

Meteorología para la Gestión de Emergencias: satélites y alerta temprana

Dr. Fernando Belda Esplugues
AEMET
fbeldae@aemet.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

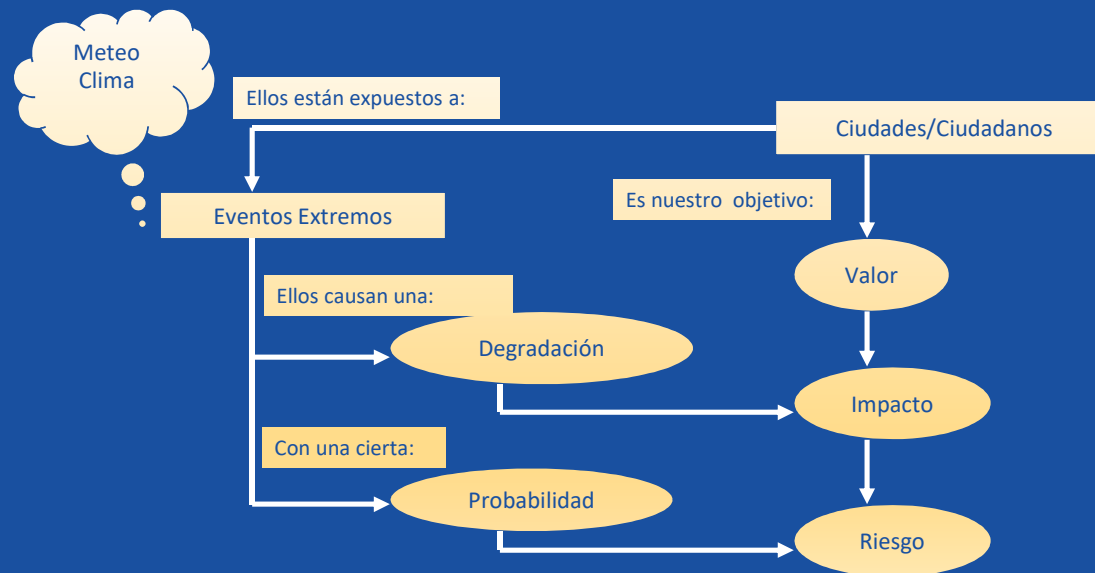
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Índice

1. Conceptos generales
2. Marco de Sendai
3. Desastres en cifras
4. Contribución de la OMM
5. Contribución a nivel europeo. Servicios Copernicus
6. Papel de los SMNH
7. Monitorización del Clima desde el espacio
8. Conclusiones y Debate

Conceptos Generales



La **peligrosidad** es función de la probabilidad y de la severidad. (natural)

La **exposición** es función del número de personas o bienes al alcance del peligro y del tiempo de permanencia.

La **vulnerabilidad** es función del tipo de peligro, de factores personales, etc.

El **riesgo** es una función de la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad.

Conceptos generales

- Los **peligros naturales** están presentes con frecuencia simultáneamente y vinculados entre ellos, es decir, el medio natural es **un sistema complejo y acoplado** y nuestra interacción con él también lo es.
- Ejemplo: una lluvia torrencial conlleva en terreno montañoso desprendimientos de piedras, corrimientos de tierras, avenidas e inundaciones.
- **Peligro** (natural): fenómeno natural o actividad humana potencialmente dañina que puede dar lugar a la pérdida de vidas, daños personales o en los bienes, perturbaciones sociales y económicas, etc.
- **Riesgo**: Daño o pérdida esperable a consecuencia de la acción de un peligro sobre un bien a preservar, sea la vida humana u otro.

El riesgo es la materialización del peligro

Para **mitigar el riesgo** se puede actuar sobre la exposición y la vulnerabilidad, pero no sobre el peligro. Pero es fundamental conocer el peligro, sus características y su presencia espacial y temporal real o prevista

