

# LOS CLIMAS DE LA SERRANÍA DE RONDA: UNA PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN

JOSÉ ANTONIO OLMEDO COBO Y JOSÉ GÓMEZ ZOTANO (UNIVERSIDAD DE GRANADA)

**RESUMEN:** Las clasificaciones climáticas regionales son difícilmente aplicables en ámbitos comarcales, donde existe una particular interacción de factores climáticos de tipo geográfico y dinámico. Especialmente complejos resultan los sistemas montañosos sometidos al cambiante clima Mediterráneo, que adolecen de una sistematización escalar adecuada. Atendiendo a esta necesidad se presenta, por primera vez, una propuesta de clasificación climática de la Serranía de Ronda a escala comarcal. La metodología está basada en estadística multivariante y el criterio experto, identificándose y caracterizándose 19 tipos climáticos. La metodología utilizada permite su extrapolación a otros ámbitos geográficos complejos, independientemente de la escala espacial y temporal de trabajo. Asimismo, se evidencia cómo los factores geográficos que determinan el clima de la Serranía contribuyen, a su vez, a generar una gran riqueza de matices climáticos, característica que define a la Serranía y la diferencia respecto a otras comarcas geográficas aledañas.

**PALABRAS CLAVE:** Identificación, caracterización y clasificación climática; estadística multivariante; clima mediterráneo; provincias de Málaga, Cádiz y Sevilla.

**SUMMARY:** Regional climate classification is difficult to apply in local administrative areas, where there is a specific interaction of geographic and dynamic climate factors. Mountain systems are especially difficult, subject to the changing Mediterranean climate, and thus lacking an adequate scalar systematization. In order to address this need, a proposal for climate classification of the Serranía de Ronda at its administrative “comarca” level is presented for the first time. The methodology has been based on multivariate statistics and expert criteria, identifying and describing 19 climate types. The methodology applied allows extrapolation to other complex geographical areas, regardless of the spatial and temporal scope of work. Similarly, it is evident how the geographical factors which determine the climate of the Serrania contribute, in turn, to generating a great wealth of climate nuances, a feature which defines the Serrania and sets it apart from other, nearby geographical regions.

**KEY WORDS:** Climate identification, characterization and classification; multivariate statistics; Mediterranean climate; Provinces of Málaga, Cádiz and Sevilla.

## INTRODUCCIÓN

La Serranía de Ronda se encuentra en uno de los ámbitos climáticos más singulares del Mediterráneo Occidental: la región del Estrecho de Gibraltar. La situación de esta región en la zona meridional de la franja templada del Planeta, entre dos continentes y dos masas de agua tan contrastados, como son respectivamente Eurasia y África, y el océano Atlántico y el mar Mediterráneo, determina su marginalidad respecto a la corriente en chorro polar (Gómez-Zotano et al., 2015). A su vez, el predominio de células anticiclónicas de carácter subtropical entre los 23° y los 35° de latitud N tiene un claro reflejo climático en esta región, determinando una acusada sequedad en la estación más cálida del año, el verano, lo que justifica la definición de su clima como Mediterráneo (Gómez-Zotano et al., 2015, 2016). Junto a estas circunstancias latitudinales y dinámico-atmosféricas, hay que tener en cuenta otros factores geográficos locales y regionales condicionantes de las mismas, principalmente la accidentada orografía de la región y la disímil significación espacial de oceanidad y continentalidad en su territorio (Capel y Castillo, 1984; Castillo, 1989; Capel, 2000; Font, 2000). Un ámbito, además, en donde la íntima e inseparable relación entre clima y biogeografía alcanza un *status* especialmente significativo, que contribuye decisivamente a que éste se convierta en puente y a su vez en barrera biogeográfica (Olmedo-Cobo et al., 2016).

En este contexto geográfico, la Serranía de Ronda presenta un deficiente conocimiento de su clima y, en particular, de las variedades comarcales –mesoclimas–, las cuales adquieren gran relevancia para la configuración de los sistemas naturales y su explotación antrópica en función de la compleja orografía y de cómo ésta condiciona la dinámica atmosférica regional.

No existe clasificación alguna de los tipos climáticos comarcales que se pueden identificar en la Serranía de Ronda, lo que encaja en la flagrante falta de estudios de clasificación del clima regional y de sus variedades comarcales para el conjunto de Andalucía, y responde, por otra parte, a la todavía insuficiente red de estaciones. Únicamente se puede destacar la clasificación genética regional de Castillo (1989) a partir de los tipos de tiempo, y las clasificaciones de Ibarra (1993), Gómez-Zotano (2006) y Gómez-Zotano y Riesco-Chueca (2010) en el marco de estudios comarcales de paisaje, y los antecedente más recientes de Gómez-Zotano et al. (2015, 2016) en los que se presenta una identificación, clasificación y caracterización climática de Andalucía a partir de una metodología novedosa de carácter semiautomático e interescalar, de tipo empírico objetivo, a partir de la cual se obtiene un mosaico formado por 21 tipos climáticos repartidos en 5 regiones climáticas.

Este trabajo ha servido de ejemplo y referente para abordar en la presente investigación la identificación, clasificación y caracterización climática de la Serranía de Ronda con objeto de compensar las antedichas carencias de conocimiento del singular clima de esta comarca andaluza. Y se hace con la pretensión de obtener el suficiente detalle como para conseguir de este análisis un marco de referencia para la mejor comprensión del sistema climático y su integración en los actuales modelos de planificación territorial. Se han obtenido 19 tipologías climáticas cuya descripción analítica se realiza bajo criterio experto, identificando su distribución geográfica y rasgos climáticos más definitorios, particularmente los regímenes termométricos y pluviométricos.

## MÉTODO

### ÁREA DE ESTUDIO

La Serranía de Ronda es una comarca natural de fisiografía montañosa localizada en el extremo sudoccidental de la Cordillera Bética, entre las provincias andaluzas de Málaga y Cádiz, y una pequeña porción de la provincia de Sevilla (36,5° - 36,8° N; 5,5° - 5° W). La Serranía queda delimitada por las depresiones del Guadalquivir y Antequera al Norte, el valle del Guadalhorce al Este, la costa mediterránea al Sur y la campiña gaditana al Oeste. Su clima presenta una íntima ligazón con su situación geográfica, cercana al Estrecho de Gibraltar, y su accidentada y contrastada orografía, de disposición diagonal nordeste-suroeste en sus principales valles y montañas, lo que determina una disímil significación espacial de oceanidad y continentalidad. Por este motivo, los amplios valles del Genal, Guadiaro y Majaceite quedan abiertos al SW, a barlovento de los flujos predominantes de procedencia Atlántica, mientras que los valles de los ríos Grande, Turón y Guadalteba, a sotavento, lo están a levantes y nortes. Otros valles presentan una disposición SE-NW, caso del Guadalete y Trejo, en el cuadrante noroccidental de la Serranía, y NW-SW en los valles del Guadalmanza, Guadalmina, Guadaiza o Verde, perpendiculares a la costa. Respecto a las montañas, sobresalen grandes es-tribaciones que convergen en una meseta central elevada -depresión de Ronda-, verdadero nudo de la Serranía: Sierra de Tolox, donde la Serranía alcanza su máxima altura (Torrecilla, 1.919 m.s.n.m.), y su prolongación septentrional conocida como Sierra de las Nieves; Sierra de Grazalema (Pinar 1.648 m.s.n.m.); Sierra del Endrinal (Reloj 1.535 m.s.n.m.); Sierra de Líbar (Palo 1.400 m.s.n.m.); y Sierra de

Jaraestepar (1.427 m.s.n.m.). Paralelas a la costa se alzan las sierras más meridionales: Bermeja (Abanto, 1.512 m.s.n.m.), Blanca (Lastonar 1.275 m.s.n.m.) y Alpujata (Castillejos 1.073 m.s.n.m.). Otras sierras perimetrales destacables son Prieta (1.518 m.s.n.m.), Alcaparaín (Valdivia 1.292 m.s.n.m.) y Aguas (949 m.s.n.m.) en el extremo oriental de la comarca, Hacho (1.011 m.s.n.m.) y Aljibe (1.091 m.s.n.m.) en el extremo sudoccidental, y Ortegícar (962 m.s.n.m.), Cañete (Padrastró 995 m.s.n.m.), Tablón (Torril 1.128 m.s.n.m.) y Algodonales (Líjar 1.051 m.s.n.m.), en el extremo septentrional de la Serranía.

En la Serranía de Ronda encuentran representación cuatro de las cinco regiones climáticas mediterráneas definidas para el conjunto de Andalucía –atendiendo a los factores y elementos climáticos más determinantes– por Gómez-Zotano et al. (2015): región de climas costeros, región de climas de interior, región de climas de media montaña y región de climas de alta montaña. Sin embargo, cabe aclarar que son los climas de media montaña los que predominan en gran parte de este territorio, mientras que las tipologías pertenecientes a las regiones de climas costeros y de interior quedan limitadas respectivamente al extremo sur y a la periferia norte del ámbito de estudio; por su parte, la región de climas de alta montaña tan solo aparece de manera puntual en la cumbre de la Sierra de Tolox.

## PROCESO METODOLÓGICO

Consta de tres fases principales: identificación, clasificación y caracterización. Se trata de un procedimiento automatizado, basado en la conjugación de la estadística multivariante y el criterio experto, con la finalidad de obtener resultados robustos, reproducibles y representativos.

Para el desarrollo de la fase de identificación se requiere, como paso previo la elección, recopilación y preparación de las variables climáticas que la fundamentan: Temperatura media anual, Temperatura mínima anual, Temperatura mínima mensual, Temperatura máxima anual, Temperatura máxima mensual, Precipitación anual, Precipitación mensual, Evapotranspiración, Insolación real, Índice de continentalidad, Índice de aridez. Todas estas variables provienen de datos tomados en el período 1971-2000/2008, salvo el índice de continentalidad, que proviene de datos del período 1961-1990. Al respecto, se ha considerado conveniente definir el carácter oceánico, semi-oceánico, semi-continental y continental de los distintos tipos climáticos de la región según los umbrales que aparecen en la tabla 1.

TABLA I. ÍNDICE DE CONTINENTALIDAD PARA LOS TIPOS CLIMÁTICOS DE ANDALUCÍA

Climas	Índice de continentalidad		
	Rango Medio	Rango Máximo	Rango Mínimo
Oceánicos	12,6-14,4	15,7	11,3
Semi-oceánicos	14,2-15,7	18,2	12,7
Semi-continentales	15,0-17,8	20,6	13,2
Continental	16,6-19,6	21,8	14,0

Fuente: Adaptación a partir de Rivas-Martínez (2011)

Los datos de las variables meteorológicas corresponden a la red de estaciones principales y secundarias de la Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET), si bien en determinados casos se han citado valores de referencia correspondientes a distintos observatorios dependientes de la Junta de Andalucía. La red AEMET cuenta con 55 puntos de medición activos en la Serranía de Ronda que comprenden estaciones automáticas, semi-automáticas y manuales de primer y segundo orden<sup>1</sup>. A excepción de las sierras, estas estaciones cubren suficientemente todo el territorio y recogen información de todos aquellos parámetros meteorológicos de interés climatológico. Las variables seleccionadas y recopiladas se encuentran disponibles, previa solicitud, en el repositorio de información ambiental de la Red de Información Ambiental de Andalucía, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía. Para adaptar las variables, éstas se han estandarizado en valores de 0 a 1.000.

