundidad de los suelos, carácter que define las tipologías presentes.

Para analizar las características edáficas de la isla, se ha contado con la descripción y análisis de cuatro perfiles, tres de ellos procedentes de los datos publicados por la mencionada expedición científica, y el cuarto realizado en el transcurso de los trabajos preparatorios de esta publicación. Las características más destacadas se recogen en la Tabla 1.

De forma general, los suelos presentan una secuencia de horizontes A/B/R o A/R, son de textura arenosa, sobre todo en superficie, y suelen tener un horizonte de alteración (cámbico) en subsuperficie. Casi todos ellos tienen un contacto lítico a menos de 100 cm de profundidad, y en ocasiones (sobre todo en los bordes de la isla donde la plataforma está ligeramente elevada y la pendiente es mayor) la roca aparece prácticamente en superficie.

Los suelos taxonómicamente, según el sistema WRB (FAO/ISRIC/ISSS, 1998), se encuadran dentro de las tipologías de suelos poco evolucionadas, bien en el grupo de los *Leptosoles*, en el caso de presentar el contacto lítico (la rasa de la superficie de abrasión), o de los *Regosoles*, cuando el manto eólico alcanza mayor potencia. En el primer caso, se trataría del subgrupo de los *eútricos* o *dístricos*, en función del grado de saturación. Por su parte, los *Regosoles* pertenecerían al subgrupo *arénico* debido a su textura arenosa. Otra tipología de suelos frecuente es la de los *Cambisoles* ya que, por la información recopilada, parece que muchos de ellos presentan en subsuperficie un claro horizonte de alteración. Los subgrupos más frecuentes de esta última tipología serían el *crómico* o el *eutrico/dístrico*. Todos los suelos presentan indicios de propiedades ándicas, no suficientemente desarrolladas como para considerar la presencia de un horizonte *Ándico*.

Las descripciones morfológicas de los perfiles establecen un bajo grado de estructuración, estableciendo para la mayoría estructuras en bloques, débil o moderada y, frecuentemente, "sin estructura". Esto hace que puedan considerarse suelos frágiles y muy susceptibles a la erosión eólica, sobre todo ante una posible pérdida de la cobertura vegetal, hecho que se manifiesta en la zona más estrecha de la llanura superior próxima al cementerio.

Los resultados de los análisis texturales muestran que los suelos se agrupan en las clases de tipo limo-arcillo-arenoso e, incluso, en las arenosas. El carácter arenoso se debe, sin duda, a la naturaleza del material original, constituido por un manto eólico situado sobre una superficie de abrasión de naturaleza volcánica.

El contenido de carbono orgánico es bajo o medio, aunque alguno de los perfiles (Tabla 1, perfil III) alcanza valores relativamente altos, sobre todo para ambientes áridos como el de la isla. Destaca sobre todo la secuencia invertida del perfil orgánico. En todos ellos el contenido de carbono

Los suelos de la isla se desarrollan a partir de los materiales del manto eólico, por lo que resultan ser muy arenosos. Parte de ellos, cuando se encuentran bien conservados, presentan un claro horizonte de alteración en subsuperficie. En la imagen, el perfil "Alborán" de la Tabla 1 (foto: C. Oyonarte).





Tabla 1. Principales datos de los suelos en la Isla de Alborán. Perfiles/Horizontes, perfiles (en carácter romano) y horizontes morfológicos descritos. C.O., contenido de carbono orgánico total (oxidable). C/N, relación entre el carbono orgánico total y el nitrógeno total. C.I.C., Capacidad de Intercambio Catiónico. Datos de los perfiles I, II y III extraídos de Delgado *et al.* (1972). Los datos del perfil Alb (“Alborán” en la fotografía) son originales.

Perfiles/ Horizontes	Profundidad (cm)	Textura (%)			pH	C.O. (%)	C/N	C.I.C. (cmol ⁺ /kg)	
		Arena	Limo	Arcilla				T	V
I-1	0-40	56,3	9,3	28,2	8,3	0,9	12	60,0	66,8
I-2	40-70	54,7	6,3	35,2	7,8	1,3	16	68,0	72,3
I-3	70-90	61,5	13,2	20,9	6,2	2,2	14	46,1	46,1
II-1	0-35	61,7	3,8	30,4	8,9	0,9	18	36,0	56,1
II-2	35-45	66,3	5,8	24,8	6,1	1,1	18	35,0	46,0
II-3	45-85	58,1	7,5	30,0	7,1	0,3	15	35,0	42,8
III-1	0-5	55,0	11,6	24,2	4,7	3,6	7	75,0	49,3
III-2	5-10	54,8	5,4	30,0	4,7	3,6	10	25,0	20,8
Alb-1	0-15	75,4	16,5	8,3	8,4	1,6	12	24,0	100,0
Alb-2	15- 40	66,2	24,4	9,6	7,8	1,5	12	28,0	100,0
Alb-3	40-65	74,3	17,7	8,0	4,8	2,3	17	35,0	60,0

orgánico. En todos ellos el contenido de carbono es inferior o igual en el horizonte superficial que en los situados en subsuperficie. Esto podría indicar que en la actualidad existen unas condiciones más erosivas que en periodos anteriores. En cualquier caso, se trata de compuestos orgánicos humificados e incorporados a la fracción mineral del suelo, con valores de la relación C/N entre 7 y 18. No se distinguen tampoco en estas características diferencias importantes entre los horizontes superficiales y subsuperficiales.

