

# MODELOS CONCEPTUALES MESOESCALARES. APLICACIÓN AL CASO DE CATALUÑA

Ramón Pascual Berghaenel  
Delegación Territorial de AEMET en Cataluña

*RESUMEN: Aunque la predicción meteorológica actual está basada en muy buena medida en la consulta e interpretación de los campos previstos por los modelos numéricos de predicción (NWP) para las distintas variables meteorológicas, sigue siendo de gran utilidad para el predictor disponer de un paquete de modelos conceptuales que resuman de la manera más completa posible el conjunto de las situaciones meteorológicas, tanto a escala sinóptica como mesoescalar, que dan lugar a los distintos tipos de tiempo observados en un ámbito geográfico determinado.*

*La hipótesis fundamental sobre la que se sustenta este escrito es la existencia de una relación entre las **situaciones sinópticas tipo**, fruto de una clasificación previa, y un conjunto de **estructuras mesoescalares recurrentes** que a su vez tienen ligados unos **tipos de tiempo o fenomenología**. Esta relación, sin embargo, no es unívoca ya que tipos sinópticos distintos pueden estar asociados a unas mismas estructuras mesoescalares y, por supuesto, una única situación sinóptica tipo puede dar lugar a distintas estructuras mesoescalares bien identificadas.*

*El objetivo de este breve trabajo es doble: (1) presentar un método de ordenación de modelos conceptuales y (2) facilitar el trabajo del predictor en el ámbito del nordeste peninsular revisando la cadena «situación sinóptica tipo-estructura mesoescalar recurrente-tipo de tiempo» de aplicación en su entorno geográfico.*

## 1. INTRODUCCIÓN

La predicción del tiempo sigue siendo uno de los principales retos de la ciencia meteorológica. Los campos meteorológicos previstos por los modelos numéricos de predicción (NWP) son en la actualidad la principal herramienta para realizar la predicción en el corto, medio y largo plazo. En el muy corto plazo los sistemas de teledetección (satélites, radares y sistemas de detección de descargas eléctricas) actúan como principales apoyos de la tarea de predecir la evolución de los sistemas meteorológicos presentes o la aparición de otros nuevos.

Tanto en el caso del uso de las salidas de los NWP como en el de la interpretación de los datos procedentes de los sistemas de teledetección es todavía fundamental disponer de un conjunto de modelos conceptuales que faciliten la comprensión de la situación meteorológica actual y futura en un determinado contexto geográfico y climatológico. Los modelos conceptuales mesoescalares regionales derivan, de alguna manera, de otros de ámbito más general que se reproducen en distintos lugares del planeta.

A partir de los distintos tipos de modelos que se pueden considerar se introduce la definición de modelo conceptual y su caracterización. En este artículo se identifican también las utilidades de los modelos conceptuales y sus debilidades. Finalmente, tras presentar algún ejemplo, se establecen unas relaciones entre situaciones meteorológicas a escala sinóptica, estructuras mesoescalares y estructuras locales con su fenomenología asociada. El objetivo final es resumir en un número limitado relativamente pequeño de modelos conceptuales regionales aquellas situaciones meteorológicas que dan lugar a un tiempo concreto significativo en la zona de estudio, aun reconociendo que la casística de tipos de situaciones y fenomenología observada es infinita.

## 2. MODELOS CONCEPTUALES: PREDICCIÓN NUMÉRICA Y CLIMATOLOGÍA

Un **modelo** es una herramienta para simular o predecir el comportamiento de un sistema dinámico como la atmósfera. Por lo tanto, no es útil solamente para establecer las condiciones futuras del sistema, probablemente con un cierto grado de probabilidad asociada, sino también para entender el funcionamiento del sistema. Es decir, se trata también de una herramienta de diagnóstico. Existen modelos de muy distinta índole: heurísticos (basados en sistemas expertos, bases de datos de conocimiento, reconocimientos de patrones, etc.); estadísticos, numéricos (como los NWP), sistemas físicos simplificados, análogos, etc.

