



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



DIAGNÓSTICO CONVECTIVO OPERATIVO A PARTIR DEL MODELO HRES-IFS



Jesús Riesco*, Carlos Jiménez y Carlos Perea

*jriescom@aemet.es

ÍNDICE

- 1. Introducción**
- 2. Tipos de campos y parámetros**
- 3. Convección y tipos de convección**
- 4. Granizo grande**
- 5. Supercélulas**
- 6. Tornados**
- 7. Vientos convectivos severos no tornádicos**
- 8. Precipitaciones intensas**
- 9. Conclusiones y mejoras**

1.- Introducción

APLICACIÓN INTRANET: http://conveclx.aemet.es/~usermal/bucles_conveccion/ (http://kumori.aemet.es/bucles_conveccion/) Conjunto de **campos y parámetros** que han demostrado su **utilidad real o potencial**, en el pronóstico de la convección y de fenómenos adversos asociados.

MODELO DETERMINISTA USADO:

HRES-IFS (ventana Península-Baleares y ventana Canarias)

OBJETIVOS Y UTILIDADES

- Tratar de **diagnosticar la convección y focalizar la atención del predictor** en las zonas especialmente destacadas (favorables a la convección y fenómenos asociados).
- Disponer de una **f fuente de información consultiva** más, que ayude en la toma de decisiones, especialmente en la **emisión de avisos de fenómenos adversos de tipo convectivo**

LIMITACIONES

- **No debe entenderse como una herramienta directa** para predecir fenómenos adversos
- Los **umbrales** operativos de avisos **no son iguales en todas las comarcas**
- Si los **modelos no se comportan bien, la herramienta no se debe usar**
- Algunos **algoritmos o reglas básicas** empíricas presentan lógicamente **limitaciones**

Otras características

- Gráficos y cálculos en el **sistema Mclidas**, con sus limitaciones en el apartado gráfico
- Los **productos van estando disponibles por alcances**. El último parámetro que se dibuja es la helicidad relativa a la tormenta en la capa efectiva.
- **Archivo de gráficos hasta 3 meses**. No obstante se pueden guardar discrecionalmente las situaciones de interés (a petición).
- **Limitaciones:**
 - Dependencia de la **habilidad del modelo** en representar la situación (parametrización de la convección)
 - **Resolución espacial y temporal** del modelo:
 - Fenómenos que escapan a la rejilla como convergencias mesoescalares, zonas orográficas, fronteras en capas bajas..
 - Campos cada 3 horas.

2.- Tipos de campos y parámetros

- **Campos y parámetros básicos (verde):**

Son **indicadores objetivos y en general bien conocidos**. A veces son salidas directas del modelo como el geopotencial y otros son campos derivados mediante macros o comandos mcidas.

- **Parámetros derivados experimentales (magenta):**

Deben interpretarse con mucho cuidado pues en gran parte son **altamente derivados**, por lo que su interpretación y uso deben ser cuidadosos.



The screenshot shows a software interface with a date selection field containing '20180604 00' and a 'Cambiar fecha' button. Below it is a dropdown menu showing 'ECMP(0.125)'. A section titled 'Diagnóstico de la Convección:' contains a list of diagnostic options, some of which are highlighted in green and magenta. The green options are: 'Convección', 'Diagnóstico Convección I', 'Diagnóstico Convección II', 'Diagnóstico Convección III', 'CAPEs/Cizalladuras', 'SHERB', 'LPI', 'Entornos convectivos', 'Convección organizada', 'Areas Convectivas', 'Panel1-ATAP', and 'Panel2-ATAP'. The magenta options are: 'Forzamiento Dinámico', 'Campos Termodinámicos', 'Cizalladura/Organización', 'Granizo y Rayos', 'Supercélulas y Tornados', 'Vientos Conv. Severos', and 'Precipitaciones intensas.'

Selección de fecha

Diagnóstico convectivo

- *Convección*
- *Forzamiento dinámico*
- *Campos Termodinámicos*
- *Cizalladura / Organización*
- *Granizo y rayos*
- *Supercélulas y Tornados*
- *Vientos convectivos severos no tornádicos*
- *Precipitaciones intensas.*

3.- Convección y tipos de convección

Definición de convección

La convección debe ser entendida en el sentido de **intensas corrientes verticales** (no debe estar sólo asociada a presencia de fenómenos en superficie)

Diferencia con tormenta eléctrica (rayos)

La convección **no puede entenderse como sinónimo de tormenta eléctrica**, cuya generación depende además de otros ingredientes, meso y microescalares.

Ejemplos de convección sin apenas rayos

- Casos con **troposfera inestable pero “fría” (tropopausa baja)** en la que habrá corrientes verticales intensas sin gran desarrollo vertical y por tanto sin apenas rayos (posible predominio de positivos)
- **Lluvias convectivas de tipo cálido**
- **Frentes no demasiado activos** con movimientos ascendentes (conveyor cálido) sin rayos

Tipos de Parámetros representados

[-] Convección

- Diagnóstico Convección I
- Diagnóstico Convección II
- Diagnóstico Convección III
- CAPEs/Cizalladuras
- SHERB
- LPI
- Entornos convectivos
- Convección organizada
- Areas Convectivas

[-] Campos Termodinámicos

- LI/LI7/TT/K
- LI/LI7/SBLI/SBLI7
- CAP3/MUCAPE/SBCAPE/CAPE
- CAPE/CIN/SBCAPE/SBCIN
- Z / Temp. 500
- Z / Temp. 850
- RH/Z 500,700,850 y 925
- ESTW 700/850/925-GVT 7/5
- THE 500/700/850/925
- NCA/NCC/NCL/NE (mts)
- TNE
- NCL-NCA / NCA
- T.disparo / NCC
- Flotabilidad Columna

[-] Forzamiento Dinámico

- Z / Temp. 500 hPa
- Z / Viento 300 hPa
- PSL
- Viento/Convergencia SFC
- Conv.Hum. 700,850,925,1000
- W/Z 500,700,850,925
- PFT/Z 500,700,850,925
- THW/Z 500,700,850,925
- Campos de Vorticidad

[-] Cizalladura/Organización

- CIZ 6Km/3Km/1Km,
- Z/Viento 700/850/925/SFC
- SRH BUNKERS 3/1 KM
- SRH Efectiva
- EHI/N.Richardson
- CAPE-SHEAR

