

José María Cuadrat



Equipo 

Dirección:

Guillermo Fatás y Manuel Silva

Coordinación:

M^a Sancho Menjón

Redacción:

Álvaro Capalvo, M^a Sancho Menjón, Ricardo Centellas

Publicación nº 80-13 de la
Caja de Ahorros de la Inmaculada de Aragón

© del texto: José María Cuadrat

© de las ilustraciones: J. M. Cuadrat, S. Cabello, G. Mestre, M. Sánchez
Fabre, Oficina de Planificación Hidrológica de la C.H.E.
y Archivo Borobio

I.S.B.N.: 84-88305-72-9

Depósito Legal: Z. 262-99

Diseño: VERSUS Estudio Gráfico

Impresión: Edelvives Talleres Gráficos

Certificados ISO 9002



ÍNDICE



Introducción	5
LA ORIGINALIDAD DEL CLIMA ARAGONÉS	7
LOS FACTORES QUE DETERMINAN EL CLIMA REGIONAL	10
La dinámica atmosférica regional	10
El papel fundamental de los factores geográficos	15
LOS ELEMENTOS DEL CLIMA	20
Las precipitaciones	20
La temperatura del aire	44
Evapotranspiración y balance de humedad	61
Los vientos	66
Radiación solar, insolación y nubosidad	74
EL MOSAICO DE CLIMAS	83
Clima del sector central de la Depresión del Ebro	83
Clima de transición de los somontanos	85
Clima de montaña de los Pirineos y Cordillera Ibérica	89
TENDENCIAS Y MODIFICACIONES CLIMÁTICAS	93
TABLAS ESTADÍSTICAS	101
Bibliografía	111

A Andrea, mi madre

Los estudios climáticos resultan siempre prolijos y complicados por la multitud de fenómenos meteorológicos que hay que analizar y las circunstancias que tener en cuenta para explicarlos; pero su interés es tan grande, y sus consecuencias son tan palpables, que su terminología es cada vez más del dominio público.

Este texto pretende ofrecer un resumen, lo más claro posible, sobre el clima aragonés. Con este objetivo, se van a exponer de forma breve los factores que determinan el clima y las características de sus principales elementos, en particular precipitaciones y temperaturas, lo que servirá de base para realizar la división climática regional. Asimismo, y dada la atención general que despierta, se comentará en el último capítulo el estado actual del cambio climático en Aragón. Todo ello irá acompañado de diferentes figuras para facilitar la comprensión de lo explicado.

Nuestro deseo es que este libro pueda satisfacer la curiosidad del mayor número posible de personas acerca de algo que, como el clima, forma parte permanentemente de su medio ambiente.

LA ORIGINALIDAD DEL CLIMA ARAGONÉS



Aragón se incluye dentro del ámbito del clima mediterráneo continentalizado, con inviernos fríos y veranos calurosos y secos. Sin embargo, las características orográficas del territorio alteran los valores propios de este tipo de clima e imponen una variada gama de ambientes climáticos, que van desde la extrema aridez de las tierras centrales del Ebro hasta las nieves permanentes de las cumbres más elevadas del Pirineo, pasando por la amplia sucesión de matices intermedios que producen la altitud, la orientación o la compartimentación del relieve. En absoluto, pues, puede pensarse en Aragón como un espacio climático homogéneo; por el contrario, la variedad y los contrastes son su nota dominante, porque tan aragonesas son las secas estepas que rodean Zaragoza como los glaciares de los macizos de la Maladeta y el Aneto.

La naturaleza y la originalidad de este rico mosaico son fruto de la conjunción, por una parte, de factores atmosféricos y geográficos comunes al conjunto de la Península Ibérica y, por otra, de circunstancias intrínsecas a la región. En principio, el clima en Aragón depende de la dinámica atmosférica regional y de la interferencia de rasgos oceáni-

cos y mediterráneos, pero sus aspectos más sobresalientes se relacionan, sobre todo, con su posición interior dentro de la Península Ibérica, las acusadas diferencias de relieve entre la montaña y el llano y su especial configuración topográfica.

En efecto, el hecho de que la Comunidad esté situada en el centro de la Depresión del Ebro, formando una cubeta encerrada entre dos altas zonas montañosas —el Pirineo al Norte y el Sistema Ibérico al Sur—, provoca sobre las precipitaciones un claro efecto de “sombra pluviométrica”, por el que las perturbaciones atmosféricas descargan la mayor parte de sus lluvias en las barreras montañosas marginales y llegan prácticamente extenuadas al interior de la región. Esta misma disposición de cubeta cerrada determina la continentalidad de sus temperaturas y los fuertes contrastes en su régimen anual. El viento es, particularmente, un efecto orográfico; los diferentes flujos de aire de cualquier procedencia se encajan con facilidad en el corredor abierto en el Valle del Ebro, entre las dos alineaciones montañosas, y adquieren dos claras componentes: el cierzo, la Oeste-Noroeste y el bochorno, la Este-Sureste.

El conjunto de estas circunstancias explica los caracteres esenciales del clima. En primer lugar, la aridez, condicionante habitual de la actividad agraria regional, que se refleja claramente en el paisaje de las tierras centrales del Ebro. En segundo, la irregularidad de las lluvias, característica

propia del dominio mediterráneo, por la que a años muy secos pueden suceder otros lluviosos que anulan toda significación real a los valores medios anuales. En tercer lugar, como consecuencia del alto grado de continentalidad del país, los contrastes térmicos extremados entre un invierno frío y severo y un verano muy cálido y prolongado. Y, por último, la intensidad y frecuencia del viento dominante, el cierzo, seco, frío en invierno y fresco en verano, que discurre paralelo al eje del río Ebro.

En las páginas siguientes, se exponen las influencias de los factores explicativos generales, los principales valores alcanzados por los elementos del clima y el mosaico climático final, con el objeto de presentar estructuradamente los rasgos climáticos de Aragón y, a la vez, los ricos matices de su diversidad.

LOS FACTORES QUE DETERMINAN EL CLIMA REGIONAL



Por factores del clima se entiende el conjunto de mecanismos e influencias que determinan las condiciones climáticas de un lugar. En el caso concreto de la comunidad aragonesa, el clima es consecuencia de la interacción de dos series de factores que actúan a distinta escala: la dinámica atmosférica propia de las latitudes medias y la influencia que sobre ella ejerce un dispositivo orográfico en forma de cubeta, con relieves vigorosos en los extremos y un amplio sector deprimido en su interior. Estos dos aspectos son los que detallamos a continuación.

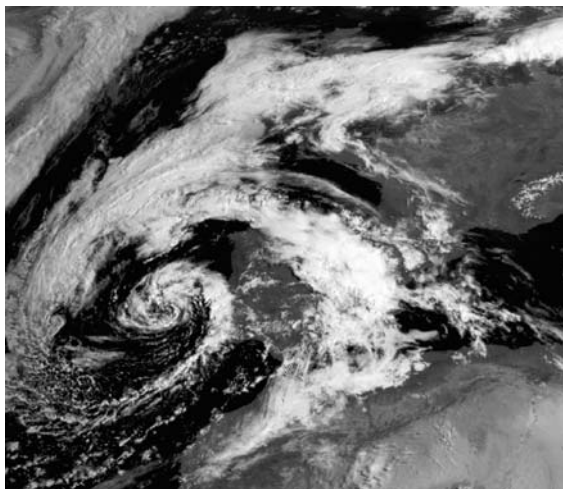
LA DINÁMICA ATMOSFÉRICA REGIONAL

Por su latitud, Aragón se encuentra en el límite meridional del dominio templado de la circulación de vientos del Oeste, en contacto con la zona de altas presiones subtropicales. Este límite entre el cinturón templado y el tropical experimenta un movimiento pendular a lo largo del año, de tal modo que en invierno desciende hacia el Sur, avanzando hacia el interior de la región, y en verano se desplaza nuevamente hacia el Norte, alejándose de las latitudes aragonesas.

Por ello, la Comunidad está gobernada durante buena parte del año por los mecanismos propios del área templada, como son la presencia de masas de aire polar y las típicas borrascas atlánticas con sus frentes asociados; mientras que, a medida que se aproximan los meses estivales, se aprecia una disminución de esta influencia, con el progresivo dominio de las masas de aire cálido y de las células anticiclónicas de las regiones subtropicales, más concretamente del ya popular anticiclón de las Azores.

Dada la naturaleza cambiante del tiempo, no es posible configurar unas características generales de la circulación para todo el año; pero un modelo simplificado de las mismas, de acuerdo con las condiciones geográficas y meteorológicas de Aragón, podría reducirse a dos grandes sistemas bien diferenciados. El primero es el propio de la estación fría, dominante desde octubre a mayo: el territorio queda afectado por la dinámica circulatoria del área templada, con dominio de los vientos del Oeste, flujos de masas de aire húmedo a baja temperatura y familias de borrascas del frente polar portadoras de lluvias.

El segundo es característico de los meses cálidos, en especial julio y agosto, cuando el dominio corresponde claramente al anticiclón de las Azores: en este periodo, el sistema de vientos del Oeste se retira hacia el Norte, mientras las altas presiones subtropicales ocupan buena parte del suroeste europeo. Estas altas presiones impiden el des-



Desde octubre a mayo domina la circulación del Oeste, y las borrascas atlánticas con sus frentes asociados llegan con más frecuencia a la región, como muestra esta imagen del satélite Meteosat del 11 de mayo de 1998

plazamiento hacia la Península Ibérica de las borrascas atlánticas, que siguen ahora trayectorias septentrionales respecto de Aragón. Así se explican la estabilidad atmosférica, el mínimo de precipitaciones y de nubosidad y el normal mantenimiento del buen tiempo durante el verano.

Por último, los periodos de transición que constituyen la primavera y el otoño están afectados por ambos sistemas de circulación, con alternancia de uno y otro, lo que provoca un tiempo generalmente revuelto y difícil de predecir.



En verano el dominio del anticiclón subtropical de las Azores es absoluto en la Península Ibérica. Las borrascas se desplazan hacia altas latitudes y el ambiente seco y soleado es general en Aragón y en España. Imagen del satélite NOAA del 6 de agosto de 1994

Ello explica que el tiempo primaveral, sobre todo, sea tan cambiante y complejo.

Como puede suponerse, este sencillo esquema sufre múltiples combinaciones que dan origen a una gran variedad estacional, de manera que de un año a otro se pueden suceder un invierno lluvioso y otro seco, un verano ardiente y tormentoso y otro más fresco y seco, etc. De este modo, aunque la circulación templada sobre la región aragonesa —singularizada por los vientos del Oeste— es más

propia de la prolongada estación invernal, puede afectar al territorio en cualquier momento del año, con un mínimo muy claro entre junio y agosto. En sentido contrario, el avance de las altas presiones subtropicales sobre la Península, o incluso hacia latitudes superiores, tampoco es exclusivo del verano, aunque su mayor frecuencia se alcance durante esta estación.

De igual modo, el predominio de los vientos del Oeste no solamente se interrumpe con el desplazamiento hacia el Norte de las altas presiones de las Azores, ya que también es frecuente, en los meses invernales, la unión de esta célula anticiclónica con el anticiclón frío del continente europeo, bloqueando entre ambos la penetración de las borrascas y sus frentes. En estos casos, la persistente estabilidad atmosférica causa fuertes heladas, intensas nieblas y total ausencia de precipitaciones durante muchos días.

De todo lo dicho se puede extraer que en el territorio aragonés, al igual que, en cierto modo, ocurre en buena parte del espacio peninsular español, se registra —sobre todo, en verano y, en menor medida, en invierno— la presencia de anticiclones cálidos subtropicales y de otros fríos de origen continental que tienden a crear un tiempo estable; en cambio, durante la primavera y el otoño encuentran un camino de penetración más fácil las borrascas del frente polar, que son las responsables del tiempo más inestable y lluvioso de estas dos estaciones.

EL PAPEL FUNDAMENTAL DE LOS FACTORES GEOGRÁFICOS

La dinámica atmosférica comentada es la misma que regula el clima del conjunto de la Península, salvo algunas particularidades, pero sus mecanismos se modifican poderosamente por los factores propios del territorio aragonés, dando lugar a un comportamiento distinto del de otras zonas españolas. De entre estos factores, los más importantes son, sin duda, la continentalidad y la configuración topográfica.

La continentalidad

La situación de Aragón en el interior del Valle del Ebro, cerrado al mar y soldado a la compacta y alta Meseta castellana, es el principal obstáculo para recibir de forma directa la influencia marítima, de tal manera que ésta siempre aparece modificada por la acción continental que ejerce la Península Ibérica.

En efecto, las masas de aire procedentes del Océano Atlántico, que son la gran mayoría, llegan a Aragón después de haber atravesado la Península y haber sufrido intensos procesos de desnaturalización (progresivo enfriamiento durante el invierno y caldeoamiento en el verano), lo que acentúa sus ya de por sí extremados valores térmicos. De igual manera, los frentes atmosféricos porta-

dores de lluvias, tanto los noratlánticos como los que penetran por el Golfo de Cádiz, se debilitan pluviométricamente al llegar a la Depresión del Ebro, provocando precipitaciones menos voluminosas; o, incluso, llegan exentos completamente de precipitación, limitándose tan sólo a cubrir de nubes el cielo. Por su parte, las masas de aire mediterráneas, así como las borrascas generadoras de lluvia del Golfo de León o de las Baleares, tienen, salvo en contadas ocasiones, una influencia muy débil a causa de la normal dirección de Oeste a Este de la circulación general atmosférica, incidiendo también en la baja cuantía de las precipitaciones.

La configuración topográfica

A las circunstancias señaladas en Aragón las de su propio relieve: una gran depresión ceñida por dos altas zonas montañosas que modifican los caracteres de la circulación atmosférica regional. Como ya se ha dicho, tanto el Pirineo como el Sistema Ibérico actúan como verdaderas barreras al avance de las perturbaciones atmosféricas, de tal modo que, por un proceso dinámico, se incrementan en esas cordilleras las precipitaciones; sin embargo, al descender hacia el eje del Ebro, la subsidencia local del aire favorece la ruptura de los frentes y la disolución de los sistemas nubosos —con el consiguiente descenso de las lluvias—, a la vez que los vientos se vuelven cálidos y secos por un claro “efecto Foehn” [el aire dirigido contra una montaña



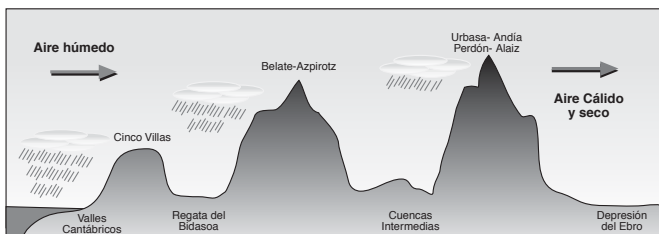
MAPA HIPSOMÉTRICO

se enfría y condensa su humedad al ascender, y se calienta y evapora el agua al descender por la ladera de sotavento].

La acción de pantalla que ejercen las montañas periféricas es particularmente eficaz al paso de los frentes fríos procedentes del Cantábrico: con frecuencia, podemos observar cómo las perturbaciones de este tipo provocan intensas lluvias en la cordillera pirenaica y en la divisoria cantábrica, que son ya inferiores cuando atraviesan Navarra y La Rioja, y cada vez más débiles o nulas en el centro de la Depresión, donde luce el sol o donde el cielo, como máximo, aparece cubierto de cúmulos aislados.

Esta impronta topográfica se deja sentir, asimismo, en las temperaturas: el aire, tanto frío como cálido, en situaciones de tipo anticiclónico se estanca en el fondo de la cubeta, agravando los efectos térmicos de cada estación. En verano, el calentamiento del aire en el interior de la Depresión eleva considerablemente las temperaturas y provoca tormentas locales, que pueden ocasionar fuertes chubascos cuando en altas capas de la atmósfera coinciden con el paso de una vaguada fría o con situaciones de “gota fría” (masa aislada de aire frío); en invierno, el aire frío llega a permanecer estacionado semanas enteras, hasta llegar a originar una fuerte inversión térmica, subrayada muchas veces por intensas nieblas de irradiación (las provocadas por el enfriamiento del aire en contacto con el suelo muy frío).

En suma, los rasgos más sobresalientes del clima aragonés surgen de las interferencias que sobre la circulación atmosférica introducen las circunstancias intrínsecas a la región y, sobre todo, de las características de su propia topografía. Como muy bien expresaba el geógrafo Casas Torres, «no se puede estar impunemente rodeado de montañas y alejado del mar».



Los frentes atmosféricos procedentes del Noroeste pierden su humedad conforme se trasladan hacia la Depresión del Ebro; descargan su lluvia en la vertiente cantábrica y apenas llueve en Aragón. Por el contrario, tras el paso del frente se instala en todo el Valle el cierzo

LOS ELEMENTOS DEL CLIMA



Si los factores del clima constituyen aquellos mecanismos permanentes que controlan su comportamiento, los elementos que lo componen expresan sus propiedades. La temperatura, la precipitación, la humedad del aire, el viento, la nubosidad, etc. son algunos de los elementos más significativos del clima, que conocemos gracias a las observaciones que de los mismos se realizan a lo largo del tiempo y el espacio. Todos ellos integran el complejo sistema que forma la atmósfera, y su combinación es la que define la naturaleza del clima.

Seguidamente se analizan los más importantes, en particular la temperatura y la precipitación, así como la relación entre ambos, que se manifiesta en la evaporación y el balance hídrico.

