

Uso de iSHAI y PGE00 para la monitorización de situaciones preconvectivas

Miguel Ángel Martínez Rubio, Xavier Calbet

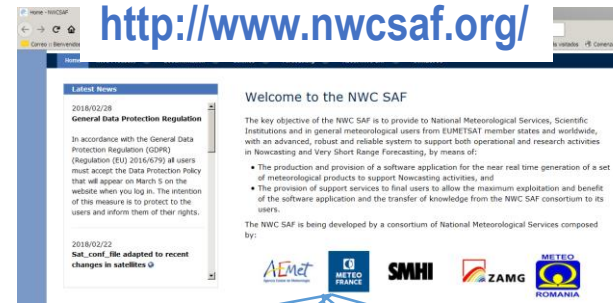
AEMET

mmartinezr@aemet.es

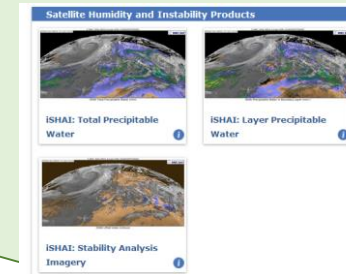
iSHAI dentro del NWC SAF

iSHAI (imagery Satellite Humidity and Instability)

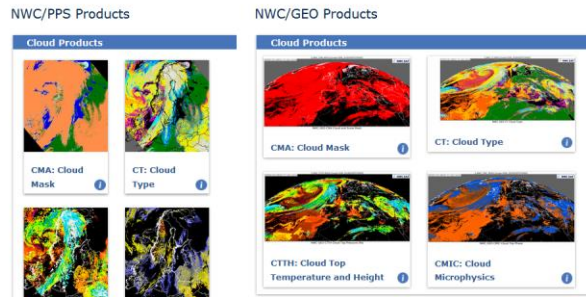
Antes PGE13 SPHR(SEVIRI Physical Retrieval)



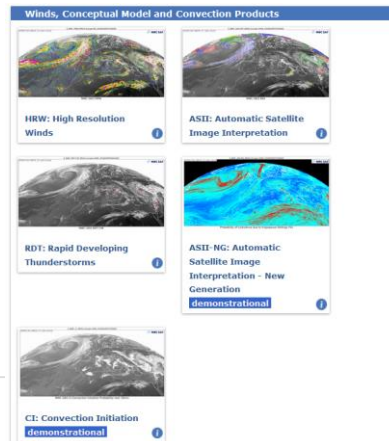
iSHAI
Satellite Humidity and
Instability Products



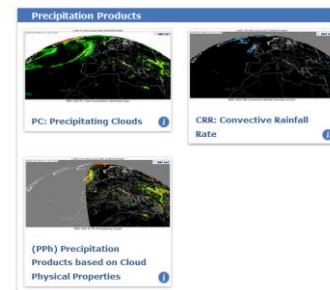
Cloud products



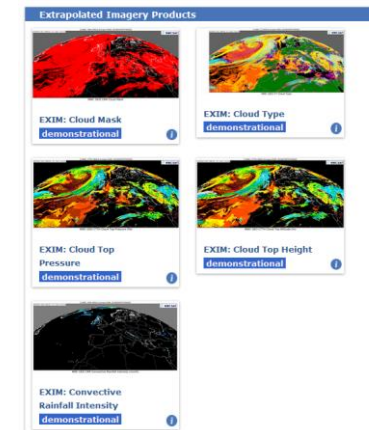
Satellite Winds, Conceptual
Model and Convection
Products



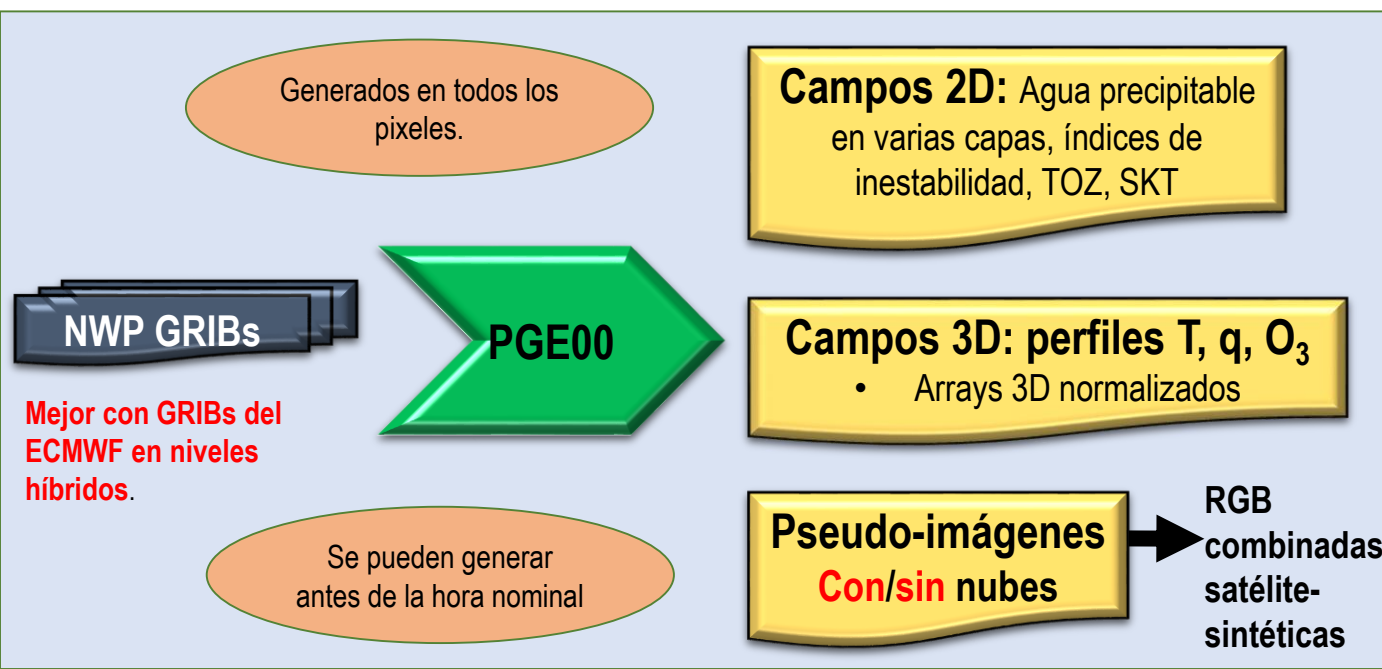
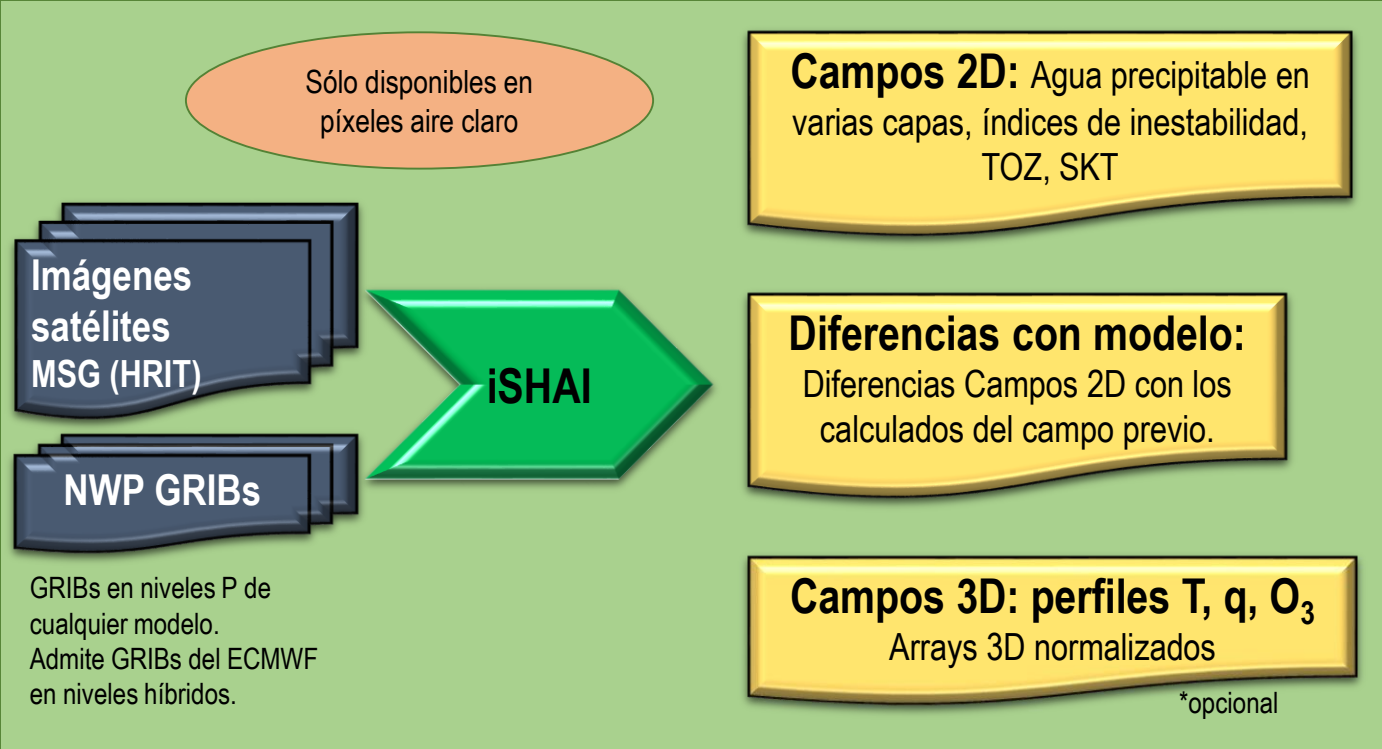
Precipitation Products



