



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



The EUMETSAT
Network of
Satellite
Application
Facilities

 **NWC SAF**
Support to Nowcasting and
Very Short Range Forecasting

 **EUMETSAT**
Monitoring weather and climate from space
Surveiller le temps et le climat depuis l'espace

Uso de iSHAI y PGE00 para la monitorización de situaciones preconvectivas

Miguel Ángel Martínez Rubio, Xavier Calbet

AEMET

mmartinezr@aemet.es



iSHAI dentro del NWC SAF

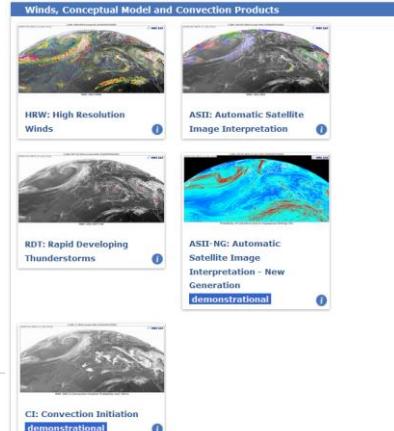
iSHAI (Imagery Satellite Humidity and Instability)

Antes PGE13 SPhR(SEVIRI Physical Retrieval)

Cloud products



Satellite Winds, Conceptual Model and Convection Products



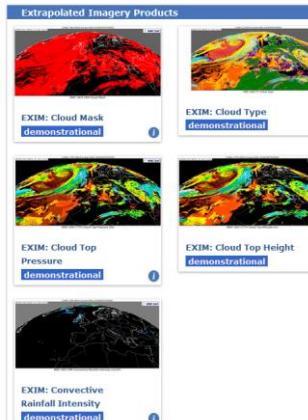
Precipitation Products



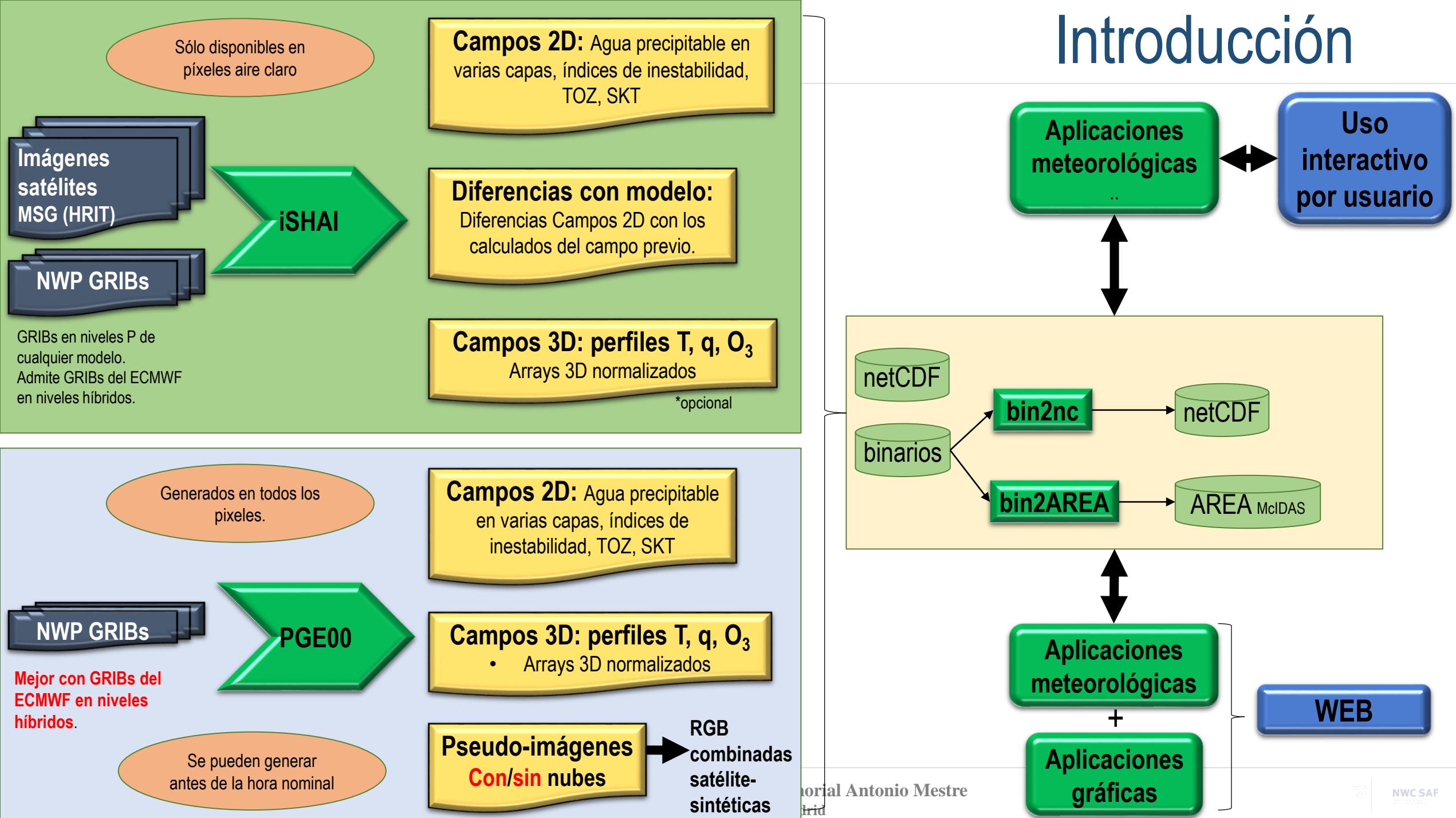
Satellite Humidity and Instability Products



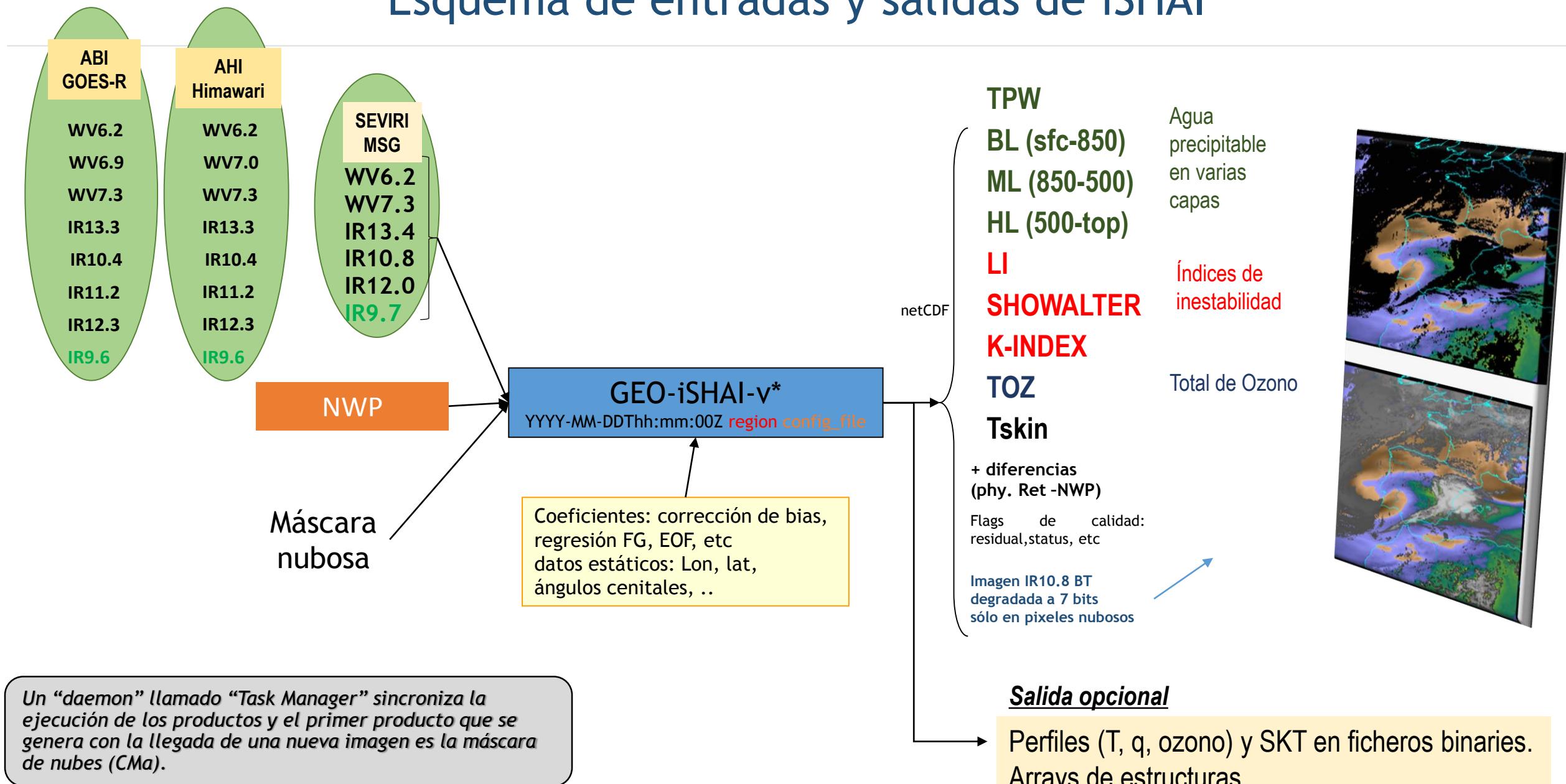
Extrapolated Imagery Products



Introducción



Esquema de entradas y salidas de iSHAI



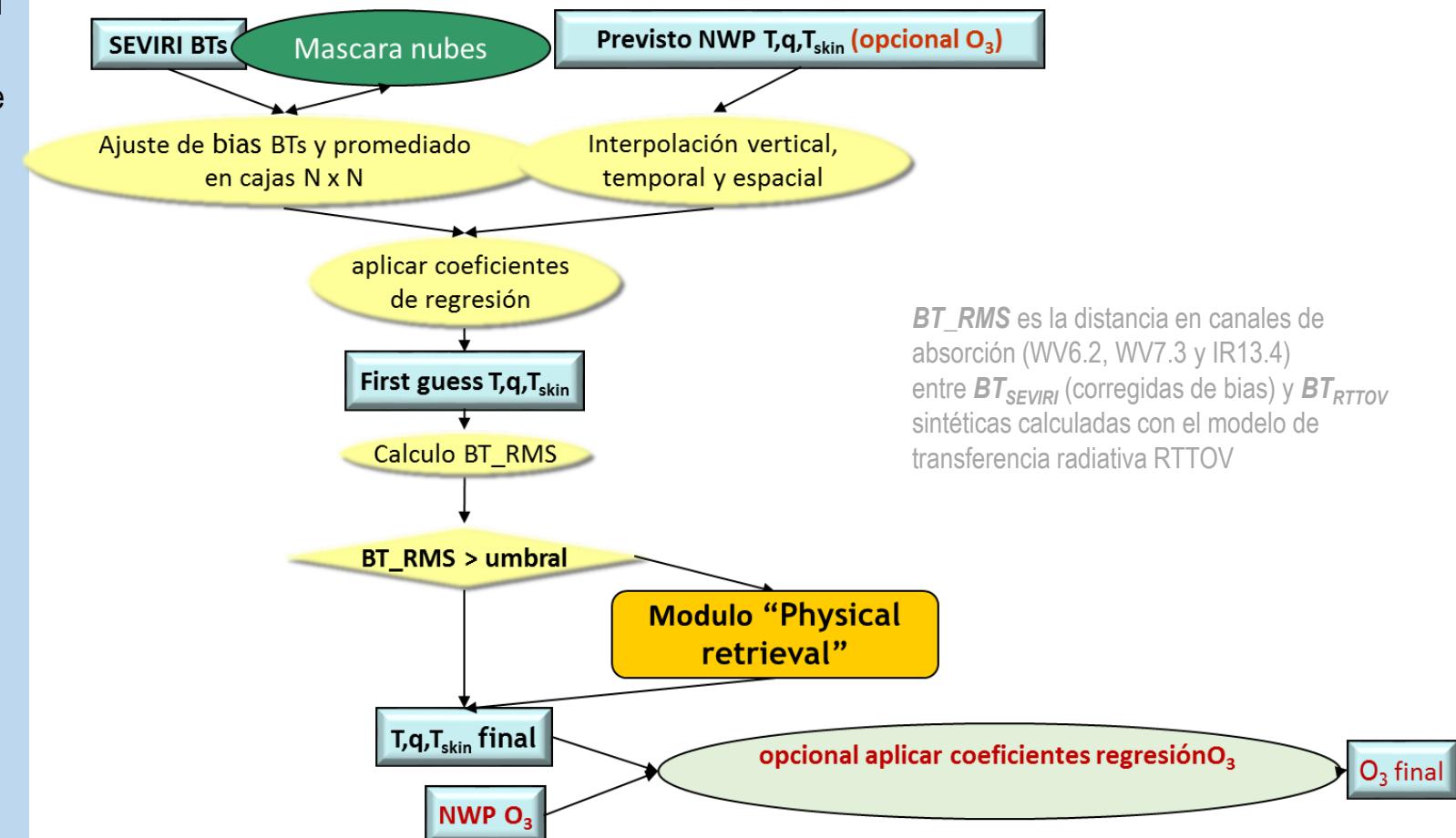
iSHAI: Modifica los perfiles de (T, q, ozono) previstos por un modelo numérico (NWP) en función de las diferencias entre BT_{seviri} y BT_{RTTOV} pesadas por los jacobianos (derivadas parciales de BT y los perfiles de T y q) **en píxeles en aire claro**.

Usa un algoritmo estadístico seguido de un algoritmo de estimación óptima (“physical retrieval”):

Primer paso: utiliza una regresión no lineal para construir el “First Guess” a partir de los perfiles de temperatura, humedad y ozono de un modelo numérico (“background NWP”) y las temperatura de brillo (BT) del satélite corregidas de bias.

Segundo paso: estimación óptima sobre componentes principales (EOF) para reducir la dimensión de la matriz y reducir el tiempo de cálculo.