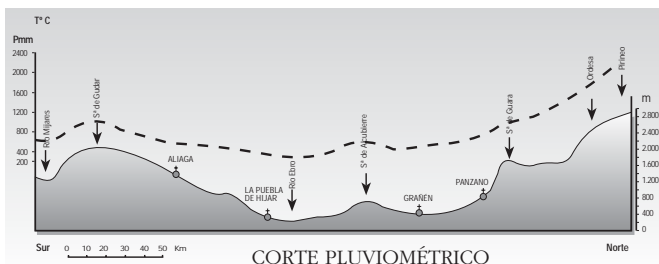
LAS PRECIPITACIONES

Pluviometría anual

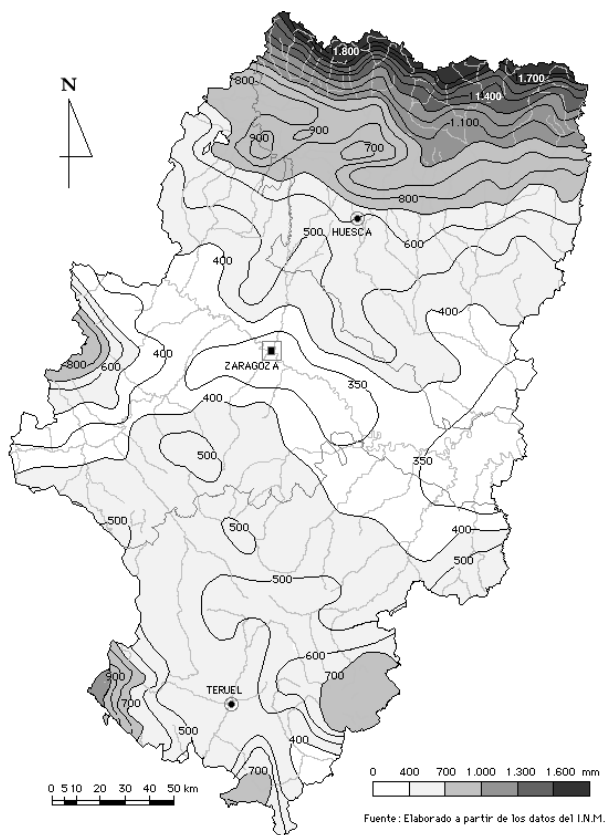
La distribución espacial de las precipitaciones refleja, como puede verse en el mapa correspondiente, dos hechos ya referidos: la dificultad de penetración de los frentes atmosféricos y la dependencia constante de la topografía. En efecto, las precipitaciones son muy débiles y su

reparto dibuja claramente el relieve, formando círculos concéntricos decrecientes desde las montañas fronterizas hacia el centro de la Depresión. El promedio anual de lluvias difícilmente alcanza los 400 mm en el interior de la cubeta del Ebro o en las depresiones del Jalón y Jiloca (Gallur, 350 mm; Alcañiz, 388 mm; Calatayud, 421 mm; Teruel, 382 mm), mientras que en una amplia franja del centro-este de Aragón la sequedad es aún más extrema, al recibir menos de 350 mm (Zaragoza, 314 mm; Fraga, 347 mm; Caspe, 325 mm), lo que la convierte en una de las regiones más áridas de España. De ella se ha dicho que «parece un enclave africano en tierras de Europa».

En los somontanos, y hacia los bordes montañosos, la cuantía de las lluvias aumenta, marcando la gradual transición entre la sequedad del centro de Aragón y las más altas precipitaciones de los relieves marginales; pero, aun en



Perfil anual de las precipitaciones



Precipitación media anual

estos casos, los incrementos son siempre moderados, como prueban las cantidades de lluvia recogida en distintos observatorios: Uncastillo, 570 mm; Huesca, 587 mm; Borja, 430 mm; Andorra, 502 mm. Únicamente en el Pirineo y en la Ibérica las precipitaciones alcanzan valores importantes. Aquí, la decisiva influencia del relieve, favorecedor de las lluvias de inestabilidad y orográficas, y la mejor exposición de estas áreas montañosas a los frentes lluviosos crean un verdadero cinturón húmedo al norte y sur de la región, con precipitaciones extensas y abundantes. Sin embargo, la situación interior del Sistema Ibérico y la posición central del Pirineo aragonés determinan su menor aptitud para recibir las perturbaciones atmosféricas, manteniendo gradientes pluviométricos altitudinales modestos.

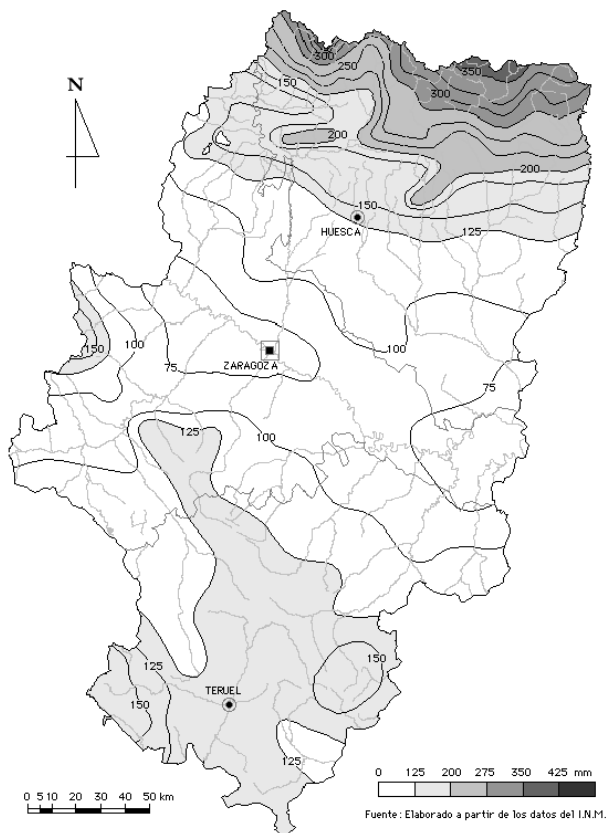
La cordillera Ibérica, muy compartimentada y de escasa altitud, sólo se aproxima a los 1.000 mm de precipitación media anual en las vertientes más lluviosas del Moncayo o de Albarracín. En el Pirineo, por su localización más septentrional y mayor altitud, se alcanzan registros en torno a 1.800-2.000 mm, e incluso valores algo superiores en las vertientes mejor expuestas; pero, en conjunto, a igual altitud las cantidades recogidas son inferiores a las de los Pirineos vasco-navarros, a los Pirineos orientales o, sobre todo, a los Pirineos franceses, mucho más húmedos. Ello se refleja claramente en la vegetación, que tanto sorprende a quienes cruzan por primera vez de una a otra vertiente pirenaica.

Régimen pluviométrico estacional

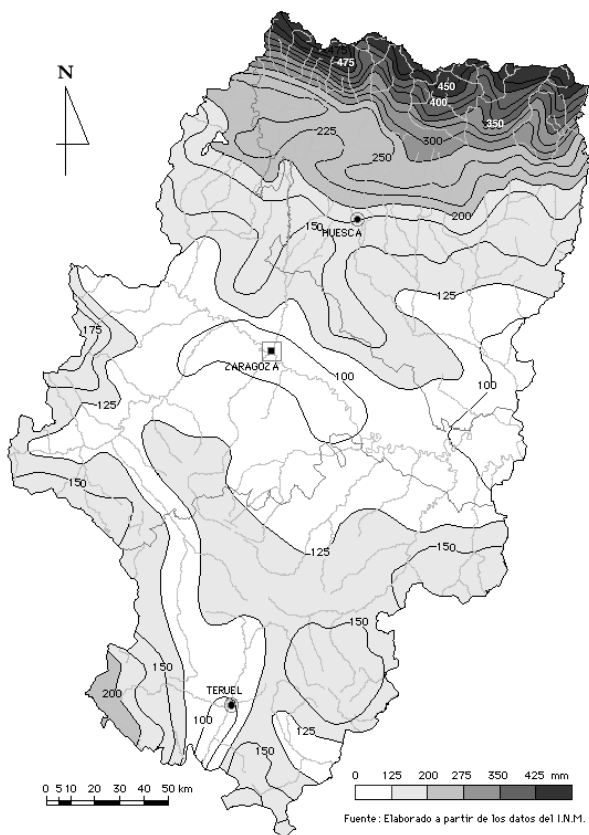
Si el volumen de precipitaciones recogidas ya es, por sí solo, muy significativo, aún es más interesante conocer el ritmo con que éstas se producen, es decir, su régimen: a la escasez pluviométrica de buena parte del territorio aragonés se une un régimen francamente equinoccial, con dos cortos periodos de lluvias en primavera y otoño, separados por dos acentuados mínimos en verano e invierno.

El verano, al igual que ocurre en todo el ámbito mediterráneo, es muy pobre en lluvias; en particular, en los meses de julio y agosto los porcentajes que se recogen, con respecto al total anual, giran en torno al 10-15%. En esta época, el gobierno de las condiciones anticiclónicas supone el dominio generalizado de la baja pluviometría, interrumpida en ocasiones por la presencia de tormentas locales (a veces, de fuerte intensidad) que hacen menos acusado este mínimo respecto de otros periodos estacionales. Así ocurre en algunos valles interiores de la Ibérica, en la depresión de Teruel y en los cursos superiores de los ríos Jiloca, Guadalope y Martín, donde las lluvias estivales, dada su tendencia continental, pueden proporcionar hasta una tercera parte de la precipitación del año.

La monotonía del verano se conserva en parte en septiembre, por la frecuencia de situaciones anticiclónicas y de lluvias débiles; pero en octubre y noviembre las precipitaciones se generalizan y, con ellas, entramos en los



Precipitación media de verano



Precipitación media de otoño

meses propiamente otoñales, de fuertes contrastes atmosféricos. En este periodo, el progresivo repliegue hacia el Sur del anticiclón de las Azores y las pulsaciones en el mismo sentido de la circulación atmosférica templada favorecen la penetración de los temporales del Oeste, así como el aumento de las precipitaciones. Además, estos meses coinciden con la intensa actividad de las perturbaciones mediterráneas del Este y Sureste, que, en situaciones de “gota fría” en altura, pueden provocar torrenciales aguaceiros capaces de superar los 100 mm en menos de 24 horas, llegando a ocasionar inundaciones, fuertes crecidas de ríos y graves pérdidas, como las más recientes de los años 1984 y 1991.

A finales de noviembre y en diciembre, las lluvias van disminuyendo y entramos en otro periodo seco, sin duda tan intenso como el mínimo de verano, al que se deben aportes anuales inferiores al 25 e incluso al 20%. Enero y

PRECIPITACIÓN ESTACIONAL Y PORCENTAJES RESPECTO DEL TOTAL ANUAL.
PERIODO 1961-1990

OBSERVATORIO	PRIMAVERA		VERANO		OTOÑO		INVIERNO	
	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%
Zaragoza	94	30	63	20	92	29,3	65	20,7
Huesca	167	28,5	116	19,7	173	29,5	131	22,3
Teruel	109	28,5	124	32,5	95	24,9	54	14,1

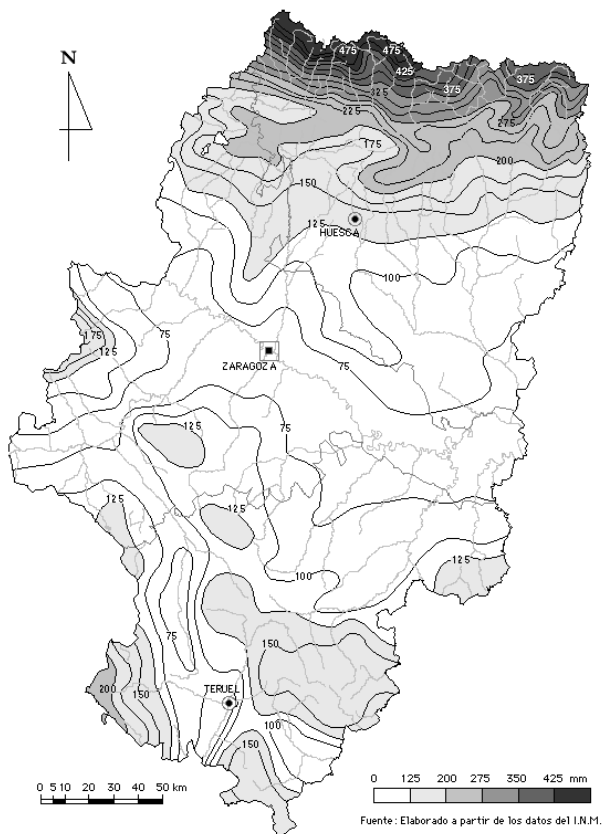
(Fuente: I.N.M.)

febrero son los meses menos lluviosos, debido a la frecuente presencia sobre suelo peninsular del anticiclón centroeuropeo o de una dorsal de éste unida al anticiclón de las Azores: éste bloquea las borrascas atlánticas o dificulta su penetración, de modo que cuando llegan a Aragón se comportan como células muy poco activas. Únicamente en las áreas de montaña más occidentales, como es el caso de Albarracín, Moncayo, altos valles de Ansó, Hecho y Canfranc, por su altitud y mejor exposición, las lluvias de invierno proporcionan hasta el 30% del total del año y se afirman como máximo estacional.

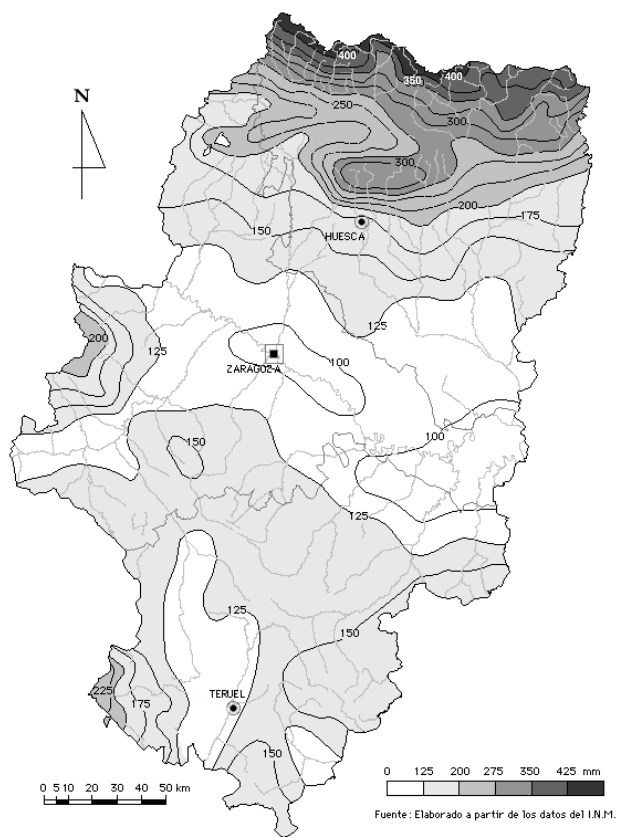
Marzo es un típico mes de transición y señala, con el incremento pluviométrico, el inicio de la formación del máximo de primavera. El vértice más elevado se alcanza en mayo, pues a las lluvias frontales propias de la estación se unen las primeras debidas a la inestabilidad convectiva, ligadas a la topografía local.

Suele ser éste un periodo de fuertes contrastes: alternan de forma desordenada tiempos calmados y soleados con otros perturbados e inestables. Esto es consecuencia de la propia indefinición del tiempo primaveral, con empujes continuados del anticiclón de las Azores, por una parte, y el paso de frecuentes sistemas frontales, por otra.

Todavía en junio las lluvias pueden ser elevadas, cuando se retrasa el máximo de mayo, pero rápidamente descienden para caer en el prolongado periodo seco estival.



Precipitación media de invierno



Precipitación media de primavera

La sequía como constante

La consideración hecha hasta ahora acerca de los valores medios no debe hacernos olvidar una constante propia de buena parte de España, a la que no escapa el clima de Aragón: la extrema variabilidad de las lluvias y la presencia de dilatados periodos secos. Cualquiera que sea la estación del año, el número de meses con registros próximos a su valor medio es una minoría, y las precipitaciones anuales presentan fluctuaciones tan grandes que la diferencia entre los valores máximo y mínimo alcanzados es, a menudo, superior al valor medio. Así, la realidad es mucho más contrastada y la situación pluviométrica, todavía menos favorable de lo que los promedios hacen suponer.

La variabilidad es alta en toda la región, pudiendo suceder a años muy secos otros lluviosos y viceversa: de ahí la incierta y anormal presencia de años buenos y años malos para los secanos agrícolas, e incluso para el propio abastecimiento de agua, en muchos de los pueblos aragoneses. Ejemplos no faltan: Candanchú, en el Pirineo, registró totales anuales de 3.264 mm en 1960 y de 839 mm en 1965; en el eje del Ebro, Zaragoza alcanzó 657 mm en 1971 y tan sólo 130 mm en 1949.

Tanto los datos actuales como las viejas crónicas confirman siempre la existencia de precipitaciones muy irregulares. Abundantes en ocasiones, temidas por su intensidad y por las catastróficas inundaciones que han llegado a pro-

vocar, pueden citarse las recientes de los años 1991 y 1993, o las históricas de 1461 (responsable, según parece, del cambio de curso del río Ebro frente a Zaragoza) y de 1643 (que derribó una arcada del puente de Piedra, acontecimiento inmortalizado en el cuadro *Vista de Zaragoza*, de Velázquez y Mazo). Pero, sobre todo, en las reseñas históricas se habla de prolongados periodos secos que han dejado malos recuerdos, especialmente en el campo, porque, tal como demuestran los promedios de largas series estadísticas, la tónica dominante es la sequía y la excepción son los años lluviosos con precipitaciones elevadas. Años de señaladas ausencias de lluvia fueron los comprendidos entre 1749 y 1753, entre 1815 y 1817 o, también, 1850, 1854 y 1882; ya en este siglo, fueron muy secos los años 1913, 1918, 1924 y 1945; más recientemente, los años 1974, 1975, 1978 a 1982 y, particularmente, el largo periodo de 1991 a 1995, en el que se produjo un descenso alarmante de las reservas de agua en los embalses y se obtuvieron desastrosas cosechas.

Junto al descenso de las cantidades totales anuales de precipitación, hay que señalar que la sequía es una constante de cualquier momento del año en Aragón, aunque, evidentemente, las etapas secas más largas se presentan en verano y en invierno, coincidiendo con los mínimos pluviométricos anuales. En esos periodos, las sequías pueden ser especialmente intensas en el centro de la cubeta del Ebro y en un amplio triángulo en la zona oriental entre

Zaragoza, Fraga y Caspe. Pueden pasar más de dos meses sin que se registre precipitación alguna, o incluso lapsos de tiempo más largos, ocultos por la esporádica presencia de una débil precipitación: por ejemplo, en Zaragoza sólo se contabilizaron, desde el 30 de junio hasta el 1 de diciembre de 1978, dos días de lluvia, con un total de 18,6 mm.

