

TRIBUNA DEL AGUA

CAMBIOS CLIMÁTICOS Y FENÓMENOS EXTREMOS

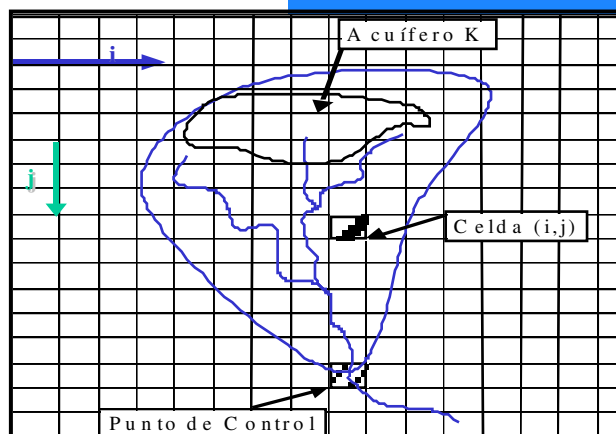
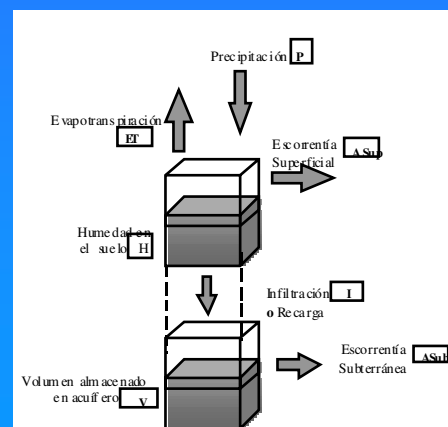
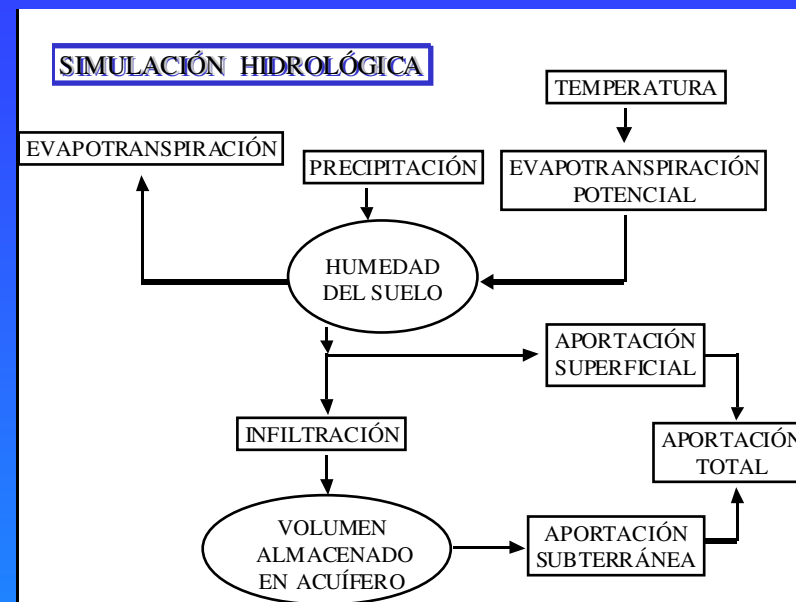
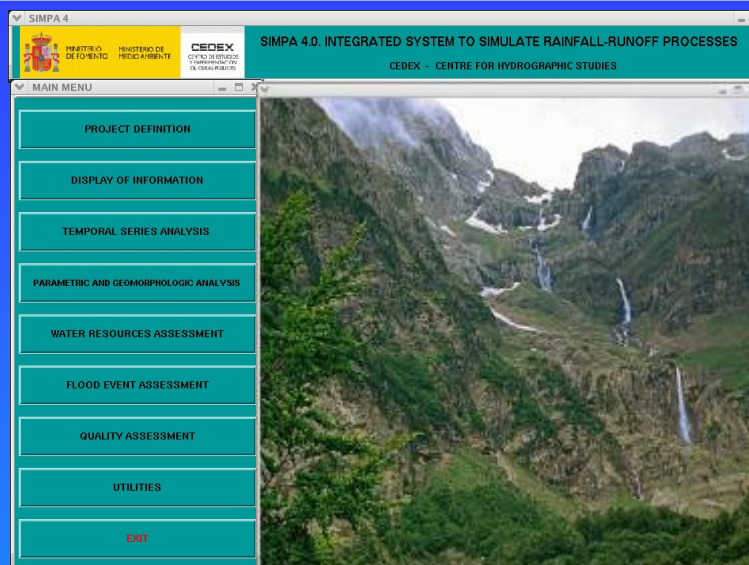
EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Juan Manuel Ruiz García
Director del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX

EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS



MODELIZACIÓN HIDROLÓGICA DISTRIBUIDA CON EL MODELO SIMPA DEL CEDEX



DISMINUCIÓN DE LA APORTACIÓN TOTAL A LARGO PLAZO SEGÚN ESCENARIOS CLIMÁTICOS

ESCENARIO 1: INCREMENTO DE 1°C EN Tª MEDIA

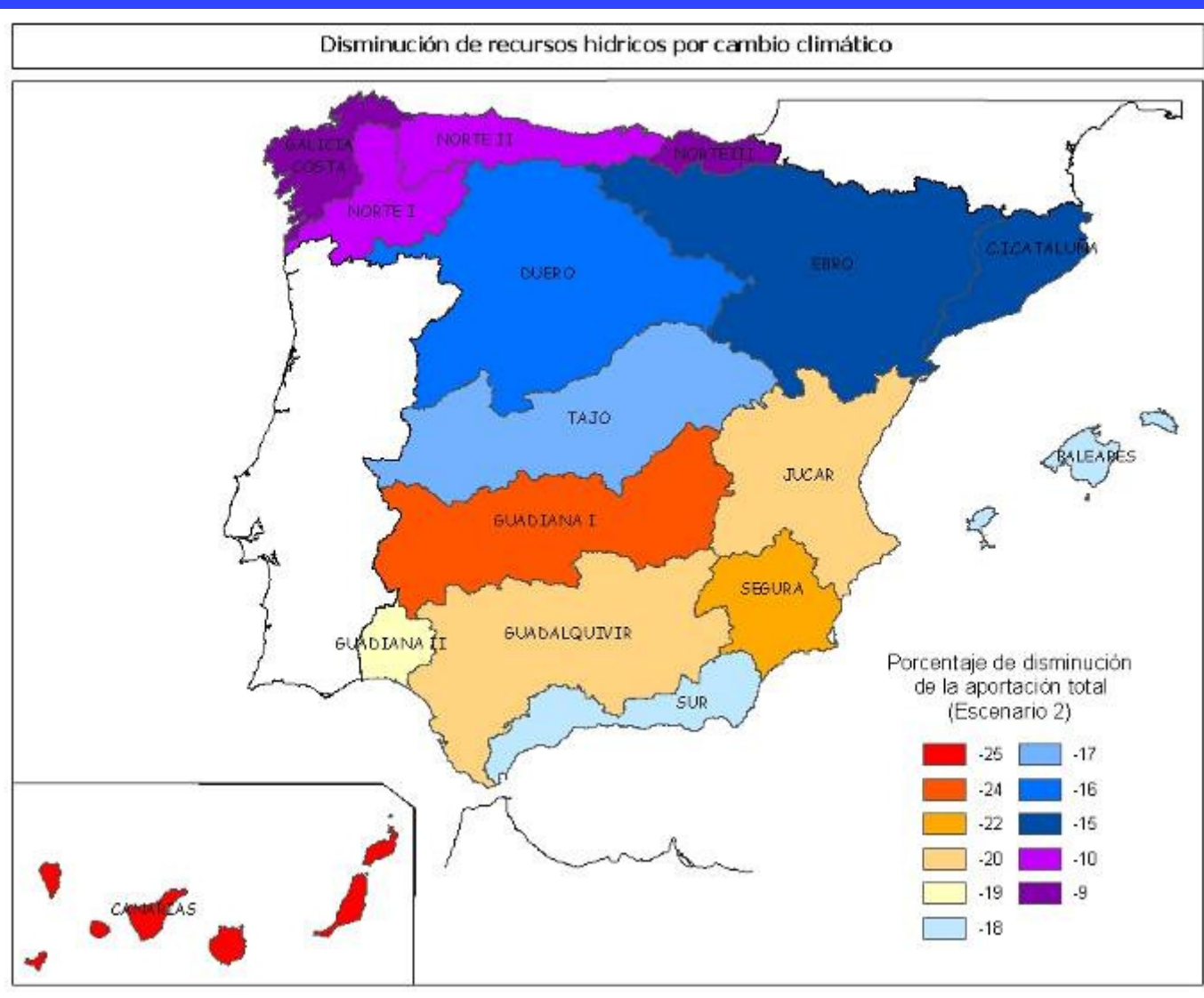
ESCENARIO 2: ESCENARIO 1 + DESCENSO DE UN 5 % EN PRECIPITACIÓN MEDIA

Centro de Estudios Hidrográficos

Porcentaje de la aportación natural

4

Fuente

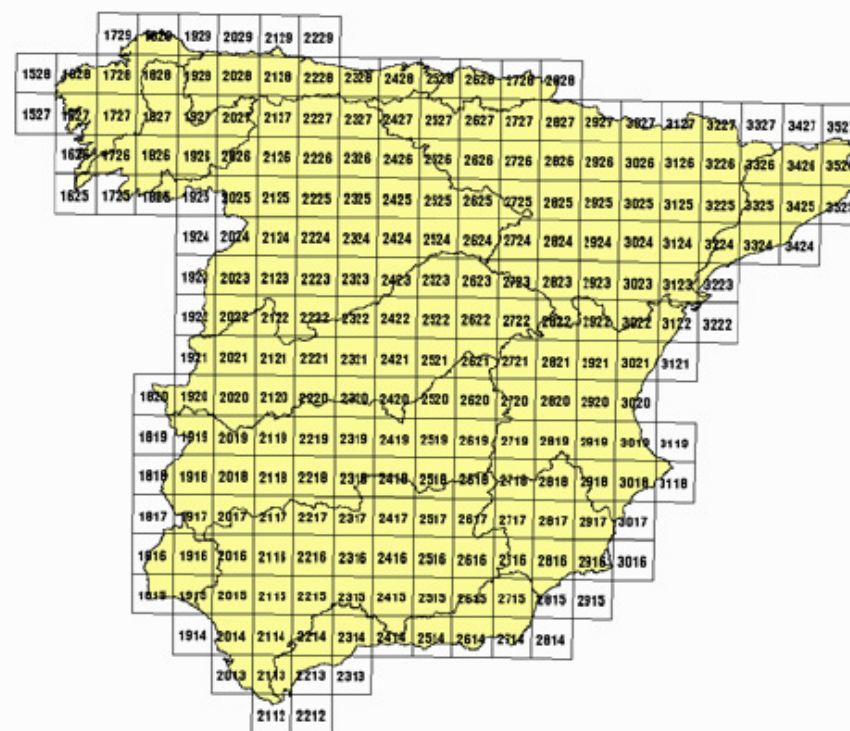


ESCENARIOS CLIMÁTICOS UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN ESPAÑA