MSG: 2 EOFs para T, 3 EOFs para q y 1 EOF para T_{suelo}



El algoritmo es semejante al usado por NOAA para el GOES-R. El algoritmo base fue proporcionado por el Dr. Jun Li de CIMSS-Wisconsin en 2007: <http://www.ssec.wisc.edu/~juln/>

Toda la información está disponible en el documento Algorithm Theoretical Basis(Document ATBD) de iSHAI disponible en la página web del NWCSAF.

GEO-PGE00-* como interpolador 4D (presión, tiempo y espacio)

PGE00: genera las mismas salidas que iSHAI directamente desde los modelo numérico (ECMWF) en todos los píxeles.

Los programas GEO-PGE00-* realizan en primer lugar la interpolación 4D (presión, tiempo, longitud, latitud) de modelos numéricos a regiones en proyección satélite.

a) **Interpolación vertical** conversión de niveles híbridos a niveles de presión con la densidad que se deseé. Por defecto 54 niveles de presión de RTTOV-12.

b) **interpolación temporal** a la hora fijada por usuario.

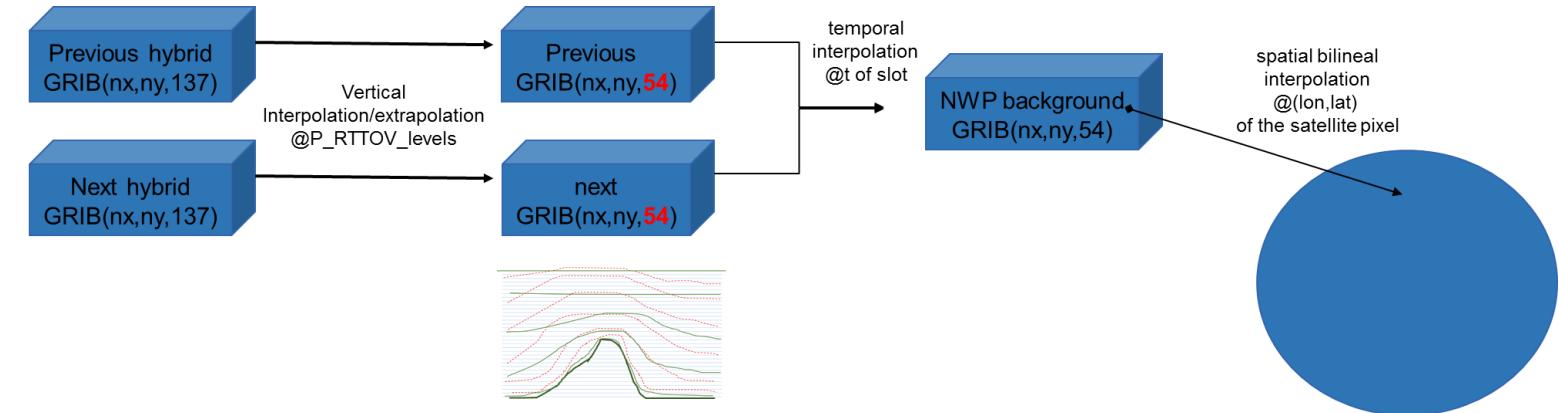
c) Finalmente permite realizar la **interpolación espacial** a los puntos de la imagen de satélite o aquellos puntos que se deseé.

Se puede modificar ejecución para generar sólo sobre puntos prefijados o sobre píxeles no nubosos.

También puede ser usado en las coordenadas del modelo (=> menor tamaño en el caso del ECMWF si la resolución de 0.125°x0.125°) como:

1. Lector o decodificador de hybrid GRIB
2. interpolador a niveles P con resolución vertical fijada por el usuario
3. interpolador al tiempo fijado por el usuario

PGE00 puede usar GRIBs del ECMWF en niveles híbridos.



De esta forma es posible una comparación directa salidas iSHAI y PGE00.

□ Si el fichero GRIB es un análisis => validación.

PGE00 no forma parte del software del NWC SAF y es por ahora una herramienta interna de AEMET

GEO-PGE00-VISIR como generador de imágenes sintéticas de alta calidad.

GEO-PGE00-VISIR utiliza **RTTOV-12.1** y permite la simulación con gran realismo de las nubes en canales visibles e infrarrojos.

- En RTTOV-12.1 los coeficientes de dispersión para nubes y aerosol están disponibles **tanto para los canales Visibles como para los IR**.
- Además de los perfiles de T, q y O₃ utiliza los perfiles de nubosidad y contenido de agua de nube para la simulación de las nubes (**CC, CLWC, CIWC**) en niveles híbridos de archivos ECMWF GRIB.
- Llamada a RTTOV directa utilizando las nubes y activando las opciones de simulación solar. Emisividades y BRDF de atlas RTTOV.
 - Sólo 8 canales VIS pueden ser simulados al mismo tiempo.

Las simulaciones con alta calidad se pueden utilizar para:

- *la creación de imágenes RGB sintéticas que pueden ser mostradas de forma conjunta con imágenes reales.*
Como las imágenes sintéticas se pueden generar antes de la hora nominal de las imágenes esto permitirá al comparar con imágenes reales poder deducir las regiones donde el modelo discrepa con la realidad y de forma subjetiva tratar de corregir el modelo.
- *desarrollos dentro del NWC SAF.*

GEO-PGE00-VISIR está diseñado para poder simular cualquier satélite conocido (entre los que se disponga coeficientes del RTTOV) y de varios de los satélites en desarrollo.
Nuevos atlas de emisividad (UW IREMIS 0.1°x0.1° y CAMEL 0.05° x 0.05°) y BRDF

19 Febrero 2017 03Z ECMWF
t+3 de la pasada 00 del día 19



Imágenes RGB sintéticas en tiempo real en la Intranet

Las imágenes RGB sintéticas en tiempo real están disponibles en Intranet:

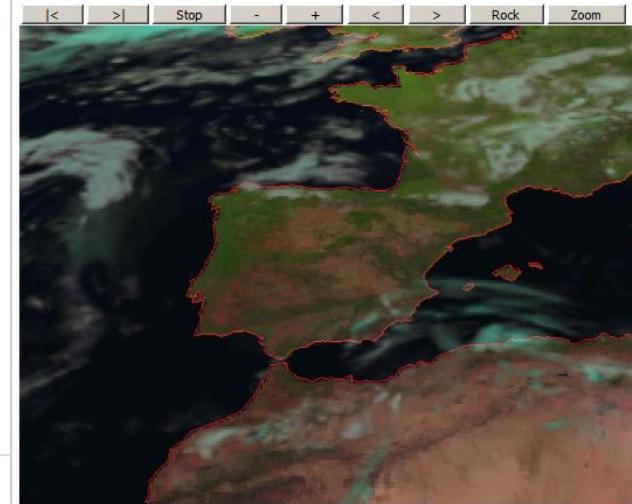
- Son generadas con PGE00-VISIR usando **GRIBs del ECMWF en niveles híbridos cada 1 hora**.
- Están disponibles las 25 imágenes entre **[t+00, t+24]** para las pasadas del ECMWF de los últimos 3 días.
- Se generan según se van recibiendo los GRIBs del ECMWF tras las llamadas al MARS (unas tres horas). **Resolución: 0.125°x0.125°**.
- Al no disponer de una máquina dedicada se generadas con cada el en la en resolución MAG=-2
- **Se realiza la conversión de reflectancias y BTs a cuentas (RAW) y se escriben en AREA McIDAS. Programa IDL.**
- Se podría proporcionar a acceso a los datasets McIDAS para poder ser usadas en McIDAS y poder hacer operaciones con imágenes reales.
- Aunque sólo se muestran con nubes están disponibles las AREA McIDAS de todos los canales MSG con y sin nubes.
- Cadena montada en Python.

http://www0.aemet.es/wws/satellwww/espacio/doc_generacion_imagenes/pseudo_imagenes_NRT/indice_pasadas_ECMWF.html

Tabla de pasadas ECMWF disponibles

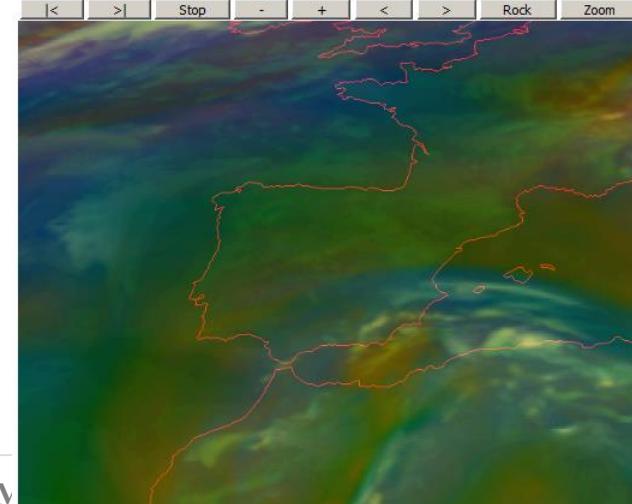
RGB natural	RGB masas de aire	directorios
ECMWF 2018-09-14T00 RGB natural	ECMWF 2018-09-14T00 RGB masas de aire	ECMWF 2018-09-14T00
ECMWF 2018-09-13T12 RGB natural	ECMWF 2018-09-13T12 RGB masas de aire	ECMWF 2018-09-13T12
ECMWF 2018-09-13T00 RGB natural	ECMWF 2018-09-13T00 RGB masas de aire	ECMWF 2018-09-13T00
ECMWF 2018-09-12T12 RGB natural	ECMWF 2018-09-12T12 RGB masas de aire	ECMWF 2018-09-12T12
ECMWF 2018-09-12T00 RGB natural	ECMWF 2018-09-12T00 RGB masas de aire	ECMWF 2018-09-12T00

Secuencia pseudoimágenes RGB natural ECMWF 2018-09-14 pasada de 00Z



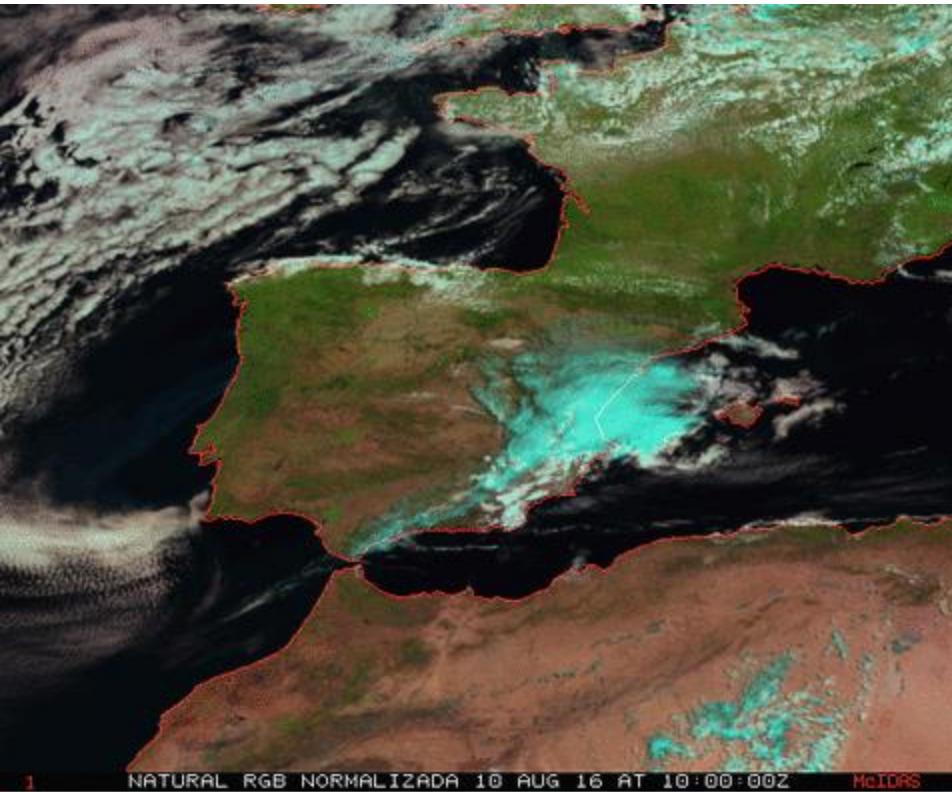
Generadas en tiempo real usando el modelo ECMWF con resolución de 0.125° x 0.125° pasada 00Z del día 2018-09-14

Secuencia pseudoimágenes RGB masas de aire ECMWF 2018-09-14 pasada de 00Z



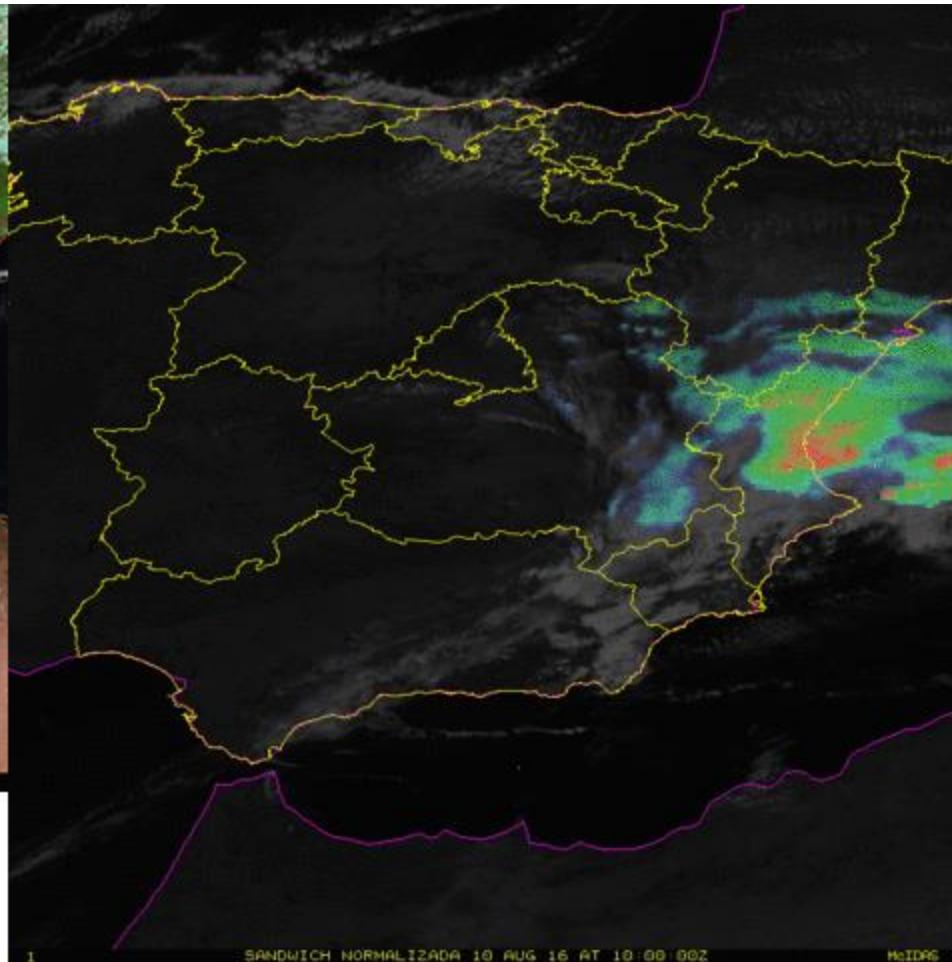
Generadas en tiempo real usando el modelo ECMWF con resolución de 0.125° x 0.125° pasada 00Z del día 2018-09-14