<sup>1</sup> Las estaciones meteorológicas automáticas ofrecen datos de viento, humedad, temperatura, precipitación y presión atmosférica; la red de estaciones principales combina sistemas manuales y automáticos, y registra las variables precipitación, temperatura del aire, humedad del aire, temperatura del suelo, radiación solar, insolación y evaporación; en la red de estaciones secundarias (manuales) se mide temperatura del aire y/o precipitación. Los datos son medidos en las condiciones estándar y con el instrumental oficial que, en ambos casos, recomienda la Organización Meteorológica Mundial, y son sometidos a validación por parte de personal experto para detectar cualquier error en las distintas medidas. Su fiabilidad es, por tanto, indudable, habiéndose empleado en distintas obras climáticas de referencia, como el Atlas Climático Ibérico (2011).

La clasificación, de tipo supervisada, tiene por objetivo la identificación de los tipos climáticos a partir de las regiones climáticas previamente identificadas por Gómez Zotano et al. (2015). Este análisis consiste en clasificar una muestra de la que se tienen patrones predefinidos o una clasificación previa, ya sea por conocimiento experto, o por la obtención de una clasificación no supervisada. En la identificación de tipos climáticos, se ha utilizado como patrón a los Grupos de referencia y a las Regiones climáticas. Dicho patrón se introduce en la clasificación supervisada, a través de la elección de verdades terreno: zonas identificadas inequívocamente como pertenecientes a una categoría determinada, en este caso a un tipo climático. A partir de las verdades terreno y de las variables climáticas estandarizadas, el clasificador obtiene una nueva clasificación que posteriormente se hace extensible a todo el territorio. El clasificador que se ha utilizado en esta ocasión ha sido *Minimum distance* (ENVI 4.5). De la clasificación supervisada se han obtenido los tipos climáticos previos. Estos se han sometido a un filtrado y a un depurado experto, tras los cuales se han identificado los Tipos Climáticos definitivos.

La caracterización de las tipologías climáticas obtenidas implica la descripción analítica bajo criterio experto, identificando su distribución geográfica y rasgos climáticos más definitorios, particularmente los regímenes termométricos y pluviométricos.

La denominación de estos tipos climáticos considera, en primer lugar, el carácter mediterráneo de todos ellos. A continuación, se ha seguido un criterio basado tanto en la particularidad ombroclimática de cada tipología, haciendo referencia a su carácter hiper-húmedo, húmedo, subhúmedo o seco, como en el grado de continentalidad u oceanidad que presentan –variantes oceánicas, semi-oceánicas, semi-continentales y continentales–. Finalmente, se hace obligada referencia al espacio geográfico por el que se distribuyen.

## IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA SERRANÍA DE RONDA

Se han identificado y clasificado diecinueve tipos climáticos a escala comarcal para el conjunto de la Serranía de Ronda (Figura N° 1):

Partiendo del carácter mediterráneo de todos los tipos climáticos identificados, se pueden hacer las siguientes agrupaciones geográficas en función del grado de oceanidad-continentalidad y de la particularidad ombroclimática (tabla 2). Los diferentes tipos se describen a continuación:

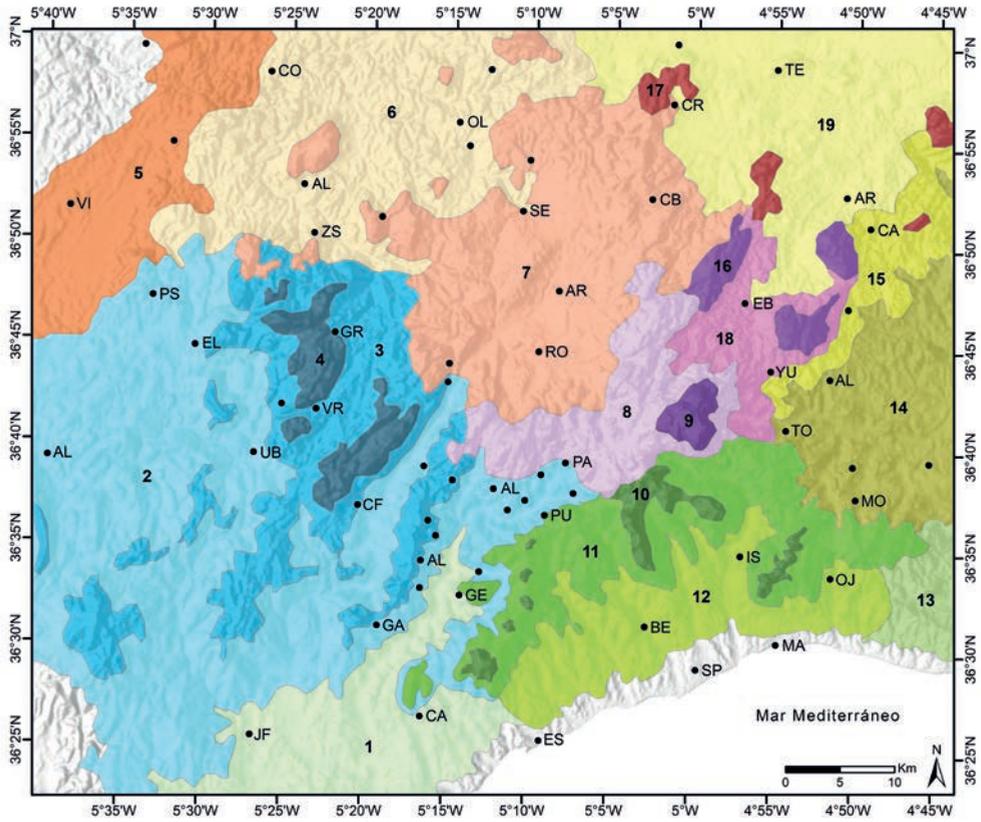
TABLA 2. AGRUPACIONES GEOGRÁFICAS DE LOS TIPOS CLIMÁTICOS DE LA SERRANÍA DE RONDA

Agrupación geográfica	Tipos climáticos	Oceanidad-continentalidad	Ombroclima
Serranía rondeña occidental	1-2-3-4	Oceánico/ semi-oceánico	Húmedo/hiper-húmedo
Serranía rondeña septentrional	5-6	Semi-oceánico	Seco/sub-húmedo
Serranía rondeña central	7-8-9	Semi-oceánico/ semi-continental	Sub-húmedo/húmedo/ hiperhúmedo
Serranía rondeña meridional	10-11-12	Oceánico/ semi-oceánico	Sub-húmedo/húmedo/ hiperhúmedo
Serranía rondeña oriental	13-14-15-16- 17-18-19	Oceánico/ semi-oceánico/ semi-continental/ continental	Seco/sub-húmedo/ húmedo

I. CLIMA MEDITERRÁNEO OCEÁNICO SUBHÚMEDO-HÚMEDO DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR

Se corresponde con parte de las sierras litorales cercanas al Estrecho de Gibraltar (Blanquilla, Murta, de los Melones) y su entorno climático, es decir, las tierras alomadas y campiñas orientales de la provincia de Cádiz y del extremo occidental de la provincia de Málaga (valles bajos del Guadiaro y Genal, extendiéndose hasta las campiñas de Casares y Estepona). Con una extensión de 448 km<sup>2</sup>, presenta un gradiente altitudinal comprendido entre 75-100 y 400-600 msnm. Se trata de un clima de gran particularidad debido a la alternancia durante todo el año de los vientos marinos de componente E y W, que permite su catalogación como un tipo oceánico muy suave, de carácter húmedo a muy húmedo, y con el menor índice de continentalidad de toda la Serranía (índices de 12 a 13). En su ámbito se ubican localidades como Jimena de la Frontera, Casares o Genalguacil.

La referida temperie oceánica favorece promedios de temperaturas anuales muy suaves, que quedan comprendidos entre 15 y 18°C. Los valores medios anuales de las máximas alcanzan los 23°C en los sectores más cálidos, correspondientes a los fondos de los valles, mientras que en las zonas más elevadas se miden 18°C; los registros mínimos anuales oscilan entre 11 y 15°C dependiendo de la altitud y de las inversiones térmicas. Aunque los valores absolutos estivales e invernales son muy contenidos, se



- 1. Clima mediterráneo oceánico subhúmedo-húmedo del Estrecho de Gibraltar
- 2. Clima mediterráneo oceánico húmedo de la media montaña rondeña occidental
- 3. Clima mediterráneo oceánico hiper-húmedo de la media montaña rondeña occidental
- 4. Clima mediterráneo semi-oceánico hiper-húmedo de las cumbres de las sierras de Grazalema y Líbar
- 5. Clima mediterráneo semi-oceánico seco de la cuenca del Guadalete
- 6. Clima mediterráneo semi-continental subhúmedo de las estribaciones septentrionales
- 7. Clima mediterráneo semi-oceánico subhúmedo-húmedo de la meseta rondeña
- 8. Clima mediterráneo semi-continental húmedo de la media montaña rondeña central
- 9. Clima mediterráneo semi-continental hiper-húmedo cacuminal de la Sierra de Tolox
- 10. Clima mediterráneo semi-oceánico húmedo a hiper-húmedo de las cumbres de las sierras Bermeja y Blanca
- 11. Clima mediterráneo oceánico húmedo de media montaña litoral de las sierras Bermeja y Blanca
- 12. Clima mediterráneo oceánico subhúmedo-húmedo de sierras litorales con influencia marítima
- 13. Clima mediterráneo oceánico subhúmedo-seco de sotavento con influencia litoral
- 14. Clima mediterráneo semi-oceánico seco-subhúmedo de la cuenca del río Grande
- 15. Clima mediterráneo semi-oceánico seco-subhúmedo de valles y laderas rondeñas orientales
- 16. Clima mediterráneo semi-continental subhúmedo de la media montaña rondeña oriental
- 17. Clima mediterráneo semi-continental seco-subhúmedo de la media montaña rondeña oriental
- 18. Clima mediterráneo semi-continental subhúmedo-húmedo de la Sierra de las Nieves
- 19. Clima mediterráneo continental seco de la cuenca del Guadalteba

Figura Nº 1. Tipos climáticos identificados en la Serranía de Ronda. Fuente: elaboración propia a partir de Gómez-Zotano et al. (2015)

pueden registrar débiles heladas en las zonas más deprimidas, y máximas de hasta 42°C con viento “terral” (componente N-NW en esta zona).

Las precipitaciones oscilan entre 900 mm/año en los valles y laderas a sotavento (892 mm en Jimena de la Frontera “Central Eléctrica Corchado” a 65 msnm; 956 mm en Buitreras “Central Eléctrica” a 212 msnm; 896 mm en Casares a 415 msnm) y 1.000-1.200 mm/año en las zonas más elevadas de las sierras más expuestas a los vientos llovedores del E y W, si bien no es fácil conocer con exactitud la pluviosidad real de las cimas ante la ausencia de mediciones. Existe un máximo pluviométrico dilatado que ocupa buena parte del otoño e invierno (noviembre a febrero). Desde finales de primavera, y durante todo el verano, las precipitaciones son muy escasas, lo que caracteriza al periodo estival como típicamente mediterráneo. Solo la elevada incidencia de los vientos del E en el entorno del Estrecho de Gibraltar que, aunque presentes todo el año, son especialmente singulares en verano, permite que en las vertientes montañosas de barlovento (cotas 300 a 600 msnm) la humedad ambiental sea notable, e incluso sean relativamente frecuentes nieblas de retención orográfica causantes de precipitaciones ocultas.