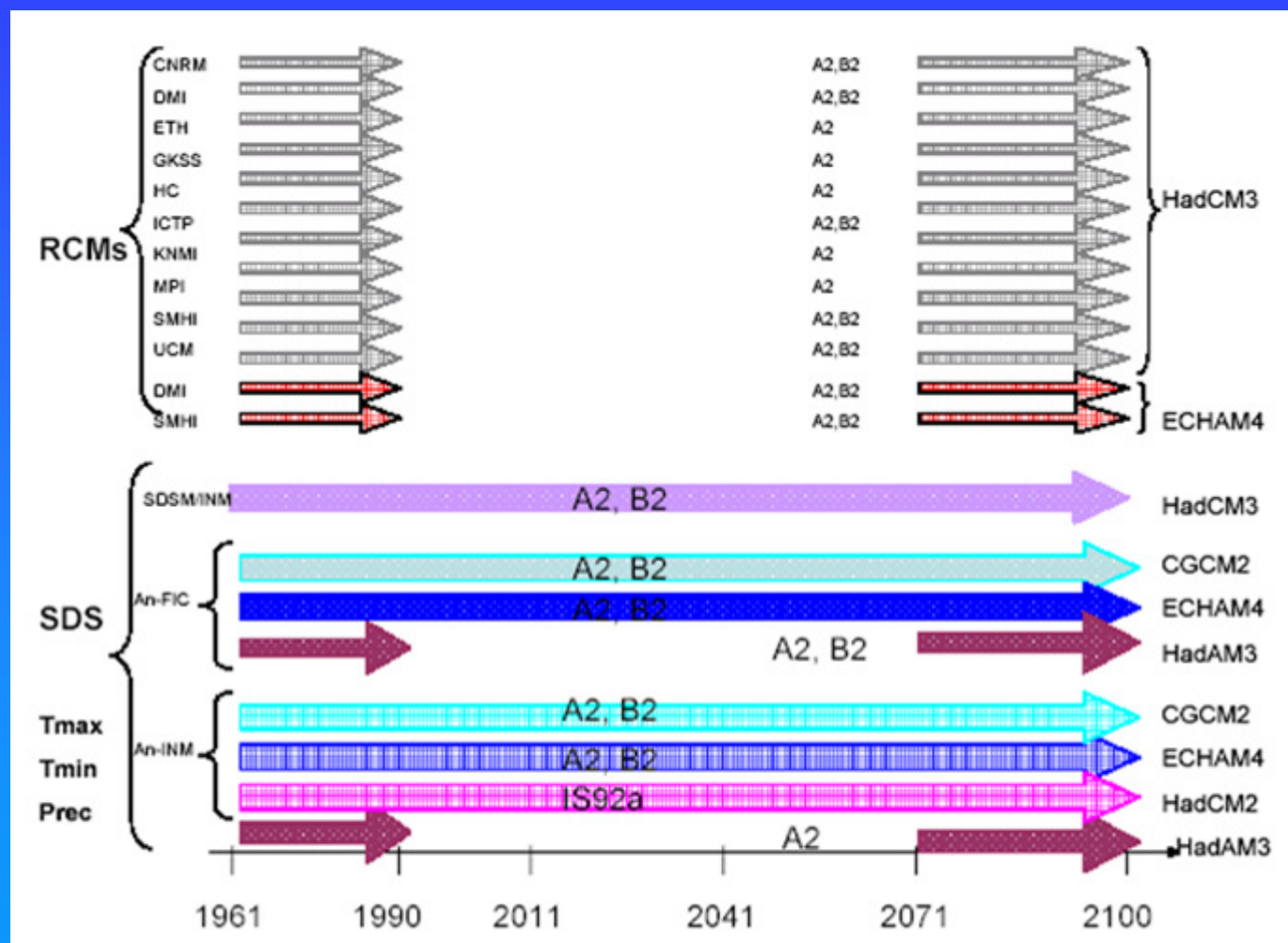


Tamaño de celda del modelo UKMO (United Kingdom Meteorological Model del Hadley Centre for Climate Research de Bracknell)

Tamaño de celda del modelo PROMES (Pronóstico a mesoescala), que parte de los campos de salida del UKMO para obtener una escala de 50x50 km.

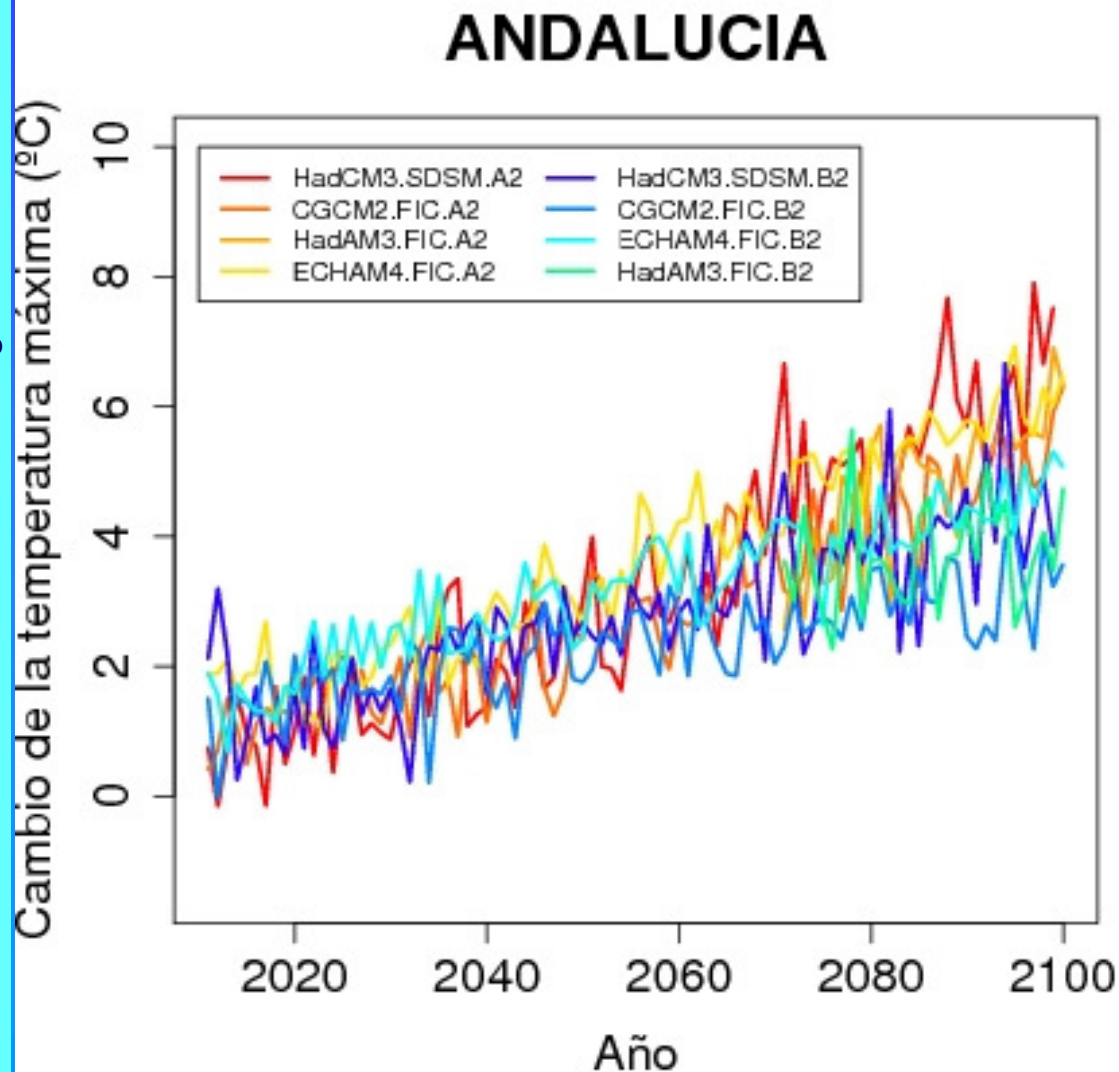


Modelos climáticos ERCC (escenarios regionalizados de cambio climático)