Un modelo conceptual (meteorológico) (MC) «es una descripción cualitativa o semicuantitativa que incorpora una comprensión de la estructura, el mecanismo y el ciclo de vida de algún fenómeno

meteorológico. Implica que previamente el fenómeno ha sido reconocido y nombrado». Según esta definición, para poder elaborar un MC es necesario en primer lugar identificar el fenómeno. Probablemente, el aspecto más comprometido de un modelo conceptual sea el establecimiento del ciclo de vida del fenómeno, que incluye la coordenada tiempo y en consecuencia tiene un cierto carácter predictivo.

Según la acción de la Unión Europea COST 78 (2001), un MC meteorológico ha de proporcionar una serie de elementos:

- Definición del fenómeno: características reconocibles en observaciones, análisis y simulaciones validadas.
- Descripción del ciclo de vida: aspecto, tamaño, intensidad y tiempo asociado. Imagen mental 4D.
- Establecimiento de los procesos físicos fundamentales: modo y ritmo de evolución del fenómeno.
- Especificación de los campos meteorológicos clave para explicar los procesos.
- Orientación para la predicción del desplazamiento y evolución de los fenómenos.
- Orientación para la predicción de las condiciones meteorológicas complementando las salidas de los modelos numéricos de predicción.

Aunque han pasado casi 15 años desde esta enumeración de las capacidades esperadas de un MC, y en este periodo de tiempo los NWP han mejorado muy notablemente sus capacidades predictivas, las potencialidades de un MC siguen siendo algo a tener muy en cuenta, en especial en la predicción operativa.

Siguiendo las conclusiones de la acción COST citada, se puede establecer que los MC son especialmente útiles para:

- tratar fenómenos no resueltos o bien descritos por los modelos numéricos de predicción;
- diagnosticar el comportamiento de los NWP: dar sentido físico;
- detectar posibles errores en las salidas de los modelos numéricos de predicción;
- establecer «atajos» en la predicción operativa: mayor rapidez;
- extraer información fundamental de patrones complejos;
- diagnosticar condiciones observadas: identificar y explicar los fenómenos asociados;
- describir la evolución de un fenómeno en el muy corto plazo;
- proporcionar un método de predicción independiente.

Naturalmente, los MC también tienen debilidades. Las principales son:

- puede haber MC parecidos (ambigüedad);
- pueden no describir completa o adecuadamente un fenómeno;
- puede haber demasiados MC;
- pueden ser demasiado complejos para su uso operativo;
- es difícil incorporarlos a sistemas automáticos.

Los MC se pueden clasificar según distintos criterios:

- escala espacio-temporal: sinóptica, mesoescala, local, etc.;
- ámbito de aplicación: troposfera, latitudes medias, océano, región, lugar, etc.;
- tipo de estructura/fenomenología: depresión, máximo de viento, precipitación, convección, nieblas, etc.;
- origen del fenómeno: dinámico, térmico, topográfico, etc.

Queda fuera del ámbito de este trabajo describir modelos conceptuales concretos. Sin embargo, mediante un enfoque distinto sí que se van a enumerar unos cuantos de ellos.

El siguiente esquema muestra, mediante un ejemplo, la relación entre situación meteorológica tipo, modelo conceptual (patrón mesoescalar) y fenomenología.



Si se dispone previamente de una clasificación sinóptica satisfactoria, cualquier situación sinóptica de un día determinado podrá ser asociada a un tipo de situación. Esta es la primera hipótesis de trabajo. La segunda consiste en postular que dado un tipo de situación sinóptica esta tendrá asociados uno o varios patrones mesoescalares recurrentes en función en buena medida de la topografía pero también de factores meteorológicos. Finalmente, la tercera hipótesis de trabajo considera que dado un determinado patrón mesoescalar se producirá una fenomenología concreta y unas condiciones meteorológicas recurrentes. En resumen, una clasificación sinóptica lo más completa posible y con el menor número de ambigüedades posible lleva a una clasificación de tipos de tiempo, que son consecuencia de las estructuras mesoescalares y locales que aparecen.