Caso de estudio: 10 Agosto 2016



2016/08/10 10:00Z

colores levemente degradadas debido a
usar un GIF animado en lugar de
formato vídeo



RGB natural normalizada e imágenes sandwich

Los canales VIS y HRV
han sido normalizados
para aumentar el
contraste en orto y
ocaso con un comando
McIDAS de AEMET

Salidas de iSHAI 10 Agosto 2016

Agua precipitable, índices de inestabilidad, total de ozono y Temperatura de superficie

BL
Agua precipitable en
capa baja
(P_{sfc} - 850hPa)

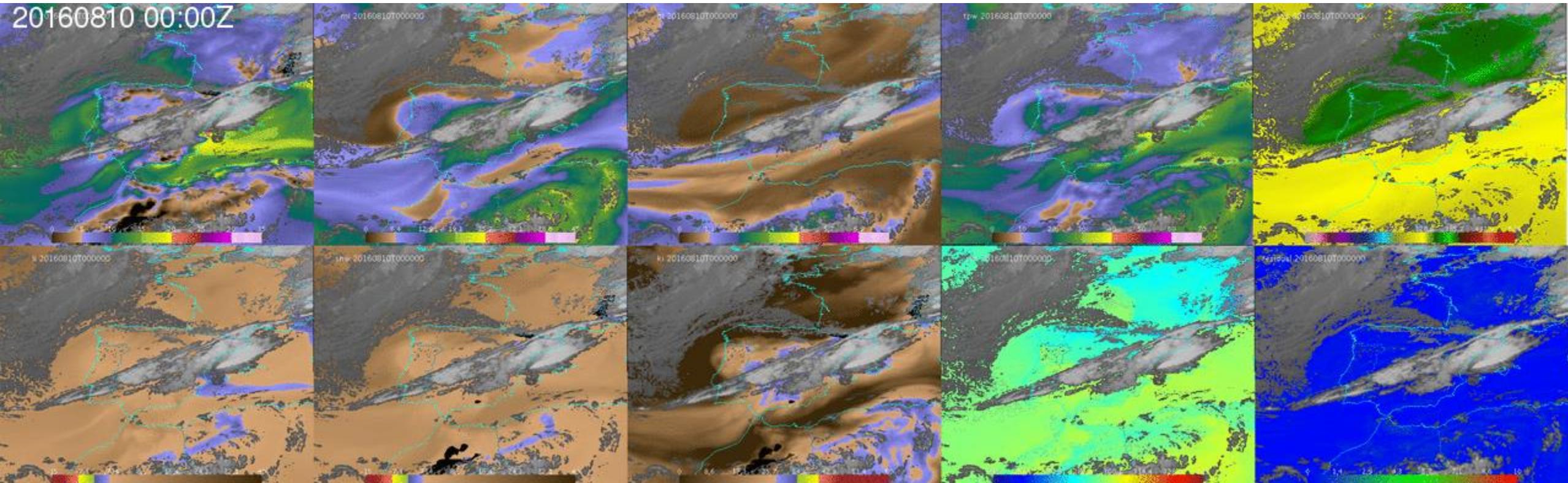
ML
Agua precipitable
en capa media
(850-500 hPa)

HL
Agua precipitable
en capa alta
(500-0.1 hPa)

TPW
Total de agua precipitable
(P_{sfc} - 0.1 hPa)

TOZ
Total Ozono
(P_{sfc} - 0.0 hPa)

20160810 00:00Z



LI
Lifted index

SHW
Showalter Index

KI
K-Index

SKT
Temperatura de superficie

Residuo
Raíz cuadrada de la suma
($BT_{seviri} - BT_{rttov}$)

Salidas de iSHAI campos de diferencias con NWP:

10 Agosto 2016

Agua precipitable, índices de inestabilidad, total de ozono y Temperatura de superficie

diffBL

Agua precipitable
en capa baja
(P_{sfc} - 850hPa)

diffML

Agua precipitable
en capa media
(850-500 hPa)

diffHL

Agua precipitable
en capa alta
(500-0.1 hPa)

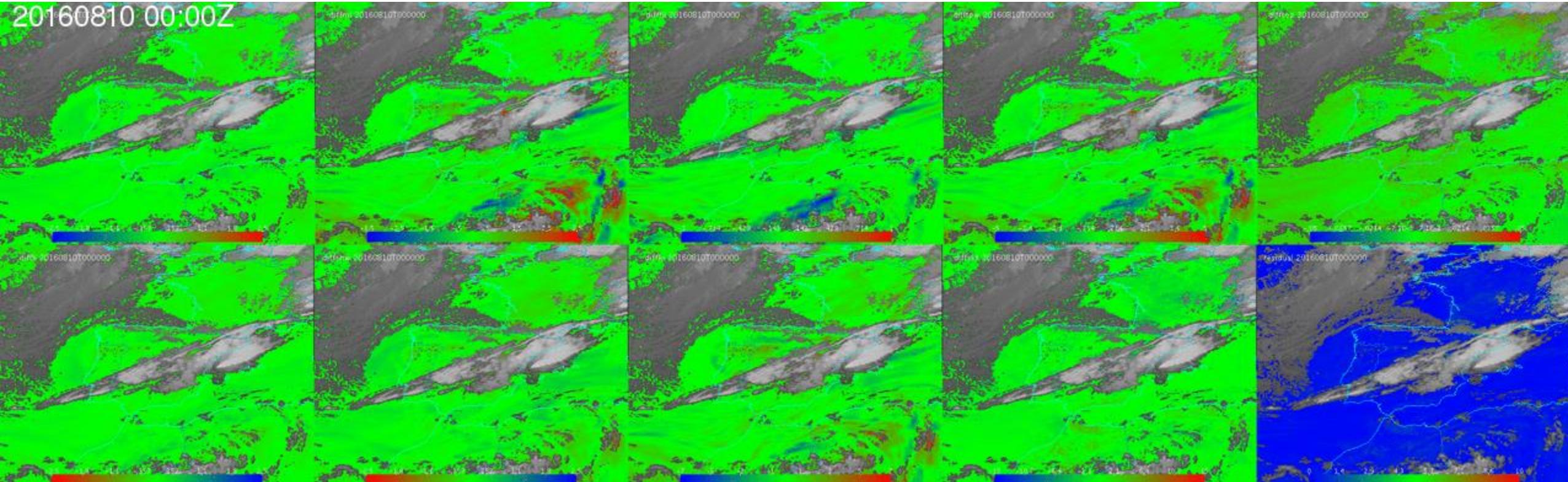
diffTPW

Total de agua precipitable
(P_{sfc} - 0.1 hPa)

diffTOZ

Total Ozono
(P_{sfc} - 0.0 hPa)

20160810 00:00Z



diffLI

Lifted index

diffSHW

Showalter index

diffKI

K-index

diffSKT

Temperatura de superficie

Residuo

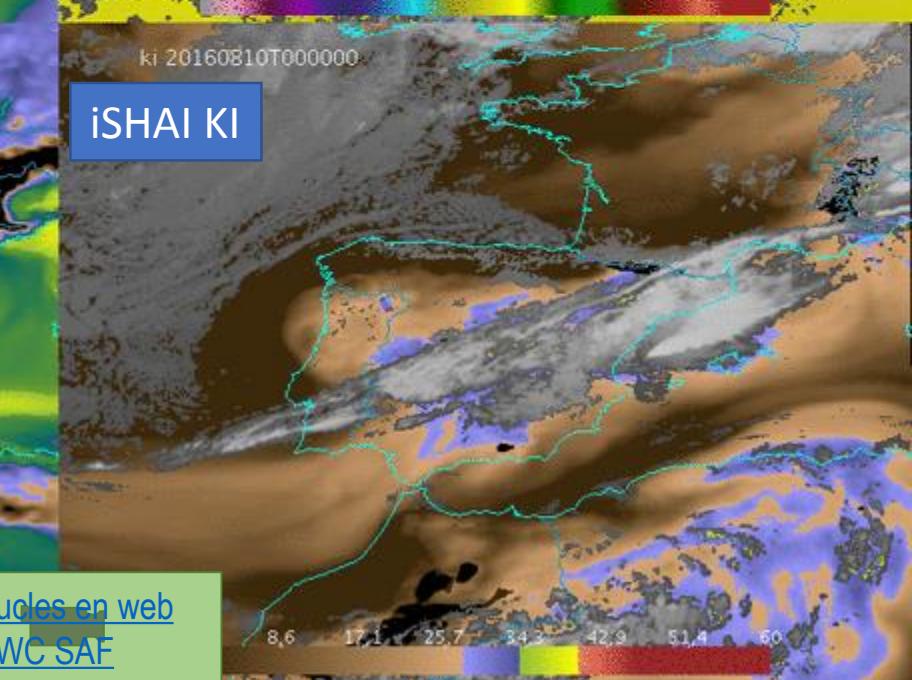
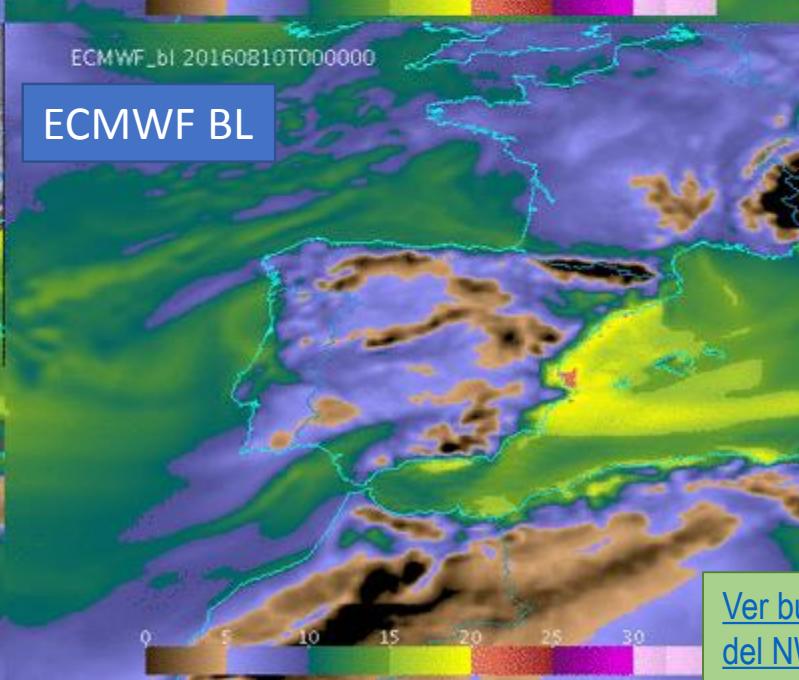
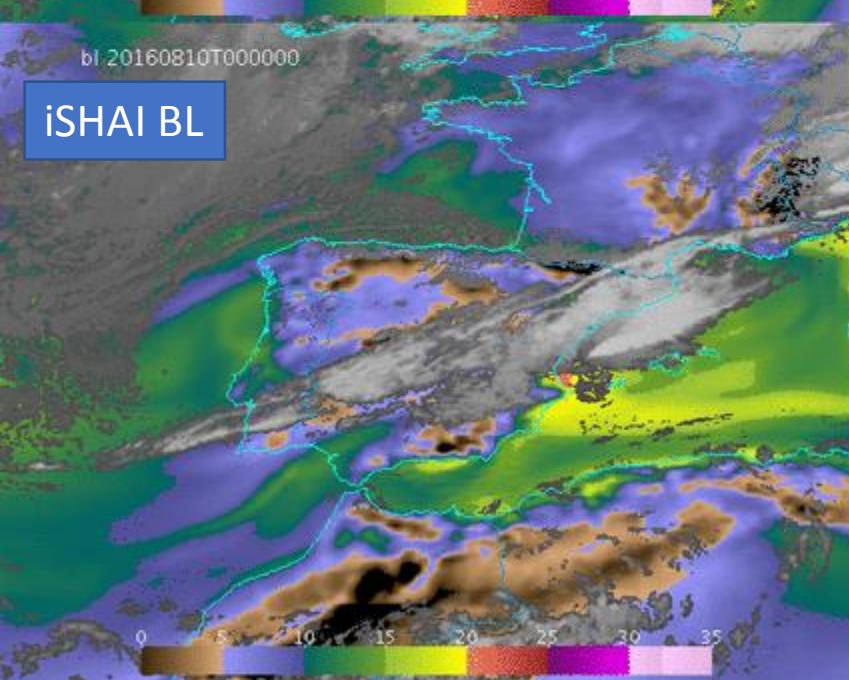
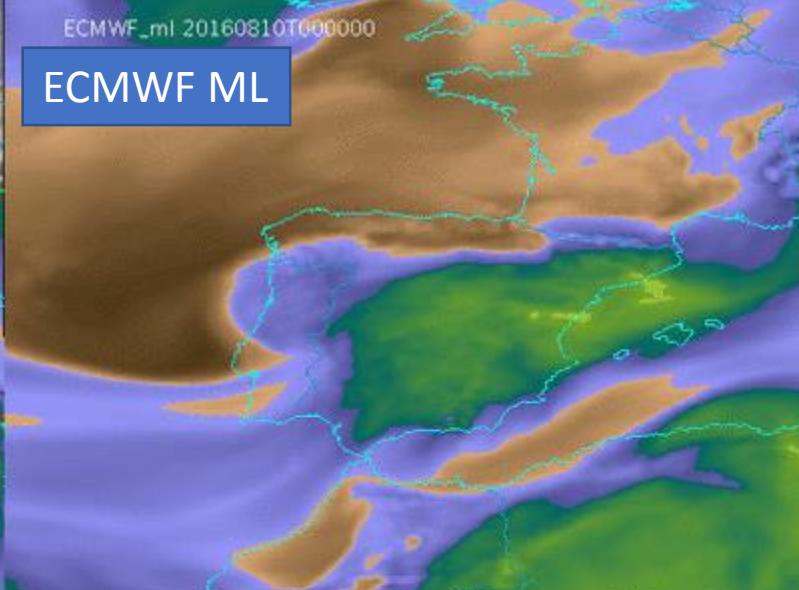
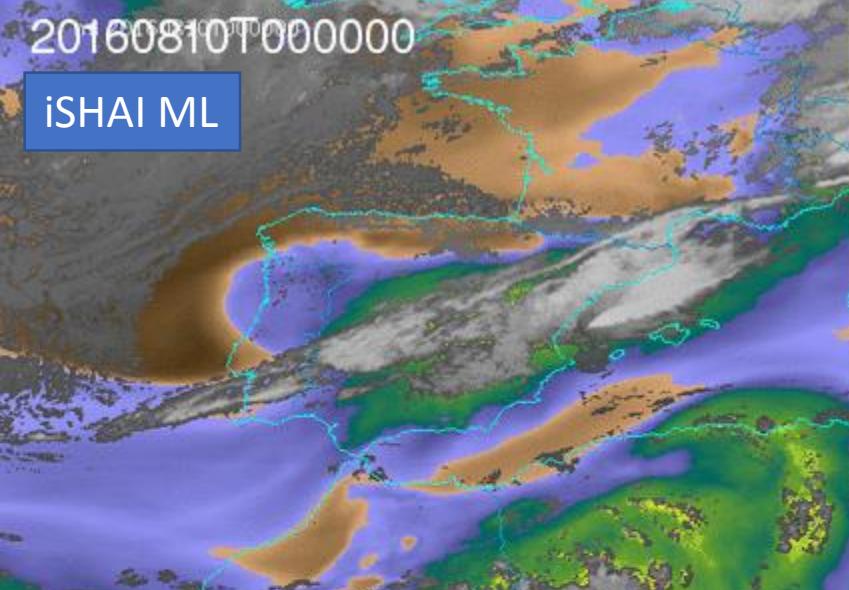
Raíz cuadrada de la suma
($BT_{seviri} - BT_{rtov}$)

