



MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

# La planificación hidrológica y el cambio climático



**Teodoro Estrela**

**Subdirector General de Planificación y  
Uso Sostenible del Agua**

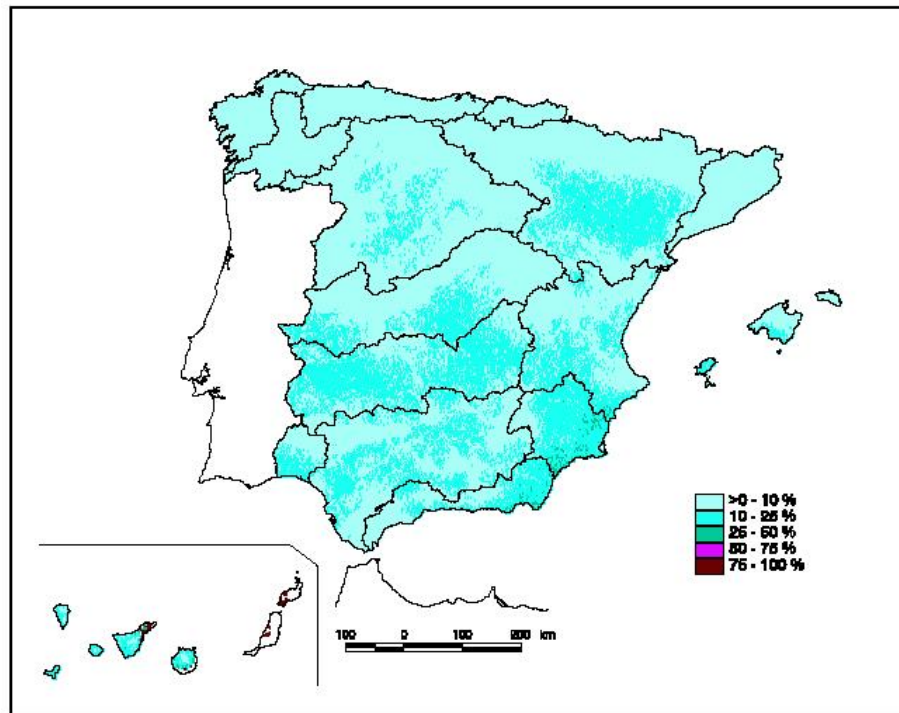
**Ministerio de Medio Ambiente**



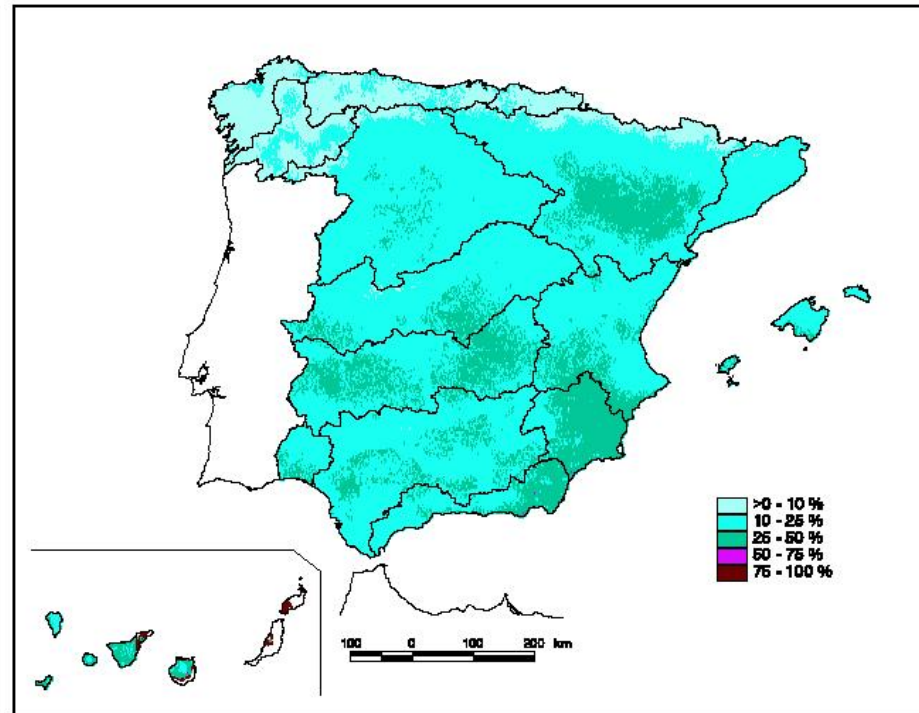
- El cambio climático previsiblemente modificará los recursos hídricos en cantidad y calidad.
- Necesidad de evaluar los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos dentro del marco de:
  - El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
  - La planificación hidrológica