Marco de Sendai

Reducir

Mortalidad

Afectación humana

Pérdidas económicas

Afectación a infraestructuras y servicios

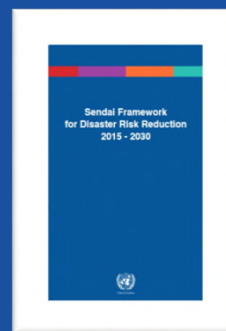


Aumentar

Estrategias de reducción del riesgo

Cooperación con los países en vías de desarrollo

Sistemas de alerta temprana multi-riesgo, información y evaluación del riesgo

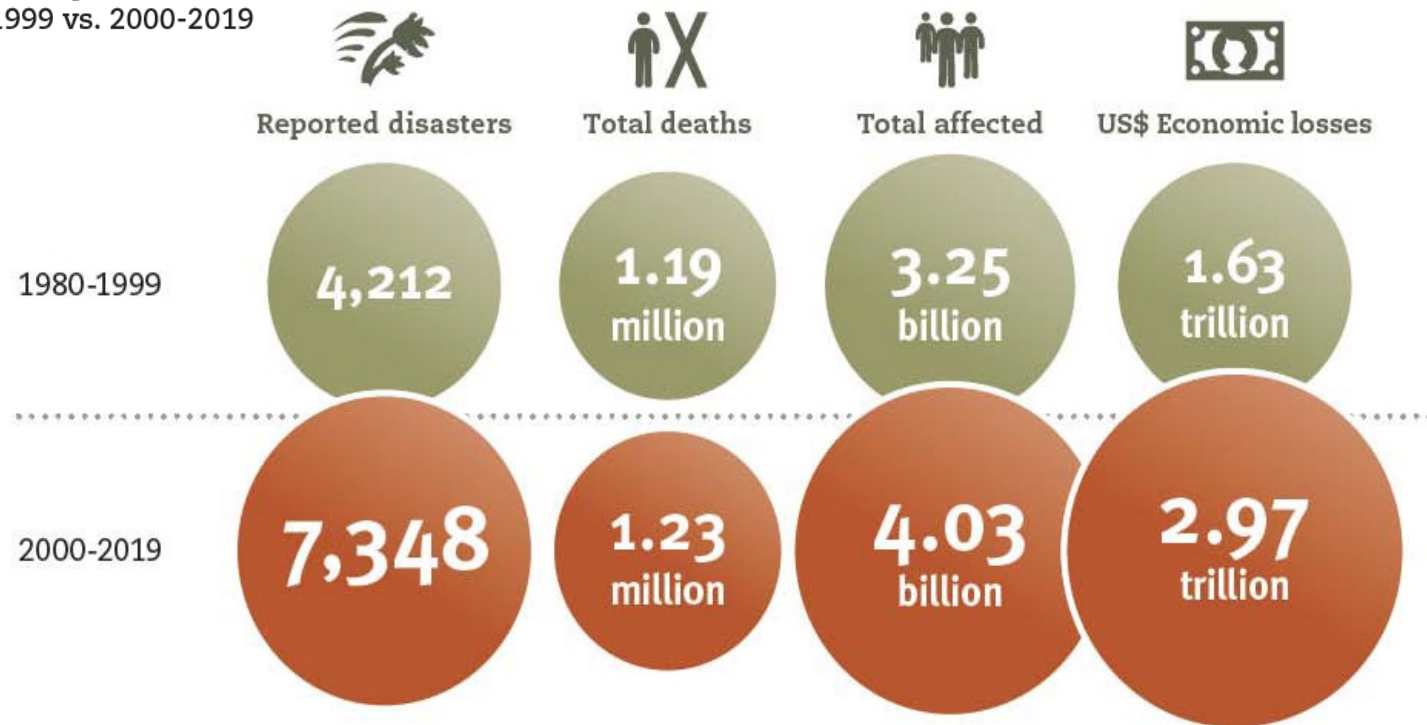


Marco de Sendai, 2015-2030

Desastres en cifras

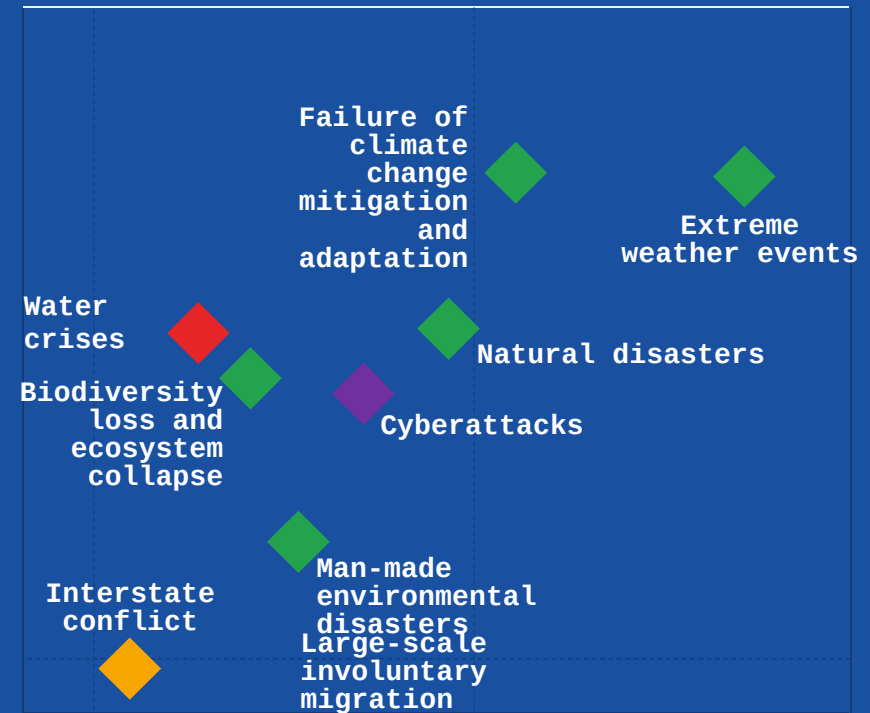
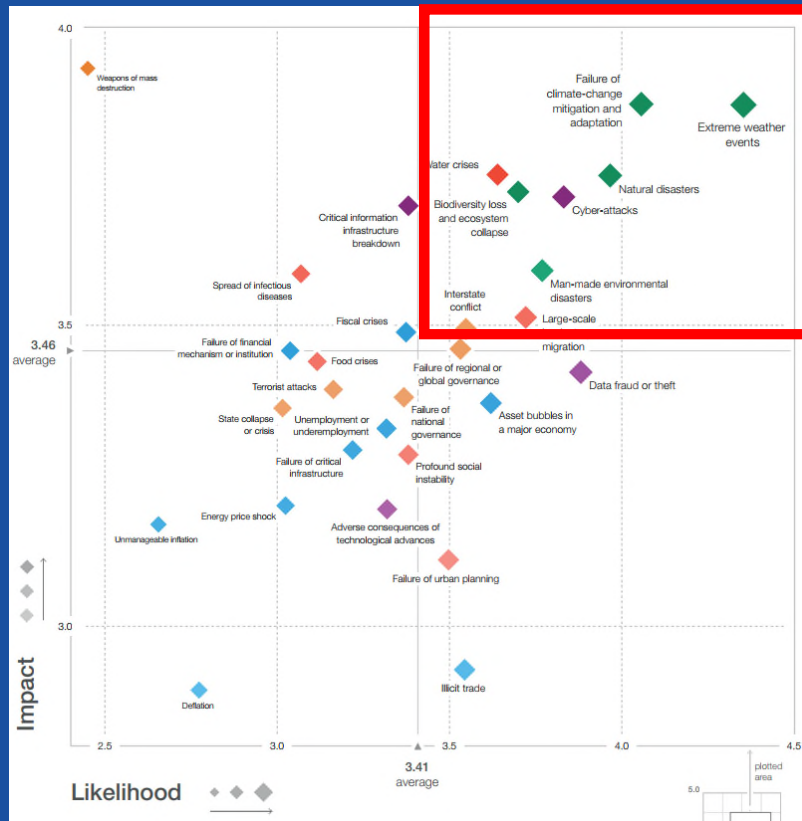
Figure 1