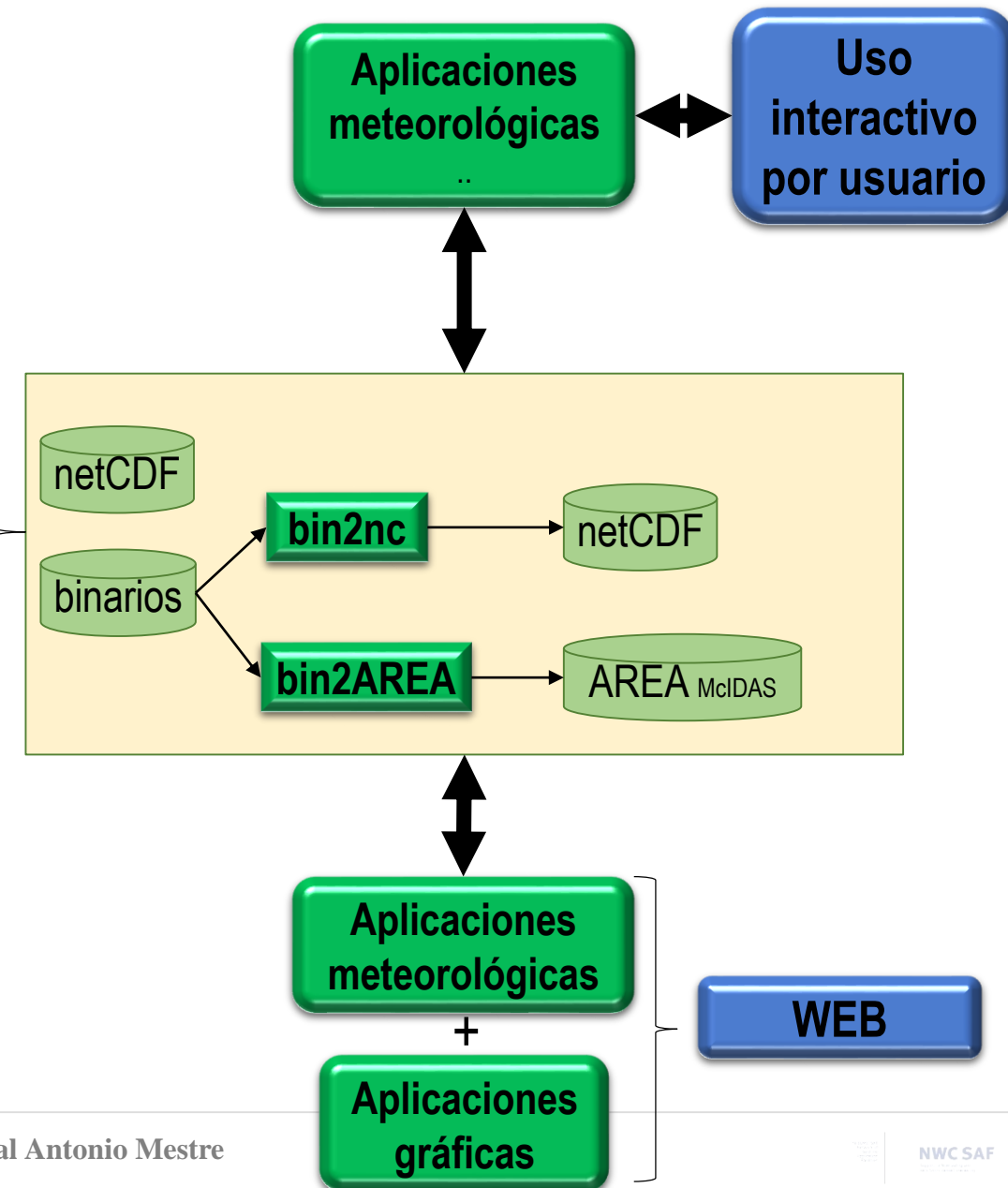
Extrapolated Imagery
Products



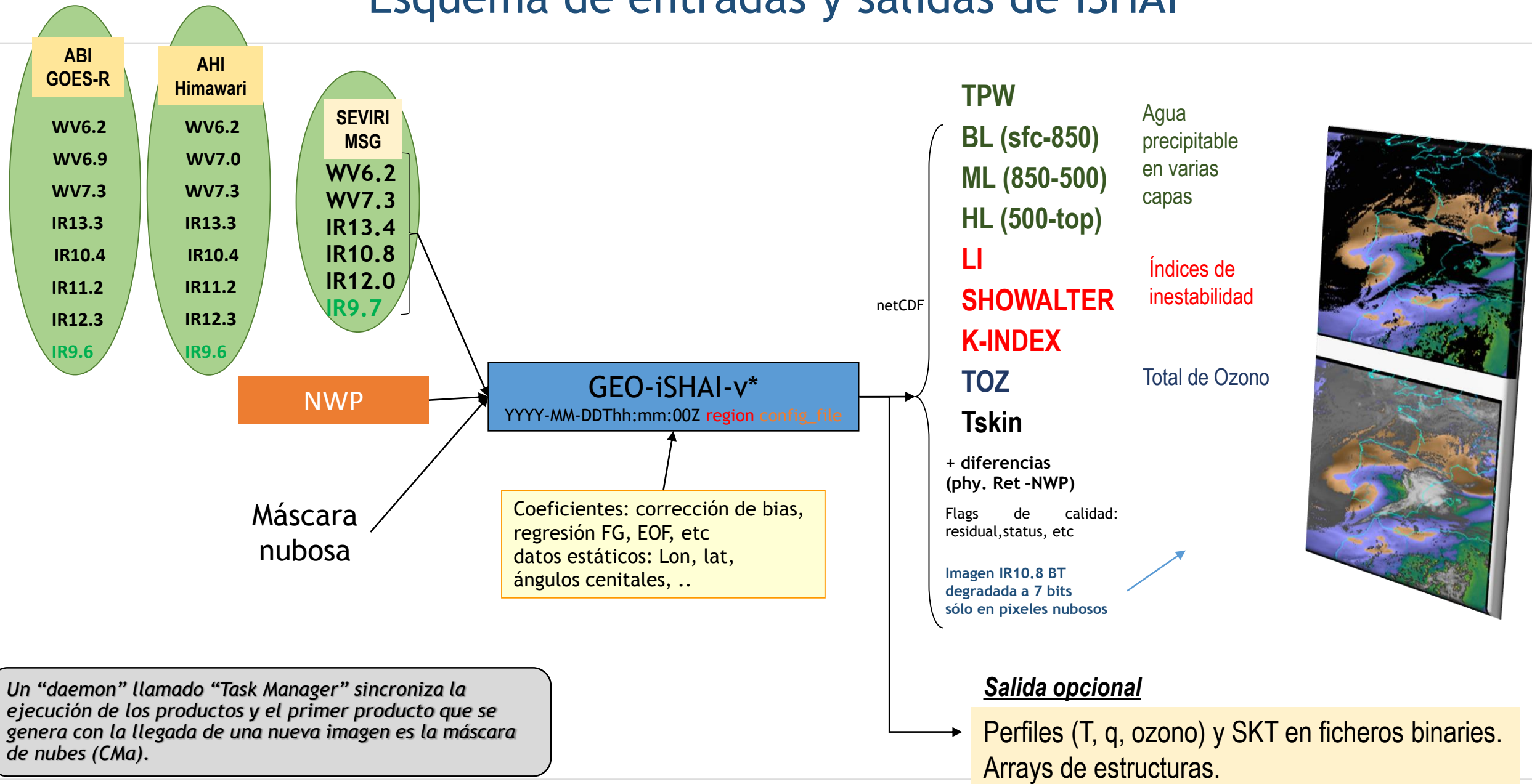
ional de Predicción: Memorial Antonio Mestre
17-19 Septiembre 2018 - Madrid



Introducción



Esquema de entradas y salidas de iSHAI



iSHAI

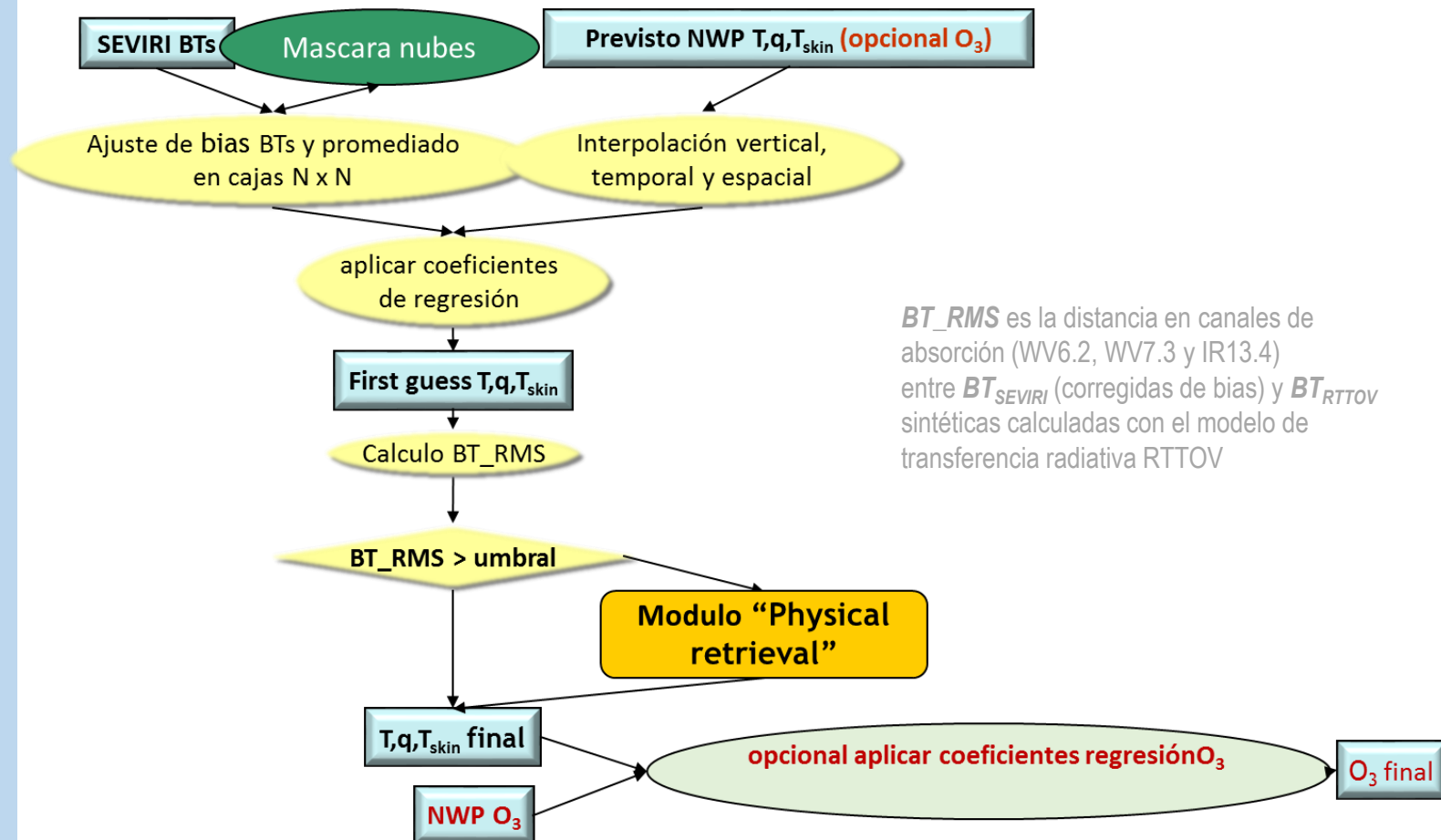
iSHAI: Modifica los perfiles de (T, q, ozono) previstos por un modelo numérico (NWP) en función de las diferencias entre BT_{seviri} y BT_{RTTOV} pesadas por los jacobianos (derivadas parciales de BT y los perfiles de T y q) **en píxeles en aire claro**.

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/~junli/>

Toda la información está disponible en el documento Algorithm Theoretical Basis(Dcoiment 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 modelos numéricos (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.

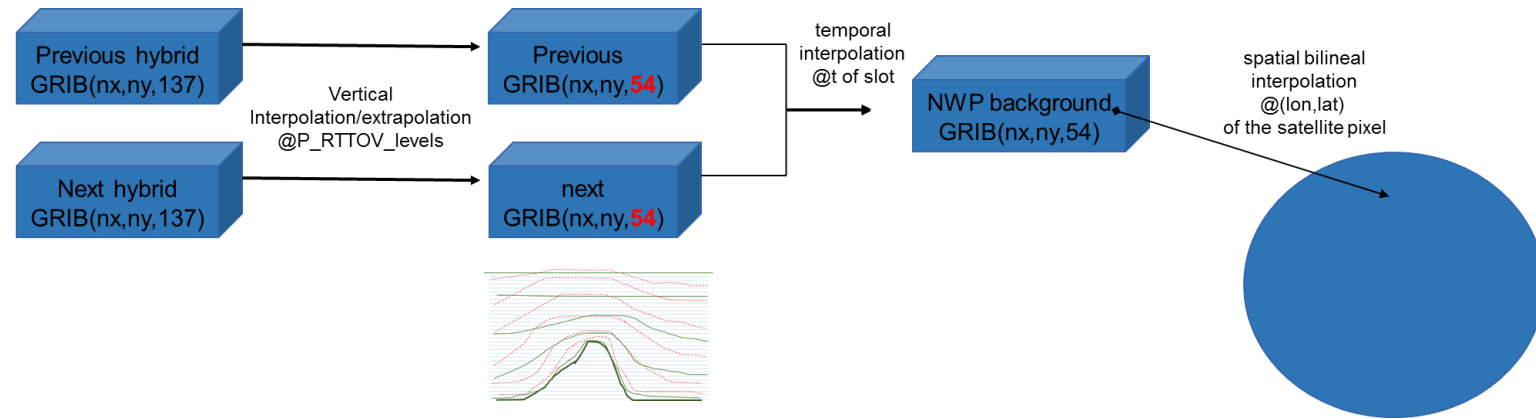
- a) **Interpolación vertical** conversión de niveles híbridos a niveles de presión con la densidad que se desee. *Por defecto 54 niveles de presión de RTTOV-12.*
- b) **interpolación temporal** a la hora fijada por usuario.
- c) Finalmente permite realizar la **interpolación espacial** a los puntos de la imagen de satélite o aquellos puntos que se desee.

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.*

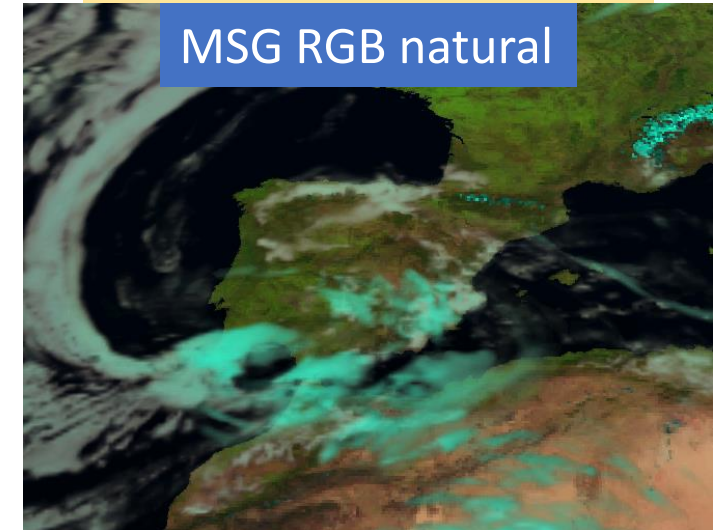
Como las imágenes sintéticas se pueden generar antes de la hora nominal de las imágenes esto permitirá al comparar con imágenes reales poder deducir las regiones donde el modelo discrepa con la realidad y de forma subjetiva tratar de corregir el modelo.

- *desarrollos dentro del NWC SAF.*

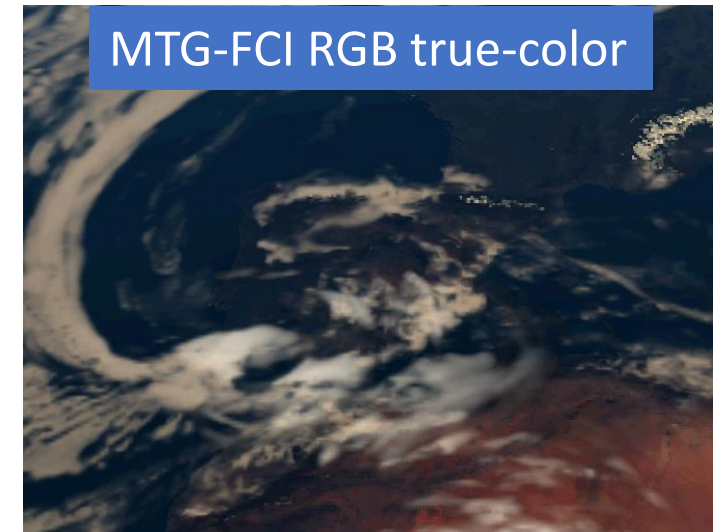
GEO-PGE00-VISIR está diseñado para poder simular cualquier satélite conocido (entre los que se disponga coeficientes del RTTOV) y de varios de los satélites en desarrollo.

