

Cambios en los fenómenos atmosféricos debidos al cambio climático

Yolanda Luna
Esteban Rodríguez

La Agencia Estatal de Meteorología

Objeto: “desarrollo, implantación, y prestación de los servicios meteorológicos de competencia del Estado y el apoyo al ejercicio de otras políticas públicas y actividades privadas, contribuyendo a la seguridad de personas y bienes, y al bienestar y desarrollo sostenible de la sociedad española”

Servicios que prestamos

Esenciales

- ◆ Avisos de fenómenos meteorológicos adversos (FMA)
- ◆ Avisos de alta mar y predicciones de apoyo a la operación «Paso del Estrecho»
- ◆ Información nivológica
- ◆ Índice de incendios
- ◆ Predicciones calidad del aire e intrusiones arena y polvo

Climáticos

- ◆ Índices climatológicos y clasificación climática
- ◆ Resúmenes climatológicos mensuales
- ◆ Predicciones mensuales y estacionales
- ◆ Balance hídrico nacional
- ◆ Proyecciones de cambio climático regionalizadas

Información meteorológica

- ◆ Datos meteorológicos de estaciones automáticas, de contaminación de fondo, radiación y ozono
- ◆ Imágenes del satélite Meteosat, red de radares y de rayos detectados en territorio nacional
- ◆ Boletines de predicción, mapas significativos, T máx. y mín
- ◆ Predicción del índice de radiación UV máximo
- ◆ Mapas previstos
- ◆ Predicciones para playas, áreas de montaña y zonas costeras

Certificación y emisión de informes

- ◆ Certificados de observaciones, predicciones y peritajes judiciales
- ◆ Informes básicos y especiales

Apoyo al desarrollo de competencias

- ◆ Acceso a los fondos (servicio de biblioteca)
- ◆ Archivo climatológico y meteorológico (Arcimís)
- ◆ Formación, consultoría, asesoría y asistencia técnica



La Agencia Estatal de Meteorología

Objeto: “desarrollo, implantación y ejercicio de otras políticas públicas de desarrollo sostenible de la sociedad”

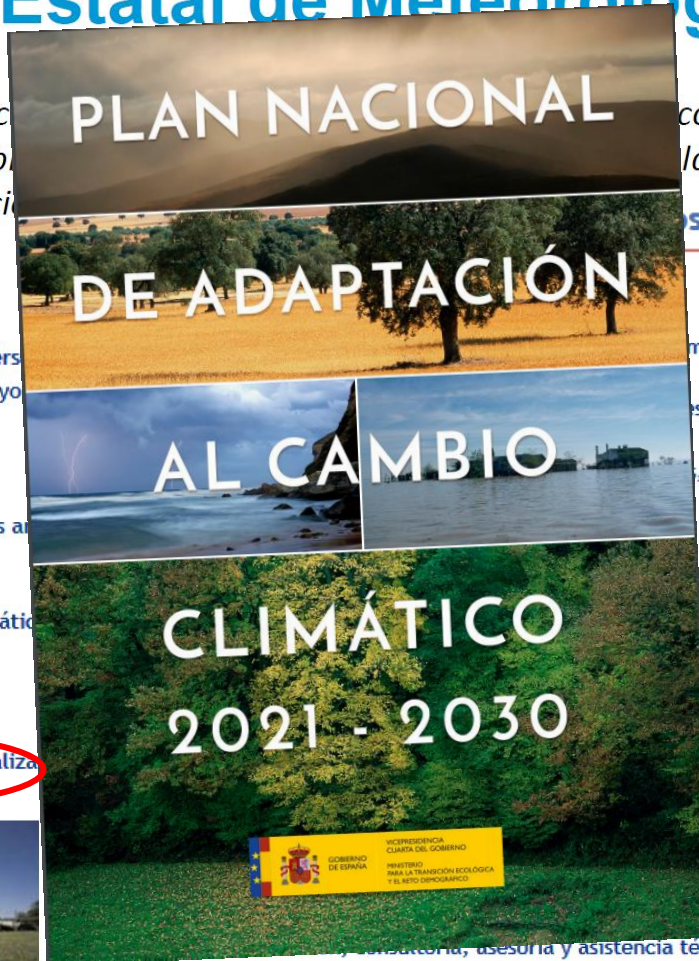
cos de competencia del Estado y el apoyo al la seguridad de personas y bienes, y al bienestar y

Esenciales

- ◆ Avisos de fenómenos meteorológicos adversos
- ◆ Avisos de alta mar y predicciones de apoyo «Paso del Estrecho»
- ◆ Información nivológica
- ◆ Índice de incendios
- ◆ Predicciones calidad del aire e intrusiones atmosféricas

Climáticos

- ◆ Índices climatológicos y clasificación climática
- ◆ Resúmenes climatológicos mensuales
- ◆ Predicciones mensuales y estacionales
- ◆ Balance hídrico nacional
- ◆ **Proyecciones de cambio climático regionalizado**



Aemet es la responsable de la provisión de datos de información de clima futuro, desde a unos meses vista a información de lo que cabe esperar a mediados y finales de siglo



Área de Evaluación y Modelización del Clima

Modelización Climática

Regional (HCLIM)

Global (EC-EARTH)

Contribución al desarrollo y mejora de los modelos usados para generar información de predicciones y proyecciones climáticas

Escenarios de cambio climático

Generación y puesta a disposición de la sociedad de escenarios de cambio climático regionalizados a partir de CMIP-6. Colaboración con CSIC y OECC para generar indicadores sectoriales útiles y ponerlos a disposición en un visor interactivo

Predicción estacional

Generación de predicción estacional para los siguientes tres meses una vez al mes. Desarrollo de productos y servicios específicos

Servicios climáticos:

Generación de información útil para los diferentes sectores

Servicios climáticos



Elaboración de productos mundiales
Coordinación y apoyo al intercambio de datos
Establecimiento protocolos.

MUNDIAL

Iniciativas multilaterales encaminadas a afrontar las necesidades
Desarrollo de políticas regionales, intercambio de datos y desarrollo de infraestructura, investigación.

REGIONAL

Acceso a los datos y productos de conocimiento.
Adaptar la información a las necesidades de los usuarios.
Asegurar el uso habitual eficaz de la información.

NACIONAL



mié. 13 jué. 14

DATOS CLIMATOLÓGICOS



Meteoalertas y Avisos

VIGILANCIA DEL CLIMA

PREDICCIÓN ESTACIONAL

PROYECCIONES CLIMÁTICAS PARA EL SIGLO XXI

APOYO A LA GESTIÓN DE EMBALSES

MONITOR DE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA

CATÁLOGO



Mi web

Atención al cliente



Redes sociales



Tiempo espacial



APP



Datos y estadísticas



Centro de documentación



Meteoalertas y Avisos



Aviso de...

MONITOR DE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA

CATÁLOGO

Municipios españoles

Buscar municipio...

Península y Baleares

Canarias

Málaga

17° min 14°

Tarragona

18° min 10°

Sanlúcar de Barrameda

18° min 11°

Madrid

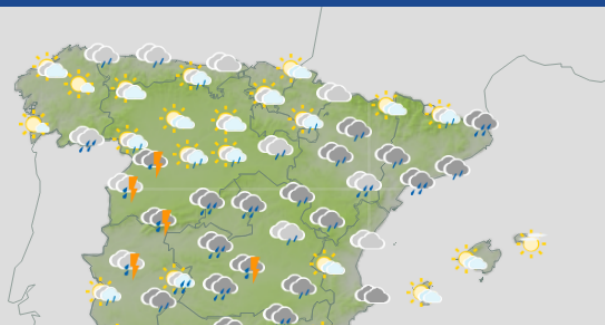
11° min 6°

El tiempo: Predicción general

Península y Baleares

Canarias

Previsión miércoles, 13 de noviembre de 2024 (13-19 h.)





Estamos desarrollando

10 servicios climáticos y un almacén de datos climáticos

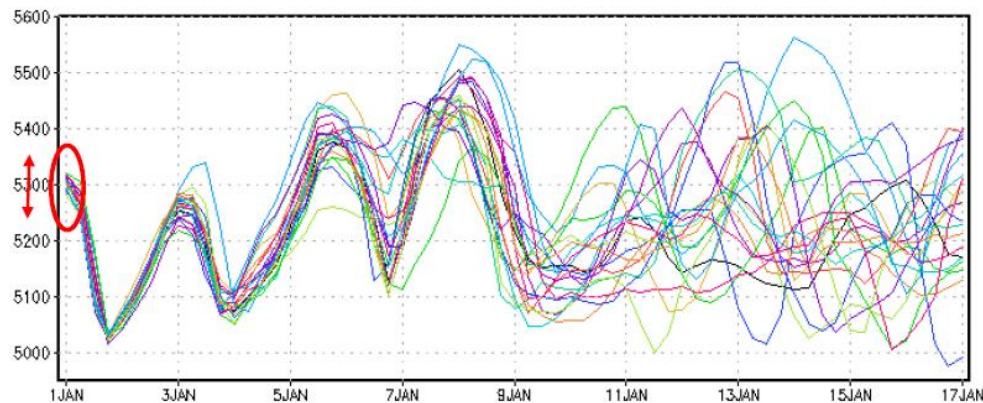
- | | | | |
|--|--|--|--|
| | Datos de predicción estacional
● | | Eventos extremos de temperatura
● ● ● ● ● |
| | Riesgo de incendio meteorológico
● ● ● ● ● | | Eventos de precipitación extrema
● ● ● ● ● |
| | Sequía meteorológica
● ● ● ● ● | | Viento
● ● ● ● ● |
| | Agro-climatología
● ● ● ● ● | | Radiación
● ● ● ● ● |
| | Indicadores de cambio climático
● ● | | Atribución de extremos al cambio climático
● ● |

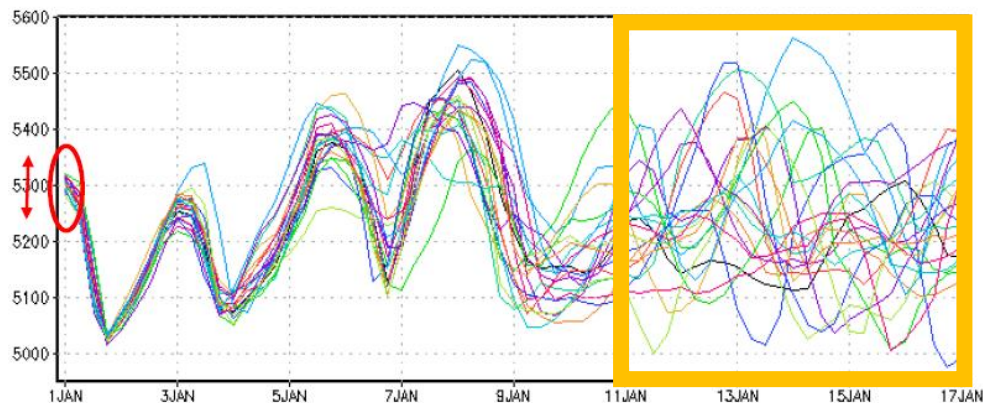


La predicción del tiempo y el caos de la atmósfera:



*Lorenz's experiment:
the difference between
the starting values of
these curves is only
.000127*