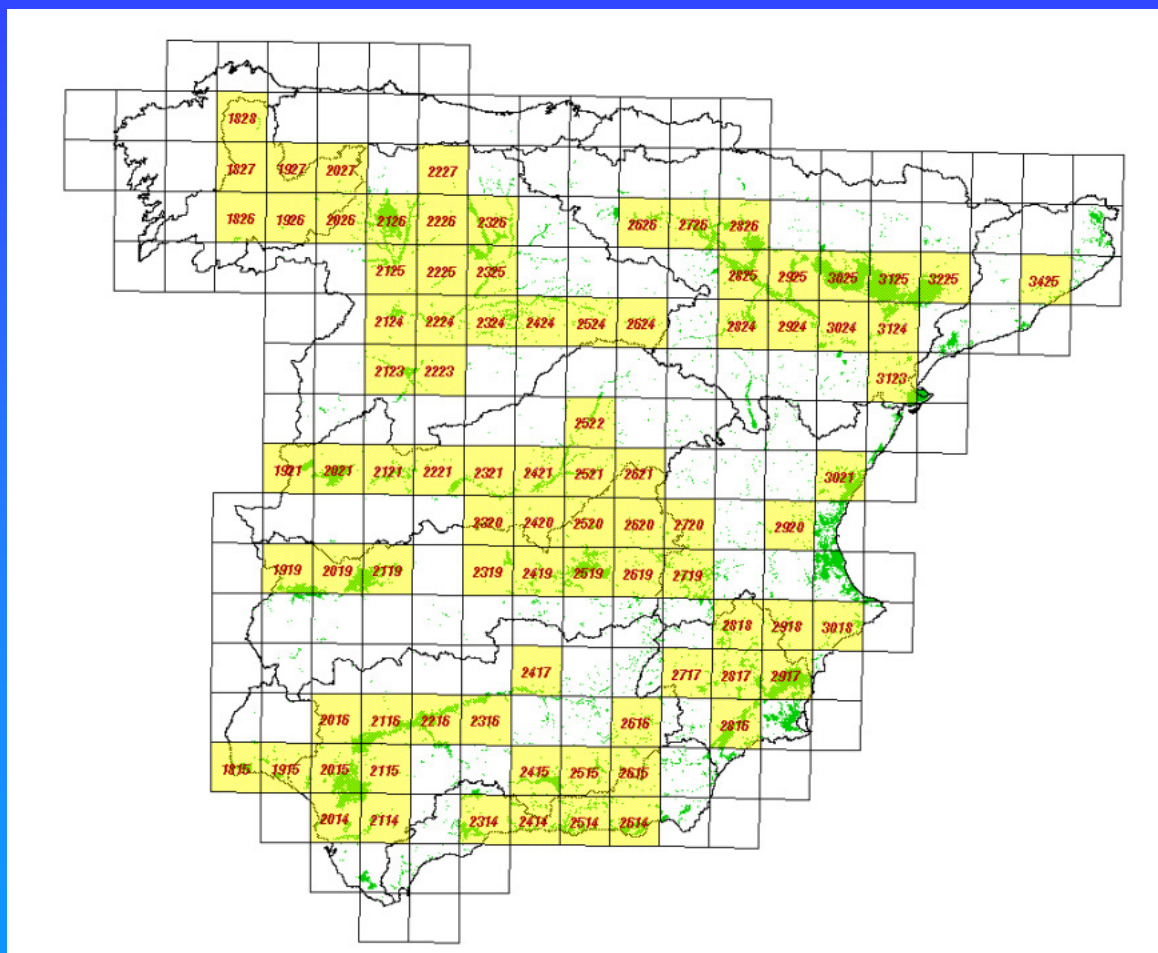
Esquema de las proyecciones regionalizadas por métodos dinámicos (basados en RCMs) y métodos empíricos (SDS), según escenarios de emisión (sobre las flechas). El periodo 1961-1990 corresponde a las integraciones de control en el caso de RCMs y a la calibración y validación en el caso de los métodos empíricos.

Selección de modelos climáticos



De los 28 escenarios, se trabaja con 8 de ellos, ya que esa extracción barre aproximadamente el mismo rango de incertidumbre (Fuente INM)

ESCENARIOS REGIONALES PROMES ESCOGIDOS PARA LA SIMULACIÓN COMPLEJA DE CULTIVOS EN REGADÍO

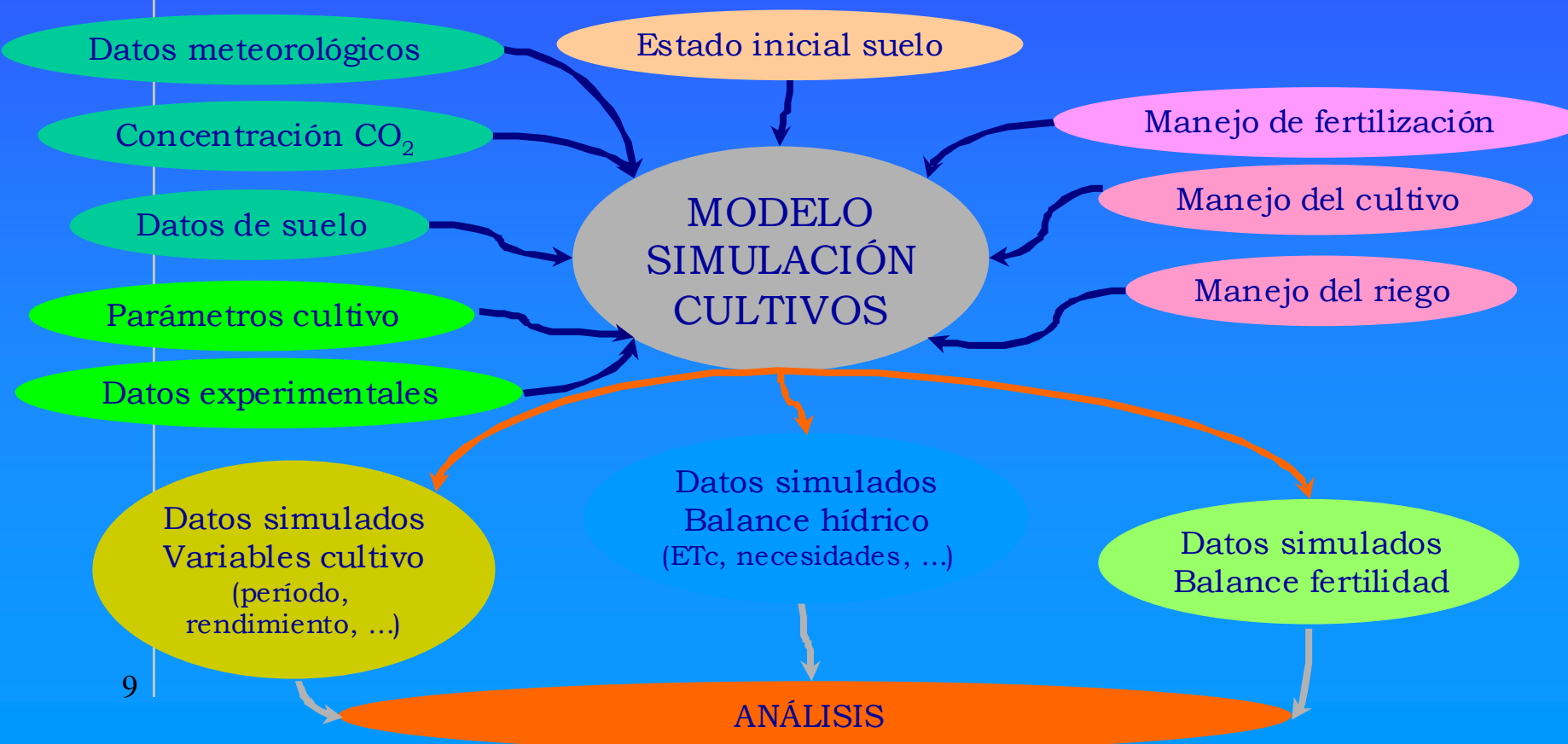


Simulación compleja de cultivos utilizando el DSSAT (DECISION SUPPORT SYSTEM FOR AGROTECNOLOGY TRANSFER), que tiene en cuenta la especie, la concentración de CO₂, y otros factores.