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



MTG-FCI RGB true-color



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/www/satelwww/espacio/doc_generacion_imagenes/pseudo_imagenes_NRT/indice_pasadas_ECMWF.html

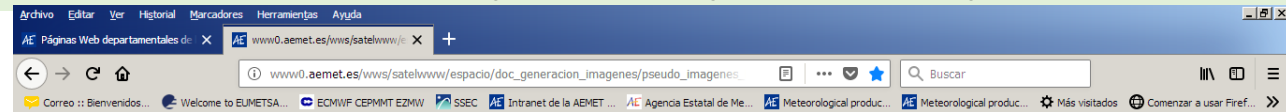
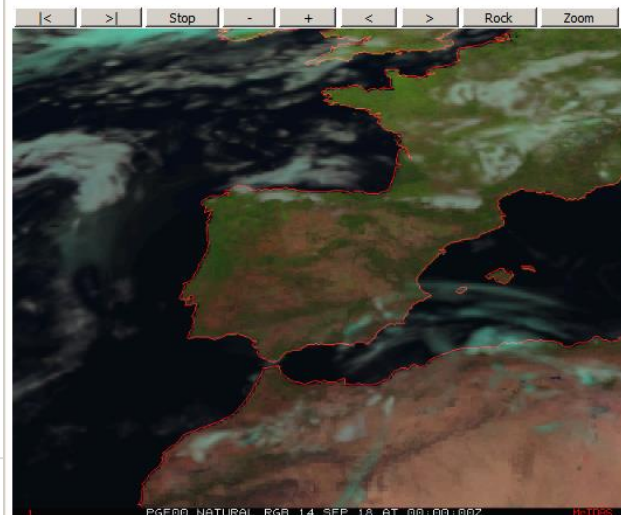


Tabla de pasadas ECMWF disponibles

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



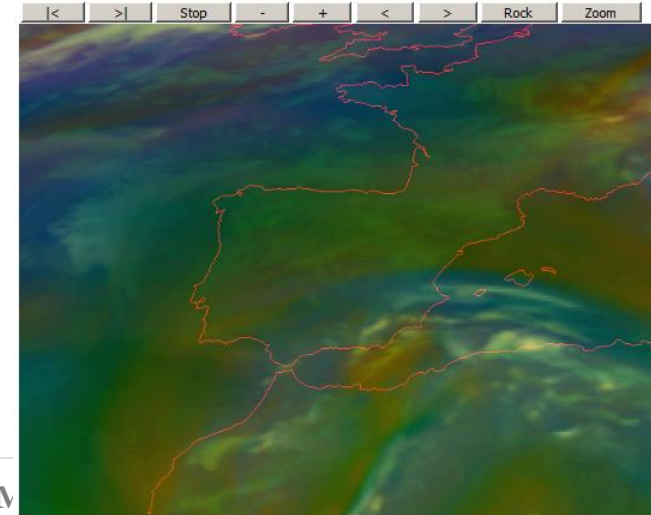
Secuencia pseudoimágenes RGB natural ECMWF 2018-09-14 pasada de 00Z



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

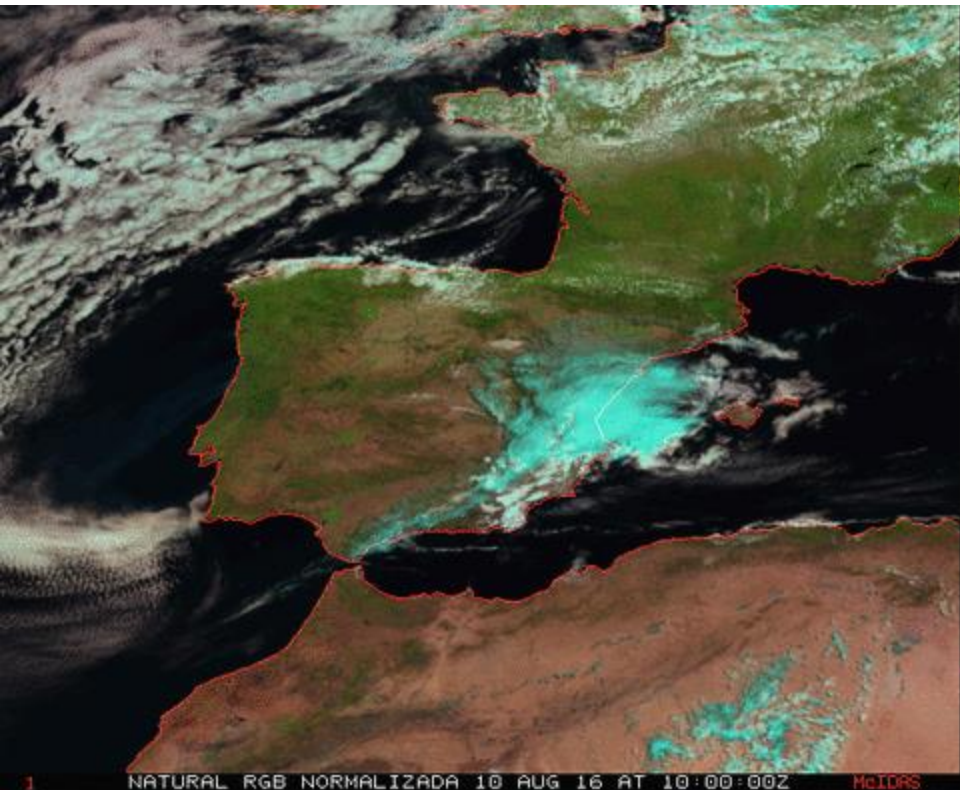


Secuencia pseudoimágenes RGB masas de aire ECMWF 2018-09-14 pasada de 00Z



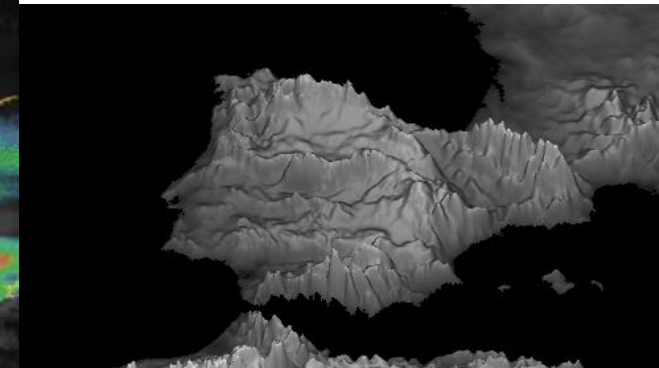
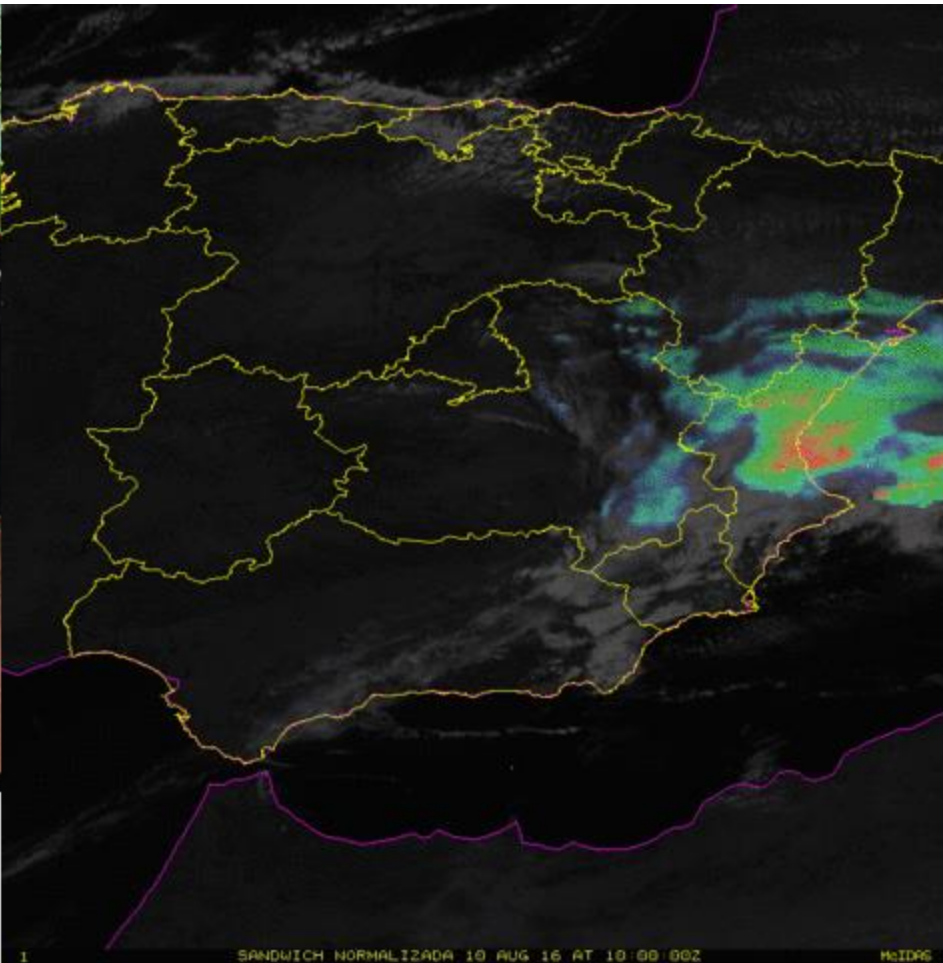
Generadas en tiempo real usando el modelo ECMWF con resolución de 0.125° x 0.125° pasada 00Z del día 2018-09-14

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



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

RGB natural normalizada e imágenes sandwich

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)

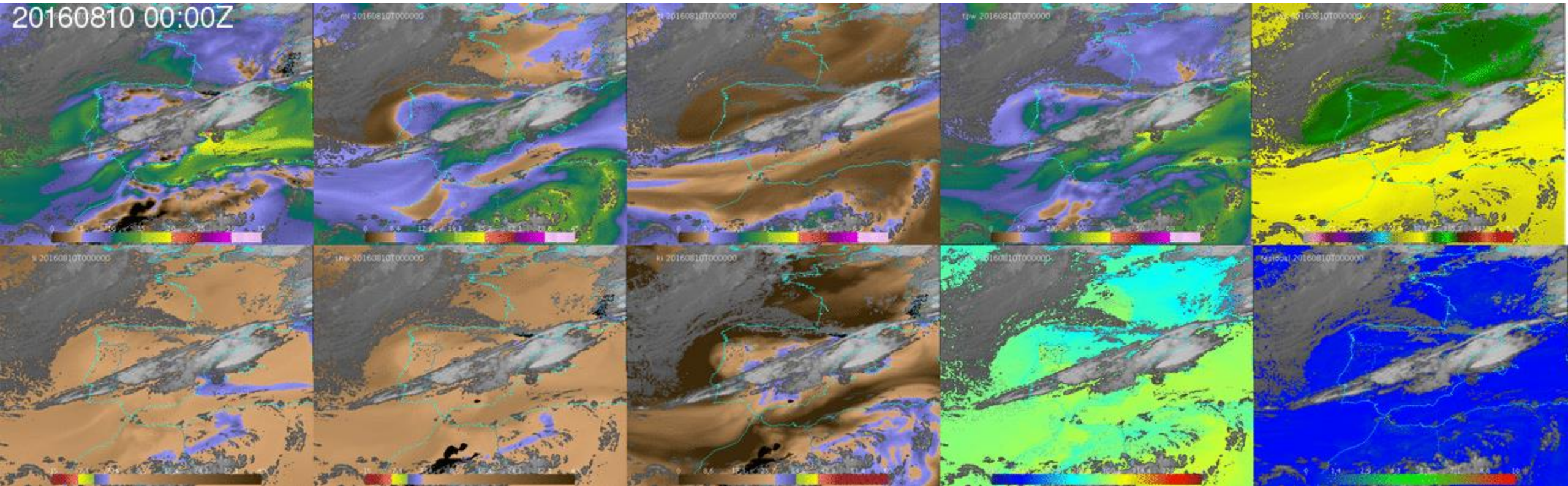
TPW

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
($BT_{sevir} - BT_{rtov}$)

iSHAI reprocesado: FOR= 1x1;
BT_RMS_THRESHOLD=0 y 1 iteración

VI Simposio Nacional de Predicción: Memorial Antonio Mestre

NWP: GRIB ECMWF niveles híbridos, pasada 00Z cada 1 hora con resolución 0.125° x 0.125°

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

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
($P_{\text{sfc}} - 850\text{hPa}$)

diffML

Agua precipitable
en capa media
(850-500 hPa)

diffHL

Agua precipitable
en capa alta
(500-0.1 hPa)

