

MECANISMOS DE LA PRECIPITACION EN SIERRA NEVADA.

José Manuel CASTILLO REQUENA

RESUMEN

En este trabajo se ensaya una explicación de las lluvias del macizo de Sierra Nevada en base a los caracteres de los "tipos de tiempo". El análisis de frecuencias explica el comportamiento pluviométrico y permite distinguir varios sectores espacialmente diferenciados.

SUMMARY

This study is an attempt to explain the rains in the massif of Sierra Nevada, on the basis of "weather types". The study of frequency explains the behaviour of the pluviometer and allows us to distinguish several spatially differentiated sectors.

RÉSUMÉ

Dans ce travail nous nous essayons a fournir une explication des pluies du massif de Sierra Nevada sur la base des caracteres des «types de temps». L'analyse de fréquences explique le comportement pluviométrique et permet de distinguer de nombreux secteurs spatialement différenciés.

Introducción

Para un geógrafo siempre resulta interesante analizar un ámbito con unas características internas que permitan definirlo como una unidad pero, al mismo tiempo, con fuertes contrastes que hagan distinguir dos, a veces más, subunidades las cuales resultan ser entre sí complementarias; no en vano una prolongada y profusa porción del quehacer geográfico es debida a este tipo de "Estudios de Contrastes". La elevación orográfica es el criterio que da unidad a la zona para el caso que ahora nos ocupa, Sierra Nevada, pero al mismo tiempo es impensable dicha elevación (o lo que es igual: dicha unidad) sin que, a causa suya encontremos una solana y una umbría o una fachada, en relación a una determinada dirección del viento, de barlovento y otra de sotavento. Al mismo tiempo, es innegable que cuanto mayor es la altura, simultáneamente, se intensifica esa yuxtaposición de las partes.

Un estudio climatológico o, para ser más exactos, pluviométrico de la Sierra más elevada de la Península con alturas de cerca de 3.500 m. (Mulhacén) interpuestos entre la Cuenca Atlántica del Guadalquivir y la de los numerosos y cortos ríos mediterráneos de la Cuenca Sur, tiene que ser por fuerza un "Estudio de Contrastes" también ya que las diferencias internas se erigen en el aspecto más llamativo y significativo; en torno a esto versará el tema central de nuestro análisis, sin embargo es preciso aclarar antes de entrar de pleno en él, que más que la caractereología antagónica de las partes de Sierra Nevada respecto a su pluviometría, nuestro trabajo se dirigirá a desvelar sus causas, es a lo que responde el título de este estudio: las lluvias debidas a cierto tipo de mecanismos atmosféricos (junto a las peculiaridades que estos les imprimen) se desarrollan, ante todo, en una fachada de la Sierra, aquella expuesta, enfrentada, abierta al tipo de tiempo de que se trate, por constituir una serie de efectos, que en su debido momento detallaremos (por ejemplo el efecto Föhn), un crisol definitivamente insalvable que determina la aparición de esa caractereología pluvial en la zona de la Sierra a barlovento del flujo principal producido por el tipo de tiempo; esto nos hace pensar en las zonas de Montaña como las idóneas para desvelar nítidamente las consecuencias pluviométricas de los tipos de tiempo, de ahí también nuestra motivación por estudiar bajo esta óptica nuestro tema. Consiguientemente, no sólo nos preocupamos del estudio de Sierra Nevada sino, además, de algo más general: la actividad y el funcionamiento de los agentes protagonistas de la precipitación del dominio climático donde nos vemos insertos.

Estas ideas expresadas que han dado pié para introducirnos en el tema y marcar nuestro propósito vamos a desarrollarlas a continuación; para ello es necesario un método de trabajo específico en el tratamiento del tema y un esquema de elaboración determinado:

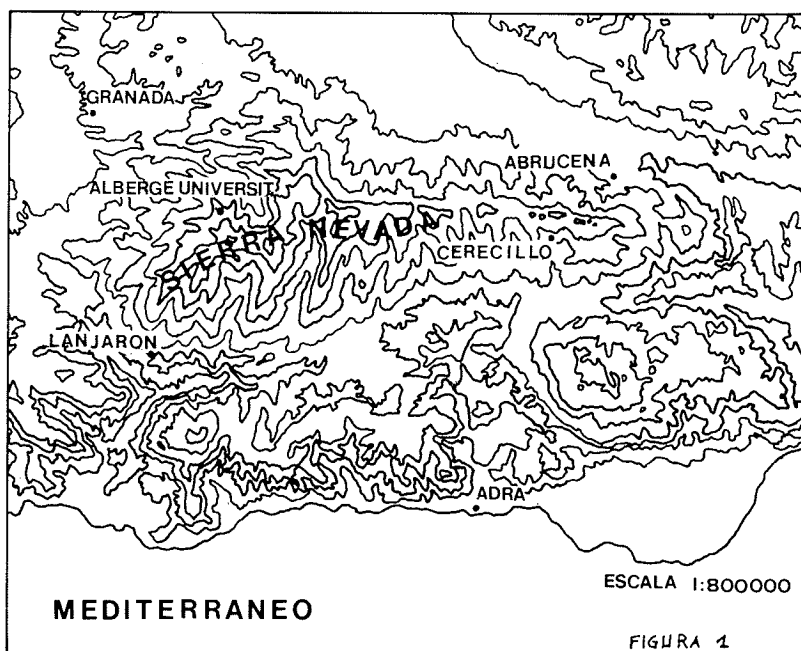
Tabla I. FRECUENCIAS DE LOS TIPOS DE TIEMPO ANUAL Y ESTACIONALMENTE.

	AA	AN	AN	AN	AS	AS	AE	ANE	CNC	CNW	CW	CSW	CS	CE	CNE	P	A	Chib	C	Cat	Cmed
INV	4,1	7,2	9,1	11	2,8	4,3	6,6	13	3,1	5	6,9	5,4	3,2	3,9	2,7	2,6	58	5	30	10	10
PRI	0,8	6,1	8,6	4	1	2,2	17	7,4	4,9	5,3	7,5	4,7	3	10	4,9	4,5	47	5	40	18	18
VER	0,1	5,9	4,2	2,1	0,5	1,5	49	5,5	4,1	3,3	2,6	0,9	1,5	9	1,1	3,5	69	1	22	10	12
OTÑ	2,6	6,9	6,8	4,4	3	6,1	17	11	2	4,4	4,7	3,7	2,4	9	2,3	2,2	57	4	28	11	14
AÑO	7,5	26	29	21	7,3	14	90	37	14	18	22	15	10	32	11	13	231	15	121	54	53

FUENTE: Elaboración propia a partir de los mapas del Boletín Diario del Servicio Meteorológico Nacional y de los mapas europeos alemanes.

MECANISMOS DE LA PRECIPITACION EN SIERRA NEVADA

Para llevar a buen término estos fines propuestos somos conscientes de la necesidad de utilizar un método ante todo explicativo: el dinámico. Se trata de estudiar el hecho en cuestión haciendo intervenir un factor de primer orden en la aparición de las lluvias: la dinámica atmosférica; para ello clasificaremos y caracterizaremos, en primer lugar, una serie de modelos de circulación atmosférica de tal modo que dicha clasificación reuniese todas o una considerable mayoría de las diferentes situaciones que en la realidad son observables. A partir suya se facilita la consideración de las circunstancias pluviométricas originadas por cada modelo barométrico poniendo en relación los días en que el tipo de tiempo apareció durante 1968-1977 y las precipitaciones desarrolladas en una serie de puntos de la Sierra que representan distintas condiciones de exposición y altitud (ver fig. 1). Los observatorios elegidos son: GRANADA que se encuentra a $0^{\circ} 06'E$, $37^{\circ} 12'N$ y a 695 m. de altura sobre el nivel del mar; ABRUCENA a $0^{\circ} 53'E$, $37^{\circ} 8'N$ y a 1.007 m. de altura; LANJARON a $0^{\circ} 12'E$, $36^{\circ} 55'N$ y a 665 m.; ADRA a $0^{\circ} 40'E$, $36^{\circ} 45'N$ y a 14 m.; CERECILLO DELA UJAR a $0^{\circ} 46'E$, $37^{\circ} 3'N$ y a 1.800 m.; ALBERGUE UNIVERSITARIO a $0^{\circ} 18'E$, $37^{\circ} 5'N$ y a 2.500 m.