Las imágenes individuales han sido generadas con **McIDAS-V** en modo batch tras generar archivos "bundles" e importar paletas de colores. Se han montado y animado en modo "batch" con **ImageMagick**.

honio Mestre

[Ver bucles en web](#)
[del NWC SAF](#)

Ejemplo de uso conjunto de iSHAI y PGE00: 10 Agosto 2016



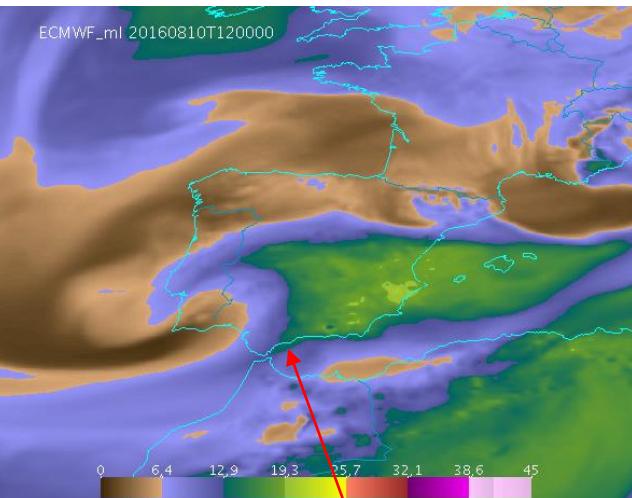
[Ver bajas en web
del NWC SAF](#)

Hora de disponibilidad del campo ML (agua precipitable en la capa 850-500 hPa) 10 Agosto 2016 a las 12:00

ECMWF **previsto t+12** pasada de 00Z

Disponible hacia a las 7 Z

(ventana de asimilación, ejecución, llamada al MARS, transferencia, etc)

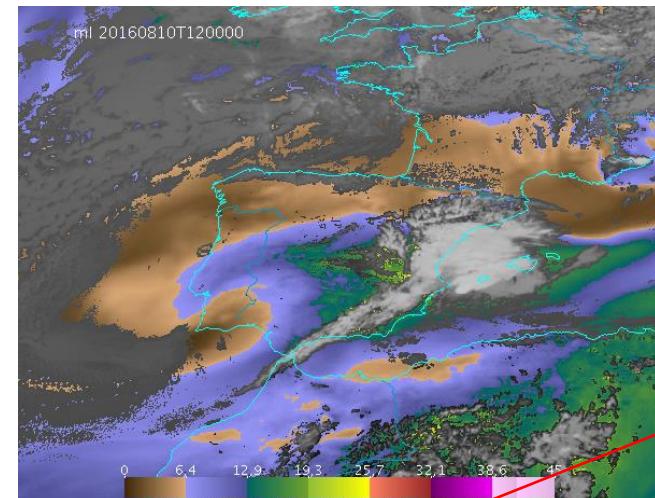


7:30Z

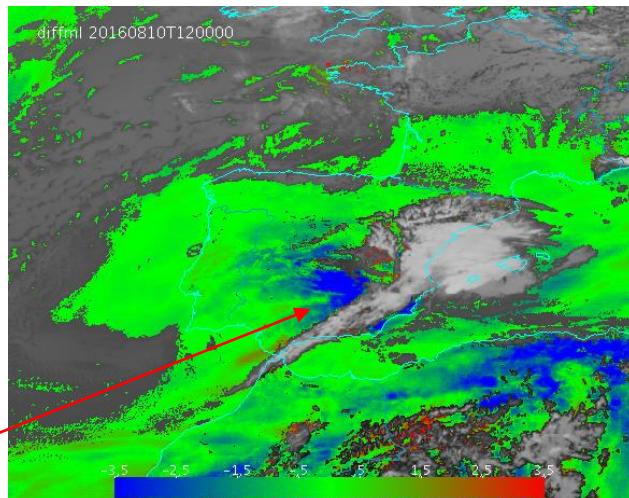
Hay una ligera
sobreestimación de la
humedad entre el **t+12** y el
análisis.

NWCSAF MSG iSHAI

Disponible unos 25 minutos más tarde de la hora nominal



12:30Z

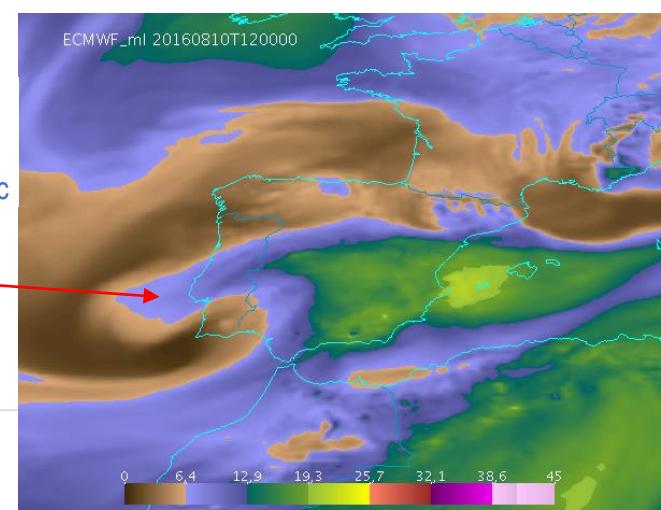


18:30Z

ECMWF: **análisis (t+00)** pasada de 12Z

Disponible hacia a las 19Z

(ventana de asimilación, ejecución, llamada al MARS, transferencia, etc)



Desde de 2014, el ECMWF presenta una **sobreestimación** del campos ML en la
mayor parte de los casos convectivos

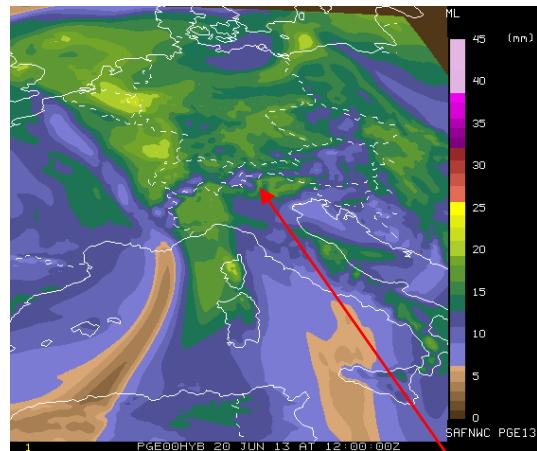
Hora de disponibilidad del campo ML (agua precipitable en la capa 850-500 hPa) 20 Junio 2013 a las 12:00

ECMWF previsto t+12

pasada de 00Z

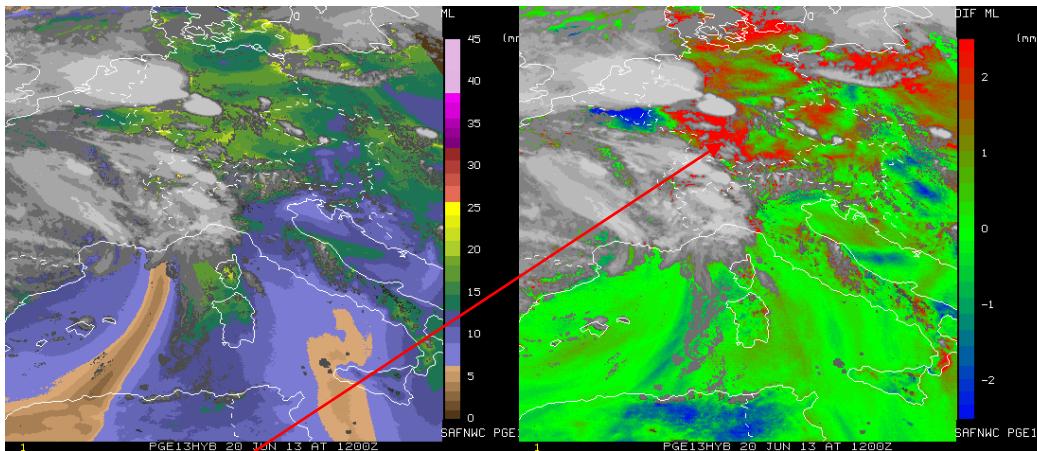
Disponible hacia a las 7 Z

(ventana de asimilación, ejecución, llamada al MARS, transferencia, etc)



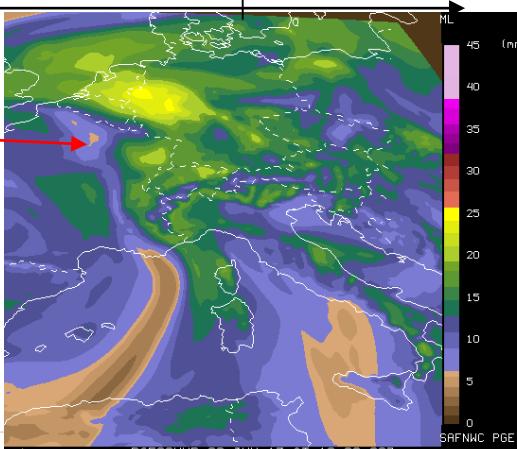
7:30Z

Hay una fuerte **infraestimación** de la humedad entre el **t + 12** y el **análisis**.



12:30Z

18:30Z



ECMWF: **análisis (t+00) pasada de 12Z**

Disponible hacia a las 19Z

(ventana de asimilación, ejecución, llamada al MARS, transferencia, etc)

Antes de 2014, el ECMWF presenta en unos caso **sobreestimación** y en otros **infraestimación** del campos ML.

Conversión ficheros binarios => netCDF y AREA McIDAS-X

iSHAI y PGE00 son modulares y configurables mediante la edición del archivo de configuración del modelo (extensión .cfm). Las principales opciones son:

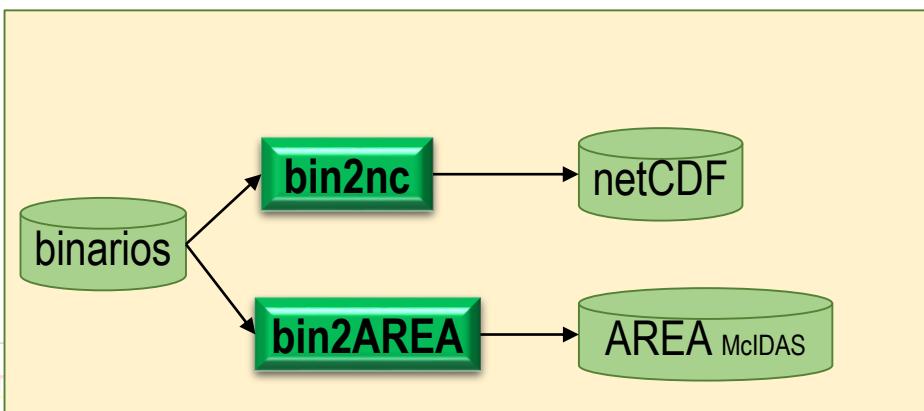
- Procesamiento en cajas de **M x M** píxeles.
- Activar la escritura opcional de ficheros binarios en iSHAI
- Generar BTs de RTTOV, etc.

En PGE00 (y los ficheros opcionales de iSHAI) la salida son ficheros binarios con arrays de estructuras con los perfiles y campos en cada pixel.

Después programas IDL/GDL realizan la conversión a netCDF o ficheros AREA McIDAS.

El código IDL se podría migrar a C o Fortran o Python. Existe correspondencia con funciones similares en las API de C/Fortran/IDL.

También se puede usar GDL (GNU Data Language). GDL es software libre.



Conversión de los ficheros binarios a formato NetCDF

En los ficheros NetCDF los nombres de las variables, atributos y la estructura son semejantes a ficheros NetCDF del modelo numérico WRF → CF compliant.