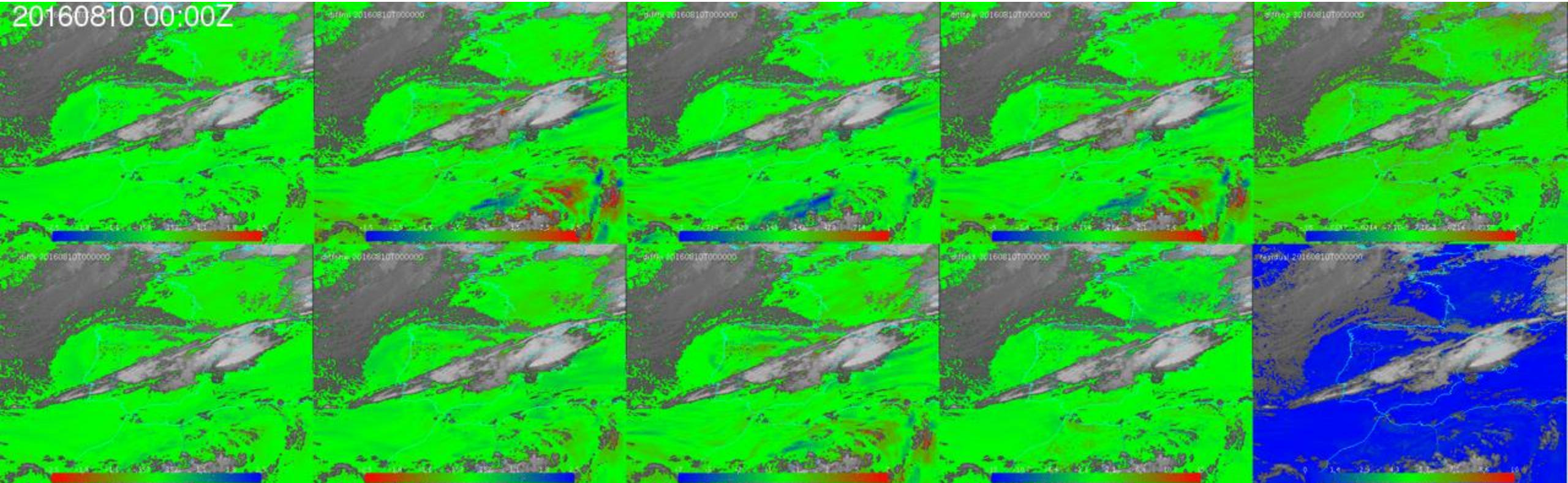
diffTPW

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

diffTOZ

Total Ozono
($P_{\text{sfc}} - 0.0\text{ hPa}$)

20160810 00:00Z



diffLI

Lifted index

diffSHW

Showalter index

diffKI

K-index

diffSKT

Temperatura de superficie

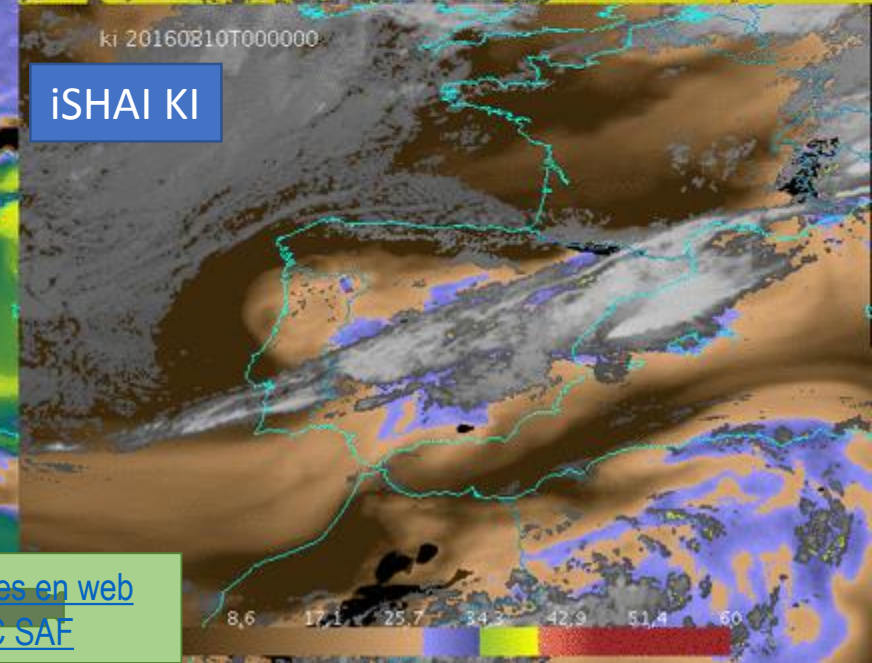
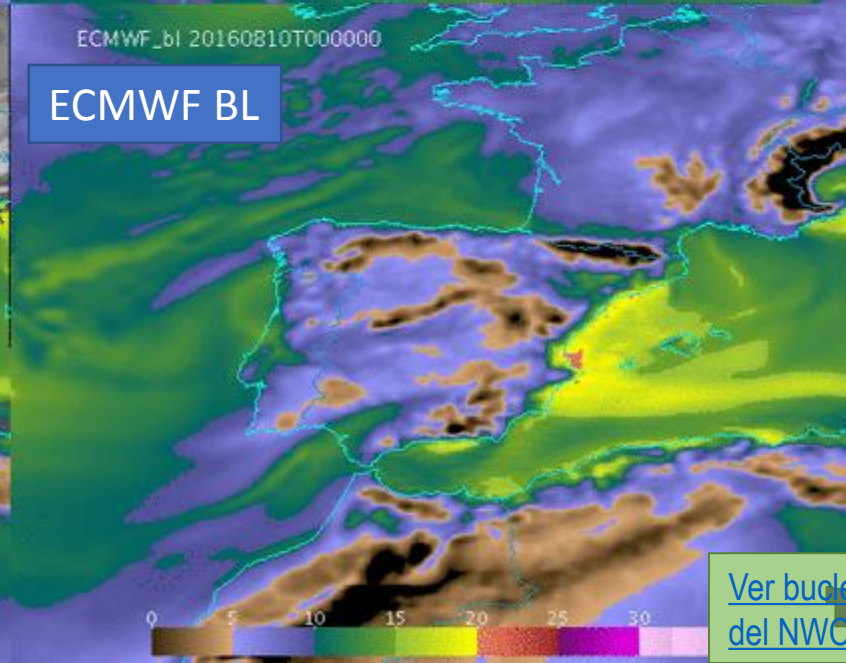
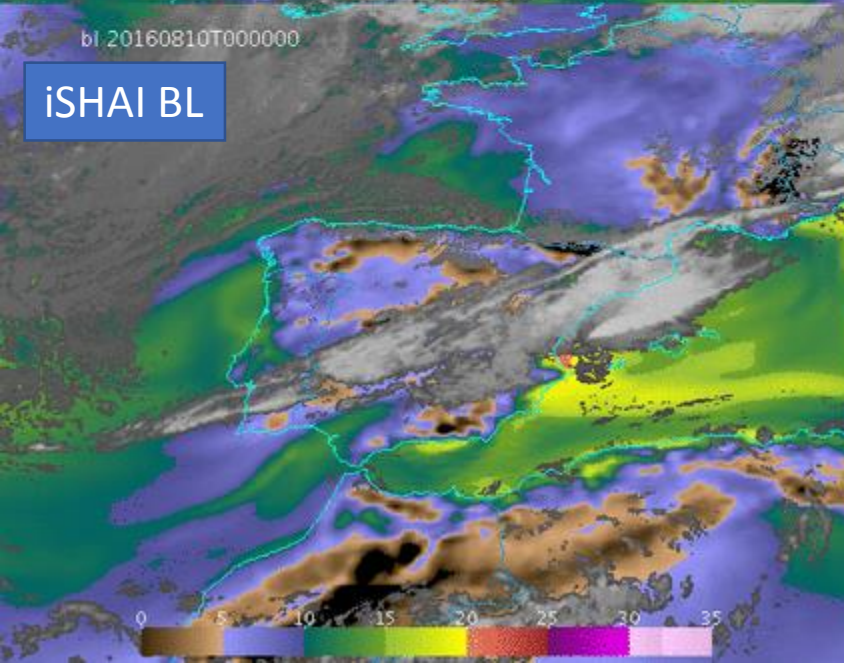
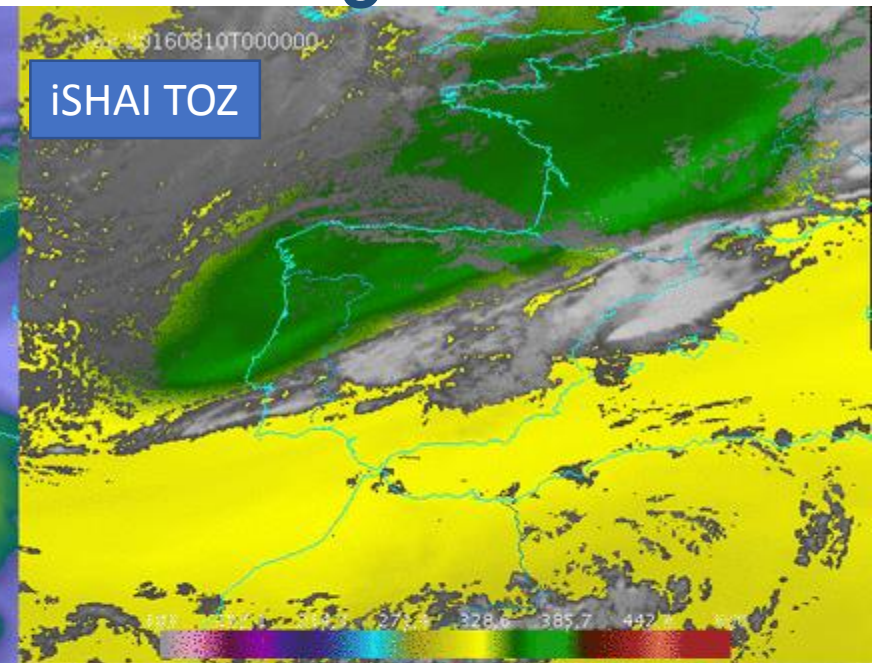
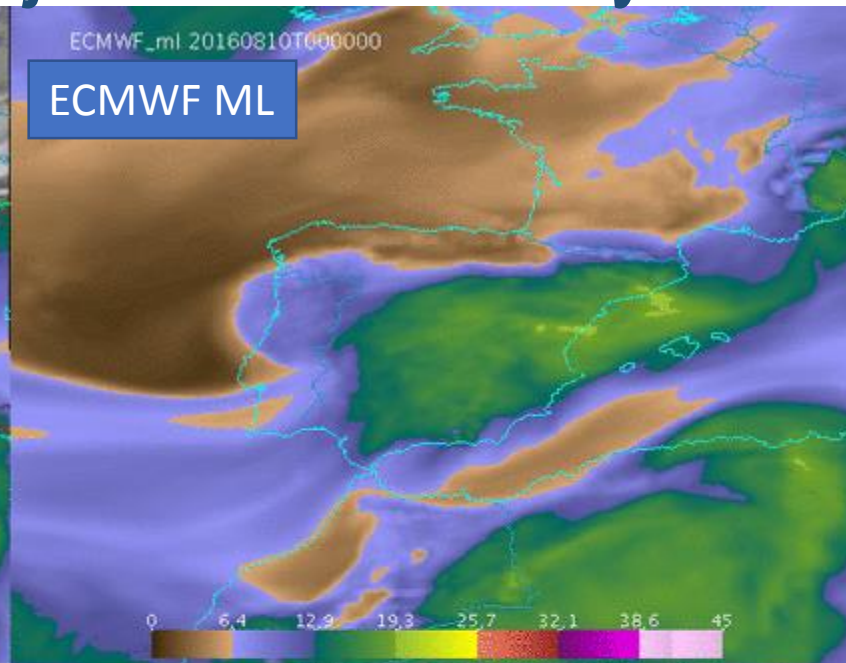
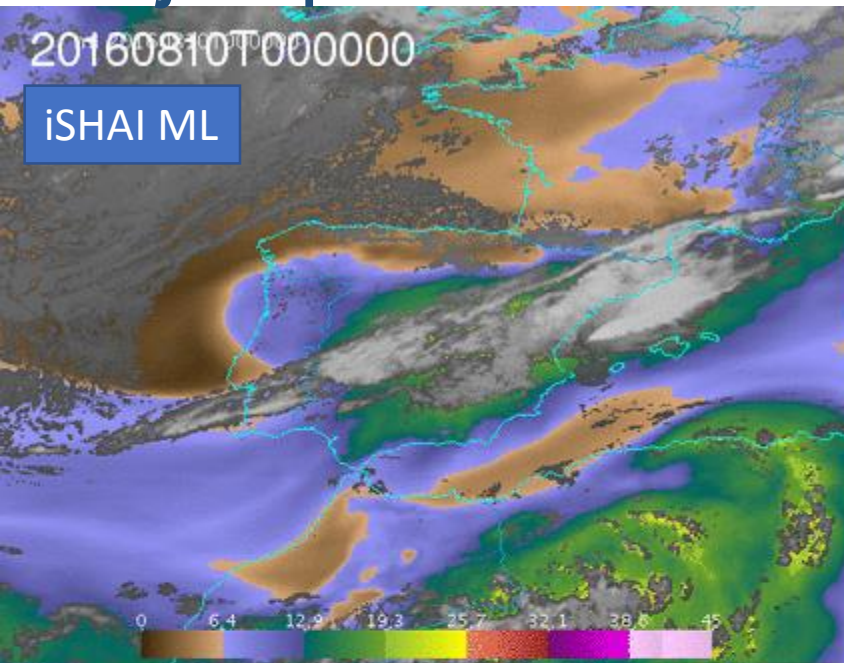
Residuo

Raíz cuadrada de la suma
($BT_{\text{sevir}} - BT_{\text{rtov}}$)

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**.