## 2. CLIMA MEDITERRÁNEO OCEÁNICO HÚMEDO DE LA MEDIA MONTAÑA RONDEÑA OCCIDENTAL

Se desarrolla en las cotas medio-bajas y piedemontes de las sierras de Zafalgar, del Pinar, del Endrinal, de Ubrique y de los Pinos, en altitudes de 200 a 500-600 msnm, además de en los valles del Genal y Guadiaro, ocupando una superficie total de 1.225,6 km<sup>2</sup>. Por tanto, constituye otra variante de clima mediterráneo oceánico suave y húmedo aunque progresivamente más templado debido a la pérdida de altitud, y algo más seco por el menor efecto orográfico que el relieve ejerce en los frentes nubosos, alcanzando índices de continentalidad muy bajos (entre 13 y 14). En su área se asientan las localidades de Prado del Rey, Algar, El Bosque, Ubrique, Jimera de Líbar, Benarrabá, Jubrique y los siete pueblos de El Havaral (Alpandeire, Faraján, Júzcar, Cartajima, Parauta, Igualeja y Pujerra).

Este tipo climático presenta un régimen térmico templado derivado de un verano caluroso y de un invierno marcado por la bonanza atlántica. El gradiente altitudinal moderado y la configuración orográfica atenuada favorecen diferencias de las temperaturas medias anuales relativamente contenidas, que se mueven en el rango de 15,5 a 18,5°C (18,2°C en Ubrique a 420 msnm). Los promedios anuales de las máximas son elevados, quedando entre 20 y 23,5°C, y los de las mínimas oscilan entre 11,5 y 13,6°C. Las heladas son muy escasas, limitadas a los más duros episodios de frío invernal, y principalmente bajo fenómenos de inversión térmica, mientras que los valores máximos absolutos puede superar los 40°C también en

## La normalidad vuelve al Valle del Genal tras las intensas lluvias

Las precipitaciones han sido especialmente importantes en Pujerra, con más de 250 litros en 24 horas

JAVIER FLORES GONZÁLEZ

19 de octubre de 2015 a las 18:56



Imagen de la carretera entre Pujerra e Igualja.

*Figura N° 2. Las lluvias torrenciales de octubre de 2015 fueron particularmente intensas en Sierra Bermeja y El Havaral; en el municipio de Pujerra se registraron hasta 250 mm en pocas horas, lo que causó grandes desperfectos en las infraestructuras viarias. Fuente: diarioronda.es*

## El Valle del Genal se viste de blanco con esta histórica nevada

La mayoría de los municipios de esta zona quedaron incomunicados durante buena parte del día ante la imposibilidad de circular por las carreteras

DIARIO RONDA

15 de enero de 2017 a las 18:46



*Figura N° 3. Instantánea de la gran nevada caída en Alpandeire en enero de 2017. Fuente: diarioronda.es*

situaciones excepcionales de llegada de masas de aire muy cálidas desde el norte de África.

Bajo las mismas consideraciones generales que el tipo anterior, este clima resulta algo más húmedo debido a su altitud y a la mayor potencia de los relieves serranos, lo que maximiza el gradiente pluviométrico positivo. De este modo, en las cotas más bajas la precipitación media es de 800 a 1.000 mm (792 mm en Algar a 204 msnm; 832 mm en Prado del Rey a 433 msnm; 881 mm en Jerez “La Alcaria” a 300 msnm), mientras que en cotas más elevadas y/o interiores (es decir, más próximas a las sierras principales) alcanza los 1.200-1.300 mm (1.285 mm en Jerez “Puerto Gáliz” a 420 msnm; 1.170 mm en Grazalema “Banamahoma” a 460 msnm; 1.081 en Jimera de Líbar “Central Eléctrica” a 429 msnm; 1.033 mm en Ubrique “Sevillana” a 420 msnm). Con un régimen exclusivamente atlántico, el máximo pluvial se extiende de noviembre a marzo, con notables episodios de lluvias torrenciales que pueden dejar totales de precipitación superiores a 200 mm/día y notables nevadas que se presentan cada muchos años (Figuras N° 2 y 3).

### 3. CLIMA MEDITERRÁNEO OCEÁNICO HÍPER-HÚMEDO DE LA MEDIA MONTAÑA RONDEÑA OCCIDENTAL

Este clima ocupa una extensión de 420,2 km<sup>2</sup> y se corresponde con las sierras que conforman la mitad occidental de la Serranía de Ronda, esto es, Grazalema, Ubrique, Líbar y Aljibe dentro del intervalo altitudinal de 600 a 1.000-1.100 msnm. Se trata de un tipo muy húmedo y suave, templado en invierno y cálido –pero no excesivamente caluroso– en verano, como consecuencia de su orografía, altitud y favorable exposición a los vientos atlánticos zonales. Es, por tanto, una variedad oceánica y, consecuentemente, de baja continentalidad (índice de 13,5 a 14,5). Afecta a los pueblos de Grazalema, Benaocaz, Villaluenga del Rosario, Cortes de la Frontera, Benaoján, Gaucín, Algotocín, Benalauría, Benadalid y Atajate.

Las temperaturas medias anuales son moderadamente suaves resultado de veranos e inviernos poco extremados, y de estaciones intermedias de notable suavidad, siempre al amparo de los vientos oceánicos zonales. Los promedios, ciertamente contrastadas debido al gradiente altitudinal, oscilan entre 13,5 y 16°C (14,2°C en Villaluenga del Rosario “Icona” a 855 msnm; 15,2°C en Gaucín a 626 msnm; Grazalema 15,3°C a 823 msnm), con registros medios anuales de las máximas de entre 18,5 y 22°C, y de las mínimas de entre 9°C y 11,5°C. Las heladas invernales son escasas. Los máximos absolutos estivales raramente superan los 35°C.

En el dominio de este clima se localizan las estaciones que registran los promedios máximos pluviométricos de Andalucía, con valores medios anuales cercanos a 2.000 mm en el pueblo de Grazalema (1.943 mm/año) (ver la comparativa entre Grazalema, Alpendeire, Ronda y Teba de la gráfica correspondiente a la Figura N°10) y en todo caso superiores a 1.200-1.500 mm/año (1.207 mm en Cortes de la Frontera “Diego Duro” a 840 msnm; 1.518 mm en Villaluenga del Rosario “Icona”; 1.548 mm en Benaocaz a 793 msnm; 1.168 mm en Gaucín). Se trata de una zona de gran singularidad como consecuencia de su favorable orientación a los vientos húmedos del W que, sometidos a una particular orientación del relieve, permiten una variante climática sin igual dentro de la región climática mediterránea occidental. En este sector, los registros absolutos en los años más lluviosos superan los 4.000 mm, los 1.000 mm/mes y los 300 mm/día, valores que se pueden hacer extensibles a las cumbres de estas sierras. El régimen pluvial muestra un máximo prolongado que se inicia en octubre-noviembre y que alcanza mediados de primavera; las precipitaciones decaen drásticamente a partir de mayo, siendo el verano una estación de gran indigencia pluviométrica, que en este caso sí es fiel reflejo del carácter mediterráneo de este clima.

#### 4. CLIMA MEDITERRÁNEO OCEÁNICO HÍPER-HÚMEDO DE LAS CUMBRES DE LAS SIERRAS DE GRAZALEMA Y LÍBAR

Se trata de la variante climática más singular de cuantas se desarrollan en la Serranía. Se circunscribe exclusivamente a las cumbres de las sierras de Grazalema y Líbar por encima de 1.000-1.100 msnm, ocupando 89,9 km<sup>2</sup>. Se trata de un ámbito de media montaña muy bien expuesto a los vientos zonales del W-SW, donde la altitud matiza a la baja las temperaturas, con el consiguiente aumento de la continentalidad (índice en torno a 14-15), y a la vez provoca un gradiente positivo en las precipitaciones. Es, por tanto, el tipo climático más húmedo no solo de la Serranía de Ronda sino de toda Andalucía.

Como consecuencia de la altitud, las temperaturas medias son las más bajas de la mitad occidental de la Serranía, con un mayor contraste entre los extremos del verano y del invierno respecto a las zonas más bajas de este sector. Los promedios anuales están comprendidos entre 11°C en las cimas y 14,5°C en torno a 1.000 msnm. La oceanidad atenúa los rigores tanto invernales como estivales, si bien el periodo diciembre-febrero es relativamente frío, con frecuentes heladas de advección por encima de 1.300 msnm, mientras que los registros absolutos estivales raramente superan los 35°C (hasta 30°C en las cimas). Las heladas invernales son reseñables en ciertas posiciones deprimidas –fondos de valle, grandes dolinas y poljes– debido a fenómenos de inversiones térmicas asociados a aire frío bajo condiciones de marcada estabilidad, lugares en los que se pueden alcanzar ocasionalmente los -10°C (así ha quedado registrado por ACAMET<sup>2</sup> en depresiones kársticas de la Sierra de Líbar). Las estaciones intermedias son suaves y bien marcadas, en mayor medida la primavera. Todo ello, en conjunto, determina registros medios anuales de las máximas entre 15,5 y 19,5°C, y de las mínimas entre 6,5 y 10°C.

Este tipo climático es el que presenta los máximos pluviométricos, con valores medios estimados superiores a 2.000 mm/año. Si bien no existe registro alguno que confirme este extremo, por la falta de mediciones en el tercio superior de estas sierras, el valor medio de la estación de Grazalema, 1.944 mm/año a poco más de 800 msnm, permite aseverar que en las cumbres de su entorno los promedios puedan alcanzar al menos los 2.200 mm/año. Al igual que en cotas inferiores, el régimen de las precipitaciones muestra un máximo que se prolonga desde principios-mediados de otoño hasta bien entrada la primavera. En cualquier caso, este clima sigue manteniendo una importante carencia de precipitaciones en verano, siendo éstas casi nulas en julio y agosto. Por otra parte, la altitud a la que se desarrolla esta variante permite que la

<sup>2</sup> ACAMET: Asociación de cazatormentas y aficionados a la meteorología.

nieve sea un meteoro ocasional durante el trimestre más frío, si bien la marcada oceanidad de los vientos procedentes del Atlántico impide catalogar la precipitación sólida como un elemento climático característico de la zona.

#### 5. CLIMA MEDITERRÁNEO SEMI-OCEÁNICO SECO DE LA CUENCA DEL GUADALETE

Se trata de un clima de transición entre la media montaña rondeña occidental y el Bajo Guadalquivir, resultando un poco más seco y algo más templado –menos caluroso–, y de moderada oceanidad (índice de continentalidad de 14-15). Se extiende por 434 km<sup>2</sup> en tierras escasamente accidentadas en la cuenca del Guadalete, a altitudes de entre 100 y 300 msnm. En su geografía se localizan las localidades de Bornos, Villamartín y Puerto Serrano.