## Libro Blanco del Agua (MIMAM, 2000): Estudio del efecto de distintos escenarios climáticos sobre las escorrentías



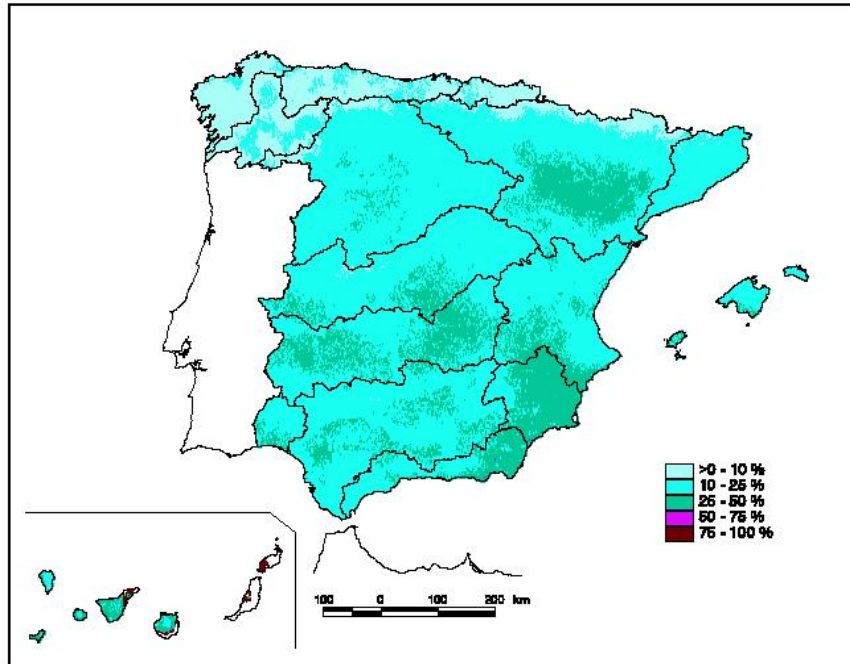
Escenario 1 (incremento de 1° C de temperatura)



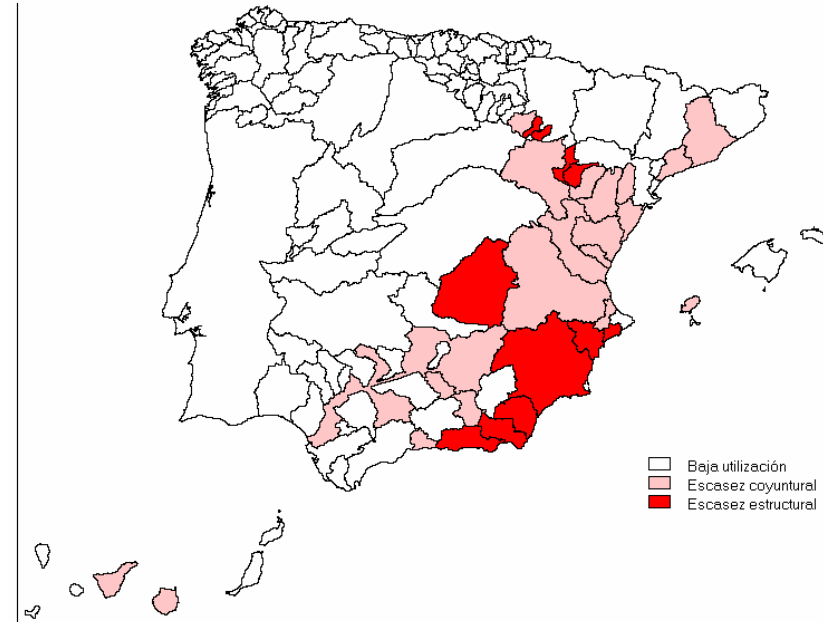
Escenario 2 (incremento de 1° C de temperatura y descenso de 5% de precipitación)