Entornos favorables a convección

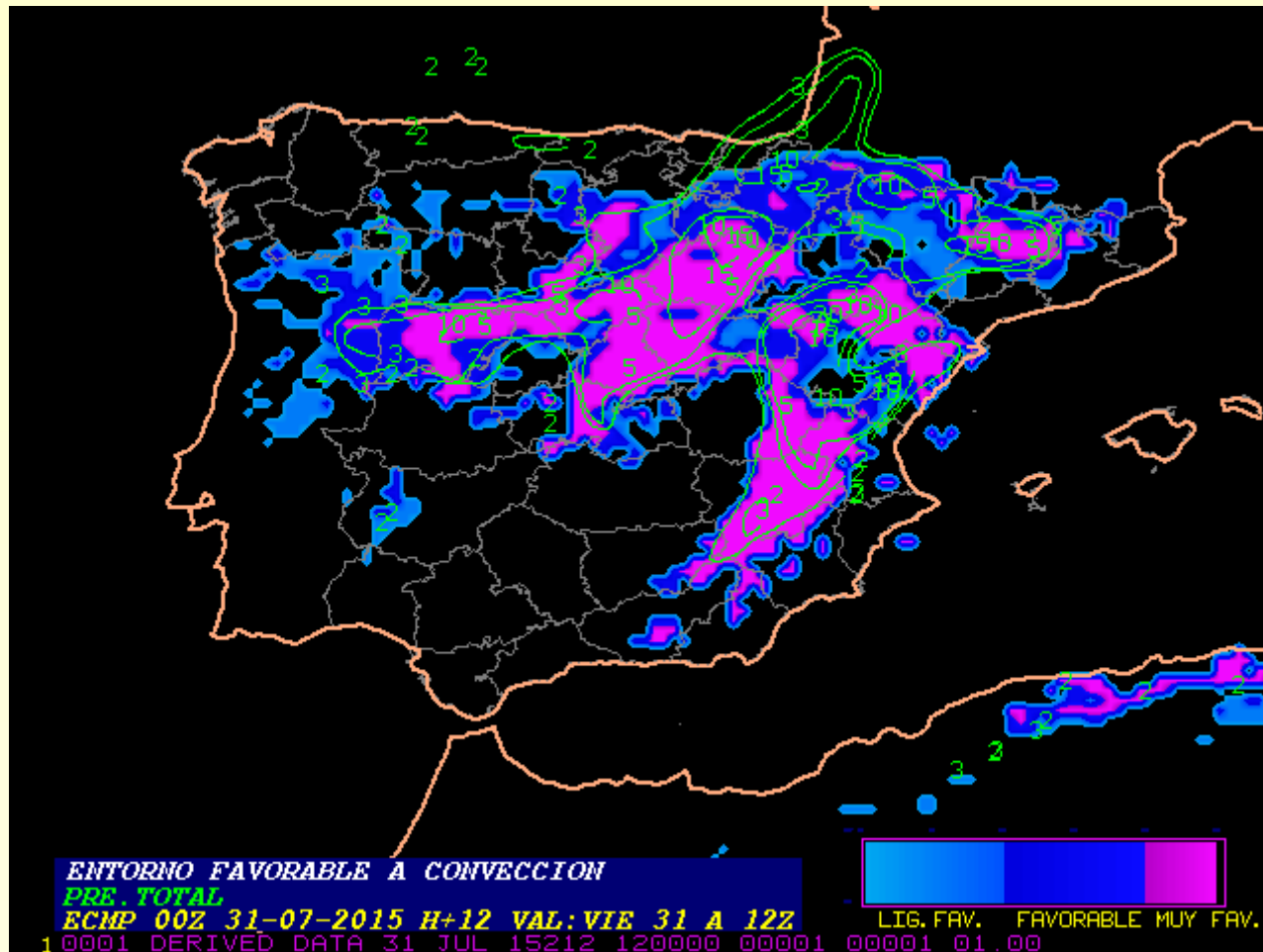
Caracterización

- Establecimiento de zonas donde hay entornos favorables a cualquier tipo de manifestación convectiva.
- La regla empleada tiene en cuenta lo siguiente:
 - Valores por debajo de umbrales, de los índices LI (LI: hasta 500, y LI7 hasta 700 hPa) a partir de una capa mezclada de 100 hPa junto a superficie,
 - existencia de valores de CIN iguales o inferiores a 200 J/kg y
 - **Precipitación Convectiva** prevista por el modelo en las próximas 3 horas, igual o superior a 1 mm.

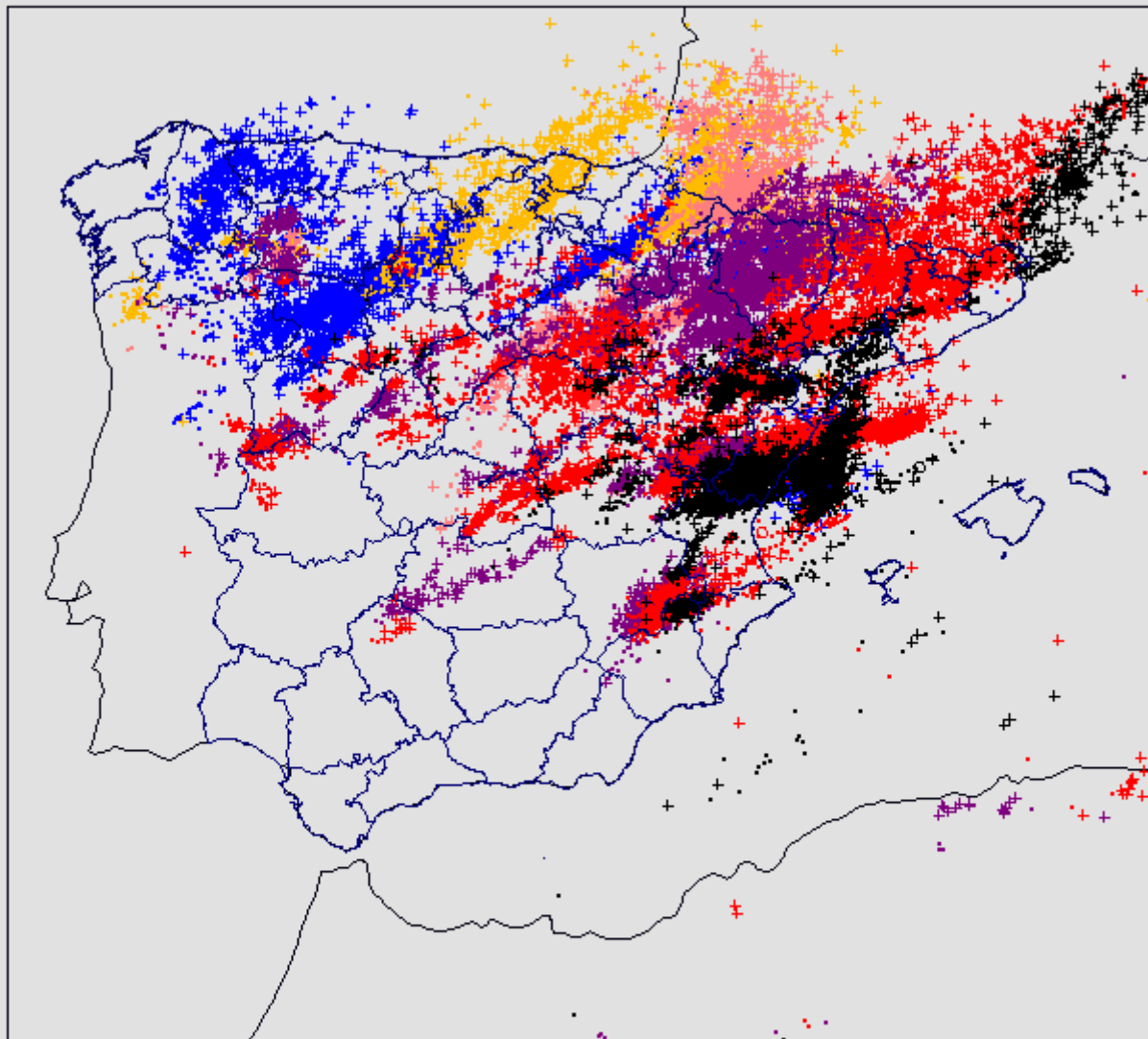
Regla Entornos convectivos:

▪ (LI <= 0 ó LI7 <= 0)	y	CIN <= 200	y	PPCO_3h >= 1
▪ (LI <= -1 ó LI7 <= -1)	y	CIN <= 200	y	PPCO_3h >= 1
▪ (LI <= -2 ó LI7 <= -2)	y	CIN <= 200	y	PPCO_3h >= 1

Cuanto más holgadamente se cumplan las reglas, más favorable será el entorno, a priori



31-Julio-2015: Situación convección intensa y profunda, con gran actividad eléctrica en amplias zonas de la Península



RAYOS(FLAG) PERIODO=31/JUL 00:00:00 AL 31/JUL 23:59:59 T.rayos=36109
 T(hh:mm:ss) = <03:59:59<07:59:58<11:59:57<15:59:56<19:59:55<23:59:54
 RAYOS+(10640) = 1964 1012 856 2440 2638 1730
 RAYOS-(25422) = 4903 2609 1869 5592 6718 3731

Descargas DIA: 31 Jul 2015

McIDAS

Limitaciones:

- Disponibilidad **cada tres horas** (sin conocer en detalle la evolución temporal dentro de esos intervalos).
- **En ocasiones puede existir convección muy localizada debido a disparo por diversos mecanismos** (convergencias mesoescalares, zonas orográficas, fronteras en capas bajas, etc.,) **que no es bien reproducida por los modelos**, y por tanto no previstas como áreas convectivas.
- Por el contrario, **a veces puede aparecer como convectiva alguna zona muy reducida y aislada, sin trazabilidad espacio-temporal**, que puede no estar ligada directamente a la existencia de movimientos convectivos.

A tener en cuenta:

- *La convección somera, aunque pueda ser intensa, no está en determinados casos ligada a actividad eléctrica.*
- La convección “no se mide en la práctica”, por lo que no se puede en general comprobar su existencia.