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

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



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

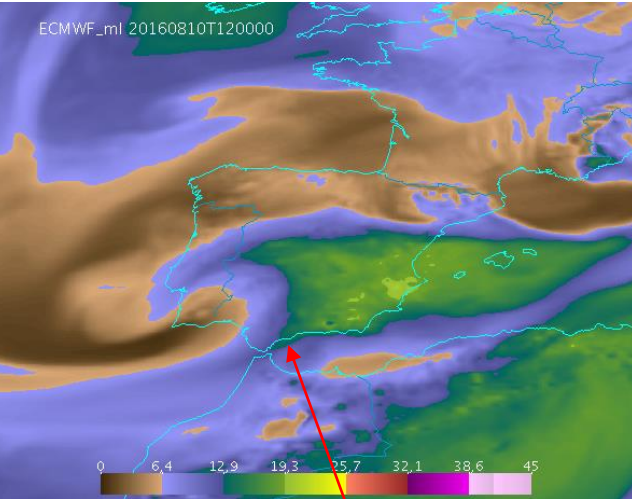
Hora de disponibilidad del campo ML (agua precipitable en la capa 850-500 hPa)

10 Agosto 2016 a las 12:00

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

Disponible hacia a las 7 Z

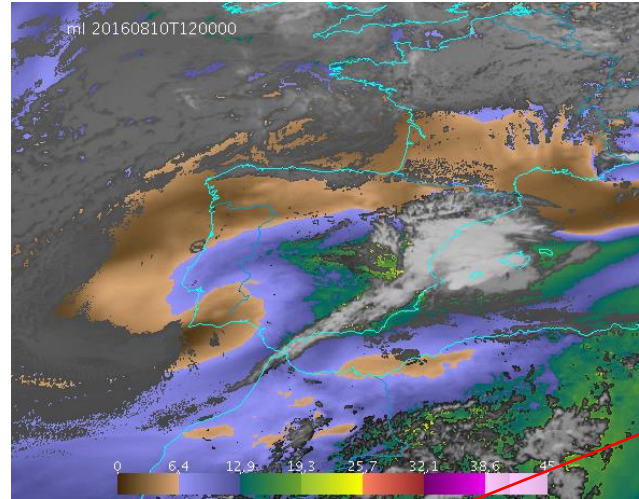
(ventana de asimilación, ejecución, llamada al MARS, transferencia, etc)



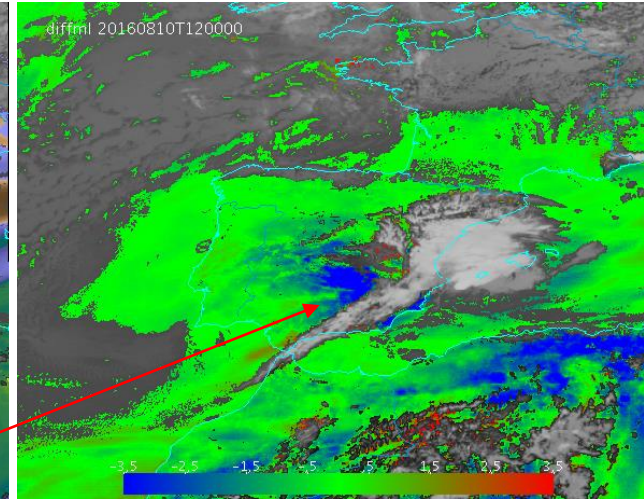
7:30Z

NWCSAF MSG iSHAI

Disponible unos 25 minutos más tarde de la hora nominal



12:30Z



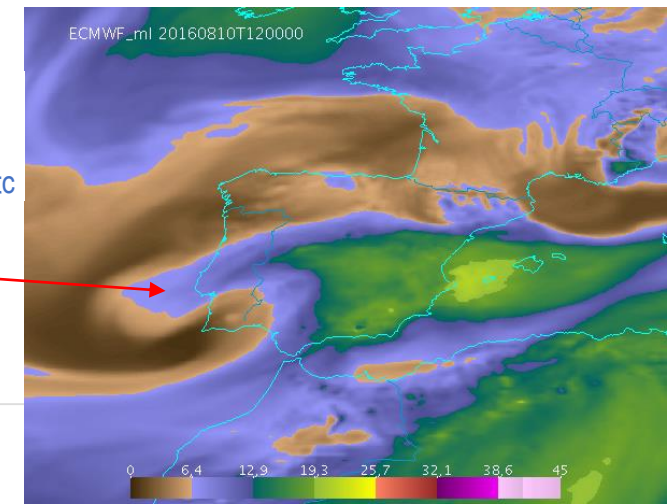
18:30Z

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

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 $t+12$**

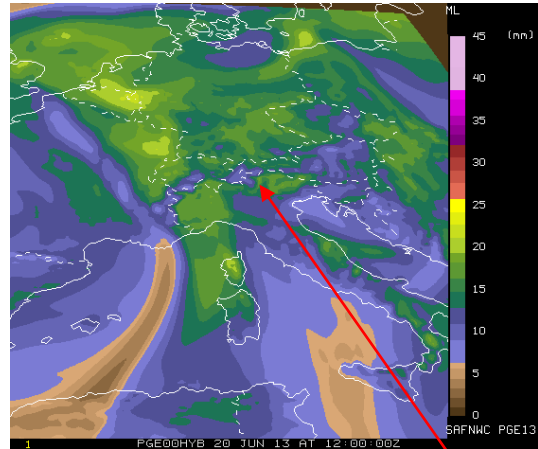
pasada de 00Z

Disponible hacia a las 7 Z

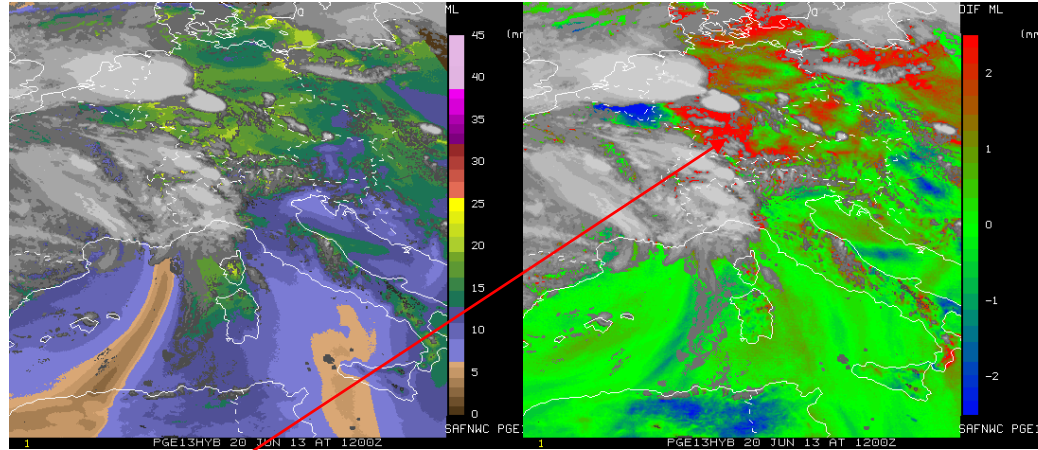
(ventana de asimilación, ejecución,
llamada al MARS, transferencia, etc)

NWCSAF MSG iSHAI

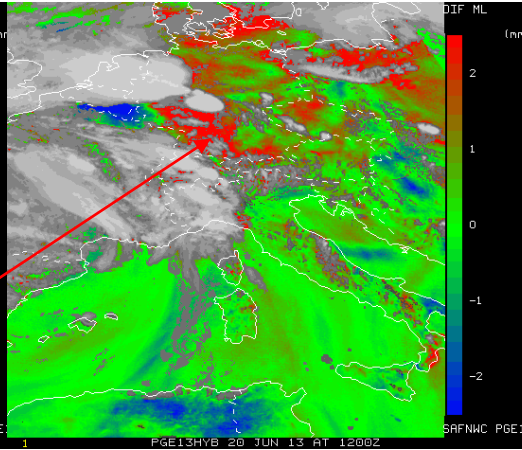
Disponible unos 25 minutos más tarde de la hora nominal



7:30Z



12:30Z



18:30Z

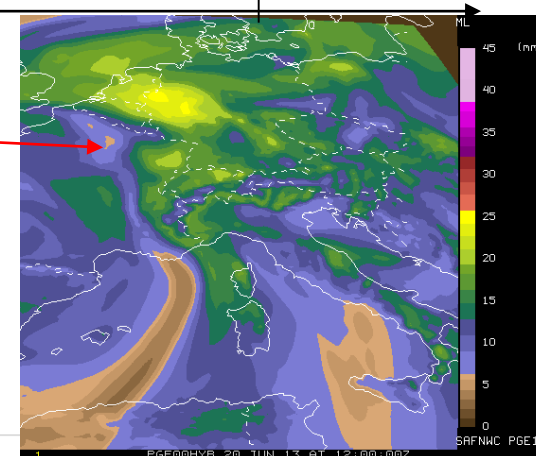
Antes de 2014, el ECMWF presenta en unos caso **sobreestimación** y en otros **infraestimación** del campos ML.

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

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

Disponible hacia a las 19Z

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



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:

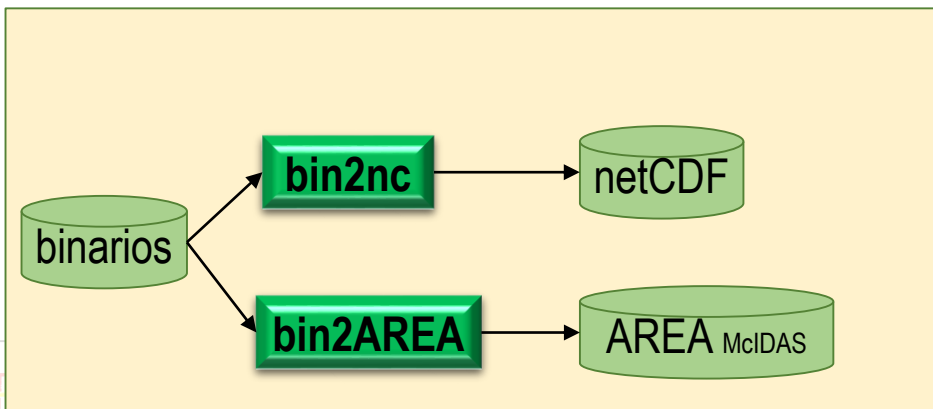
- Procesamiento en cajas de **M x M** píxeles.
- Activar la escritura opcional de ficheros binarios en iSHAI
- Generar BTs de RTTOV, etc.

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.

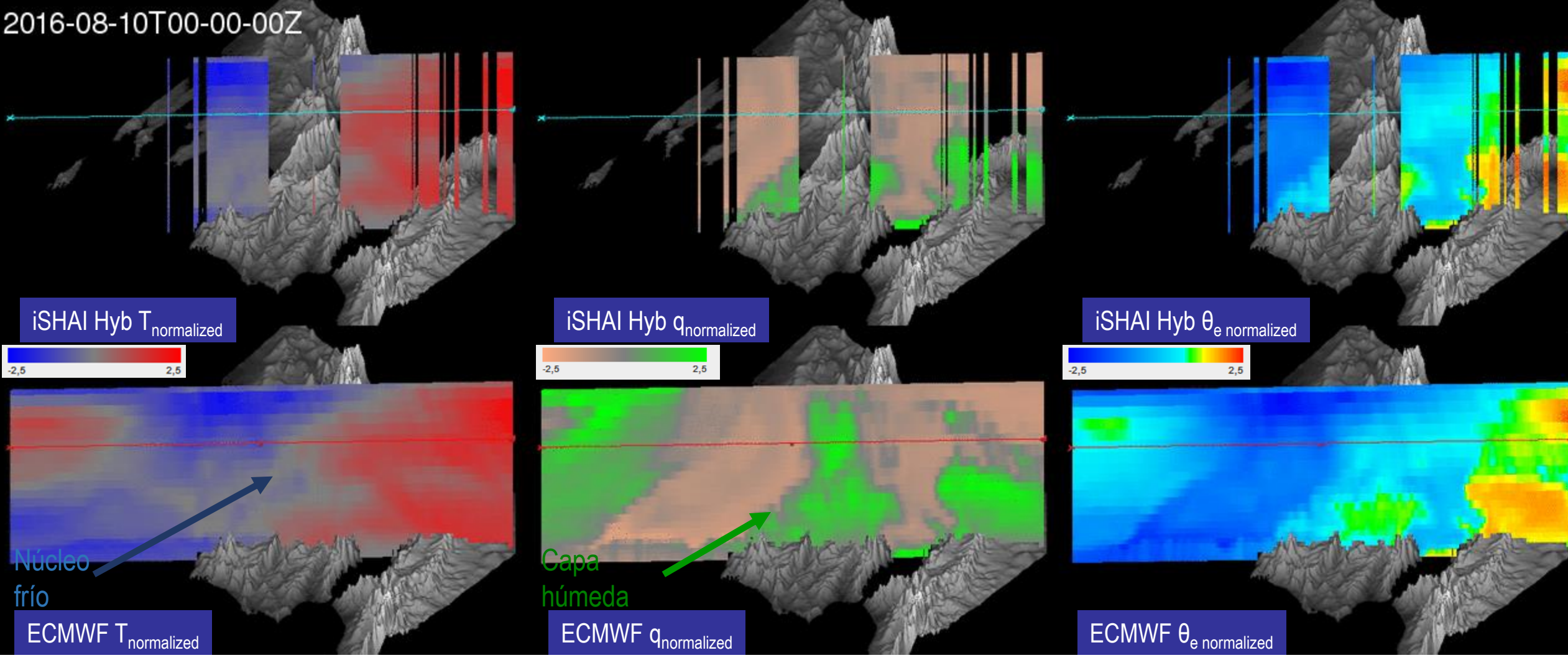
Por tanto, estos ficheros AREA McIDAS pueden ser usado con McIDAS-X y además en IDV y McIDAS-V.