La fuerte dependencia de la topografía regional y local (básicamente relieve y disposición de tierra y mar, en su caso) implica que una misma situación sinóptica dé lugar a patrones mesoescalares netamente distintos en diferentes zonas. Y, por lo tanto, a tipos de tiempo distintos.

En el ejemplo que se muestra, válido para Cataluña, situada en el nordeste de la península ibérica, se recuerda un hecho conocido: bajo situación de advección septentrional en niveles bajos (normalmente con entrada de dorsal atlántica por el oeste en niveles medios) se forma la estructura mesoescalar del campo de presión llamada dipolo pirenaico, un caso particular de dipolo orográfico, con altas presiones sobre el Pirineo y su vertiente norte y bajas presiones en la sur. Esta estructura además conlleva la aparición de gradientes fuertes de presión en el extremo oriental del Pirineo y en el valle del Ebro y finalmente, estos gradientes béricos acentuados generan aceleraciones del aire y vientos fuertes: tramontana del cuarto y a veces del tercer cuadrante en el extremo norte de la costa catalana (Empordà) y mestral del NW en la salida del Ebro al mar.

Cuando, según la climatología sinóptica, unas determinadas situaciones sinópticas son recurrentes en un área, también lo serán los patrones mesoescalares asociados y en última instancia unos tipos de tiempo concretos, con unas condiciones meteorológicas y fenomenologías determinadas y todo ello distribuido a lo largo del año, por meses y estaciones. Sin embargo, a pesar de la ayuda que puede representar para la predicción la climatología sinóptica con soporte físico, el día a día meteorológico enseña que siempre hay que analizar en detalle las características de la situación meteorológica prevista, a todas las escalas, si se quiere conocer con precisión el tipo de tiempo que se observará.

### 3. ENTORNOS SINÓPTICOS RECURRENTES Y PATRONES MESOESCALARES ASOCIADOS

En el cuadro 1 quedan patentes algunas características que no se han mencionado hasta ahora:

- (1) una determinada situación sinóptica puede dar lugar a distintas estructuras o procesos mesoescalares simultáneos;
- (2) una determinada situación sinóptica puede dar lugar a procesos antagónicos dependiendo de factores como la época del año;
- (3) pueden aparecer unas mismas estructuras o procesos mesoescalares bajo situaciones sinópticas distintas;
- (4) no en todos los casos las situaciones sinópticas generan estructuras mesoescalares definidas pero sí tienen un tipo de tiempo característico asociado.

La clasificación sinóptica usada es original pero está basada en la combinación de varias clasificaciones sinópticas ya existentes. Los tipos sinópticos que se han incluido en el cuadro 1 son solamente aquellos que dan lugar a estructuras o procesos mesoescalares definidos pero hay otros en la clasificación.

La circulación zonal intensa a bajas latitudes da lugar, por interacción con la península ibérica, a la aparición de una vaguada a sotavento (mediterránea) y en algunos casos incluso a ciclogénesis balear. Los frentes fríos que a menudo van asociados a esta circulación zonal pueden sufrir dos tipos de procesos antagónicos: ralentizarse, deformarse y entrar en fase de frontolisis o, por el contrario, reactivarse al llegar a la costa mediterránea, proceso más habitual al final del verano o durante el otoño cuando la temperatura de la superficie del mar es elevada.

El paso de vaguadas procedentes del Atlántico asociadas o no a depresiones centradas en el golfo de Vizcaya da lugar también a procesos ciclogénéticos en el ámbito del mar balear, entre las islas Baleares y la costa levantina peninsular o sobre Argelia o al norte de este país, sobre el mar. Este tipo sinóptico también es favorable al desarrollo del llamado *frente mediterráneo* que separa una masa de aire oceánica más o menos modificada sobre la península ibérica de la masa de aire mediterránea. Finalmente, el frente frío que suele acompañar a la vaguada puede reactivarse al llegar a la costa mediterránea, especialmente a finales del verano o en otoño.