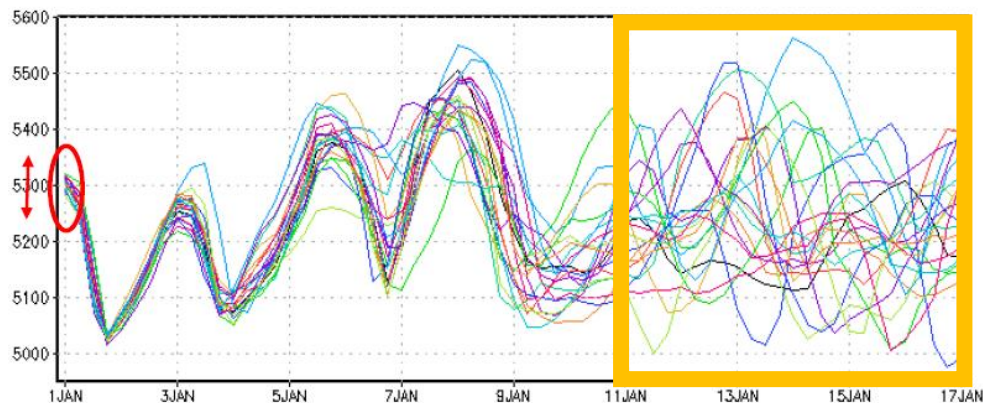




A partir de un umbral de unos 10 días, no se puede predecir con precisión el estado de la atmósfera



*Lorenz's experiment:
the difference between
the starting values of
these curves is only
.000127*

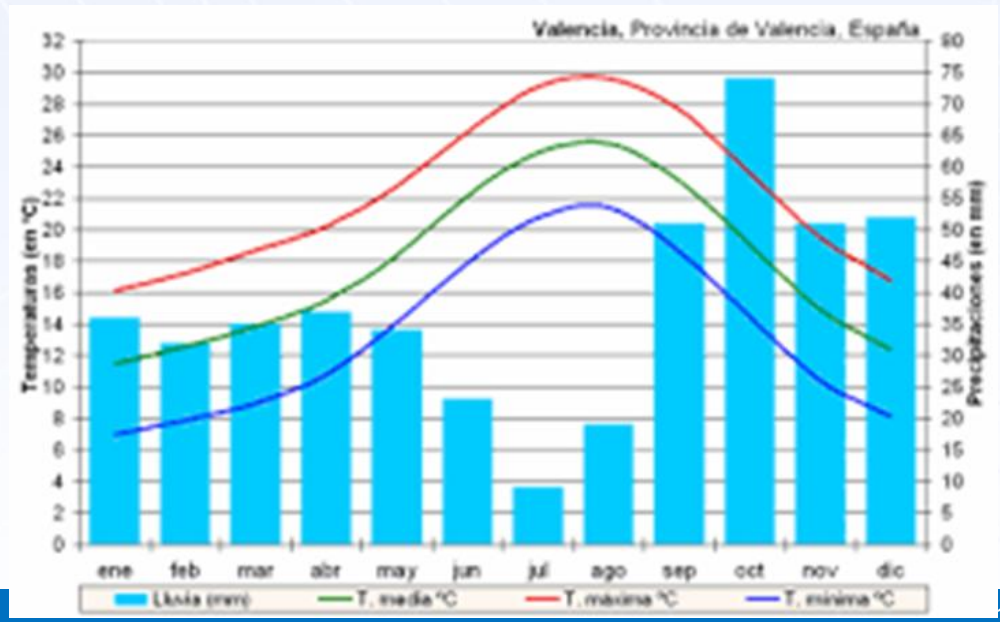


A partir de un umbral de unos 10 días, no se puede predecir con precisión el estado de la atmósfera

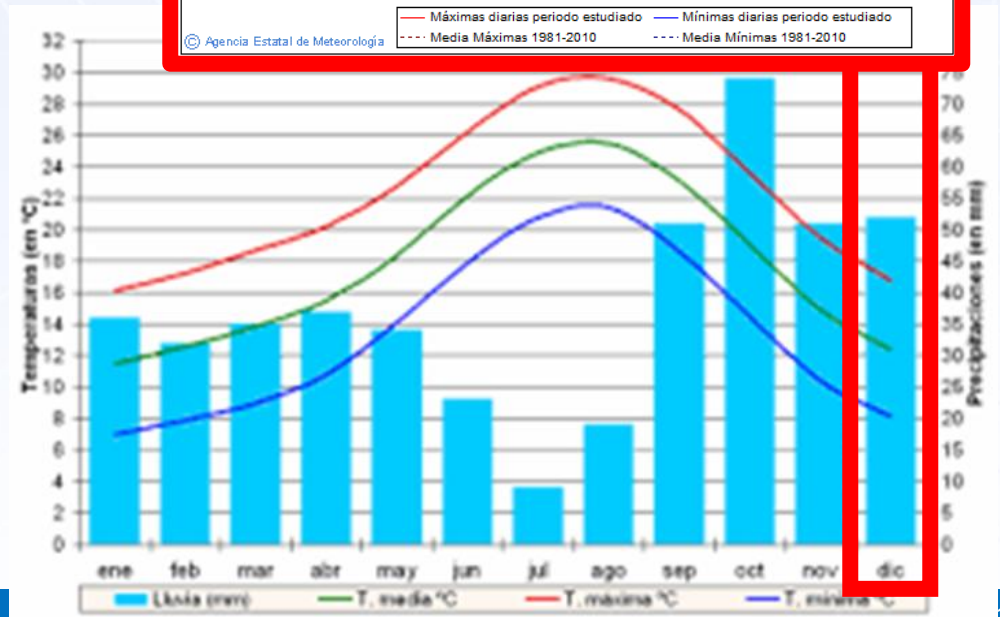
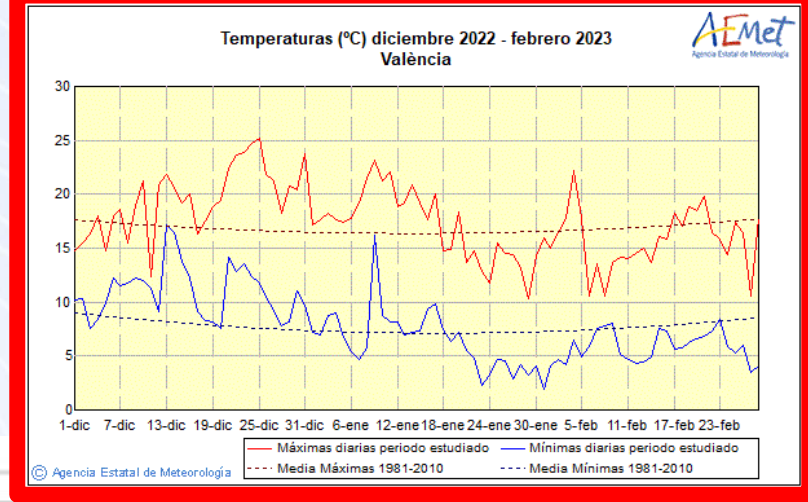


Entonces, no podemos decir nada de la atmósfera a plazos más largos?

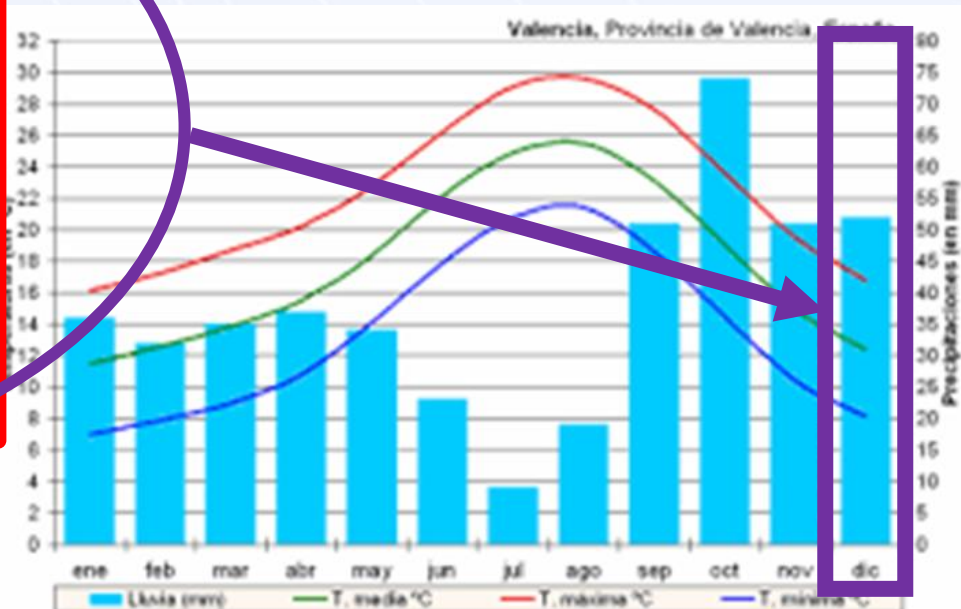
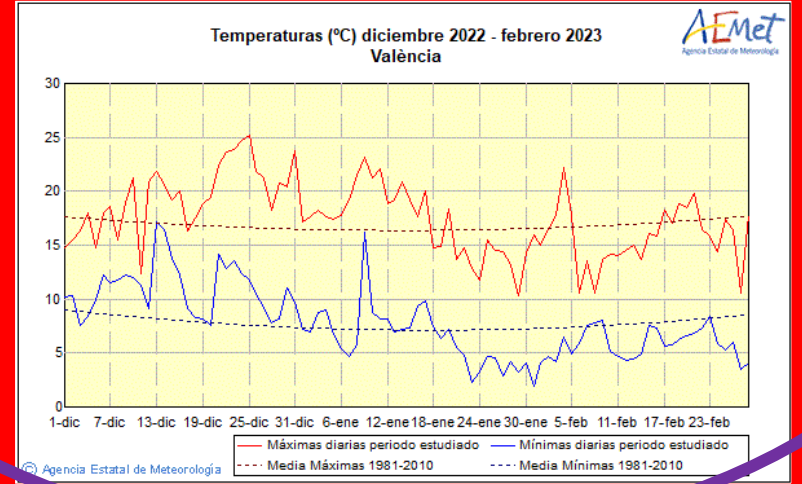
Qué podemos decir del clima futuro?



Qué podemos decir del clima futuro?