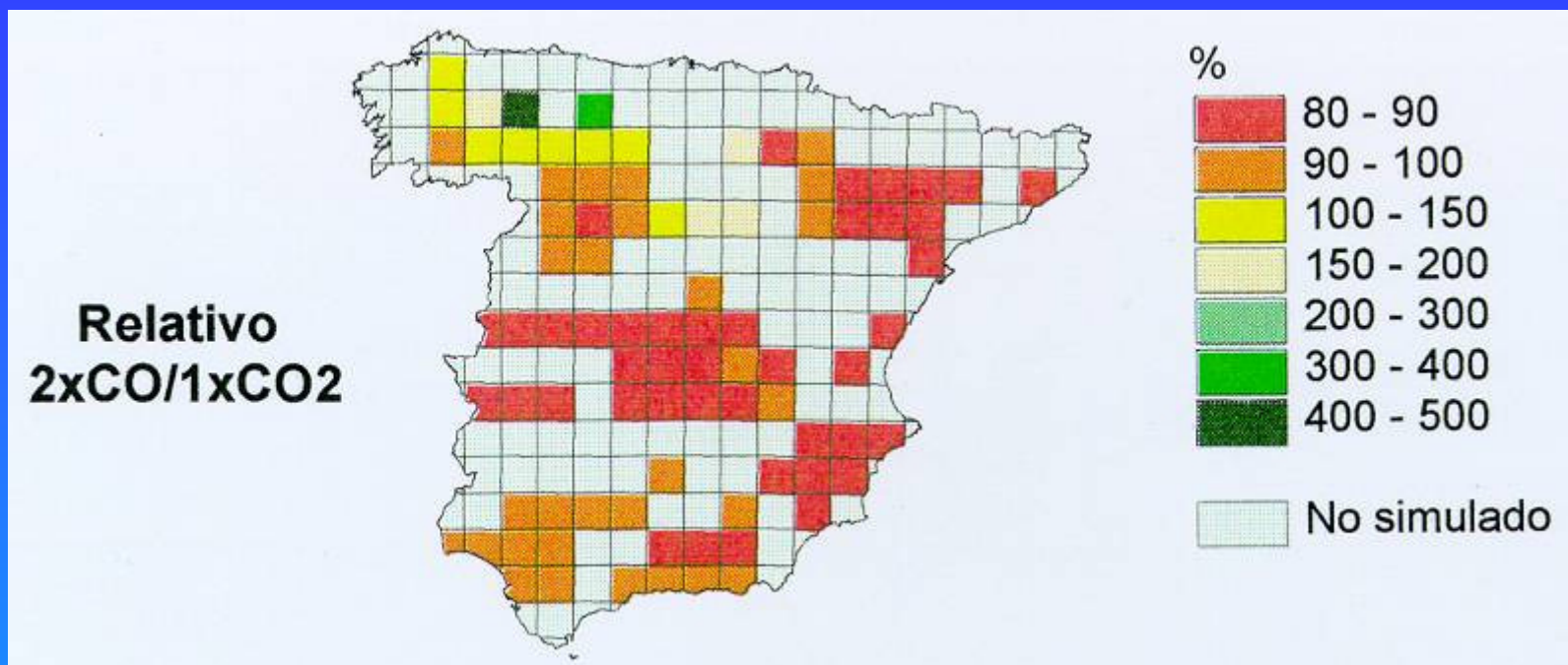
Modelos de simulación de cultivos

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.

Centro de Estudios Hidrográficos

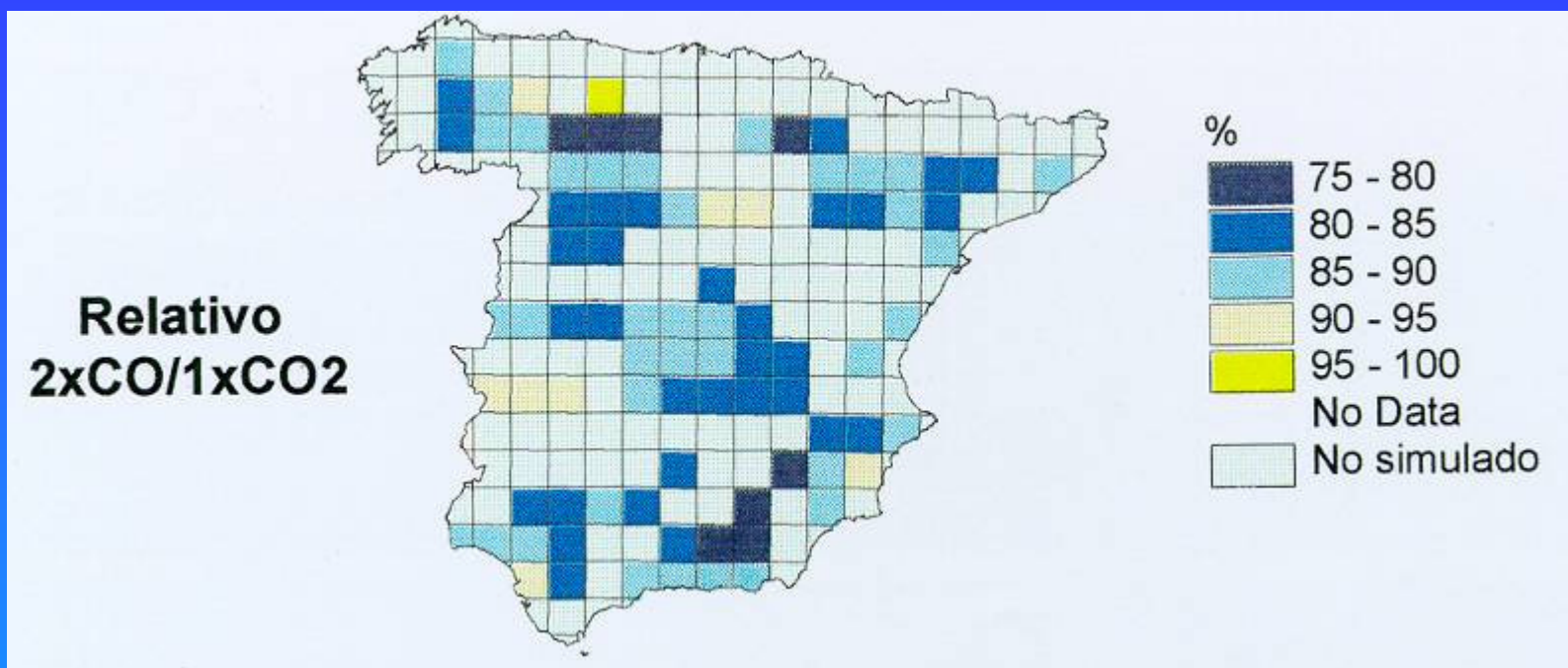


DESCENSO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL MAÍZ EN EL ESCENARIO PROMES