# Impacto sobre los recursos y vulnerabilidad



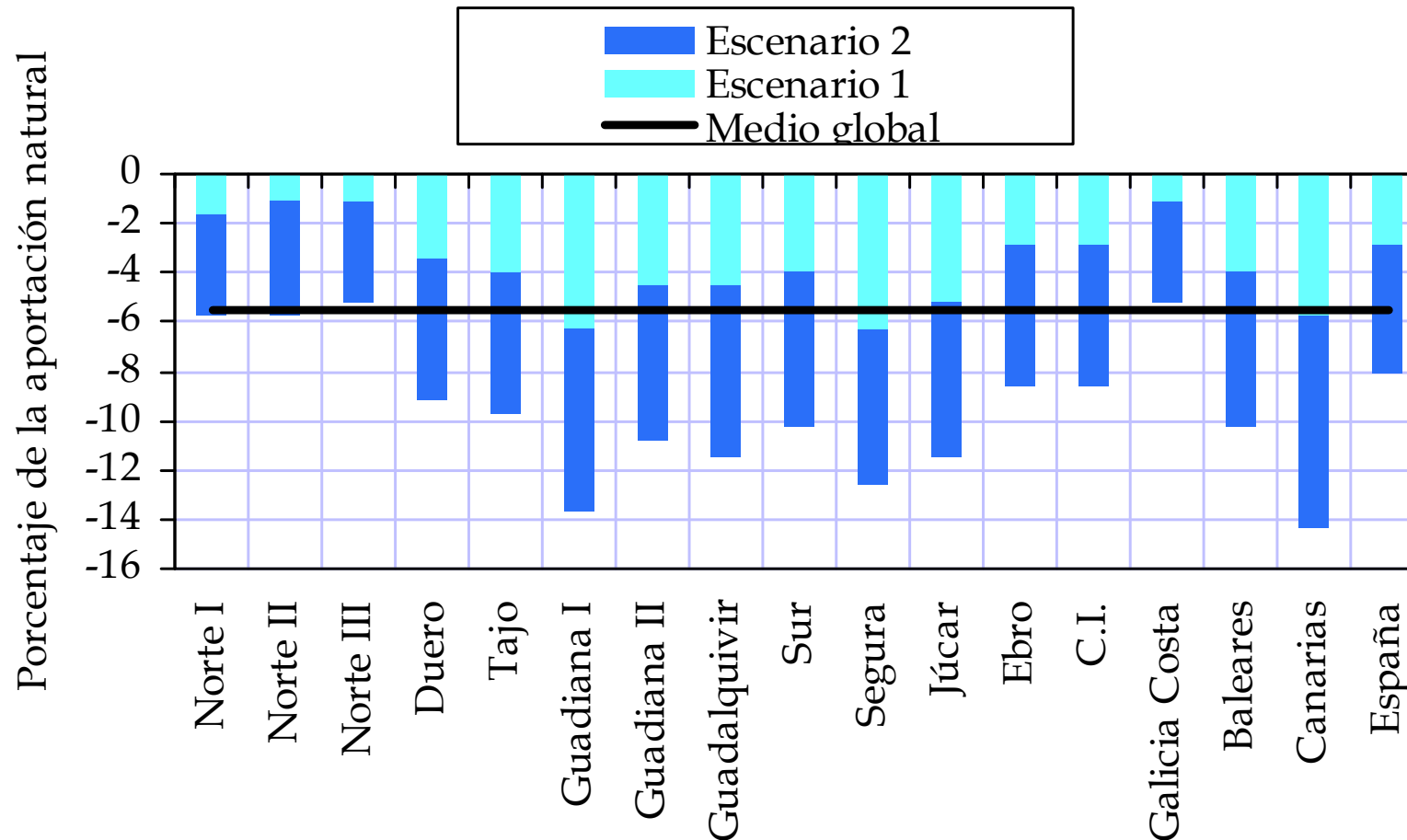
Mapa de reducción de escorrentía con disminución de un 5% en la precipitación media anual y aumento de 1°C en la temperatura



Mapa de riesgo de escasez en los sistemas de explotación (MIMAM, 2000)



- Los estudios de evaluación del impacto climático sobre los recursos hídricos no se tuvieron en cuenta en los planes hidrológicos de cuenca aprobados en el año 1998.
- La primera vez que se contemplan este tipo de estudios con cierto detalle fue en la elaboración de la Documentación Técnica del Plan Hidrológico Nacional.



Porcentajes de disminución de la aportación total, para los escenarios climáticos considerados, en el largo plazo de la planificación hidrológica (Fuente: LBAE y Documentación Técnica PHN)



- **REGLAMENTO DE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA (RD 907/2007)**

- **Inventario de recursos hídricos naturales (art 11.4 )**

*El plan hidrológico evaluará el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos naturales de la demarcación. Para ello estimará los recursos que corresponderían a los escenarios climáticos previstos por el Ministerio de Medio Ambiente, que se tendrán en cuenta en el horizonte temporal indicado en el artículo 21.4.*





- **REGLAMENTO DE LA PLANIFICACIÓN  
HIDROLÓGICA (RD 907/2007)**

- **Balances, asignación y reserva de recursos (Art 21.4)**

*Con objeto de evaluar las tendencias a largo plazo, para el horizonte temporal del año 2027 el plan hidrológico estimará el balance o balances entre los recursos previsiblemente disponibles y las demandas previsibles correspondientes a los diferentes usos. Para la realización de este balance se tendrá en cuenta el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos naturales de la demarcación de acuerdo con lo establecido en el artículo 11. El citado horizonte temporal se incrementará en seis años en las sucesivas actualizaciones de los planes.*





Encomienda de gestión de la Dirección General del Agua al CEDEX para el análisis del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua dentro del marco del Plan Nacional de Adaptación al cambio climático.