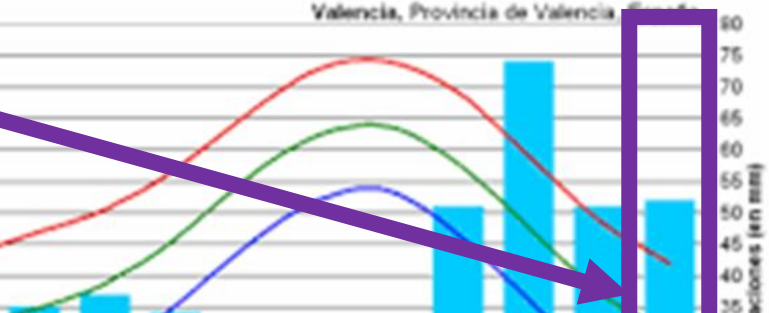
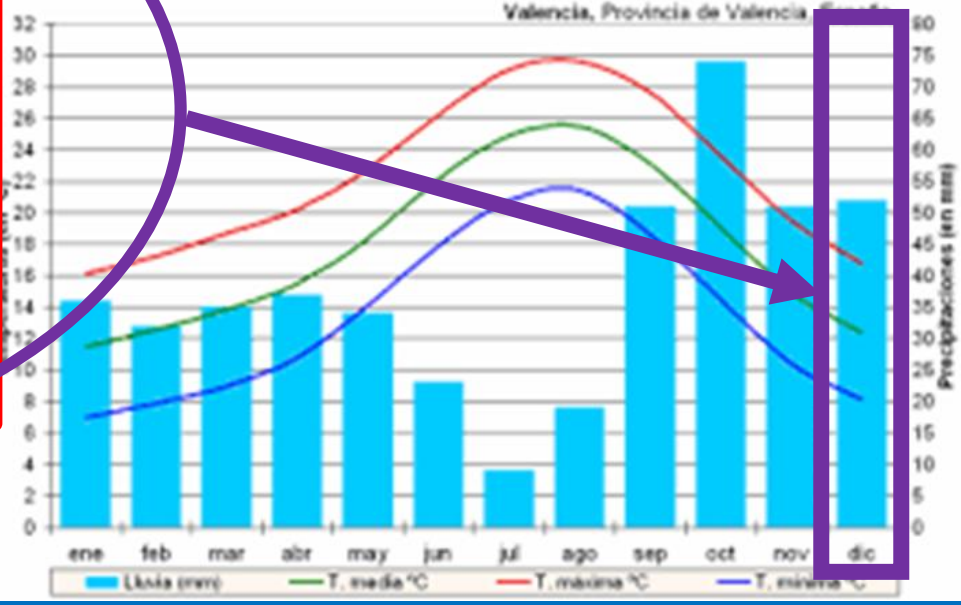
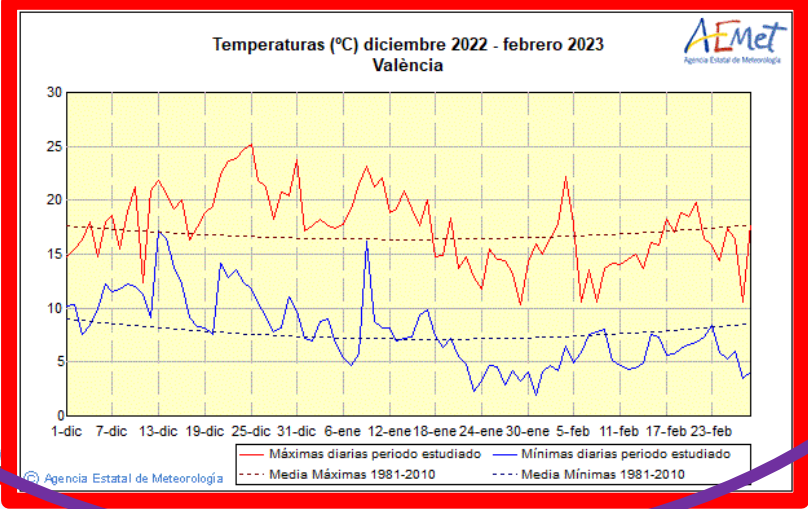
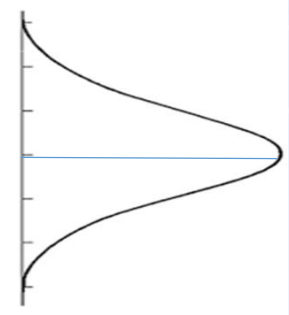
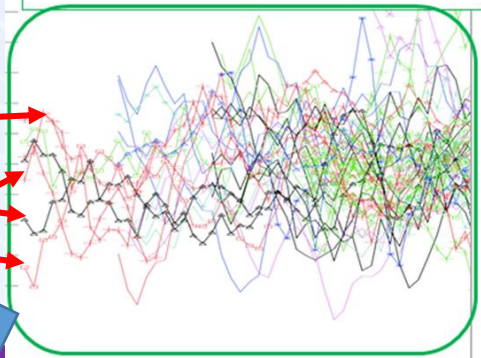


El clima es la definición de lo que es normal o esperable en términos meteorológicos en un sitio y estación dados, y se define tomando la información de lo que se observa que pasa un número suficientemente largo de años. Cómo de probable es que observe un determinado evento, o cuántos días es esperable que tenga unas condiciones determinadas (niebla, tormenta, viento..)



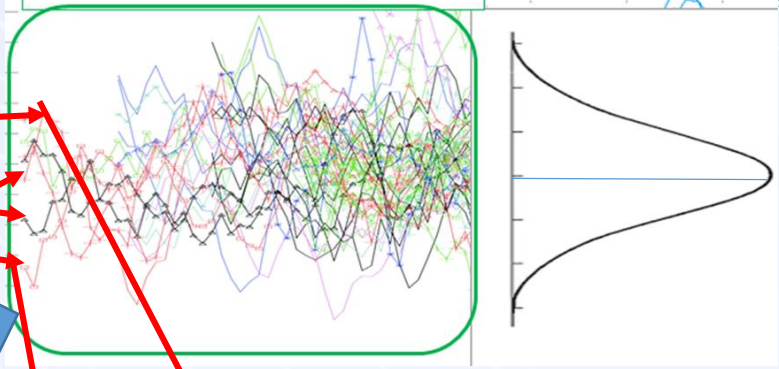
Qué podemos decir del clima futuro?

Reference Climatology

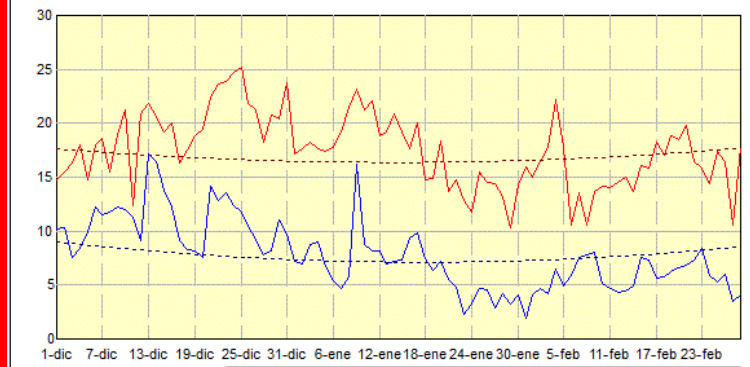


Qué podemos decir del clima futuro?

Reference Climatology



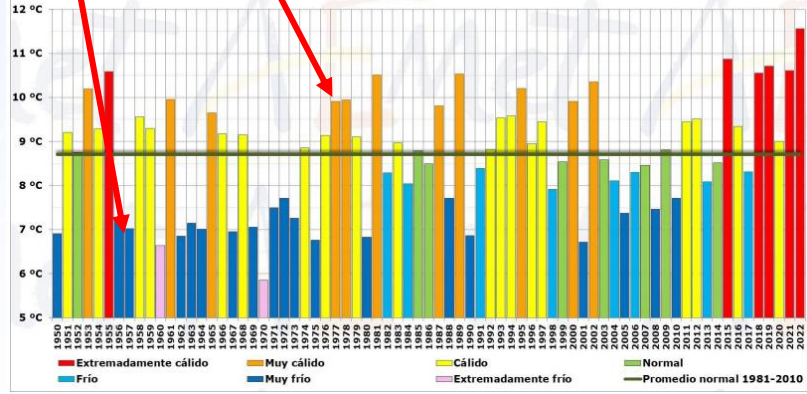
Temperaturas (°C) diciembre 2022 - febrero 2023 València



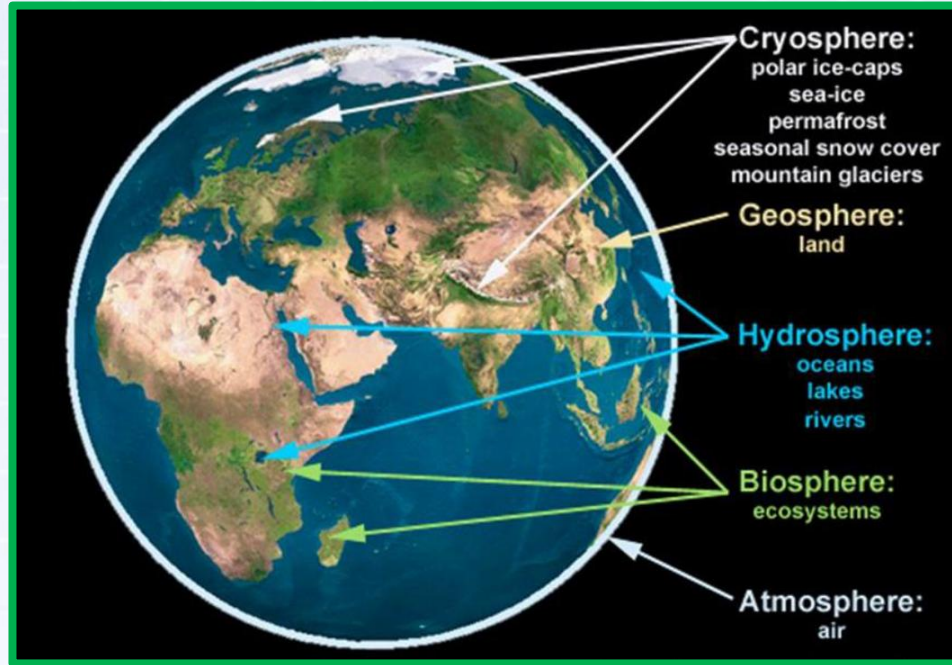
© Agencia Estatal de Meteorología

— Máximas diarias periodo estudiado — Mínimas diarias periodo estudiado
- - - Media Máximas 1981-2010 - - - Media Mínimas 1981-2010

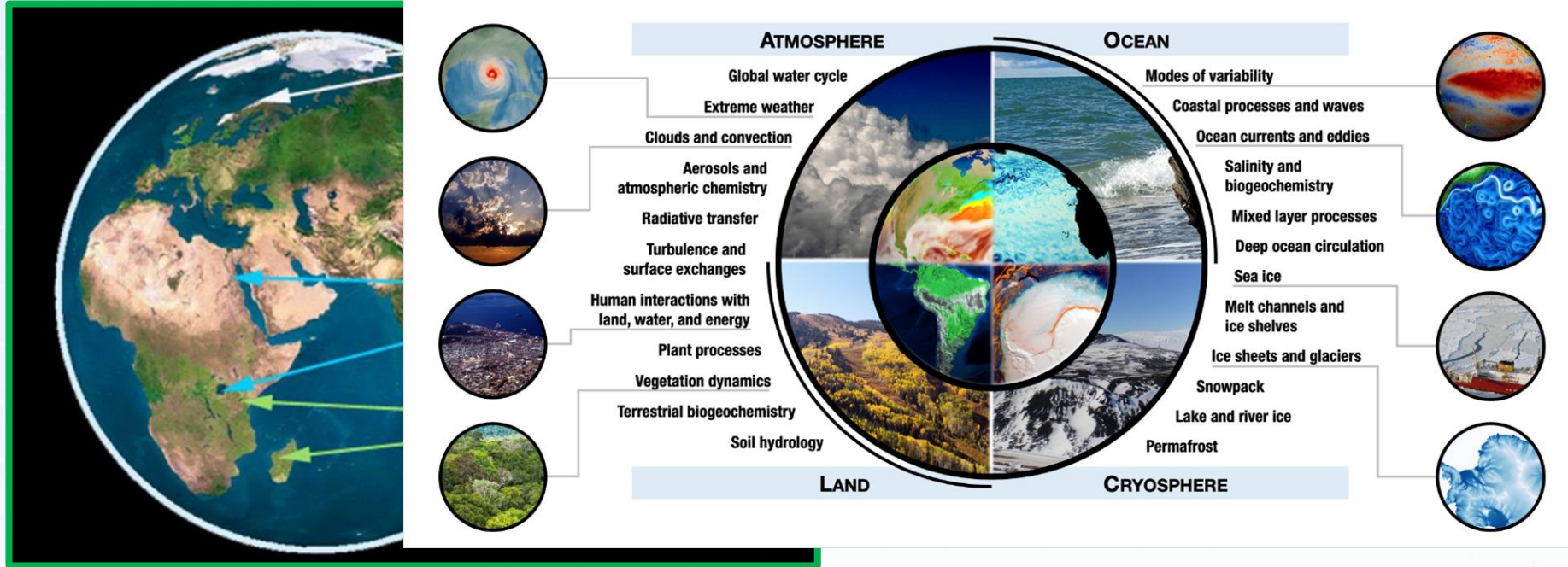
Temperatura media en la Comunitat Valenciana - DICIEMBRE