Disaster Impacts:
1980-1999 vs. 2000-2019



- 1 For the purposes of this report, the term "disaster" will only be reserved for natural hazard-related disasters, excluding biological and technological disasters.
- 2 All economic figures are adjusted to inflation for US\$ 2019.
- 3 Climate-related disasters include disasters categorized as meteorological, climatological, or hydrological.

Riesgos globales

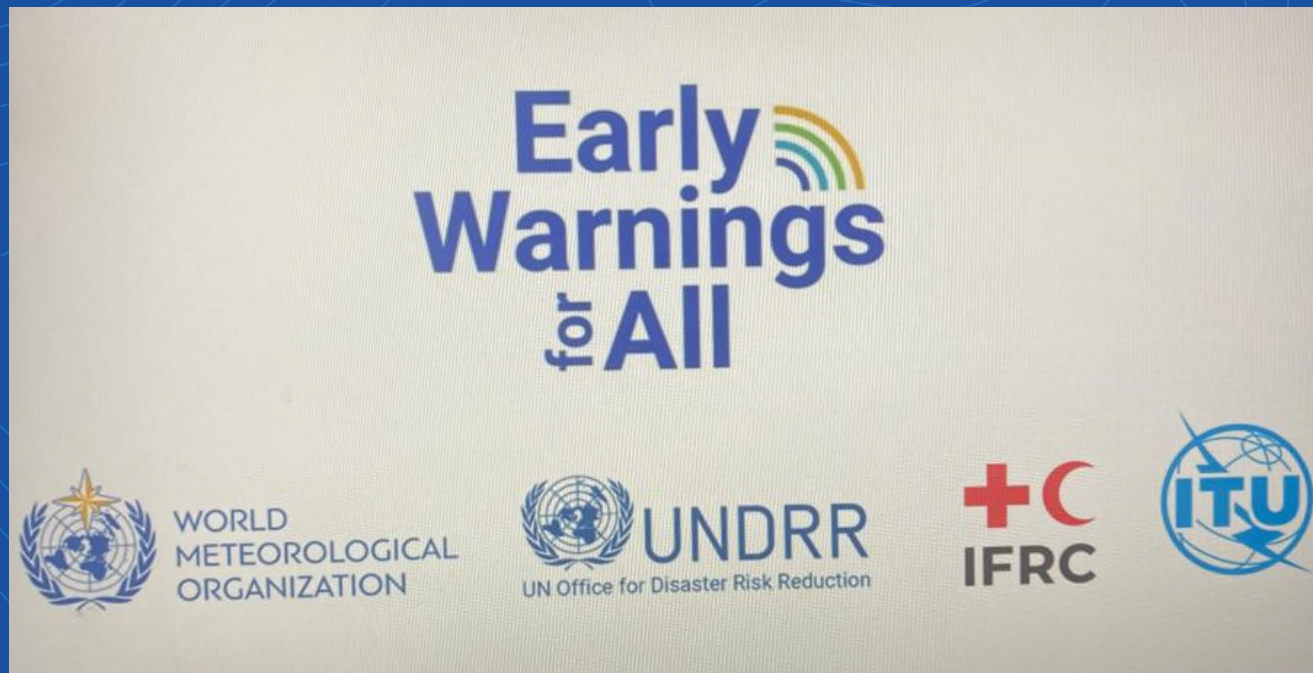


Fuente: Foro Mundial de Economía, 2025

Contribución de la OMM

- Coordinación internacional de los SMHN de la OMM:
 - Vigila y predice el estado del tiempo, en particular los fenómenos potencialmente graves.
 - Usa sus sistemas de comunicaciones para que toda la información llegue a todos los SMHN.
 - Asegura una calidad uniforme de los datos y la posibilidad de acceder a ellos sin tener en cuenta su origen (desarrollo y coordinación de sistemas de observación mundiales).
 - Proporciona asesoramiento experto y apoyo técnico para evaluar la vulnerabilidad, cartografiar los riesgos, y formular planes de acción para la gestión de los riesgos de desastre.
 - Colabora y establece normas para la formación del personal de los SMHN.
 - Proporciona una amplia gama de productos y servicios educativos.
 - En colaboración con los servicios de emergencia y con los servicios sanitarios y sociales, organismos de socorro, etc., la OMM contribuye a la información y asesoramiento activos para evitar y atenuar los efectos de los peligros asociados al tiempo, el clima y el agua.