De notable bonanza térmica, presenta temperaturas medias anuales de entre 16,5 y 17,5°C, con veranos cálidos o muy cálidos, y prolongados, en los que julio y agosto presentan promedios de 25°C, con frecuentes valores absolutos de 40 a 42°C; de esto modo, los valores medios de las máximas anuales superan los 23°C. Mientras, los promedios anuales de las mínimas oscilan entre 10 y 11,5°C relacionados con inviernos muy suaves y escasamente heladores debido a la componente zonal (los valores negativos se limitan a situaciones muy concretas siempre en emplazamientos propensos a inversiones térmicas), siendo numerosas, al igual que en el Bajo Guadalquivir, las “noches tropicales” durante el verano.

La pluviosidad es media, con promedios anuales que quedan entre 550 mm (570 mm/año en Villamartín “Sevillana” a 110 msnm) hasta cerca de 700 mm (676 mm en Puerto Serrano a 161 msnm). El régimen pluviométrico depende casi en exclusiva de las masas de aire húmedas de procedencia atlántica, que alcanzan este ámbito de lleno, si bien la ausencia de relieves de importancia impide el forzamiento orográfico de las nubes y con ello mayores cuantía de las lluvias. El periodo noviembre a enero-febrero es el de mayor humedad y en el que se concentra prácticamente la mitad de las precipitaciones; la primavera y el comienzo del otoño son mucho más irregulares, mientras que el verano continúa siendo muy seco al menos durante tres meses.

#### 6. CLIMA MEDITERRÁNEO SEMI-OCEÁNICO SUBHÚMEDO DE LAS ESTRIBACIONES SEPTENTRIONALES

Ocupa una extensión de 582,2 km<sup>2</sup>, abarcando los piedemontes de las sierras de Líjar, Rabitilla, San Juan, Zaframagón y Malaver, y cuencas medias de los

ríos Guadamanil, Guadalporcún y Guadalete, en lo que se pueden considerar las primeras estribaciones septentrionales de la Serranía de Ronda (intervalo 400-750 msnm). Bajo este clima se encuentran localidades como Olvera, Algámitas, Pruna, Zahara o Algodonales. Es un tipo templado-cálido y subhúmedo-húmedo, que denota todavía una moderada influencia oceánica (índices de continentalidad en torno a 14-15), mientras que la modesta altitud de la media montaña por la que se extiende ya permite detectar ciertas peculiaridades en su pluviosidad, porque en su conjunto se considera una variante de transición entre los climas del noroeste de la región –resultando más húmedo y algo más fresco que éstos– y las tipologías más características del sector central de la Serranía de Ronda –que a su vez son más húmedas y frías que la tipología que ahora se describe–. En cualquier caso, se trata de un tipo semi-oceánico de baja continentalidad (índices de 14 a 15).

Las temperaturas medias anuales son relativamente homogéneas en todo el ámbito a pesar del accidentado relieve, oscilando entre 14,5 y 17°C. Los valores medios de las máximas son elevados, quedando entre 22,5 y 24°C, a lo que contribuye sobremanera el largo periodo estival (mayo-septiembre), escasamente atemperado por los vientos del W debido al predominio de la componente E en verano, lo que favorece que julio presente una temperatura media de, por ejemplo, 26,2°C en Olvera a 540 msnm, con máximos absolutos estivales de hasta 42°C. Las promedios anuales de las mínimas son contenidos, no bajando de 9°C y sin superar los 11,5°C, destacando la suavidad del invierno debido a la influencia oceánica que, entre otras cosas, limita el número de heladas –débiles en todo caso– a unos pocos días al año, que se registran en particular en los fondos de valle; de este modo, el mes más frío en la estación de Olvera, enero, ofrece un valor medio de 9,5°C.

La pluviosidad es variable aunque resulta, en general, generosa, con un gradiente creciente desde el centro –el área de menor oceanidad– (Olvera 580 mm/año) hacia el oeste-noroeste y sur-suroeste: 767 mm/año en El Gastor a 593 msnm y 900 mm/año o algo más en el entorno de Zahara (898 mm/año en el mismo pueblo a 551 msnm). Se puede considerar, por tanto, un clima subhúmedo de transición hacia las tipologías húmedas del centro de la Serranía, en el que su pluviometría está directamente relacionada con la exposición favorable a las masas de aire oceánicas y la compartimentación del relieve a la que éstas se ven expuestas, sin el desarrollo de barreras orográficas de importancia hacia el W-SW. El máximo de precipitaciones se concentra entre noviembre y enero-febrero, con una primavera irregular a la que le sucede un verano muy seco como corresponde al clima mediterráneo.

7. CLIMA MEDITERRÁNEO SEMI-OCEÁNICO SUBHÚMEDO-HÚMEDO  
DE LA MESETA RONDEÑA

Se corresponde con la meseta central rondeña dentro del intervalo altitudinal de 550-600 a 1.000 msnm, aunque también incluye otras estribaciones montañosas de menor entidad (sierras de los Merinos, de las Salinas, de la Sanguijuela, de Viján, de los Borbollón y Molina). En su conjunto, presenta una extensión de 624,9 km<sup>2</sup>. Es un clima templado-cálido y moderadamente húmedo en relación, respectivamente, con su carácter interior a media altitud pero, a su vez, bien relacionado con los flujos zonales atlánticos que favorecen además su catalogación como tipo semi-oceánico (índices de continentalidad de 14 a 15,5). Incluye las poblaciones de Alcalá del Valle, Montejaque, Cuevas del Becerro, Setenil de las Bodegas y Arriate, además de la ciudad de Ronda.

De temperaturas contenidas en invierno (media de enero en Ronda “Central Eléctrica” de 8,6°C a 660 msnm), el régimen térmico anual presenta valores promedio de 14 a 16°C (Ronda “Central Eléctrica” 15,1°C), con un verano caluroso (media de 23,4°C en julio en Ronda “Central Eléctrica”) especialmente en las zonas más bajas del interior y mitad septentrional de su área debido al predominio de vientos de componente Este durante el estío. De este modo, los promedios de las máximas son notablemente contrastados, oscilando entre 15,5 y 20,5°C, mientras que los registros de las mínimas quedan entre 8,5 y 12°C. Los máximos absolutos de verano pueden alcanzar los 42°C, mientras que los mínimos invernales bajan ocasionalmente a -5°C en los valles más propensos a las inversiones térmicas y en zonas altas bajo episodios de advecciones de aire frío, aunque, en cualquier caso, las heladas no son un factor principal de este tipo climático.

La pluviosidad es moderada aunque variable debido a cuestiones orográficas y de exposición a los vientos húmedos, predominantemente del W y ocasionalmente del E, además de por el gradiente altitudinal; de este modo, el tercio sur y las zonas más elevadas del norte son los ámbitos más húmedos, con promedios anuales que, ante la carencia de registros, se estima que oscilan entre 800 y 1.000-1.100 mm (Cuevas del Becerro, 795 mm/año a 735 msnm), siendo este sector además el que se ve más afectado por los temporales más duros de levante, que pueden dejar lluvias cuantiosas sobre todo durante el otoño. Hacia el centro y sectores a menor altitud, a sotavento de la circulación zonal del W, la pluviosidad disminuye hasta valores de 600-700 mm/años (Montejaque “Central Eléctrica” 664 mm/año a 530 msnm; Arriate 657 mm/año a 600 msnm; Ronda “Central Eléctrica” 630 mm). En cualquier caso, el máximo pluviométrico se concentra entre noviembre y febrero, con una merma muy importante de las

precipitaciones a partir de abril, y una carencia casi absoluta de éstas durante los tres meses más cálidos del verano. Sin embargo, en septiembre pueden acontecer intensas precipitaciones de carácter convectivo que han generado históricamente graves inundaciones en algunas localidades como Setenil de las Bodegas (Figura N° 4).

#### 8. CLIMA MEDITERRÁNEO SEMI-CONTINENTAL HÚMEDO DE MEDIA MONTAÑA RONDEÑA CENTRAL

Este tipo climático abarca las sierras de Jaraestepar, Oreganal, Blanca de Igualeja, Hidalga y parte de la Sierra de las Nieves en el intervalo altitudinal 1.000 a 1.500 msnm, en una extensión de 199,4 km<sup>2</sup>. Es un clima templado-fresco de media montaña y notablemente húmedo gracias a la relevante influencia atlántica, pero también de los levantes como vientos llovedores. En cualquier caso, el efecto atemperante de los vientos oceánicos queda en cierta medida atenuado debido tanto a la altitud que alcanza el relieve como a la situación interior de éste dentro del marco geográfico de la Serranía, lo que determina su catalogación como clima semi-continental (índices de 15 a 16).

Presenta un régimen térmico caracterizado por valores medios anuales de 9 a 12,5°C (10,7°C en Ronda “Los Quejigales” a 1.180 msnm), determinados por las diferencias altitudinales y por los contrastes de exposición norte-sur. Los promedios anuales de las máximas son relativamente bajos -13 a 15°C-, mientras que los registros de las mínimas son contenidos, oscilando entre 6 y 8,5°C. Con otoños y primaveras bien marcados, los veranos resultan cálidos pero no calurosos (media de 20°C en agosto en Ronda “Los Quejigales”), con máximos absolutos de 30 a 35°C, mientras que los rigores invernales se dejan sentir en mayor medida en la mitad superior (promedio de 3,4°C

En el Gobierno Civil de Cádiz se recibieron noticias de que en el pueblo de Setenil, poco después de mediodía, descargó una tormenta que duró varias horas.

El agua fué tan intensa que ocasionó el desbordamiento del río que atraviesa el pueblo, alcanzando en algunos lugares siete metros de altura.

En la parte baja se produjo el derrumbamiento total de varias casas, perdiendo sus moradores ajuar, enseres de labranza y ganado y, en suma, cuanto poseían.

Las pérdidas materiales son de consideración. Han quedado inundadas grandes extensiones de sembrado, perdiéndose algunas cosechas y ocasionando el paro de centenares de obreros.

Hasta ahora se sabe que resultó muerto un vecino y otros varios heridos, a consecuencia del derrumbamiento de una casa.

Desde Olvera y otros pueblos cercanos a Setenil se enviaron urgentes auxilios.

Figura N° 4. Recorte de prensa referido a las inundaciones en determinados pueblos de la Serranía de Ronda a finales de septiembre de 1949, que afectaron particularmente a la localidad de Setenil de las Bodegas, donde las pérdidas humanas y materiales fueron cuantiosas. Fuente: Hemeroteca diario ABC Sevilla



*Figura N° 5. Las bajas temperaturas y la nieve son elementos característicos de las estribaciones montañosas centrales de la Serranía de Ronda. Sierra Blanca de Igualeja. Foto: José Gómez Zotano*

en enero en Ronda “Los Quejigales”), lo que permite que la nieve haga acto de presencia casi todas las temporadas (Figura N° 5). Destacan las heladas por su frecuencia e intensidad, especialmente en los valles y zonas más deprimidas debido a inversiones térmicas, pudiéndose alcanzar hasta  $-10^{\circ}\text{C}$  ocasionalmente; los valores negativos incluso se pueden registrar a inicios y finales de verano en depresiones endorreicas como el poljé de la Nava de San Luis (según datos de ACAMET).