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.

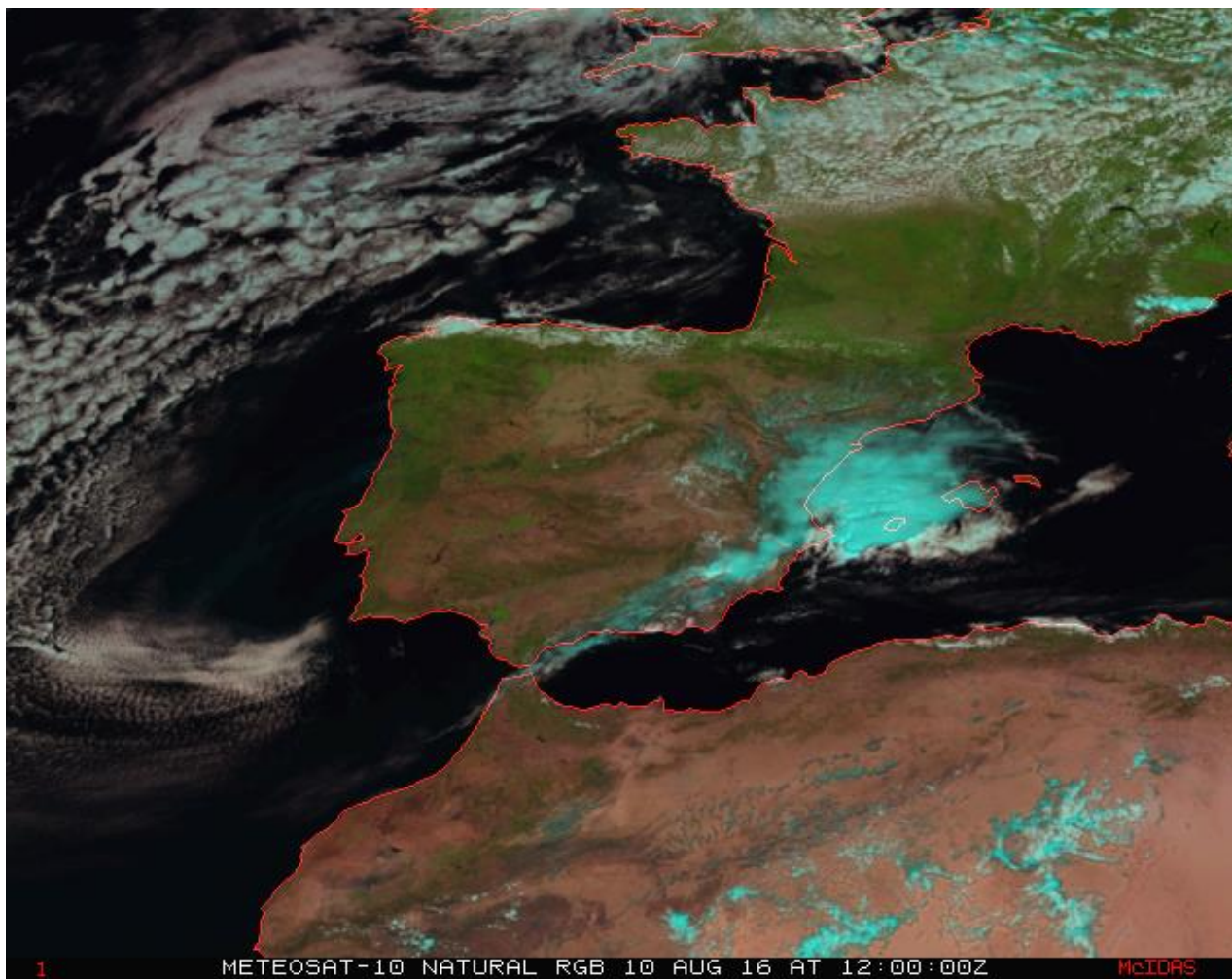


Generadas con McIDAS-V

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

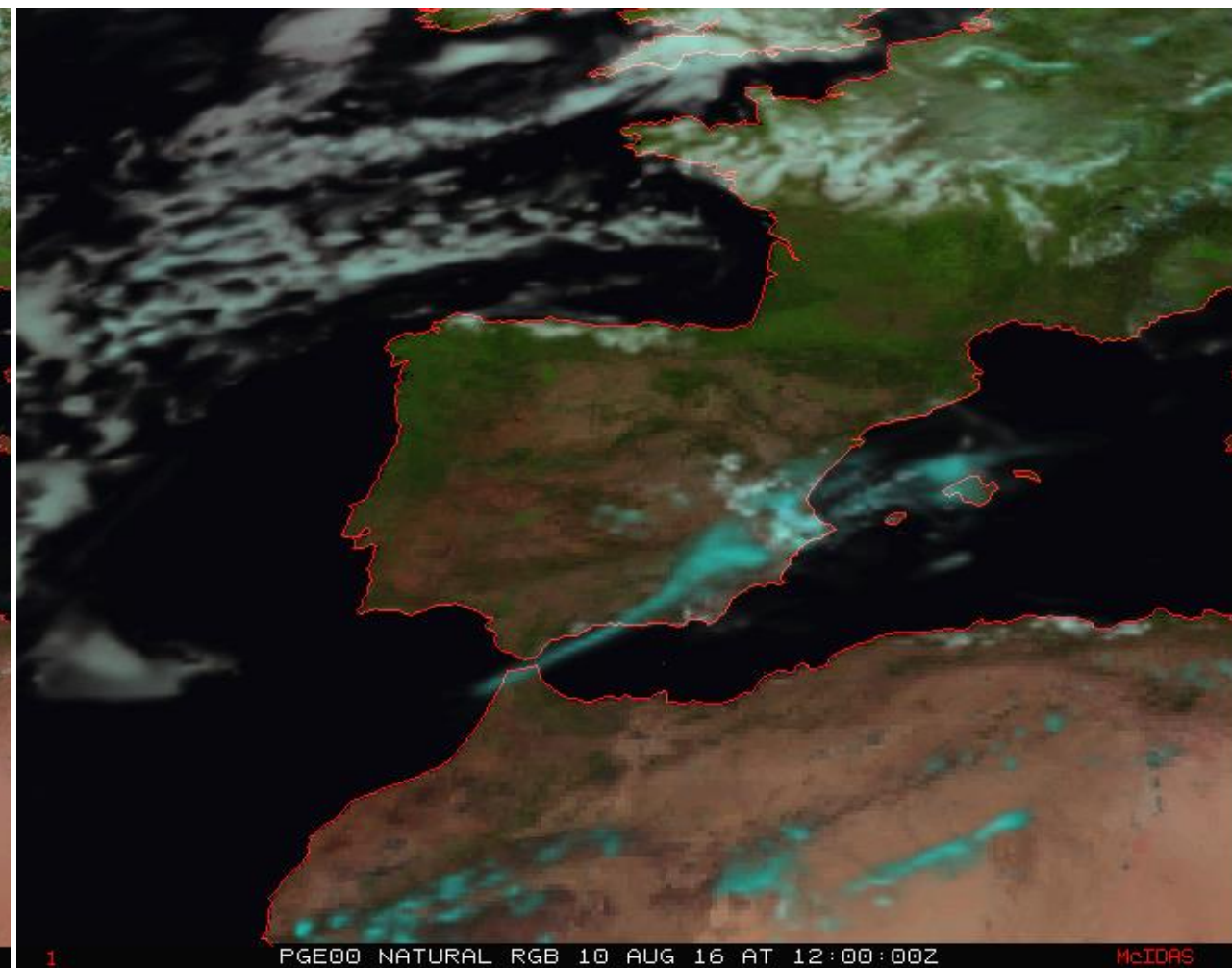
[Ver bucle en web del NWC SAF](#)

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



RGB natural: real de MSG

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

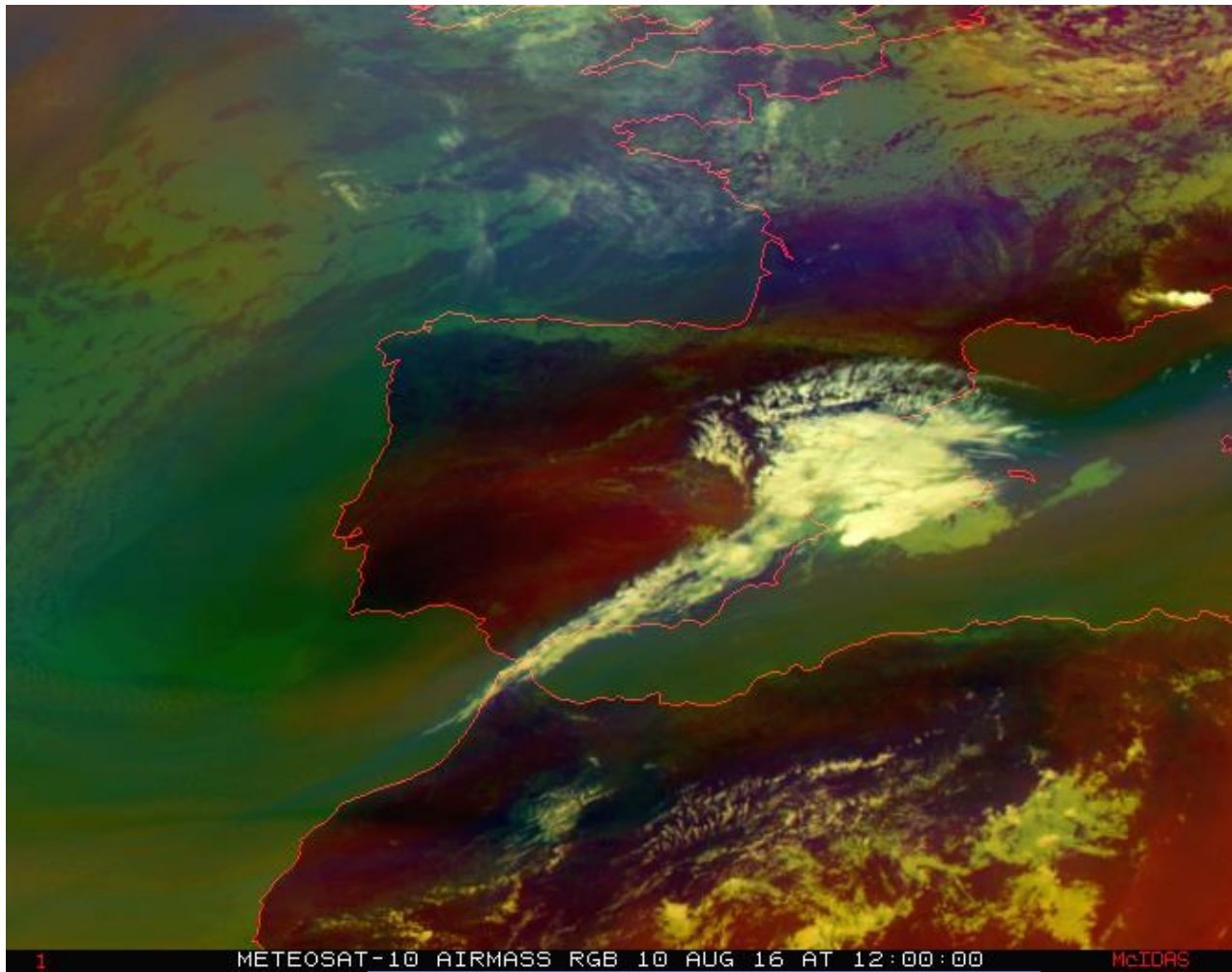
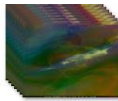


