


LAS GOTAS FRÍAS/DANAS. IDEAS Y CONCEPTOS BÁSICOS

Francisco Martín León
Meteorólogo

 (publicado en el blog de AEMET
el 17 de octubre de 2018)

Reproducción del trabajo divulgativo publicado en febrero de 2003.

Introducción

La gota fría es uno de los términos meteorológicos más usados coloquialmente y más arraigada en España: está presente cada año en los medios de comunicación, en la calle, etc. Es sinónimo de lluvias catastróficas, intensas y dañinas, así como de situaciones meteorológicas altamente peligrosas. En algunas ocasiones las pérdidas humanas y materiales han sido asociadas a la presencia de supuestas gotas frías que se abalanzan o barren las zonas mediterráneas cuando realmente no eran tales. Pero, ¿qué hay de verdad en todo ello?, ¿realmente siempre llevan asociadas lluvias intensas?, ¿cuáles son sus características y qué las distingue de otras perturbaciones atmosféricas?, ¿es el término correcto para describir ciertas situaciones de lluvias intensas? Vamos a tratar de contestar a estas preguntas a lo largo de este trabajo. Abordaremos en este primer capítulo el origen de esta terminología y su evolución histórica hasta nuestros días. No se trata de hacer un trabajo científico complejo sino más bien clarificador. Trabajos de investigación, publicaciones científicas y notas técnicas ya se han realizado sobre este tema, bien con la denominación de gota fría o bien usando otros términos más evolucionados, modernos y acordes con los actuales conocimientos.

Conceptos y definiciones

Existen dos acepciones básicas y generales sobre el concepto de gota fría. La primera se fundamenta en la simplicidad y el fácil uso de este término meteorológico y popular como un «comodín», sin base científica alguna, que sirve para explicar ciertas situaciones meteorológicas de fuerte impacto social. La segunda está basada en los conocimientos adquiridos por la ciencia meteorológica en el devenir de los años. Analicemos cada una de ellas.

La gota fría como «comodín meteorológico»

Se entiende, coloquialmente, como gota fría a cualquier situación meteorológica que lleve o pueda llevar asociada lluvias intensas, efectos desastrosos, preferentemente en la época

otoñal y en la zona mediterránea, independientemente del marco sinóptico donde se desarrollan las precipitaciones. Esta «entidad» o concepto (¡¡¡que no definición!!!) no está basada en aspectos meteorológicos precisos.

Este término está arraigado, sobre todo, en algunos medios de comunicación que tratan de explicar de forma llana y simplista situaciones de lluvias fuertes y dañinas.

Estamos acostumbrados a oír que lluvias cuantiosas, que se han registrado en un lugar determinado, se han producido porque la gota fría ha barrido o afectado a dicha zona. La gota fría se asocia vulgarmente con inestabilidad atmosférica. En esta acepción subyace el hecho de que la gota fría es sinónimo de la presencia de aire muy frío en niveles medios y esto, unido al aire cálido del Mediterráneo en la época otoñal (o incluso durante la primavera-verano sobre las tierras soleadas peninsulares), bastaría para explicar los acontecimientos de fuerte inestabilidad y de carácter tormentoso. **La gota fría es, conceptualmente, una perturbación o ente «comodín».**

Sin embargo, debemos olvidarnos de este concepto de gota fría como sinónimo de situación de catástrofe o de lluvias intensas en la zona mediterránea y en otoño, preferentemente, ya que este término causa cierto impacto social y es inadecuado. Debemos pedir al informador que transmita los conceptos o los agentes reales asociados a las precipitaciones intensas y potencialmente dañinas, que no son ni más ni menos que los originados por **las tormentas intensas o lluvias persistentes. Estos dos últimos elementos locales son los que, en última instancia, provocan los cuantiosos daños en áreas concretas y no la gota fría como tal.**

Es fácil de demostrar, puntualmente y climatológicamente, que **muchas situaciones de gota fría no llevan asociadas lluvias intensas y catastróficas.** De la misma forma, **episodios adversos de lluvias y vientos fuertes en el área mediterránea pueden estar ligados a otro tipo de fenomenología distinta a las gotas frías,** donde las características del agua del mar, áreas costeras, orografía circundante, etc., condicionan el flujo en niveles bajos (su intensidad y contenido de humedad), que a fin de cuentas es uno de los protagonistas principales de estos acontecimientos al generar, mantener y modular las tormentas que se forman en la zona del Mediterráneo siempre y cuando en niveles medios-altos se den condiciones apropiadas.