Iniciativa de Naciones Unidas “Alerta temprana para todos”



EW4ALL: Pilares

Pilar 1: Conocimiento del riesgo de desastres

Recopilación de datos sistemática y empezar la valoración del riesgo.

¿Son bien conocidas las vulnerabilidades y peligros?

¿Cuáles son los patrones y tendencias de estos factores?

¿Los mapas de riesgo están ampliamente disponibles?



Pilar 2: Detección, observación, monitorización, análisis y predicción del riesgo

Desarrollar sistemas de alerta temprana y monitorización del peligro.

¿Se están monitorizando los parámetros correctos?

¿hay una base científica robusta para hacer las predicciones?

¿Pueden generarse avisos a tiempo y precisas?



EW4ALL: Pilares

Pilar 3: Difusión y comunicación de los avisos

Comunicar la información del riesgo y sistemas de avisos.

- ¿Llegan los avisos a todos los afectados?
- ¿se entienden los avisos y riesgos?
- ¿los avisos son claros y utilizables?



Pilar 4: Preparación y capacidad de respuesta

Construir capacidades de respuesta nacionales y locales.

- ¿Están los planes actualizados y probados?
- ¿Se aprovechan las capacidades y conocimientos locales?
- ¿está la gente preparada y lista para reaccionar a los avisos?