Sólo nos resta una última observación que hacer en relación al método de trabajo: la elección de un criterio astronómico para la división del año en estaciones de tal modo que el Invierno comienza el 21 de Diciembre y acaba el 21 de Marzo; Primavera está comprendida entre el 21 Marzo al 21 de Junio; Verano entre el 21 de Junio al 23 de Agosto; Otoño entre el 23 de Agosto y el 21 de Diciembre. A su vez hemos subdividido cada estación en tres períodos (meses) que como puede suponerse no coinciden con los del calendario civil: el primer mes invernal comienza el 21 de Diciembre; el segundo, Febrero, comienza el 20 de Enero; Marzo el 19 de Febrero; Abril el 21 de Marzo; Mayo el 21 de Abril; Junio el 21 de Mayo; Julio el 21 de Junio; Agosto el 23 de Julio; Septiembre el 23 de Agosto; Octubre el 24 de Septiembre; Noviembre el 23 de Octubre; Diciembre el 22 de Noviembre. Hemos creído conveniente realizar el análisis de esta manera pues sin duda alguna la dinámica atmosférica se rige fundamentalmente por el movimiento aparente del Sol el cual constituye la fuente de energía primaria en el desencadenamiento de los movimientos aerológicos terrestres.

El método de trabajo que empleamos sigue una línea cuyos comienzos se remontan al último gran avance de la Ciencia en general y de la Meteorología en particular, paralelo al desarrollo de los medios de comunicación (que permiten la elaboración del utensilio imprescindible, el mapa de tiempo, incluso a escala planetaria) y medios instrumentales de análisis (ordenador) y al conocimiento más exacto de los elementos que juegan en los altos niveles troposféricos y más concretamente de la corriente en chorro. A partir de esta nueva situación se comienza a trabajar haciendo intervenir más profusamente los elementos explicativos del clima en su investigación, hasta el punto de verse sumergida en una especie de crisis la antigua climatología descriptiva o analítica. Nombres como PEDELABORDE, HUFTY, etc... se hacen, junto a sus doctrinas respecto a la óptica dinámica de la climatología, cada vez más nombrados y, con ellos, las teorías, términos, etc... propios de la Meteorología. Nosotros pretendemos mantener esa línea complementaria a la labor secular de la climatología descriptiva en nuestro estudio sobre Sierra Nevada, examinando un aspecto como el de su explicación pluviométrica a través del estudio de los mecanismos de la precipitación observables.

Clasificación de los tipo de tiempo. Su caracteriología.

En la introducción formamos una hipótesis de trabajo: la causa de las diferencias intrínsecas de la caractereología pluviométrica de la Sierra era la actuación discriminatoria, sobre ella, de una serie de mecanismos atmosféricos de precipitación. Sobre la explicación de estos contrastes (sobradamente descri-

MECANISMOS DE LA PRECIPITACION EN SIERRA NEVADA

tos y comprobados en estudios realizados desde las posturas de la Climatología Analítica) hemos centrado nuestro trabajo. Para entrar de pleno en el examen de los mecanismos de la precipitación de los diferentes puntos de este conjunto orográfico es preciso abordar el tema con su clasificación. Se trata en realidad de una clasificación de las distintas situaciones atmosféricas apreciables teniendo en cuenta los factores aerológicos y geográficos.

Podemos comenzar distinguiendo dos grandes grupos: el de los ciclónicos y el de los anticiclónicos; uno y otro quedan definidos respectivamente por las condiciones de inestabilidad dinámica impuestas por la circulación atmosférica en altura y, más concretamente, por el Jet Stream cuando se desplaza sobre nuestra vertical con un índice zonal o dibujando una vaguada en el primer caso y atravesando latitudes más septentrionales a la nuestra en el segundo. Como es lógico suponer, estos últimos, opuestos a los procesos de condensación, difícilmente pueden incidir sobre los contrastes pluviométricos de las partes de Sierra Nevada; al fin y al cabo su comportamiento suele ser similar en todo el conjunto: inexistencia de lluvias normalmente general. El origen de los contrastes debe ser indagado, ante todo, en los tipos ciclónicos que son en la mayoría de los casos los responsables del fenómeno de la precipitación.

Efectivamente, no todas las situaciones de inestabilidad vertical atmosférica son idénticas así como tampoco los tipos ciclónicos son ni siquiera similares, ni las consecuencias parecidas. Existen diferencias fundamentales que estriban tanto en la circulación en altura (régimen del Chorro) como en la circulación de superficie (origen y recorrido de la masa de aire), diferencias evidenciadas en la caractereología pluvial de los ámbitos de la Sierra expuestos en mayor o menor medida a determinado tipo ciclónico.

Los tipos fundamentales de mecanismos de la precipitación en Sierra Nevada son en total siete pero se pueden subdividir en tres grupos que corresponden a tres situaciones ciclónicas con características aerológicas y geográficas perfectamente definidas y enfrentadas: los Atlánticos, los Mediterráneos y uno intermedio entre ambos (los Híbridos CSW).

Tipos de tiempos ciclónicos atlánticos.

Se llaman así a los tipos ciclónicos que canalizan en superficie una masa de aire procedente del Atlántico. Pero tiene otras características, la primera de ellas es su estructura vertical atmosférica y el tipo de movimientos predominantes en el interior de las masas de aire que canalizan: desde la superficie hasta la Tropopausa se encuentra un cuerpo aerológico cuyo origen y despla-

zamiento es idéntico o muy similar, procedente de regiones exteriores, lejanas y de forma casi privativa oceánicas, se encauzan hasta el Macizo Nevado de tal modo que los centros de presión dibujados en el mapa de superficie son un fiel reflejo de los de 500 mb con lo cual nunca se pierde la identidad superficie/altura (ver fig. II). Simultáneamente es obligado resaltar la primacía de los movimientos horizontales sobre los verticales; estos cuerpos aerológicos presentan una traslación a través de la superficie del Globo (Atlántico Norte) prolongadísima y allí se cargan de humedad y suavizan las temperaturas de los estratos inferiores (en mayor o menor grado según el trayecto sea más o menos prolongado), paralelamente apenas tienen trascendencia los movimientos verticales (ascendentes), los cuales sólo se observan con una importancia lo suficientemente intensa como para desencadenar lluvias abundantes y de representatividad en el total, cuando arriban a una elevación orográfica; este impulso ascensional sólo se origina a barlovento hasta una determinada altura denominada "altura de influencia del accidente orográfico"; a sotavento, para recobrar su horizontalidad la masa de aire se ve obligada a descender siendo sometida al efecto Föhn. Estas características son mostradas por los siguientes modelos barométricos.

a. Situación CN. Se trata de una situación donde cobran especial importancia los desplazamientos meridianos N - S. La depresión que nos afecta se sitúa al Este de Sierra Nevada y está reflejada en los altos niveles por una ondulación muy profunda o una gota de aire frío. Al Oeste de la Península otra ondulación en este caso una dorsal que llega en ocasiones o configurar un esquema en "omega"; cuando a uno y otro lado se perfilan sendas vaguadas o depresiones, una en el Mediterráneo Occidental otra al Oeste de Azores, en superficie se distingue un engranaje similar pues dichos centros béricos se ven reflejados en superficie. Suele canalizarse de este modo aire Artico marítimo a través de los niveles superiores e inferiores de la atmósfera con dirección N - S. Es una masa fría y poco húmeda debido a su recorrido por el Atlántico rápido y corto.

b. Situación CNW.

Los aportes de aire del Noroeste regidos por un centro de presión negativo, son los que definen esta situación. Esto se facilita gracias a la presencia en los altos niveles troposféricos de una vaguada que abarca el espacio comprendido entre Islandia y Andalucía o el Septentrión Africano e interior de Europa. A nivel del mar se origina una profunda depresión en Irlanda, bajo cuyo radio de acción quedamos sometidos; ocasionalmente se prolonga un talweg desde aquella hasta la Cuenca Occidental Mediterránea o, incluso, puede fundirse con una