La pluviosidad es variable en función de la orografía y la exposición a los vientos, aunque en general resulta notable, con registros medios anuales que oscilan entre 1.000 y 1.300-1.400 mm; la estación de Ronda “Los Quejigales” presenta un promedio de 1.263 mm/año, mientras que Ronda “El Tamaral” ofrece 1.091 mm/año a 1.190 msnm. El régimen pluviométrico presenta un máximo prolongado de otoño-invierno (noviembre a marzo), relacionado especialmente con la circulación zonal de borrascas desde el W por el Golfo de Cádiz y el Estrecho de Gibraltar; las situaciones más marcadas de levante también pueden resultar ocasionalmente provechosas desde el punto de vista pluviométrico. Las nevadas están presentes casi todos los años, pudiendo ocurrir desde finales de otoño hasta comienzos de la primavera. La mengua progresiva de precipitaciones con el avance de la primavera se concreta con un mínimo acusado entre mediados de junio y principios de

septiembre, relacionado una vez más con las altas presiones subtropicales hegemónicas durante el verano, lo que define la naturaleza mediterránea de este tipo climático de media montaña.

#### 9. CLIMA MEDITERRÁNEO SEMI-CONTINENTAL HÍPER-HÚMEDO CACUMINAL DE LA SIERRA DE TOLOX

Con una extensión de tan solo 22,9 km<sup>2</sup>, este tipo climático se desarrolla a partir de unos 1.500 msnm en las cimas de la Sierra de Tolox: principalmente en el entorno del pico Torrecilla, Puerto de los Pilonos, Cerro Alto, Peñón de los Enamorados, Cerro del Chaparral y Cerro de la Alcazaba. Se trata de un clima relativamente frío, de carácter húmedo, con un grado de continentalidad notable fruto de la altitud (índice de 16-17,5) aunque matizado por el contexto geográfico regional en el que se desarrolla (la influencia oceánica permite una menor continentalidad respecto a otras sierras andaluzas interiores más orientales pero de similar altitud).

Los registros térmicos medios anuales oscilan entre los 6,5°C que se estiman en la cumbre del Torrecilla y los 9°C calculados para la cota 1.500 msnm (gradiente de aproximadamente 0,6°C/100 m). Los promedios anuales de las máximas quedan en el rango de 11,5 a 13,5°C, mientras que los de las mínimas descienden hasta 3 a 5°C. Son comunes las heladas por advección –de hasta -10°C– durante el semestre más frío, mientras que en determinados emplazamientos la inversiones térmicas permiten mínimas muy bajas en situaciones de calma y escasa nubosidad, habiéndose medido -15/-17°C en determinadas dolinas por encima de 1.500 msnm. Solo en verano, coincidiendo con masas de aire de procedencia norteafricana, se registran temperaturas relativamente calurosas, de hasta 30°C a cota 1.500 msnm, siendo inferiores hacia las cimas (se puede considerar que en la cumbre del Torrecilla raramente de sobrepasan los 25°C); por tanto, estos episodios estivales son mucho menos intensos –y duraderos– que los que padecen los llanos y valles periféricos del interior de la Serranía.

La pluviometría media anual es elevada como consecuencia de la altitud y de la favorable orientación a los flujos húmedos, tanto de W-SW como del E. Aunque no hay registros fidedignos, se estiman unos valores promedio de 1.500 mm/año a partir de los datos de la estación de Ronda-Los Quejigales (1.263 mm/año a 1.180 msnm), pudiéndose alcanzar en las cumbres y vaguadas de orientación más óptima los 1.700 mm anuales. La innivación, sin ser importante, sí que es frecuente en el trimestre frío,



*Figura N° 6. El fenómeno de la cencellana es frecuente en las zonas más elevadas de la Serranía. Quejigos de montaña de la Sierra de Tolox recubiertos de hielo. Foto: Daniel Díaz*

con destacables nevadas asociadas a episodios concretos de aire frío en el Golfo de Cádiz con flujo de levante en superficie. Los años más favorables se pueden totalizar más de 25 días de nieve entre noviembre y abril. Las cencelladas –formación de hielo asociado a masas de aire saturadas con temperaturas ambiente bajo cero– también son comunes durante los meses invernales (Figura N° 6) El régimen de las precipitaciones muestra un máximo otoñal-invernal, que tiende a disminuir netamente con el avance de la primavera, resultando el verano muy seco como corresponde al macroclima mediterráneo.

#### 10. CLIMA MEDITERRÁNEO OCEÁNICO HÚMEDO A HÍPER-HÚMEDO DE LAS CUMBRES DE LAS SIERRAS BERMEJA Y BLANCA

Este tipo climático se limita a las cumbres de Sierra Bermeja (Los Reales, Porrejón, Anícola, Canalizo, Jardón, Encinetas, Abanto, Duque y Armas) y Sierra Blanca, por encima de 1.000-1.100 msnm (49,9 km<sup>2</sup>). Por tanto, resulta más fría y húmeda que las zonas inferiores de ambos macizos debido al factor altitudinal, que también matiza a la baja la influencia marítima (tanto mediterránea como atlántica) y favorece un incremento de la nubosidad de retención asociada a los

vientos de levante. Aun así no se trata de un clima en absoluto continental (índices de 13,5-14,5), sino plenamente oceánico al estar sometido de lleno a la circulación zonal y al predominio de bajas subtropicales atlánticas como factores determinantes de su carácter.

Su régimen térmico es suave en general, con inviernos relativamente fríos y veranos templados pero no calurosos; las temperaturas medias anuales son poco contrastadas debido al relativamente escaso gradiente altitudinal y a la temperie oceánica, que sobre todo matiza los extremos estivales, oscilando éstas entre 10 y 13°C; los promedios anuales de las máximas se mueven entre 16 y 18,5°C y los de las mínimas quedan entre 8°C y 10,5°C, con heladas invernales (-5°C a -10°C) asociadas a situaciones advectivas de aire frío de procedencia septentrional, mientras que los máximos absolutos de verano no sobrepasan los 35°C, quedando la mayoría de los días por debajo de 30°C. Cabe resaltar además que los vientos de levante son capaces de atemperar el ambiente hasta permitir valores máximos estivales de 18°C o incluso menos en la zona cacuminal de las sierras, a lo que contribuye decisivamente la frecuencia con la que este sector queda afectado por el mar de nubes bajo este flujo de procedencia mediterránea.

Respecto a la pluviometría, presenta valores por encima de 1.000 mm/año, con máximos cercanos a 1.300 mm/año en las cumbres más expuestas a los levantes, donde las precipitaciones asociadas a la nubosidad de estancamiento contribuyen decisivamente a caracterizar este clima, que resulta localmente hiper-húmedo. En cualquier caso, solo se dispone del dato de la estación de Los Reales, que ofrece un valor medio anual de 1.005 mm a más de 1.400 metros de altitud, registro que se antoja corto y, por tanto, escasamente fiable. En este sentido, y considerando las precipitaciones ocultas, es previsible que la pluviosidad real se vea incrementada en unos 500 mm/año. El régimen pluvial muestra un máximo bien marcado desde mediados de otoño, que alcanza febrero para decaer rápidamente con el desarrollo de la primavera. Los vientos de levante en superficie maximizan el efecto llovedor de prácticamente todas las situaciones zonales, en particular de las borrascas estáticas del Golfo de Cádiz o de aquellas de lento desplazamiento por el Estrecho de Gibraltar hacia Alborán; a ello hay que sumar las situaciones estrictamente de Levante, particularmente singulares en verano, cuando son capaces de dejar lloviznas por retención orográfica, si bien, en su conjunto, los meses estivales responden a la pauta mediterránea de indigencia pluviométrica. Dada la altitud de este ámbito, las precipitaciones en forma de nieve tienen cierta significación climática (Figura Nº 7), aunque ésta es muy variable según los años.



*Figura N° 7. La nieve es un elemento relativamente frecuente en las cumbres de Sierra Bermeja. Sierra Palmerita desde Puerto Banús el 28 de febrero de 2013. Foto: José Gómez Zotano*

#### II. CLIMA MEDITERRÁNEO OCEÁNICO HÚMEDO DE MEDIA MONTAÑA LITORAL DE LAS SIERRAS BERMEJA Y BLANCA

Variedad climática que se extiende a lo largo de 311,1 km<sup>2</sup> por Sierra Bermeja y Sierra Blanca, dentro del intervalo altitudinal 600 a 1.000-1.100 msnm. Sierra Crestellina y parte de la Sierra Alpujata también participan de este tipo climático. Se trata de un tipo de transición entre las condiciones de la zona de cumbres de los dos principales macizos (Bermeja y Blanca) y las de su tercio inferior, por lo que comparte rasgos comunes con ambos. Por lo tanto, se puede considerar como templado y húmedo, igualmente afectado por los vientos de levante y la nubosidad de estancamiento, pero más extremado desde el punto de vista térmico respecto a lo que sucede por debajo de 600 msnm. Presenta escasa continentalidad (índices en torno a 14-15,5), de ahí que se considere un clima semi-oceánico.

Su régimen térmico es suave, matizado —aunque no condicionado— por los vientos de componente marítima, lo que permite promedios anuales de 14 a 17,5°C. Los

valores medios de las máximas oscilan entre 15 y 17,5°C, mientras que las mínimas se mueven en el intervalo 9 a 12,5°C. Las estaciones intermedias son bien marcadas, y le restan protagonismo especialmente al invierno, que resulta templado, con escasas heladas por advección en la zona superior que en cualquier caso son de intensidad débil; el verano es algo más marcado a pesar de la temperie de los vientos mediterráneos, si bien los calores extremados son puntuales, asociados a episodios de vientos de tierra (W-NW) que provocan máximas absolutas de hasta 40°C.

De notable pluviosidad, ésta se ve incrementada con la altitud y con la favorable exposición de las laderas a barlovento de los vientos llovedores (SW-S y E); en particular, los vientos de levante favorecen la capacidad higrométrica de las borrascas procedentes del oeste y determinan una importante recurrencia de situaciones de nubosidad de estancamiento que pueden presentarse en cualquier época del año, incluso bajo situaciones anticiclónicas de verano, provocando lloviznas asociadas a las nieblas. Este fenómeno es especialmente visible en los puertos de montaña que, como Peñas Blancas o Las Allanadillas, canalizan los levantes (Figura N° 8). En cualquier caso, los registros medios anuales se estiman que oscilan entre 900 y 1.100 mm ante



*Figura N° 8. Las conocidas como "barbas del Levante" son un fenómeno habitual en Sierra Bermeja como consecuencia del desbordamiento de la nubosidad de estancamiento. Puerto de las Allanadillas, Igualeja. Foto: José Gómez Zotano*

la ausencia de estaciones de medición, lo que impide una mayor concreción de esta característica. El máximo pluviométrico se concentra en otoño y principios de invierno, siendo la primavera una estación progresivamente más seca en su desarrollo, resultando el verano típicamente mediterráneo, muy seco, con la excepción de los puntuales episodios asociados a los levantes.

## 12. CLIMA MEDITERRÁNEO OCEÁNICO SUBHÚMEDO-HÚMEDO DE SIERRAS LITORALES CON INFLUENCIA MARÍTIMA

Este tipo aparece en la fachada montañosa litoral de las sierras Bermeja (incluidas las estribaciones menores de Palmitera, Apretaderas y Real), Blanca y Alpujata, a altitudes de entre 100 y 600 msnm. Es, por tanto, una variedad de media montaña litoral notablemente influenciada por la temperie marítima; su continentalidad es, por tanto, baja (índices de 13 a 14). Ocupa una extensión de 255,4 km<sup>2</sup>, y en su areal aparecen las localidades de Benahavís, Istán y Ojén.