Situación sinóptica	Estructura o proceso mesoescalar
Intensa circulación zonal a bajas latitudes	Vaguada mediterránea en capas bajas Ciclogénesis mediterránea: balear Deformación frontal ibérica Reactivación mediterránea de frente frío
Vaguada asociada o no a una depresión centrada en el golfo de Vizcaya	Ciclogénesis mediterránea: balear o argelina Frente mediterráneo Reactivación mediterránea de frente frío
Advección septentrional	Dipolo pirenaico Deformación frontal pirenaica Ciclogénesis mediterránea: Génova-León o balear
Advección continental europea	¿Dipolo pirenaico? Deformación frontal pirenaica Ciclogénesis mediterránea: Génova-León
Advección de levante asociada a un anticiclón centroeuropeo	Frente mediterráneo
Advección de levante con dana al oeste de Cataluña o sobre ella	Ciclogénesis mediterránea: balear o argelina Frente mediterráneo
Advección del sudoeste asociada o no a una depresión británica	Dipolo pirenaico invertido Dipolo del Sistema Ibérico Ciclogénesis mediterránea: argelina Deformación frontal en el Sistema Ibérico (?) o Pirineo
Baja dinámica centrada	Ciclogénesis mediterránea: balear y argelina <i>Medicane</i> Frente mediterráneo
Anticiclón dinámico centrado	Baja térmica en el valle del Ebro
Pantano barométrico	Baja térmica en el valle del Ebro
Baja térmica	Baja térmica en el valle del Ebro
Baja térmica con vaguada en altura	Baja térmica en el valle del Ebro
Vaguada retrógrada	<i>Low Level Jet</i> de componente este Ciclogénesis balear

Cuadro 1. Tipos de situaciones sinópticas y principales estructuras mesoescales asociadas.

Como ya se ha descrito en el ejemplo mostrado más arriba, en las advecciones septentrionales se produce una deformación del campo bórico en superficie que da lugar a la aparición del dipolo pirenaico de presión: altas presiones sobre el Pirineo y al norte de él y bajas presiones sobre Cataluña y la parte baja y central del valle del Ebro. En ocasiones se produce la entrada clara de una masa de aire fría, polar marítima o continental o incluso ártica, en forma de frente frío. La interacción de este frente con la cordillera pirenaica provoca un retardo del mismo, especialmente en las capas más bajas y en la parte central de la cordillera, mientras que por los extremos continúa su avance. En pocas palabras, una deformación del frente. Finalmente, también bajo este tipo de situación sinóptica se producen ciclogénesis en diferentes zonas: en el sector de los golfos de Génova y León y nuevamente en el mar balear. De hecho, ¡el primero de los ámbitos es uno de los más ciclogénéticos del mundo!

Las advecciones continentales europeas generan estructuras o procesos mesoescales muy similares a las advecciones septentrionales pero es dudoso, en estos casos, que el dipolo pirenaico se forme con la misma intensidad.

Dentro de la familia de las advecciones de levante, aquellas en las que está presente una depresión aislada de niveles altos (*dana*) centrada al oeste de Cataluña o sobre ella son las más favorables a que aparezca finalmente en superficie (y perdería entonces el carácter de *dana*) una baja argelina o sobre el mar balear. También bajo el tipo de advección de levante, con o sin *dana*, el largo recorrido

marítimo del flujo en niveles bajos facilita la formación de la masa de aire mediterránea y el consiguiente frente mediterráneo situado en las cercanías de la costa de Levante peninsular.