Propuesta de clasificación simple del tipo de convección

- Las tormentas organizadas intrínsecamente son las que se desarrollan en un ambiente de importante **cizalladura vertical del viento**
- En principio la **convección organizada está asociada a tormentas potencialmente adversas** (SCM, líneas de turbonada, ecos en arco, supercélulas, derechos, etc.)
- Por eso **quizás la primera clasificación de la convección de modo simple puede ser en organizada / no organizada.**

CLASIFICACIÓN SIMPLE DE LA CONVECCIÓN:

- **No organizada**
- **Organizada:**
 - De bajo CAPE
 - De alto CAPE (no confundir con profunda, aunque pueda serlo)

Nos interesa poder distinguir la convección organizada (de alto o bajo CAPE)

Regla Convección Organizada

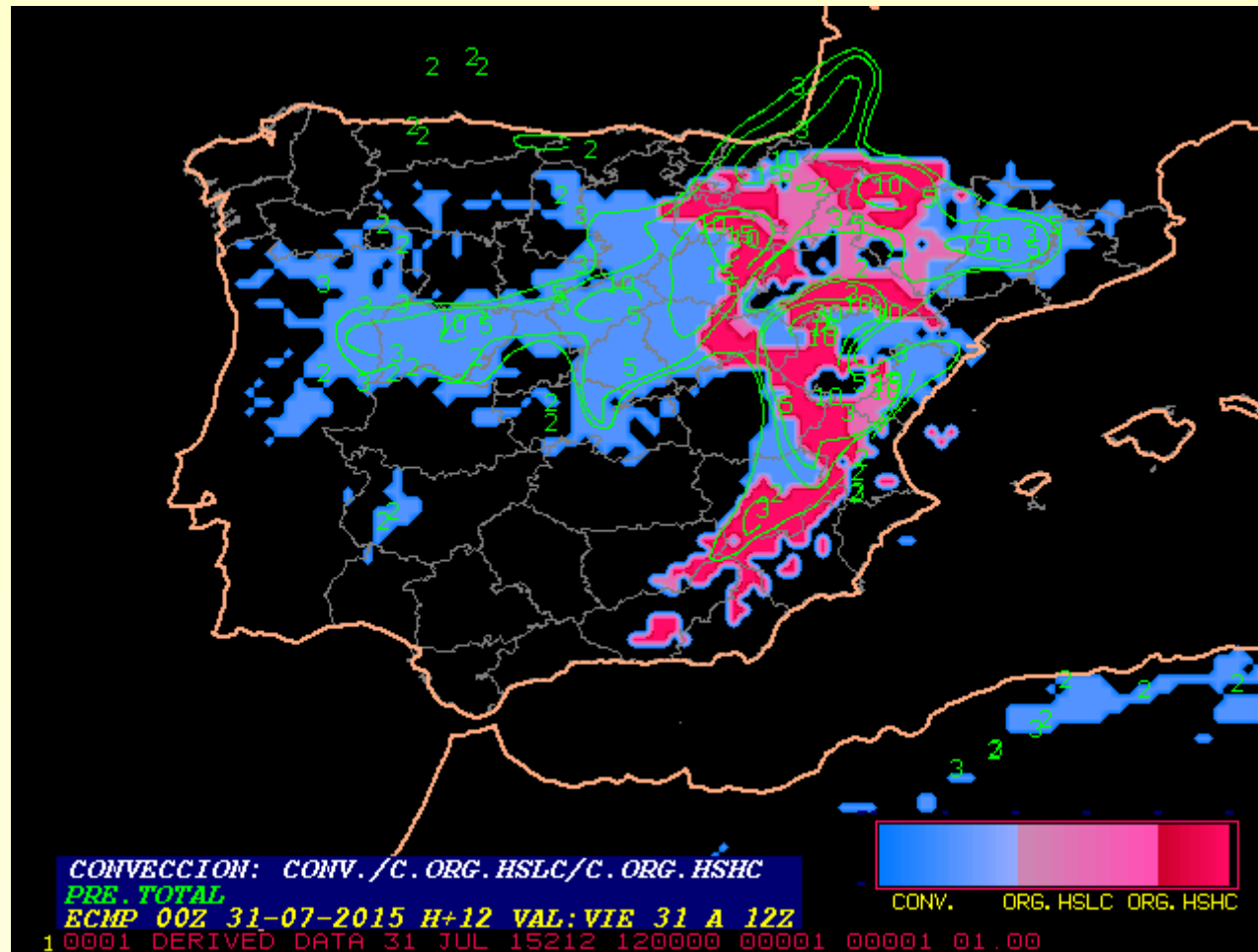
▪	[(LI <= 0 ó LI7 <= 0)	y	CIN<= 200	y	PPCO_3h >= 1]					C		
▪	[(LI <= 0 ó LI7 <= 0)	y	K >= 26	y	CIN<= 200	y	PPCO_3h >= 1]	y	0<SBCAPE<= 500	y	CIZ6 >= 10	C. HSLC
▪	[(LI <= 0 ó LI7 <= 0)	y	K >= 26	y	CIN<= 200	y	PPCO_3h >= 1]	y	SBCAPE > 500	y	CIZ6 >= 10	C. HSHC



CONvección en general
(de cualquier tipo:
organizada o no organizada,
de bajo o alto CAPE)

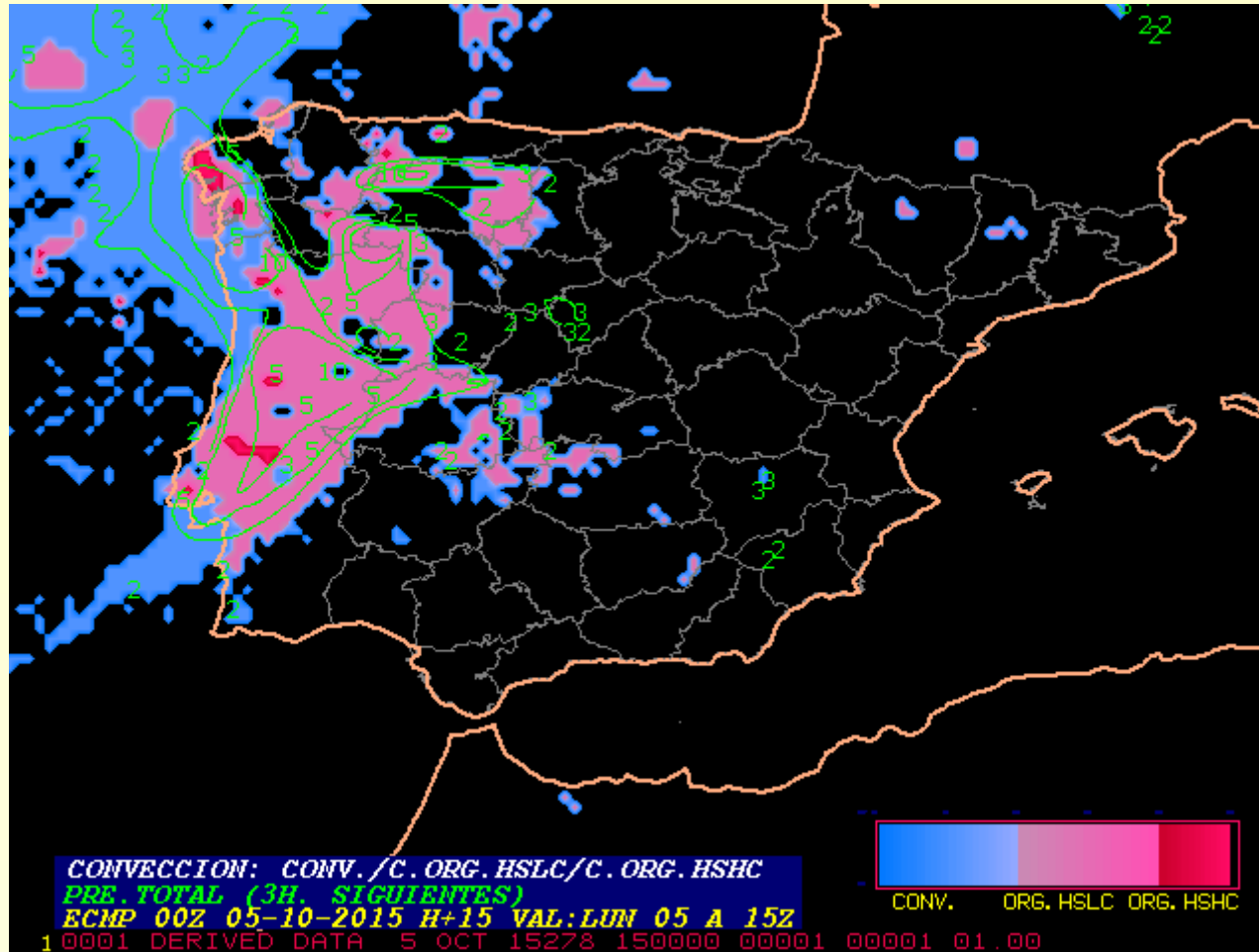
Convección organizada
de bajo CAPE
(**H**igh **S**hear **L**ow **CA**PE)

Convección organizada
de alto CAPE
(**H**igh **S**hear **H**igh **CA**PE)