El régimen térmico de este tipo es suave todo el año y poco contrastado, con promedios anuales de 15,5 a 18,5°C; esta bonanza tiene su origen tanto en el efecto atemperador del mar como en el abrigo orográfico que ejercen las cumbres de más de 1.400 msnm que coronan las sierras frente a los vientos fríos de componente N. Las medias anuales de las máximas oscilan entre 20 y 23°C, mientras que los registros mínimos se mueven en el rango de 10,5 a 13,5°C. La heladas –débiles en todo caso– son muy escasa, y se limitan al fondo de los valles de los ríos que de norte a sur atraviesan la unidad, directamente relacionadas con fenómenos de inversión térmica, mientras que en verano los vientos terrales favorecen ocasionales temperaturas máximas muy altas, superiores a 40°C, con el role de viento a W-NW. Esta estación resulta térmicamente más contrastada respecto al litoral inmediato, especialmente respecto a las máximas diarias, que son superiores a las registradas en la costa debido a la pérdida de alcance de las brisas marinas.

La pluviosidad de este tipo climático es notable, aunque matizada por la sequedad acusada del verano. Los valores medios de precipitación anual oscilan entre 800 mm en las zonas inferiores (884 mm/año en Benahavís a 190 msnm, 898 mm/año en Istán a 310 msnm y mismo valor en Ojén a 332 msnm) y en torno a 1.100 mm en las laderas superiores mejor orientadas a los vientos húmedos (S-SW y E). Los levantes, junto con la componente zonal atlántica, tienen una importante trascendencia a la hora de caracterizar la pluviometría de este mesoclima, aunque menor en cualquier caso que en la región del Estrecho de Gibraltar; estos vientos no solo favorecen la

capacidad higrométrica de las borrascas que, procedentes del Golfo de Cádiz, cruzan el Estrecho de Gibraltar, sino que en cualquier época del año bajo situaciones anticiclónicas –incluso en verano– pueden provocar precipitaciones débiles en forma de lloviznas –de las llamadas “ocultas”– asociadas a nubosidad de estancamiento. Este régimen pluviométrico presenta un marcado máximo otoñal, en parte torrencial, que se prolonga hacia enero-febrero, mientras que en la primavera las situaciones lluviosas se reducen rápidamente para dar paso a un verano muy seco solo atenuado por las nieblas de los levantes.

### 13. CLIMA MEDITERRÁNEO OCEÁNICO SUBHÚMEDO-SECO DE SOTAVENTO CON INFLUENCIA LITORAL

Aparece en la franja prelitoral mediterránea coincidiendo con las cuencas de los ríos Ojén y Alaminos en las vertientes meridionales de las sierras Alpujata y Negra. Presenta una extensión de 83,6 km<sup>2</sup> y ocupa un intervalo altitudinal de 150-200 a 400 msnm. Es un clima seco-subhúmedo que adquiere un carácter costero –aunque no plenamente marítimo– debido a la incidencia atemperante de los vientos mediterráneos y, por tanto, presenta unos bajos índices de continentalidad (12,5 a 13,5).

Se trata de un tipo con un régimen térmico suave todo el año debido al influjo marítimo y al abrigo orográfico de las sierras que lo protegen del Norte. Los promedios anuales de temperatura oscilan entre 16,5 y 18°C, con valores medios de las máximas comprendidos entre 21,5 y 24°C, y de las mínimas entre 11,5 y 13°C. La citada configuración del relieve permite máximas estivales puntuales muy elevadas –de hasta 42-44°C– por efecto *Foehn* cuando predomina la componente W-NW (terral), mientras que las heladas invernales están prácticamente ausentes.

La pluviosidad de este clima es modesta, con valores claramente inferiores a los registrados en las sierras inmediatamente situadas al norte, que resultan notablemente más húmedas, y tan solo algo superiores a la franja costera que lo limita al sur. Al tratarse de un ámbito desarrollado en parte a sotavento de la componente zonal del W, los promedios anuales de precipitación bajan a 500 mm en la zona central, a menor altitud, elevándose hasta unos 800 mm/año en las laderas superiores, especialmente en las vertientes orientadas a S-SW de Sierra Alpujata; estos relieves se ven afectados además por los irregulares flujos del E, que en cualquier caso presentan menor incidencia que en resto del prelitoral mediterráneo occidental de Andalucía. Su régimen pluviométrico presenta un máximo otoñal de notable torrencialidad, decreciente paulatinamente hacia el invierno y la primavera, estación esta última que

frecuentemente resulta deficitaria, mientras que los meses estivales presentan una ausencia casi total de precipitaciones.

#### 14. CLIMA MEDITERRÁNEO SEMI-OCEÁNICO SECO-SUBHÚMEDO DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE

Con una extensión de 307,8 km<sup>2</sup>, este tipo climático ocupa un intervalo altitudinal comprendido entre 100 y 400 msnm, coincidente con los valles, tierras alomadas y primeras estribaciones montañosas de la Serranía de Ronda, dentro de la cuenca del río Grande, subsidiario del Guadalhorce. En su ámbito se desarrollan las localidades de Monda, Guaro, Alozaina y Tolox. Es, por tanto, un clima muy suave y de humedad modesta, de escasa continentalidad (índices de 13 a 14), notablemente influenciado por la temperie mediterránea al quedar muy expuesto a la componente E –que penetra hasta este sector por el valle del Guadalhorce– y a sotavento relativo de la circulación zonal y vientos del W-SW.

Presenta promedios anuales de temperatura de entre 17,5 y 19,5°C (Alozaina 18,5°C a 380 msnm; Coín 18,6°C a 209 msnm), lo que hay que relacionar con la temperie marítima y con la protección frente a los vientos fríos que en parte ofrecen los relieves montañosos situados al norte (sierras Prieta, Cabrilla, de Alcaparaín y de Aguas). Los valores medios de las máximas están comprendidos entre 22 y 24,5°C, mientras que las mínimas oscilan en el rango de 11,5 a 13,5°C. Los inviernos resultan muy suaves, con un muy escaso número de heladas, si bien éstas pueden llegar a ser moderadas en situaciones muy puntuales –olas de frío– relacionadas con fenómenos de inversión térmica. Por su parte, los veranos, largos y cálidos, presentan episodios contrapuestos en función del viento predominante: con flujos del E el ambiente es húmedo y de temperaturas contenidas aunque con frecuente sensación de bochorno, mientras que cuando sopla W-NW y, en menor medida, SW (vientos terrales por efecto *Foehn*) las temperaturas se disparan pudiéndose alcanzar máximas absolutas de hasta 45°C. Se puede considerar que las estaciones intermedias son prolongadas, hasta tal punto que otoño y primavera se reparten los meses invernales (es decir, no hay verdadero invierno marcado por valores medios mensuales de menos de 6°C).

La pluviosidad es modesta, con relativamente escasa diferencia entre las zonas de sierra –dada su escasa altitud– y los fondos de los valles. Los promedios anuales oscilan en torno a 600-750 mm (Alozaina 623 mm), dependientes de un régimen pluviométrico relacionado tanto con la componente zonal (vientos llovedores en este sector del S-SW) como con los flujos de levante. La primera es más frecuente aunque depara

precipitaciones en general moderadas, mientras que los segundos, aunque más puntuales, presentan una importante torrencialidad y determinan episodios de cuantiosas precipitaciones, especialmente durante el otoño, favoreciendo así un máximo pluviométrico acusado entre noviembre y diciembre. La primavera resulta un anticipo del verano, estación que es por tanto bastante pobre en episodios lluviosos de entidad, mientras que el cuatrimestre junio a septiembre es típicamente mediterráneo, y tan solo algunas tormentas de principios de septiembre anuncian el final del verano.

#### 15. CLIMA MEDITERRÁNEO SEMI-CONTINENTAL SECO-SUBHÚMEDO DE VALLES Y LADERAS RONDEÑAS ORIENTALES

Se limita a 129,9 km<sup>2</sup> en los piedemontes y laderas de las sierras Prieta, Alcaparaín, Baños y Aguas a cotas de entre 300-400 y 700-800 msnm, afectando a los pueblos de Casarabonela y Carratraca. Se trata de un clima seco-subhúmedo y de relativa bonanza térmica debido a su baja altitud, a su exposición orográfica y orientación, predominantemente sur, así como a la temperie que todavía presenta debido a la influencia del Mediterráneo, siendo su continentalidad modesta (índices entorno a 13,5-14,5). Se puede considerar un tipo de transición entre los climas más continentales del interior de la Serranía y los más oceánicos del litoral mediterráneo inmediato a ésta.

El régimen térmico determina valores medios anuales de 15,5 a 17,5°C, resultantes de promedios de las máximas claramente relacionados con la baja altitud del ámbito, ya que oscilan entre 20,5 y 23°C, y de registros de las mínimas igualmente contenidos, quedando entre 9,5 y 11,5°C. Los valores extremos estivales pueden alcanzar los 42°C, mientras que en invierno las heladas son escasas y débiles debido a la ausencia de situaciones topográficas favorables para las inversiones térmicas.

Los promedios de precipitación media anual se estiman comprendidos entre 550 y 750 mm –no existen estaciones de medida en la zona–, disimetría relacionada con el gradiente altitudinal, la distintiva orientación y la exposición a los flujos zonales atlánticos; la influencia pluviométrica de los levantes en este sector solo se deja sentir bajo situaciones de acusada inestabilidad en el entorno del mar de Alborán. El régimen pluvial presenta un máximo marcadamente otoñal aunque prolongado hacia el comienzo del invierno, con cierta torrencialidad derivada de las situaciones de “gota fría” que son relativamente frecuentes en el bajo y medio Guadalhorce, y que tienen cierta incidencia en este sector; el verano es rotundamente mediterráneo con una importante indigencia pluviométrica.

16. CLIMA MEDITERRÁNEO SEMI-CONTINENTAL SUBHÚMEDO DE LA MEDIA MONTAÑA RONDEÑA ORIENTAL

Se trata de un tipo climático de escasa representación, abarcando 56,1 km<sup>2</sup>. Se da en las sierras de Alcaparaín, Cabrilla, Prieta y Blanquilla, en un intervalo altitudinal de 800-900 a 1.505 msnm. Es un clima templado-fresco semi-continental de media montaña, más seco que la zona central de la Serranía al situarse al este de la Sierra de las Nieves, en una situación, por tanto, progresivamente más alejada de la influencia oceánica y, por tanto, bajo condiciones de mayor continentalidad (índices de 15 a 16).

Sus promedios anuales de temperatura oscilan entre 9 y 12,5°C, con medias de las máximas de 13 a 15°C y de las mínimas de entre 6 y 8,5°C. Las estaciones equinocciales son bien marcadas, los veranos resultan cálidos pero no calurosos –con máximos absolutos inferiores a 40°C–, y los inviernos presentan heladas ocasionales que se hacen más frecuentes hacia las cumbres –alcanzándose en las cimas hasta -10°C bajo irrupciones de aire frío ártico– así como en los enclaves orográficos –kárs-ticos– más deprimidos debido a inversiones térmicas.