PERIODOS SECOS IGUALES A O MAYORES DE 50 DÍAS
EN ZARAGOZA, EN ESTE SIGLO

88 días,	del 05/09/1978	al 01/12/1978
84 días,	del 02/08/1985	al 24/10/1985
66 días,	del 16/06/1909	al 20/08/1909
65 días,	del 05/07/1906	al 07/09/1906
65 días,	del 08/12/1931	al 10/02/1932
63 días,	del 25/07/1964	al 25/09/1964
61 días,	del 24/12/1943	al 22/02/1944
60 días,	del 25/05/1994	al 23/07/1994
57 días,	del 01/01/1988	al 29/03/1988
54 días,	del 27/01/1938	al 21/03/1938
54 días,	del 25/01/1945	al 23/05/1945
54 días,	del 12/07/1954	al 03/09/1954
52 días,	del 31/01/1990	al 24/03/1990
51 días,	del 13/07/1919	al 01/09/1919
50 días,	del 15/07/1937	al 02/09/1937

Estas largas sequías daban origen antaño, con frecuencia, a rogativas públicas *ad petendam pluviam* (“en peti-



«A gran seca, gran remojada». Esta frase de Giménez Soler, escrita en 1922, refleja muy bien la irregularidad de nuestro clima. Arriba: pantano de Mediano sin agua tras la sequía de 1991, con el pueblo del mismo nombre al descubierto. Abajo: inundación del río Ebro en Cabañas, en diciembre de 1993. (Fotos: Oficina de Planificación Hidrológica de la C.H.E.)

ción de lluvia”), sacando en procesión las imágenes de más arraigada veneración por las calles de los pueblos y ciudades, por campos y montes, implorando la necesaria lluvia para los cultivos. Es muy venerada en estos casos la imagen de Nuestra Señora de los Bañales, de Uncastillo; el Santo Cristo de los Milagros, de Huesca; o el Santo Cristo de la Seo, de Zaragoza. Se conocen rogativas a este último desde 1683; al parecer, fueron con frecuencia escuchadas y, en alguna ocasión, con generosidad, por lo que es posible que se inspirase en ellas el autor de la letra de esta jota que recoge el cancionero:

«Saquemos al Santo Cristo
por ver si llovía, maña,
y ahora hay que sacar la Virgen
p'a que no caiga más agua.»

Las circunstancias comentadas explican la constante preocupación del agricultor aragonés por la consecución de espacios regables, los únicos capaces de subsanar los efectos perjudiciales de las sequías, y la solicitud general de una política hidráulica que aporte soluciones a la creciente demanda de agua.

LA SEQUÍA

Rogativas *Ad petendam pluviam* al Cristo de La Seo

«Para toda clase de necesidades ha encontrado consuelo el devoto pueblo zaragozano en este portentoso y Divino Crucifixo, según las memorias que se conservan en el Archivo de la Seo; pero en las que más se ha señalado su patrocinio y favor singular, ha sido en las grandes sequías y necesidades de lluvia, como las que se experimentaron en esta Ciudad y Reyno los años de 1703, y 1803, en que se le sacó de Rogativa [...]»

«Año de 1703: experimentó esta Ciudad con más evidencia la protección especial de esta venerabilísima Efigie, en que por falta de agua se miraban agostados los campos, sin esperanza aun de limitada cosecha, no solamente en los términos de Zaragoza, sino también en todo el Reyno de Aragón y fronteras de Castilla, temiéndose las consecuencias que otras veces ha producido la hambre. Viendo tan urgente necesidad, resolvió el Ilmo. Cabildo sacar en procesión general a esta milagrosa Imagen, y se ejecutó la tarde del 13 de mayo con asistencia del Excmo. Sr. D. Antonio Ibañes de la Riva Herrera, Arzobispo de Zaragoza [...]»

«Con este orden se encaminó la Procesión por la carrera larga del Coso hasta el Santo Templo del Pilar, donde en la Santa Capilla de Nuestra Señora quedó el Soberano

Crucifijo hasta el día 28 de dicho mes por la tarde, no habiéndose podido volver antes a su Casa por la copiosa lluvia con que nos favoreció la piedad inmensa.»

Eusebio Jiménez, Racionero secretario
del Templo de La Seo, 1816



*El Santo Cristo en rogativa por las calles de Zaragoza durante la sequía de 1924
(Foto procedente del vol. I de Geografía de Aragón, Guara Editorial, 1981)*

La nieve

Aunque los datos no son tan precisos como sería deseable, dada la falta de unidad en las observaciones, el conjunto de los mismos muestra el escalonamiento nival con la

altitud: desde los escasos dos o tres días de nevada anual en el fondo de la Depresión, hasta superar los cincuenta en las cordilleras periféricas.

La llanura del Ebro escasamente observa su presencia durante dos o tres días al año; incluso, en un amplio sector oriental que incluye el Bajo Aragón y parte de los somontanos de Huesca, Barbastro y la Litera, los promedios son inferiores. Estas cifras se incrementan muy poco en los somontanos (del orden de tres a ocho días, según la altitud), con disminución de Oeste a Este, en correspondencia también con las menores precipitaciones. Las únicas nevadas de cierta consideración se dan en las montañas, donde aumenta su número rápidamente a medida que se gana



Oribuela del Tremedal cubierto de nieve en enero de 1997
(Foto: M. Sánchez Fabre)

altura, al igual que la intensidad de las mismas y su permanencia en el suelo.

NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DE NIEVE. PERIODO 1961-1990

OBSERVATORIO	ALTITUD	DÍAS DE NIEVE
Candanchú	1.613 m	64
Urdiceto	1.920 m	56
Huesca	542 m	3
Barbastro	341 m	2
Zaragoza	240 m	2
Escatrón	143 m	1
Daroca	778 m	11
Teruel	916 m	13

(Fuente: I.N.M.)

El Pirineo es, por su altitud y posición septentrional, el área más privilegiada: a partir de los 1.200 m de altitud nieva más de veinte días al año, y más de cincuenta días por encima de los 1.600 m; como cabe esperar, las nevadas se incrementan hasta la zona próxima a las cumbres. Estos promedios, sin embargo, sufren una notable reducción de Oeste a Este, al mitigarse la influencia atlántica y disminuir la precipitación.

La frecuencia de nevadas en el Sistema Ibérico, de altitud más modesta, es bastante inferior: únicamente las cotas cimera del Moncayo, Albarracín, Javalambre o Gúdar reciben un número apreciable de nevadas.

Tormentas y granizadas

Se entiende como día de tormenta aquél en el que, al menos, se ha oído el trueno. Con este criterio, no resulta aventurado decir que el promedio de tormentas, en cualquier punto de las tierras aragonesas, supera los cien días al año. Gran parte de la actividad tormentosa, acompañada a veces de gran aparato eléctrico y fuertes chubascos, se presenta en el periodo junio-septiembre (casi el 60% del total anual), disminuyendo sensiblemente en los meses invernales.

Las condiciones meteorológicas que dan lugar a la actividad tormentosa son diversas y, dentro de cada una de ellas, cambia mucho la cantidad de agua precipitable. En ocasiones, se trata de situaciones atmosféricas poco dinámicas, causantes de breves y dispersos chubascos tormentosos que, pese al estruendo de su aparato eléctrico, suelen ser más espectaculares que efectivos. Muy a menudo corresponden a situaciones de inestabilidad de evolución diurna, que a mediodía o a primera hora de la tarde se manifiestan en forma de poderosas nubes tipo cúmulo; estas nubes, con borbotones en su parte superior, se desarrollan en altura al mismo tiempo que se ensanchan en sus niveles bajos. La pureza del color blanco de su cima contrasta con el azul oscuro de la base, de la cual, al atardecer, cae una intensa lluvia, más en forma intermitente que continua, acompañada de vientos racheados, relámpagos y

truenos. A pesar de la violencia del chaparrón, el agua llovida no es mucha; además, por su intensidad y elevada escorrentía, apenas penetra en el suelo.

NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DE TORMENTA. PERIODO 1961-1990

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	AÑO
Zaragoza	4,8	11,3	3,6	0,2	19,9
Huesca	6	14,1	5,3	0,7	26,1
Teruel	5,3	17,8	4,5	0	27,6

(Fuente: I.N.M.)

Otras veces afectan a la región situaciones más complejas, que generan mayor actividad tormentosa y precipitación bastante más abundante. Se trata de vaguadas, gotas frías o sistemas frontales fríos que, a su paso, originan fuertes movimientos del aire en la vertical y el crecimiento en altura de potentes nubes del tipo cumulonimbo; de estas nubes se desprenden intensos aguaceros, entre vientos racheados, truenos sobrecogedores y el centelleo de las descargas eléctricas. En estos casos, si la tormenta es fuerte, pueden caer 30 ó 40 mm de lluvia, o incluso más. El agua cae en tromba y, en los campos, las torrenceras y vaguadas sirven de cauce para las aguas de arroyada, que se escurren por las pendientes. En las ciudades, la lluvia caída arrastra ramas y diversas clases de objetos, los sumideros del alcantarillado no pueden engullir tales caudales y amplios sectores de las calzadas quedan anegados.



Las tormentas y sus efectos en Aragón. Arriba: paso subterráneo de la Avenida de Madrid de Zaragoza, anegado por una fuerte tormenta en mayo de 1996. Abajo: imagen del pedrisco caído en mayo de 1995, que afectó gravemente a viñas y frutales de la comarca de Cariñena

Muy a menudo, estas tormentas van acompañadas de granizo, siempre temido por sus efectos destructores. Su frecuencia es inferior a tres días al año, según los datos disponibles, de fiabilidad moderada.

Las granizadas más intensas, de carácter catastrófico, suelen registrarse a finales de primavera y durante el verano; se trata siempre de un fenómeno de efectos muy localizados, pero que, a pesar de ello, puede llegar a causar graves daños económicos, particularmente en la agricultura.

Esta circunstancia explica el interés del agricultor por defender sus campos de la acción del granizo mediante procedimientos diversos, como el lanzamiento de cohetes con cabezas de yoduro de plata u otros productos, el empleo de quemadores de carbón activado o de generadores de yoduro de plata disuelto en acetona, etc.

Sin embargo, estos sistemas de siembra de las nubes desde el suelo tienen sus limitaciones: deberán pasar todavía algunos años para poder obtener conclusiones válidas acerca de su efectividad.

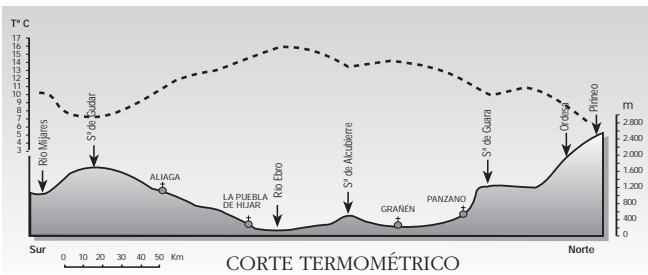
Debe recordarse, por otra parte, que no existe una estadística representativa de las tormentas, y mucho menos del granizo, por ser éste un hidrometeoro muy localizado del que sólo se tiene conocimiento cuando cae en las proximidades del observador o cuando causa daños en cultivos y edificaciones.

LA TEMPERATURA DEL AIRE

Temperaturas medias

Al igual que en el conjunto de las tierras del Valle del Ebro, las temperaturas medias anuales del espacio aragonés son relativamente elevadas. Su situación interior, al abrigo de los Pirineos y del Sistema Ibérico, y la topografía en cubeta así lo hacen prever; pero, al mismo tiempo, las variaciones altitudinales y los matices en la continentalidad determinan una amplia gama de valores térmicos, de fuerte contraste entre la templanza de los 14-15° del llano y el intenso frío que indican los 0° de temperatura media en las cumbres más elevadas del Pirineo.

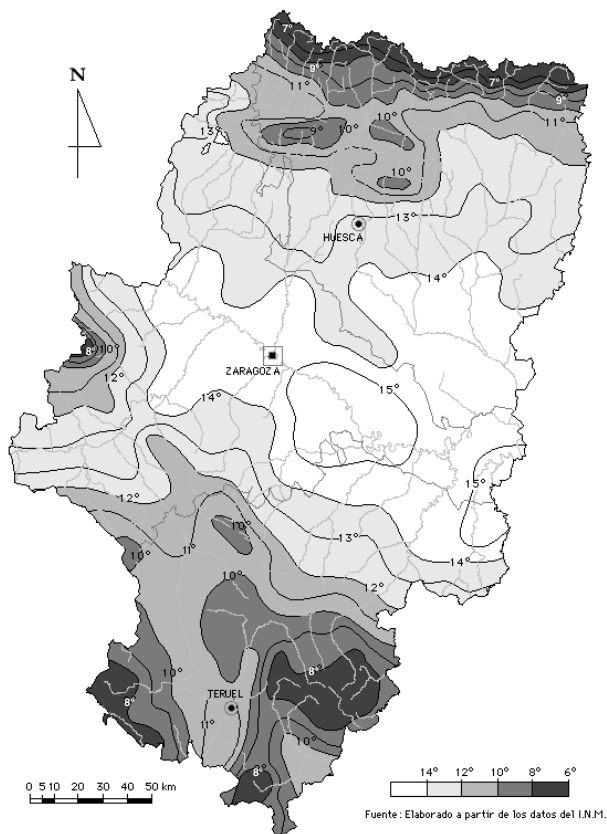
Esta diversidad térmica, por influencia del relieve, queda bien expresada en el mapa de temperaturas: las isotermas



Perfil anual de las temperaturas

se disponen en líneas paralelas decrecientes con las curvas de nivel, desde el centro de la Depresión hasta las márgenes montañosas. Las tierras centrales de Aragón constituyen el nivel más cálido, con valores promedios anuales de 14° (Gallur, 14,3°; Zaragoza, 14,6°) e incluso superiores en tierras de los Monegros y Bajo Aragón (Escatrón, 15,8°; Mazaleón, 16,4°). Al ascender a los somontanos, las temperaturas muestran un lógico descenso, al principio muy lento y, luego, con mayor rapidez cuando se alcanzan las vertientes montañosas (Huesca, 13,4°; Tarazona, 13,6°; Graus, 11,9°). Ya en las áreas de montaña el termómetro alcanza sus valores más bajos, marcando así el fuerte contraste existente respecto de las altas temperaturas del centro de la región. Tanto en el Pirineo como en el Sistema Ibérico, las isotermas se aprietan hacia las cumbres para indicar los rigores del frío de alta montaña, hasta alcanzar en la cadena pirenaica sus valores más bajos, con medias anuales inferiores a los 0° (a partir, aproximadamente, de los 2.800 m de altitud).

Otra característica propia del clima regional es la doble disimetría que presenta el mapa de temperaturas. Por una parte, la existencia de un claro aumento térmico de Oeste a Este, más acusado en el tramo central de la Depresión del Ebro. Y, por otra, las condiciones térmicas más cálidas de la vertiente Norte frente a la vertiente Sur de la cuenca del Ebro, como consecuencia de la propia diferencia de relieve, de más amplio desarrollo montañoso al Sur; así, y



Temperatura media anual en °C

a modo de ejemplo, en la vertiente ibérica las isothermas de 11 y 12° aparecen bastante más próximas al eje del Ebro, mientras que en el lado pirenaico las encontramos incluso a más de 100 km del mismo.

Régimen térmico

Aun siendo muy significativos estos valores medios, el régimen de temperaturas puede concretar mejor la realidad climática regional, especialmente por los fuertes contrastes anuales que éstas presentan. El ciclo térmico subraya, a lo largo del año, la nota típica de la Depresión del Ebro: la fuerte oscilación de temperaturas entre el invierno y el verano. Las veraniegas se encuentran entre las más altas de la Península, merced a su posición interior y al abrigo de los elevados relieves que aíslan el territorio de la influencia marina, lo que determina el dominio de los rasgos de continentalidad.

A excepción de las áreas de montaña, donde la oscilación disminuye de forma sensible, la diferencia entre la temperatura media del mes más frío y la del mes más cálido es acusada en todo el ámbito aragonés; lo es, en especial, en las áreas más deprimidas, donde las cifras son del orden de 15 a 20° en las amplitudes medias y de 50 a 60° en las extremas. Como muestra, se pueden citar los 18,3° de amplitud media y los 57,6° de extrema en Zaragoza, o los 20 y 53°, respectivamente, de Escatrón.

TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS ABSOLUTAS REGISTRADAS
EN LOS OBSERVATORIOS DE LAS CAPITALES PROVINCIALES

OBSERVATORIO	MÁXIMA	MÍNIMA
Zaragoza	44,6° (27-7-1876)	-16,6° (31-12-1887)
Huesca	42,6° (7-7-1982)	-14° (17-1-1891)
Teruel	40° (10-7-1951)	-21,5° (29-1-1952)

(Fuente: I.N.M.)

La intensidad de estos contrastes fracciona el año térmico en dos periodos bien diferenciados: uno es el invernal, frío y riguroso, y otro el estival, cálido y a veces agobiante, siendo las estaciones intermedias etapas de transición de duración muy limitada y caracteres poco perceptibles.

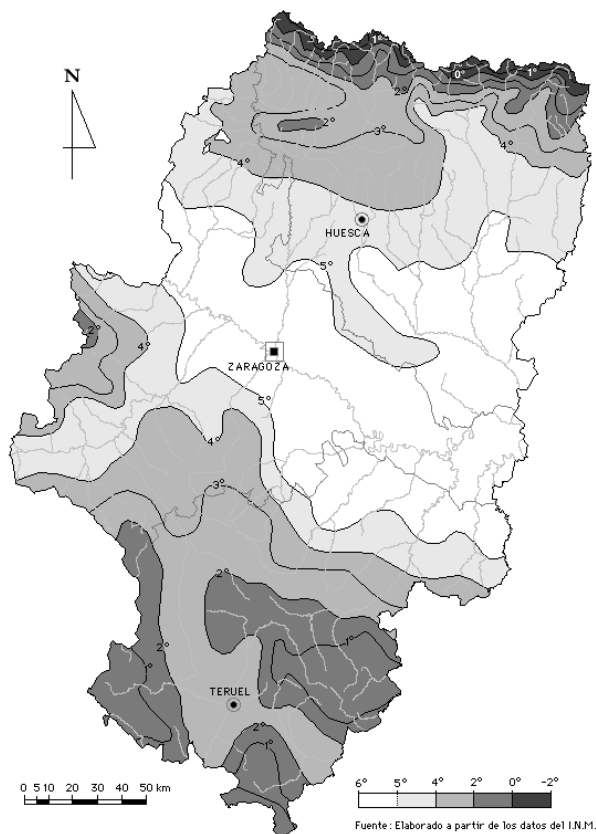
El invierno frío y de larga duración

Las temperaturas medias del mes de enero son siempre inferiores a 5° en la llanura del Ebro y a 0° en las crestas de las montañas, pasando por valores intermedios, según la altitud: Huesca, 4,7°; Teruel, 3,9°; Sabiñánigo, 2,8°; Aliaga, 1,1°. Las mínimas medias superan con dificultad los 0° y las mínimas absolutas nos indican que toda la región puede padecer días intensamente fríos: en este siglo, se han llegado a registrar -16° en Zaragoza (diciembre de 1918), -13° en Huesca (febrero de 1956) y -21,5° en Teruel (enero de 1952); pero, sobre todo, destacan los -30° de Calamocha en diciembre de 1963, temperatura que constituye el récord de nuestro país (si exceptuamos los -32° del lago Estany Gento, en el Pirineo catalán: mínima absoluta de

España, pero a 2.140 m de altitud). Se sitúa esta localidad en el curso superior del Jiloca, un área elevada y aislada de la influencia suavizadora del mar que, conjuntamente con la cabecera del Tajo, ha sido calificada como el «polo del frío de España».