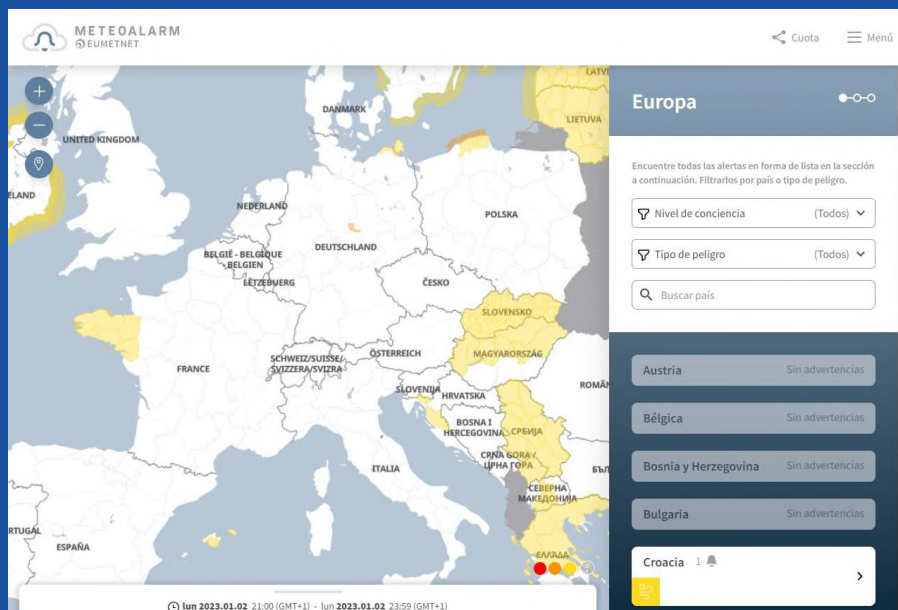


Socios



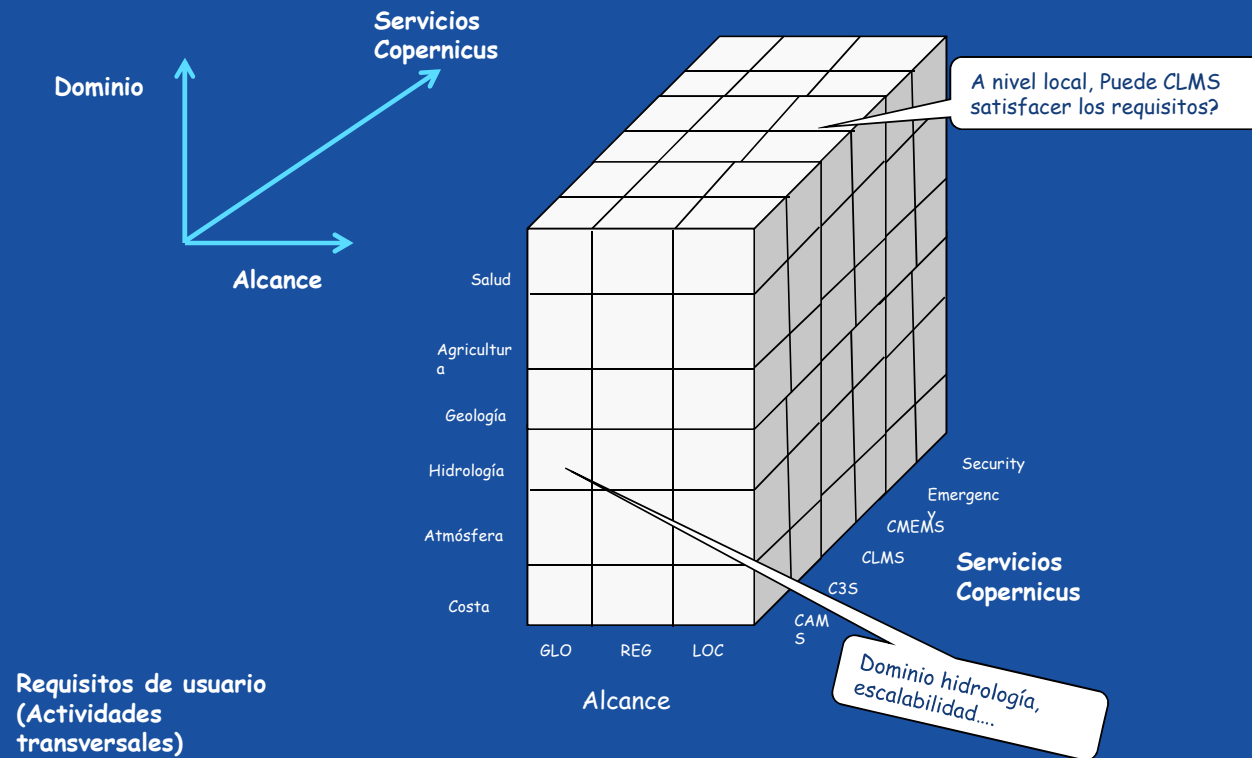
Contribución a nivel europeo

- Avisos FMA: [Metealarm](https://www.meteoalarm.eu)



Los SMHN son los que elaboran los avisos de Fenómenos Meteorológicos Adversos (FMA) de cada país y es muy importante mantener su autoridad y voz única en este sentido

Servicios Copernicus



Requisitos de usuario
(Actividades transversales)

Otros actores: Investigación, Emergencias, Energía.....

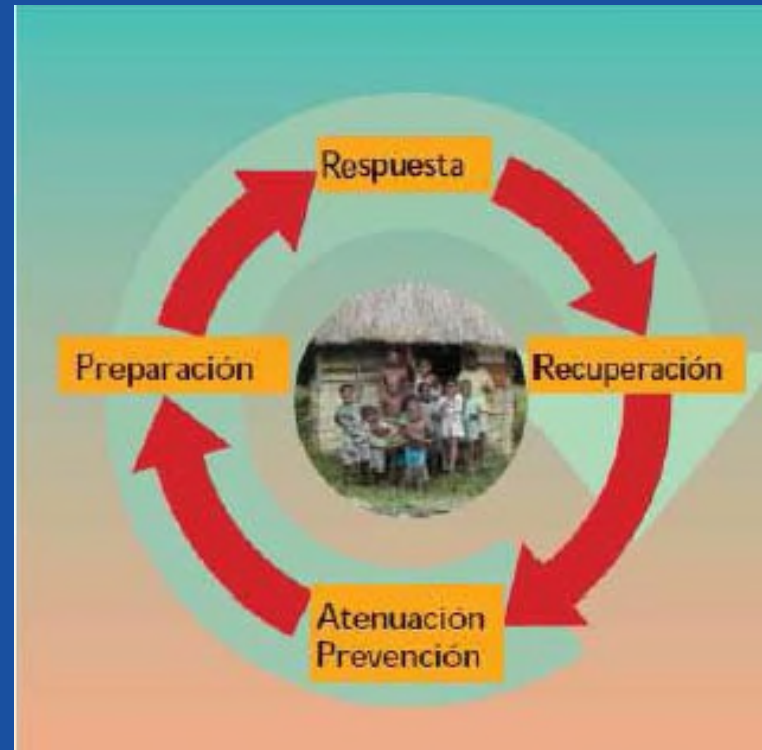
Papel de los SMHN

- Identificar fenómenos potencialmente peligrosos
- Observaciones sistemáticas y consistentes
 - Datos históricos y datos en tiempo real
- Asegurar la calidad de datos y archivos
- Referenciación (estándares OGC), soportes, interoperabilidad
- Contribuir a planificar el uso de los recursos
- Cuantificar el riesgo

Papel de los SMHN

- Los planes de acción nacionales frente a los desastres deberían constar de cuatro componentes:

- Atenuación
- Preparación
- Respuesta
- Recuperación



Papel de los SMHN

- La **atenuación** se basa en el **conocimiento**, para cada lugar del país, de la vulnerabilidad a determinados tipos de peligros, y en la definición de medidas que habría que adoptar para reducir al mínimo los riesgos.
- Las medidas pueden consistir por ejemplo en: modificar las normas de edificación para que los edificios puedan resistir vientos fuertes, prohibir su construcción en terrenos propensos a las crecidas, definición de unos procedimientos de evacuación, etc.
- Se trata de una planificación a largo plazo, que implica la participación gubernamental a muchos niveles.



Papel de los SMHN

- La **preparación** implica también a la comunidad en general. **Hay que enseñar a los ciudadanos la naturaleza de los peligros a los que se exponen, y la forma de reconocerlos y de hacerles frente en condiciones de seguridad.**
- Habrá que familiarizarlos con los medios utilizados por sus SMHN y por sus servicios de emergencia para transmitirles información y avisos sobre los estados del tiempo adverso. En último término, tanto las personas como las familias contarán con planes de acción personales y con listas de suministros de emergencia que deberán tener a mano, y comprenderán claramente la manera de coordinar su propia seguridad.



Papel de los SMHN

- La fase de **respuesta** del plan consiste en la aplicación de las medidas desarrolladas durante las fases de atenuación y preparación.
- Los **SMHN** **proporcionarán avisos y advertencias de actualidad permanente.**
- Los servicios de emergencia, los servicios sanitarios y sociales, los voluntarios y los ciudadanos tendrán también alguna misión en el plan general, y actuarán sistemática y serenamente para garantizar la seguridad de todos.