La pluviosidad es modesta aunque variable en función de la altitud y la exposición a los vientos, con situaciones bien contrapuestas entre las laderas orientadas a W-SW y las que se encaran a E-NE. Aunque no existen estaciones climáticas de referencia en este ámbito, se estima que la precipitación media anual oscila entre 700 mm en las zonas más bajas, a sotavento de la circulación zonal del oeste, y los 900-1.100 mm que se pueden alcanzar en las laderas más expuestas a esta componente y en las cumbres por encima de 1.200 msnm; las situaciones de levante tienen una reducida capacidad de precipitar en este ámbito, siendo únicamente productivas aquellas de gran magnitud. En cualquier caso, las precipitaciones, en su mayor parte líquidas, se concentran entre el otoño y el invierno, resultando la primavera una estación de humedad variable aunque progresivamente más seca, como anticipo del verano mediterráneo que también caracteriza este sector, siendo las lluvias muy escasas desde finales de mayo hasta medianos de septiembre.

17. CLIMA MEDITERRÁNEO SEMI-CONTINENTAL SECO-SUBHÚMEDO DE LA MEDIA MONTAÑA RONDEÑA ORIENTAL

Tipo climático escasamente representado en la Serranía, pues se limita a tan solo 40,6 km<sup>2</sup> correspondientes a las sierras –y sus estribaciones inmediatas– de Ortégicar, Cañete, Peñarrubia, Aguas y Baños, dentro de un intervalo altitudinal de 600 a 963 msnm

(pico Ortegícar). Se puede considerar una variable algo más fresca y húmeda, y con menores rigores invernales, que los climas serranos más occidentales. Por tanto, es un clima templado suave, de carácter seco y semicontinental (índice en torno a 16), en el que solo la posición sobre-elevada de las sierras permite considerar cierto matiz oceánico respecto a los llanos y piedemontes circundantes, lo que se traduce en una pluviosidad superior.

Los promedios anuales de temperatura oscilan entre 13,5 y 15,5°C, con valores medios de las máximas de 20 a 22°C, y de 8,5 a 10°C para las mínimas. El periodo veraniego resulta duro, con promedios en julio y agosto en torno a 23-24°C, superándose puntualmente los 40°C como valor máximo absoluto. Los inviernos son frescos pero no fríos, con un valor medio en enero de 7°C por encima de 800 msnm; las heladas por advección no son muy numerosas, quedando relegadas a las llegadas de aire frío más acusadas de procedencia septentrional, y en cualquier caso poco intensas (hasta -5°C) y duraderas. Al igual que en las tierras bajas cercanas, la primavera y el otoño son agradables y bien marcados.

La pluviometría media anual es baja dado que la escasa altitud de estas sierras no corrige el efecto de sombra de lluvia que ejerce sobre ellas la Sierra de las Nieves, por lo que la precipitación media anual oscila entre 550 y 750 mm, con un máximo de lluvias claramente otoñal y primo-invernal. El verano mediterráneo determina una indigencia pluviométrica casi total, lo que unido a las elevadas temperaturas permiten considerar a la estación estival como la más rigurosa del año.

#### 18. CLIMA MEDITERRÁNEO SEMI-CONTINENTAL SUBHÚMEDO-HÚMEDO DE LA SIERRA DE LAS NIEVES

Este tipo climático se desarrolla en la Sierra de las Nieves a altitudes de entre 500 y 1.000 msnm, coincidiendo con la cuenca alta del río Turón, que recoge sus aguas de arroyos de montaña nacidos en la parte alta de esta sierra y en la de Tolox. Es un clima templado-cálido y de humedad contenida, ya que su carácter interior a media altitud a sotavento de los principales relieves de la Serranía favorece una menor incidencia de los vientos húmedos del oeste. Se cataloga, por tanto, como semi-continental (índices de 14,5 a 15,5). En su ámbito se ubican las localidades de Yunquera y El Burgo.

Los valores térmicos del invierno son contenidos (media de enero en El Burgo "Icona" de 8,5°C a 580 msnm), lo que, junto al cálido verano (media de 23,6°C en El Burgo "Icona" en julio), permiten un régimen térmico anual en absoluto frío, marcado por valores promedio de 14 a 15,5°C según la altitud (El Burgo "Icona" 15,3°C). En este contexto, los promedios de las máximas anuales presentan una notable oscilación,

16,5 y 20°C, mientras que los registros de las mínimas oscilan entre 8 y 11,5°C. Los registros absolutos en verano pueden alcanzar los 42°C, mientras que en las noches más frías del invierno las heladas pueden alcanzar intensidad moderada, bajando hasta -5/-7°C en los valles más propensos a las inversiones térmicas, al igual que en las zonas más altas durante episodios de advecciones de aire frío.

De precipitaciones modestas –valores medios de 600 a 750 mm/año– (588 mm en El Burgo “Icona”; 708 mm en Yunquera a 681 msnm), el régimen pluviométrico sigue atendiendo en las zonas más elevadas al efecto que el relieve provoca en las masas de aire húmedo provenientes del Atlántico, si bien la sombra de lluvia que ejercen las cumbres principales de la Serranía y, por tanto, el carácter de sotavento que caracteriza a la parte central de la cuenca del río Turón impide una pluviosidad más elevada. Ocasionalmente, los vientos del E llegan a producir episodios notables de precipitación. El máximo pluviométrico se mantiene en la estación otoñal y primera mitad del invierno, descendiendo paulatinamente con la primavera, mientras que el verano es típicamente mediterráneo, es decir, marcado por una notable ausencia de precipitaciones.

#### 19. CLIMA MEDITERRÁNEO CONTINENTAL SECO DE LA CUENCA DEL GUADALTEBA

Comprende las tierras llanas y ligeramente accidentadas de la cuenca del río Guadalteba, en lo que se puede considerar la transición nororiental de la Serranía de Ronda hacia la depresión de Antequera. Ocupa una extensión de 561,1 km<sup>2</sup>, en un intervalo altitudinal de 450 a 600 msnm en las estribaciones y piedemontes septentrionales de las sierras de Ortegaícar, Peñarrubia, Cañete, Alcaparaín, Prieta y Blanquilla. Bajo su dominio se asientan las localidades de Teba, Almargen y Ardales. Se trata de un clima templado seco, relativamente continentalizado dada su lejanía a los flujos oceánicos y a la protección frente a éstos que ejercen las sierras circundantes, por lo que se considera un tipo semi-continental (índice de continentalidad en torno a 16,5).

Los valores de temperatura media anual quedan comprendidos entre 14,5 y 16,5°C (15,9°C en Teba a 555 msnm), con unos promedios de las máximas de 21 a 23°C, mientras que las medias anuales de las mínimas oscilan entre 9 y 10,5°C. Los veranos son calurosos, con valores medios en julio y agosto en torno a 25°C (25,3°C en Teba en julio), alcanzándose registros absolutos máximos de 42-44°C. Los inviernos resultan relativamente frescos aunque cortos, con un valor medio del mes más frío (enero) en torno a 7-9°C (8°C en Teba), siendo frecuentes las heladas por inversión entre diciembre y febrero en las zonas más deprimidas bajo regímenes anticiclónicos prolongados, con registros de hasta -5/-8°C en las situaciones más rigurosas.

Las estaciones intermedias son templadas, pudiéndose considerar que en determinados años el otoño y la primavera prácticamente sustituyen al invierno.

La pluviometría es la más baja del contexto comarcal de la Serranía de Ronda como consecuencia del carácter relativamente llano del relieve y del emplazamiento de este sector a sotavento respecto a la circulación zonal del W, a lo que hay que añadir la nula relevancia que aquí tienen los levantes. De este modo, los valores medios anuales oscilan entre 475 y 550 mm (477 mm/año en Teba y 499 mm/año en Almargen a 500 msnm). La mediterraneidad también caracteriza su régimen pluviométrico, lo que implica una extrema sequedad estival como contrapunto al periodo de mayor humedad, coincidente con los meses de noviembre y diciembre, en los que se recoge aproximadamente el 30% del total de las precipitaciones.

## CONSIDERACIONES FINALES

### SOBRE EL MÉTODO

Por primera vez se ha realizado una propuesta de identificación, clasificación y caracterización climática de la Serranía de Ronda. Dada la diversidad climática del ámbito de estudio, se ha demostrado que las clasificaciones zonales –macroclimáticas– o regionales carecen de sentido si se quiere mostrar la riqueza climática a una escala más detallada (comarcal). De ahí la utilidad de la clasificación climática interescalar y semiautomática aplicada.

El método utilizado permite su extrapolación a otros ámbitos geográficos a distintas escalas espaciales y temporales. Mediante la aplicación de un sistema de doble clasificación se persigue la máxima robustez en los resultados, tanto desde el punto de vista matemático como experto. Este sistema permite realizar un análisis exploratorio de los datos mediante la clasificación no supervisada, y un refinamiento posterior de los mismos a partir del conocimiento experto gracias a la clasificación supervisada. Como alternativas al proceso de doble clasificación se pueden considerar las dos fases que lo integran por separado. La clasificación no supervisada genera por sí sola resultados estadísticamente robustos, que sin embargo no siempre son reconocibles en la realidad. Por su parte, una clasificación supervisada sin un proceso previo no supervisado puede dar resultados demasiado subjetivos. Para ambos tipos de clasificaciones existen numerosos algoritmos. En cualquier caso, se ha demostrado que la combinación de ambos procedimientos en un sistema de doble clasificación ofrece los resultados más óptimos para cubrir los objetivos que se persiguen en esta investigación.

## SOBRE EL CLIMA DE LA SERRANÍA DE RONDA

Si bien la diversidad de tipos climáticos y sus correspondientes agrupaciones permite hablar con propiedad de los climas de la Serranía de Ronda, en líneas generales, se puede deducir que el clima de la Serranía es mediterráneo húmedo y templado, con un régimen térmico atemperado hacia el litoral y más riguroso hacia el interior (caluroso en verano y fresco pero no frío e invierno), y una notable pluviosidad que presenta una marcada gradación W-E y que no escapa a la influencia de las altas presiones atlánticas causantes de la extrema sequedad que caracteriza los meses estivales, que además resultan ser los más cálidos del año, lo que convierte al verano, sin lugar a duda, en la estación más desfavorable. Los inviernos son templados, aunque por encima de 1.000 msnm se pueden considerar frescos e incluso fríos, alcanzando valores medios anuales cercanos a 10°C a 1.200 msnm (Ronda “Los Quejigales”), mientras que en las zonas más bajas el caluroso verano determina valores anuales por encima de 18°C (18,2°C en Ubrique “Instituto”) (Figura Nº 9). Pero, sin lugar a dudas, el elemento climático que destaca por encima de los demás es la precipitación. Los elevados registros pluviométricos que recoge la Serranía se explican de manera general por la influencia que tiene su accidentada orografía montañosa, dislocadora de vientos y muralla para las nubes, en los vientos húmedos de procedencia atlántica. Las principales sierras (Grazalema-Líbar, Bermeja y Las Nieves) forman una barrera contra la que chocan los caudales atmosféricos de humedad que desde el Atlántico penetran por el Golfo de Cádiz en forma de depresiones asociadas a la circulación zonal –vientos de “poniente” de componente W y los “ábregos” de componente SW-. De este modo, en el macizo de la Sierra del Pinar, que se eleva a más de 1.600 m y que se sitúa a tan sólo unos 80 km. del litoral, las precipitaciones medias anuales superan los 2.000 mm habida cuenta de la media pluviométrica de Grazalema pueblo (1.943 mm a 823 msnm), valor que prácticamente cuadruplica lo registrado en las estribaciones nororientales de la Serranía y en la propia meseta de Ronda, y que representa el doble de precipitación anual que lo medido en las sierras de las Nieves y de Tolox a esa misma altitud (800-1.000 msnm) (Figura Nº 10) . A todo ello hay que añadir el singular papel que tienen los vientos de componente E en determinados sectores de la Serranía; los “levantes” maximizan el efecto “llovedor” de prácticamente todas las situaciones zonales, en particular de las borrascas estáticas en el Golfo de Cádiz o de aquellas de lento desplazamiento por el Estrecho de Gibraltar hacia Alborán; mientras, los flujos del este de larga componente marítima, es decir, en configuraciones atmosféricas estrictamente de levante, se traducen en nubosidad de retención orográfica causante de lluvias y lloviznas, particularmente importantes en