Pero, además, los inviernos son muy largos. Desde finales de noviembre hasta principios de marzo predominan las situaciones de estabilidad atmosférica, con aire frío continental, seco y transparente, cielo despejado y soleado durante el día y fuertes heladas de irradiación por la noche. Durante cinco, seis y hasta ocho meses en alta montaña, la temperatura media es inferior a 10° y, en los meses centrales del invierno, a 5°.

Naturalmente, la duración de este periodo frío tiene una distribución espacial diferente según la altitud, situación y exposición del territorio: la llanura del Ebro goza de las temperaturas más benignas, aunque se mantienen más de cuatro meses por debajo de 10° (cuatro meses y medio en Alagón, cuatro en Zaragoza y menos aún aguas abajo de la capital). En altitudes medias, hasta los 1.000 m, las condiciones son menos favorables y el invierno se mantiene entre cinco y seis meses: en Sabiñánigo, a 790 m, durante más de cinco meses la temperatura es inferior a 10° de media, de los cuales, en tres meses por lo menos, baja de 5°; duración semejante podemos atribuir a Luesia, a 824 m, mientras que, en Calamocha, a 930 m, la estación invernal puede alargarse hasta seis meses (tres, inferiores a 5°).



Temperatura media de enero en °C

Al adentrarnos en los altos valles y depresiones interiores de las márgenes montañosas, el frío es intenso y su rigor sólo es comparable al existente en la Meseta Norte o en el resto de las áreas de montaña peninsulares: en Aliaga, a 1.120 m, el invierno se prolonga hasta seis meses y, en cuatro de ellos, el termómetro no supera los 5° de valor medio; en Candanchú, la frecuencia del viento se une al efecto de la altitud, lo que impide superar la media de 10° durante casi nueve meses, permaneciendo seis de ellos con menos de 5°; en Urdiceto o Góriz, como ejemplos de observatorios de alta montaña, el invierno se alarga hasta diez meses.

Desde primeros de noviembre, y en ocasiones desde octubre, el frío se mantiene en la región aragonesa hasta finales de marzo, prolongándose hasta bien entrado abril o incluso mayo, conforme nos alejamos del eje del Ebro. Sin embargo, no hay que pensar que durante todo este tiempo se produce un periodo continuado de bajas temperaturas: con la excepción de los meses centrales del invierno, pequeños paréntesis térmicos de aire templado permiten disfrutar de cortos momentos soleados y de elevadas temperaturas que, en ocasiones, logran disipar la sensación de frío invernal.

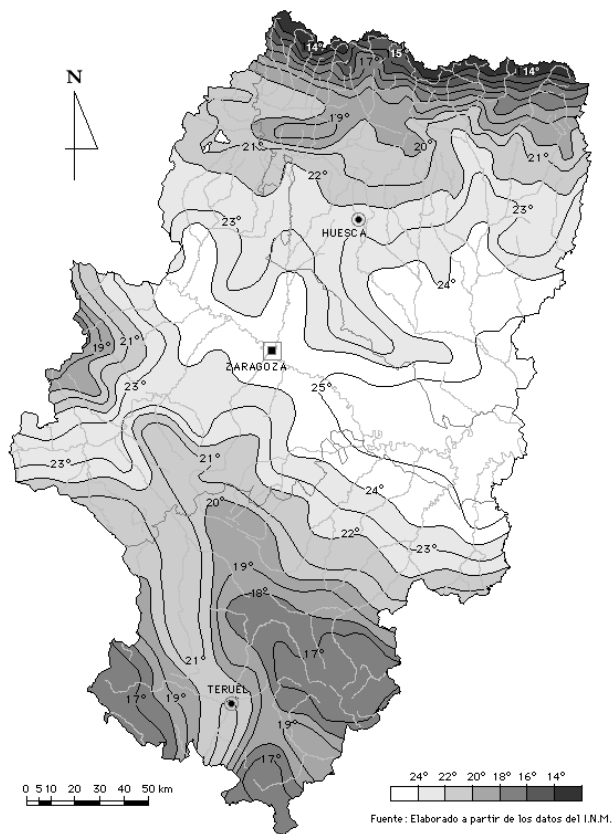
De enero a abril, la temperatura sube de modo paulatino, aunque en este último mes pueden producirse marcados descensos debidos a invasiones de aire polar, con riesgo de heladas nocturnas muy dañinas para la agricultura.

En mayo se empieza a observar un ascenso importante, próximo a los 4°, provocado por el ya intenso calor solar que marca el paso hacia una corta primavera, rápidamente interrumpida por los fuertes calores del verano.

El verano cálido y continuado

Si exceptuamos la cuenca del Guadalquivir, el centro del Valle del Ebro es, con mucho, la región más cálida de la Península; además, el verano en Aragón es sostenido y de calor sofocante durante días. Sólo el efecto refrescante de la periferia montañosa, los paréntesis de la actividad tormentosa o la presencia del cierzo logran mitigar el fuerte calor del interior de la cubeta.

Julio es el mes más caluroso del año, aunque la diferencia con respecto a agosto nunca es superior a un grado. En los observatorios del fondo de la Depresión, las medias se mantienen en torno a los 24° (Alagón, 24,6°; Zaragoza, 24,3°) y superan los 25° en el sector oriental, donde se localiza el máximo térmico de la región (Bujaraloz, 25,4°; Caspe, 26,5°). Al norte y al sur del Ebro, vuelve a marcarse gradualmente la transición entre el intenso calor del llano y las más bajas temperaturas de los bordes montañosos: Huesca, 23,3°; Uncastillo, 22,8°; Jaca, 20,6°. Las temperaturas medias de las máximas alcanzan con frecuencia los 35° en la tierra llana central. Excepcionalmente, las máximas absolutas han llegado a superar los 40°; en concreto, Zara-

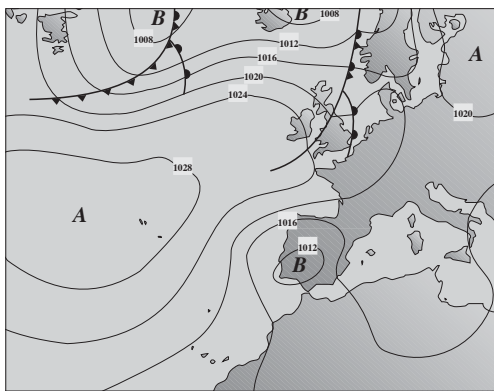


Temperatura media de julio en °C

goza llegó a alcanzar los 44,6° en julio de 1876 y, más recientemente, en julio de 1978, 42,6°. Pero esta situación no sólo se produce en el eje del Ebro: en Huesca se han llegado a registrar 42,6° y en Teruel, a pesar de su altitud, el termómetro ha alcanzado los 42°.

Semejante tipo de verano se explica, en gran parte, por la disposición de cubeta cerrada del territorio y por la continua presencia del anticiclón de las Azores, factores que aseguran el estancamiento del aire cálido y las altas temperaturas. Pero, lógicamente, su duración guarda también relación con la altitud: en la línea del Ebro, desde mitad de mayo hasta finales de septiembre la temperatura media es superior a 17° y, en julio y agosto, el calor llega a valores medios superiores a 20°. Al ascender, el ambiente se suaviza y el verano se acorta en más de un mes: en Huesca, el termómetro se mantiene durante cuatro meses con temperaturas medias por encima de los 17°, y durante otros tantos en Valderrobres, por citar casos concretos. Pero no es sorprendente encontrar todavía hacia los 900 m de altitud valores elevados, como los 21,3° de julio en Santa Eulalia del Campo (a 983 m), o los 20,5° de Biescas (a 855 m). Es preciso remontarse a más de 1.000 m para encontrar veranos templados; y sólo a partir de los 1.400 m el estío se reduce sensiblemente, ciñéndose a unas pocas semanas.

Ya en septiembre, las temperaturas se suavizan y, después de una fugaz estación otoñal, el termómetro descien-



Situación atmosférica característica de bochorno, con presencia de una baja térmica sobre la Península. Día 15 de julio de 1994

de en octubre de modo tan brusco como había ascendido en primavera. Noviembre nos introduce de nuevo en el largo invierno, que progresa desde la montaña al llano, como reza el refrán: «Por los Santos, nieve en los altos, y por San Andrés, nieve en los pies».

Periodos térmicos excepcionales

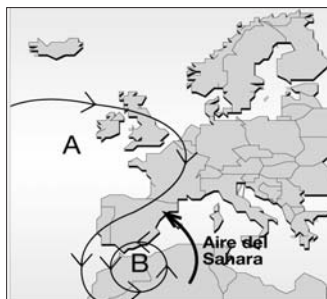
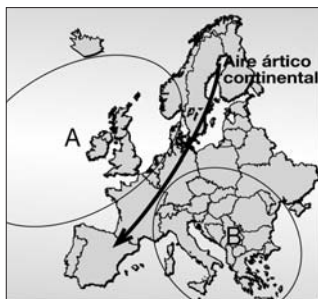
No solamente soporta la región los extremos del frío o del calor, sino que, en determinadas ocasiones y con alguna frecuencia, existe la posibilidad de que durante varios días masas de aire cálidas procedentes del Sur, o perturba-

ciones frías llegadas de zonas polares, acentúen aún más la intensidad de los mismos. Estas oleadas, de repercusión bien conocida en todo el Valle del Ebro, presentan, en sus principales manifestaciones, las características que se desarrollan a continuación.

Olas de calor

Durante el verano, principalmente en julio y agosto, es común que las temperaturas diarias iguallen o superen los 30°; pero, además, en situaciones atmosféricas de tipo anticiclónico o con régimen de vientos del Sur —a veces, de origen sahariano—, el aire cálido se estanca en el fondo de la cubeta durante varios días. La ausencia de movimientos horizontales en los niveles bajos de la atmósfera hace que las temperaturas se eleven, de modo progresivo, hasta adquirir caracteres abrasadores (de 38 a 42° en las máximas y de 20 a 22° en las mínimas), con grave repercusión para la salud de las personas y para la agricultura, por la fuerte evaporación y el consiguiente refuerzo de la sequía en época estival.

Así sucedió en la más reciente ola de calor padecida en Zaragoza, en julio de 1995, con máximas de 43° y mínimas de 25-26°, que provocaron la muerte indirecta de varias personas, al verse agravadas sus enfermedades por la persistencia de las altas temperaturas, tanto diurnas como nocturnas.



*Situaciones atmosféricas que propician olas de frío (izquierda)
y olas de calor (derecha)*

Olas de frío

Acompañando a las bajas temperaturas del invierno, algunos años se presentan, entre diciembre y febrero, oleadas de aire frío procedentes de las regiones árticas y polares que hacen descender la temperatura muy por debajo de los 0° . Estas invasiones, de honda trascendencia para la vida y las actividades económicas, están asociadas a los grandes anticiclones fríos y secos del norte de Europa, así como a la presencia de bajas presiones en el Mediterráneo occidental: ello provoca que penetren en la Península masas de aire heladas, de naturaleza y propiedades distintas según la posición relativa de los anticiclones. En ocasiones, van acompañadas de nevadas que dejan una capa de hielo permanente en el suelo durante varios días. Al mismo tiempo, el efecto de canalización de los vientos en el Valle

del Ebro da lugar a fuertes ráfagas de cierzo que aumentan la intensa sensación de frío.

La ola de frío más reciente tuvo lugar en los primeros días de enero de 1999 y se debió a la irrupción de gélidas masas de aire de origen siberiano que, a lo largo de una semana, provocaron nevadas y bajísimas temperaturas, del orden de $-14,5^{\circ}$ en Calamocha y -9° en Teruel. Más severa que la anterior fue la de enero de 1985, pero la más grave que se conoce en este siglo es la de febrero de 1956, sorprendente por su crudeza y persistencia, y por los daños que causó en cultivos y comunicaciones. Las temperaturas descendieron ese mes hasta límites extraordinarios, como prueban los $-24,3^{\circ}$ alcanzados en Candanchú, los -13° de Teruel y Huesca, los -17° de Calamocha o los -8° de Zaragoza.

Por fortuna, las acometidas del aire frío no suelen ser tan directas como en los casos comentados, aunque no por ello dejan de ser temibles.

Heladas

El número de heladas que se consideran en cada mes, y en especial sus fechas extremas, tienen tanta importancia como los cálculos de temperatura, sobre todo para comprender luego las posibilidades agrícolas.

Por término medio, hay menos de cuarenta días de helada en el centro de la cubeta, cifra que aumenta progresiva-



La ola de frío de febrero de 1956 fue la de mayor crudeza de las registradas en este siglo. Arriba: fuente del Parque Primo de Rivera cubierta por el agua congelada. Abajo: bloques de hielo en el río Gállego, junto a Zaragoza (Fotos: Archivo José Borobio)

mente hacia el Pirineo y la Ibérica, donde las heladas aparecen en más de la mitad de los días del año. Nota destacada de la montaña es que en ella pueden alcanzarse los 0° en pleno verano; no obstante, la máxima frecuencia de días con heladas tiene lugar entre principios de octubre y comienzos de mayo, con promedios de diez o más días por mes. El descenso altitudinal atenúa estos valores, de manera que desde mayo a septiembre u octubre no se registra ninguna helada en el fondo de la Depresión, y tan sólo en los tres meses invernales adquieren verdadera importancia, alcanzando la media mensual de diez días.

PROMEDIO MENSUAL DE DÍAS DE HELADA (LOS PUNTOS INDICAN FRACCIÓN DE DÍA). PERIODO 1961-1990 (Fuente: I.N.M.)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Sabiñánigo	27	23	18	9	2	...	0	0	...	6	18	25	128
Huesca	12	7	4	1	0	0	0	0	0	...	4	11	39
Zaragoza	9	6	2	...	0	0	0	0	0	0	3	8	28
Calatayud	15	12	6	1	0	0	0	0	0	...	7	12	54
Teruel	21	16	13	7	1	0	0	0	...	3	11	17	89
Calamocha	23	22	19	11	3	...	0	0	...	4	15	21	119

Este mismo escalonamiento altitudinal se observa en las fechas de primeras y últimas heladas: en la tierra llana central, el periodo medio libre de heladas es de 229 días, desde el 30 de marzo, en que se presenta la última helada, hasta el 15 de noviembre, cuando se registra la primera. Estas favorables condiciones remiten con la altitud, que-

dando limitado el periodo sin heladas a menos de 150 días por encima de los 800 m y a unas pocas semanas en las áreas montañosas.

Estos datos promedio, sin embargo, no deben ocultar la presencia de heladas tempranas o tardías, de especial trascendencia para el campo, ya que, al sorprender a las plantas en pleno periodo vegetativo, pueden provocar daños de mucha cuantía.

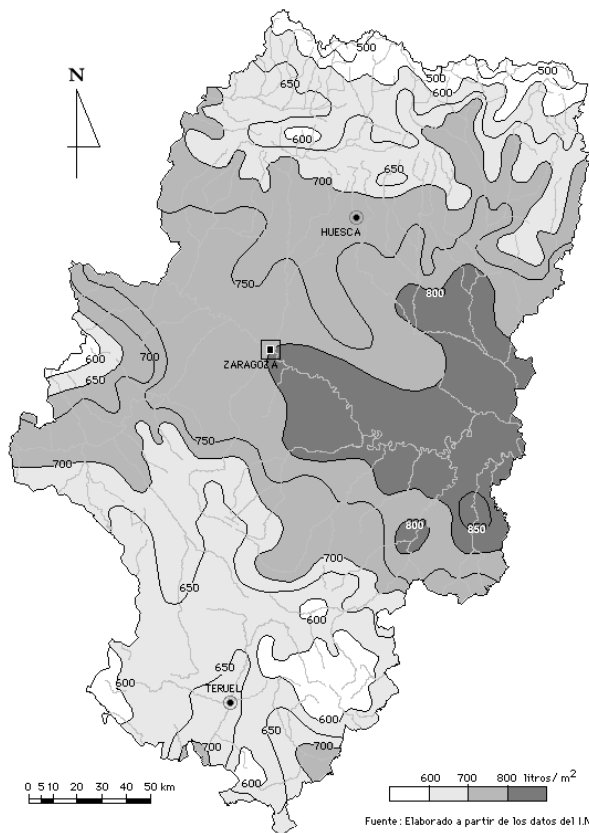
EVAPOTRANSPIRACIÓN Y BALANCE DE HUMEDAD

La escasez e irregularidad de las precipitaciones parecen justificar con creces la aplicación del calificativo de “clima seco” para buena parte del territorio aragonés, o incluso el de “muy seco” en algunos sectores. Sin embargo, es preciso considerar no sólo los aportes de agua que se producen, sino también las pérdidas de humedad hacia la atmósfera, cuyo mecanismo básico es la evaporación del suelo y la transpiración de los vegetales: este fenómeno se conoce como “evapotranspiración” y está relacionado claramente con la temperatura.

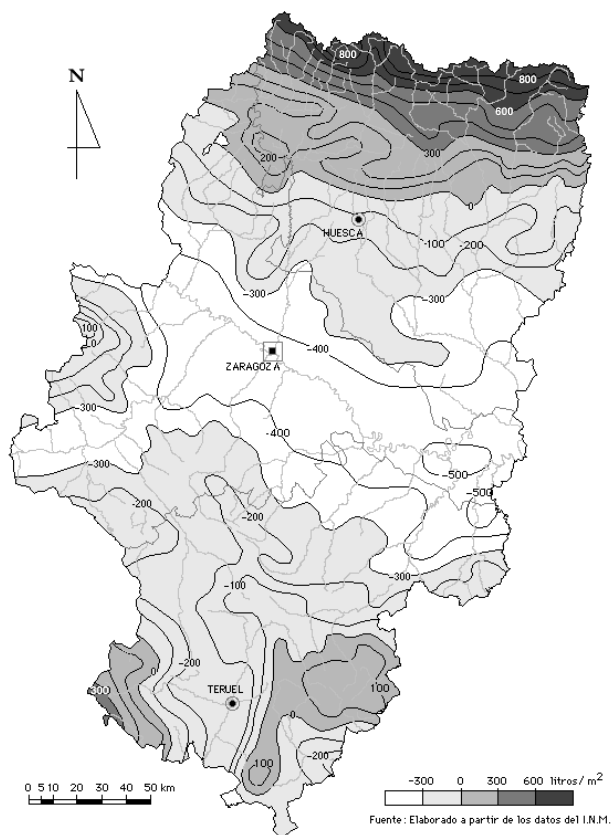
Las pérdidas reales por evaporación son difíciles de calcular, pero los datos disponibles sirven para poner en evidencia el déficit de agua y los fuertes contrastes existentes entre el llano y la montaña. El Alto Aragón es excedentario en agua porque la evaporación difícilmente supera los 900 mm al año, mientras que la Depresión del Ebro

alcanza los 2.100 mm, lo que equivale a una cantidad seis veces superior a los aportes pluviométricos. En efecto, en el caso de Zaragoza, por ejemplo, la evaporación media anual es de 2.100 mm; mientras que, en el mismo periodo, la precipitación es sólo de 314 mm.