31-Julio-2015: Situación **HSHC** (Alta Cizalladura y Alto CAPE). **Paso de Vaguada en altura**

- Gran actividad eléctrica
- SP
- Chubascos muy intensos
- Granizadas de gran tamaño
- Vientos convectivos intensos



5-October-2015: Situación **HSLC** (Alta Cizalladura y Bajo CAPE). **Profunda borrasca atlántica**

- Escasa actividad eléctrica
- Precipitaciones intensas y persistentes
- Vientos convectivos intensos

4.- Granizo grande

- ☐ Granizo y Rayos
 - CAPE/CIN/SBCAPE/SBCIN
 - ISOCERO TERM. HUM.
 - LPI
 - Granizo Grande
 - Granizo Menudo (Epoca Fria)

ENTORNOS FAVORABLES (granizo grande)

- Ambiente propicio para **convección profunda**
- Valores de la **Isocero del húmedo** respecto al suelo, ni muy grandes ni muy pequeños...
- Regla: **ajuste empírico** a partir de una muestra de situaciones pasadas

Regla Granizo Grande (> 2 cm)

Ligeramente favorable

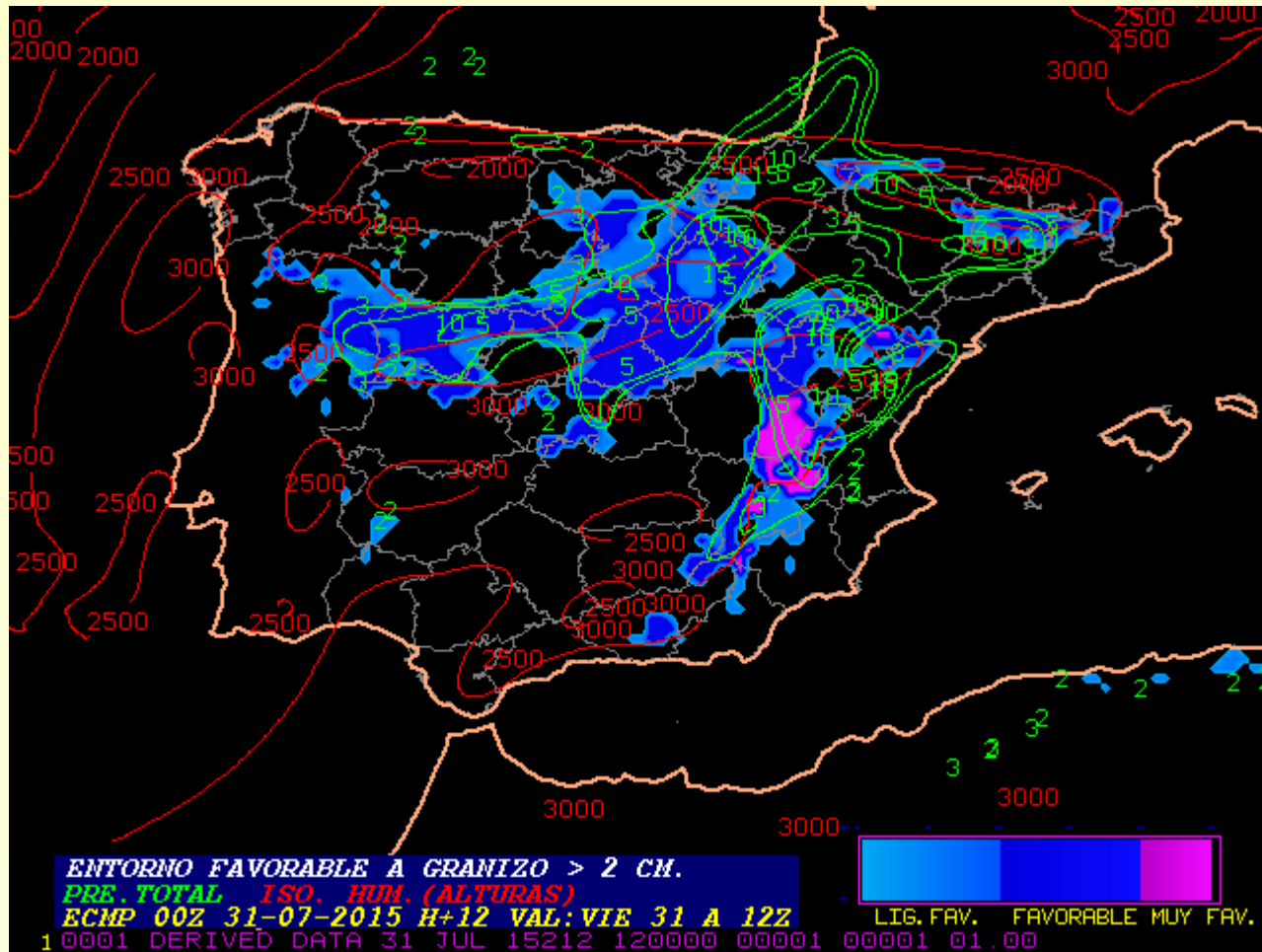
- (SBCAPE \geq 700 y CIN \leq 200) y PPCO_3H \geq 1 y 2000 \leq ISOH \leq 3000
- (SBCAPE \geq 2000 y CIN \leq 200) y PPCO_3H \geq 1 y 3000 \leq ISOH \leq 3800

Favorable

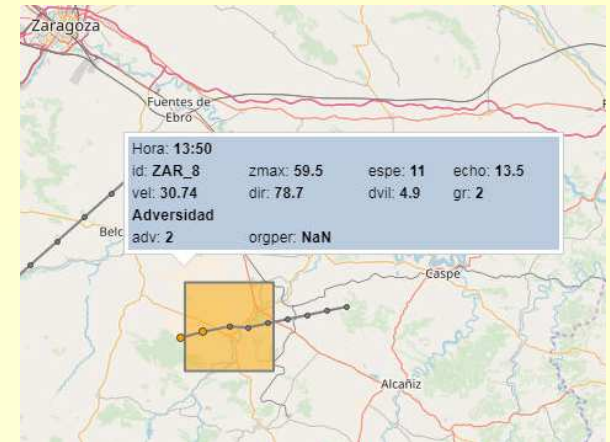
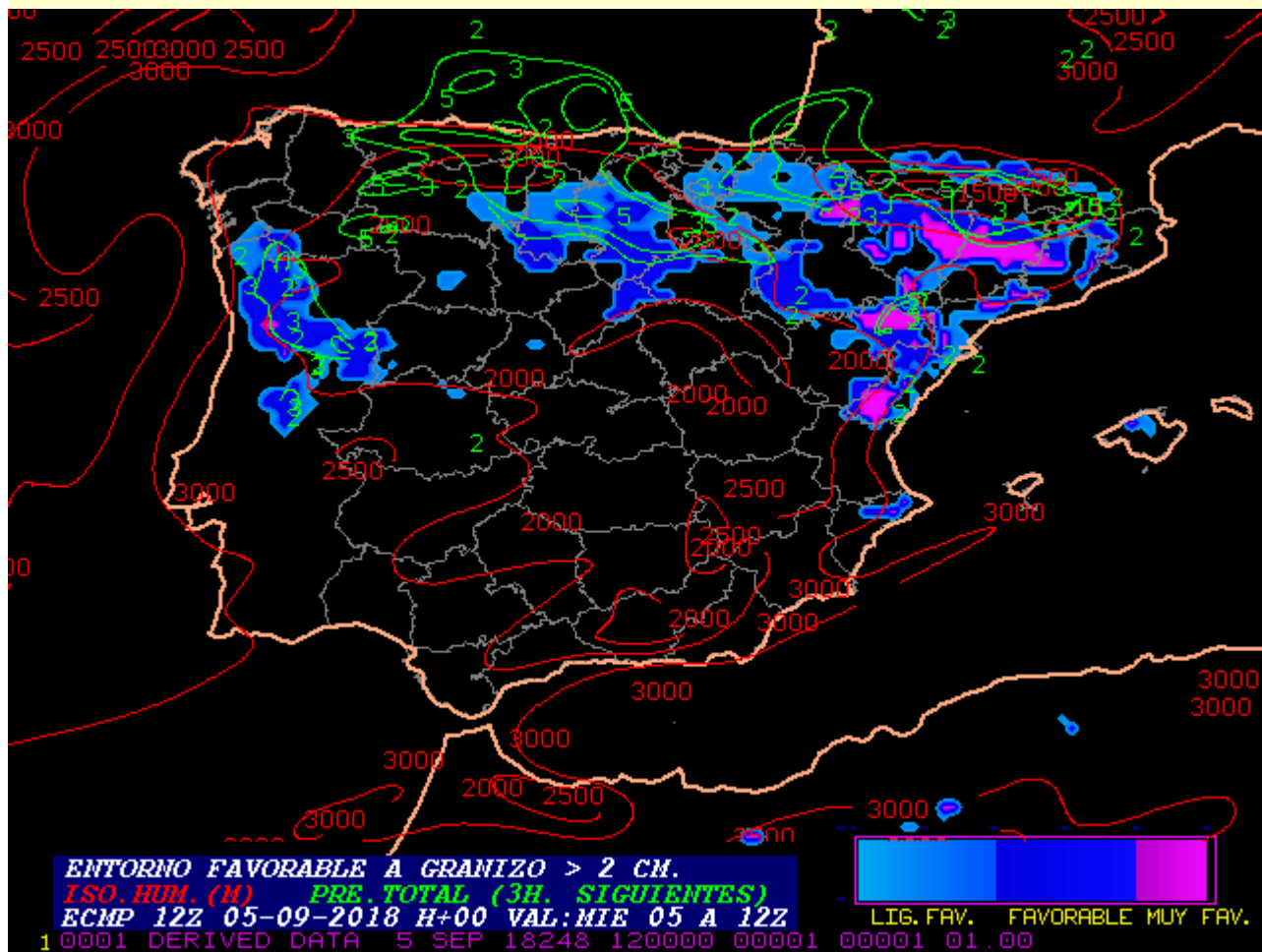
- (SBCAPE \geq 1000 y CIN \leq 200) y PPCO_3H \geq 1 y 2000 \leq ISOH \leq 3000