Definiciones y antecedentes históricos

Antes de comenzar a definir lo que se entiende por gota fría haremos una breve revisión histórica de este concepto, analizaremos las nuevas ideas y acepciones y, por último, trataremos de dar una definición más concordante con las teorías meteorológicas modernas.

Al igual que en otras ciencias, en Meteorología existen «escuelas» o grupos de personas que en determinados países y en unos momentos específicos tuvieron un gran auge e influyeron en la Meteorología por sus ideas y conceptos innovadores a la hora de explicar ciertos fenómenos atmosféricos. Así, se habla de la escuela noruega asociada a la teoría del frente polar con las borrascas móviles en latitudes medias, la escuela anglosajona e incluso la escuela alemana.

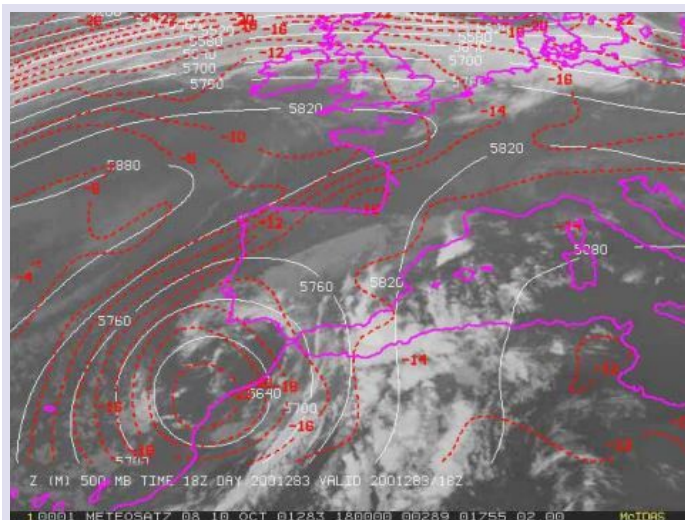
Origen del concepto de gota fría: la escuela alemana

El origen de la gota fría aparece en 1886 en la escuela alemana, que introdujo la idea de «*kaltlufttropfen*», cuya traducción aproximada es gota de aire frío. Llasat (1991) hace un buen resumen histórico del concepto de gota fría a partir de las ideas de la escuela alemana con sus referencias oportunas. Señala que fueron Köppen y, posteriormente, Sherhag los que definieron una gota fría como «una marcada depresión en altura, sin reflejo en superficie, en cuya parte central se encuentra el aire más frío». Esta definición se centra en los aspectos dinámicos (depresión en altura) y, sobre todo, en sus aspectos térmicos (aire muy frío en altura). Hay que resaltar aquí que estamos frente a dos elementos que son básicos:

- Perturbación de altura (digamos a partir de 5500 m para fijar ideas) sin reflejo aparente en superficie.
- Aire frío en niveles medios de la troposfera.

Por lo tanto, una gota de aire frío no es una borrasca o una depresión de latitudes medias con sistemas frontales asociados y bajas presiones en superficie sino una entidad diferenciada, meteorológicamente, de otras. El hecho de estar aislada y sin aparente reflejo en superficie significó, en su momento, un concepto innovador (figura 1). Posteriormente, este concepto de «separación» entre niveles altos y bajos ha quedado superado, como veremos más adelante.

A mediados del siglo pasado, con la mejora de los métodos de observación, se comprobó que algunas gotas frías podían tener reflejo en el campo de presión en superficie pero no



llevaban asociado ese contraste de masas de aire frío-cálido, típico de los sistemas frontales de la escuela noruega. Cuando debajo de la perturbación fría en altura se aprecia una baja en superficie con una circulación cerrada, entonces decimos que se ha generado una borrasca fría aislada (este último concepto se ampliará posteriormente).