Al existir escasa información evaporímetra, con frecuencia se recurre a procedimientos indirectos para su evaluación, como los formulados por autores como Thornthwaite, Walter y Leith, Turc, etc. Siguiendo uno de los métodos empíricos más usados, el de Thornthwaite, en Aragón quedan perfectamente delimitadas las áreas de montaña, los somontanos y la tierra llana. Las altas tierras pirenaicas son prácticamente las únicas donde no existe falta de agua en todo el año, porque a la moderación térmica se suma la abundancia de lluvias. En el piedemonte se aprecia un cierto déficit hídrico en verano, pues con las altas temperaturas llega a consumirse, en teoría, el agua del suelo; pero con las lluvias de otoño éste se llega a saturar y desde diciembre hasta mediados de mayo hay exceso. Ya en el somontano, el déficit se acusa mucho más y, conforme descendemos a la llanura del Ebro, las altas temperaturas y las escasas lluvias no permiten que los suelos se saturen, reteniendo tan sólo algo de agua desde finales de otoño a principios de primavera. De nuevo, al remontarnos al somontano ibérico disminuye el déficit de agua estival y las precipitaciones posibilitan la acumulación de agua en el suelo, si bien no se llega a la saturación; ésta sólo se alcan-



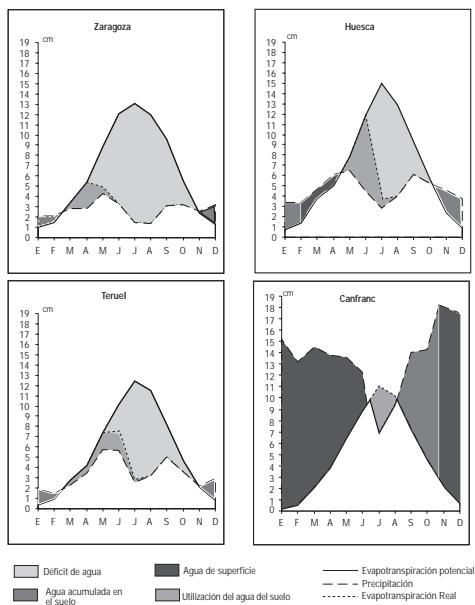
Evapotranspiración potencial anual



Diferencias anuales entre precipitación y evapotranspiración potencial

za en las altas sierras de Moncayo, Albarracín, Gúdar y Javalambre.

En resumen, puede afirmarse que el exceso de agua en Aragón septentrional, al menos en alguna época del año, se presenta a partir de los 500-550 m de altitud; en el Pre-



Balance hídrico de las capitales provinciales y de Canfranc

pirineo y en las sierras exteriores, el exceso hídrico se da en primavera, otoño e invierno y, en el somontano, tan sólo en primavera y otoño. Al sur del Ebro, en cambio, las tierras situadas por debajo de los 1.000-1.100 m no tienen exceso de agua en ninguna estación del año, salvo en las inmediaciones del Moncayo.

LOS VIENTOS

Los vientos de superficie son una variable meteorológica de notable significación en amplios sectores de Aragón, tanto por la frecuencia con la que soplan como por los caracteres particulares que imprimen al clima.

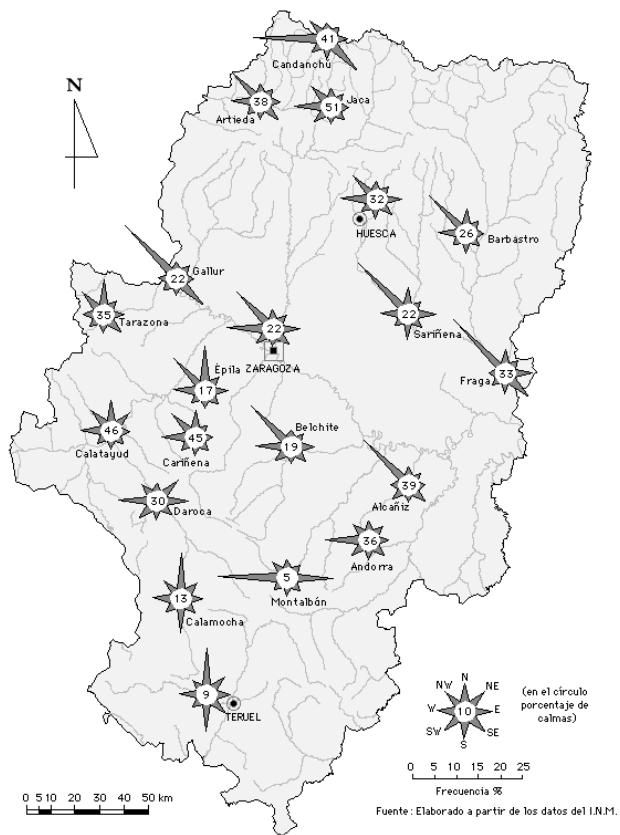
Sus mecanismos son, especialmente, un efecto topográfico. Los diferentes flujos de aire de cualquier procedencia se canalizan en el corredor abierto entre el Pirineo y la Ibérica, adquiriendo dos claras componentes: Oeste-Noroeste (ONO), al que se denomina cierzo, y Este-Sureste (ESE), llamado bochorno. Por esta razón, las rosas de los vientos de las tierras centrales aragonesas se deforman y alargan en sentido NO-SE, que es precisamente el de la dirección del río Ebro, mientras que el resto de las direcciones corresponden a situaciones de transición, de mucha menor frecuencia e intensidad.

Ignacio Jordán de Asso, en el siglo XVIII, hacía una magnífica descripción de los vientos:

«El nordeste se llama en Zaragoza aire de Guara; por fortuna que no se experimenta con frecuencia, siendo a la verdad un viento helador en extremo y muy perjudicial a las plantas. El poniente, llamado en Aragón aire Castellano, o Fagüeño (voz corrompida de la latina *Favonius*) es más apacible, propicio para la vegetación; y cuando reina en los meses de invierno se disfruta una estación muy suave y benigna. Este viento suele a veces ocasionar lluvias benéficas, interrumpidas, y de corta duración, cuanta se requiere para conservar el verdor y frescura de las plantas sin estragar con la violencia de las corrientes la substancia de la tierra. El viento meridional y el de suroeste soplan raras veces en este país y duran poquísimos tiempos. Son muy dañosos a la salud, pues tengo presente, que habiéndose experimentado alguna vez bien adelante en el mes de noviembre, promovían una transpiración excesiva, ofendían al sistema nervioso, y causaban una flojedad, y decaimiento general».

Un viento íntimamente vinculado a la región: el cierzo

Conocido con nombres diferentes —“cierzo” en muchos lugares, “puerto” en diversas localidades fronterizas con Francia y “tramontana” en algunas tierras del somontano, o también otras denominaciones más variopintas, como “regañón”, “meapuestas” y “morisco”—, este viento es, sin duda, uno de los elementos más genuinos del clima aragonés, que ha quedado recogido muchas veces en las coplas, como en esta jota de Cándido Loscertales:



Rosas de los vientos

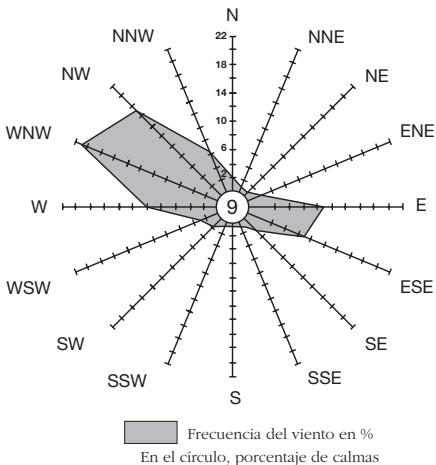
«Al pasar el puente Piedra
sujeta bien el sombrero
si no quieres que se vaya
a dar un bañico al Ebro.»

Sobre él existen muchas referencias históricas que demuestran su persistencia. Entre ellas, las de Catón *el Censor*, quien en el siglo II a.C. hablaba de las violentas ráfagas de cierzo que soplaban en la Hispania Citerior, «[...] que cuando hablas, te llena la boca, derriba un hombre armado y carretas cargadas». Eugenio D’Ors, por su parte, dio a Zaragoza el título de “novia del viento” por la machacona insistencia de éste.

Muchas particularidades de la vida de la región están relacionadas con este viento frío, que provoca fuertes descensos de temperatura. El agricultor, por ejemplo, ha tenido que defenderse protegiendo los cultivos más débiles con barreras rompevientos, construidas con cañizos o plantaciones arbóreas; y no es extraño el derribo de tejas, tapias, techumbres o árboles. La propia constancia del viento deforma e inclina el arbolado, de manera que no es preciso ser un experto para encontrar en el campo evidencias del viento dominante. Sin embargo, los mayores perjuicios que acarrea el cierzo son la evaporación que provoca en las aguas libres y en las tierras de labor, así como la intensa acción erosiva que ejerce sobre los suelos desnudos, originando su progresiva desertización.

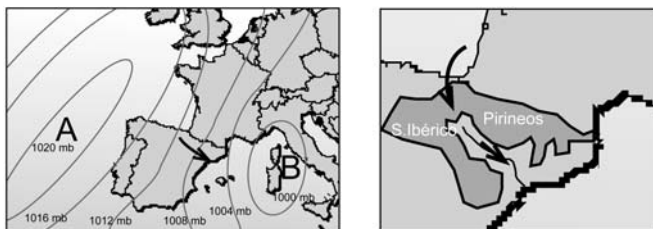
Pero este viento también tiene sus aspectos beneficiosos. El cierzo es, para la ciudad de Zaragoza sobre todo, un excelente purificador de la atmósfera: gracias a él, es muy reducido el grado de contaminación ambiental. Y también es destacable el aprovechamiento de su energía cinética para la generación de electricidad, dado que sus posibilidades están, según el *Atlas eólico de Aragón*, entre las mayores de España, con potenciales que oscilan entre 75 y 200 W/m², lo que supone una producción de energía eólica de entre 657 y 1.752 kWh/m².

ROSA DE LOS VIENTOS DE ZARAGOZA



El cierzo tiene los mismos orígenes, básicamente, que el “mistral” francés y la “tramontana” de los valles del Pirineo catalán: la existencia de un anticiclón en el Cantábrico y en el golfo de Vizcaya y de una borrasca centrada en el Mediterráneo occidental. Con esta situación atmosférica, se establece un flujo de aire desde las altas a las bajas presiones, acelerado e intensificado en sus rachas por el “efecto de embudo” que sufre al encajonarse en el Valle del Ebro.

Pueden presentarse estas condiciones en cualquier época del año, pero su frecuencia es mayor en invierno y principios de primavera, cuando las ráfagas de viento alcanzan, también, sus mayores intensidades. En la zona central de la depresión del Ebro, donde más activo es el cierzo, no son extrañas velocidades de 100 km/h; la máxima observada hasta ahora, con la serie de datos disponible, es de 160 km/h, registrada en julio de 1954.



Situación atmosférica característica del cierzo y canalización del aire en la Depresión del Ebro

EL CIERZO

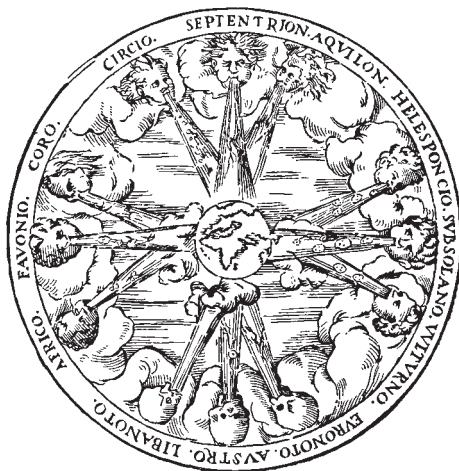
«Catón el Censor, que estuvo en España en el siglo II antes de la era, se marchó de esta tierra tan horrorizado del cierzo, que consignó la noticia en un libro suyo, y Aulio Gelio nos hizo el favor de conservarla en otro.

Hablando de los españoles que habitan en este lado del Ebro (España citerior), escribe Catón: “En estas regiones hay buenas minas de hierro y plata, un gran monte de sal pura que aumenta cuanto se le quita. El viento *cercio*, cuando hablas, te llena la boca, derriba un hombre armado y carretas cargadas”. En la Antigüedad parece que también el mistral de Provenza llamábase *cierzo* y según testimonios de otros clásicos, Plinio, Estrabón, Diodoro, Suetonio, su violencia era tal, que arrancaba y derribaba paredes. Que no hay exageración en estas noticias lo sabemos bien los contemporáneos, que hemos visto volar tejas y persianas y hemos oído decir que vagones de ferrocarril han sido volcados.»

GIMÉNEZ SOLER, Andrés: *El problema de la variación del clima en la cuenca del Ebro*, Memorias de la Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Zaragoza, 1922.

Vientos del Sudeste: el bochorno

En sentido opuesto al *cierzo*, sopla el grupo de vientos conocidos en la región con el nombre de bochornos, que resultan de una disposición de los mecanismos de la circu-



Los nombres antiguos de los vientos

lación atmosférica inversa a la indicada para los vientos del Oeste-Noroeste. Se presenta el bochorno en situación de débil gradiente barométrico entre el Cantábrico y el Mediterráneo, con presión ligeramente superior en este último, o cuando la configuración isobárica es favorable para el arrastre del aire del Mediterráneo aguas arriba del Ebro. Son vientos de pequeña velocidad y de una constancia mucho menor que el cierzo; su mayor persistencia se asocia con los temporales de primavera y otoño, que determinan temporal de lluvia en el interior de la región.

El bochorno es un viento templado y húmedo en primavera e invierno pero muy seco en verano, pues su región manantial es el desierto del Sáhara; esto motiva fuertes descensos de la humedad atmosférica y la creación de un ambiente reseco de difícil respiración, coincidiendo con las altas temperaturas de la época estival.

RADIACIÓN SOLAR, INSOLACIÓN Y NUBOSIDAD

Radiación solar

Por la latitud a la que se encuentra, Aragón está expuesto a la radiación solar durante 4.470 horas aproximadamente cada año, lo que equivale a un promedio diario de 28,4 MJ/m² (megajulios por metro cuadrado). Pero, lógicamente, la iluminación potencial o teórica que recibe una superficie es muy variable porque depende de la orientación, inclinación, latitud y condiciones atmosféricas de ésta.

VALORES MEDIOS DIARIOS DE RADIACIÓN SOLAR GLOBAL
SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL, EN MEGAJULIOS/M²/DÍA

OBSERVATORIO	JULIO	DICIEMBRE	AÑO
Zaragoza	22,48	5,6	14,06
Huesca	23,42	5,66	15,20
Teruel	23,92	7,70	15,83

(Fuente: *Atlas de Radiación Solar*, D.G.A.)

Del *Atlas de radiación solar* publicado por la Diputación General de Aragón se deduce que, en la Comunidad, los valores medios diarios de radiación solar sobre superficie horizontal quedan comprendidos entre 13,5 y 16,5 MJ/m². Los más bajos corresponden al área pirenaica, a causa de su situación en el extremo septentrional de la región y la abundante nubosidad, y los más altos, al sur de Teruel, debido a su menor latitud. A lo largo del año se producen variaciones notables, según la duración del día y la altura del sol sobre el horizonte. Por esta razón, los máximos se alcanzan en junio y julio, con cifras que varían entre 21 y 25 MJ/m², y los mínimos en diciembre y enero, en que se reciben entre 4,5 y 8,5 MJ/m².

En resumen, las posibilidades de aprovechamiento de la radiación solar en Aragón son notables, en general, y aumentan hacia el Sur, aunque con diferencias marcadas.

Insolación

No existen suficientes datos para conocer con exactitud el número de horas en que luce el sol en Aragón, pero con la información disponible se puede ofrecer, de manera esquemática, la distribución espacial y el ritmo estacional de la insolación real.

En su conjunto, y dado el elevado número de horas de sol que recibe al año, el espacio aragonés es, en este senti-

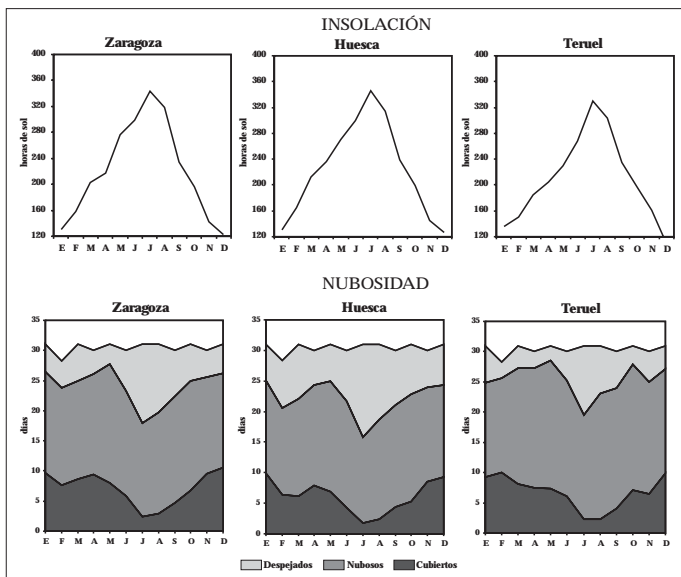
do, bastante privilegiado. Buena parte del territorio contabiliza más de 2.500 horas anuales (por ejemplo, 2.511 horas en Teruel o 2.561 en Cariñena), con un amplio sector de más de 2.600 en el centro de la cuenca (Zaragoza suma 2.641 horas) o que supera las 2.650 en algunos sectores orientales (como ocurre en Fraga o Monzón, con 2.725 horas de sol al año). Estos máximos no sólo están en relación con su latitud, sino, principalmente, con los débiles valores de humedad relativa y con el escaso número de días en que el cielo aparece cubierto de nubes. Por el contrario, hacia los bordes montañosos, dados el aumento de la nubosidad y los obstáculos orográficos, la insolación real disminuye hasta valores inferiores a las 2.200 horas, en particular en el área pirenaica.

NÚMERO MEDIO DE HORAS DE SOL. PERIODO 1961-1990

OBSERVATORIO	JULIO	DICIEMBRE	AÑO
Zaragoza	344	122	2.641
Huesca	346	126	2.683
Teruel	330	111	2.511

(Fuente: I.N.M.)