MECANISMOS DE LA PRECIPITACION EN SIERRA NEVADA

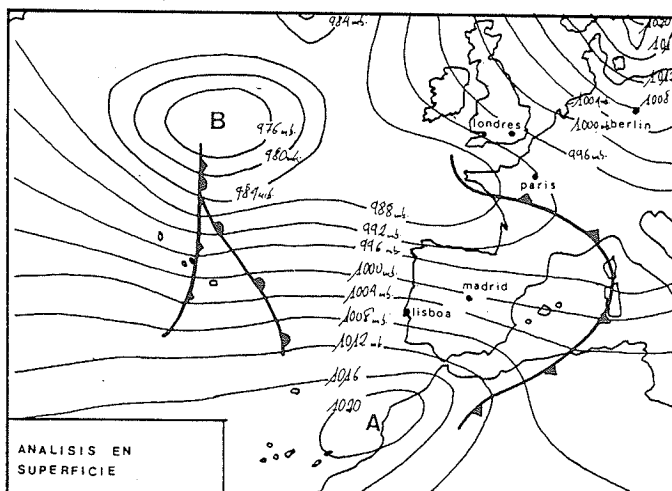
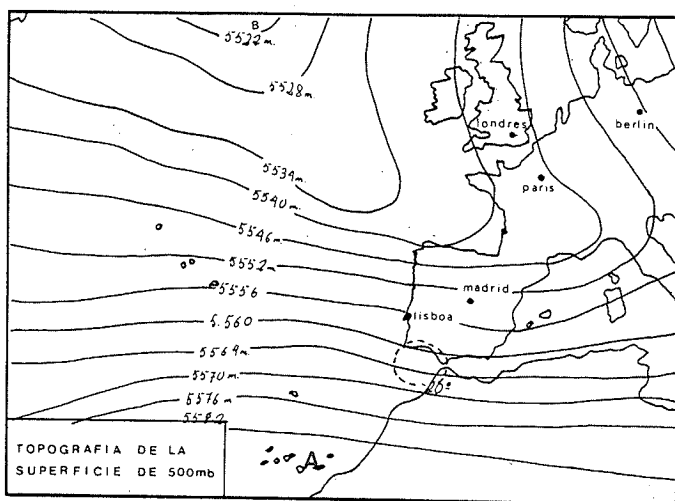


Fig. II.— Ejemplo de situación ciclónica Atlántica (CSW). 15-III-1969.
Fuente: Boletín diario del S.H.N.

depresión fría en la región Galaico-Cantábrica. En contrapartida el Anticiclón de Azores se retrae hacia posiciones más Occidentales. Estas condiciones nos voltean aire Polar marítimo, tanto en altura como en superficie, asociado frecuentemente a procesos clásicos de ciclogénesis con dirección NW-SE. El trayecto más prolongado del aire Polar marítimo una temperatura superficial más suave y un contenido en humedad muy superiores a los que poseía en origen.

c. Situación CW.

La circulación zonal y el régimen ciclónico son la premisa previa y fundamental para poder llegar a considerar una situación como CW. La Corriente en Chorro se desplaza por una latitud muy inferior a la acostumbrada, sobre nuestra vertical. Entonces todos los hechos que desencadenan (depresiones cálidas, frontogénesis, etc...) barren el solar Andaluz. El mínimo de Islandia, centrado en el Atlántico Norte, rige la circulación regional de nuestro ámbito mientras el Anticiclón de Azores se retrae hacia latitudes inferiores y envía una dorsal hacia el Norte de Africa. Bajo estas condiciones el aire Subtropical marítimo y el aire Polar Marítimo nos llegan alternándose junto con los frentes cálido y frío que los separan, con dirección W - E. El paso por aguas oceánicas, en ocasiones desde Norteamérica, proporciona al aire Polar un alto contenido en vapor y temperaturas muy suaves; igual ocurre con el aire Subtropical marítimo.

Los tipos ciclónicos mediterráneos.

Estas situaciones canalizan en superficie masas de aire que al arribar a Sierra Nevada son afectadas, en mayor o menor grado, por el Mediterráneo. La impronta más peculiar que caracteriza a los tipos de tiempo Mediterráneos es el predominio de los movimientos aerológicos verticales (ascendentes) sobre los horizontales. Estas traslaciones espaciales que llevaban a cabo las masas de aire vistas, recorriendo enormes distancias, dejan ahora de existir, cesando con ellas la importancia de los aportes de humedad y energía térmica (calor sensible y latente) procedente del exterior, es decir, de los lugares que ha sobrevolada hasta llegar a nosotros, para tomar el relevo las condiciones higrométricas de los lugares del interior o de las proximidades. Esa importancia de los movimientos aerológicos verticales es la que cataliza las condiciones locales. Puede deducirse que la actuación de la orografía disminuye en su papel de factor explicativo de las precipitaciones, reduciéndose su actuación a la de mecanismo acelerador del disparo de los niveles troposféricos inferiores. Por otro lado debemos señalar que en los tipos Mediterráneos se suelen presentar dos masas de aire, una en altura y otra en superficie, distintas por su procedencia

MECANISMOS DE LA PRECIPITACION EN SIERRA NEVADA

y dirección. Las características de este grupo de situaciones se manifiestan fielmente en los siguientes modelos barométricos:

a. Situación CS.— Las transgresiones aerológicas meridianas son las predominantes pues el Jet describe un tipo de circulación muy lento o celular, destacando la presencia de una gota fría entre el Golfo de Cádiz y el Mar de Alborán. De esta forma tenemos aire Polar en altura y Tropical continental en superficie, procedentes del Norte y del Sur respectivamente. Este aire Tropical continental se vé desnaturalizado por la acción del Mediterráneo, especialmente en otoño, a pesar de la brevedad del recorrido.

b. Situación CE.— La característica definitoria más importante es la presencia en altura de una gota de aire frío centrada en las Costas Portuguesas o entre el Continente de Africa y la Península. En superficie el flujo del Este puede ser accionado por un anticiclón instalado frente a Francia y que ocupa toda Europa Occidental y el Mediterráneo, por una depresión térmica en el Sahara o por una pequeña borrasquita centrada en las costas del Sur o Sudeste español. En superficie se desliza aire Subtropical continental o Mediterráneo del Este o del Sudeste o, incluso, del mismo lugar cuando en superficie hay un pantano, y en altura aire Polar del Norte, embolsado en una burbuja fría según dijimos. (Ver fig. III).

c. Situación CNE.— El Jet describe una vaguada sobre el Mediterráneo Occidental que se ve precedida de una dorsal sobre el Atlántico y el Occidente peninsular. Esta última es delatada en superficie por la presencia de un anticiclón oceánico que envía una cuña hacia el interior europeo. La depresión Balear consigue hacernos llegar aire Polar continental procedente en altura y superficie del NE. aunque su trayecto se realiza por aguas mediterráneas.

El tipo híbrido CSW.

Observando la topografía de 500 mb comprobamos la existencia de un mínimo en torno a Irlanda; de él parte el eje de una vaguada que llega hasta Canarias y al Cabo de San Vicente. A uno y otro lado de la ondulación dos crestas o collados barométricos pueden situarse, uno al Este en el Mediterráneo y otro al Oeste en Azores. En superficie se observa un anticiclón en el Mediterráneo o en la región del Danubio y otro en el Atlántico Norte separados por una vaguada que parte de la Depresión de Irlanda (en ocasiones se trata de una depresión fría). El aire que nos llega es el Polar marítimo de retorno (esto hace partícipe a la situación de los tipos ciclónicos atlánticos) por la cara Occidental de la Vaguada o la depresión fría (esto de los mediterráneos) con dirección SW -SE (Ver Fig. IV).

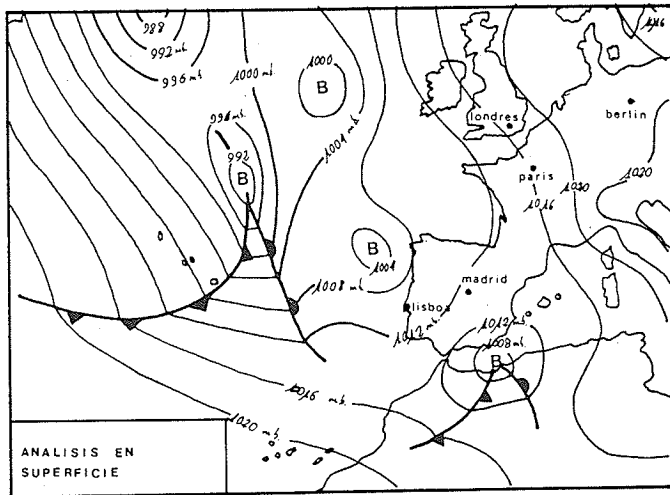
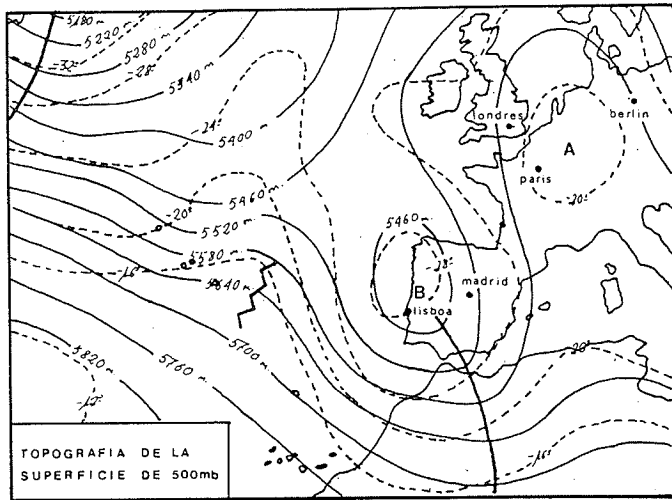


Fig. III.— Ejemplo de situación ciclónica Mediterránea (CE). 9-II-1975.
Fuente: Boletín diario del S.H.N.