Por tanto, estos ficheros NetCDF puede ser usado con muchas aplicaciones.

Pueden ser usados en IDV y **McIDAS-V**. Probablemente con **Unidata AWIPS**, librería Python de NCAR/UCAR, etc

Conversión reflectancias y BTs en los ficheros binarios a formato AREA Mcidas

Se escriben en formato AREA McIDAS como si fueran imágenes MSG con los 12 canales.

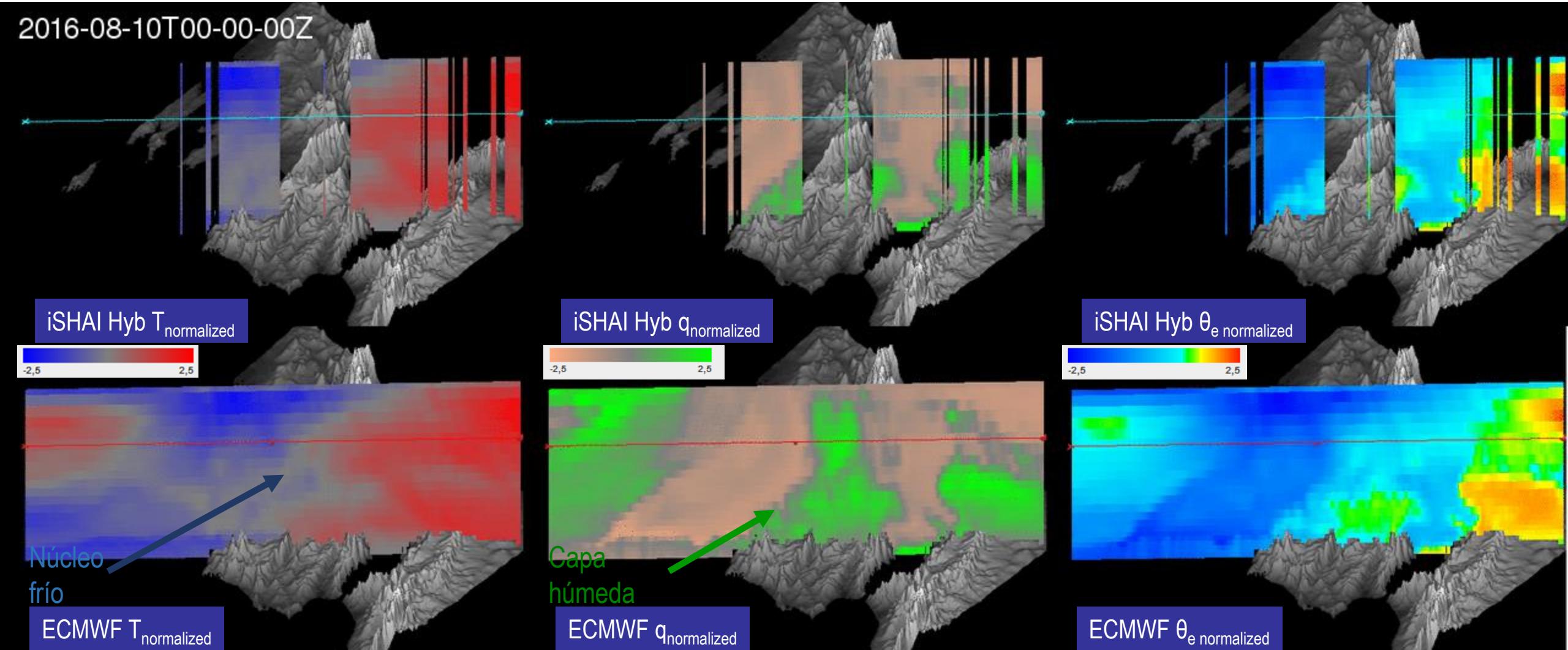
- ❖ Se realiza la calibración inversa y las BTs se convierten en cuentas (RAW).
- ❖ Se rellenan la cabecera y los codicilos de navegación y calibración.

Por tanto, estos ficheros AREA McIDAS pueden ser usado con McIDAS-X y además en IDV y McIDAS-V.

MCIDAS-V
IDV

<http://www.ssec.wisc.edu/mcidas/software/v/>
<http://www.unidata.ucar.edu/software/idv/>

Cortes verticales de arrays T y q normalizados restando valor medio y normalizando con desviación estándar en cada nivel del análisis.



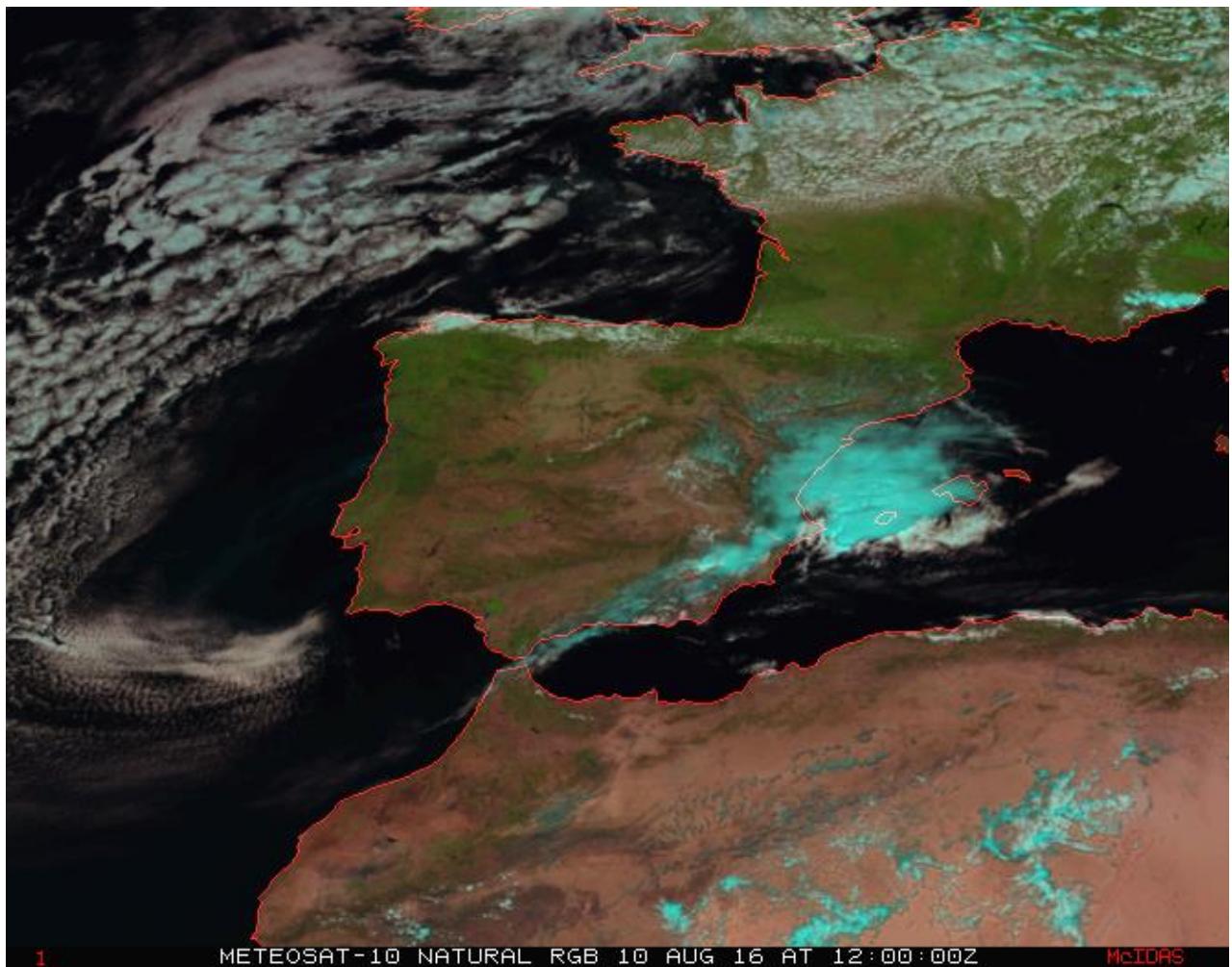
Generadas con McIDAS-V



Representación normalizando cada nivel de presión para realizar la presencia de capas húmedas y capas frías buscando la presencia de anomalías.

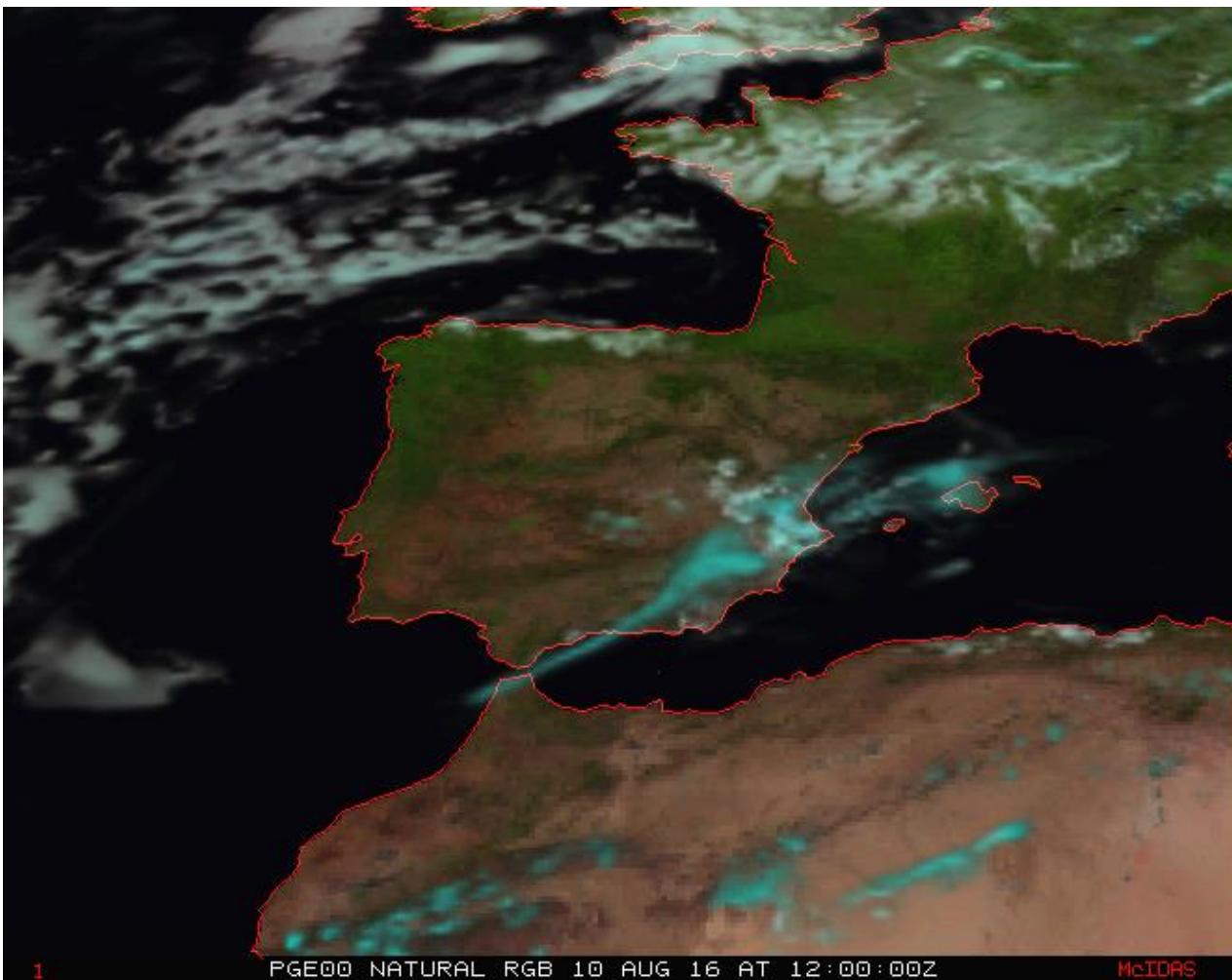
Ver bucle en web
del NWC SAF

RGB natural normalizada: comparación de imágenes RGB reales y sintéticas de MSG



RGB natural: real de MSG

[Ver bucle en web del NWC SAF](#)