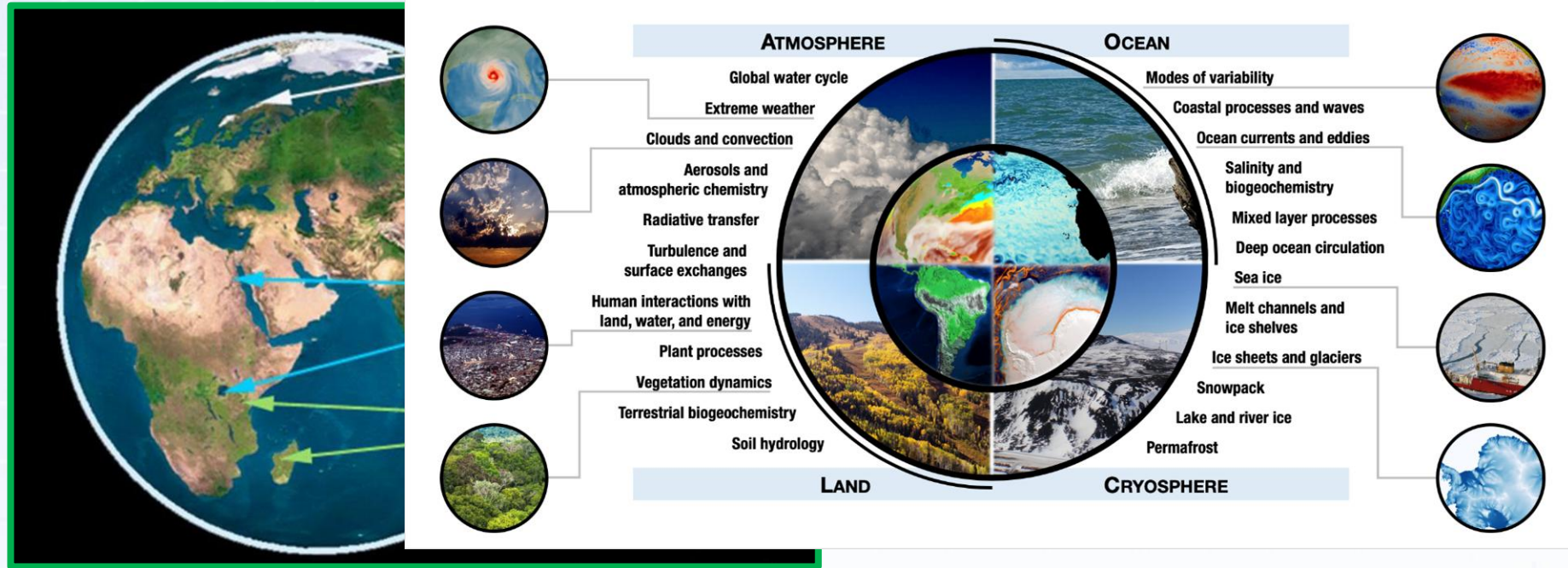
El estado de los componentes del sistema climático (océano, hielo, suelo (contenido de humedad, vegetación...)) condicionan los estados que puede tomar la atmósfera.



Los modelos climáticos incluyen componentes que reproducen los procesos típicos de los diferentes elementos del sistema climático, y nos permiten conocer qué rango de valores puede experimentar la atmósfera ante un estado determinado del sistema climático.

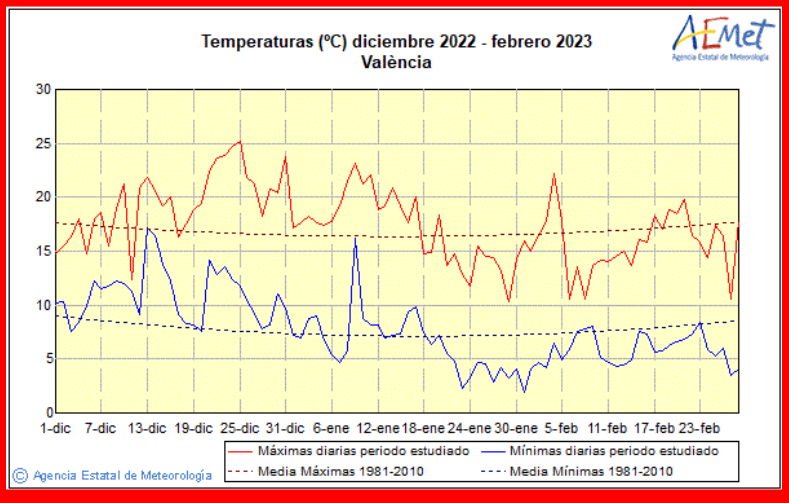
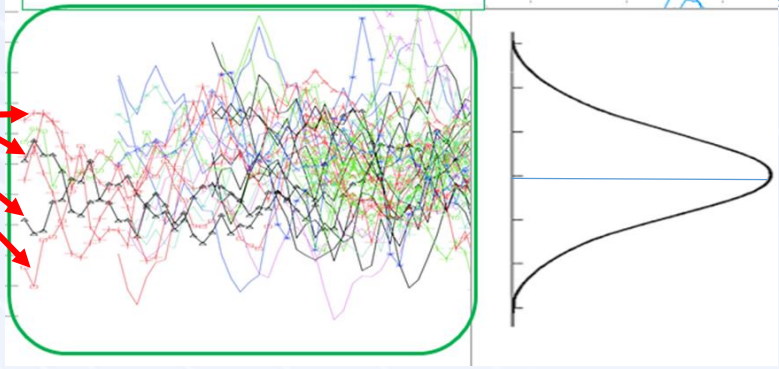


Los modelos climáticos incluyen componentes que reproducen los procesos típicos de los diferentes elementos del sistema climático, y nos permiten conocer qué rango de valores puede experimentar la atmósfera ante un estado determinado del sistema climático.



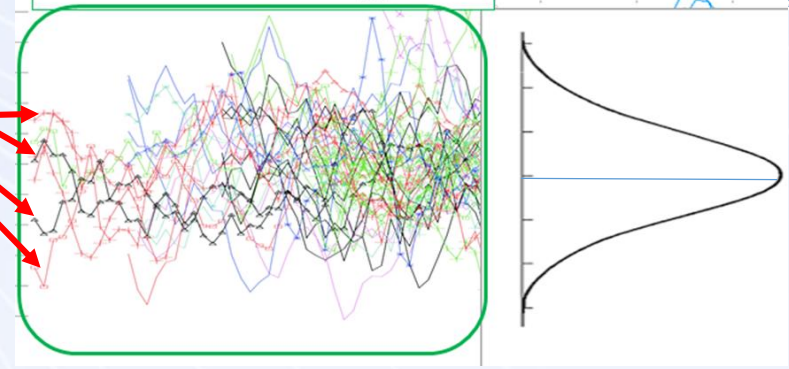
Pero esta información es información climática: No conoceremos qué día observaremos un fenómeno, sino qué fenómenos esperamos observar y con qué frecuencia

Reference Climatology



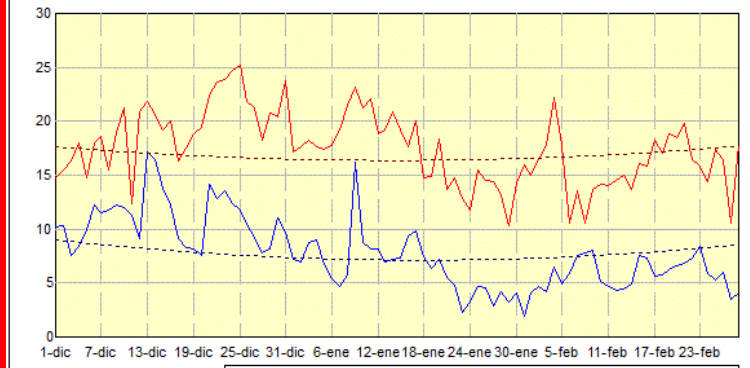
VS

Reference Climatology



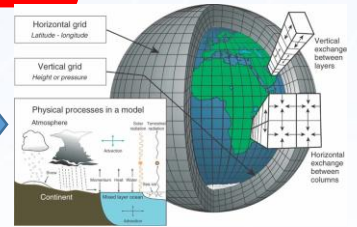
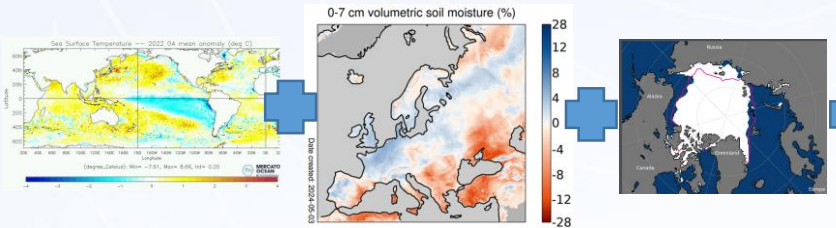
VS

Temperaturas (°C) diciembre 2022 - febrero 2023
 València

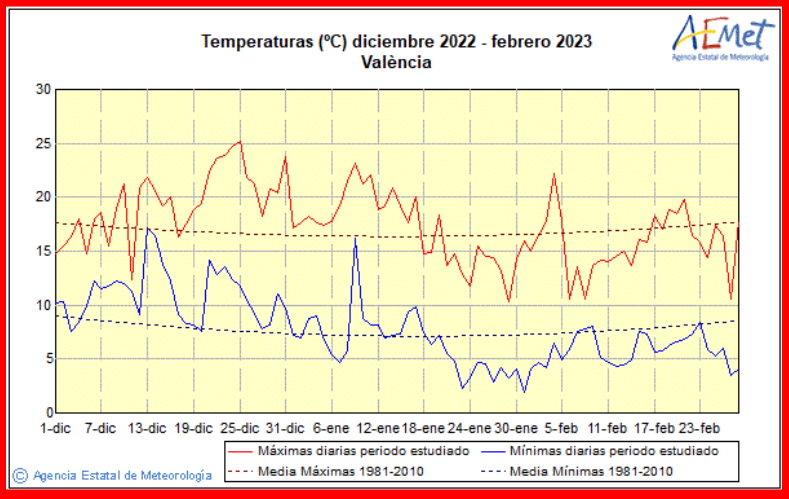
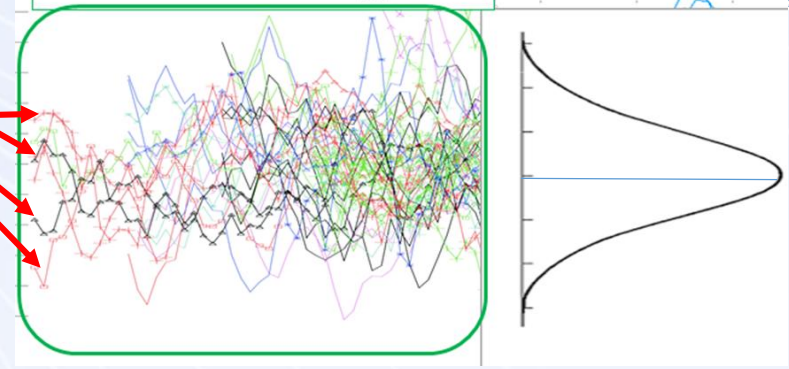