Otras propiedades de los suelos de la isla que llaman la atención, por no coincidir con las características consideradas en zonas áridas, es la reacción del suelo y su grado de saturación. El pH de los horizontes analizados varía de básicos, lo que es razonable en climas áridos, hasta decididamente ácidos con valores ligeramente superiores a 4 en algunos de los horizontes subsuperficiales. En sintonía con esta característica, el grado de saturación del complejo de cambio es bajo. Sólo un horizonte presenta una saturación en bases del 100% (situación normal en los suelos áridos), mientras que la mayoría se encuentran saturados entre el 50 y el 75% e, incluso, por debajo del 50%. Lógicamente los mayores valores de pH y grado de saturación se producen en el horizonte superficial de los perfiles, donde por aportes eólicos puede llegar mayor cantidad de cationes.

La relación de cationes alcalino-térreos (Ca y Mg) y cationes alcalinos (Na y K) en el complejo de cambio oscila entre 2,8 (perfil alb) y 0,80 (perfil II), aunque lo normal es que esta relación sea algo superior a 1 como ocurre en los horizontes del perfil III (1,31 y 1,08) o del I (2,2, 1,5 y 1,3). La mayor cantidad de cationes alcalino térreos respecto a los alcalinos se explica por la composición mineralógica de los suelos, donde predominan minerales con altos contenidos de Mg y Ca. Tampoco resulta escasa la cantidad de alcalinos, que podría explicarse por la contaminación de sales, dado el ambiente salino de la isla. En general, se aprecia un descenso de la relación con la profundidad, lo que resulta lógico ya que los alcalinos son más fácilmente lavados.

Relacionado con el complejo de cambio, es necesario destacar sus valores de capacidad de intercambio catiónico, que pueden alcanzar los 75 cmol⁺/kg (perfil III) y mínimos de 24, muy por encima de lo que podría esperarse por sus contenidos de arcilla o materia orgánica. La única explicación posible a esto es considerar la existencia de materiales amorfos de tipo alófana. Tales complejos de naturaleza silicio-alumínicos procedentes de la alteración de roca volcánica manifiestan valores de capacidad de cambio varias veces superiores a las arcillas, aunque en climas áridos dichos procesos de alteración no son muy frecuentes.

Los estudios mineralógicos realizados por los edafólogos de la expedición de la Universidad de Granada (Delgado *et al.*, 1972) confirman que la fracción arcilla de estos suelos es muy pobremente cristalina, estando constituida principalmente por materiales amorfos de tipo alófana. Existen, además, cantidades variables de Montmorillonita mal cristalizada y, en la mayor parte de los horizontes, pequeñas cantidades de Illita.



Bibliografía

- Aparicio, A.; Mitjavila, J. M.; Araña, V. y Villa, I. M. (1991). La edad del volcanismo de las islas Columbrete Grande y Alborán (Mediterraneo occidental). *Boletín Geológico y Minero*, 102-4: 562-570.
- Delgado, M.; Íñiguez, J.; Aguilar, J.; Dorronsoro, C.; Linares, J. y Guardiola, J. L. (1972). Estudio edafológico de la Isla de Alborán. En, Universidad de Granada: *La Isla de Alborán. Observaciones sobre mineralogía, edafología, nematodología, botánica y zoología*, pp. 13-79. Secretariado de Publicaciones (Universidad de Granada). Granada.
- FAO/ISRIC/ISSS (1998). *World Reference Base for Soil Resources*. World Soil Resources Reports, 84. FAO. Roma.
- Hernández-Pacheco, F. y Asensio, I., (1968). Depósitos cuaternarios de la isla de Alborán. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, 66: 381-392.
- Pineda Velasco, A.; Goy Goy, J.L.; Zazo Cárdena, C.; Dabrio Martín, C. y Giner Sánchez, J. (1983). *Mapa Geológico de El Cabo de Gata e isla de Alborán E. 1:50.000*. IGME, Serie Magna. Madrid.
- Torne, M.; Fernández, M.; Comas, M.C. y Soto, J. I. (2000). Lithosphere structure beneath the Alboran basin: results from 3D gravity modelling and tectonic reference. *Journal of Geophysical research*. 105: 3209-3228.