Como es lógico, el régimen anual muestra siempre un máximo en los meses estivales y un mínimo en invierno. Julio es, invariablemente, el mes más despejado y luminoso, con un total de alrededor de 300 horas de sol. El mínimo se produce siempre en diciembre, mes en que la inso-



Insolación y nubosidad en las capitales provinciales

lación se reduce a una tercera parte. El ritmo de transición entre ambos periodos extremos no es totalmente uniforme, siendo destacables el contraste que se produce entre el ascenso progresivo de la insolación desde diciembre a julio y el rápido descenso entre julio y diciembre, más brusco en el centro de la Depresión del Ebro y más escalonado en la montaña.

Nubosidad

Puesto que hasta cierto punto guarda relación inversa con la insolación, el mapa del reparto de la nubosidad en Aragón es opuesto al anterior. En líneas generales, la nubosidad disminuye desde los bordes montañosos hacia el eje del Ebro, con las naturales matizaciones que sobre esta tendencia introducen los accidentes topográficos. Por otra parte, y partiendo de la clasificación internacionalmente aceptada entre días despejados, nubosos y cubiertos, en la Comunidad es superior el número de días nublados al de despejados; además, conforme ascendemos hacia las áreas de montaña, y sobre todo en el Pirineo, la nubosidad es cada vez mayor y los días cubiertos duplican ampliamente el total de días despejados.

NÚMERO MEDIO DE DÍAS CUBIERTOS (CUB), NUBOSOS (NUB)
Y DESPEJADOS (DESP). PERIODO 1961-1990

	JULIO			DICIEMBRE			AÑO		
	CUB	NUB	DESP	CUB	NUB	DESP	CUB	NUB	DESP
Zaragoza	2,4	15,5	13,1	10,6	15,6	4,8	86	203	76
Huesca	1,7	14,1	15,2	9,3	15	6,7	73	192	100
Teruel	2,3	17,2	11,5	9,9	17,3	3,8	80	225	60

(Fuente: I.N.M.)

El ritmo anual del estado del cielo, al igual que los restantes elementos del clima, experimenta cambios bruscos a causa de las características de la circulación regional: a una

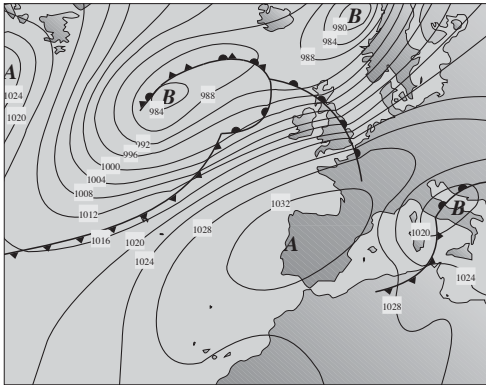
serie de días ininterrumpida de días serenos o algo nubosos puede suceder otra, no menos prolongada, de días muy nubosos o cubiertos. Tan sólo el verano ofrece un régimen más uniforme, a la vez que constituye la única estación que presenta una tendencia clara a registrar valores de nubosidad bajos —sobre todo, en julio y agosto—, que destacan por la elevada frecuencia de días despejados.

El invierno suma el mayor número de días cubiertos, casi siempre superior al 40%, lo que en parte se debe a la frecuencia de las nieblas. El segundo máximo corresponde a la primavera —sobre todo, en los meses de abril y mayo—, mientras que el otoño tiende a ser más despejado, exceptuando la abundante presencia de nubes durante el mes de noviembre.

Las nieblas

Por su frecuencia e intensidad, las nieblas constituyen un aspecto muy relevante del clima de amplios espacios de Aragón; a su vez, al ser un fenómeno que se origina al nivel del suelo, supone siempre la reducción de la visibilidad, el aumento de las condiciones favorables a la contaminación y, con ello, la creación de un ambiente nocivo para la salud.

Según su origen, se diferencian varios tipos de nieblas, pero las más frecuentes son las de irradiación, es decir, las que se forman por el enfriamiento de la masa de aire en



*Situación atmosférica característica de intensas nieblas en el Valle del Ebro.
Día 10 de diciembre de 1994*

contacto con el suelo frío y el consiguiente proceso de condensación del vapor de agua que aquélla contiene. Van asociadas a las situaciones anticiclónicas frías de invierno (con tiempo muy estable, cielo despejado e inversión térmica), durante las cuales el aire se acumula y estanca en el fondo de hondonadas y valles, dando lugar a extensos bancos de pequeñas gotas de agua en suspensión. Normalmente son nieblas nocturnas, que se disipan o “levantan” con el caldeamiento solar de la mañana, aunque en ocasiones pueden permanecer durante varios días seguidos.

Son frecuentes en el Pirineo y Sistema Ibérico, donde las depresiones y valles quedan anegados en verdaderos

*Quando la niebla va
acompañada de temperaturas
inferiores a 0°, se deposita
sobre los vegetales y objetos al
aire libre la “cencellada”,
unas acumulaciones de hielo
parecidas a la escarcha*
(Foto: J. M. Cuadrat)



mares de niebla, de los que únicamente emergen las tierras más altas. Pero, sobre todo, son muy conocidas por su extensión y persistencia las que se originan en el centro de la Depresión del Ebro, desde La Rioja hasta tierras catalanas: en esta zona, las nieblas se ven favorecidas por la topografía en forma de cubeta y por la elevada humedad atmosférica que proporciona la evaporación de las aguas del Ebro, sus afluentes y los canales de riego. Cuando son

muy espesas, llegan a reducir la visibilidad a pocos metros y dan lugar a un ambiente gris, frío y desapacible, que contrasta con el tiempo soleado de que se disfruta en los relieves próximos. Ejemplos no faltan (Depresión de Calatayud, Hoya de Huesca, etc.), pero, sin duda, uno de los más característicos es el de Zaragoza: mientras que la ciudad puede quedar completamente oculta por la niebla, en las muelas o planas que la rodean luce el sol, reina un ambiente grato y la visibilidad es alta.

NÚMERO MEDIO DE DÍAS DE NIEBLA. PERIODO 1961-1990

OBSERVATORIO	JULIO	DICIEMBRE	AÑO
Zaragoza	0,0	9,3	35
Huesca	0,2	9,6	36
Teruel	0,7	3,6	30

(Fuente: I.N.M.)

Se considera día de niebla aquél en el que se ha observado este fenómeno, aunque no haya permanecido durante todo el día. Según este criterio, podemos decir que anualmente los promedios son muy variables, con cifras de 35 días en Zaragoza, 36 en Huesca y 30 en Teruel. Por lo general, los días de niebla comienzan a aparecer en octubre, para alcanzar su mayor persistencia en los meses de noviembre, diciembre y enero, mientras que su frecuencia disminuye hacia primavera hasta hacerse muy raras durante el verano.

EL MOSAICO DE CLIMAS



Ya se ha dicho que el conjunto de la Comunidad aragonesa se incluye dentro del denominado clima mediterráneo continentalizado. Pero, como se ha podido comprobar en las páginas anteriores, bajo este patrón común los matices y variaciones climáticas son tan numerosos y acentuados que sólo es posible hablar en plural, constatando la existencia, más que de “un” clima, de un rico mosaico de climas que abarca desde las cumbres frías y húmedas de la alta montaña hasta las cálidas y secas tierras de la llanura del Ebro.

Estas circunstancias dificultan el establecimiento de una clasificación climática y, sobre todo, la delimitación sobre el mapa de sus diferentes tipos. En un intento de dar una imagen sencilla, pero completa, de la realidad climática del territorio aragonés, en la clasificación que sigue se indican las zonas climáticas principales, aceptando la complejidad existente en cada una de ellas y la imprecisión de sus límites, al solaparse las influencias mutuas entre unas y otras.

CLIMA DEL SECTOR CENTRAL DE LA DEPRESIÓN DEL EBRO

El clima del centro de la Depresión del Ebro responde perfectamente al de una cuenca mediterránea con marcado

carácter de continentalidad. Las dos cordilleras montañosas que la cierran por el Norte y por el Sur contribuyen a extremar los contrastes térmicos entre el verano y el invierno, así como a obstaculizar la entrada de borrascas portadoras de lluvia, lo que motiva su tendencia a la aridez. Su disposición topográfica refuerza, asimismo, la continentalidad del viento dominante, el cierzo, muy frío en invierno, fresco en verano y siempre desecante, como ya se ha indicado anteriormente.

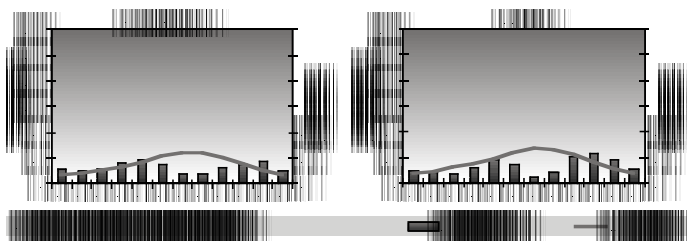


Diagrama termopluriométrico de Zaragoza y Caspe

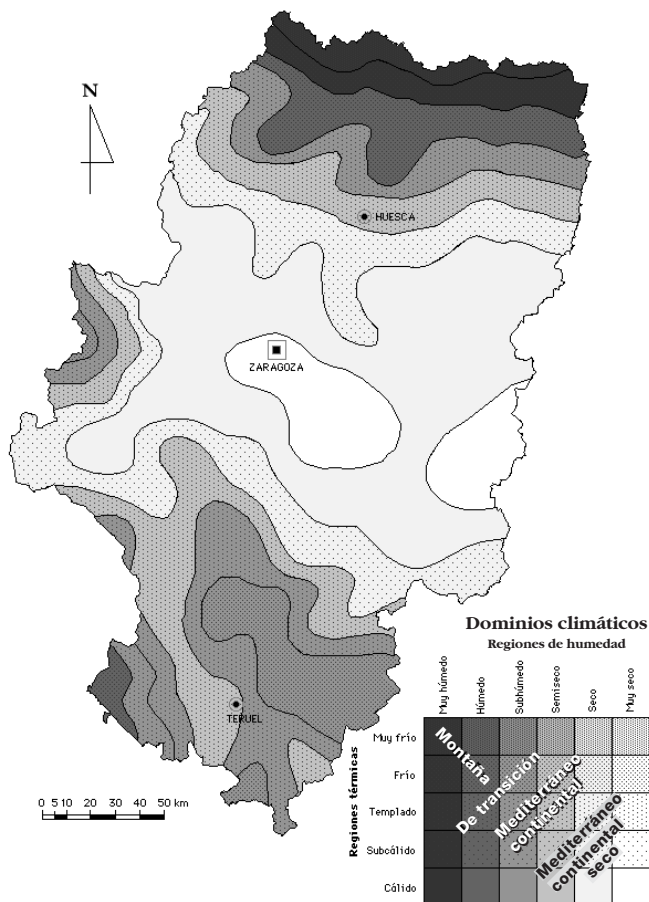
La aridez es el elemento que caracteriza y unifica el espacio central aragonés. Las lluvias son siempre escasas, inferiores a 400 mm, pero sobre todo irregulares, con dos máximos en primavera y otoño y dos mínimos muy acusados en verano e invierno. Es, además, frecuente que la ausencia de precipitaciones se prolongue durante varias semanas consecutivas. Se produce, asimismo, una fuerte irregularidad interanual, de forma que la cantidad de lluvia recogida puede multiplicarse por cuatro de un año a otro.

El carácter continental se refleja en la fuerte variación de las temperaturas a lo largo del año. En verano, la disposición del territorio en cubeta cerrada favorece el progresivo calentamiento de las masas de aire y la elevación de las temperaturas, que en julio y agosto llegan hasta los 24 y 25° de media, mientras que las máximas superan fácilmente los 35°. En invierno, la situación se invierte: el dominio de las situaciones anticiclónicas provoca un largo periodo de frío intenso, con valores medios en enero inferiores a 5°, así como las frecuentes heladas e inversiones térmicas por estancamiento del aire frío invernal, acompañadas muchas veces por nieblas de irradiación que sumergen al valle en un desagradable e incómodo ambiente.

En el conjunto de esta gran unidad climática, se puede observar claramente la gradación existente desde un clima menos árido en la ribera de Gallur a un clima mucho más seco en los Monegros y Bajo Aragón. La sequedad se prolonga hacia el Norte por la cuenca del Cinca hasta Fraga, situada en contacto con las también secas tierras de los llanos del Segre, en Cataluña.

CLIMA DE TRANSICIÓN DE LOS SOMONTANOS

Encuadrados dentro de un clima mediterráneo continental, del mismo orden que el del centro de la Depresión, los somontanos pirenaico e ibérico están condicionados por la

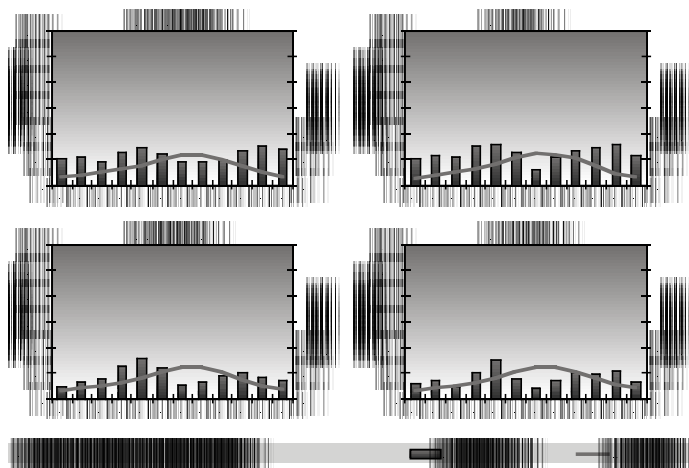


Fuente:Elaboración propia.

altitud, que les proporciona mayor humedad y les aleja gradualmente del agobiante calor estival, de las inversiones térmicas y de las fuertes ráfagas de cierzo; sin embargo, y pese a la menor aridez, mantienen la irregularidad pluviométrica y una elevada amplitud térmica.

Las precipitaciones oscilan entre 400 y 700 mm, y son tanto más abundantes cuanto más elevación tenga el somontano. Siguen el régimen propio de las regiones mediterráneas, de lluvias equinocciales —algo más abundantes en primavera— y mínimo solsticial, particularmente acentuado en verano. Las temperaturas también se apartan, poco a poco, del carácter extremo propio del eje del Ebro; pero, con todo, los fuertes calores de julio y agosto todavía alcanzan a las tierras de montaña hasta altitudes próximas a los 800 m, y el ambiente frío de invierno sufre el lógico descenso altitudinal que le lleva a registrar valores medios de 3 y 4° en enero.

De igual modo que en la parte central de la Depresión, entre un extremo y otro de los somontanos existen matices diferenciadores. En primer lugar, las precipitaciones anuales disminuyen desde poniente, zona más favorecida por las perturbaciones atlánticas, hacia levante, donde aquéllas llegan con más dificultad. Hay excepciones concretas a esta situación, como son las cuencas de los ríos Bergantes y Matarraña, en las que la pluviometría aumenta por su mejor exposición a las perturbaciones de origen mediterrá-



Diagramas termopluiométricos de Uncastillo, Huesca, Cariñena y Andorra

neo. En segundo lugar, existe un desplazamiento térmico positivo de Oeste a Este, de modo que en las tierras orientales los inviernos son algo más suaves y los veranos, gradualmente, más calurosos.

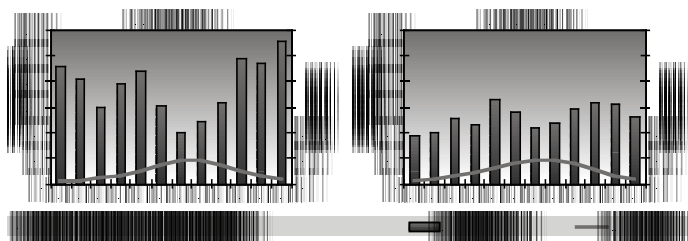
Asimismo, existen disparidades entre el somontano pirenaico y el ibérico. El primero es una extensa solana al abrigo del Pirineo, con valores termométricos más elevados e incluso mayor precipitación; el segundo, de menor continuidad morfológica y menos favorecido por los frentes de lluvia, es más frío y seco.

CLIMA DE MONTAÑA DE LOS PIRINEOS Y CORDILLERA IBÉRICA

Aproximadamente a partir de los 800 m de altura, se dan las condiciones adecuadas para el clima de montaña, muy bien representado en el Pirineo y Sistema Ibérico, que se individualizan perfectamente del resto del territorio aragonés. En todo este dominio es destacable la intensidad del frío y las abundantes precipitaciones, parte de las cuales cae en forma de nieve, aunque es evidente que el propio relieve y la diversidad de exposiciones crean un extenso abanico de climas locales. Sin embargo, las diferencias climáticas más acusadas se dan entre el Pirineo y la cordillera Ibérica.

El Pirineo

Por su altitud y exposición a los vientos húmedos, es el área más lluviosa, de mayor innivación y más fría de Aragón. Las precipitaciones son elevadas y se reparten de modo uniforme a lo largo del año, aunque, dado el amplio desarrollo en anchura de la cordillera, presentan fuertes contrastes: en el Pirineo fronterizo, más alto, las estimaciones de lluvia superan los 2.000 mm en las zonas mejor expuestas, mientras que en el prepirineo, de menor altura y enclavado en las cercanías de la Depresión del Ebro, en un ambiente mucho más seco, con dificultad se alcanzan los 1.000 mm de precipitación anual.



Diagramas termopluviométricos de Canfranc y Benasque

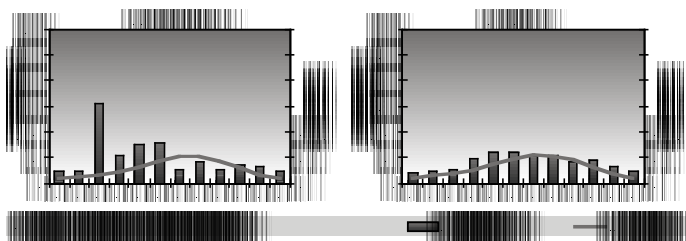
Por otra parte, y debido a su posición dentro de la cadena, el Pirineo aragonés está en la transición entre el Pirineo atlántico y el central. Al oeste del puerto del Portalé, las cumbres y los collados son poco elevados y dejan entrar ampliamente las influencias cantábricas, en particular en lo que se refiere a las brumas y nieblas; al Este del mismo puerto, comienza propiamente el Pirineo central, con un ambiente cada vez más seco y soleado, sobre todo en verano.

Las temperaturas subrayan, como en el caso de las lluvias, los cambios altitudinales, con promedios anuales que van desde los 10° en el prepirineo a menos de 4° en las cumbres del Pirineo septentrional, donde la existencia de glaciares indica tipos de clima de tundra y de hielos perpetuos.