Figura 1. Ejemplo de gota fría. En esta imagen podemos ver un embolsamiento de aire frío aislado en el mapa de 500 hPa (geopotencial, en línea blanca, continua y metros, y temperatura, T, en rojo, discontinua y en °C) correspondiente al 10 de octubre de 2001 a las 18 UTC (20 horas local) situado al SW de la Península. La imagen de fondo corresponde al canal infrarrojo del Meteosat. Bandas nubosas con tormentas se sitúan al sur y sureste de la Península y mar de Alborán. Otros focos convectivos están frente a las costas de Castellón y Tarragona, relativamente lejos de la influencia de la llamada gota fría.

Las nuevas teorías modernas en Meteorología dinámica señalan que **las depresiones de altura siempre tienen un reflejo en niveles bajos y superficie**, que se manifiesta en forma de algún tipo de anomalía (presión, temperatura, estabilidad, viento, etc).

El concepto inicial y básico de gota fría que se ha expuesto no se centra directamente en su génesis ni, por supuesto, en otras características que se han observado con la llegada de las nuevas formas de observar y analizar la atmósfera (sondeos, observaciones de superficie y altura, satélites, modelos numéricos, nuevas teorías dinámicas, etc.). En España, el concepto de gota fría se arraiga y permanece en el lenguaje técnico-meteorológico porque la escuela alemana influyó mucho en el antiguo Servicio Meteorológico Nacional español y en ciertos estamentos universitarios en los años de la Guerra Civil y posteriores a ella. Importantes meteorólogos y profesores de Meteorología usaron este término hasta que se hizo popular.

Con el devenir de los años, y a mediados del siglo pasado, se acuñó otro vocablo más preciso de gota fría, que en la terminología anglosajona se le denominó «*cut-off low*». Como veremos en el siguiente apartado, la gota fría es un elemento de niveles altos desgajado y aislado de la corriente en chorro que llega a tener independencia propia. En esta línea, Mariano Medina (1976) ya lo apuntaba en sus trabajos pero mantenía la expresión de gota fría a las perturbaciones que estamos analizando. Su uso en las pantallas de televisión pudo ser el origen del arraigo popular de que goza hoy.

La terminología de gota fría fue progresivamente abandonada por las diferentes escuelas meteorológicas debido, como se comentó anteriormente, a los nuevos enfoques que iban apareciendo en la segunda mitad del siglo veinte. Solo en España y en Alemania se sigue empleando técnicamente el nombre de gota fría, aunque no de forma mayoritaria.

Las corrientes en chorro y el aislamiento de circulaciones intensas en altura: depresión aislada en niveles altos (dana)

La existencia de intensas corrientes canalizadas que circunvalan la Tierra, aproximadamente a unos 9000 m de altura o a 300 hPa en nuestras latitudes, es un hecho conocido. A estas circulaciones concentradas en niveles altos se les denominan corrientes en chorro.

Existen distintos tipos de «*jets*» o chorros a diferentes latitudes, el más conocido es el chorro polar (figura 2). Este lleva asociados máximos de vientos muy intensos, que superan ampliamente los 100 kt (180 km/h). La dirección que normalmente posee el chorro es zonal: fluye de oeste a este rodeando a la Tierra y está limitado a un cinturón de latitudes medias. En el hemisferio norte y en el lado izquierdo del chorro polar, o el lado que «mira» al polo norte, el aire es relativamente frío. En su lado más meridional el aire es más cálido que el del lado polar. Cuando el chorro, originalmente rectilíneo, se intensifica, se ondula y toma una componente norte-sur muy marcada, se puede generar un proceso de aislamiento y estrangulamiento de parte de esta circulación intensa. Estas circulaciones se aíslan de la circulación general, se alejan de las zonas de origen y llegan a cerrarse sobre sí mismas. Las primeras ideas sobre este nuevo enfoque y origen de las gotas frías provienen de Palmén (1949) y Palmén y Newton (1969). Como se comentó anteriormente, el término inglés empleado en la actualidad para nombrar a estas perturbaciones es el de «*cut-off low*», que podría traducirse como depresión o baja aislada. Meteorológicamente, se le denominó o «bautizó» en español como «depresión aislada de niveles altos» (dana). Esta

palabra no fue introducida y usada en el INM hasta mediados de los ochenta como una terminología más apropiada que la de gota fría dentro del Área de Predicción y Vigilancia.