La Xunta suspende el transporte escolar hoy y mañana por el mal tiempo en 173 concellos gallegos

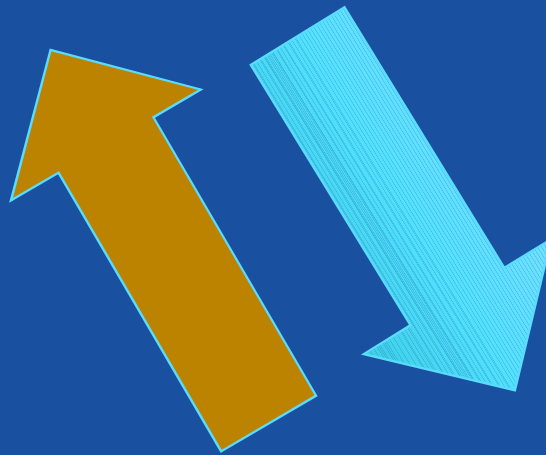
En las mismas zonas tampoco se realizarán las actividades en el exterior de los centros educativos

www.lavozdeg Galicia.es (22 marzo 2017)

Papel de los SMHN

- La fase de **recuperación** abarca las medidas que se adoptan al término de la perturbación para reparar los daños y reconstruir las comunidades.
- Todos cuantos participan en el plan de acción (incluidos los SMHN) **evaluarán el funcionamiento real del plan**, sus puntos fuertes y sus puntos débiles, y emprenderán un proceso de revisión del plan para mejorar sus resultados en la próxima ocasión.

Arquitectura para la monitorización del clima desde el espacio



Observación y explotación coordinadas
mediante satélites

Apoyo del espacio: 4 Areas



Mecanismos nacionales para los usuarios:

- Cooperación entre socios
- Gobernanza
 - Grupo de coordinación
 - Grupo de expertos sobre la utilización de información satelital.
- Participantes:
 - Usuarios operacionales
 - Proveedores
 - Centros de formación (Academia)
 - Usuarios científicos
 -

Ventajas para el usuario:

- Diálogo efectivo usuario-proveedor.
- Formato definido para la expresión de requerimientos
- Coordinación en la distribución de datos
- Identificación de necesidades de formación
- Implementación de WIGOS/WIS

Refuerzo del uso de datos satelitales

PGE00 tool with DestinE ECMWF model executed on ATOS Bologna hpc computer

Thanks to DestinE team to provide GRIBs for IANOS case study every 10 minutes

Request to MARS on the 137 hybrid levels of T/q/o3/cc/clwc/ciwc profiles with **high resolution 0.04x0.04° every 10 minutes**

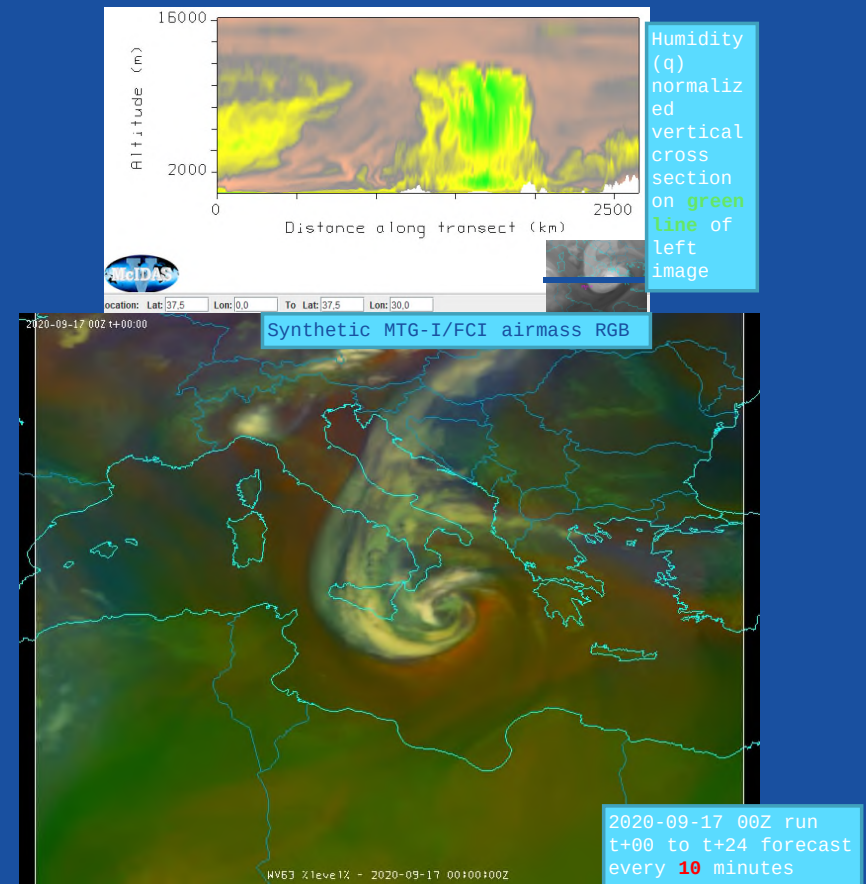
T/q/o3/cc/c
lwc/ciwc
profiles on
hybrid profiles