- Firmada en abril de 2007 con una duración 40 meses
- Presupuesto 800.000 euros
- Comisión de Seguimiento constituida por un miembro de la Dirección General del Agua, un miembro de la DG Oficina Española de Cambio Climático y do miembros del Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX)



- Efecto del Cambio Climático en los recursos hídricos en régimen natural
- Efectos del Cambio Climático en las demandas de agua (riego, abastecimiento urbano e industria) y estrategias de adaptación
- Efecto del Cambio Climático en los sistemas de explotación de los recursos
- Efectos del Cambio Climático en el estado ecológico de las masas de agua





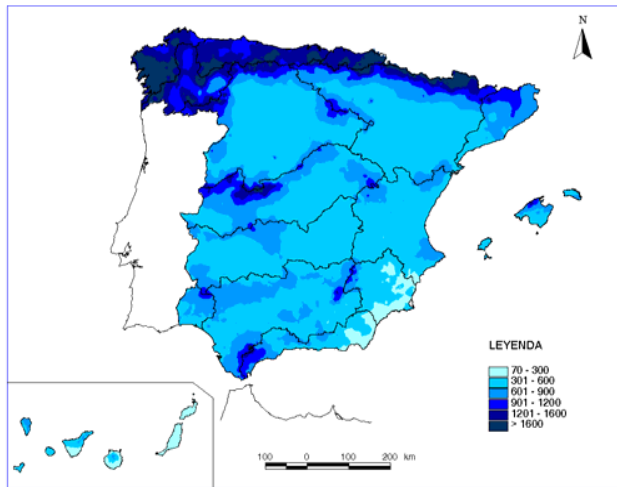
## Utilización de un modelo de simulación del ciclo hidrológico.

- Desarrollado por el CEDEX y utilizado en los trabajos del Libro Blanco del Agua en España (LBAE).
- Entradas al modelo: escenarios climáticos realizados por el Instituto Nacional de Meteorológica.
- Genera series hidrológicas a escala mensual en todas las cuencas españolas (aportaciones de los ríos, recargas a los acuíferos, ...)

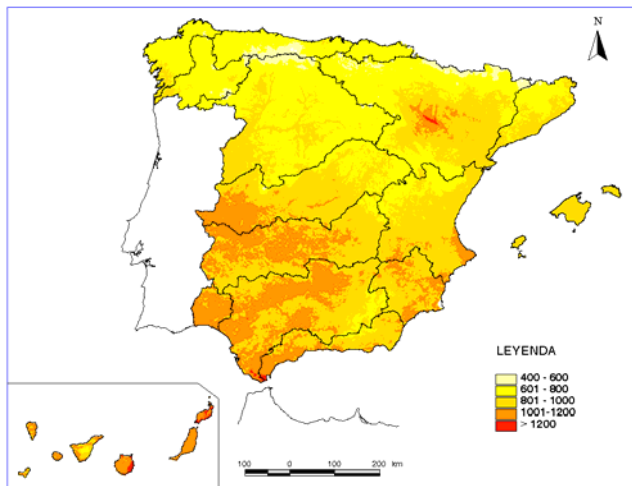




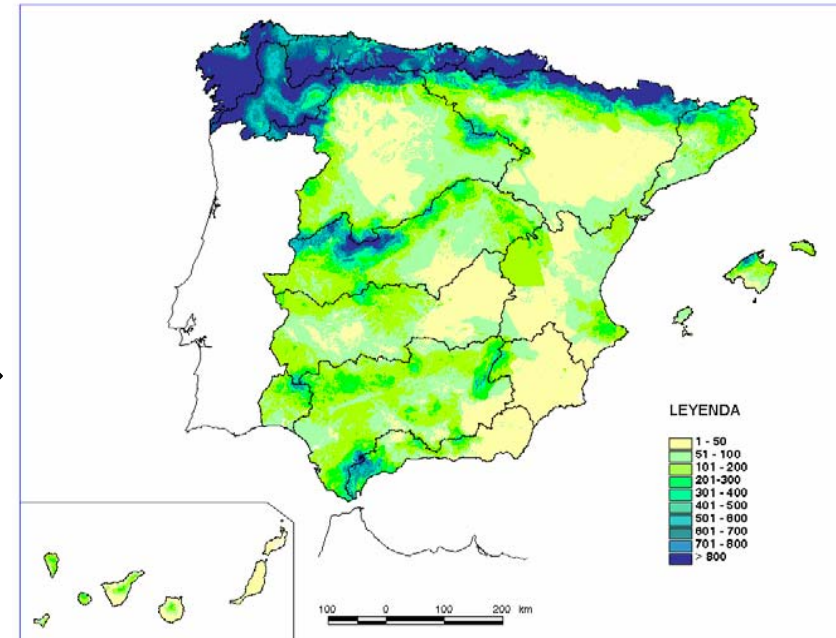
# Impactos sobre los recursos hídricos



Precipitación (mm/año)