Los rendimientos potenciales sufren una reducción de entre un 10 y un 20 % en toda España, salvo en la zona norte, donde los daños por bajas temperaturas se suavizan en el escenario $2xCO_2$. La disminución en los rendimientos va asociada al acortamiento del ciclo del cultivo y del período de llenado del grano, que tienen más influencia sobre el rendimiento final que el efecto positivo de una mayor concentración de CO_2 en la atmósfera

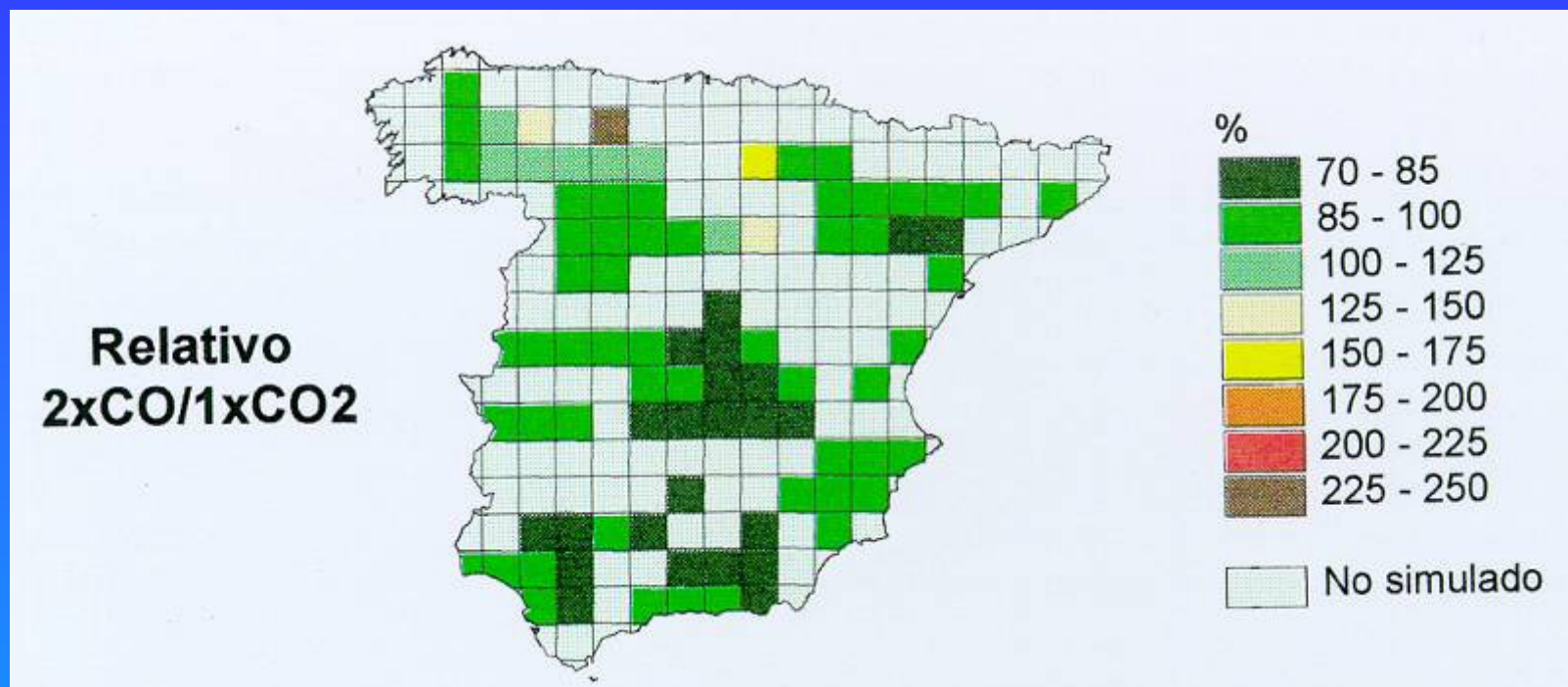
DESCENSO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL MAÍZ EN ESCENARIO PROMES



La evapotranspiración máxima del cultivo, acumulada desde el comienzo de la simulación hasta el momento de la cosecha, sufre una reducción en todas las celdas simuladas, de hasta un máximo del 25 %. Los factores que influyen en esta respuesta son los siguientes:

- Factores con efecto positivo, que tienden a aumentar las ET diarias: mayores temperaturas en el escenario de 2xCO₂ y mayor superficie foliar en el cultivo, por un mayor crecimiento del mismo asociado al incremento de CO₂.
- Factores con efecto negativo, tendentes a reducir la ET: aumento de la resistencia estomática del cultivo por el efecto directo del CO₂ sobre el mismo, y acortamiento en el ciclo del cultivo por una aceleración en el desarrollo debida al incremento térmico.

DISMINUCIÓN DE LAS NECESIDADES DE RIEGO DEL MAÍZ EN EL ESCENARIO PROMES



Las necesidades de riego netas disminuyen en todas las celdas, hasta un 30 %, salvo las que bajo el escenario 1xCO₂ presentan daños por frío que limitan el crecimiento del cultivo. En éstas, al aumentar el crecimiento también aumenta la demanda hídrica. Pero son zonas con bajas necesidades de riego en términos absolutos (entre 100 y 400 mm). La reducción de las necesidades de riego se debe a dos factores:

- Acortamiento de la duración del cultivo, que afecta a la menor demanda evapotranspirativa del cultivo (menor ET_{max})
- Las precipitaciones durante la época de mayor crecimiento del cultivo (primavera) se mantienen, según el escenario climático simulado.

Las mayores reducciones en las necesidades de riego se producen en la zona Centro y en el Sur.

Efectos potenciales del cambio climático en las demandas de agua y estrategias de adaptación

DEMANDAS URBANAS

Hipótesis de cálculo

Dotación modificada por cambio climático (Informe CCdw y CYII)
 Habitantes por vivienda
 Crecimiento de población hasta 2015 (provincia) INE
 Crecimiento de población 2015-2021 (nación) INE
 Proyección hasta escenarios climáticos
 Crecimiento de viviendas

Datos

Incrementos de consumo en hogares por la influencia del cambio climático (CCdw y CYII)
 Dotación CCAA (INE)
 Población con vivienda secundaria (INE)
 Población (INE)
 N° viviendas por municipio (INE)

Cálculos intermedios

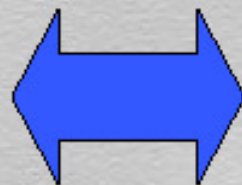
Dotación (l/hab/día) influida por cambio climático (CCdw y CYII)
 Hab/vivienda principales y secundarias
 Crecimiento de la población hasta 2015, 2021, escenario climático

Consumos estimados a 2015, 2021, escenarios climáticos

PRINCIPIOS DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA Y DE LA PLANIFICACIÓN TRADICIONAL

El agua deja de verse únicamente como recurso y pasa a ser considerada como la parte integrante de un ecosistema