MECANISMOS DE LA PRECIPITACION EN SIERRA NEVADA

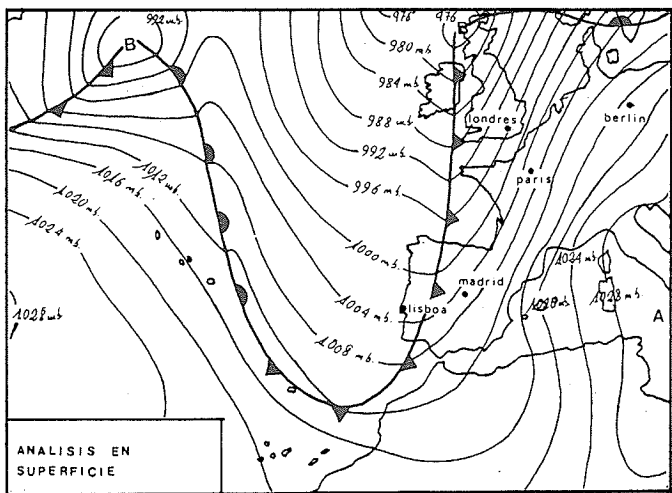
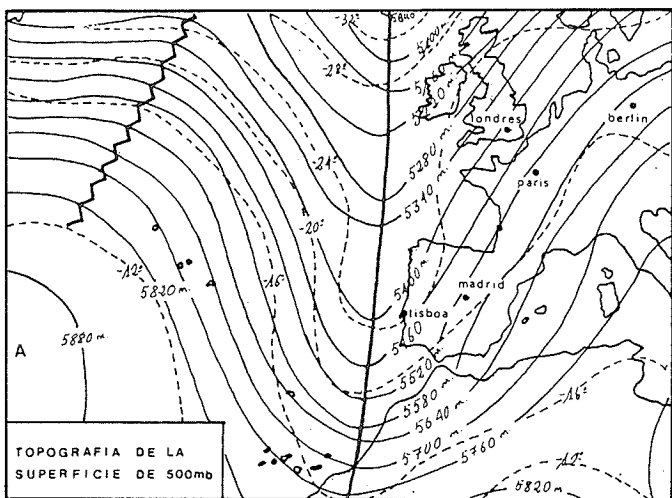


Fig. IV.— Ejemplo de situación ciclónica híbrida (CSW), 15-I-1975.
Fuente: Boletín diario del S.H.N.

Los tipos anticiclónicos.

Para el tema no nos es de excesivo interés el estudio de estas situaciones. No obstante pueden revelarnos la importancia de ciertos fenómenos relacionados con la aparición de precipitaciones: el ascenso mecánico del aire por la presencia de una montaña o el ascenso térmico por un recalentamiento superficial. Se trata de dar una indicación de las posibilidades que los factores geográficos intrazonales pueden tener con respecto a las lluvias ante circunstancias aerológicas adversas.

a. Situación AN.— Los movimientos aerológicos N - S son llevados a cabo por el ramal oriental de una dorsal o un anticiclón de forma oval que ocupa la zona media y Oriental del Atlántico. Este centro es reflejo de una situación en "Omega" del Jet centrada entre Azores-Madeira y las costas Europeas, se canaliza de esta forma aire Artico marítimo en altura y superficie.

b. Situación ANW.— La ondulación del Jet formando una dorsal entre Islandia y las Islas Británicas reflejada en superficie por un centro rector positivo en Azores que es quien voltea aire Polar marítimo.

c. Situación AW.— El Jet con un índice de circulación zonal se desliza por latitudes superiores a la de Sierra Nevada determinando sobre su derecha altas presiones dinámicas (subtropicales) que ocupan la región de estudio y le conceden aire Subtropical marítimo.

d. Situación ASW.— Un collado barométrico en altura parte de Canarias y llega al corazón del Viejo Continente originando en superficie un anticiclón del que parte una dorsal hacia el Sudeste Peninsular que determina aportes de aire Tropical marítimo.

e. Situación AS.— Una situación en "Omega" se sitúa sobre las Costas Europeas que queda reflejada en superficie o el estacionamiento sobre Canarias-Madeira de una depresión nos origina un aporte de aire Subtropical continental del Sur.

f. Situación AE.— El jet siempre ocupa una posición muy septentrional de tal modo que en verano somete a Sierra Nevada a los efectos del Cinturón Subtropical de Altas presiones. En superficie la Península se ve afectada por una depresión térmica inferior a la Sahariana. En invierno se trata de un anticiclón centrado en Europa y que llega hasta el Mediterráneo. En uno y otro caso el aire que nos afecta es el Tropical continental (creado "in situ") o el Polar continental respectivamente.

g. Situación ANE.— El Jet desde Azores hasta el Mar del Norte y posteriormente hacia el Mediterráneo describe una dorsal que origina en superficie que el Anticiclón de Azores envíe una cresta a Europa cuya parte oriental encamina aire Polar continental a Sierra Nevada.

h. Situación AA.— Se corresponde con un régimen de circulación en altura anticiclónico y en superficie con un núcleo de altas presiones centrado en la Península. La situación es debida a procesos de fuerte irradiación de la superficie Ibérica.

Frecuencia de los tipos de tiempo.

Para explicar los valores en la TABLA I hemos de acudir a un factor geográfico ineludible: la Latitud. Nuestra posición marginal con respecto al camino normal del Jet determina la franca inferioridad anual del tipo de tiempo ciclónico; la trascendencia de este factor queda demostrada por el incremento de la superioridad de tipos anticiclónicos sobre los ciclónicos durante el verano cuando el bloque de la Circulación General se retrae hacia el Polo Norte siguiendo el aparente movimiento del Sol, si bien debemos hacer notar que ese predominio se mantiene durante las cuatro estaciones.

Sin embargo tampoco podemos cargar toda la responsabilidad de la primacía del tiempo anticiclónico a la Latitud pues eso sería pensar que el único tipo de situaciones que nos afectan son las AE (Cinturón de Altas Presiones Subtropicales), y eso no es cierto. Existen otros factores geográficos: cuando el Jet se aproxima a nuestra Latitud pero originando una dorsal sobre nuestra vertical; en este hecho influye enormemente la presencia de un pasillo orográfico entre Europa y el Mediterráneo (Valle del Ródano) que deja vía libre al aire superficial continental; por otro lado el razonamiento que ejercen las tierras europeas sobre los Werterlies al llegar a ellas desviándolos hacia su derecha cuando presentan un régimen de circulación zonal. El efecto de rozamiento y la necesidad que tiene el aire de salir de la "Cubeta Continental" provocan irrupciones de aire frío sobre el Mediterráneo Occidental regida en altura por una vaguada (la formada por el desvío hacia su derecha del Jet y el posterior regreso a las latitudes de donde procedía) la cual es precedida de una dorsal que dá lugar a los altos valores del tipo AE y ANE durante el Invierno (46,5% de los casos de invierno). En otras ocasiones se trata del caso también clasificado de la ubicación de una depresión fría estacionaria en Azores-Madeira. El resto de los casos está en relación con las ondulaciones del Jet o con el régimen zonal de éste por Latitudes más Septentrionales, ya vistos.

La explicación de las frecuencias con que aparece anual y estacionalmente la si

tuación ciclónica tiene también mucho que ver con ese factor zonal aludido: la Latitud. La causa del origen de estas situaciones atmosféricas propicias a la inestabilidad atmosférica es fundamentalmente la presencia del Jet, en régimen zonal o describiendo una vaguada, sobre Sierra Nevada. La marginación latitudinal que sufrimos con respecto suya provoca el máximo de frecuencias en Primavera cuando los contrastes térmicos del Globo se atenúan y, con ellos, la velocidad de los Westerlies, que presentan a causa de esto grandes divagaciones meridional que suelen acabar en esquemas de circulación celular. Estas ondulaciones o las células ciclónicas formadas, son las que permiten a la Corriente en Chorro alcanzar y afectar a Sierra Nevada provocando unas condiciones propicias a la inestabilidad.