Muy Favorable

- (SBCAPE \geq 1500 y CIN \leq 200) y PPCO_3H \geq 1 y 2400 \leq ISOH \leq 3000



31-Julio-2015: Granizo severo muy grande en Vertiente Mediterránea: Albacete, Murcia, Alicante, Zaragoza, etc.
 El granizo por ejemplo en Albacete tuvo un diámetro entre 6 y 7 cm



Fuente: Heraldo.

05-septiembre-2018: Pedrisco (7 cm) en Albalate del Arzobispo (Teruel). SP

<https://sinobas.aemet.es/index.php?pag=detal&rep=1195>

5.- Supercélulas

- ☐ Supercélulas y Tornados
 - CAPE/CIN/SBCAPE/SBCIN
 - RH/Z 500,700,850 y 925
 - CIZ 6Km/3Km/1Km,
 - Z/Viento 700/850/925/SFC
 - SRH BUNKERS 3/1 KM
 - SRH Efectiva
 - UTI
 - CAPE-SHEAR
 - STP
 - SCP
 - Tornados
 - Supercélulas

Regla Supercélulas

Posibilidad

- $|EHI| \geq 0,2$ y $PPCO_{3h} \geq 1$

Ligeramente favorable

- $[(LI \leq 0 \text{ ó } LI7 \leq 0) \text{ y } CIN \leq 200 \text{ y } PPCO_{3h} \geq 1 \text{ y } K \geq 26]$ y $CIZ6 \geq 9$ y $|SRH3| \geq 100$ y $SBCAPE \geq 200$
- $[(LI \leq 0 \text{ ó } LI7 \leq 0) \text{ y } CIN \leq 200 \text{ y } PPCO_{3h} \geq 1 \text{ y } K \geq 26]$ y $CIZ6 \geq 9$ y $SBCAPE \geq 500$

Favorable

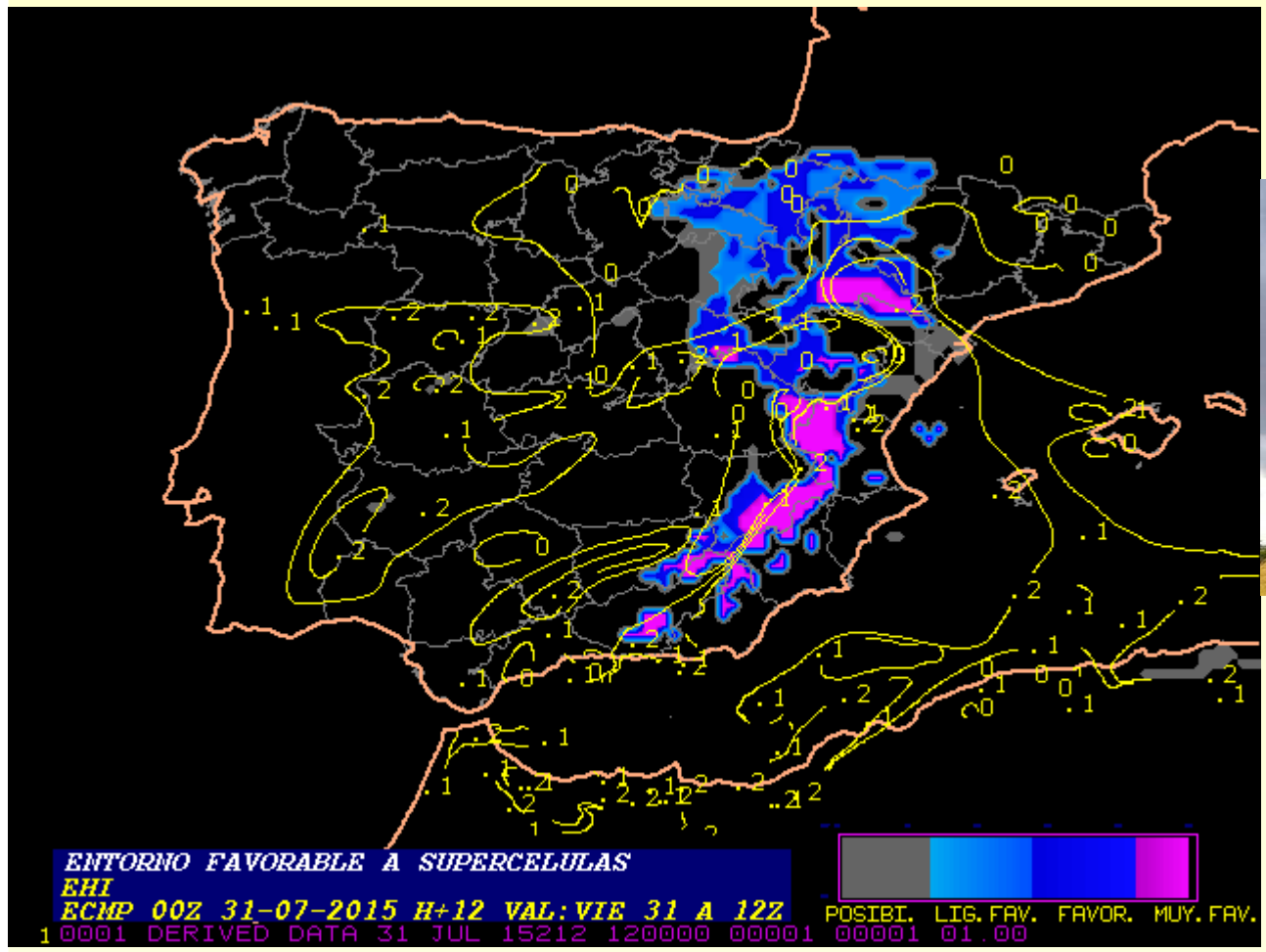
- $[(LI \leq 0 \text{ ó } LI7 \leq 0) \text{ y } CIN \leq 200 \text{ y } PPCO_{3h} \geq 1 \text{ y } K \geq 26]$ y $CIZ6 \geq 10$ y $|SRH3| \geq 150$ y $SBCAPE \geq 200$

Muy Favorable

- $[(LI \leq 0 \text{ ó } LI7 \leq 0) \text{ y } CIN \leq 200 \text{ y } PPCO_{3h} \geq 1 \text{ y } K \geq 26]$ y $CIZ6 \geq 13$ y $|SRH3| \geq 200$ y $SBCAPE \geq 500$

$EHI = (SRH * CAPE) / 160000$ (Índice de Helicidad-Energía)

- Combina la helicidad relativa a la tormenta (SRH) y la inestabilidad (CAPE)
- Sin embargo para las condiciones reinantes en la Península Ibérica se ha encontrado que valores de EHI por encima de 0.2 pueden empezar a ser ya interesantes.