CALIDAD y CANTIDAD
Garantía del recurso



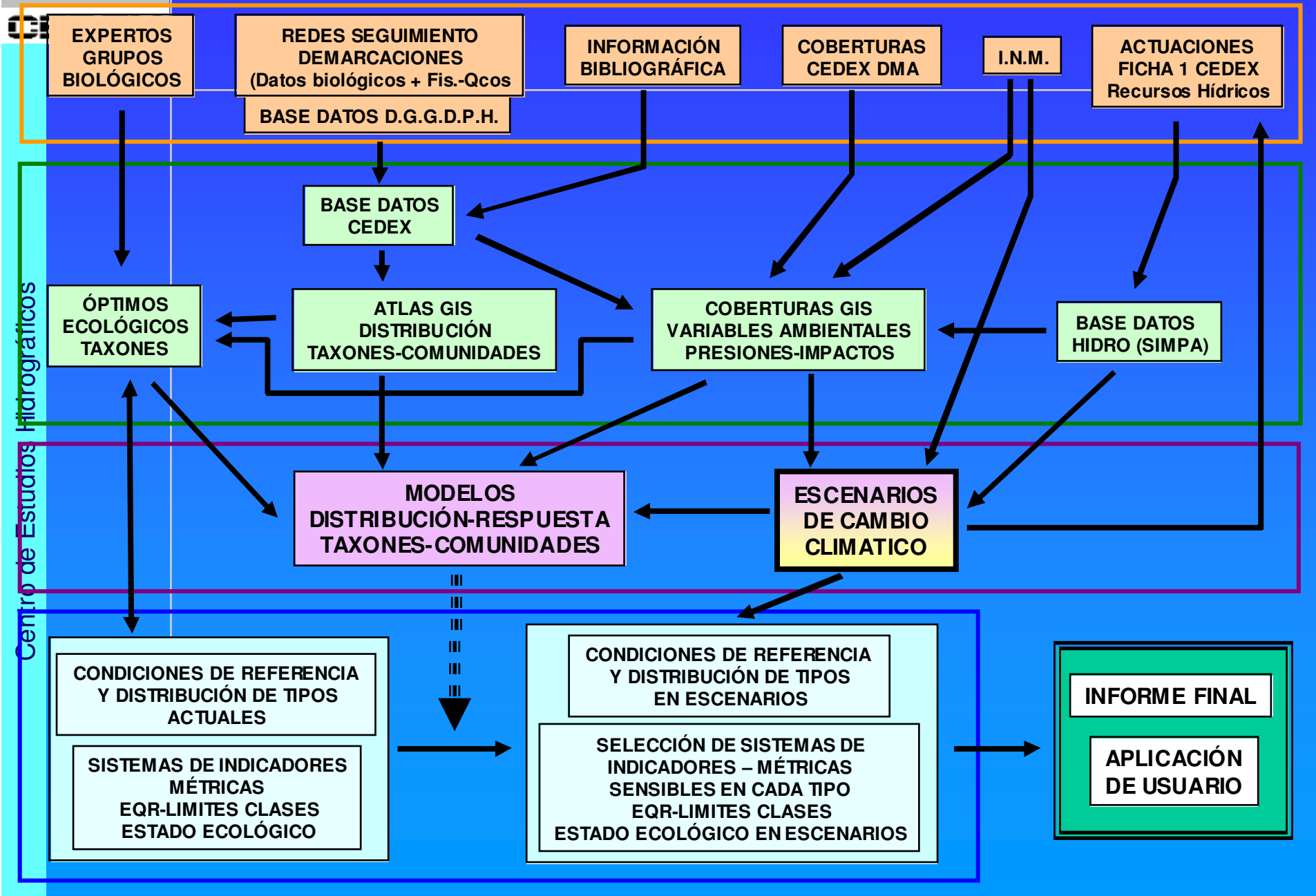
Buena estructura y funcionamiento del Ecosistema