Los tipos ciclónicos Atlánticos y Mediterráneos son en conjunto más frecuentes en Primavera por estas razones. Dentro de la Primavera cabe destacar el mes de Abril como el único período en que el tiempo ciclónico es más frecuente. Invierno suele ser la segunda época en importancia para los tipos de tiempo ciclónicos en general. Durante la misma, las situaciones CS y CSW presentan la mayor frecuencia pues entonces las depresiones frías suelen presentar un recorrido más meridional, razón indispensable para ver aparecer un tipo de tiempo de componente Sur. Igualmente la época invernal, la época de mayor intensidad de los Westerlies, y de los grandes recorridos de las masas de aire por el Atlántico en sentido W - E, hace a los tipos de tiempo caracterizados por éste hecho obtener igualmente un máximo secundario de aparición. Pero, sobre todo, el invierno es la época en que se observa otra modalidad de acercamiento del Jet a Sierra Nevada: cuando nos afecta con un régimen zonal. El tipo CW asociado a un régimen de circulación muy veloz es casi impensable en otra época pues es durante la estación fría cuando se elaboran las condiciones planetarias térmicas que lo originan. Esto se traduce en la necesidad de circular por latitudes inferiores para compensar el momento cinético angular de rotación. Además, durante la estación fría, el bloque de la Circulación General Atmosférica se encuentra más retraído hacia el Sur siguiendo el aparente movimiento del Astro Solar.

Los tipos ciclónicos mediterráneos son preferentemente situaciones de Primavera-Otoño, gracias a que son tipos de tiempo donde abundan los fenómenos de circulación celular propicios al origen del CE, el más importante de ellos y de los ciclónicos en general. La intensidad de los Westerlies decrece entonces y se favorecen las situaciones de circulación local, en la mayoría de los casos, contrarias por su dirección a los Westerlies. Es curioso observar durante el Verano y el Otoño en menor medida, se sustituyen más frecuentemente las traslaciones

TABLA II.

COMPORTAMIENTO PLUVIOMETRICO DE LOS TIPOS DE TIEMPO EN SIERRA NEVADA

	Situaciones mal definidas																							
	CH			CNW			CW			CSW			CS			CE			CNE					
	Abrucena	Adra	Lanjarón	Cerecillo	Albergue Univ.	Granada	Abrucena	Adra	Lanjarón	Cerecillo	Albergue Univ.	Granada	Abrucena	Adra	Lanjarón	Cerecillo	Albergue Univ.	Granada	Abrucena	Adra	Lanjarón	Cerecillo	Albergue Univ.	Granada
P Invierno	4	3	5	1	9	6	12	28	69	80	30	21	49	15	48	51	56	26	20	8	15	88	12	22
P Primavera	7	2	6	1	4	2	5	12	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
P Verano	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P Otoño	6	6	1	1	4	3	16	29	16	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
P Año	17	12	13	2	17	11	33	54	109	102	53	53	87	47	112	117	117	59	53	31	107	107	54	54
% P estacional con respecto a P anual	15	51	38	8	29	39	53	38	22	71	50	52	35	63	48	44	40	27	27	43	15	18	16	11
% P estacional general de cada tipo de tiempo con respecto a P estacional y anual	1	2	2	0	3	4	7	19	7	26	26	20	21	31	23	26	21	13	13	11	14	7	7	7
Días de precipitación durante la década de 1968-77	1	4	12	4	14	15	6	39	19	46	15	15	32	8	28	4	30	32	8	17	18	13	15	16
Días de precipitación > 25 mm. durante la década de 1968-77.			1			1	1	2	9	1	1	6	5	14	13	1	1	2	6	3	5	2	3	3
Días de precipitación > 75 mm. durante la década de 1968-77.									2															
Potencial pluviométrico P/días p.	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,3	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5	0,4	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
	A A	A N			A N W			A W			A S W			A S			A E			A N E				
P Invierno					0,4			0,7	4,7	1,6	1,8	0,4	4,2	1,5	13	3,3	0,2	0,4	5	0,7	19	6,8	0,7	
P Primavera		0,1					0,6	0,3	3,5	0,4	0,5	0,4	0,8	0,2	4,9	0,8	0,2	0,2	0,8					
P Verano									0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
P Otoño		0,1					0,6	0,5	0,9	0,5	0,4	0,4	0,7	0,2	1,7	0,2	0,9	0,7	0,6	0,2	0,2	0,7	0,8	0,7
P Año		0,1					0,6	0,9	0,9	0,5	0,4	0,4	0,7	0,2	1,7	0,2	0,9	0,7	0,6	0,2	0,2	0,7	0,8	0,7
% P estacional con respecto a P anual	100		100			100	48	21	51	67	41	33	74	16	64	32	22	63	83	100	97	87	100	
% P estacional general de cada tipo de tiempo con respecto a P estacional y anual	0,1		0,1			0,1	0,3	0,2	1,5	0,3	0,5	0,4	0,8	0,6	4,4	2,2	0,3	6,3	4,4	0,8	0,2	0,4	0,8	
Días de precipitación durante la década de 1968-77	1		1			2	2	10	5	1	1	1	1	1	3	19	1	3	19	27	1	3	10	
Potencial pluviométrico P/días p.	0,2		0,1			0,1	0,1	0,7	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,4	0,1	1,8	0,6	0,3	0,2	0,4	0,2	

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del S.M.N., ICONA y Comisaría de Aguas del Sur (década 1968-77). Para la variable días de precipitación no se consideran los días de lluvia inapreciable.

aerológicas casi planetarias, o por lo menos hemisféricas por recorridos reducidos a una escala regional o local.

En resumen los mecanismos de la precipitación por tipos atlánticos son los propios de Primavera Invierno mientras que los ciclónicos mediterráneos son propios de Primavera-Otoño. De este modo se nos configura el siguiente esquema: el Verano es la época de los tipos más reticentes a la precipitación. El Invierno el tiempo de las grandes traslaciones oceánicas. El Otoño la segunda estación en importancia de las transgresiones meridianas del Jet y el comienzo de las condiciones de Invierno. Finalmente la Primavera muestra movimientos prolongados a través del océano dirigidos en altura por el Jet que normalmente desembocan en un esquema de circulación celular por la tendencia del río aéreo durante esta estación a ondularse profundamente.

El comportamiento pluviométrico de los tipos de tiempo y los mecanismos de la precipitación en Sierra Nevada.

Una vez definidas las situaciones sinópticas bajo las cuales se origina uno y otro tipo de mecanismos de precipitación y visto su ritmo de aparición, tenemos la base para pasar a investigar el comportamiento pluviométrico de cada uno de ellos con lo cual entramos en la explicación de la pluviometría de Sierra Nevada y el desvelamiento del comportamiento pluviométrico de los agentes protagonistas de la precipitación en el dominio climatológico donde estamos incluidos, temas propuestos en la Introducción.

Con este fin hemos elaborado la TABLA II donde se aprecian para los puntos escogidos, las diferentes variables pluviométricas de cada tipo de tiempo. Examinemos detenidamente estos valores de la TABLA II.

a Situación CN.— El aire Artico marítimo es una masa de aire poco propicia al desenvolvimiento de lluvias; una ojeada a la TABLA II nos lo demuestra (36 mm. precipitación en el Albergue Universitario es el máximo). Tan sólo representa un 4,6% de las precipitaciones en un lugar, Albergue Universitario, que ofrece unas condiciones idóneas: bien orientado (a barlovento del flujo dominante) y elevado (2.550 m). Aquí mismo, a duras penas, consigue originar 49 días de precipitación desde 1.968 a 1.977 (4,9 días de promedio anual).

Dos hechos son los causantes de que esta situación sea tan remisa a producir lluvias: la situación del centro depresionario que nos voltea este flujo aéreo con respecto a Sierra Nevada allí donde es menos activa la ciclogénesis (ramal Occidental de la vaguada) y las características de la masa de aire en superficie

(muy fría y poco húmeda pues su recorrido por la superficie oceánica es corto y rápido).

Se trata de una situación, por tanto, que participa muy débilmente en las precipitaciones de la Sierra, siendo la Primavera, de forma generalizada la época más afectada del año.

b. Situación CNW.— Es esta situación un importante mecanismo originador de lluvias en ciertos sectores de la Sierra, aquellos más elevados y a barlovento del flujo dominante del aire Polar marítimo NW-SE. Afecta a los ámbitos de Alta Montaña y Noroccidentales pues allí su potencial pluviométrico es ciertamente fuerte: 8,8 mm. en el Albergue Universitario o 5 en Cerecillo, 3 en Granada y Loja.