— Máximas diarias periodo estudiado — Mínimas diarias periodo estudiado
 - - - Media Máximas 1981-2010 - - - Media Mínimas 1981-2010

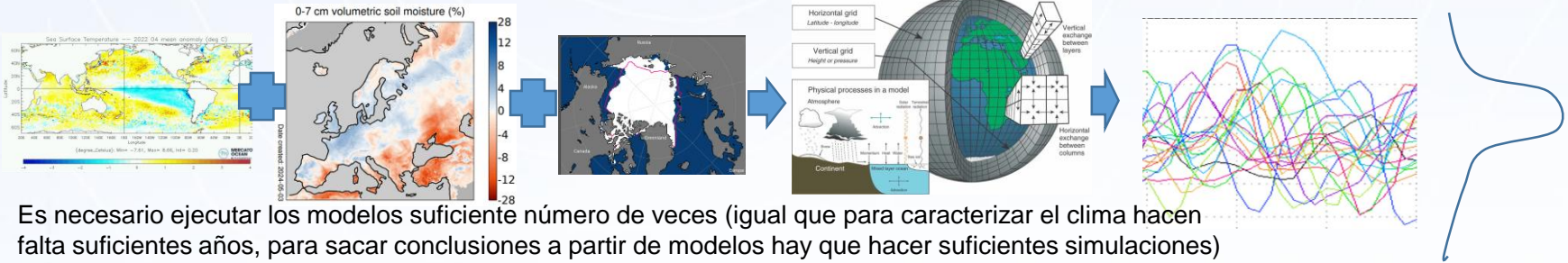
© Agencia Estatal de Meteorología



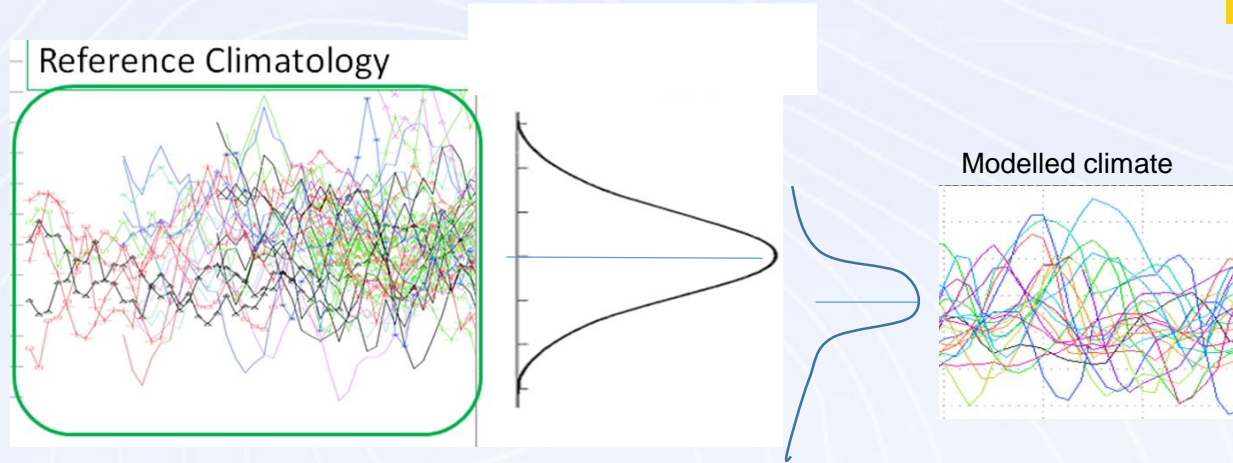
Reference Climatology



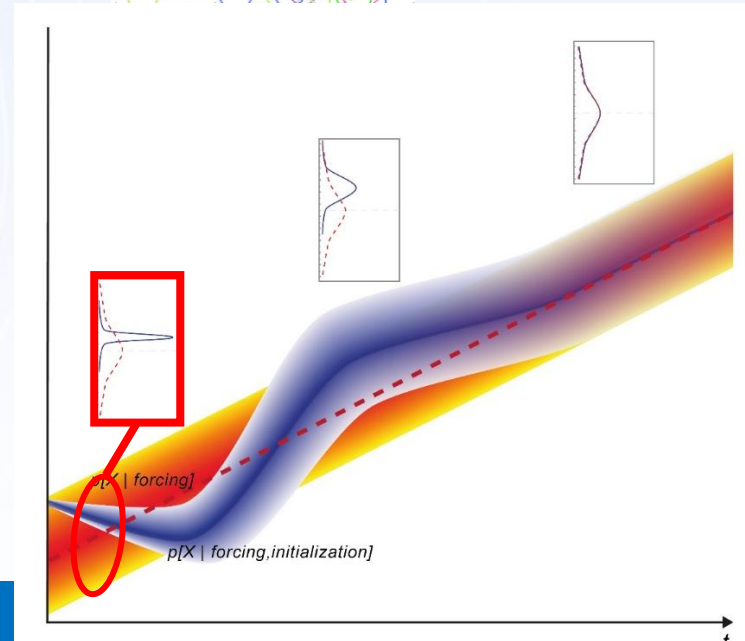
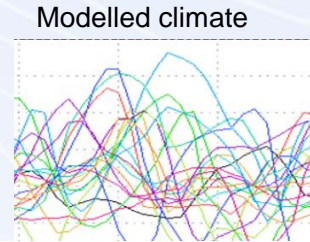
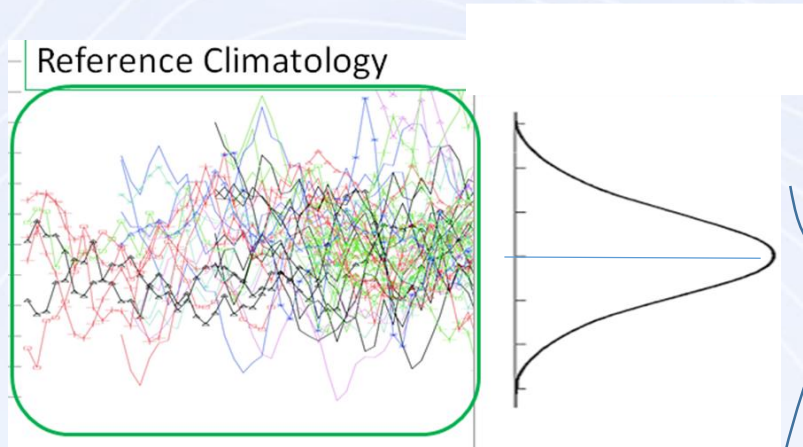
VS



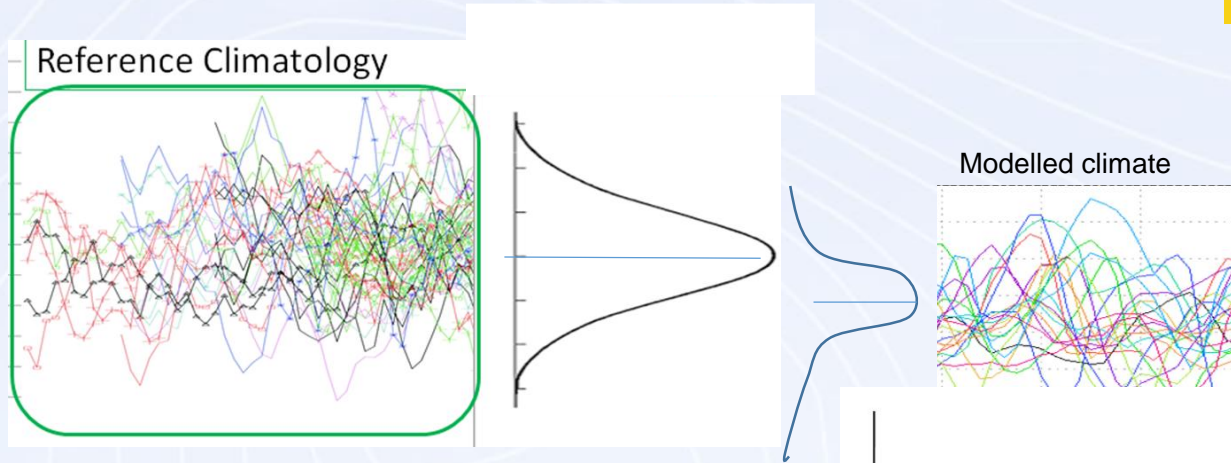
Es necesario ejecutar los modelos suficiente número de veces (igual que para caracterizar el clima hacen falta suficientes años, para sacar conclusiones a partir de modelos hay que hacer suficientes simulaciones)



Los modelos climáticos podemos ejecutarlos, además, como predicciones, viendo, como en este ejemplo, lo que se espera en una estación o período a partir de un punto de partida del sistema climático (predicciones climáticas)