El Sistema Ibérico

Esta cordillera presenta una altitud y una exposición diferentes de las del Pirineo, por lo que su clima se aleja

del propiamente alpino de este último para transformarse en el correspondiente a la montaña mediterránea interior, menos fría y, sobre todo, más seca. Este último rasgo, que se acusaba en el Pirineo central, constituye aquí la característica principal. Si se atiende a los valores anuales, puede observarse que en los macizos más relevantes (Moncayo, Albarracín, Javalambre y Gúdar) se registran entre 700 y 1.000 mm de precipitación, pero difícilmente se logran estas cifras en el resto de las alineaciones montañosas, menos elevadas y a espaldas de los vientos húmedos, en las que se prolonga la aridez del somontano ibérico.



Diagramas termopluviométricos de Calamocha y Teruel

A esto hay que añadir la peculiar estructura y disposición del conjunto montañoso, que incide directamente en las características de su clima. Por un lado, la cordillera Ibérica se extiende en diagonal desde las cercanías del Cantábrico a las mismas puertas del Mediterráneo, quedando sometida en sus dos extremos a influencias climáticas

contrapuestas que se van perdiendo hacia el centro de la cordillera. Por otro lado, carece de continuidad: está formada, en realidad, por una serie de macizos desconexos entre sí, que favorecen la entrada de los caracteres propios del centro de la Depresión del Ebro en el interior del dominio montañoso.

La tendencia continental que muestra el sistema Ibérico se hace singularmente patente en la extensa depresión de Calatayud-Daroca-Teruel. Cerrada por macizos tan importantes como el Moncayo, sierra de la Virgen, Gúdar, Javalambre y Albarracín, apenas logra sobrepasar los 400 mm de precipitación al año, mal repartidos y con alto porcentaje de lluvia estival de origen tormentoso. El mismo efecto acusan las temperaturas, con amplitudes superiores a las de la llanura del Ebro: mientras que en julio las medias oscilan entre 20 y 23°, según la altitud del observatorio, los valores de invierno son los más rigurosos de Aragón (2 y 5° en enero) y se alcanzan mínimas extremas, en ocasiones las más bajas de España.

TENDENCIAS Y MODIFICACIONES CLIMÁTICAS



Aunque no es frecuente que en una climatología regional, como la presente, se traten los cambios y las modificaciones del clima, aquí se mencionan tanto por su actualidad como por el propio interés científico. En efecto, en primer lugar conviene precisar que en Aragón no se encuentran evidencias claras de la existencia del tan debatido cambio climático planetario.

Para el conjunto de la Península Ibérica tampoco puede decirse, de momento, que se haya producido un calentamiento ostensible ni un descenso pluviométrico general, a pesar de que los estudios actuales apuntan en esa dirección.

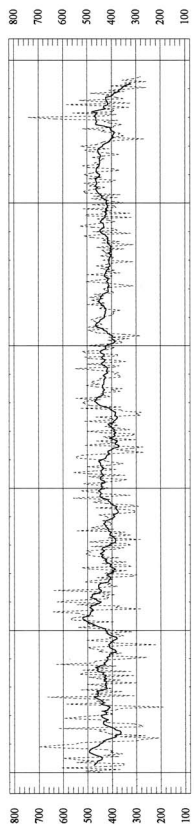
En cambio, sí existen evidencias claras de que a escala local se han producido notables cambios ambientales y climáticos. El caso más representativo es el de las áreas urbanas: su crecimiento ha transformado el medio natural del lugar donde se ubican y ha provocado ciertos cambios climáticos, cuyo estudio centra la atención de muchas de las investigaciones actuales. Apuntamos los resultados de los últimos trabajos emprendidos sobre ambos temas.

TENDENCIAS Y CAMBIOS CLIMÁTICOS

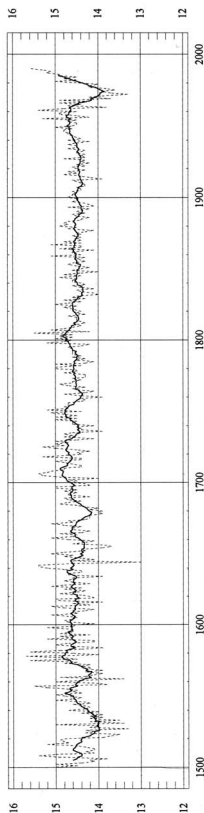
Digamos, en principio, que el clima terrestre no ha sido siempre idéntico y que han ocurrido cambios significativos incluso en los tiempos históricos. La variabilidad ha sido la regla general en la historia del clima, y no la excepción. Por otra parte, en los años más recientes el tema del cambio climático ha generado enorme interés, no sólo en la comunidad científica, sino también entre el público en general. Las noticias sobre el calentamiento del planeta —por incremento del efecto invernadero— o las incertidumbres sobre la capa de ozono se repiten semana tras semana, a veces con un cierto cariz sensacionalista, y contribuyen a formar un estado de opinión.

Con referencia a Aragón, podemos preguntarnos: ¿existen evidencias científicas que demuestren la existencia del anunciado cambio climático? El geógrafo Creus ha estudiado la evolución del clima del centro de la Depresión del Ebro desde 1400, analizando los anillos de crecimiento de los árboles, y las conclusiones a las que ha llegado son éstas: en los últimos 600 años no ha habido un cambio en la tendencia general que suponga el paso a otras condiciones climáticas. Ello no excluye la presencia de alteraciones y anomalías, durante las cuales el clima ha presentado comportamientos peculiares, tanto de fuerte incremento como de notable disminución de la precipitación y de la temperatura, pero éstas siempre han sido de corta duración.

PALLARUELO. Precipitación total anual y media móvil de 11 años.



PALLARUELO. Temperatura media anual y media móvil de 11 años.



Precipitaciones y temperaturas en Pallaruelo de Monegros desde 1.500
(Fuente: Creus, 1996)

En el caso de las temperaturas, la media anual estimada más alta fue de 16,2° en 1497, y el valor más bajo, de 13° en 1644, en la fase final de la llamada Pequeña Edad de Hielo. Su conducta presentó una gran variabilidad a lo largo de los siglos XV y XVI, y el mismo comportamiento se ha observado en el siglo XX, sobre todo en los últimos treinta años aproximadamente.

Las precipitaciones también han tenido altibajos, con un mínimo calculado de 129 mm, en 1464, y un máximo de 741 mm en el año 1960. Al igual que las temperaturas, los siglos XV y XVI fueron los más irregulares, con continuas alternancias de periodos lluviosos y secos; después, tendieron a disminuir hasta llegar al siglo XX, en que han experimentado un incremento que se ha visto detenido en estos últimos años.

De la evolución reciente no se puede afirmar que la lluvia tienda a aumentar ni a disminuir. En cambio, se aprecia un incremento de la variabilidad interanual, es decir, mayores contrastes entre unos años y otros; y parece, además, que la irregularidad ha aumentado en cada estación del año.

En consecuencia, aunque existen algunos indicios de un próximo cambio climático —probablemente, según los diferentes modelos, hacia temperaturas más altas y menores precipitaciones—, deberán pasar todavía unos cuantos años antes de llegar a conclusiones definitivas.

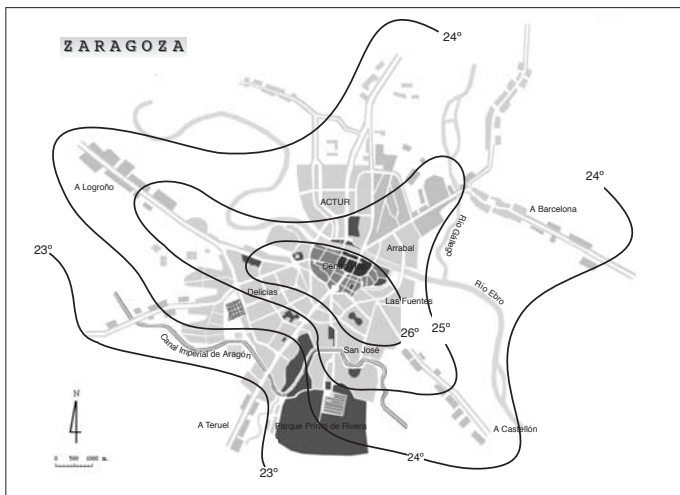
MODIFICACIONES CLIMÁTICAS EN LAS CIUDADES

Si a escala regional no se puede hablar de cambio climático, a escala local los casos de modificaciones del clima debidos a la acción humana son numerosos y evidentes. Los mejores ejemplos son las grandes ciudades, en el interior de las cuales el clima difiere sensiblemente de su entorno inmediato.

El fenómeno de la “isla de calor” constituye la modificación más clara: consiste éste en una anomalía térmica de signo positivo en el centro de la ciudad, donde, con viento en calma y cielo despejado, la temperatura es apreciablemente más alta que en la periferia. Pues bien: la “isla de calor” ha podido comprobarse en las tres capitales aragonesas.

Zaragoza

Por el tamaño de la ciudad y su entidad poblacional, en Zaragoza se observan con nitidez las alteraciones del clima. Por término medio, las temperaturas mínimas anuales son 1,1° más altas en la ciudad que en el aeropuerto, y en invierno llegan a ser entre 1,2 y 1,4° superiores. Dentro de la propia urbe, las variadas características morfológicas crean diferencias todavía más significativas: el Casco Viejo y la Zona Centro, de tráfico denso y alta ocupación del espacio, son las áreas más cálidas, en ocasiones hasta 5° más elevadas que en las zonas rurales circundantes. Al ale-

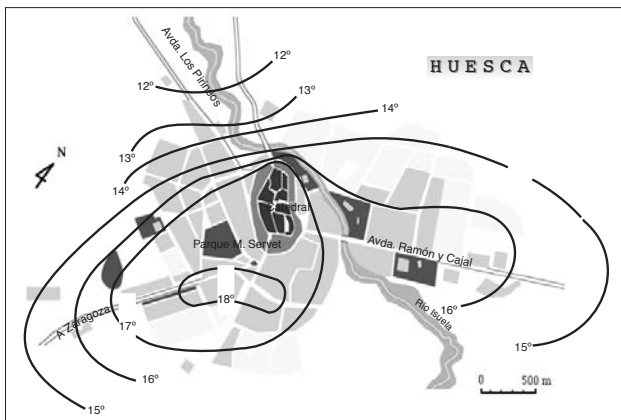


Mapa de isotermas con la localización de la “isla de calor” de Zaragoza del día 15/07/93, a las 23 h

jarnos de este núcleo, las temperaturas disminuyen paulatinamente, ajustándose al área edificada, con prolongación hacia los barrios rurales y las zonas industriales.

Huesca

Dado el menor tamaño de la capital oscense, la “isla de calor” es más discreta y pasa a tener una intensidad de 2 a 3°. El área de mayor temperatura se localiza en torno al Casco Antiguo y parte del Ensanche. A partir de este



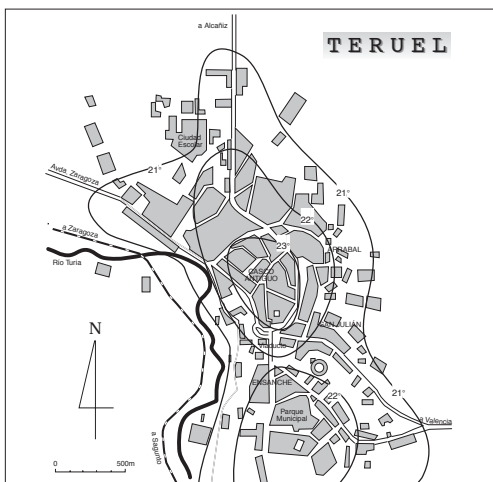
Mapa de isotermas con la localización de la “isla de calor” de Huesca del día 20/04/92, a las 22,30 h

núcleo, los valores térmicos disminuyen hacia la periferia, con varias particularidades destacables: la primera es la constituida por el parque municipal Miguel Servet, convertido en una pequeña “isla de frescor” con relación a la ciudad, y la segunda se encuentra al norte de la capital, donde se observa un rápido enfriamiento relacionado con la presencia del río Isuela.

Teruel

A pesar de las limitaciones espaciales y demográficas de la ciudad de Teruel, se dibuja también una pequeña “isla

de calor” que rebasa los 2°. Suele tener dos centros, uno localizado en el apretado conglomerado del Casco Viejo y otro que circunda el Ensanche. Fuera de ellos, el descenso de la temperatura hacia el exterior urbano es continuo, aunque siempre moderado; únicamente en el límite occidental de la ciudad, donde ésta queda separada del cauce del Turia por un fuerte escarpe topográfico, se crea una gradación térmica pronunciada, de 1 a 2° según los días, lo que sin duda responde a la acción refrescante del río y a la presencia del campo abierto.



Mapa de isotermas con la localización de la “isla de calor” de Teruel del día 28/07/92, a las 01 h

RADIACIÓN SOLAR

Cuadro 1. Valores medios diarios de radiación solar global sobre superficie horizontal, en MJ/m²/día (Fuente: Turégano, J. A. (1997). *Atlas de radiación solar en Aragón*. Universidad de Zaragoza y Gobierno de Aragón).

LOCALIDAD	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Albarracín	7,48	9,61	14,74	17,66	22,75	24,86	24,36	20,19	17,31	12,9	8,99	7,311	5,73
Alcañiz	6,99	9,77	13,54	18,3	22,4	23,89	23,62	19,63	16,22	11,87	7,79	6,49	15,4
Andorra	7,14	10,0	14,36	18,78	22,32	24,41	23,46	20,34	16,81	12,26	8,35	6,86	15,2
Barbastro	6,8	9,2	13,48	17,49	20,48	22,59	23,06	20,27	17,49	11,22	7,22	6,24	14,5
Boltaña	5,0	7,87	12,0	17,0	19,13	22,23	23,05	19,04	15,2	10,41	5,68	4,72	13,5
Calamocha	7,24	9,48	14,0	17,6	21,46	23,31	23,05	20,14	16,02	11,97	6,37	6,37	14,7
Calatayud	7,3	9,6	13,46	18,67	22,09	22,53	22,43	19,73	16,7	11,9	8,69	6,041	4,98
Cariñena	6,95	9,49	12,79	17,72	20,64	23,03	22,91	19,96	16,0	12,35	8,48	5,87	14,9
Caspe	6,78	9,33	13,44	17,46	21,05	22,81	22,68	19,86	16,38	11,96	7,67	6,55	14,77
Daroca	7,08	9,39	13,03	17,6	20,48	22,64	23,5	19,58	16,25	11,96	8,46	5,93	14,8
Ejea	7,54	9,61	15,08	19,61	20,36	22,54	22,2	20,41	17,51	11,49	8,02	6,23	15,0
Fraga	6,13	8,68	12,36	17,32	20,9	23,23	22,82	19,31	15,94	11,47	7,41	5,931	4,48
Huesca	6,91	9,1	14,8	18,5	19,7	22,97	23,42	20,02	17,4	11,41	7,58	5,66	13,7
Jaca	5,4	8,45	12,7	17,45	19,7	22,16	22,5	18,6	15,99	10,48	6,37	4,69	13,2
Monzón	6,3	8,45	12,3	17,49	20,4	22,95	22,99	19,28	15,95	11,21	6,94	5,72	14,3
Rubielos	7,97	9,7	14,69	18,17	22,59	24,85	23,76	20,54	17,24	12,42	9,3	8,29	15,8
Sos	7,5	9,73	15,36	19,22	19,6	21,99	20,32	19,36	16,42	11,47	7,47	6,41	4,62
Tarazona	6,56	10,22	15,0	19,27	19,17	22,41	22,36	19,47	17,84	11,53	8,3	6,37	15,5
Teruel	7,59	9,68	14,94	17,75	22,75	24,99	23,92	20,14	17,39	12,44	9,2	7,71	5,83
Zaragoza	6,96	9,13	12,5	18,46	20,38	22,39	22,48	20,0	16,26	11,51	7,61	5,6	14,06

INSOLACIÓN

LOCALIDAD	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Albarracín	130	135	185	200	230	270	330	305	240	190	155	105	2475
Alcañiz	160	157	210	210	245	270	325	277	235	200	175	110	2574
Andorra	163	156	210	196	234	268	325	276	234	196	183	187	2548
Barbastro	122	167	215	250	270	308	360	323	245	208	140	85	2695
Boltaña	135	155	200	225	230	280	340	285	230	200	150	81	2511
Calamocha	129	136	181	201	224	269	332	307	231	185	150	105	2450
Calatayud	108	135	175	180	210	280	320	295	225	170	133	93	2324
Caniñena	135	150	200	220	235	270	340	320	240	200	153	98	2561
Caspe	155	160	210	225	265	280	330	290	240	200	165	105	2625
Daroca	111	126	175	182	206	263	315	295	228	169	140	92	2302
Ejea	130	146	190	225	238	285	330	298	230	185	145	96	2498
Fraga	130	170	220	240	290	310	345	315	245	210	150	100	2725
Jaca	128	139	197	218	230	279	332	311	245	193	164	121	2557
Monzón	120	170	220	250	280	310	360	330	250	210	140	86	2726
Rubielos	150	150	210	210	250	270	320	300	250	200	180	124	2614
Sos	120	135	180	195	225	280	310	25	225	176	142	88	2371
Tarazona	115	135	177	180	230	285	320	295	225	170	130	88	2350

Número medio mensual y anual de horas de sol (Fuente: I.N.M.)