El mecanismo de precipitación que representa el tiempo CNW es doble: consiste en primer lugar en la ascendencia mecánica obligada del aire Polar al encontrar a su paso la "pared orográfica" de Sierra Nevada. Los valores de temperatura y humedad favorables por su recorrido Atlántico no tardan en dejarse sentir en importantes condensaciones del aire conforme se eleva hasta producir los volúmenes pluviométricos reflejados en la TABLA pudiendo ocasionalmente originar más de 75 mm de lluvia en 24 horas. En segundo lugar el mecanismo de la precipitación del tiempo CNW consiste en la ascendencia que sufre el aire comprendido entre el frente de la masa Polar y la ladera de Sierra Nevada. El frío aire del Noroeste le empuja contra el Macizo Nevado y se introduce por debajo suyo obligándole a ascender y condensarse.

Estas situaciones, bastante frecuentes a lo largo del año en general (TABLA I) son responsables de gran parte de las precipitaciones que se observan en las zonas altas y Nordoccidentales de Sierra Nevada pues son la elevación topográfica y la situación a barlovento los factores determinantes para que el CNW produzca lluvias. A partir de cierta altura de la fachada a sotavento hasta el mar, el fenómeno Föhn se encarga de anular este mecanismo de la precipitación. El 28% de las precipitaciones del Albergue el 15% de Granada y Cerecillo, etc... son debidas al CNW.

El tipo CNW se muestra más propicio a la lluvia en Invierno (véase su potencial pluviométrico durante esta estación) no sólo porque es entonces muy frecuente su presencia (TABLA I) sino, además, porque los contrastes más acentuados entre las suaves temperaturas oceánicas y las temperaturas de la masa de aire en su lugar de origen dan lugar a una mayor actividad desestabilizadora del agua sobre las capas aéreas superficiales. Por otro lado se acentúan las diferencias termométricas, y con ellas la intensidad de la frontogénesis, entre el frío aire Polar y el aire que se encuentra al llegar a Sierra Nevada. Esto explica que la

MECANISMOS DE LA PRECIPITACION EN SIERRA NEVADA

frecuencia máxima primaveral del CNW no baste para compensar los factores aludidos para el Invierno que son igualmente extensibles al último tercio del Otoño.

c. Situación CW.— Los mecanismos de las lluvias debidos a las situaciones CW son prácticamente los que observamos en los CNW: el ascenso orográfico del aire Polar marítimo (cuyo recalentamiento y humedecimiento por la base, es superior por su más prolongado recorrido Atlántico) y el ascenso del aire presente entre el frente frío y la ladera del Macizo Nevado; pero ahora se añade otro mecanismo que si bien puede encontrarse en los tipos CNW no es tan nítido ni frecuente, nos referimos a los procesos de frontogénesis clásica, procesos asociados a de presiones ondulatorias y a sistemas de frentes fríos y cálidos con la intervención de otra masa de aire distinta y muy inestable (Polar marítimo de retorno) hechos propios de una circulación del Jet zonal representando lo que se conoce como Frente Subpolar.

Estos mecanismos pluviométricos son propicios al origen de fuerte inestabilidad atmosférica en las zonas de Sierra Nevada donde puede hacerse efectivo el ascenso topográfico o la acentuación de la frontogénesis por la orografía: las regiones a barlovento del flujo del Oeste y el sector de Alta Montaña (ver valores de precipitación anual con CW en la TABLA II). Estos hechos son indudablemente similares a los que vimos cuando hablamos de la distribución de las consecuencias pluviométricas del tipo CNW, sin embargo los mecanismos originados por los CW son en ciertos aspectos distintos y dichas diferencias se aprecian en los valores de precipitación de Sierra Nevada: teóricamente el tiempo CW debe mostrar una mayor pluviosidad en primer lugar porque la situación en altura del CNW mostraba sobre Sierra Nevada el ramal descendente de una vaguada (ciclogénesis menor que en el ascendente), en segundo lugar porque el recorrido oceánico es más prolongado y más propicio a la inestabilidad con el CW y en tercer lugar por su frecuencia anual. Esta aptitud teórica del tipo CW para dar lugar a precipitaciones más cuantiosas que el CNW se ve confirmada por los datos de días de precipitación y días de precipitación superior a 25 mm. así como por las precipitaciones anuales de cada observatorio. Sin embargo dos hechos parecen mostrarse contrarios: el potencial pluviométrico del tipo CNW en el Albergue Universitario y el número de precipitación mayor a 75 mm. Se trata únicamente de un efecto de orientación del accidente topográfico con respecto a los flujos.

Ahora la mayor actividad de estos mecanismos pluviométricos durante el Invierno (recordamos lo dicho en el apartado anterior: es cuestión de la intensificación de los contrastes térmicos aerológicos que quedan reflejados en un índice pluviométrico superior el de cualquier otra estación del año) por un lado y, por

otro, la presencia más asidua en esta época fría del CW, cuando resulta ser el tipo de tiempo ciclónico más importante por su frecuencia (TABLA I), son dos hechos que se dejan sentir de manera inequívoca: en el Invierno el CW produce el 50% de las precipitaciones anuales medias de esta situación de poniente. Para resaltar aún más la importancia del CW en las lluvias invernales debemos hacer notar que en todos los observatorios el porcentaje de precipitaciones de Invierno debido a este tipo de tiempo, con respecto a las precipitaciones invernales en general es el más alto de los tipos de tiempo clasificados (20 a 30%).

d. Situación CSW.— En la clasificación de los tipos de tiempo distinguimos un grupo Ciclónico Atlántico otro Mediterráneo y un tercero híbrido de los dos anteriores: el CSW. Vemos ahora como las razones teóricas para diferenciarlo que dimos en la clasificación se traducen también en hechos reales, perfectamente constatables. Tenemos un mecanismo de precipitación con los tipos CSW nuevo, pues la ascensión del aire no es motivada fundamentalmente por un obstáculo orográfico sino por la situación que se formula en los altos niveles troposféricos, y más concretamente el Jet; el Chorro describe una vaguada cuyo ramal ascendente se sitúa sobre Sierra Nevada, a veces es una gota de aire frío, pero en un caso u otro quedamos sometidos a la región del centro ciclónico de mayor actividad dinámica. En esto se asemeja a las situaciones ciclónicas mediterráneas.

Por tanto la orografía pasa a ser simplemente un elemento intensificador de los procesos ascensionales determinados por el Jet en altura. La representatividad pluviométrica de este tipo de tiempo (el porcentaje de precipitación con CSW respecto a la precipitación total) es siempre elevada en cada uno de los observatorios (15 al 20%) y, muestra del cese de la actuación de la orografía como factor determinante de lluvias, tenemos la suavización de los contrastes entre las precipitaciones recogidas a barlovento y a sotavento: 42 mm. al año en Abruena con CSW y 117 en Cerecillo frente a los 29 mm. al año en Abruena con CNW y 158 en el Albergue Universitario respectivamente mínimos y máximos.

Además, podemos hacer responsable al relieve de la modificación local de los valores termohigrométricos englobados en la masa de aire fuera de Sierra Nevada (en el Atlántico), valores termohigrométricos que son los que "succiona" la depresión de altura y convierte en lluvia. Naturalmente, estos serán superiores a barlovento que a sotavento del flujo pues a barlovento lo que la depresión de altura "succiona" es un aire inestable, por su recorrido atlántico tan prolongado, que no ha sufrido el efecto Föhn.

La importancia de este tipo de procesos se ve disminuida por su frecuencia baja

MECANISMOS DE LA PRECIPITACION EN SIERRA NEVADA

(ver TABLA I); sólo se destaca por su presencia en Invierno (véanse las causas de este hecho en el comentario a las frecuencias), época en la que se obtienen los índices de precipitación superiores del año. No obstante no es la frecuencia máxima invernal del CSW el único hecho que incide en la importancia de las precipitaciones de Invierno que desarrolla frente a cualquier otra época, existe otro factor que nos hace asemejar esta situación barométrica con las ciclónicas atlánticas, nos referimos a la actuación de los contrastes térmicos más acusados durante la época invernal entre el océano y el aire; la actuación del Atlántico sobre este cuerpo aerológico que procede de la región Subártica es más intensa que en cualquier otro caso pues es también más larga y durante la traslación de esta masa de aire sobre la región marítima, desde las latitudes Polares hasta las Subtropicales, retornando hacia el Norte hasta llegar a nuestra posición. En altura, las frías temperaturas con que esta masa se desplaza a través del recorrido no se modifican, sólo las capas superficiales sufren una fuerte desnaturación debida al contacto directo con el agua que aporta a esos niveles inferior humedad y calor, resultando de estos hechos una situación atmosférica en el interior del aire Polar marítimo de retorno ciertamente inestable.