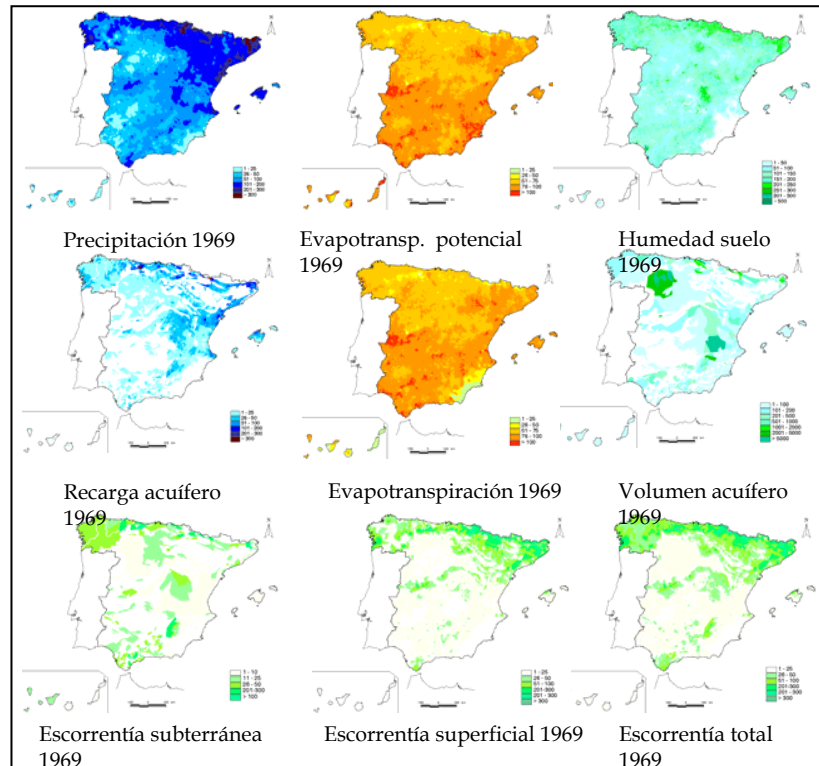
Evapotranspiración potencial  
(mm/año)



Escorrentía total (mm/año)



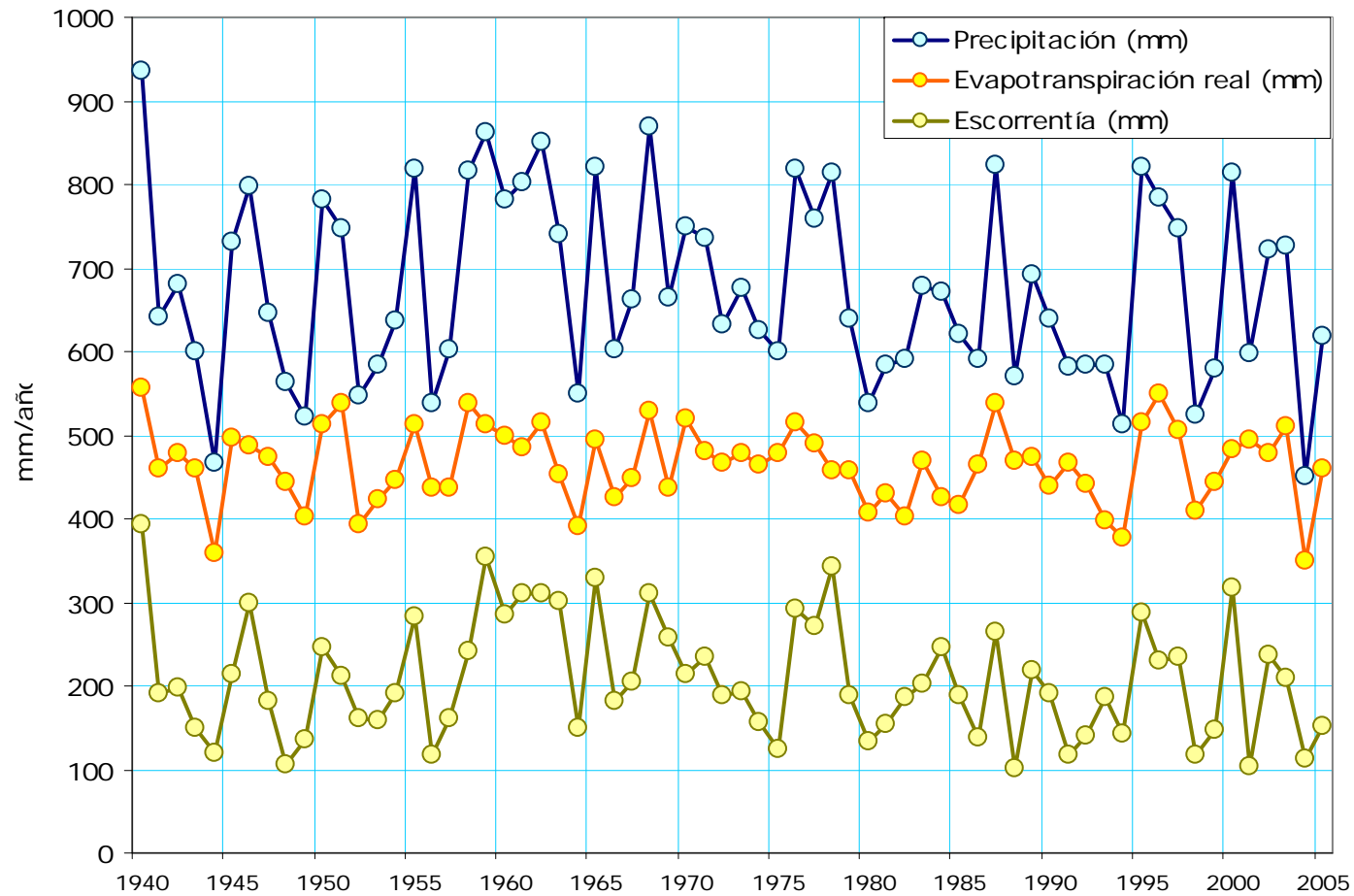
## Actualización series recursos hídricos en España (1940-2005)