Obsérvese que en el término anglosajón solo se habla de baja o depresión aislada sin hacer referencia al nivel, ya que se supone, de hecho, que se encuentra separada de la circulación en chorro de niveles altos. Por contra, en la terminología española hemos añadido explícitamente el concepto de «niveles altos» para diferenciarlas de otro tipo de depresiones o bajas aisladas, como, por ejemplo, las de origen térmico que se dan en la Península durante los meses cálidos en capas bajas.

En nuestras latitudes podemos estar afectados también por el chorro subtropical: un cinturón de vientos máximos zonal muy concentrado, equivalente al polar, pero situado en latitudes más bajas y a mayor altura, entre 11 000 y 13 000 m, aproximadamente (figura 2). Para él también vale lo comentado en el caso del polar. Por lo tanto, del chorro subtropical se puede separar y aislar un ramal o circulación cerrada cuando este llega a ondularse marcadamente. En ambos casos, el resultado de este proceso es la presencia y generación

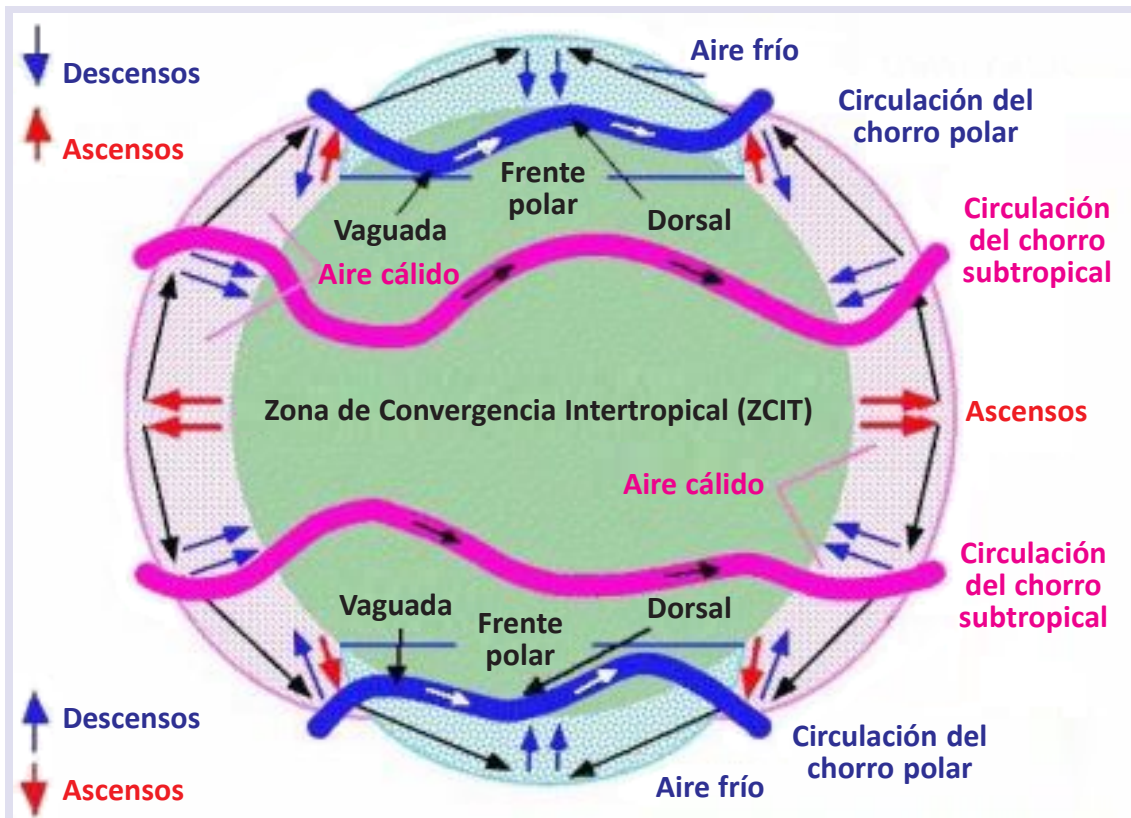


Figura 2. El sistema básico de la circulación atmosférica. Dos cinturones de vientos muy intensos, elevados y canalizados en cada hemisferio se sitúan en latitudes medias y subtropicales: son los chorros polar (en azul) y subtropical (en rosa), respectivamente. Aunque su componente fundamental o direccional es zonal (los llamados vientos de los oestes), en muchas ocasiones aparece una componente meridional (norte-sur) significativa, dando lugar a las típicas ondulaciones que observamos en la figura adjunta. En determinadas ocasiones, esta última componente es tan intensa que puede dar lugar a rupturas y aislamientos de estructuras, dando origen a las danas.