Del tiempo CSW caben esperar por tanto fuertes movimientos ascensionales por motivos termodinámicos: situación del Jet en altura y valores termohigrométricos en superficie. Efectivamente, esta situación que sólo supone un bajo porcentaje de las situaciones ciclónicas (12%) provoca el 20% de las precipitaciones de Lanjarón o Cerecillo (31% de las precipitaciones de Invierno en Lanjarón y 26% en Cerecillo).

e. Situación CE.— Con el tiempo CE nos introducimos en un tipo de mecanismos de precipitación totalmente enfrentado a los ciclónicos Atlánticos. Se destaca la presencia en superficie de una masa de aire cálida y húmeda procedente del Este (Subtropical continental desnaturado por el Mediterráneo o masa de aire Mediterránea) ocupando un espacio mucho más reducido que en los casos anteriores donde la masa de aire Polar afectaba a regiones que superaban con creces la superficie peninsular; en altura es fría y procedente del Norte, se suele tratar de gotas de aire frío desprendidas de latitudes septentrionales (régimen de circulación celular del Jet) situadas entre el Golfo de Cádiz y Mar de Alborán. Aunque suelen presentarse en superficie sistemas de frentes, la actividad del torbellino (y en definitiva el mecanismo de la precipitación) no está suministrado por la estratificación lábil de las masas de aire yuxtapuestas en la horizontal (caso de las situaciones Atlánticas) sino por la estratificación lábil de esas masas de aire mencionadas (Polar y Subtropical) en la vertical. Se trata de un mecanismo de ascensión del aire debido fundamentalmente a efectos termodinámicos

(succión provocada por la dinámica atmosférica ciclónica que determina la cara Oriental de la Gota, zona más activa; y ascensión por fuertes contrastes térmicos altura/superficie a los que se añade una gran humedad superficial) donde el papel de la orografía es el de originar el disparo vertical de los niveles atmosféricos superficiales y de intensificar localmente la ascensión del aire hasta la Tropopausa.

Estos fenómenos destacados son responsables de que se pierdan en gran medida las diferencias pluviométricas barlovento/sotavento realizadas por la topografía con esas inmensas masas atlánticas Polares. La reducción en la importancia de la traslación del aire superficial implica la reducción del efecto Föhn (los valores máximos de precipitación con CE son 137 y 70 mm. en Cerecillo y Granada. Ver TABLA). La importancia ahora la establecen las condiciones locales superficiales de temperatura y humedad por un lado y altitudinales de vorticidad ciclónica y bajas temperaturas (en un estudio realizado por nosotros sobre el comportamiento de la gota de aire frío y la distribución de sus consecuencias en la España Peninsular, veíamos como las temperaturas en altura deben ser para el Sur peninsular siempre inferiores a -12°C en verano y -16°C en invierno). Por esto los contrastes en la distribución de las precipitaciones en Sierra Nevada con CE se limitan a un hecho: fuertes valores en las zonas abiertas a la masa de aire Mediterránea durante la época en que más recalentado está el mar, el Otoño. Es curioso observar como cuando se producen esos aguaceros con CE la temperatura de las aguas superficiales Mediterráneas pierde calor que es cedido y convertido en lluvia (por medio de la ascensión del aire). Pero esto provoca por otro lado que los contrastes altitudinales sean menos intensos en Sierra Nevada.

En contrapartida, tenemos una variabilidad del fenómeno pluviométrico muy superior: mientras determinadas situaciones aún se recuerdan como desgraciadas efemérides por las inundaciones a las que dió lugar otras pasan sin apenas dejar rastro de lluvia, cosa que es más rara con los tipos atlánticos. Por esto los valores del potencial pluviométrico del CE (TABLA II) no reflejan la realidad por tratarse de una cifra media. Lo que sí es cierto es que raros son los observatorios que, cercanos al Mediterráneo, o abiertos a él, no obtengan, no ya algún día de precipitación superior a 25 mm., sino a 100 mm.

En cuanto a los valores estacionales, que duda cabe que aunque en el transcurso de la Primavera sea más frecuente el tiempo CE (ver TABLA I) el Otoño se impone como la estación durante la que se observan con mayor contundencia los días de precipitación superior a 75 mm y los máximos volúmenes de precipitación

MECANISMOS DE LA PRECIPITACION EN SIERRA NEVADA

al año (de 40 al 50%). Es curioso anotar como durante el Verano, cuando las condiciones locales superficiales favorables son ofrecidas por las regiones continentales (recalentamiento de la tierra) las mayores precipitaciones de Verano originadas por CE se presentan en puntos del interior (Granada, Lanjarón, etc.) y el mínimo en la costa. Esto último nos acaba de confirmar lo que anteriormente decíamos para la importancia de las condiciones locales.

f. Situación CS.— Las consecuencias del tipo CS son similares en cuanto a mecanismos de precipitación a los del CE. La diferencia estriba en que su formación es menos frecuente (ver TABLA I) y predominantemente en Invierno. La indagación de los valores de la TABLA II no nos permiten más que confirmar la identidad de esta situación con las situaciones Medietrráneas en base a la atenuación de los contrastes pluviométricos de días de precipitación entre los puntos a diferentes alturas de Sierra Nevada. El máximo corresponde a Cerecillo y Lanjarón donde repercute el papel intensificador que aquí tiene la orografía. Por otro lado la estacionalidad de las precipitaciones que origina suele ser el Invierno en las zonas de Alta Montaña y Granada el que marca el máximo y la estacionalidad de los días de precipitación esta igualmente marcada con un máximo invernal.

g. Situación CNE.— El aire Polar continental nos afecta con régimen ciclónico y trayectoria mediterránea. No es muy frecuente sobre Sierra Nevada de ahí que su trascendencia como mecanismo de precipitación sea poco marcada. Debemos hacer notar que se asocia en altura a una depresión fría lo cual nos lo caracteriza como un tipo Mediterráneo, sin embargo sus características de superficie lo hace muy diferente al resto por presentar unas condiciones poco favorables por sus temperaturas frías en las que apenas ha tenido tiempo el Mediterráneo de intervenir, ya que suele ser un tipo de tiempo más frecuente en Primavera, precisamente cuando la actividad del cálido mar es menor. La estación de Primavera es la más afectada por las lluvias CNE. Pero de todas maneras siempre su actividad pluviométrica es débil dejándose sentir un poco más en Abrucena.

h. Situaciones Anticiclónicas.— En todos los casos anteriores las características de la circulación en Altura y superficie (valores de presión negativa) favorecían la ascensionalidad aerológica dinámica apoyada por los efectos de la orografía o de la frontogénesis o la inestabilidad termodinámica. Con las situaciones anticiclónicas lo que vamos a encontrar va a ser la estabilidad dinámica del aire desencadenada por un núcleo de altas presiones o una dorsal en altura y en contra suya, la actividad de una serie de factores geográficos. A continuación comentamos los hechos más relevantes de las precipitaciones que hemos obtenido con los tipos Anticiclónicos:

-El caso del Tipo AE de verano puede ser uno de los hechos más importantes para comentar. Las condiciones de superficie de Verano con altas temperaturas que provocan una depresión térmica no pueden ascender más que hasta un cierto nivel, la inversión térmica de los 2.500 m. propia de las regiones Subtropicales se opone a ello. La inestabilidad superficial no tiene continuidad en fuertes procesos de condensación por el ascenso vertical del aire; para ello es preciso que se debilite el muro anticiclónico de altura (originador de tiempo soleado y fuertes temperaturas superficiales) lo suficiente para poder romperse esa inversión térmica. Se trata de típicas tormentas de calor de las regiones de montaña y del interior.

-Pero el máximo de precipitación con situación anticiclónica corresponde al obtenido por el CW en el Albergue Universitario Universitario (3% de las precipitaciones anuales). La influencia de la orografía se deja sentir tímidamente pues la estabilidad impuesta por los niveles troposféricos superiores se opone a todo proceso de condensación. Por esto los trascendentales flujos oceánicos de poniente, anteriormente catapultados por las laderas de la Sierra hacia la condensación y la precipitación, se muestran ahora tan remisos a producir lluvias.

-Por otro lado en el caso AA se observa como la falta incluso de condiciones para el ascenso en superficie y en altura en las regiones del interior, enfriadas por procesos de irradiación no hace posible precipitación alguna, afectando a esta norma únicamente las zonas de montaña o costeras.

En resumen, los mecanismos de la precipitación son los mecanismos de inestabilidad que originan los tipos ciclónicos Atlánticos Mediterráneos y el CSW; de esta modo las situaciones anticiclónicas jamás representan "per se" una situación inestable atmosférica.

Conclusiones: mecanismos principales de la precipitación en las partes de Sierra Nevada.