Supercélula de Hellín (31-Julio-2015)

<https://www.youtube.com/watch?v=6bKhCHn8wHY>

31-Julio-2015: Varias supercélulas detectadas en España

6.- Tornados

- ☐ **Supercélulas y Tornados**
- CAPE/CIN/SBCAPE/SBCIN
- RH/Z 500,700,850 y 925
- CIZ 6Km/3Km/1Km,
- Z/Viento 700/850/925/SFC
- SRH BUNKERS 3/1 KM
- SRH Efectiva
- UTI
- CAPE-SHEAR
- STP
- SCP
- Tornados
- Supercélulas

- La mayoría son de tipo **landspout o waterspout** EF0 y EF1 (por estiramiento vertical convectivo de vórtices preexistentes en capas bajas debido fundamentalmente a zonas fronteras o discontinuidades en superficie), en cualquier época del año.
- Los asociados a **convección somera invernal y de gran cizalladura** (este ambiente en determinados casos es también favorable a las “minisupercélulas”)
- Los que se generan en **entornos de convección profunda organizada en primavera-verano** (en interior peninsular o bien a finales de verano y otoño en zonas Mediterráneas). A veces hay tornados supercelulares en este tipo de situaciones

Regla Tornados

Posibilidad

- $|EHI| \geq 0,2$

Ligeramente favorable

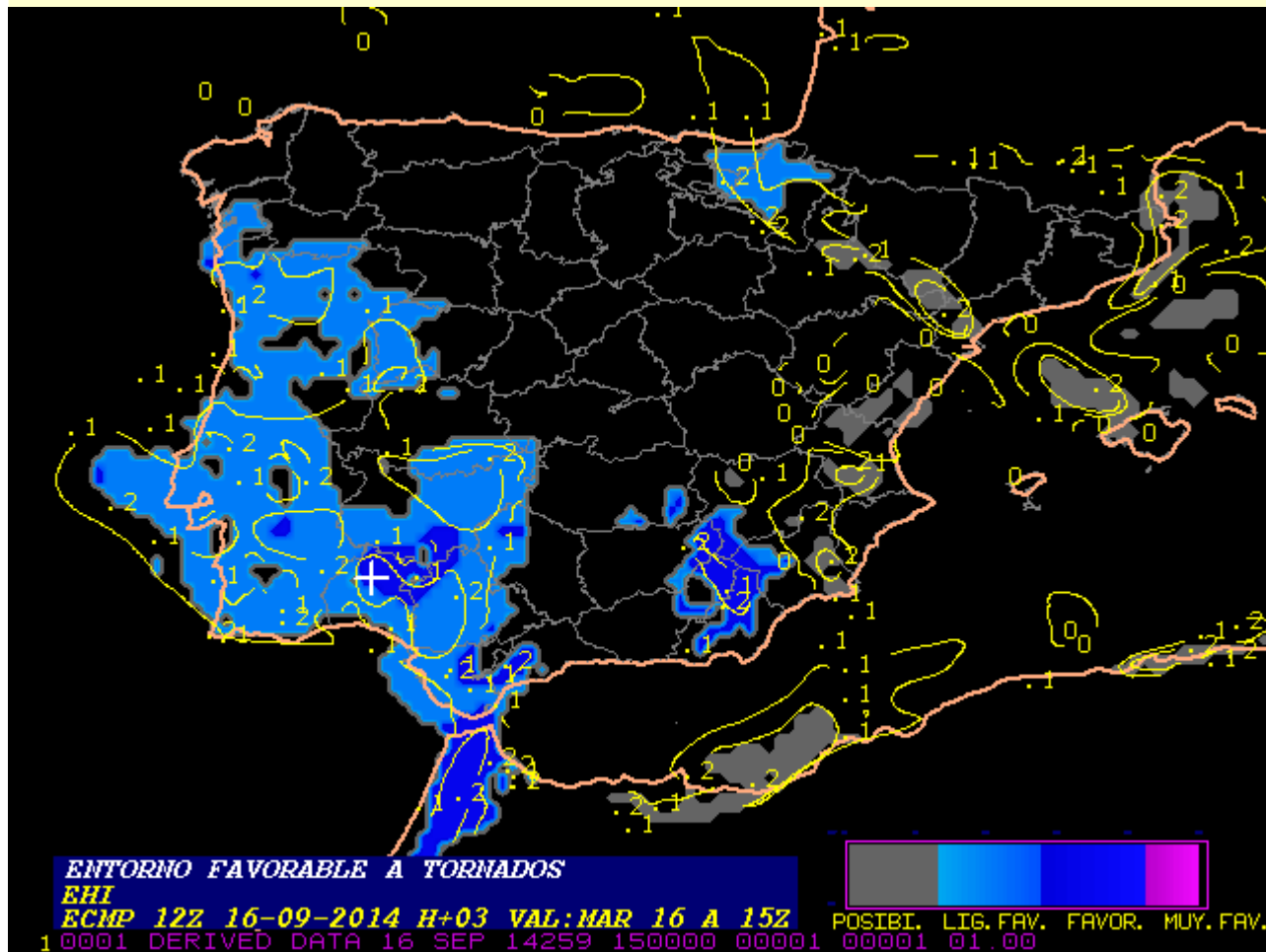
- $(LI \leq 1 \text{ ó } LI7 \leq 1) \text{ y } CAPE > 0 \text{ y } CIN \leq 100 \text{ y } SBCAPE \geq 80 \text{ y } CIZ3 \geq 12 \text{ y } |SRH3| \geq 180$

Favorable

- $(LI \leq 1 \text{ ó } LI7 \leq 1) \text{ y } CAPE > 0 \text{ y } CIN \leq 100 \text{ y } SBCAPE \geq 150 \text{ y } CIZ3 \geq 18 \text{ y } |SRH3| \geq 180$
- $(LI \leq 1 \text{ ó } LI7 \leq 1) \text{ y } CAPE > 0 \text{ y } CIN \leq 100 \text{ y } SBCAPE \geq 150 \text{ y } CIZ3 \geq 12 \text{ y } |SRH3| \geq 300$
- $(LI \leq 1 \text{ ó } LI7 \leq 1) \text{ y } CAPE > 0 \text{ y } CIN \leq 100 \text{ y } SBCAPE \geq 80 \text{ y } CIZ3 \geq 18 \text{ y } |SRH3| \geq 300$

Muy Favorable

- $(LI \leq 1 \text{ ó } LI7 \leq 1) \text{ y } CAPE > 0 \text{ y } CIN \leq 100 \text{ y } SBCAPE \geq 300 \text{ y } CIZ3 \geq 21 \text{ y } |SRH3| \geq 400$