DEMARCACIÓN	APORTACIÓN 1940/41-1995/96	APORTACIÓN 1940/41-2005/06	DESVIACIÓN RESPECTO A 1940/41-1995/96
<b>NORTE</b>	43.494	42.737	-1,74%
<b>DUERO</b>	13.861	13.533	-2,37%
<b>TAJO</b>	10.533	10.299	-2,22%
<b>GUADIANA</b>	5.464	5.299	-3,03%
<b>GUADALQUIVIR</b>	8.770	8.669	-1,15%
<b>CM ANDALUCÍA</b>	2.446	2.393	-2,17%
<b>SEGURA</b>	817	769	-5,96%
<b>JUCAR</b>	3.493	3.426	-1,90%
<b>EBRO</b>	17.189	16.630	-3,25%
<b>CI CATALUÑA</b>	2.742	2.658	-3,06%
<b>ESPAÑA</b>	109.948	107.458	-2,26%



# Impactos sobre los recursos hídricos



Se aprecia un ligero descenso respecto a la media durante los últimos años en las variables seleccionadas





- RIEGO
- ABASTECIMIENTO
- INDUSTRIAL

Estas demandas dependen de:

- Los escenarios climáticos
- Los escenarios socio-económicos.







## Escenarios climáticos:

Las metodologías se aplicarán a los escenarios climáticos correspondientes, teniendo en cuenta las variaciones de los datos climáticos actuales.

## Influencia del CO<sub>2</sub>:

Adicionalmente se tendrá en cuenta la influencia del incremento en la concentración de CO<sub>2</sub>.