Al analizar cada situación atmosférica y examinar los procesos típicos de condensación y precipitación que conllevan, hemos comprobado la existencia de diferencias importantes entre unos y otros pero también hemos captado la presencia de rasgos comunes. Estos son por un lado:

- La horizontalidad de los movimientos aéreos de las masas de aire Atlánticas y con ella la importancia de los sistemas de frentes en superficie.

- Su procedencia de regiones lejanas con un recorrido oceánico (más o menos prolongado según el caso) que influía sobre todo en Invierno, dotando el cuerpo aerológico de características inestables (calor y vapor).

MECANISMOS DE LA PRECIPITACION EN SIERRA NEVADA

- La presencia en los altos niveles de una circulación del Jet que no es la idónea para la inestabilidad pues nunca se dá el caso de situarse las regiones ciclogénicamente más activas de una vaguada o una gota (su sector oriental) sobre la vertical de Sierra Nevada.

- El aporte de vapor es exterior y va englobado en la masa de aire Polar que nos llega. Por esto, por la horizontalidad típica del movimiento de la masa de aire y por las condiciones de la topografía de 500 m., la orografía se convierte en el elemento fundamental para explicar la distribución de las precipitaciones haciendo de las zonas a barlovento y de alta montaña las más favorables y las más bajas y a sotavento las más desfavorables por efecto Föhn.

De estos rasgos son participes las situaciones CN, CNW y CW que afectan a las zonas del Albergue Universitario, Lanjarón y Granada. Adra, en la costa Mediterránea y Abruca, en el Este de la Sierra, se ven protegidos. Estos mecanismos pluviométricos son los responsables de que estas situaciones que hemos catalogado como favorables obtengan un máximo pluviométrico y un máximo de días de precipitación en Invierno. Además las precipitaciones presentan una continuidad temporal apreciable debida a la gran frecuencia con que estos tipos de tiempo Atlánticos se suceden entre sí ininterrumpidamente de tal modo que en una localidad favorable pueden presentarse primeramente precipitaciones con CW a las que suele suceder el tipo CNW y CN.

Por otro lado se pueden destacar otro conjunto de características totalmente distintas que no hacen sino revelar la existencia de un tipo de mecanismos de precipitación esencialmente distinto; sus rasgos comunes son:

- La verticalidad de los movimientos aéreos de las masas de aire procedentes del Mediterráneo y, con ella, el cese de la importancia de las condiciones de superficie tales como la frontogénesis; hay situaciones de este tipo en las que puede observarse en superficie un anticiclón.

- Las condiciones de vapor y temperatura de superficie no dependen de los aportes del exterior sino locales. De este modo los contrastes en la distribución de las precipitaciones en Sierra Nevada depende ahora de la existencia de condiciones favorables "in situ".

- La ascensión termodinámica cobra especial importancia en detrimento de la ascensión orográfica que actúa únicamente como elemento acelerador del disparo vertical de las capas atmosféricas inferiores.

- El Jet presenta un régimen de circulación de bloqueo o celular. Desprendido

de él, un fragmento que embolsa aire frío y representa un movimiento ciclónico se sitúa entre el Golfo de Cádiz y el Mar de Alborán, dejando a Sierra Nevada en la parte oriental, la de ciclogénesis más fuerte.

De estos rasgos son partícipes las situaciones CE, CS y CNE que afectan prácticamente a toda Sierra Nevada aunque se efectúa una discriminación entre unos ámbitos y otros en función de esas condiciones locales: el Coeficiente de Variación entre las precipitaciones originadas por los tipos Atlánticos en los diferentes observatorios no obstante es casi el doble que el de las Mediterráneas (Atlánticos = 47,75 Mediterráneas = 21,94). Este hecho nos indica hasta qué punto influye la topografía en la distribución de las precipitaciones que los tipos ciclónicos atlánticos desencadenan y hasta qué punto también influye la presencia de esos factores locales en la distribución de las lluvias acarreadas por los tipos ciclónicos mediterráneos. Así, las regiones Mediterráneas (solana de Sierra Nevada) están impregnadas por estos mecanismos pluviométricos con un máximo de lluvia otoñal; los días de precipitación son menos numerosos y más variables en cuanto al volumen de precipitación desarrollado, unas veces inapreciable, otras torrencial. Esa continuidad temporal de las precipitaciones con tipos atlánticos es ahora sustituida por precipitaciones súbitas, cortas, fuertes, que se localizan tanto en la Alta Montaña como en una ubicación costera.

Entre los ciclónicos mediterráneos y los atlánticos tenemos un mecanismo híbrido (el CSW) a caballo entrambos: condiciones de altura típicas de las primeras y condiciones de superficie típicas de las atlánticas.

- La vertical del movimiento de los estratos atmosféricos inferiores viene determinada por el ramal o cara oriental de la vaguada o gota fría respectivamente. Se posibilita la inestabilidad en todas las partes de Sierra Nevada.

- La procedencia de los valores termohigrométricos del exterior y su desplazamiento horizontal hace que estos sean modificados localmente por el relieve (efecto de estancamiento a barlovento y de Föhn a sotavento) y esta modificación es la que posibilita una diferenciación interior de las precipitaciones híbridas pues la depresión de altura actúa más eficazmente donde los estratos inferiores de la masa de aire se muestran más ricos en vapor y más inestables.

Las precipitaciones que origina presentan un carácter torrencial y máximo invernal.

Tenemos pues varios sectores en la Sierra según los mecanismos de precipitación que predominantemente les afectan:

MECANISMOS DE LA PRECIPITACION EN SIERRA NEVADA

a. Zonas resguardadas topográficamente de los Westerlies: son afectadas fundamentalmente por los mecanismos mediterráneos, los cuales impregnan con sus peculiaridades la caractereología pluviométrica del sector: precipitaciones débiles por la falta de las lluvias de invierno época durante la que se origina una fuerte sequía y variabilidad de las precipitaciones, máximo pluviométrico otoñal y máximo secundario de Primavera cuando se configura un mayor número de situaciones CE. Es el caso de la región Oriental de Sierra Nevada (Río Nacimiento) representada por Abrucena. Estas características se continúan más allá de la Sierra, hasta la Costa Blanca, que queda fuera de nuestro ámbito de estudio y que hemos tenido la oportunidad de analizar en un trabajo que realizamos sobre la indigencia pluviométrica del Levante Andaluz.

b. Zonas del tercio Occidental y central de la umbría de Sierra Nevada: los tipos ciclónicos mediterráneos sólo se dejan sentir en Verano, finales de Primavera y principios de Otoño cuando las condiciones locales de superficie son favorables; en estos casos únicamente son observables chubascos tan intensos como cortos (tormentas). Pero las precipitaciones son en su mayoría originadas por los tipos ciclónicos atlánticos que tiñen las características pluviales del sector con precipitaciones continuas y raramente torrenciales con marcado matiz invernal y mínimo pluviométrico de Verano-Otoño. A esta región difícilmente puede llegar la influencia del Mar Mediterráneo pues se interpone un muro de casi 3.500 m (Mulhacén). El ejemplo lo tenemos en Granada.

c. Zonas de la solana de Sierra Nevada: están afectadas por las situaciones ciclónicas mediterráneas y las híbridas CSW. Los aguaceros no faltan, recordemos las inundaciones del 73 en la Rábita), ni la influencia mediterránea marcan un ritmo de precipitación interestacional cuya máximo se sitúa en Otoño-Invierno en la Costa, Invierno-Otoño en el curso medio y alto de los ríos de esta ladera y de Invierno-Primavera en el sector más Occidental (Lanjarón). De la importancia de las precipitaciones de Invierno son responsables los tipos CSW y ciclónicos atlánticos (recordemos que el mediodía peninsular queda abierto al Atlántico a través de Gibraltar) y de la importancia de las de Otoño y Primavera el tipo ciclónico mediterráneo.

- Zona de Alta Montaña: las regiones más elevadas de una y otra vertiente de la Sierra muestran en su pluviometría la huella de los tipos ciclónicos atlánticos, mediterráneos y CSW. El efecto Föhn apenas puede entrar en acción por las características de altitud general; de este modo los tipos ciclónicos atlánticos originan las típicas precipitaciones invernales con ese carácter de continuidad que les es tan propio aunque suelen ser también bastante más voluminosas de lo normal, haciendo a esta época del año la más lluviosa en este ámbito. La Primavera

J.M. CASTILLO REQUENA

y el Otoño le siguen en importancia. Nunca falta un cuantioso número de días de precipitación y de días de precipitación torrencial, debidos estos últimos, esencialmente, al tiempo CE, CSW, en la parte de Cerecillo y CNW y CW en la del Albergue Universitario.