RGB natural: sintética usando PGE00 de MSG

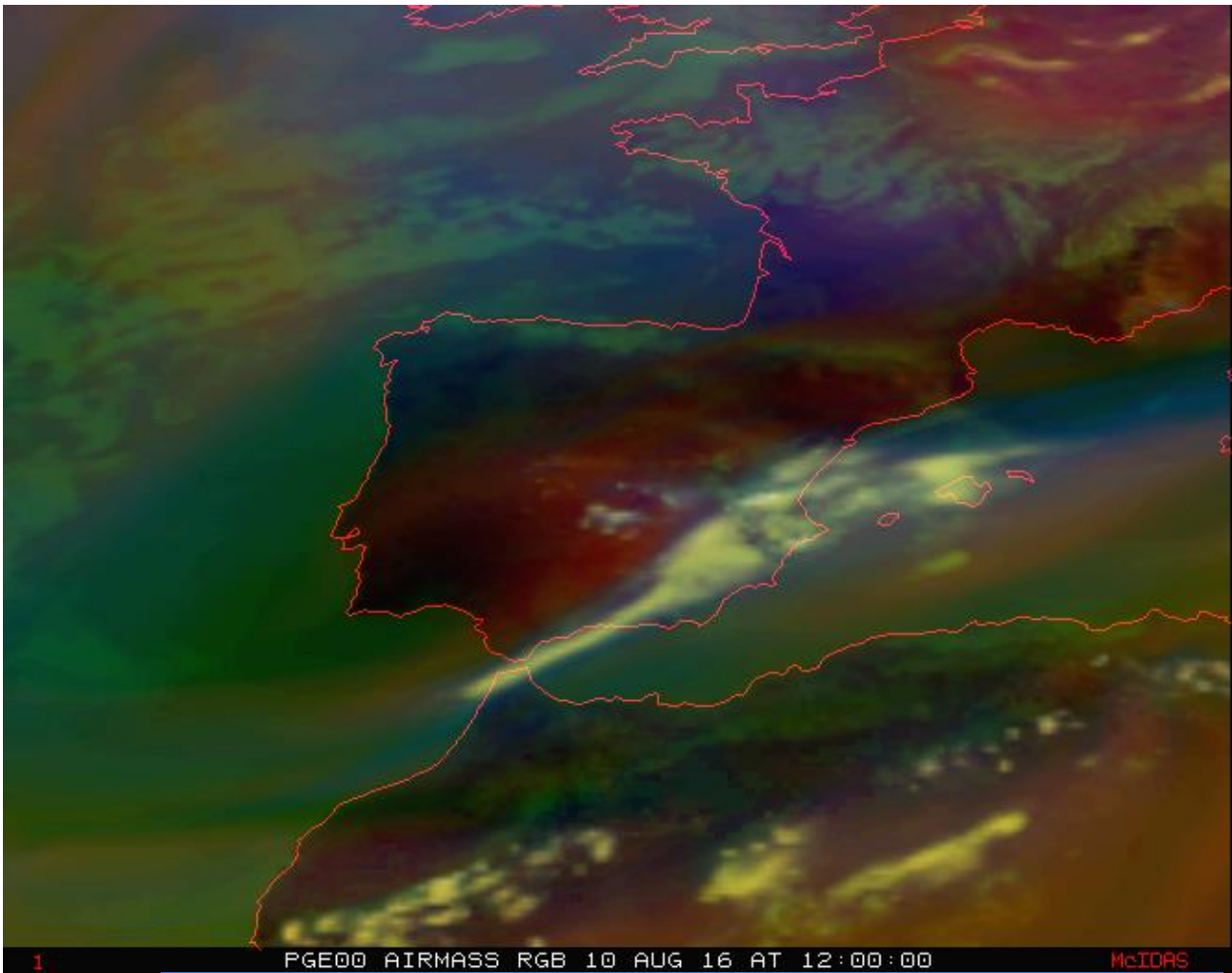
ECMWF 10 Agosto 2016 12Z

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



RGB masas de aire: sintética usando PGE00 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]

ECMWF 10 Agosto 2016 12Z

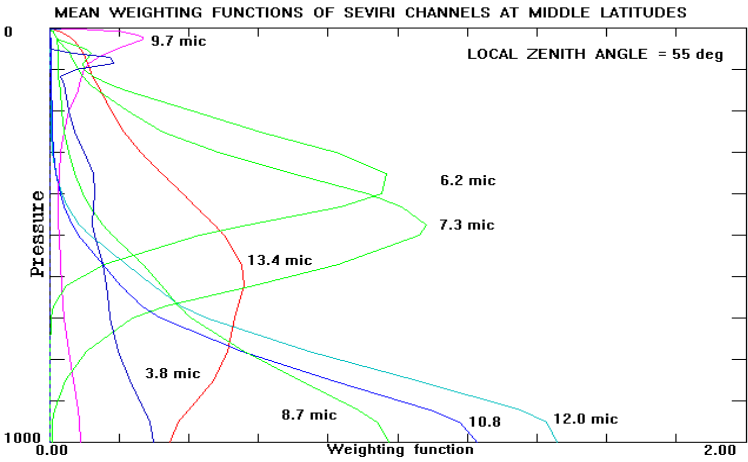
t+12 de la pasada del 10 Agosto 2016 de las 00Z

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



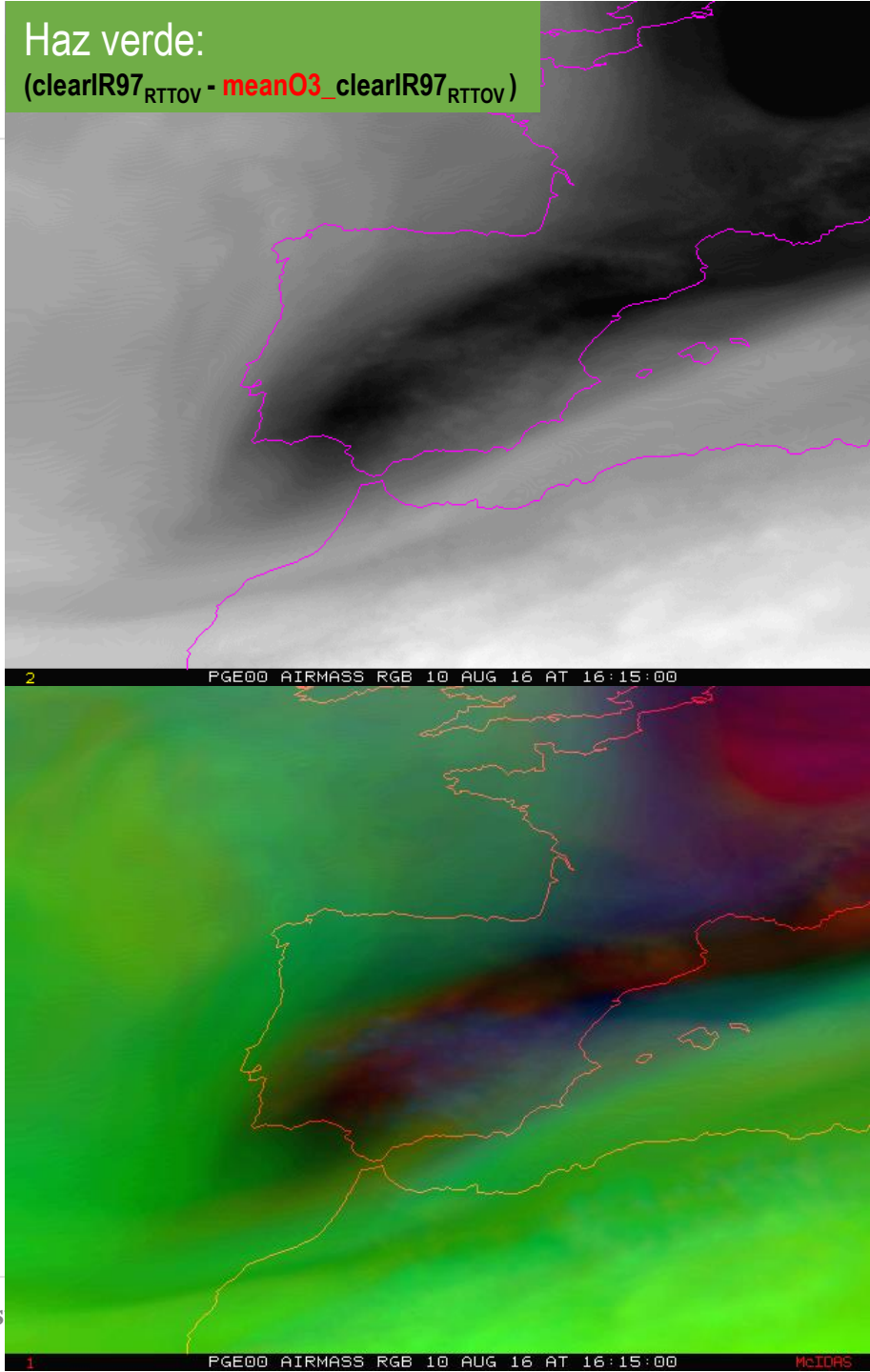
Al representar la diferencia (clearIR97_{RTTOV} - meanO3_clearIR97_{RTTOV}) de estas BTs simuladas de aire claro se muestra claramente la influencia del contenido y perfil de ozono en el canal IR9.7.

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	IR9.7-IR10.8	[-40,5]
AZUL	WV6.2	[243,208]

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

Haz verde:
(clearIR97_{RTTOV} - meanO3_clearIR97_{RTTOV})



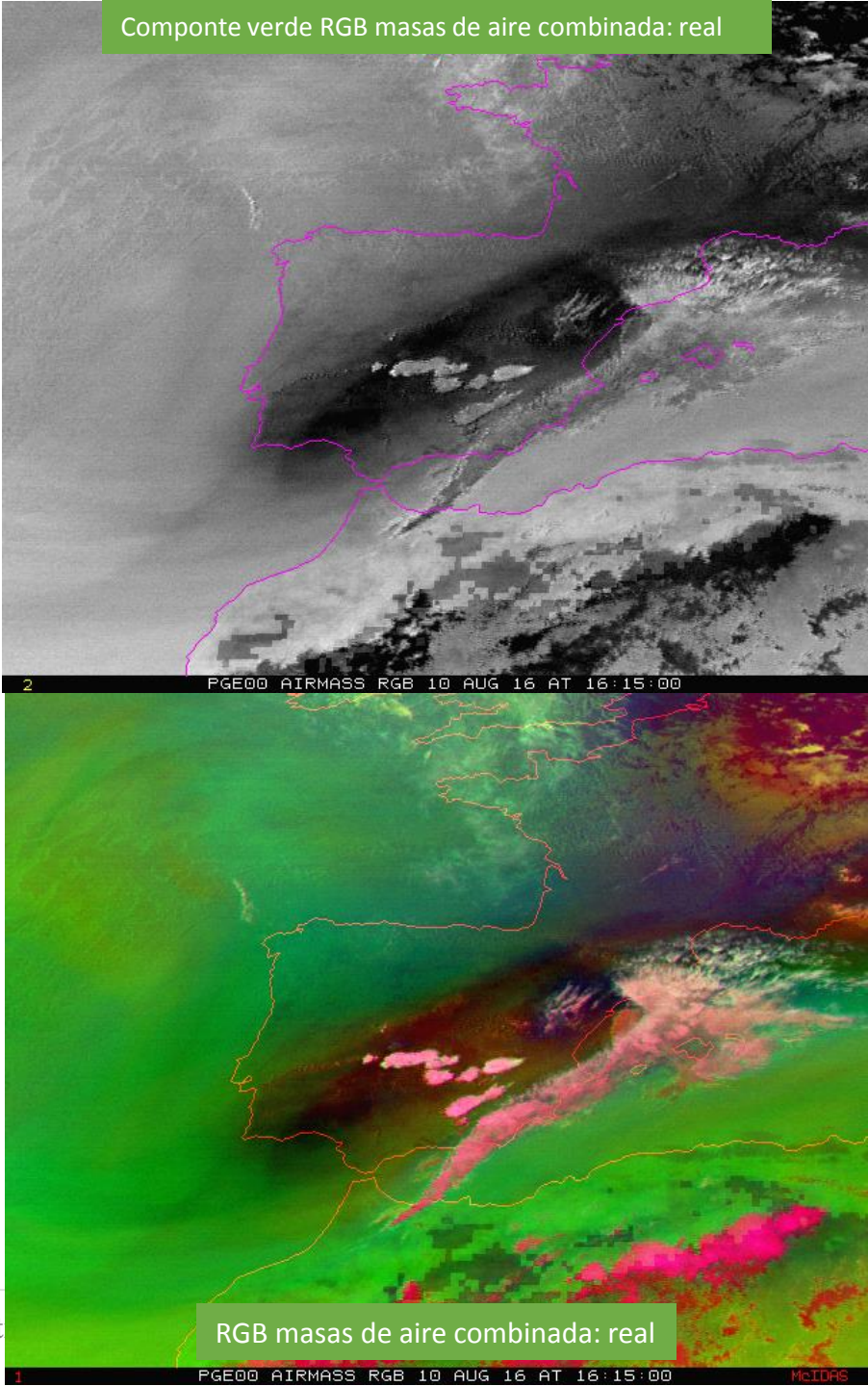
RGB masas de aire combinada (real-sintética): usando BTs reales y meanO3 (PGE00)