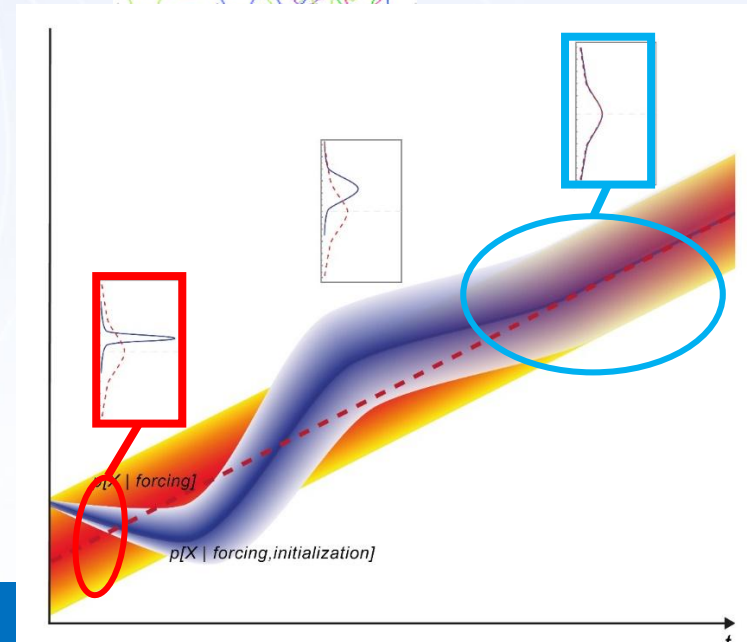


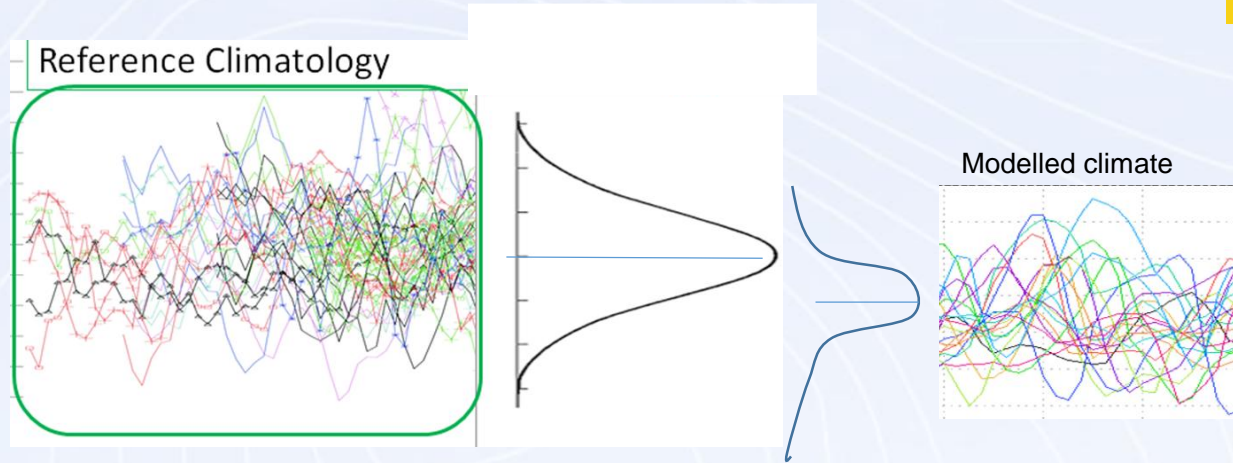
Los modelos climáticos podemos ejecutarlos, además, como predicciones, viendo, como en este ejemplo, lo que se espera en una estación o período a partir de un punto de partida del sistema climático (predicciones climáticas)



Los modelos climáticos podemos ejecutarlos, además, como predicciones, viendo, como en este ejemplo, lo que se espera en una estación o período a partir de un punto de partida del sistema climático (**predicciones climáticas**).

O bien, ejecutándolos partiendo de muchos estados distintos de los diferentes componentes del sistema (**proyecciones climáticas**)





Esto implica que la información necesariamente va a ser en términos de probabilidad o de incertidumbre. Tradicionalmente se hace en torno a los valores medios, o qué probabilidad tengo de estar en un lado o en otro de la distribución...pero se pueden generar índices de muchos tipos, y transformar la información climática en información útil para sectores: **SERVICIOS CLIMÁTICOS**

Por ejemplo, si lo normal según el clima histórico es tener 20 días de precipitaciones intensas, nuestra predicción nos puede decir si esperamos estar por encima o por debajo de eso, o el número de días que esperamos tener condiciones de inestabilidad, o temperaturas o viento por encima o por debajo de un determinado umbral, y asociar una probabilidad a la ocurrencia de esos fenómenos, en comparación a la “habitual” o “normal” en ese emplazamiento.



AEMET trabaja con la Oficina Española de Cambio Climático y CSIC para poner a disposición de la sociedad la información de escenarios futuros de cambio climático:

- Un visor dinámico, incluyendo índices derivados y estadísticos basados en temperatura y precipitación, tanto para valores medios como para extremos, para facilitar la exploración de los principales impactos sobre España
- Un repositorio público con acceso al conjunto de datos, para permitir a usuarios avanzados realizar estudios específicos.



Visualización: <https://escenarios.adaptecca.es/>

AR6: Proyecciones AEMET

Durante los últimos años se ha realizado un trabajo exhaustivo de verificación y validación de técnicas estadísticas, incluyendo metodologías de Machine Learning. Como resultado de dicho trabajo, se ha seleccionado una nueva metodología para la regionalización de los escenarios de AR6 respecto a la usada para los escenarios del AR5. Adicionalmente, se ha realizado una evaluación de los modelos usados para generar las simulaciones globales, seleccionando los que reproducen mejor las características del clima de nuestra región. Puede encontrarse información detallada en la [informe de evaluación](#) (Nota Técnica 41 de AEMET).

[Acceso al archivo de Proyecciones generadas por AEMET a partir del AR6](#)

Archivo de proyecciones climáticas de la Agencia Estatal de Meteorología a partir del 6º Informe de Evaluación (AR6) del IPCC

Archivo proyecciones climáticas AR6

Descarga masiva:

https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat

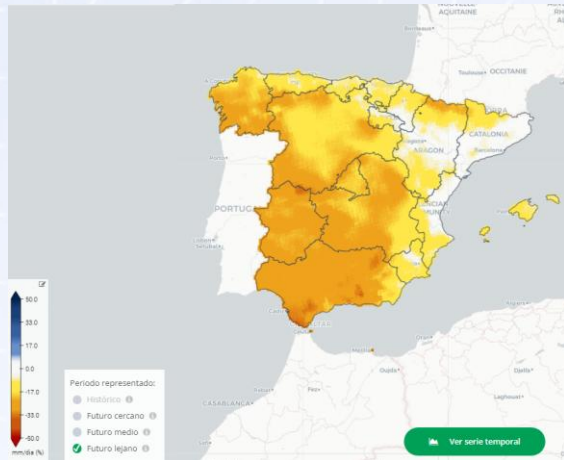


Visor de adaptecca:

Información de datos diarios de temperatura y precipitación:

Indicadores derivados: puede ser más útil saber cuántos días de “ola de calor” o de días de helada voy a tener en el futuro que el cambio de temperatura promedio.

En general, es esperable una mayor variabilidad del clima y un aumento del número de eventos extremos



Cambio en la precipitación relativa (RCP 8.5)

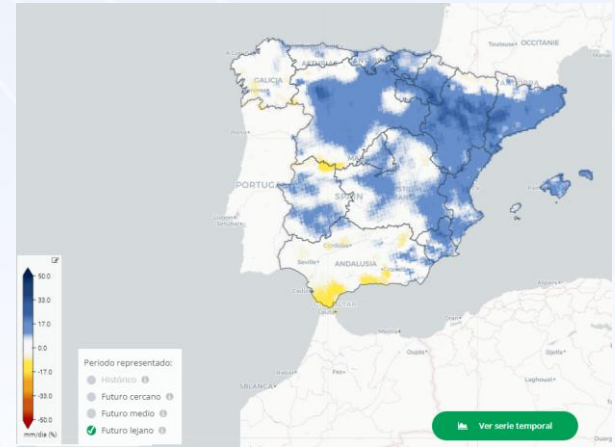
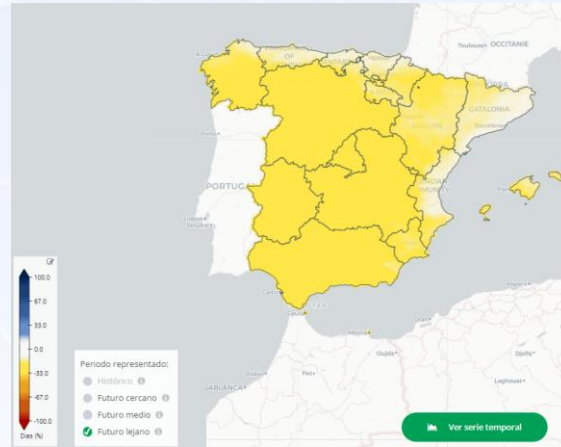
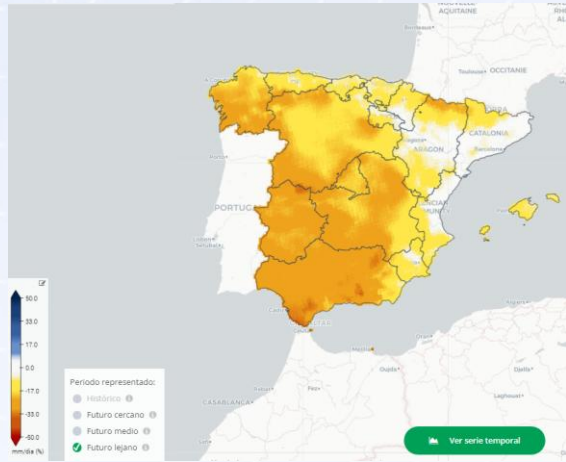
En general, es esperable una mayor variabilidad del clima y un aumento del número de eventos extremos



Cambio en la precipitación relativa (RCP 8.5)

Número de días de lluvia (RCP 8.5)

En general, es esperable una mayor variabilidad del clima y un aumento del número de eventos extremos



Cambio en la precipitación relativa (RCP 8.5)

Número de días de lluvia (RCP 8.5)

Cantidad de lluvia recogida en los días muy lluviosos(RCP 8.5)



DATOS

Datos en rejilla ajustados (media)



VARIABLE

Percentil 95 de la temperatura máxima diaria



ESCENARIO

SSP 5.85

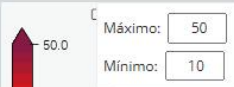
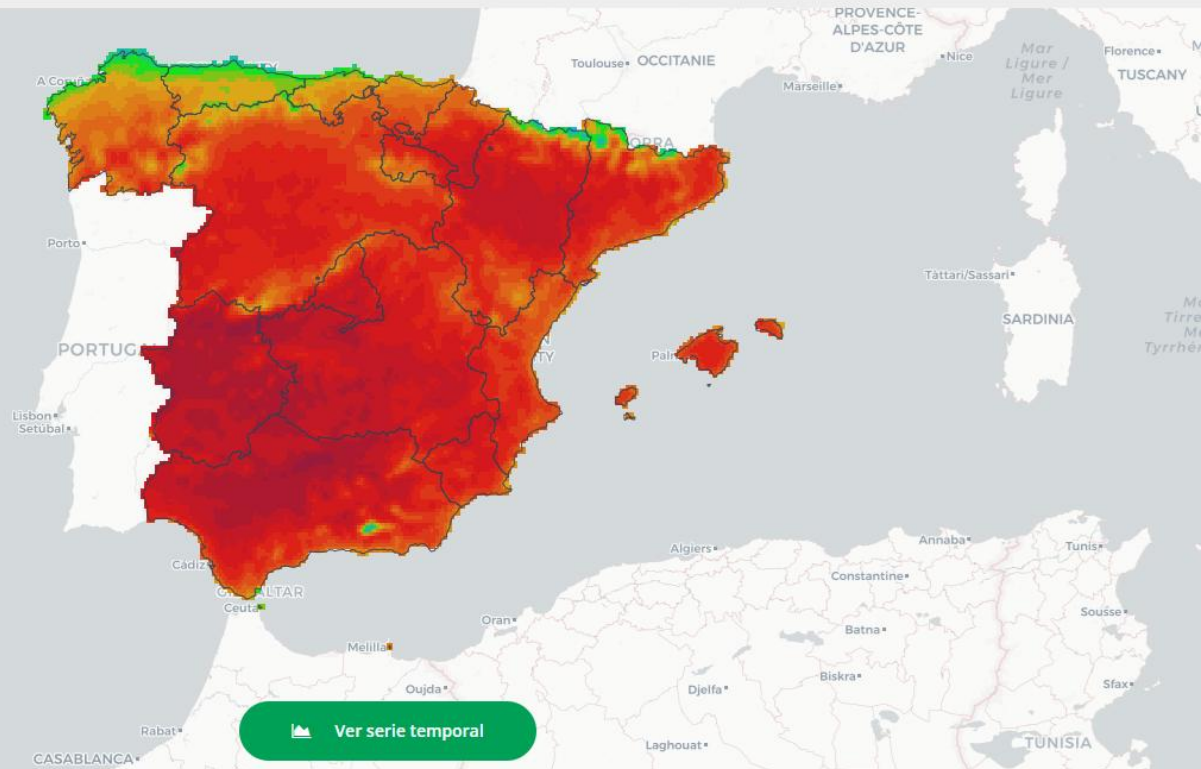