de circulaciones cerradas y separadas de la zona “madre” originaria. Se forma una depresión en altura que posee una circulación propia, independiente y que ha perdido el contacto con la circulación que la generó (polar o subtropical), desplazándose de forma independiente del flujo de los oestes.

Las danas poseen un ciclo de vida característico (figura 3), bien diferenciado de otras perturbaciones sinópticas: se generan en niveles altos asociadas a un proceso de ondulación, separación, ruptura y aislamiento de la circulación del chorro. En su estado de aislamiento completo poseen una circulación ciclónica cerrada que se refleja en niveles altos y medios, digamos en 300 y 500 hPa. Estas perturbaciones conservan parte de las propiedades de la circulación que las originó: en su lado izquierdo tendremos un núcleo de aire muy frío en niveles medios, que contrasta con el aire más cálido en su lado derecho.

Por lo tanto, la explicación basada en circulaciones intensas, que se aíslan de las fuentes originarias (polar o subtropical) y, posteriormente, se cierran sobre sí mismas nos da una visión simple, efectiva y elegante del concepto de dana, que, a su vez, incluye a lo que anteriormente se denominaba gota fría.

Nota. Este es uno de los procesos más comunes del ciclo de vida de las danas. Lógicamente, existen otras formas de generación, evolución y disipación, pero con las mismas ideas subyacentes: la dana se forma como una entidad singular, aislada y separada de una circulación intensa o chorro del flujo de los oestes.

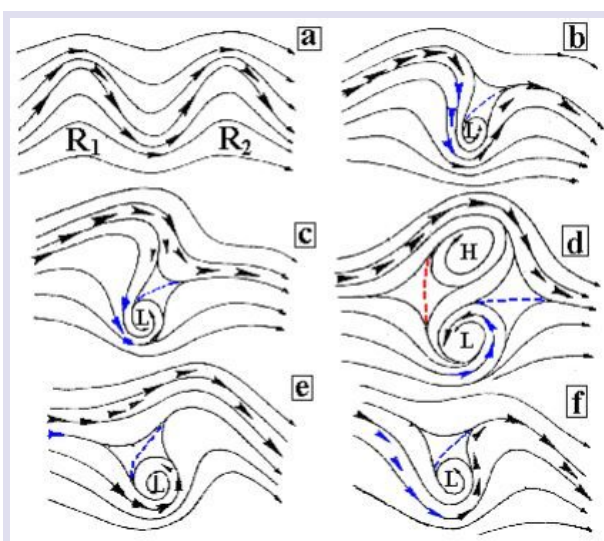


Figura 3. Proceso conceptual de aislamiento y evolución de una dana y sus fases según las ideas de la circulación en chorro en niveles altos. a) Ondulación de la circulación en chorro (flechas negras). R1 y R2 son dorsales. b) Estiramiento meridional norte-sur. El crecimiento e inclinación de la dorsal R1 genera un incremento de la intensidad de la componente meridional del viento en la parte descendente de ella (flechas en azul). L indicaría la dana en sus momentos iniciales. c) Aislamiento inicial. La circulación del chorro de latitudes

más altas se recompone (en negro). La circulación propia e independiente de la dana, en su parte trasera, la aleja de la circulación “madre”. d) Aislamiento total. La dana está separada completamente de la circulación originaria, desarrollando su propia circulación. En muchas ocasiones se desarrolla en su parte norte una dorsal o región de altas presiones, H en la figura. e) Inicio de la absorción. Un ramal del chorro (en azul) asociado a una vaguada tiende a absorber y a capturar a la dana, L. f) Estiramiento sur-norte y absorción completa. La circulación del chorro recurva por la parte occidental de la dana a la vez que esta sube hacia latitudes más altas y es reintegrada a la circulación polar o “madre”. Figura adaptada de Smigelelski y Ellrod (NOAA, sin referencia bibliográfica concreta).