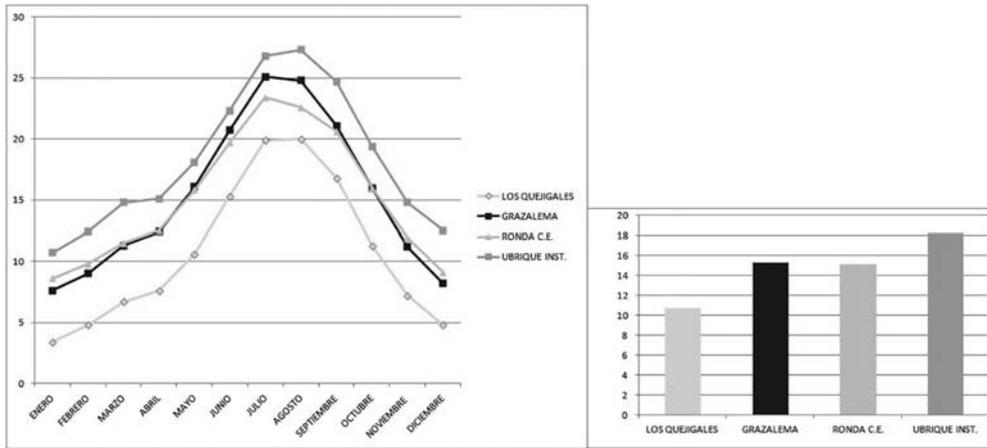


Figura Nº 9. Régimen térmico medio mensual (izquierda) y anual (derecha) en °C comparado entre las estaciones de Ronda “Los Quejigales” –la más fría de la Serranía–, Grazalesa, Ronda “Central Eléctrica” y Ubrique “Instituto” –una de las más templadas en este territorio–. Fuente: AEMET. Elaboración propia

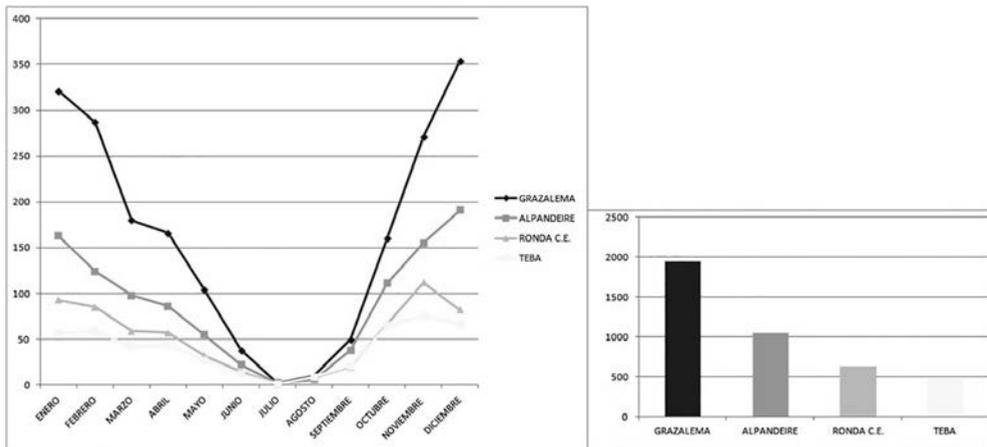


Figura Nº 10. Pluviometría media mensual (izquierda) y anual (derecha) en mm comparada entre las estaciones de Grazalesa –la más lluviosa de la Serranía–, Alpendere, Ronda “Central Eléctrica” y Teba –una de las que menos precipitaciones registra en este territorio–. Fuente: AEMET. Elaboración propia

zonas medias y elevadas de las sierras mejor expuestas a esta componente, y especialmente relevantes desde un punto de vista climático en verano, cuando logran contrarrestar en cierta medida la indigencia pluviométrica mediterránea. Por tanto, esta notable pluviosidad se concentra en invierno y otoño, cuando las lluvias son más cuantiosas e intensas, tanto que, a menudo, se asemejan al desencadenamiento de las precipitaciones tropicales, mientras que hacia finales de la primavera y el verano, la orientación de los vientos se modifica radicalmente y se incrementa la influencia

árida del Norte de África, provocando una disminución de las precipitaciones hasta valores prácticamente inapreciables.

Estos caracteres climáticos generales, junto a sus singularidades geológicas y edáficas, ayudan a entender la rica biota existente en la Serranía de Ronda y su carácter de área de refugio paleoecológico. Su clima templado-húmedo durante el Cuaternario ha condicionado sobremedida su componente florística, entre la que se cuentan notables elementos endémicos como el pinsapo (*Abies pinsapo* Boiss.), único abeto mediterráneo estrictamente ibérico, cuyo carácter paleoendémico terciario y delictual, y su supervivencia en la actualidad, están directamente relacionadas con las particulares condiciones climáticas de este sector del extremo occidental de la Cordillera Bética (Arista, 1995; Pérez-Latorre et al., 2001; Linares et al., 2009; Olmedo-Cobo et al., 2017).

#### SOBRE FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Como línea de investigación a seguir en el estudio climático del ámbito objeto de estudio, se plantea la aplicación del análisis multivariante para periodos de referencia distintos. Ello debería permitir establecer la evolución espacial reciente y las tendencias esperadas del clima en la Serranía y, en su caso, los cambios en los límites de los tipos climáticos identificados en este trabajo. En este sentido, muestran especial interés las implicaciones que puedan tener cambios climáticos. Al respecto, el desarrollo de indicadores para hacer un seguimiento del cambio climático y, consecuentemente, diseñar estrategias de adaptación al mismo, serían de especial utilidad para una amplia gama de aplicaciones, en distintos ámbitos (natural y antrópico). Esta cuestión es especialmente relevante en esta zona de la cuenca mediterránea, ya que se prevé que sea una de las regiones más afectadas por el proceso planetario de cambios ambientales.

#### AGRADECIMIENTOS

Los resultados de esta investigación forman parte del Proyecto de I+D “Reconstrucción geohistórica de la vegetación arbórea sobre sustratos ultramáficos mediterráneos” (ULTRAFORRESTS - CSO2013-47713-P), perteneciente al Programa Estatal de Investigación Científica y Técnica de Excelencia – Subprograma Estatal de Generación de Conocimiento (Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España, Convocatoria 2013).

## BIBLIOGRAFÍA

- ARISTA PALMERO, MONTSERRAT, “The structure and dynamics of an *Abies pinsapo* forest in southern Spain”, *Forest Ecology and Management*, 74, 1995, 74, 81–89.
- CAPEL MOLINA, JOSÉ JAIME, *El clima de la Península Ibérica*, Barcelona, Ariel, 2000.
- CAPEL MOLINA, JOSÉ JAIME y CASTILLO REQUENA, JOSÉ MANUEL, *El clima de los Estados Unidos Mexicanos*, Madrid, C.S.I.C.–Instituto de Geografía Aplicada, 1984.
- CASTILLO REQUENA, JOSÉ MANUEL, *El clima de Andalucía: clasificación y análisis regional de los tipos de tiempo*, Almería, Instituto de Estudios Almerienses, 1989.
- FONT TULLOT, INOCENCIO, *Climatología de España y Portugal*, Salamanca, Ediciones Universidad de Salamanca, 2000.
- GÓMEZ-ZOTANO, JOSÉ, *Naturaleza y paisaje en la Costa del Sol occidental*, Málaga, Centro de Ediciones de la Diputación de Málaga, 2006.
- GÓMEZ-ZOTANO, JOSÉ. y RIESCO-CHUECA, PASCUAL, *Marco conceptual y metodológico para los paisajes españoles: Aplicación a tres escalas espaciales*, Sevilla, Consejería de Obras Públicas y Vivienda–Centro de Estudios Paisaje y Territorio, 2010.
- GÓMEZ-ZOTANO, JOSÉ, ALCÁNTARA-MANZANARES, JORGE, OLMEDO-COBO, JOSÉ ANTONIO y MARTÍNEZ-IBARRA, EMILIO, “La sistematización del clima mediterráneo: identificación, clasificación y caracterización climática de Andalucía (España)”, *Revista de Geografía Norte Grande*, 61, 2015, pp. 161-180.
- GÓMEZ-ZOTANO, JOSÉ, ALCÁNTARA-MANZANARES, JORGE, MARTÍNEZ-IBARRA, EMILIO y OLMEDO-COBO, JOSÉ ANTONIO, “Applying the Technique of Image Classification to Climate Science: The Case of Andalusia (Spain)”, *Geographical Research*, 54(4), 2016, pp. 461-470.
- IBARRA BENLLOCH, PALOMA, “Una propuesta metodológica para el estudio del paisaje integrado”, *Geographicalia*, 30, 1993, pp. 229-242.
- LINARES CALDERÓN, JUAN CARLOS, CAMARERO MARTÍNEZ, JESÚS JULIO. y CARREIRA DE LA FUENTE, JOSÉ ANTONIO, “Interacting effects of changes in climate and forest cover on mortality and growth of the southernmost European fir forests”, *Global Ecology and Biogeography*, 18, 2009, pp. 485-497.
- OLMEDO-COBO, JOSÉ ANTONIO, ARIAS-GARCÍA, JONATAN y MARTÍNEZ-IBARRA, EMILIO, “Clima y paleobiogeografía en la región

- ibérica del Estrecho de Gibraltar (España)”, en AA.VV, *Avances en Biogeografía. Áreas de distribución: entre puentes y barreras*, Granada, Universidad de Granada-Tundra Ediciones, 2016, pp. 535-543.
- OLMEDO-COBO, JOSÉ ANTONIO, CUNILL-ARTIGAS, RAQUEL, MARTÍNEZ-IBARRA, EMILIO y GÓMEZ-ZOTANO, JOSÉ, “Paleoecología de *Abies* sp. en Sierra Bermeja (sur de la Península Ibérica) durante el Holoceno medio a partir del análisis pedoantracológico”, *Bosque*, 38(2), 2017, pp. 259-270.
- PÉREZ-LATORRE, ANDRÉS VICENTE, CABEZUDO ARTERO, BALTASAR, GALÁN DE MERA, ANTONIO, CARRIÓN GARCÍA, JOSÉ SEBASTIÁN, “El papel de las gimnospermas en la vegetación forestal de Andalucía”, *Medio Ambiente*, 38, 2001, pp. 30-33.
- RIVAS-MARTÍNEZ, SALVADOR, Memoria del Mapa de Vegetación Potencial de España, *Itinera Geobotanica*, 18, 2011, pp. 5-800.