El tipo «advección del sudoeste asociada o no a una depresión británica» tiene vinculadas diversas estructuras mesoescalares. La interacción del flujo del sudoeste con los principales sistemas montañosos del nordeste peninsular da lugar a la aparición de dos dipolos de presión: uno en el Sistema Ibérico, con el mínimo bórico sobre el valle del Ebro, y otro en el Pirineo, invertido respecto al habitual (con flujo del norte), con el mínimo de presión en la vertiente norte pirenaica. A su vez, los frentes cálidos o fríos asociados a esta advección del sudoeste interactúan en primer lugar con el Sistema Ibérico y posteriormente con el Pirineo produciéndose unos retardos en su avance, no muy claros al pasar por la primera cordillera, pero evidentes al hacerlo sobre la segunda. Finalmente, el obstáculo que las montañas del norte de África representan para estos flujos también tiene como consecuencia una ciclogénesis de sotavento (argelina) sobre la costa africana o mar adentro.

Las bajas dinámicas centradas sobre la península ibérica, con su forzamiento a escala sinóptica, favorecen el desarrollo, en sus dos cuadrantes orientales, de áreas de bajas presiones mesoescalares (depresiones balear o argelina). Además, si el grado de dinamismo es elevado y bajo determinadas circunstancias, pueden desarrollarse sobre el Mediterráneo occidental ciclones de carácter casi tropical (*medicanes*). Como se ha podido ver los procesos ciclogénéticos mesoescalares en el Mediterráneo occidental se dan con cierta frecuencia ligados a diferentes tipos de situaciones sinópticas.

Hay, al menos, cuatro tipos de situación sinóptica bajo los cuales se forman bajas térmicas mesoescalares sobre la península ibérica: anticiclón dinámico centrado y pantano barométrico, por un lado, y los llamados específicamente baja térmica o baja térmica con vaguada en altura. Es típica la formación de bajas térmicas mesoescalares en el valle del Ebro, tanto en la zona más deprimida como en las tierras altas del Sistema Ibérico.

El último tipo sinóptico considerado aquí, y no siempre presente en las distintas clasificaciones, es el de vaguada retrógrada. Bajo este tipo se han identificado en diversas ocasiones la formación de bajas mesoescalares en el mar balear y ligado a esta estructura un chorro de bajos niveles (*Low Level Jet*) de componente este.

#### 4. ESTRUCTURAS MESOESCALARES, TIPOS DE TIEMPO (FENOMENOLOGÍA)

Es obvio que el objetivo final de un buen diagnóstico (de la situación meteorológica actual o de una futura) es obtener una correcta «fotografía» de los posibles fenómenos atmosféricos presentes sobre el territorio. En el cuadro 2 se presentan las estructuras mesoescalares enumeradas en el apartado anterior y el tipo de tiempo o fenomenología asociada. Además, fuera del cuadro, se describen algunas fenomenologías no directamente ligadas a ninguna estructura mesoescalar evidente pero sí a determinadas situaciones sinópticas tipo. En el cuadro 2 también se mencionan aquellas estructuras locales recurrentes vinculadas a otras mesoescalares y que en última instancia determinan el tipo de tiempo observado.

La vaguada mediterránea es, por definición, una zona de convergencia del flujo en capas bajas y como tal, si las condiciones de humedad y estabilidad lo permiten, un área de formación de posibles chubascos y tormentas. El flujo en superficie es de componente este o sur.

Los procesos ciclogénéticos a mesoescala reconfiguran los flujos en superficie, modificando su dirección e intensidad. Con la formación de depresiones en el mar balear o en el norte de Argelia se refuerzan sobre Cataluña los vientos de componente este, a menudo cargados de humedad, y son posibles tanto precipitaciones abundantes por persistencia en el litoral y el prelitoral como chubascos fuertes y tormentas distribuidos por el territorio siempre y cuando la estructura vertical de la atmósfera lo permita. En concreto, en el caso de la ciclogénesis balear asociada a una vaguada retrógrada y si esta se produce en la época fría del año, a menudo las condiciones son favorables para que se produzcan nevadas extensas, y localmente copiosas, en cotas bajas. En contraste, las ciclogénesis argelinas van asociadas habitualmente a advecciones cálidas. Por supuesto, esta fenomenología se exagera en el caso de los ciclones mediterráneos casi tropicales (*medicanes*): vientos fuertes o muy fuertes y precipitaciones copiosas y localmente fuertes o muy fuertes.