ESTACIÓN /

Verano

Comunidades Autónomas ▼

Área analizada (introduzca el nombre)



Periodo representado:

- Histórico ⓘ
- Futuro cercano ⓘ
- Futuro medio ⓘ
- Futuro lejano ⓘ

Ver serie temporal



DATOS

Datos en rejilla ajustados (media)



VARIABLE

Percentil 95 de la temperatura máxima diaria

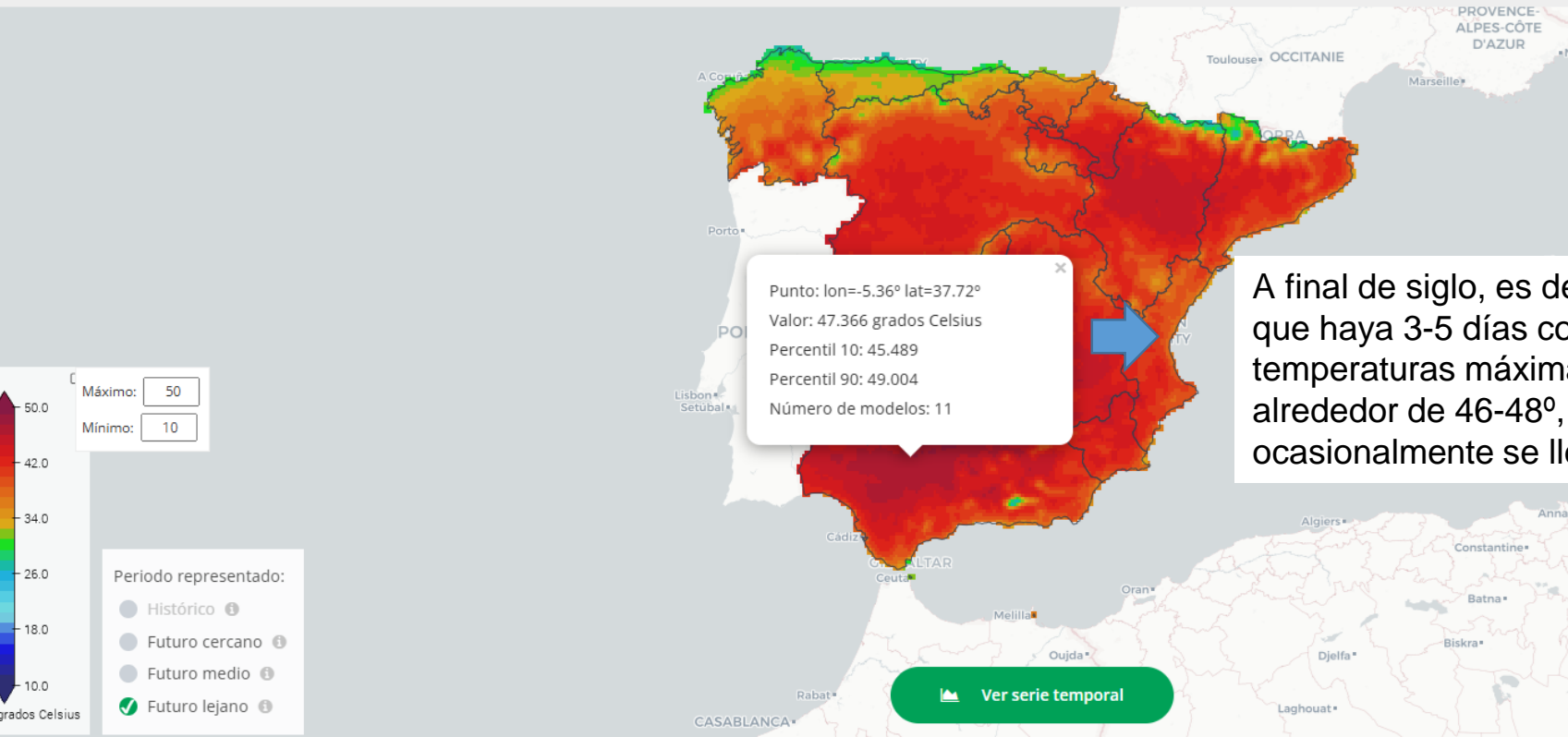


ESCENARIO

SSP 5.85

Comunidades Autónomas ▾

Área analizada (introduzca el nombre)



A final de siglo, es de esperar que haya 3-5 días con temperaturas máximas alrededor de 46-48°, y que ocasionalmente se llegue a 50.

Si sabemos que hay un umbral que es particularmente crítico para un aeropuerto o una operación en particular, podemos explorar cuántos días es de esperar que ese umbral se supere:



DATOS

Datos en rejilla ajustados (media)



VARIABLE

Nº días cálidos



ESCENARIO

SSP 5.85

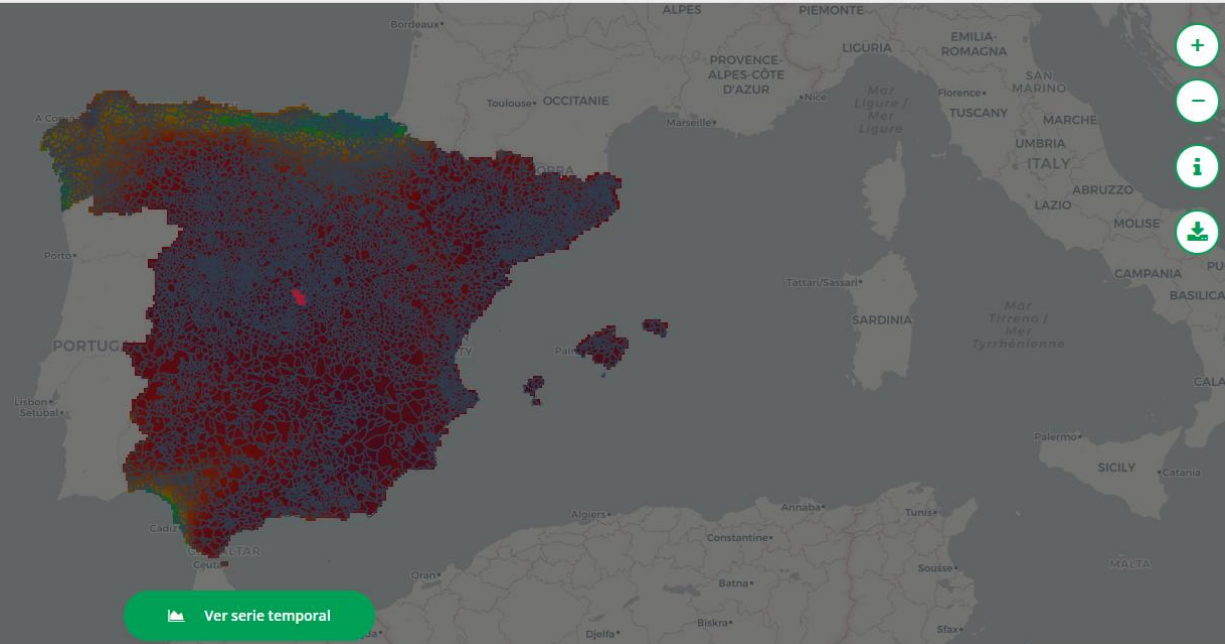


ESTACIÓN / MES

Verano

Municipios

Madrid (Madrid, Comunidad de)



Máximo: 80

Mínimo: 0

Periodo representado:

- Histórico
- Futuro cercano
- Futuro medio
- Futuro lejano

Ver serie temporal



DATOS

Datos en rejilla ajustados (media)



VARIABLE

Nº días cálidos



ESCENARIO

SSP 5.85

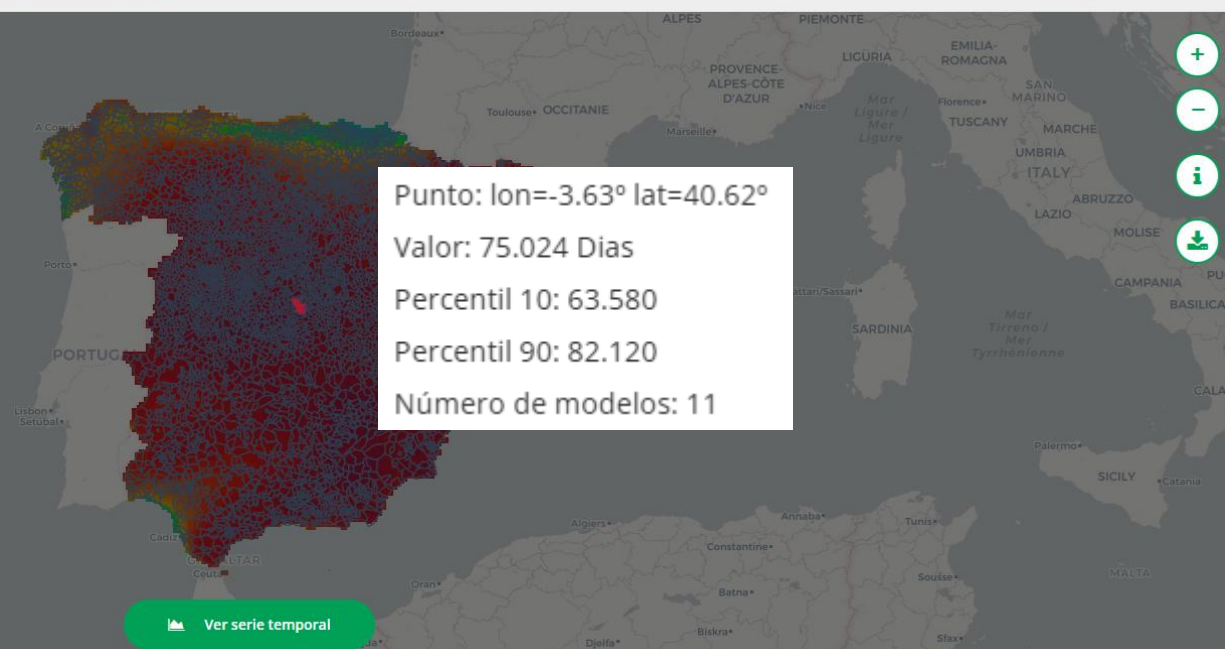


ESTACIÓN / MES

Verano

Municipios

Madrid (Madrid, Comunidad de)



Máximo: 80

Mínimo: 0

Periodo representado:

- Histórico
- Futuro cercano
- Futuro medio
- Futuro lejano



DATOS

Datos en rejilla ajustados (media)