## Adaptación cultivos:

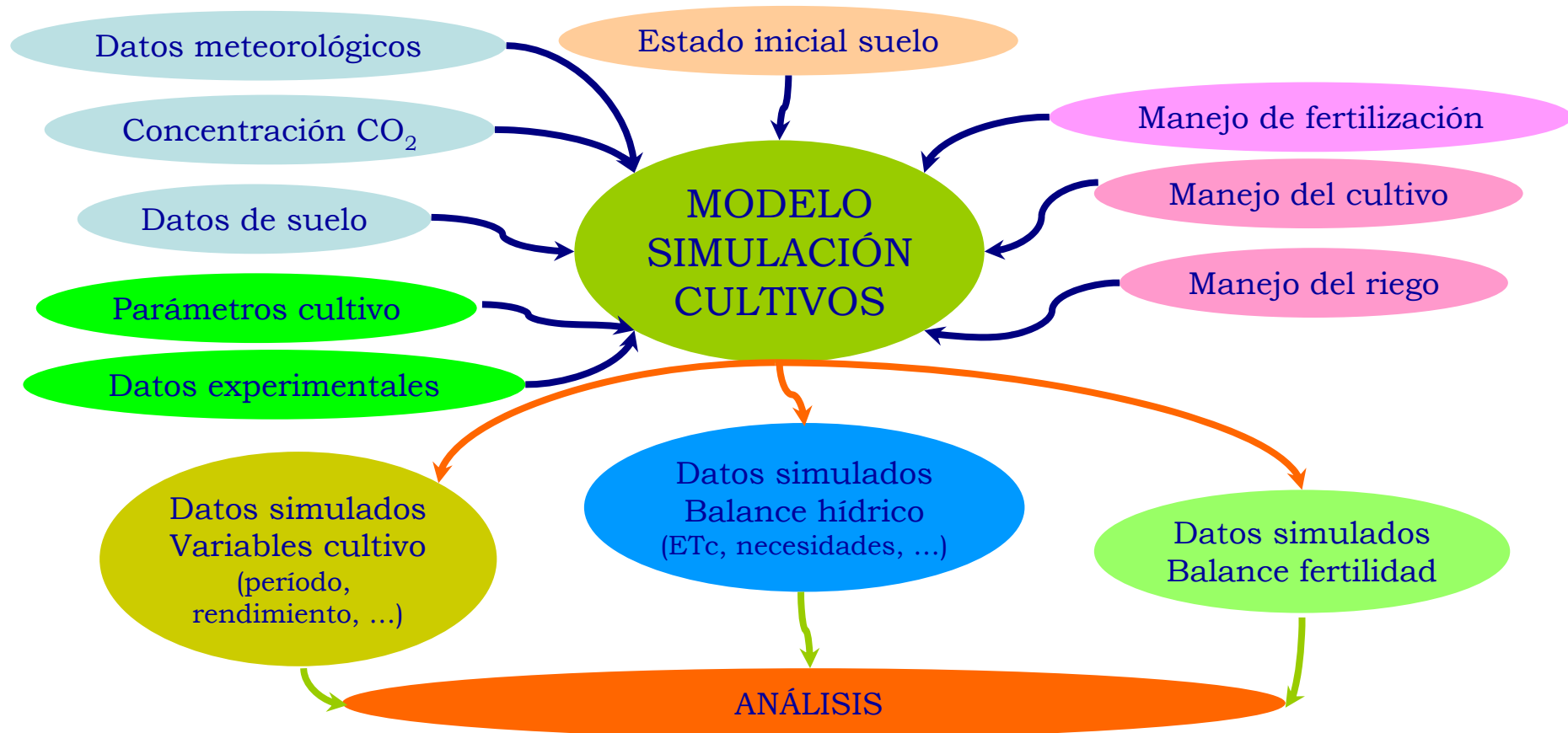
El periodo de los cultivos se adaptará en su duración, fecha de plantación, etc... según los datos climáticos considerados.





# Modelos de simulación de cultivos

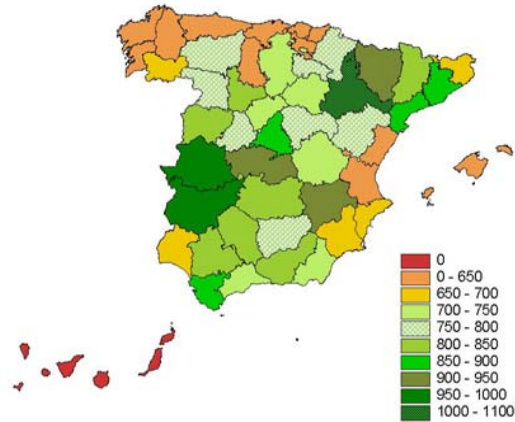
El objetivo de estos modelos es servir como herramienta analítica para el estudio de los efectos del cambio climático y el manejo de los cultivos sobre los rendimientos del cultivo y el medio ambiente donde se desarrollan.



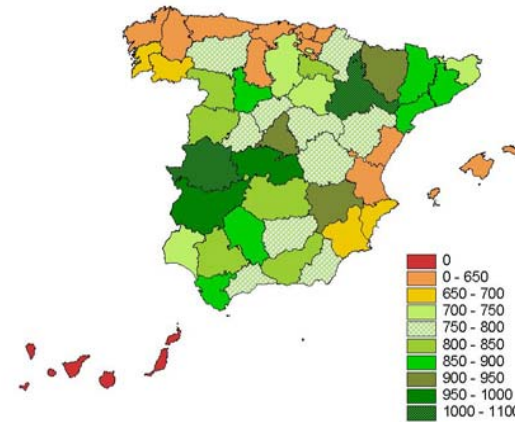


# Metodologías FAO sobre necesidades hídricas cultivos

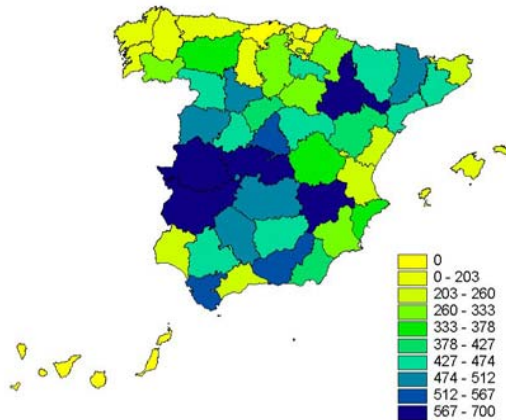
ETo (Penman Monteith)