En la península ibérica y Baleares, las danas más significativas e intensas suelen provenir de ondulaciones y aislamientos de aire en niveles altos asociados al chorro polar. A partir de ahora nos centraremos en estas.

La diferencia fundamental de ambas teorías es el enfoque más realista, genético y dinámico de la segunda (dana) frente a la primera (gota fría). Mientras que en el concepto de gota fría se prima el hecho de ser una depresión soportada por un núcleo de temperatura muy fría, el de dana lleva implícito aspectos asociados a circulaciones intensas y cerradas, que a su vez conforman un mínimo depresionario dinámico y térmico. Las observaciones, sobre todo a partir de imágenes de satélite, ponen de manifiesto los conceptos anteriormente enumerados y su ciclo de vida.

Es importante hacer notar que las danas son perturbaciones de altura y que se pueden propagar de arriba a abajo. En su fase inicial y de madurez aparecen en los mapas de altura (250, 300 y en 500 hPa). A medida que su movimiento se hace más lento, la perturbación, siempre y cuando sea intensa, se propaga hacia abajo y se ve reflejada en los mapas de 700 hPa: circulación cerrada y mínimo de temperatura en su seno. Cuando el proceso llega hasta 850 hPa y superficie, a la dana se le puede denominar borrasca fría aislada. Esta última representaría una parte del ciclo de vida de una dana: una perturbación ciclónica aislada que se refleja verticalmente en todos los niveles y lleva asociado un seno de aire frío preferentemente en capas medias y bajas. Si por algún motivo meteorológico la circulación ciclónica desaparece en capas bajas (de 700 hPa hasta superficie) dentro de una borrasca fría aislada tendremos de nuevo, y según los conceptos expuestos, una dana propiamente dicha.

Lo expuesto hasta ahora no implica solamente un cambio de nombre sino que esta nueva denominación conlleva un sentido más moderno, realista y científico que el anterior. Por lo tanto, podemos definir una dana como:

“Una depresión cerrada en altura que se ha aislado y separado completamente de la circulación asociada al chorro, y que se mueve independientemente de tal flujo llegando, a veces, a ser estacionaria o, incluso, retrógrada (su desplazamiento es, en estos casos, de dirección este-oeste)”.

Obsérvese que en esta definición los elementos fundamentales asociados a las danas son el aislamiento, la separación y su movimiento singular, independiente de la circulación del chorro donde se generó. En este nuevo, o renovado, concepto no se hace mención alguna de sus posibles reflejos en superficie (baja cerrada, presencia de frentes, etc.) ni del tiempo o efectos que potencialmente pueda llevar asociada (lluvias intensas, tormentas, rayos, etc.). Como siempre, en la atmósfera se presentan multitud de perturbaciones que entran de lleno en esta acepción de dana, cada una de ellas con sus singularidades particulares, pero en lo fundamental todas presentarán las mismas características comentadas con anterioridad.

Podríamos haber denominado a las danas simplemente como depresiones aisladas (o DA en su versión abreviada) sin el apelativo de niveles altos. Realmente esta sería la traducción más correcta de «*cut-off low*», pero hemos preferido utilizar su acepción completa de dana porque:

- refuerza explícitamente el carácter del nivel de su formación: niveles altos;
- elimina la ambigüedad que se puede introducir al poderlas confundir con otras que solo se encuentran en niveles bajos;
- por razones históricas y de uso establecidas en el INM.

Nota. Se introdujo el concepto de baja fría como parte del ciclo de vida de una dana, cuando esta última tiene un reflejo en todos los niveles: desde niveles altos hasta superficie. Toda perturbación en niveles altos genera anomalías en capas inferiores y en superficie, de mayor o menor grado. Por lo tanto, y ahondando en lo comentado en el párrafo anterior, la presencia o ausencia de perturbaciones en niveles bajos o en superficie no se va a utilizar para marcar diferencias entre una dana u otra perturbación aislada de niveles altos con reflejo en superficie. En otras palabras, una dana será cualquier perturbación que cumpla la definición anterior, tenga o no reflejo en superficie. Con este concepto en mente se tiene que una borrasca fría aislada es una dana.