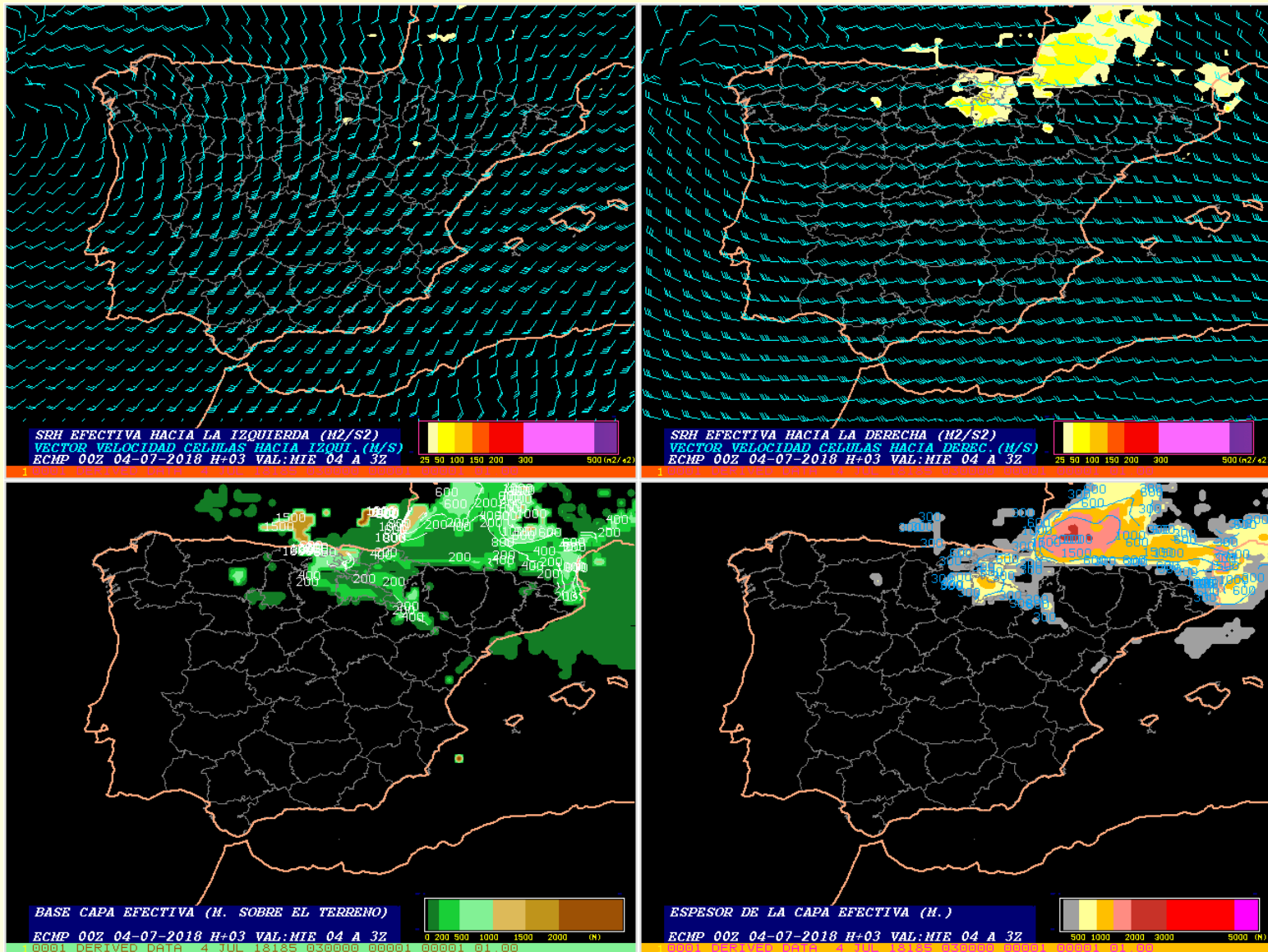


16-Septiembre-2009



Tornado EF1 en Valdelamusa (Huelva)

<https://sinobas.aemet.es/index.php?idfen=376>



<https://sinobas.aemet.es/index.php?pag=detal&rep=1159>

Tornado 4 julio 2018. Sierra alavesa de Entzia, en los hayedos de Legaire.

El parámetro SRH en la capa efectiva es el “mejor predictor” de tornados

7.- Vientos convectivos severos no tornádicos

- ☐ **Vientos Conv. Severos**
- CAPE/CIN/SBCAPE/SBCIN
- RH/Z 500,700,850 y 925
- Z/Viento 700/850/925/SFC
- WINDEX
- DCAPE
- GUSTEX
- Rachas. Sev.NO. Tornad.

REGLA PARA RACHAS CONVECTIVAS SEVERAS NO TORNÁDICAS

La regla para estimar las rachas convectivas (superiores a 70 km/h) simplemente tiene en cuenta:

- LI, LI7
- DCAPE (Downdraft CAPE), y
- GUSTEX (GU), que tiene en cuenta el viento en 500 y el índice WINDEX

Regla Rachas Convectivas Severas no Tornádicas

Ligeramente favorable

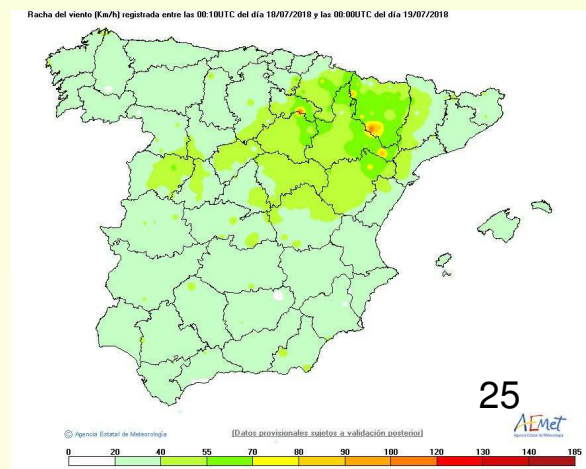
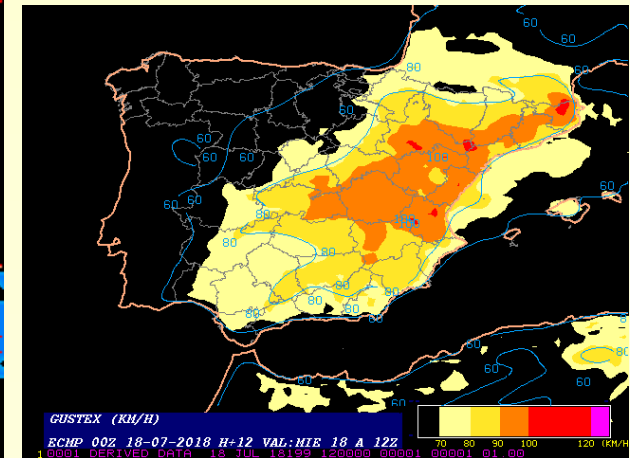
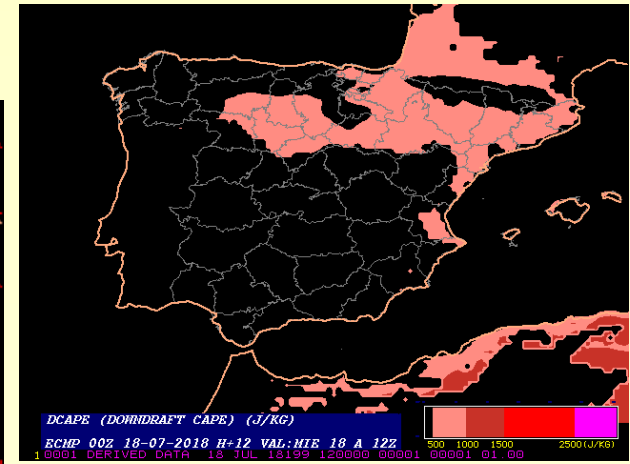
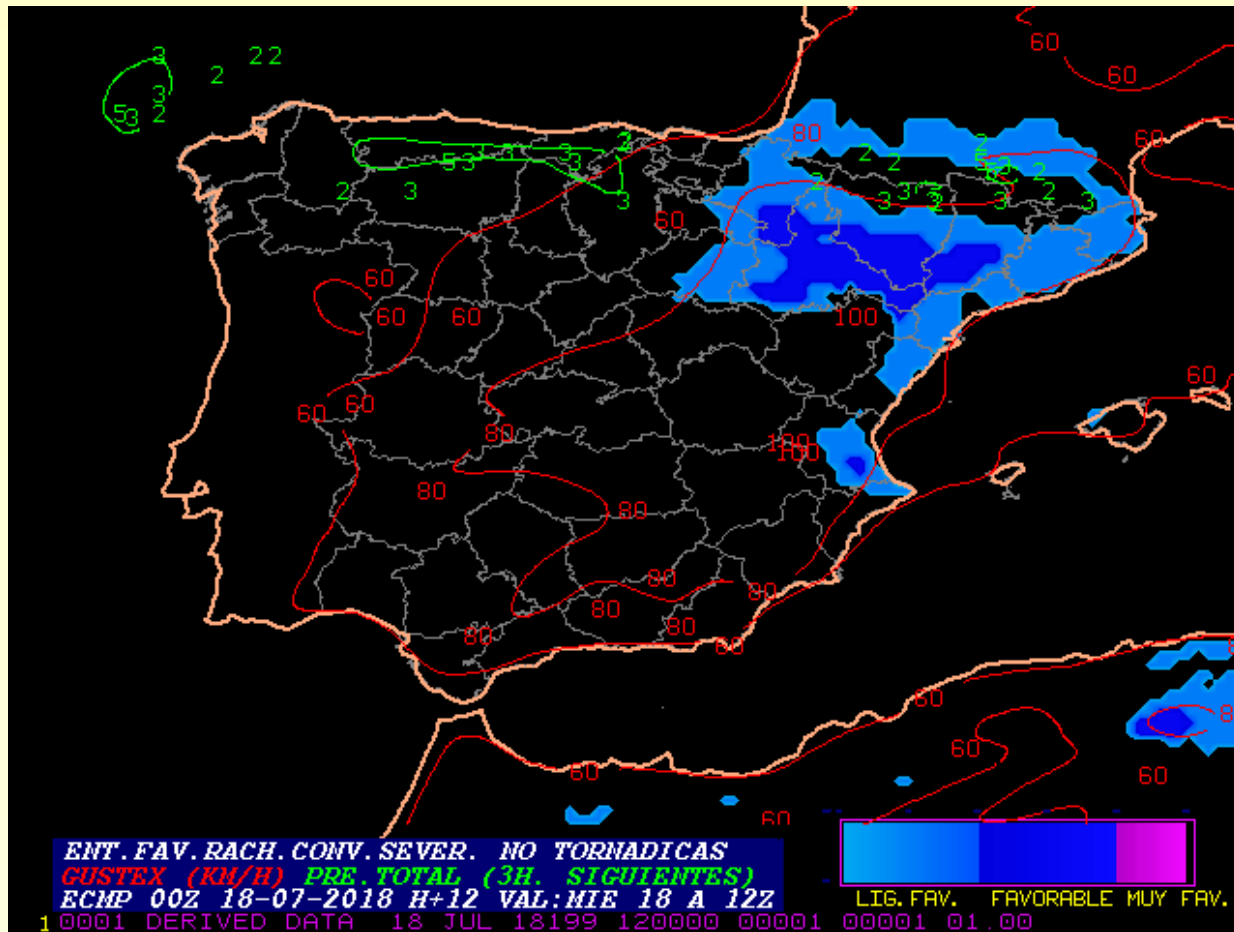
(LI \leq 1 ó LI7 \leq 1) y DCAPE \geq 500 y GU \geq 40 KT