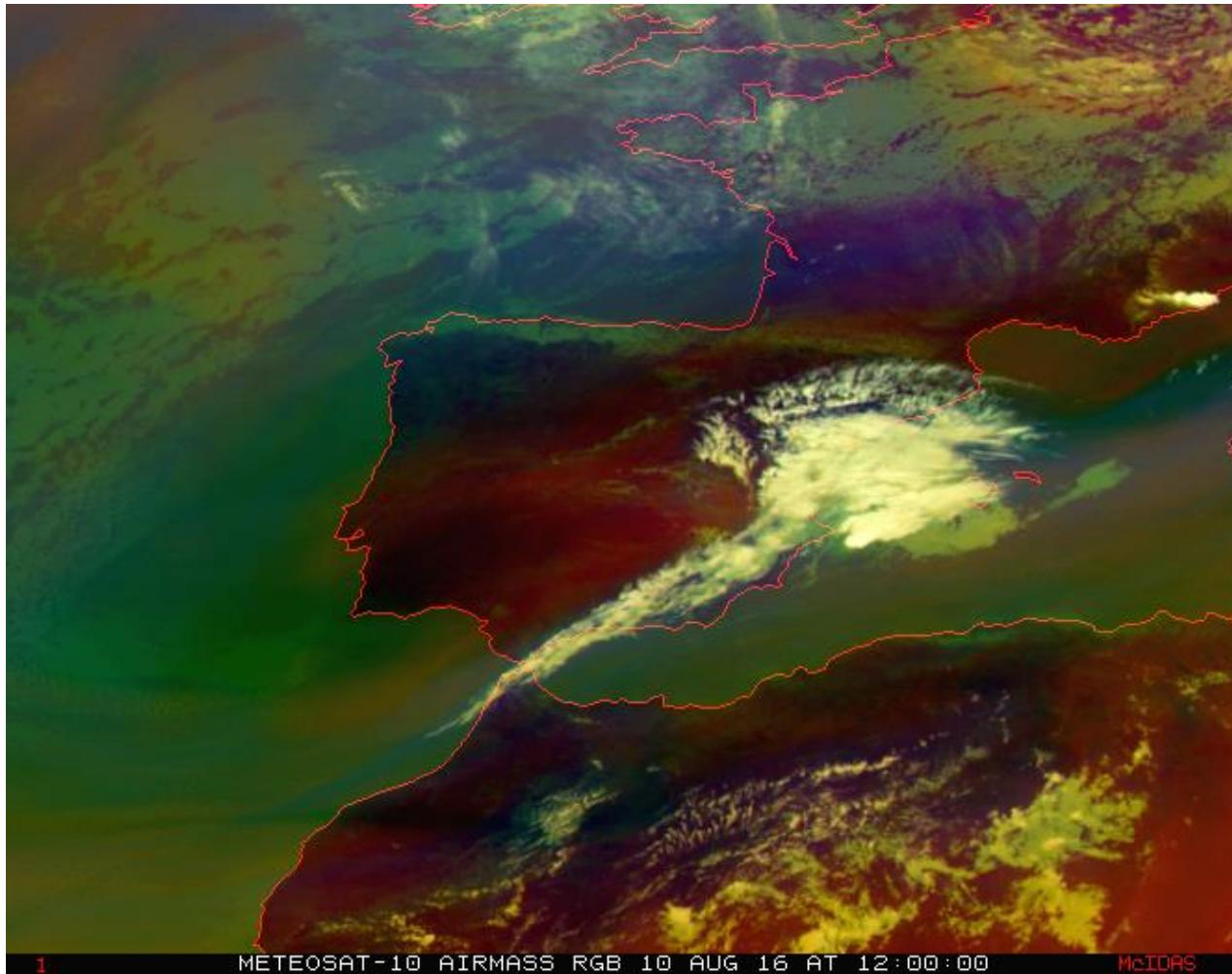


RGB natural: sintética usando PGE00 de MSG

ECMWF 10 Agosto 2016 12Z

t+12 de la pasada del 10 Agosto 2016 de las 00Z

RGB masas de aire: comparación de imágenes RGB reales y sintéticas de MSG



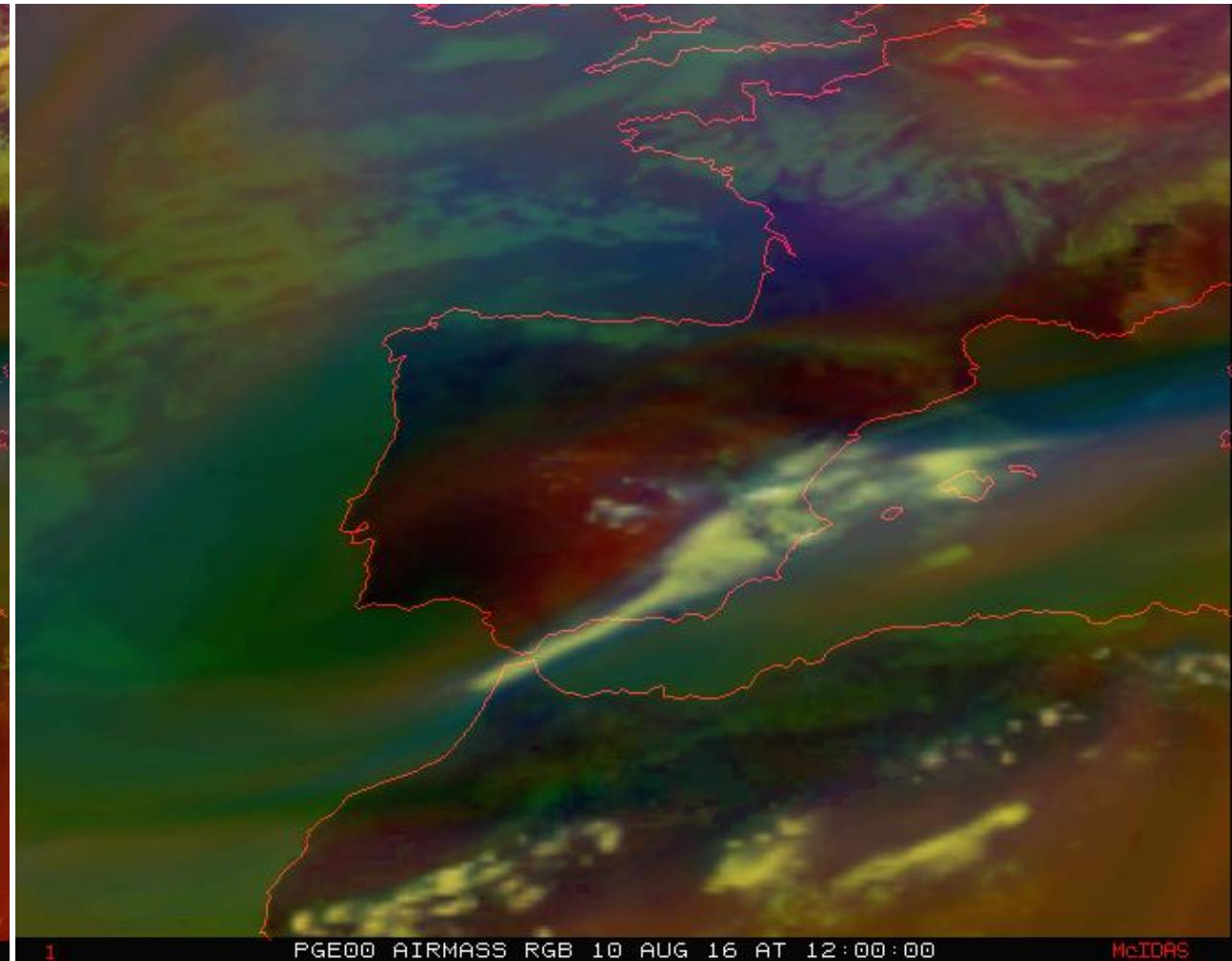
RGB masas de aire: real de MSG

[Ver bucle en web
del NWC SAF](#)



VI Simposio

ROJO	WV6.2-WV7.3	[-25,0]
VERDE	IR9.7-IR10.8	[-40,5]
AZUL	WV6.2	[243,208]



RGB masas de aire: sintética usando PGE00 de MSG

ECMWF 10 Agosto 2016 12Z
t+12 de la pasada del 10 Agosto 2016 de las 00Z

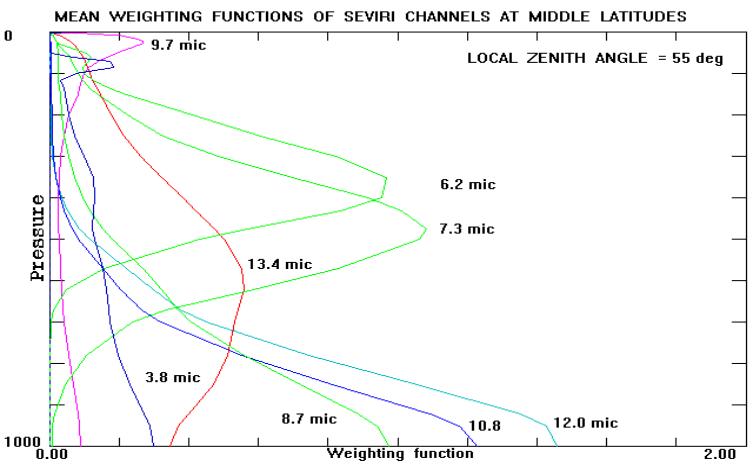
NWC SAF

RGB masas de aire combinada (real-sintética): usando BTs sintéticas (PGE00)

Se utilizan BTs de dos simulaciones del canal IR9.7:

- a) **clearIR97_{RTTOV}**: BTs IR9.7 sintéticas en aire claro utilizando los perfiles originales ECMWF con el perfil de T, q y ozono en cada pixel.
- b) **meanO3_clearIR97_{RTTOV}**: BTs IR9.7 sintéticas en aire claro utilizando los perfiles originales ECMWF con el perfil de T y q en cada pixel **pero utilizando como perfil de ozono para todos los píxeles el valor medio del ozono en cada nivel.**

Funciones de peso de los canales SEVIRI

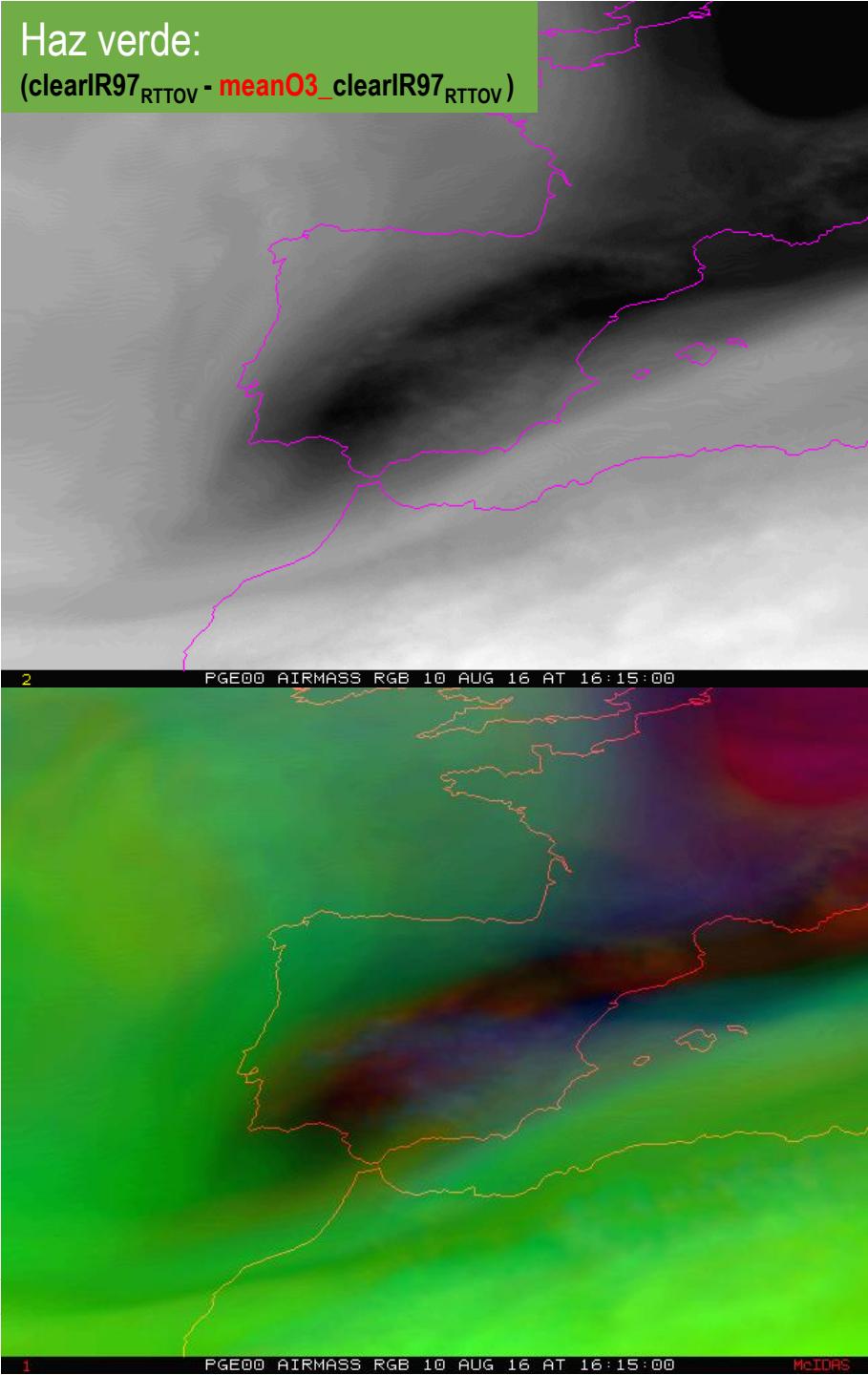


ROJO	WV6.2-WV7.3	[-25,0]
VERDE	IR9.7-IR10.8	[-40,5]
AZUL	WV6.2	[243,208]

Al representar la diferencia
(clearIR97_{RTTOV} - meanO3_clearIR97_{RTTOV}) de
estas BTs simuladas de aire claro se
muestra claramente la influencia del
contenido y perfil de ozono en el canal
IR9.7.

Si se usa esta diferencia en la capa verde de
la RGB de masas de aires, se destacan en
color más oscuro la presencia de la intrusión
de ozono y no se ve la superficie.