Llegado a este punto parece necesario distinguir entre las borrascas frías aisladas de las propiamente llamadas borrascas frías de tipo polar. Las danas, y refiriéndonos al hemisferio norte, deben quedar aisladas y separadas de la circulación del chorro, situándose en su lado ecuatorial. Cuando la dana se manifiesta o refleja marcadamente en todos los niveles y en su vertical tendremos la llamada borrasca fría aislada. Por otra parte, existen borrascas frías que se sitúan en el lado polar de la corriente en chorro. Muchas de ellas se generan como resultado final del ciclo de vida de una depresión móvil de latitudes medias: la depresión en altura queda sobre la baja en superficie y en su vertical. A estas borrascas frías polares se les denomina, simplemente, borrascas frías para diferenciarlas de las borrascas frías aisladas generadas a partir de una dana.

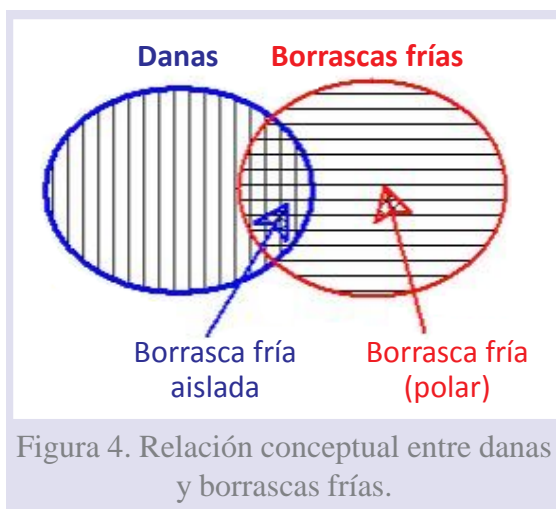


Figura 4. Relación conceptual entre danas y borrascas frías.

Conclusiones

En este breve trabajo hemos tratado de analizar, desde el punto de vista meteorológico, lo que se entiende como gota fría. Queda fuera de los objetivos del documento demostrar que muchas de las situaciones de lluvias intensas en el área mediterránea no están asociadas a episodios de gota fría. En algunos casos, esta terminología es usada inadecuadamente («comodín meteorológico») para justificar la presencia de precipitaciones torrenciales o intensas.

Por otra parte, el término de gota fría es un concepto relativamente antiguo y ha sido superado por el devenir de los años. Las nuevas formas de entender los procesos de la

troposfera y las nuevas herramientas observacionales nos han hecho revisar y redefinir las ideas ligadas a estos embolsamientos aislados de aire frío en niveles superiores. Creemos que el concepto de dana, que asociamos al término anglosajón de «*cut-off low*», es más acertado y realista que el de gota fría. Al ser el concepto de gota fría poco preciso e incompleto, se entiende que debe ser sustituido por otro más moderno, «elegante» y efectivo que explique la formación y evolución de estas perturbaciones de altura de forma simple y que se ajusten a la realidad observacional.

Por todo ello, se propone que el nombre de estas perturbaciones sea el de dana, en vez de gota fría, al menos, a nivel técnico.

Somos consciente que «la gota fría» es parte de la terminología popular, difícilmente des-terrable del lenguaje coloquial. Sepamos, al menos, emplear este concepto correctamente, desde el punto de vista meteorológico y mediático, y no como elemento potencialmente amenazador. En última instancia, son los sistemas tormentosos bien organizados (de menor escala que las gotas frías o danas) los que pueden generar graves daños y pérdidas de vidas humanas. La gota fría, o mejor aún la dana, es uno de los mecanismos atmosféricos que a nivel sinóptico puede unir todos los ingredientes necesarios para generar las temidas lluvias torrenciales. Pero no olvidemos que hay otros elementos sinópticos que también las pueden generar. Es más importante llamar la atención del público y de las autoridades civiles del riesgo potencial de los focos tormentosos que de las gotas frías o danas.

Más información en:

<https://repositorio.aemet.es/simple-search?query=DANA&submit.x=0&submit.y=0>

<http://www.aemet.es/es/portada>