El sistema ciclogénético de Génova-León, ligado a la penetración por el oeste de la península ibérica de una dorsal vinculada al anticiclón atlántico, está íntimamente relacionado con el sistema de vientos regionales tramontana-cierzo-mestral (y mistral en el valle del Ródano). Como es sabido, la tramontana afecta de forma predominante al Empordà gerundense y el mestral, a la parte baja del valle del Ebro. El establecimiento de estos vientos tiene como efecto, a su vez, la aparición de varias zonas de convergencia en capas bajas cuya recurrencia geográfica ha conllevado su bautizo: zona

de convergencia catalano-balear, entre la costa catalana y las islas Baleares, y zona de convergencia del nordeste, en el nordeste de Cataluña. Tal como se ha comentado anteriormente para el caso de la vaguada mediterránea, estas zonas de convergencia son zonas favorables para el disparo de la convección.

<b>Estructura mesoescalar</b>	<b>Estructura local y/o fenomenología</b>
Vaguada mediterránea	Zona de convergencia en capas bajas Posibles chubascos y tormentas Flujo de componente S o E
Ciclogénesis mediterránea balear <i>Medicane</i>	Viento fuerte de componente E o N Posibles precipitaciones abundantes en litoral y prelitoral Posibles chubascos fuertes y tormentas Posibles nevadas en cotas bajas y extensas
Ciclogénesis mediterránea argelina <i>Medicane</i>	Viento fuerte de componente E Probables precipitaciones abundantes en litoral y prelitoral Probables chubascos fuertes y tormentas
Ciclogénesis mediterránea Génova-León	Sistema regional tramontana-cierzo-mestral Zona de convergencia catalano-balear Zona de convergencia del nordeste Probables chubascos fuertes y tormentas en dichas zonas de convergencia
Deformación frontal ibérica	Retraso en el paso del frente Frontolisis
Reactivación (frontogénesis) mediterránea de frente frío atlántico	Posibles chubascos y tormentas Posible formación de línea de turbonada
Deformación frontal pirenaica: flujo del N (frente frío)	Bloqueo de aire frío en vertiente norte Forzamiento orográfico en vertiente norte: nubosidad y precipitaciones estratiformes Posibles corrientes de densidad en cotas altas/ <i>torb</i>
Deformación frontal pirenaica: flujo del S (frecuentemente frente cálido)	Forzamiento orográfico en vertiente sur: abundante nubosidad estratiforme con convección embebida Posibles precipitaciones abundantes, localmente fuertes
Dipolo del Sistema Ibérico	Zona de convergencia en el valle del Ebro Régimen de bochorno Tormentas en el Sistema Ibérico con posible desplazamiento hacia el NE
Dipolo pirenaico: flujo del N	Bloqueo de aire frío en vertiente norte Posibles corrientes de densidad en cotas altas/ <i>torb</i> Föhn en valles pirenaicos, vertiente sur Posibles <i>downslope windstorms</i> Ondulatoria sobre y a sotavento del Pirineo
Dipolo pirenaico: flujo del S	Föhn en el valle de Aragón Posibles <i>downslope windstorms</i> en el valle de Aragón
Baja térmica en valle del Ebro	Zona de convergencia en el valle del Ebro Régimen de bochorno Tormentas en el Sistema Ibérico con posible desplazamiento hacia el NE
Frente mediterráneo	Viento de componente E Probables precipitaciones abundantes en litoral y prelitoral Probables chubascos fuertes y tormentas

Cuadro 2. Estructuras mesoescales y tipos de tiempo observados.