PGE00
✓ 4D interpolator
✓ RTTOV radiative transfer model

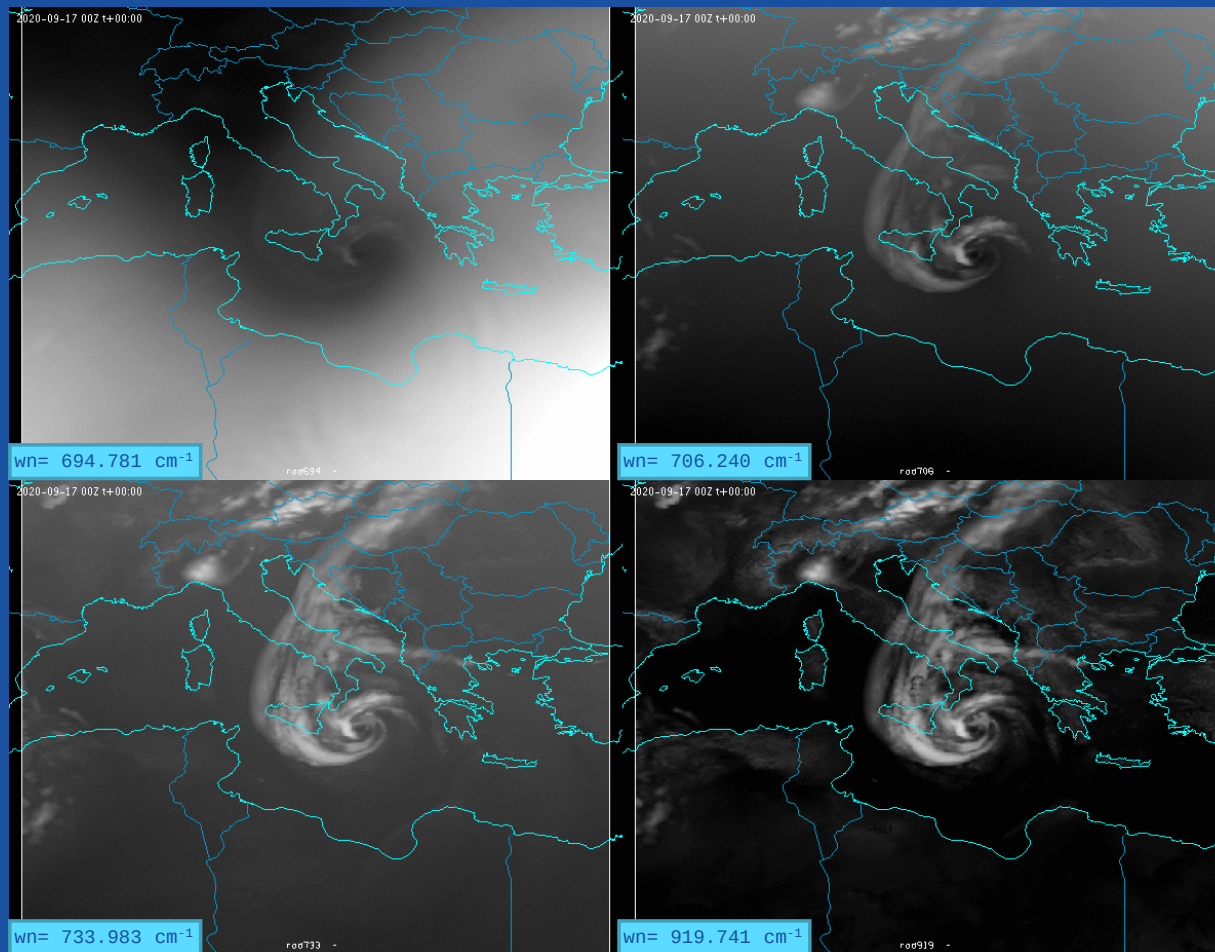
Optional writing
✓ T/q/o3/cc/clwc/ciwc profiles a configurable set of pressure levels
Synthetic satellite (BT or refl)
✓ On clear conditions
✓ On cloudy conditions
✓ Total transmittances
✓ Profiles of transmittances
✓ Weighting functions

Use of RTTOV routine directly in Fortran that allows direct access to the RTTOV output structures. Together with the synthetic radiances, we have access to the transmissivity coefficients (total and profiles).
Version modified for parallel execution on hpc ATOS supercomputers (ECMWF Bologna and AEMET)

Output on netCDF files compatibles McIDAS-V =>
INTERACTIVE USE

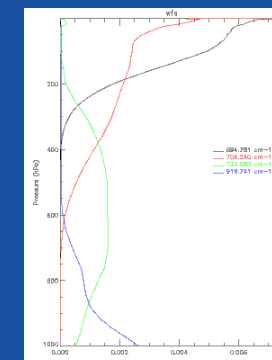
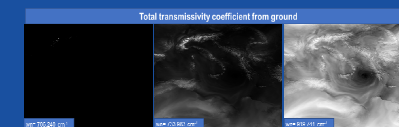


Similar Use Case have been implemented using Destination Earth and Satellite information to DANA simulation