PRECIPITACIONES PROVINCIA DE ZARAGOZA

ESTACIÓN	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
Alagón	23,2	29,5	30,1	36,2	54,9	37,0	22,5	18,0	28,0	26,3	34,0	27,0	366,8
Aniza	22,7	23,4	21,4	47,9	57,4	43,8	17,2	21,4	36,0	37,0	29,5	31,4	382,0
Artieda	66,9	68,3	44,8	57,3	71,1	53,5	34,7	42,2	58,3	71,9	80,8	76,9	739,5
Bardena	39,3	40,2	32,9	38,3	55,6	42,8	23,6	31,8	35,3	39,9	37,4	44,7	456,0
Belchite	19,5	14,6	27,8	23,5	39,8	40,3	13,6	21,9	43,2	20,0	24,2	25,4	317,2
Biel	85,2	75,0	59,5	89,4	86,9	67,0	33,7	40,4	61,9	93,3	98,9	107,1	892,8
Borja	23,2	22,6	23,2	47,0	45,2	33,3	16,9	29,8	38,2	40,5	34,6	29,9	368,6
Bujaraloz	29,7	14,5	32,8	34,8	57,5	40,4	15,8	28,1	40,6	24,1	15,6	35,7	380,6
Calatayud	18,7	19,2	20,1	34,7	56,4	38,0	19,7	19,9	29,4	27,6	24,1	23,9	321,8
Carriena	20,3	25,3	31,0	50,3	61,9	48,4	21,2	26,4	34,7	40,5	34,0	28,8	434,0
Caspe	19,6	16,5	13,0	24,0	36,2	29,2	8,8	17,2	40,8	47,6	36,8	23,2	301,7
Daroca	23,0	23,0	29,4	40,3	58,4	47,8	25,0	34,0	29,5	29,6	33,2	29,3	422,8
Escatrón	20,5	18,8	19,5	30,0	47,7	36,1	15,3	19,4	24,9	31,1	28,7	23,2	309,6
Marracos	33,8	36,0	33,2	48,9	61,7	47,1	20,2	35,0	47,3	40,6	51,3	46,5	522,4
Moneva "emb"	21,1	24,3	24,7	39,1	53,1	47,7	21,6	27,9	40,2	32,6	27,4	22,1	370,2
Sta. Anastasia	24,7	32,2	25,8	40,4	51,8	42,9	21,3	22,9	31,8	45,3	41,8	31,4	417,4
Terrer	22,9	25,2	26,4	46,2	63,4	42,5	24,1	28,8	36,0	31,3	31,2	27,8	404,1
Uncastillo	40,7	43,9	35,2	51,2	58,0	47,1	36,6	35,0	37,9	53,0	60,2	55,0	546,5
Zaragoza	23,0	21,0	23,0	33,0	38,0	31,0	15,0	17,0	26,0	30,0	36,0	21,0	314,0
Zuera	24,0	27,0	20,0	38,0	49,6	29,8	24,1	21,0	27,2	33,0	35,8	30,9	362,9

PRECIPITACIONES PROVINCIA DE HUESCA

ESTACIÓN	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
Aisa de Jaca	110,9	93,9	69,9	99,0	114,6	89,2	42,4	59,3	80,0	127,1	109,2	124,5	1116,4
Almudévar	31,3	30,7	27,8	46,6	54,3	49,1	23,8	23,9	45,5	44,6	43,9	42,6	460,4
Bailo	57,0	60,1	45,6	73,8	83,6	65,8	38,7	59,7	66,0	88,7	76,1	78,6	840,3
Benasque	73,7	79,4	101,2	90,7	132,3	112,8	86,3	95,3	115,0	126,0	123,5	103,3	1239,5
Bescós de Garc.	103,6	89,4	67,8	95,2	112,0	74,8	41,8	62,3	82,2	100,3	107,2	128,3	1076,3
Biescas	113,3	98,8	65,6	94,1	118,9	89,6	56,2	82,7	86,7	124,4	112,8	153,0	1199,8
Binefar	20,8	22,4	25,0	31,9	47,1	33,6	21,2	26,9	46,4	30,0	24,4	26,9	361,0
Boltaña	70,2	55,5	49,6	87,4	105,7	94,6	55,6	63,2	92,6	98,4	84,4	88,2	946,5
Botaya	56,1	62,6	47,9	61,7	81,1	66,1	29,7	50,8	55,1	76,3	72,1	82,6	743,5
Candanchú	165,5	144,2	137,3	159,1	181,9	168,8	100,2	110,3	165,3	170,8	247,1	207,5	1958
Canfranc	182,2	162,6	119,8	155,3	175,9	122,1	79,3	97,9	126,0	194,0	187,6	221,5	1872,6
Escalles	37,8	31,2	32,9	63,2	79,5	79,6	38,5	56,1	72,1	63,5	48,8	53,1	653,6
Fraga	18,8	22,7	17,1	36,5	49,4	35,1	11,1	28,0	35,8	51,0	36,2	17,9	368,7
Graus	47,4	37,5	40,1	67,0	84,3	71,2	31,9	46,0	66,9	52,2	48,7	56,0	649,1
Huesca	41,0	45,0	43,0	60,0	64,0	51,0	23,0	42,0	53,0	58,0	62,0	45,0	587,0
Jaca	73,0	63,2	51,0	73,6	92,2	57,8	36,5	56,0	62,3	84,2	81,7	94,5	819,0
La Sotonera	30,5	30,3	22,4	43,3	48,9	42,9	18,1	26,6	40,9	48,2	44,8	39,4	438,8
Monzón	23,3	21,6	22,8	44,6	50,6	35,9	10,9	21,8	45,6	53,3	54,0	23,8	410,7
Pallareu	23,8	21,6	22,7	33,3	48,5	33,2	18,1	26,5	42,5	34,8	32,6	32,0	372,8
Sabináigo	70,8	63,6	48,1	68,6	90,8	70,7	42,5	59,7	75,4	85,6	73,3	88,2	842,0
Sallent de Gall.	124,3	98,2	75,2	103,0	123,2	92,6	67,7	75,0	91,6	115,9	133,2	144,5	1322,3
Sarriena	30,0	26,2	33,3	41,0	57,7	43,9	35,0	35,6	44,3	39,9	36,2	39,1	468,5
Tamarite de Lit.	24,3	19,5	25,3	39,0	56,0	36,0	16,5	24,3	42,5	47,2	32,8	29,7	389,6
Yebrá de Basa	60,4	59,3	48,7	75,1	97,3	81,3	52,1	61,8	81,6	79,3	78,9	98,8	882,0

PRECIPITACIONES PROVINCIA DE TERUEL

ESTACIÓN	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
Albalate del Ar.	21,2	19,1	24,9	32,8	52,8	39,0	24,4	26,8	34,8	32,8	25,9	20,6	354,8
Alcañiz	23,8	23,0	28,1	33,4	49,7	30,7	17,2	24,1	46,5	37,2	28,0	34,6	383,2
Andorra	24,6	26,8	20,1	39,2	58,5	32,1	16,5	27,4	40,7	38,6	44,4	25,9	412,6
Báguena	16,7	19,8	26,5	35,1	61,1	45,5	31,2	29,0	39,1	24,1	25,2	22,6	470,5
Buerba	20,6	27,6	28,8	49,2	76,6	56,9	29,6	36,8	37,7	41,4	36,9	24,8	466,7
Calamocha	18,4	19,5	23,6	42,7	60,1	61,8	20,8	33,1	21,0	26,7	25,8	18,7	418,6
Caudé	16,5	20,0	20,5	33,5	50,0	40,1	15,8	24,6	42,2	37,7	23,2	16,5	372,9
Guadalaviar	96,0	100,4	65,1	86,7	99,5	79,8	34,2	42,0	46,5	87,1	94,1	130,3	969,8
La Puebla de H.	21,9	19,0	15,6	26,7	44,3	29,3	17,4	16,7	30,8	36,5	32,6	28,9	318,1
Mazaleón	24,6	20,5	33,5	36,2	54,1	35,8	16,6	22,9	30,2	40,9	28,3	23,8	376,9
Mumiesa	21,4	20,7	32,1	42,5	77,0	57,3	20,6	37,8	46,3	32,7	31,3	22,9	436,1
San Agustín	22,8	32,6	32,7	55,1	57,7	51,1	31,1	52,7	59,4	56,8	56,3	50,8	575,2
Santa Eulalia C.	15,9	18,8	24,4	37,1	64,2	59,2	23,8	36,6	42,3	25,7	25,0	18,4	394,1
Teruel	15,0	19,0	22,0	38,0	49,0	47,0	34,0	43,0	33,0	36,0	26,0	20,0	382,0
Tornos	29,3	30,9	30,6	48,7	73,9	50,7	30,1	35,5	43,1	43,0	39,1	33,6	496,2
Valderrobres	24,5	36,6	32,4	45,3	55,7	45,6	8,9	41,9	46,0	69,3	40,9	46,6	494,2

**TEMPERATURAS
PROVINCIA DE ZARAGOZA**

ESTACIÓN	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
Alagón	6,1	7,9	10,0	12,8	16,8	21,4	24,6	23,8	20,5	15,2	9,5	6,6	14,6
Ariza	5,2	6,7	8,8	10,8	14,5	19,2	23,1	22,5	18,1	12,7	8,4	6,3	13,0
Artieda	4,1	5,5	7,5	9,6	13,2	17,2	20,8	20,6	17,0	12,4	7,6	5,0	11,7
Bardena	5,8	7,5	9,4	11,7	15,6	19,8	22,7	22,5	19,3	14,2	8,6	6,3	13,7
Belchite	7,5	8,7	10,5	13,4	16,2	20,8	24,5	23,7	20,3	16,6	10,6	8,1	14,3
Biel	3,9	5,1	7,4	9,3	13,1	17,3	21,2	20,8	17,1	12,0	7,4	4,8	11,6
Borja	6,2	8,2	10,7	12,6	16,6	20,6	24,2	23,8	20,1	15,1	10,4	7,3	14,6
Bujaraloz	4,3	7,2	9,1	11,7	16,2	20,4	25,4	25,6	22,0	14,2	8,8	6,2	13,4
Calatayud	4,7	6,6	9,0	10,8	14,3	19,2	22,6	22,2	18,4	13,3	8,5	5,7	13,1
Carriñena	5,9	7,7	9,8	11,9	16,0	20,4	24,1	23,7	20,2	14,6	9,6	6,9	14,2
Caspe	6,5	8,5	11,8	14,2	18,3	22,5	26,5	25,9	21,8	16,2	11,2	7,2	15,9
Daroca	4,2	5,7	7,8	9,9	13,8	18,3	22,2	22,0	18,0	12,9	7,9	5,3	12,3
Escatrón	6,6	8,5	11,3	14,1	18,3	22,7	26,4	26,0	21,8	16,2	10,5	7,0	15,8
Marracos	4,5	6,3	8,8	11,2	15,1	19,5	23,1	22,7	19,1	14,1	8,8	5,4	13,1
Moneva "emb"	4,5	5,3	7,9	10,1	14,5	19,4	23,5	23,1	18,9	13,4	8,4	5,4	12,9
Santa Anastasia	5,0	7,2	9,6	11,7	16,1	20,3	23,9	24,0	20,1	14,8	9,0	5,9	13,9
Terrer	5,2	6,8	8,9	10,9	15,0	19,2	22,7	22,3	18,5	13,4	8,8	5,8	13,1
Uncastillo	5,2	6,8	9,1	11,3	14,7	19,2	22,8	22,6	19,3	14,0	9,4	6,4	13,9
Zaragoza	6,2	8,0	10,2	12,8	16,8	21,1	24,3	23,8	20,6	15,4	9,8	6,5	14,6
Zuera	5,9	7,6	10,4	12,4	16,8	21,2	24,4	23,9	20,2	15,0	9,6	6,3	14,7

TEMPERATURAS PROVINCIA DE HUESCA

ESTACIÓN	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
Aisa de Jaca	2,6	3,6	5,8	7,3	11,1	15,4	19,3	18,7	14,8	9,9	6,2	3,8	9,9
Almudévar	4,8	6,6	9,0	11,1	15,0	19,4	22,6	22,2	18,8	13,8	8,7	5,6	13,1
Bailo	3,4	5,3	7,5	9,7	13,6	17,6	21,5	21,1	17,4	12,3	7,6	4,6	11,8
Benasque	2	3,3	6	5,4	11,9	15,7	18,4	18,1	14,9	10,4	6,2	3,3	9,9
Bescós de Garc.	2,5	3,4	5,4	7,5	11,4	15,6	19,0	18,8	15,2	10,4	6,1	3,4	9,9
Biescas	3,4	4,3	6,7	8,5	12,5	16,6	20,5	20,2	16,6	11,8	7,2	4,4	11,0
Binéfar	3,4	5,9	8,6	11,2	15,4	20,5	24,0	23,6	20,0	14,3	7,9	4,7	13,3
Boltaña	5,0	7,0	10,4	13,0	16,7	21,0	24,7	24,3	20,6	14,8	9,4	5,8	14,5
Botaya	3,8	4,5	6,4	8,0	12,1	16,1	20,4	20,2	16,4	11,6	7,4	4,8	11,0
Candanchú	-1,4	-1,7	0,7	2,3	6,7	9,8	13,1	13	10,6	6,7	2	-0,6	5,2
Canfranc	2,5	2,4	4,6	6,0	9,7	13,8	17,3	17,3	13,6	9,8	5,5	3,2	8,7
Escalles	3,6	5,0	7,3	9,9	13,5	18,0	21,7	21,4	18,0	13,0	7,8	4,4	12,0
Fraga	5,6	7,8	11,0	13,1	17,3	22,0	26,3	25,8	21,9	16,3	10,1	6,3	15,2
Graus	3,0	5,0	7,4	10,0	14,1	18,7	22,2	21,5	18,0	12,6	7,1	4,0	11,9
Huesca	4,7	6,7	8,8	11,3	15,2	19,5	23,3	22,7	19,7	14,6	8,7	5,2	13,4
Jaca	3,9	5,0	7,3	9,1	12,7	16,8	20,6	20,4	17,1	12,2	7,6	4,7	11,4
La Sotonera	4,5	6,2	8,8	11,2	15,4	19,8	23,5	22,7	19,0	13,9	8,7	5,4	13,3
Monzón	4,6	5,1	7,0	9,2	13,8	17,8	22,4	22,1	17,6	13,3	9,2	5,5	12,2
Pallaruelo	5,6	7,8	10,5	12,8	16,7	21,1	24,8	24,4	20,7	15,3	9,9	6,3	14,7
Sabiñánigo	2,8	4,5	6,8	8,9	12,8	16,9	20,8	20,3	16,9	11,4	6,6	3,9	11,0
Sallent de Gáll.	1,3	1,8	3,5	5,5	9,3	13,4	16,0	16,0	13,6	8,5	4,7	2,1	8,2
Sarriena	5,1	7,6	10,2	13,0	16,8	21,9	25,2	24,3	20,6	15,0	8,8	5,4	14,5
Tamarite de L.	4,2	6,5	9,4	12,1	16,4	21,0	24,3	24,0	20,1	14,6	8,5	4,9	13,9
Yebra de Basa	2,5	3,5	5,8	7,7	11,7	15,9	19,9	19,9	16,1	11,1	6,4	3,6	10,2

TEMPERATURAS PROVINCIA DE TERUEL

ESTACIÓN	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
Albalate del A.	6,8	8,4	10,4	12,7	15,9	20,5	23,4	22,7	18,9	14,6	9,7	7,1	14,2
Alcañiz	5,7	7,6	10,3	12,8	16,8	21,6	25,0	24,2	20,5	15,3	10,1	6,2	14,6
Andorra	5,7	7,4	9,9	11,8	15,9	20,2	24,4	23,8	19,9	14,9	10,3	7,3	14,3
Báguena	3,7	5,4	7,7	10,2	14,7	18,9	22,7	21,7	18,1	12,5	6,7	4,4	12,1
Buena	2,8	3,5	5,8	7,3	11,4	16,0	20,4	20,2	16,5	11,0	6,6	3,8	10,4
Calamocha	2,7	4,2	6,1	8,1	11,4	16,4	20,2	19,6	16,5	11,2	6,4	3,8	10,6
Caudé	2,6	3,8	5,8	7,8	11,0	16,0	20,7	19,7	16,2	11,0	5,9	3,5	10,2
La Puebla de H.	5,6	7,7	10,4	13,0	16,9	21,2	25,0	24,9	20,6	15,4	9,9	6,4	14,7
Mazaleón	7,6	9,2	11,3	13,1	16,6	21,6	26,9	26,8	23,2	17,3	11,3	8,1	16,4
Muniesa	4,9	6,7	8,5	10,6	14,5	19,1	23,3	22,2	19,5	14,4	8,9	6,2	13,2
Sta. Eulalia C.	2,8	4,4	6,0	8,6	12,3	17,3	21,3	20,0	16,5	11,1	6,1	3,4	10,7
Teruel	3,9	5,0	6,9	9,8	13,5	17,7	21,3	20,7	17,8	12,5	7,1	3,9	11,7
Tornos	2,8	4,0	6,3	8,2	12,3	16,9	21,1	21,0	17,1	11,6	6,9	3,8	11,0
Valderrobres	5,0	6,9	9,4	11,1	15,8	19,2	23,1	23,0	18,1	13,6	9,9	6,8	13,6

BIBLIOGRAFÍA



- ASCASO, A. y CUADRAT, J. M.: “El clima de Aragón”, en HIGUERAS, A. (dir.), *Geografía de Aragón*. Guara editorial, Zaragoza, 1981.
- CREUS, J.: “Evolución de la temperatura y la precipitación anuales desde el año 1400 en el sector central de la depresión del Ebro”, en *Lucas Mallada. Revista de Ciencias*, nº 8, 1996.
- CUADRAT, J. M.: *El clima*, en FRUTOS, L.M. (dir.), *Geografía*, tomo V de la *Enciclopedia Temática de Aragón*. Editorial Oroel, Zaragoza, 1996.
- CUADRAT, J. M., DE LA RIVA, J. R., LÓPEZ, F. y MARTÍ, A.: “El medio ambiente urbano en Zaragoza. Observaciones sobre la isla de calor”, en *Anales Universidad Complutense*, nº 13, 1993.
- PEÑA, J. L., CUADRAT, J. M. y SÁNCHEZ, M.: *El clima de Teruel*. Instituto de Estudios Turolenses, Diputación Provincial de Teruel, Teruel, 1999.



1. **Aragón y Europa** • Servicio EuroCAI
2. **La Santa Capilla del Pilar** • A. Ansón y B. Boloqui
3. **Los Tapices de La Seo de Zaragoza** • Equipo de Redacción Cai100
4. **Los botánicos aragoneses** • Vicente Martínez Tejero
5. **El traje tradicional en Aragón** • Jesús A. Espallargas
6. **La economía agroalimentaria en Aragón** • Luis Miguel Albisu
7. **Baltasar Gracián. La iluminada brevedad** • Ignacio Izuzquiza
8. **La matacía** • José Ramón Marcuello
9. **La Navidad en Aragón** • Equipo de Redacción Cai100
10. **Los monasterios de Aragón** • Agustín Ubieto
11. **El Cid en Aragón** • Alberto Montaner
12. **Diseño industrial. Una perspectiva aragonesa** • Juan M. Ubierno
13. **El clima de Aragón** • José María Cuadrat



14. **El nacimiento de Aragón** • Juan F. Utrilla
15. **Marcial** • Concha García Castán
16. **La industria en Aragón** • Adolfo Ruiz Arbe
17. **Los fotógrafos aragoneses** • Carmelo Tartón
18. **La cerámica aragonesa** • M^a Isabel Álvaro Zamora
19. **El escudo de Aragón** • Equipo de Redacción Cai100
20. **La medicina del siglo XVII en Aragón** • Asunción Fernández Doctor
21. **Gaspar Sanz, el músico de Calanda** • Álvaro Zaldívar
22. **El retablo de la catedral de Huesca** • Equipo de Redacción Cai100
23. **El Ebro** • Amaranta Marcuello
24. **Magdalena, Navarro, Mercadal** • Ascensión Hernández
25. **Los fósiles en Aragón** • Eladio Liñán