VARIABLE

Nº días cálidos



ESCENARIO

SSP 5.85



ESTACIÓN / MES

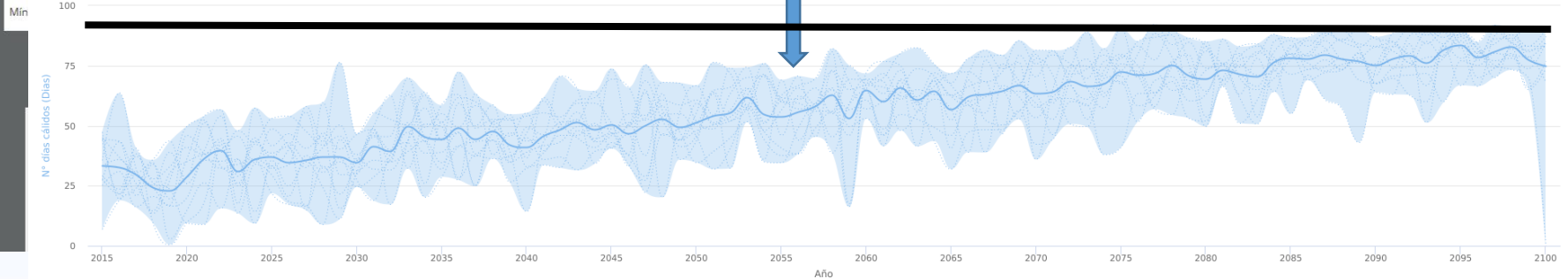
Verano

Municipios

Madrid (Madrid, Comunidad de)



Escenarios AdapteCCa - Nº días cálidos - Datos en rejilla ajustados (media) - SSP 5,85 - Verano - Madrid



Modelos individuales (azul punteado) - Media (en azul negra)

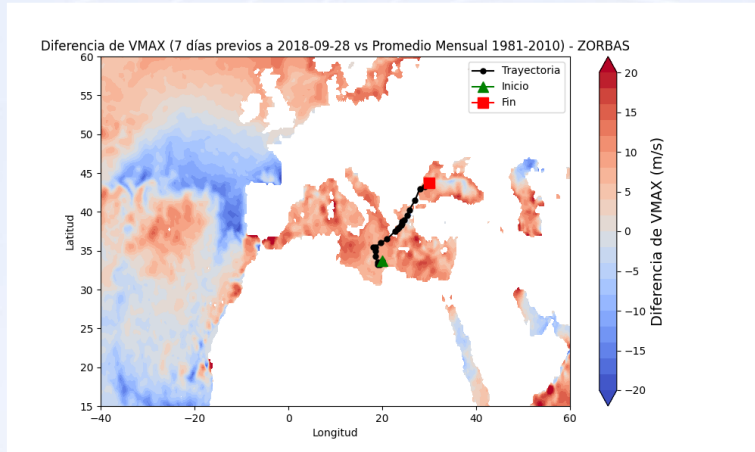
Potenciales productos futuros?

Se trabaja para añadir información de otras variables (viento, humedad, radiación) a los escenarios, lo que puede permitir desarrollar otro tipo de indicadores: número de días con viento por encima de un umbral, indicadores de estabilidad o inestabilidad...

Potenciales productos futuros?

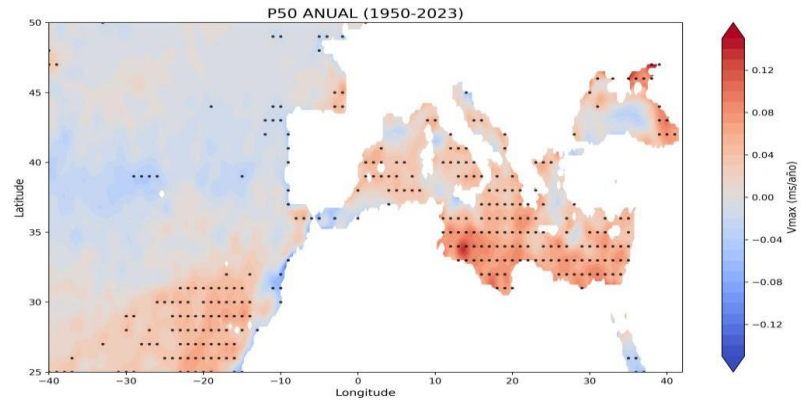
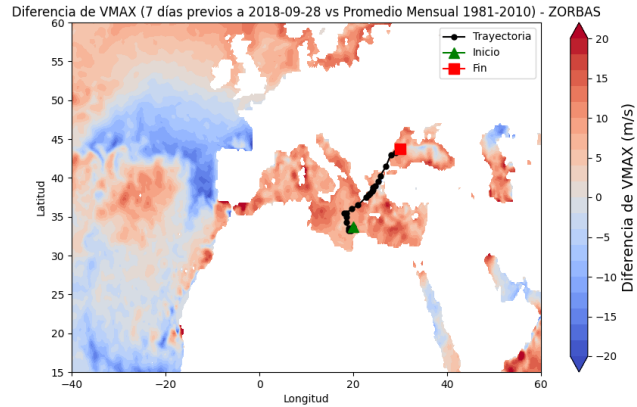
Se trabaja para añadir información de otras variables (viento, humedad, radiación) a los escenarios, lo que puede permitir desarrollar otro tipo de indicadores: número de días con viento por encima de un umbral, indicadores de estabilidad o inestabilidad...

Ejemplo de índices de inestabilidad: cuál puede ser la velocidad de racha máxima en una tormenta tropical o sistema convectivo?



Rojo: zonas donde hay más potencial de lo normal para rachas fuertes. El medicane Zorbás se generó en zonas con valores altos del índice.

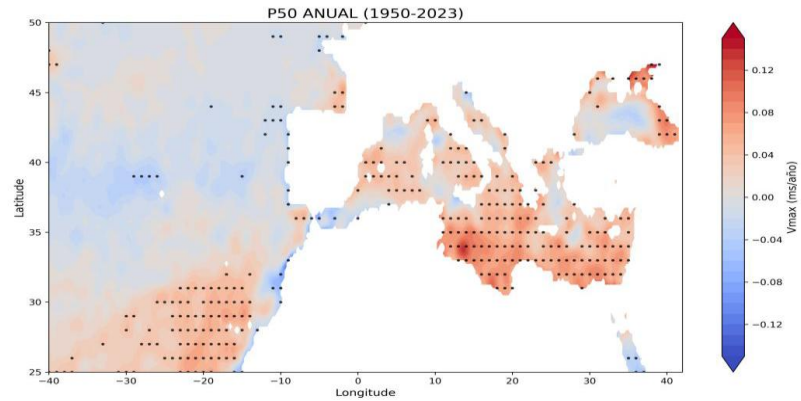
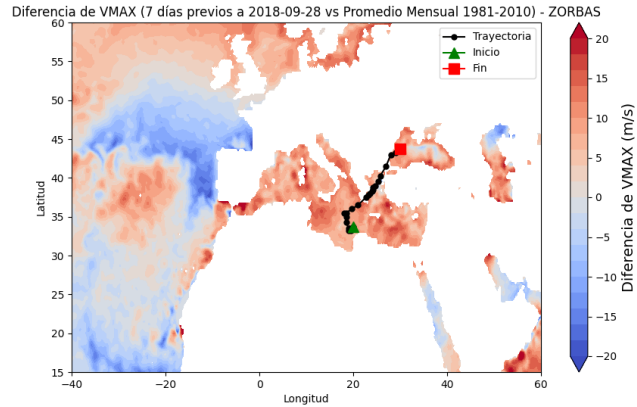
Ejemplo de índices de inestabilidad: cuál puede ser la velocidad de racha máxima en una tormenta tropical o sistema convectivo?



Rojo: zonas donde hay más potencial de lo normal para rachas fuertes. El medicane Zorbas se generó en zonas con valores altos del índice.

En las últimas décadas se observa un aumento de los valores promedio de este índice

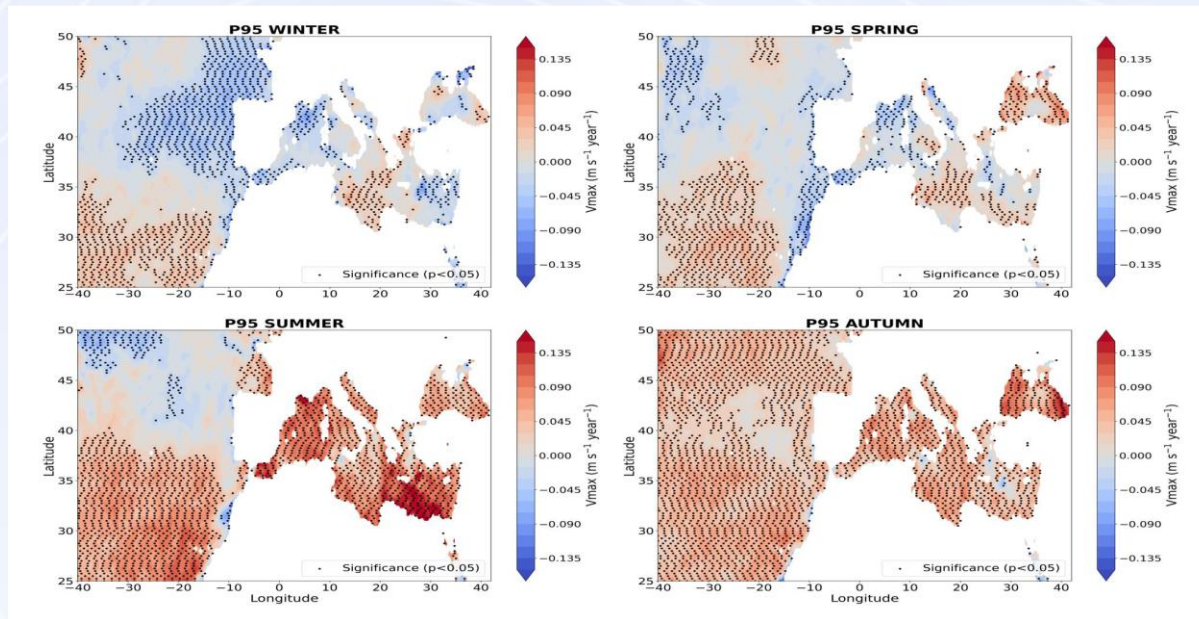
Ejemplo de índices de inestabilidad: cuál puede ser la velocidad de racha máxima en una tormenta tropical o sistema convectivo?



Rojo: zonas donde hay más potencial de lo normal para rachas fuertes. El medicane Zorbas se generó en zonas con valores altos del índice.

En las últimas décadas se observa un aumento de los valores promedio de este índice

Pero el interés radica en cuál es el umbral máximo que es esperable alcanzar en los días más inestables



El percentil 95 informa de qué valores toma el índice en el 5% de días con valores más altos. Se observa un aumento significativo sobre todo en verano y otoño, lo que encaja con las conclusiones del IPCC y otros resultados, que apuntan a un incremento en la intensidad máxima esperable de fenómenos convectivos

Como posible trabajo futuro está estudiar cómo este tipo de índices de inestabilidad puede derivarse de información de escenarios, y proporcionar estimaciones de aumento de frecuencia de superación de determinados umbrales críticos para diferentes sectores, entre ellos la navegación aérea.

Como posible trabajo futuro está estudiar cómo este tipo de índices de inestabilidad puede derivarse de información de escenarios, y proporcionar estimaciones de aumento de frecuencia de superación de determinados umbrales críticos para diferentes sectores, entre ellos la navegación aérea.

Este tipo de información se genera sobre escenarios climáticos, dando una idea de lo que cabe esperar en las próximas décadas, pero podría generarse información similar para predicción estacional, y avanzar, por ejemplo, si hay más probabilidad de que un indicador determinado tome valores más altos, o que un umbral crítico se supere más veces o menos de lo normal en los próximos meses