Favorable

(LI \leq 1 ó LI7 \leq 1) y DCAPE \geq 800 y GU \geq 45 KT

Muy Favorable

(LI \leq 1 ó LI7 \leq 1) y DCAPE \geq 1000 y GU \geq 50 KT



18-julio-2018: Convección organizada al paso de una vaguada. Rachas convectivas severas no tornádicas, muy fuertes en puntos del NE peninsular

8.- Precipitaciones intensas

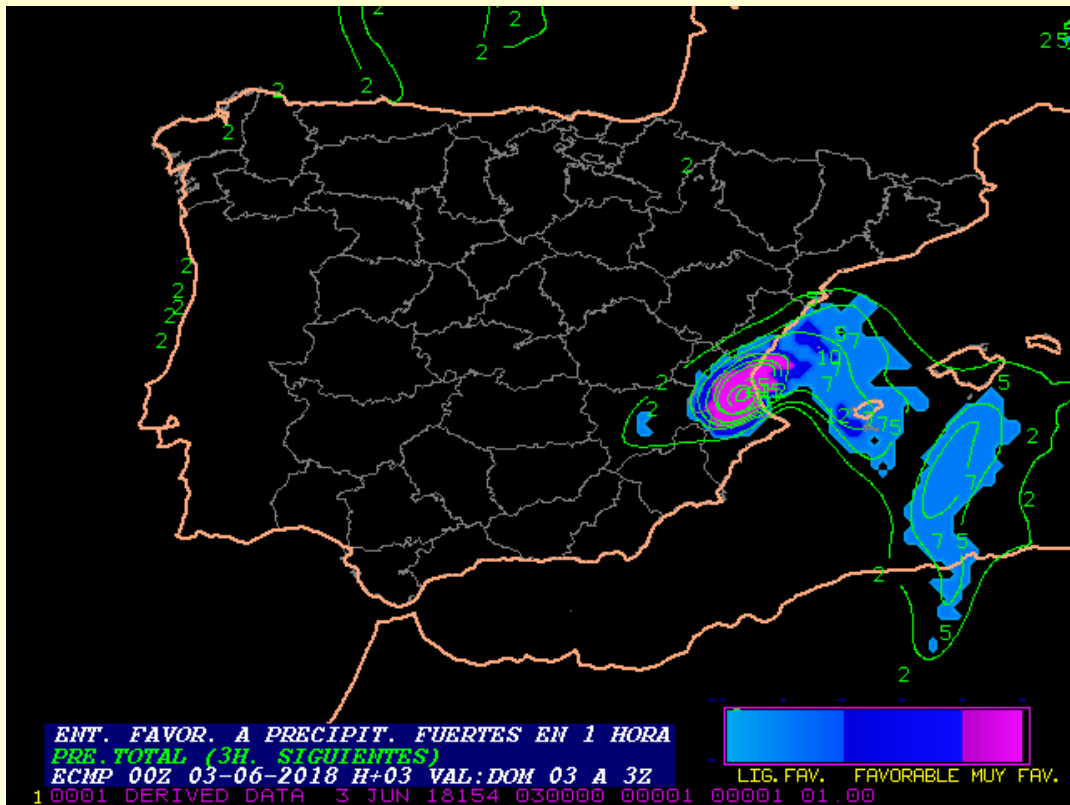
- ▣ **Precipitaciones intensas.**
 - Conv.Hum. 700,850,925,1000
 - Agua Precipitable
 - q^*V / Z 500,700,925,850
 - RH/Z 500,700,850 y 925
 - Precip. intensas en 1 h.
 - Precip. intensas en 12 h.
 - VIMD - Precip. Intensas

SALIDAS DE PCP DEL MODELO CADA 3 HORAS. ENTORNOS FAVORABLES DE PRECIPITACIONES FUERTES EN 1 HORA

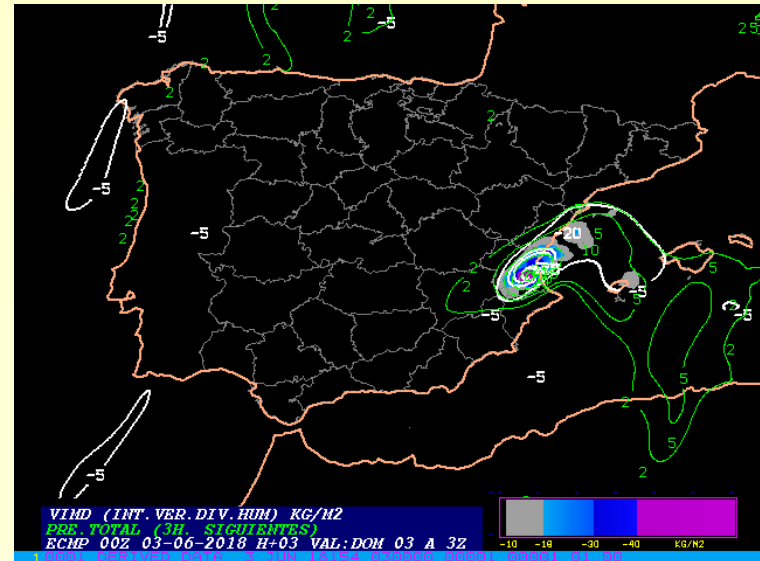
- Se usan salidas directas del modelo de la variable precipitación acumulada en 3 horas para estimar las localizaciones de precipitaciones fuertes en una hora (más de 15 mm/h).
- Se han calibrado algunos valores umbrales que se consideran orientativos, con dos variantes en función de si el modelo prevé o no precipitación convectiva.
- Se tiene en consideración la precipitación (total y convectiva) prevista por el modelo en las tres horas siguientes, tratando a partir de esta variable, de inferir si hay entorno favorable para precipitación fuerte en una hora

Regla Precipitaciones intensas en 1 hora

- | | | |
|---------------------------------|---|------------------------------|
| ▪ [PPCO_3H >= 1 y PCP_3H >= 5] | ó | [PPCO_3H < 1 y PCP_3H >= 10] |
| ▪ [PPCO_3H >= 1 y PCP_3H >= 10] | ó | [PPCO_3H < 1 y PCP_3H >= 15] |
| ▪ [PPCO_3H >= 1 y PCP_3H >= 15] | ó | [PPCO_3H < 1 y PCP_3H >= 20] |



3-Junio-2018. Precipitaciones muy intensas en la provincia de Valencia. 44 mm en 1 hora en Valencia-UPV



VIMD (Vertical Integrated Moisture Divergence)



9.- Conclusiones y mejoras

CONCLUSIONES

- Herramienta operativa que sirve como un **elemento consultivo** más para la **toma de decisiones** en episodios potencialmente convectivos.
- Debe usarse junto con otras herramientas y realizarse un **completo diagnóstico convectivo**, valorando los forzamientos locales y mecanismos de disparo.
- La **resolución espacio-temporal** a veces no permite situar apropiadamente el fenómeno esperado.
- Es **fundamental realizar una vigilancia intensiva operativa** en los días en que se espera convección para reaccionar a partir del nowcasting

MEJORAS

- Posibilidad de incluir **más parámetros y seleccionar los más adecuados**
- **Periodos horarios de predicción** (salidas Mcidas)
- **Verificación compleja** (sólo subjetiva de momento).
- El futuro puede enfocarse en usar otra visión de **diagnóstico convectivo con Harmonie-Arome** (mediante relaciones o algoritmos empíricos a partir de campos microfísicos o resueltos directamente en el proceso de convección).

Muchas gracias