La deformación de los frentes atlánticos que penetran por Galicia o Portugal se traduce en una ralentización en su avance y a menudo en una frontolisis, es decir, una pérdida de actividad del frente (disminución de las precipitaciones asociadas). Por el contrario, la reactivación mediterránea de un frente frío puede dar lugar al incremento en el número y la intensificación de los chubascos y tormentas asociados e incluso a la formación de una línea de turbonada.

La deformación pirenaica de un frente frío procedente del norte se traduce en el bloqueo temporal de la masa de aire frío en la vertiente norte de la cordillera, con el consiguiente retardo en el descenso térmico en la vertiente sur; la formación de nubosidad y precipitaciones de tipo estratiforme en la vertiente norte (barlovento) de la cordillera (valle de Arán) y el posible desarrollo de corrientes de densidad del norte en cotas altas, con sus características entradas bruscas y, si las condiciones del manto nivoso son las favorables, aparición del *torb* (ventisca).

Los frentes fríos procedentes del sur, a menudo cálidos, también se deforman al interactuar con el Pirineo. Se produce entonces un notable forzamiento orográfico en la vertiente sur de la cordillera, con precipitaciones estratiformes abundantes con convección embebida en ocasiones.

Los dipolos de presión que se forman tanto en el Sistema Ibérico como en el Pirineo tienen también un notable impacto en cuanto a fenomenología local. El mínimo de presión sobre el valle del Ebro asociado al dipolo del Sistema Ibérico se convierte en una zona de convergencia en niveles bajos con establecimiento de régimen de bochorno en el valle (flujo del sudeste). Esta situación favorece el desarrollo de tormentas en el Sistema Ibérico con posible desplazamiento hacia el nordeste, afectando entonces al llano de Lleida.

La situación de dipolo en el Pirineo con flujo del norte tiene algunos efectos similares a la deformación de un frente frío del norte. Además, la atmósfera estable que caracteriza los periodos en los que este dipolo se forma más nítidamente facilita la aparición de fenómenos como el föhn en los valles de la vertiente sur, la posible aparición de temporales de viento a sotavento (*downslope windstorms*) y la frecuente formación de ondulatoria y su nubosidad asociada sobre y a sotavento del Pirineo. Por otro lado, el dipolo pirenaico con flujo del sur está ligado a efecto föhn y posibles temporales a sotavento en el valle de Arán.

La baja térmica mesoescalar en el valle del Ebro, como se ha visto presente bajo varias situaciones sinópticas, juega un papel parecido al mínimo bórico dipolar, aunque el origen de la baja sea completamente distinto: área de convergencia, régimen de bochorno y formación de tormentas en el Sistema Ibérico con posible desplazamiento hacia el nordeste, en función de la intensidad y dirección del flujo rector (en niveles medios).

Finalmente, la estructura mesoescalar conocida como frente mediterráneo está asociada a viento de componente este, que puede ser fuerte; probables precipitaciones abundantes en el litoral y el prelitoral; y probables chubascos fuertes y tormentas en amplias zonas.

Como se ha comentado al inicio de este apartado, hay algunas fenomenologías más o menos recurrentes que no se han asociado a ninguna estructura mesoescalar concreta. Bajo el tipo de intensa circulación zonal a bajas latitudes se establecen en ocasiones vientos fuertes o muy fuertes del oeste en la zona del litoral y prelitoral central de Cataluña, probablemente como consecuencia de la generación de ondulatoria asociada a la orografía de esa zona. De carácter totalmente distinto es la formación de nieblas de irradiación bajo situaciones tipo de anticiclón centrado o de advección zonal producida por un anticiclón atlántico-mediterráneo. Como último ejemplo de fenomenología característica se pueden nombrar los vientos forzados térmicamente (brisas marina y de montaña) que se desarrollan con mayor amplitud en aquellas situaciones tipo en las que el gradiente bórico en capas bajas es escaso: anticiclón dinámico centrado o baja térmica, por ejemplo.