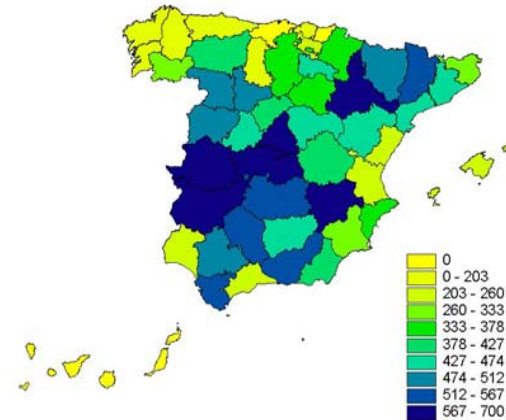
ETo (Penman Monteith)



Necesidades hídricas cereales pr



Necesidades hídricas cereales pr



Clima actual

Análisis sensibilidad variables climáticas:  $\Delta$   
temperatura 1° C



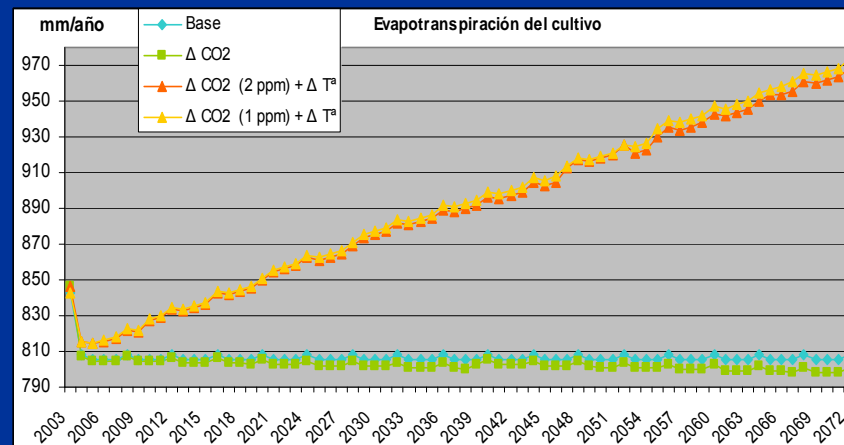
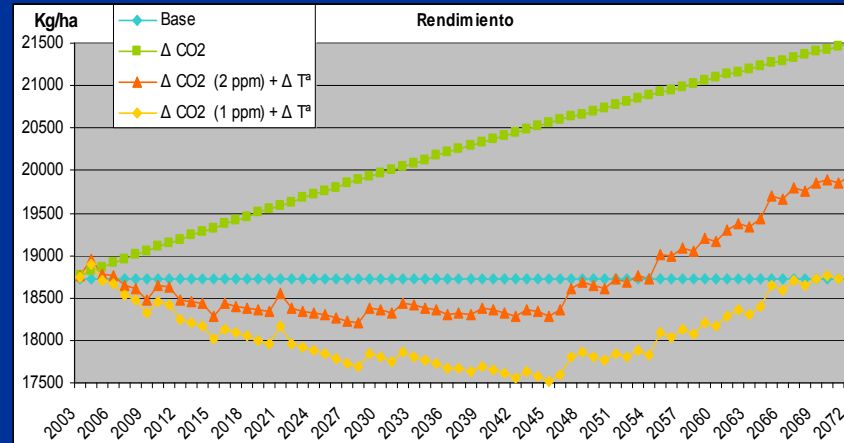


# Efectos sobre las demandas de agua para riego

## Hipótesis de trabajo:

- Base: No aumenta la  $[CO_2]$  ni la  $T^a$
- $\Delta [CO_2] = 2 \text{ ppm/año}$
- $\Delta [CO_2] = 2 \text{ ppm/año}$  y  $\Delta T^a = + 0.1^\circ\text{C/año}$
- $\Delta [CO_2] = 1 \text{ ppm/año}$  y  $\Delta T^a = + 0.1^\circ\text{C/año}$

Variación del rendimiento del cultivo y de la evapotranspiración del cultivo en función de la variación de  $[CO_2]$  y de la combinación de la variación del  $[CO_2]$  la temperatura.





# Efectos sobre los recursos hídricos disponibles

Utilización de un modelo de simulación del funcionamiento de los sistemas de explotación de recursos en las cuencas españolas.

- Actualización del modelo desarrollado por el CEDEX y utilizado en los trabajos del Libro Blanco del Agua en España (LBAE).
- Entradas al modelo: series de recursos hídricos en régimen natural generadas por el modelo de simulación hidrológica para los distintos escenarios climáticos.





## Efectos sobre el estado ecológico de las masas de agua

- Es la actividad más compleja y de la que se dispone de menos experiencia.
- Requiere:
  - Conocimiento de la distribución de las especies en ríos, lagos y embalses.
  - Cartografía de variables ambientales.
  - Relaciones entre especies y variables ambientales.
  - Uso de modelos de nicho o de envolvente bioclimática (*Bioclimatic Envelope Models*, BEMs).