ROJO	WV6.2-WV7.3	[-25,0]
VERDE	clearIR97 _{RTTOV} - meanO3_clearIR97 _{RTTOV}	[-4,4]
AZUL	WV6.2	[243,208]



RGB masas de aire combinada (real-sintética): usando BTs reales y meanO3 (PGE00)

Componte verde RGB masas de aire combinada: real

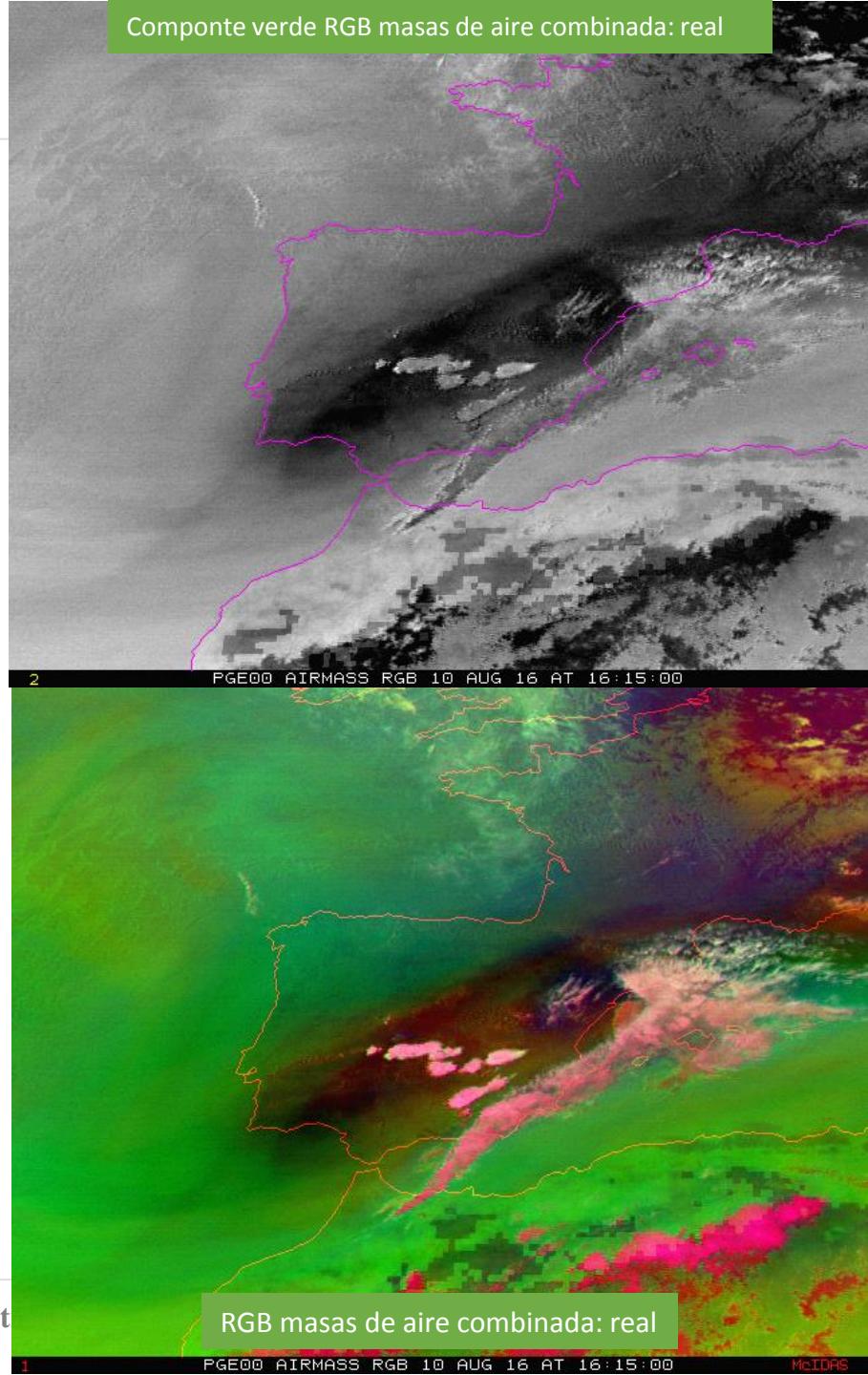
Cuando se utilizan BTs de imágenes reales, es necesario además corregir la diferencia entre las BTs de RTTOV y BTs reales en el canal IR9.7 usando una regresión de la diferencia entre las BTs real y RTTOV entre el canal IR10.8 e IR9.7.

La **componente VERDE** propuesta para imágenes reales es:

$$(\text{BT}_{\text{IR9.7}} - \text{meanO3_clearIR97}_{\text{RTTOV}}) - (0.54 * (\text{BT}_{\text{IR10.8}} - \text{meanO3_clearIR108}_{\text{RTTOV}}) + 0.18)$$

Diferencias debido a contribución ozono *Corrección desajuste temperatura de superficie y emisividades*

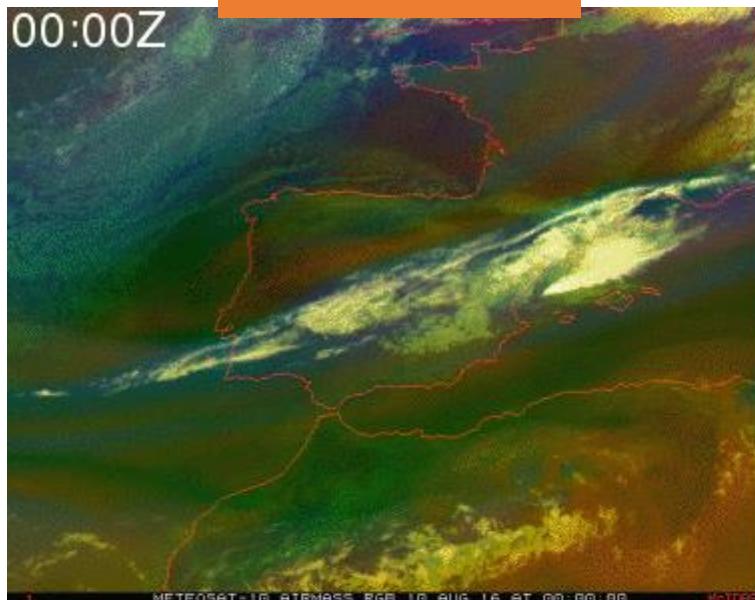
ROJO	WV6.2-WV7.3	[-25,0]
VERDE	$(\text{BT}_{\text{IR9.7}} - \text{meanO3_clearIR97}_{\text{RTTOV}}) - (0.54 * (\text{BT}_{\text{IR10.8}} - \text{meanO3_clearIR108}_{\text{RTTOV}}) + 0.18)$	[-4,4]
AZUL	WV6.2	[243,208]



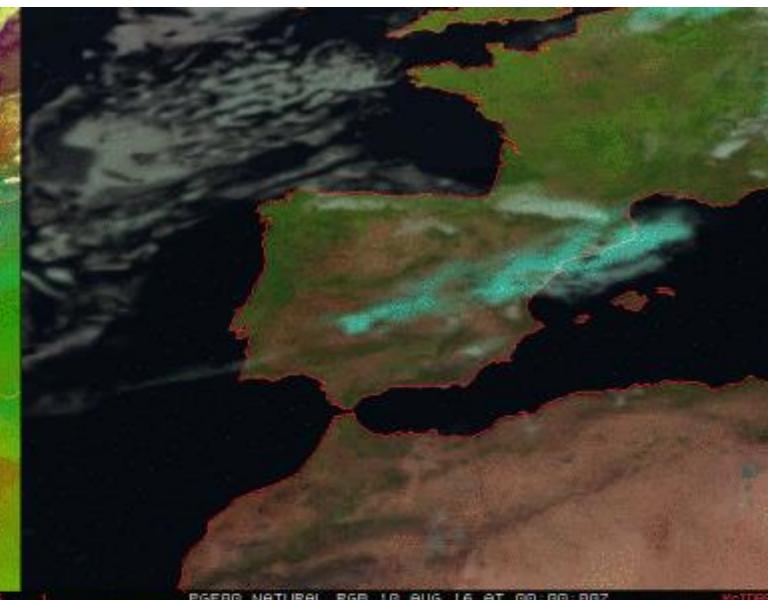
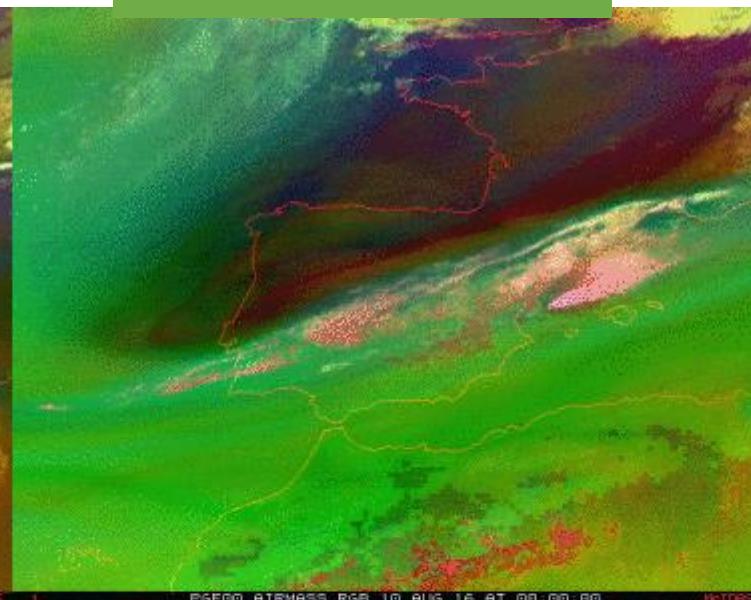
Bucle de RGB masas de aire combinada.

00:00Z

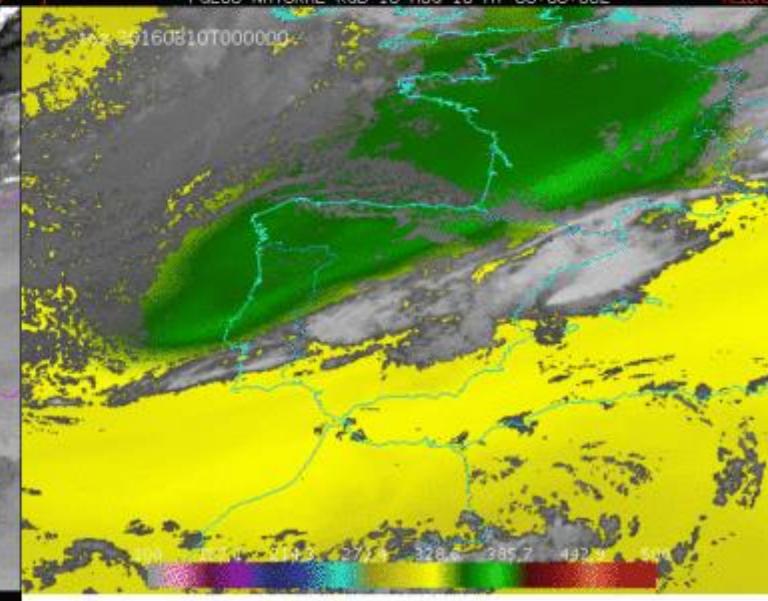
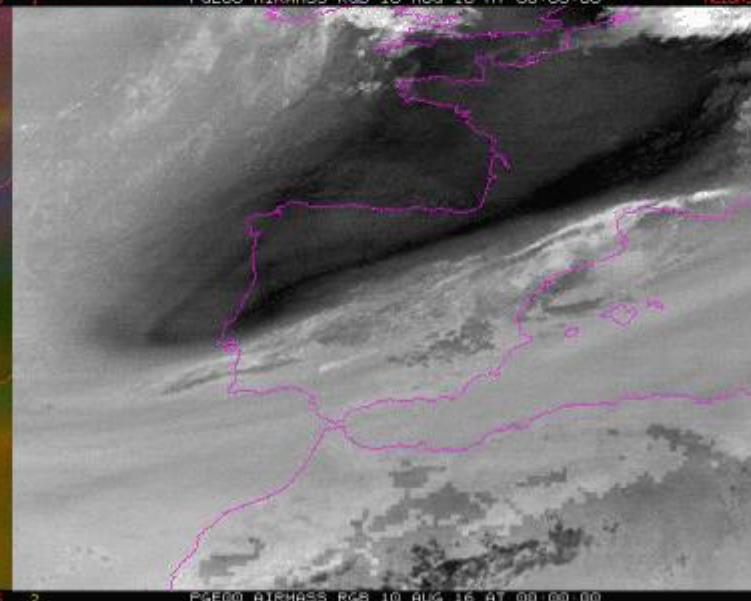
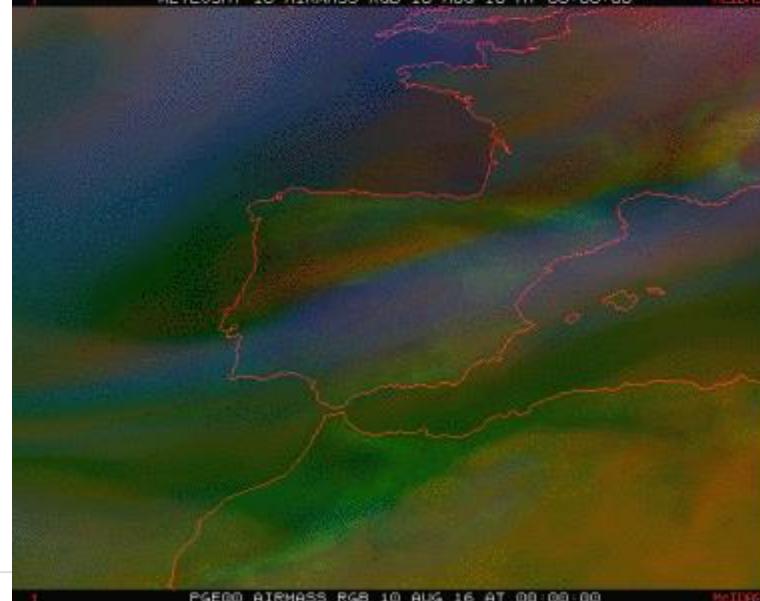
RGB masas de aire: real



RGB masas de aire combinada: real



RGB natural: Sintética (noche) y real (día)



iSHAI TOZ

Ver bucle en web del NWC SAF

RGB masas de aire: sintética en aire claro

Componte verde RGB masas de aire combinada: real

NWC SAF

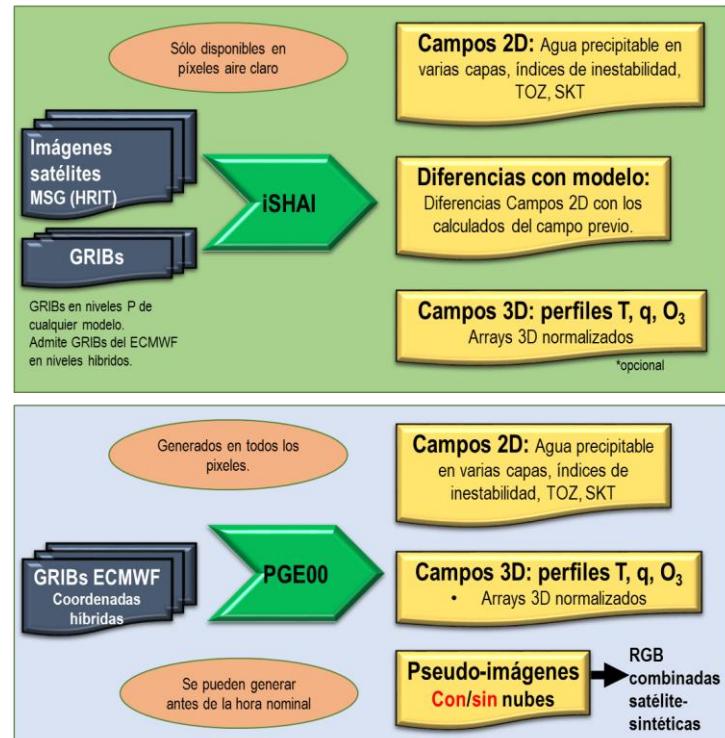
Conclusiones

El uso combinado de iSHAI y PGE00 permite mejorar la monitorización de ingredientes claves en situaciones preconvectivas.