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:

$$\underbrace{(BT_{IR9.7} - \text{meanO3_clearIR97}_{RTTOV})}_{\text{Diferencias debido a contribución ozono}} - \underbrace{(0.54 * (BT_{IR10.8} - \text{meanO3_clearIR108}_{RTTOV}) + 0.18)}_{\text{Corrección desajuste temperatura de superficie y emisividades}}$$

ROJO	WV6.2-WV7.3	[-25,0]
VERDE	(BTIR97- meanO3_clearIR97 _{RTTOV}) -(0.54*(BTIR108 - meanO3_clearIR108 _{RTTOV}) +0.18)	[-4,4]
AZUL	WV6.2	[243,208]

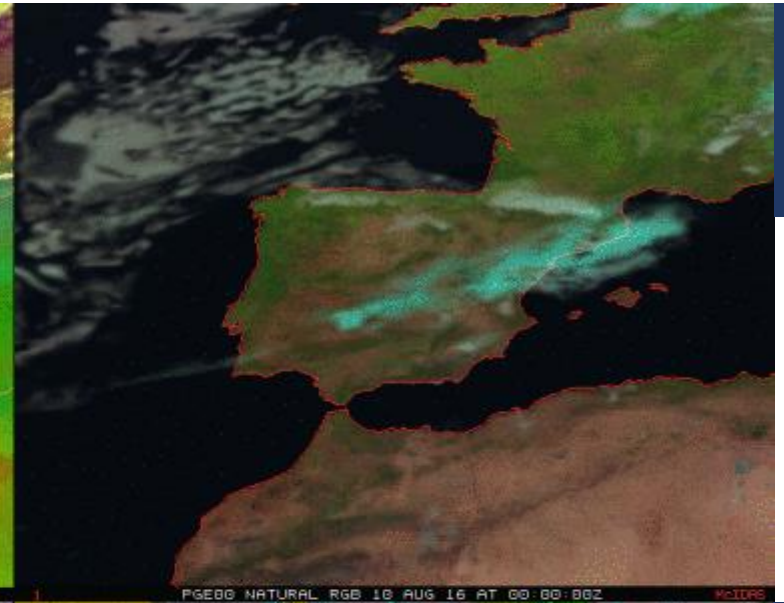
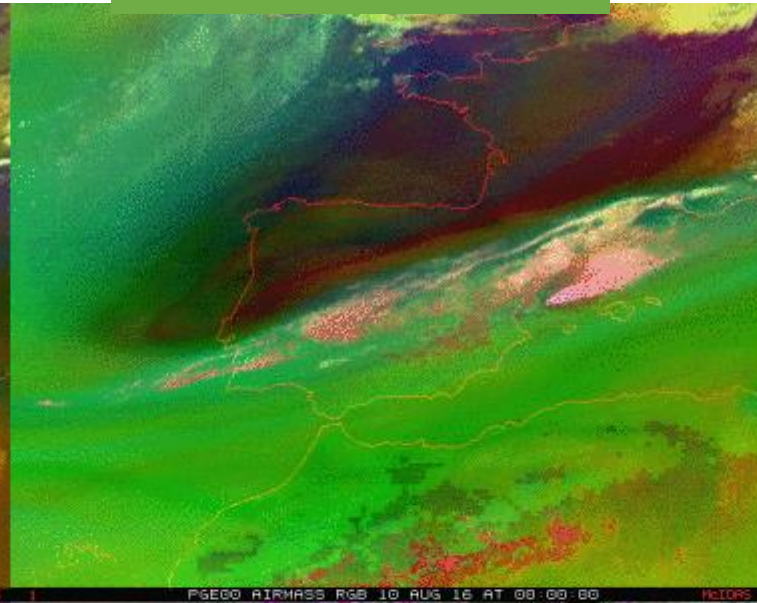
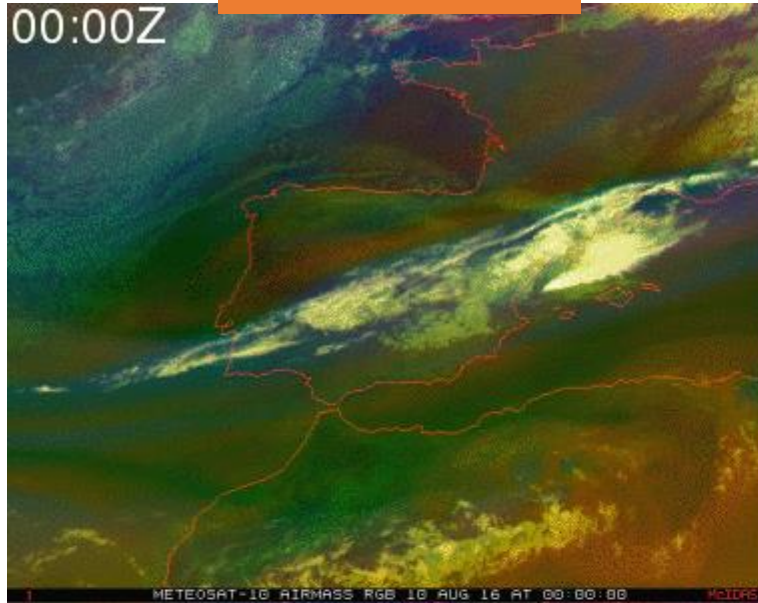


Bucle de RGB masas de aire combinada.

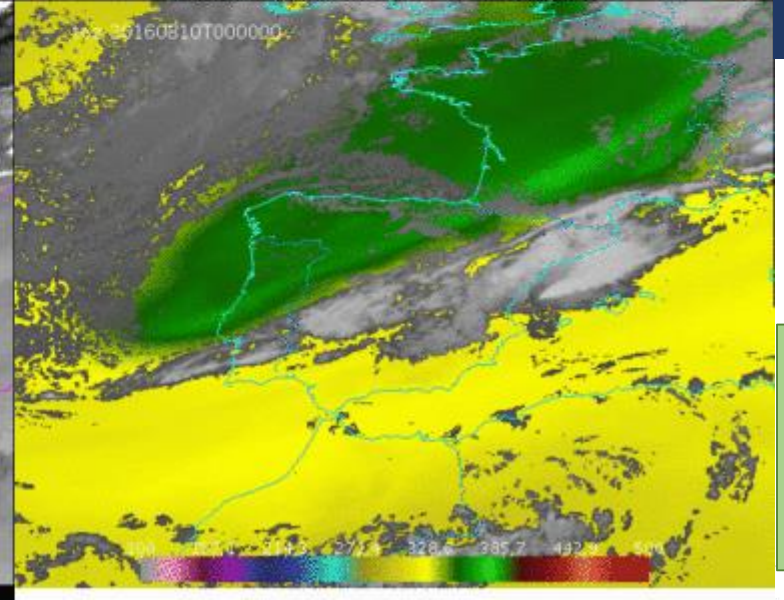
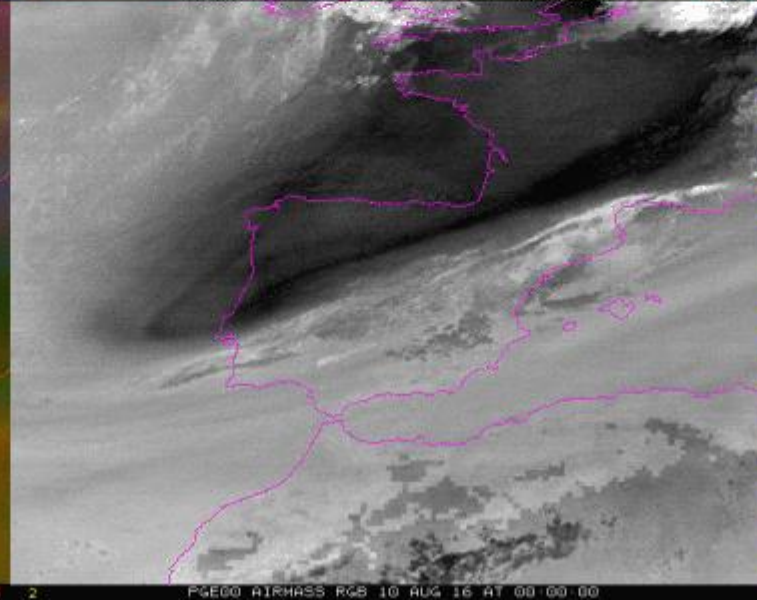
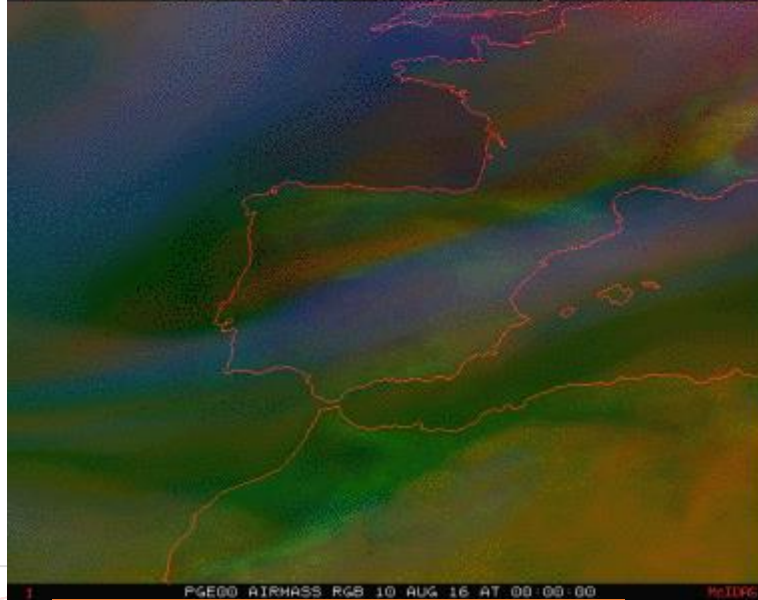
RGB masas de aire: real

RGB masas de aire combinada: real

00:00Z



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

Mestre

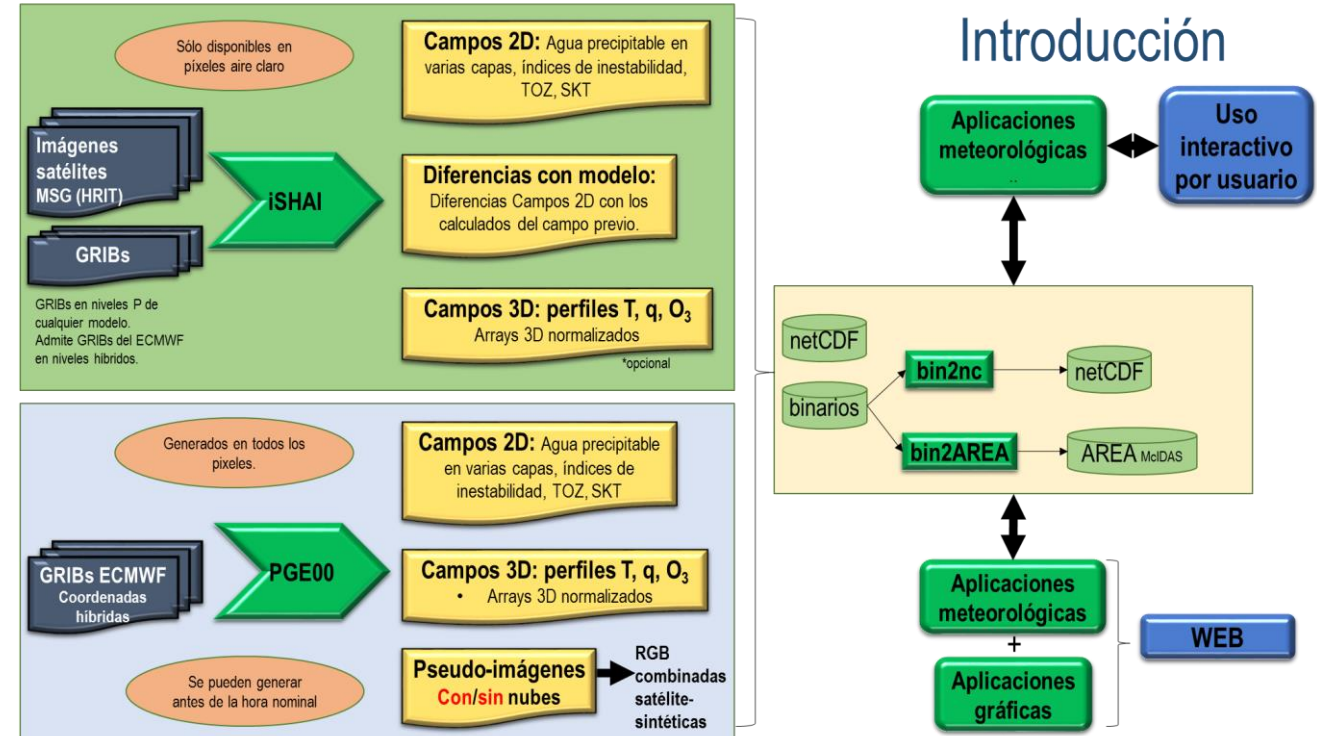
Conclusiones

El uso combinado de iSHAI y PGE00 permite mejoras 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.



20160810 00:00Z

<http://www.nwcsaf.org>

mmartinezr@aemet.es

¡ Gracias por vuestra atención !