Destine ECMWF

**synthetic
MTG-S/IRS**
2020-09-17 00Z
run
t+00 to t+24
forecast
every **30 minutes**

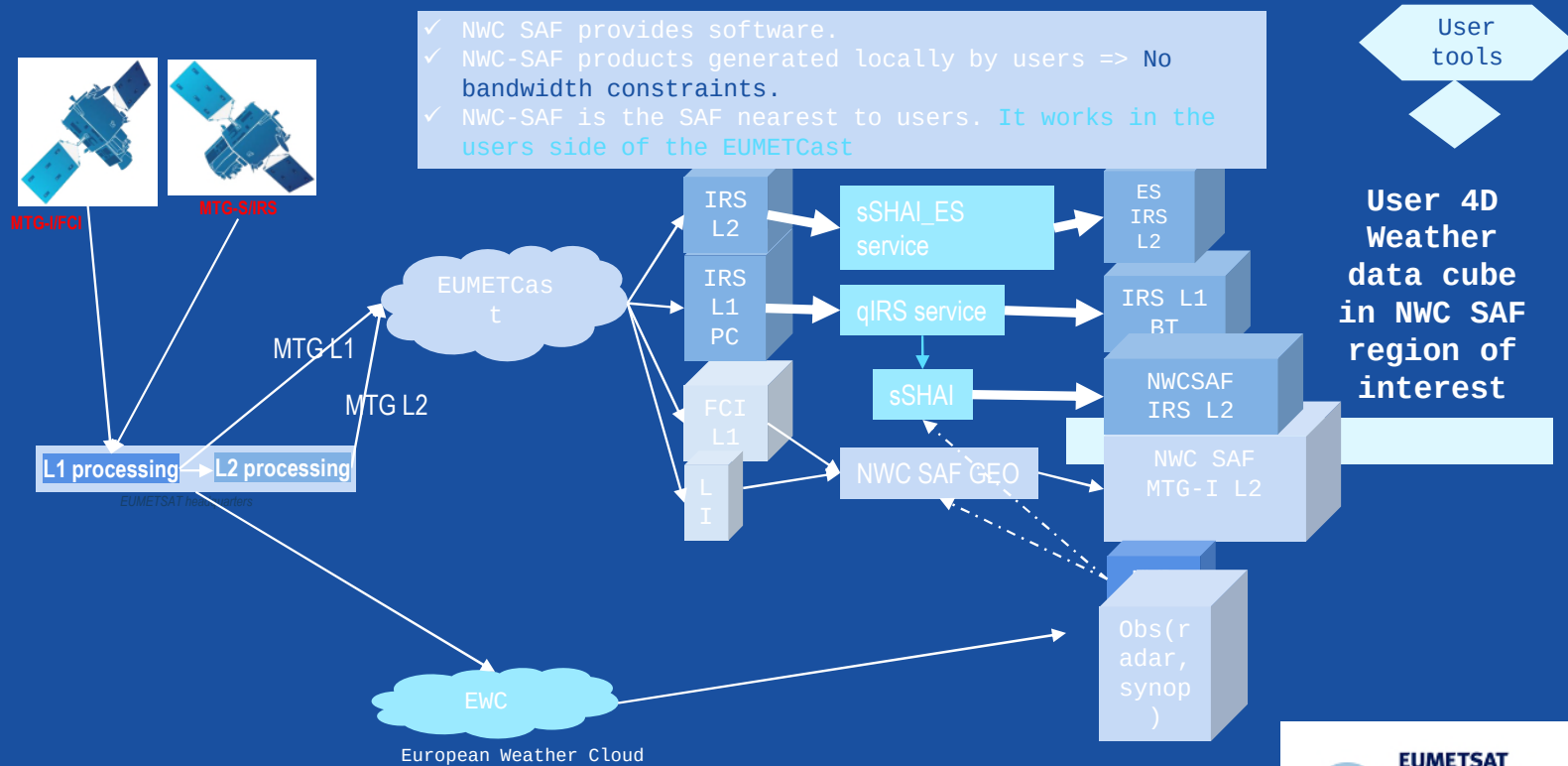


Selection of 4 IRS channels on
CO₂ band from the 1960 IRS
channels.

Important in training of users
to provide a guide of the
layers were most part of
information came for one IRS
channel.

Similar Use Case have been implemented using Destination Earth
and Satellite information to DANA simulation

Productos y Servicios del NWC SAF para el MTG



Conclusiones

- Las agencias satelitales y los servicios de Copernicus contribuyen de manera crucial al monitoreo sistemático del clima y la tierra a nivel global, regional y nacional. (Es importante o fundamental monitorear más del 75 % de los ECV).
- Es necesario establecer mecanismos de integración operativa.
- Se debe elaborar periódicamente un informe de análisis de brechas que incluya recomendaciones y acciones.

Conclusiones

- Se deben planificar las mejores prácticas para el uso de los datos climáticos de referencia (CDR) y los productos ECV basados en satélites, a fin de orientar a los centros operativos.
- Se necesitan más caso de estudio.
- La arquitectura coordinará y aprovechará al máximo estas contribuciones, en beneficio de los servicios climáticos.
- Integración entre meteorología e hidrología.
- Copernicus vs. Destination Earth.

Conclusión

Integrar meteorología en diseño y operaciones



Rediseño de sistemas: cambios en patrones históricos, eventos compuestos...



Pasar de la reacción a la anticipación: Planificación adaptativa



- Cooperación entre ciencia, industria y seguridad. Copernicus 3.0, DestinE...



Debate

- ¿Cómo pueden contribuir la investigación científica y la innovación al éxito de los Sistemas de Alerta Temprana?
- ¿Qué lagunas en la investigación deberían priorizarse para mejorar la eficacia de los sistemas de alerta temprana?
- ¿Cómo pueden los SMHN y el sector privado trabajar bien juntos para garantizar avances en la IA en la previsión?
- ¿Necesitamos pronósticos y advertencias más precisos para eventos extremos o una mejor comunicación?

Los cambios que experimentamos aumentarán con un mayor calentamiento, haciendo que los eventos climáticos extremos, como olas de calor, lluvias torrenciales y sequías, sean más frecuentes y severos.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



aemet

Agencia Estatal de Meteorología

Muchas Gracias

Dr. Fernando Belda Esplugues
fbeldae@aemet.es