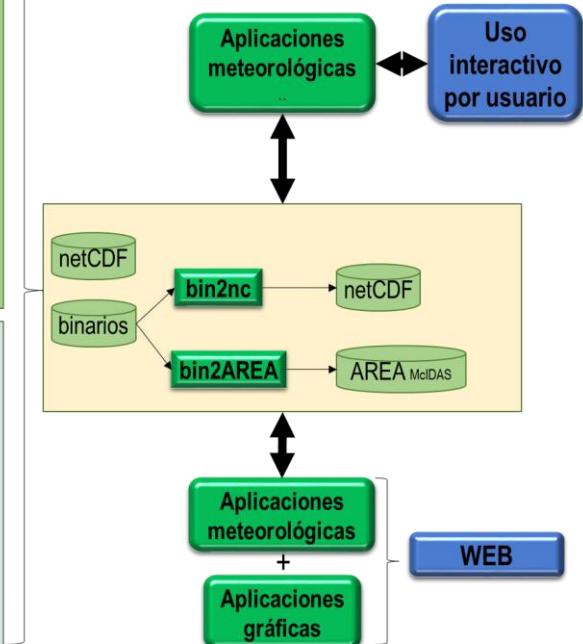
Todas las piezas que compondrían la cadena operativa están desarrolladas o existe un prototipo.

Faltaría mejorar aspectos como:

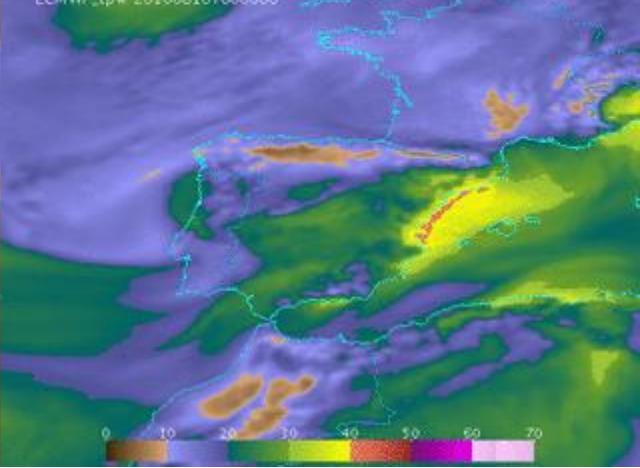
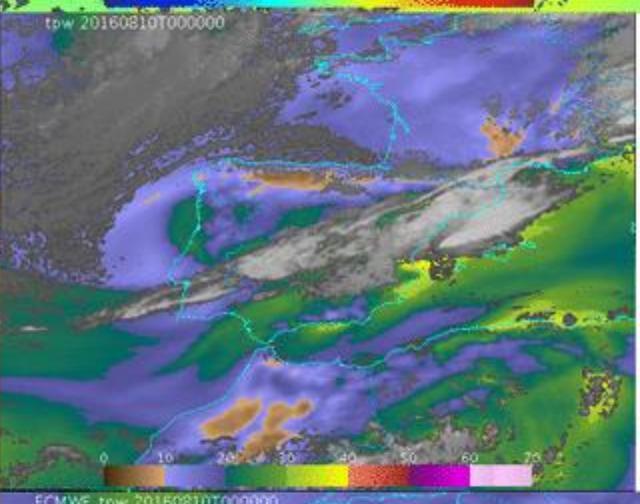
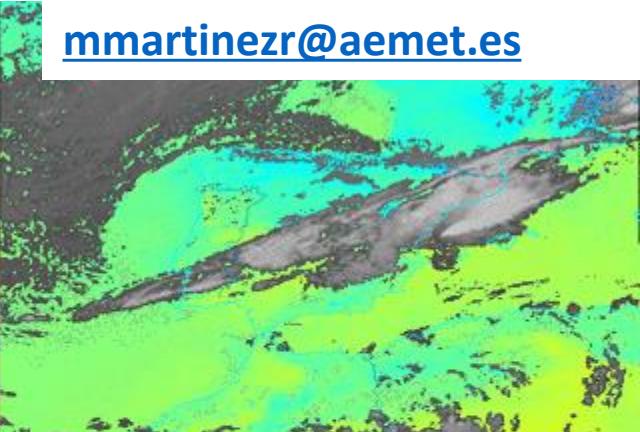
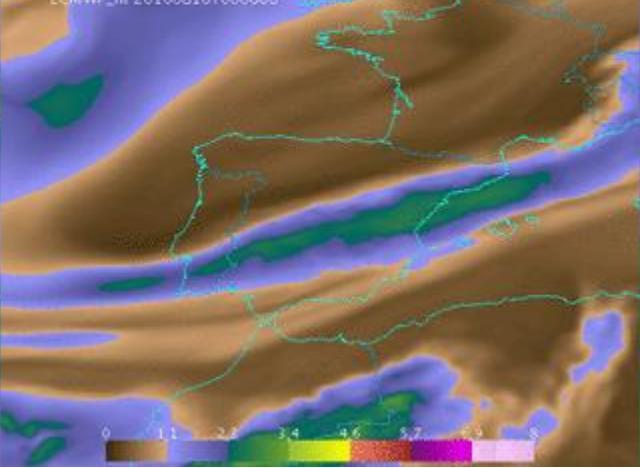
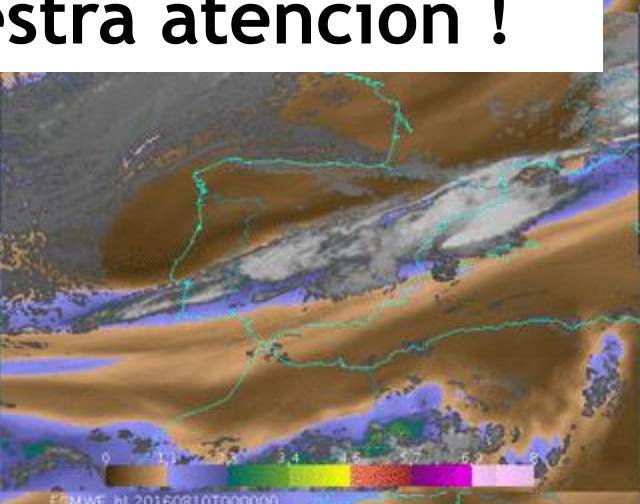
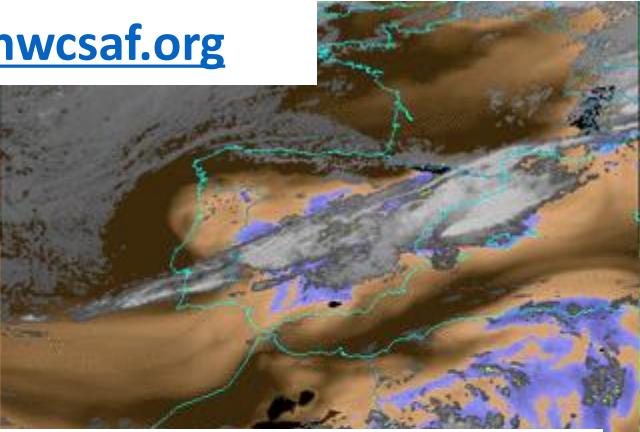
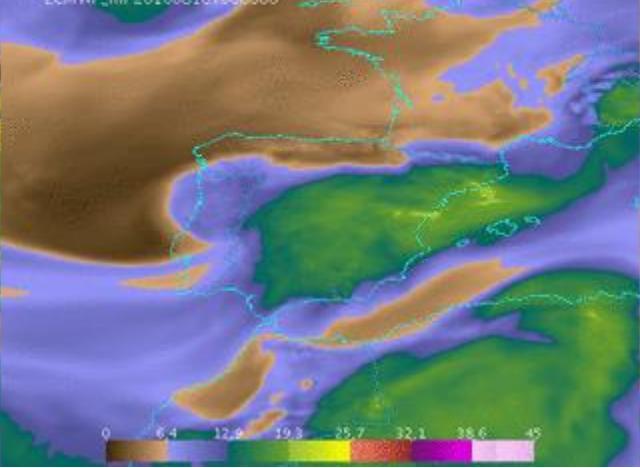
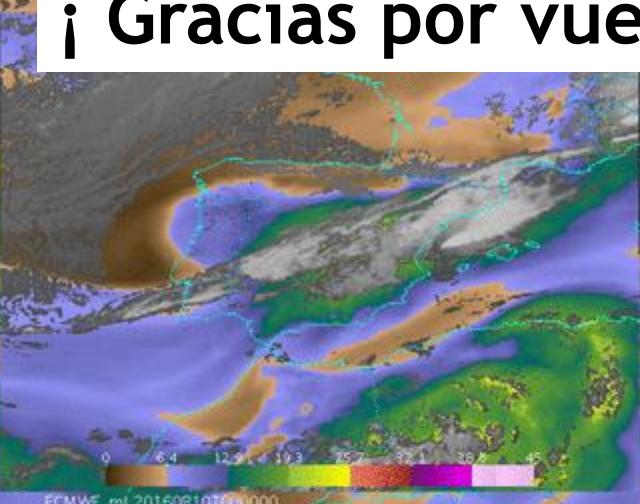
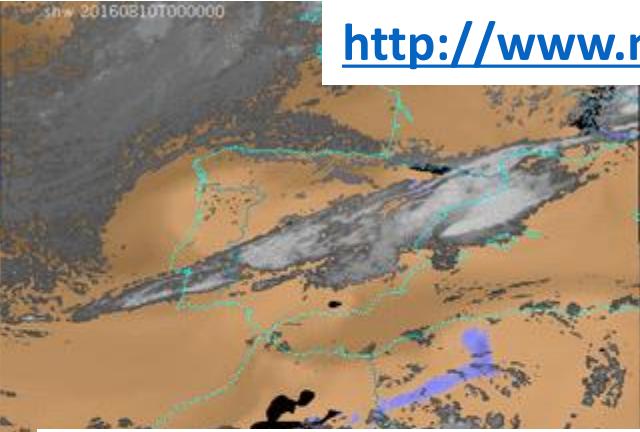
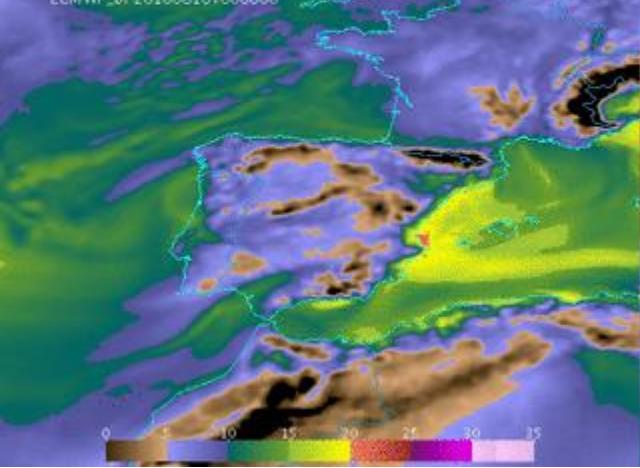
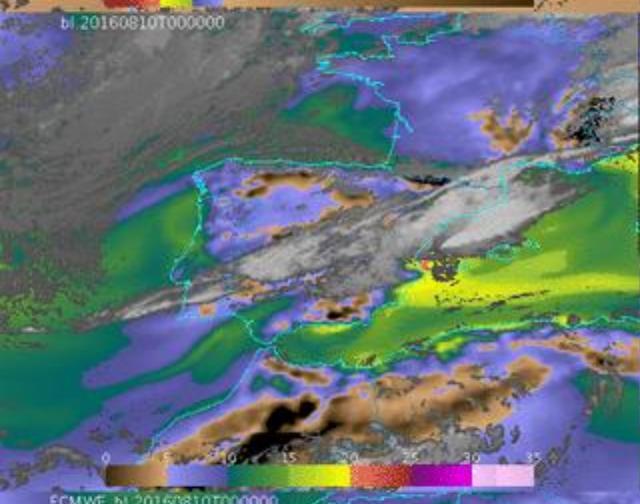
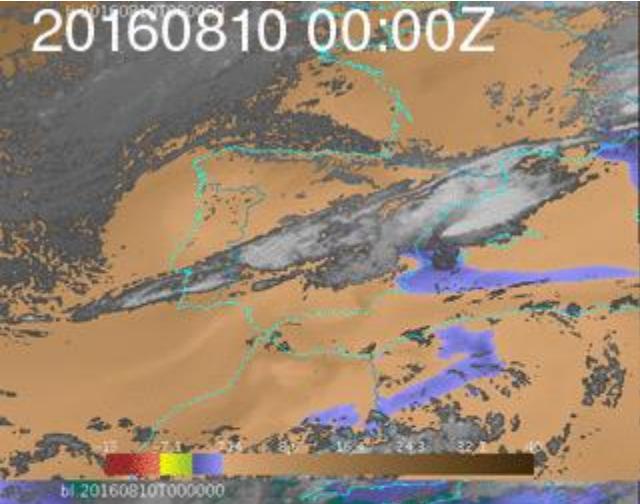
- Suministro ficheros GRIB del ECMWF: cambio de petición al MARS (muy lenta) por inclusión en la diseminación operativa, aumento de la región, aumento resolución espacial.
- Adaptar a ficheros GRIB del HARMONIE-AROME: Ángeles Carrascal genera BTs sintéticas; faltaría hacer la conversión a AREA McIDAS y la generación de netCDFs.
- Buscar una máquina dedicada: aumentar resolución de 2x2 en proyección satélite o realizar operaciones en coordenadas del modelo en caso ECMWF.
- Migrar de IDL a Python o a GDL los conversores.
- Adaptar ficheros netCDF a otras aplicaciones.
- Investigar uso de aplicaciones como CDO (o desarrollos AEMET) para las operaciones con ficheros: generar netCDF multi-temporales, extraer regiones, etc.



Introducción



20160810 00:00Z



<http://www.nwcsaf.org>

mmartinezr@aemet.es

¡ Gracias por vuestra atención !