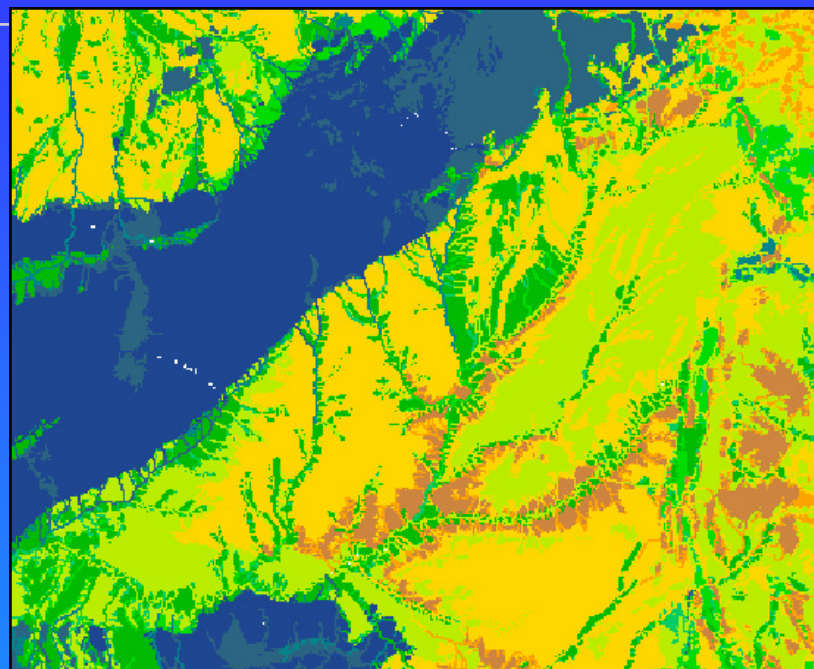
Mejora de la CALIDAD de VIDA

LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL AGUA



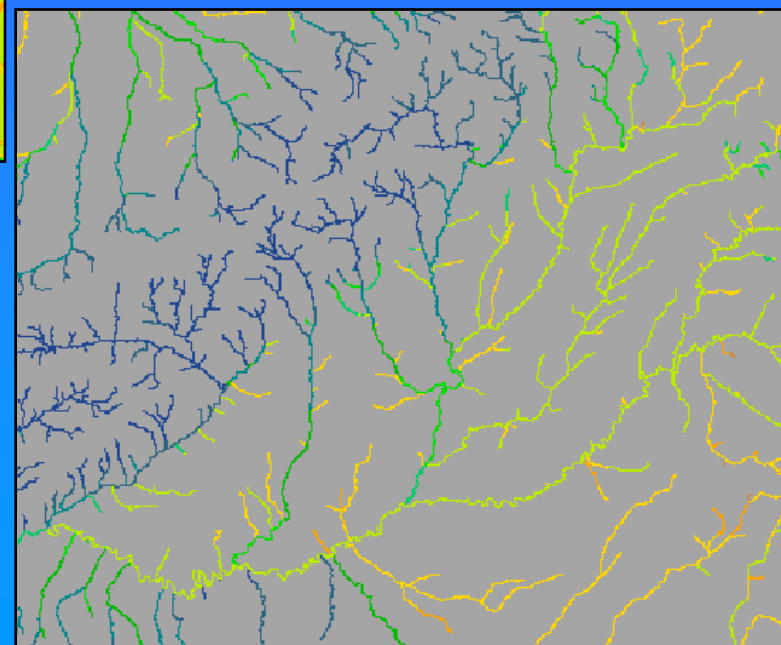
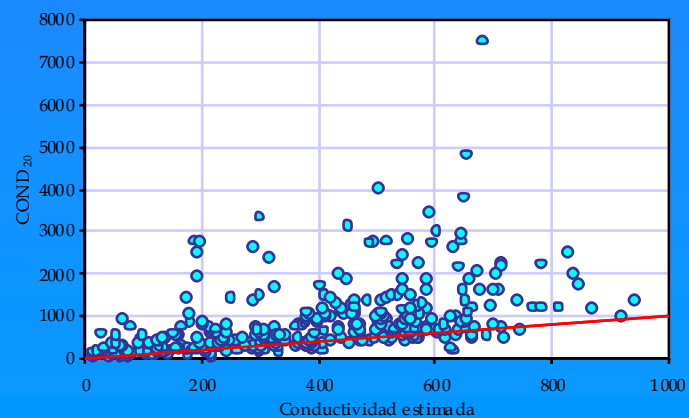


MAPA DE CALIDADES NATURALES



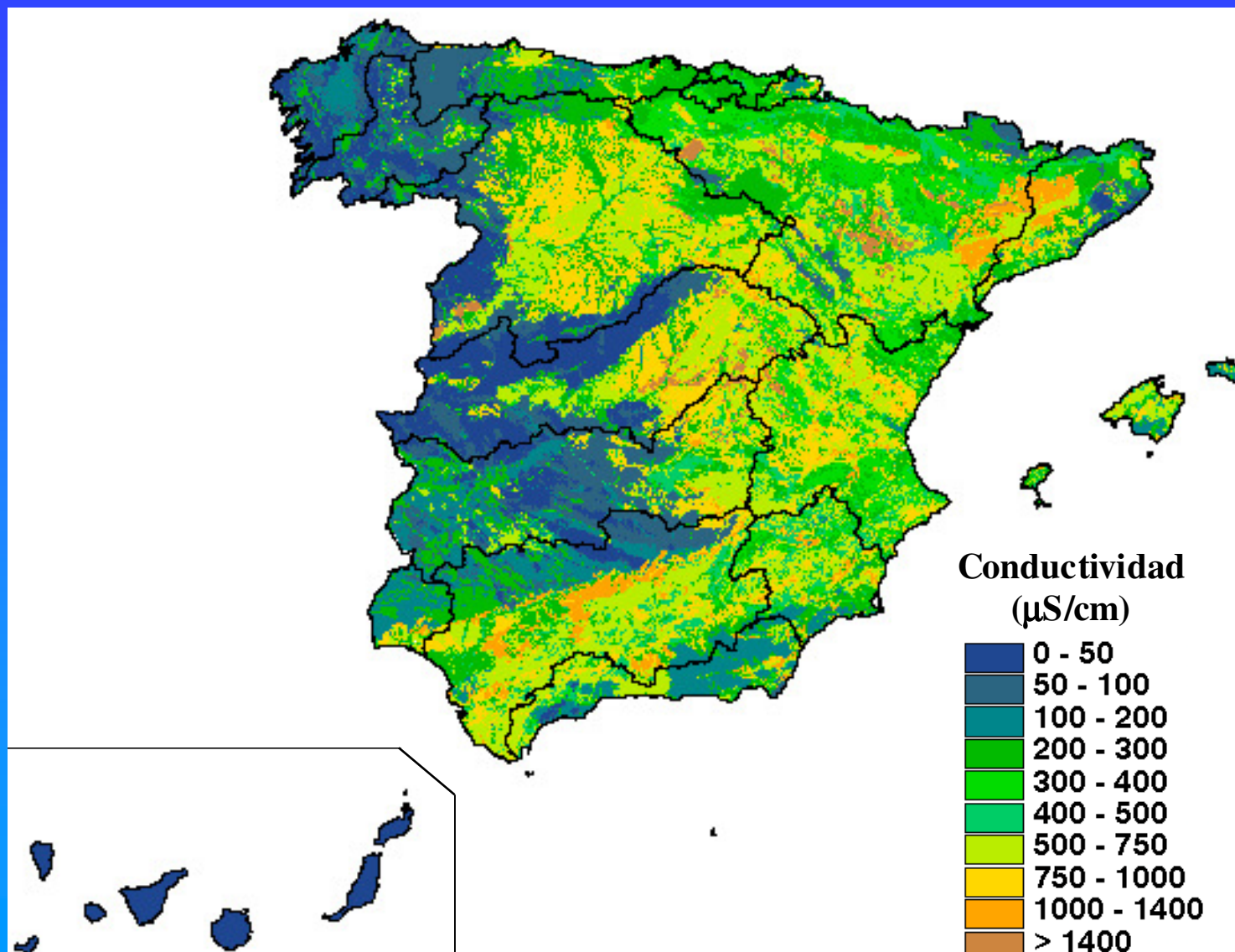
Conductividad
($\mu\text{S}/\text{cm}$)

0 - 50
50 - 100
100 - 200
200 - 300
300 - 400
400 - 500
500 - 750
750 - 1000
1000 - 1400
1400 - 2000





MAPA DE CALIDADES NATURALES



LA CALIDAD ECOLÓGICA DE LAS MASAS DE AGUA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

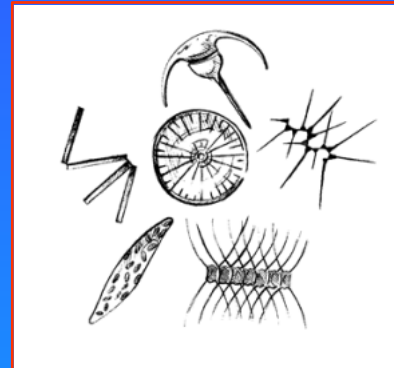
1. Simulación de la respuesta de las distintas comunidades biológicas específicas de cada tipo ecológico de masas de aguas en los diferentes escenarios de cambio climático
2. Análisis de la sensibilidad de los sistemas actuales de indicadores biológicos ante los efectos del cambio climático
3. Propuesta de los sistemas de indicadores del estado ecológico (físicoquímicos, hidromorfológicos y biológicos) más adecuados por su sensibilidad al cambio climático para cada tipología
4. Redefinición de las condiciones de referencia de cada tipo ecológico de las masas de agua y reajuste de los valores EQR (*Ecological Quality Ratio*) de cada indicador para cada límite de clases de estado ecológico, en los distintos escenarios de cambio climático

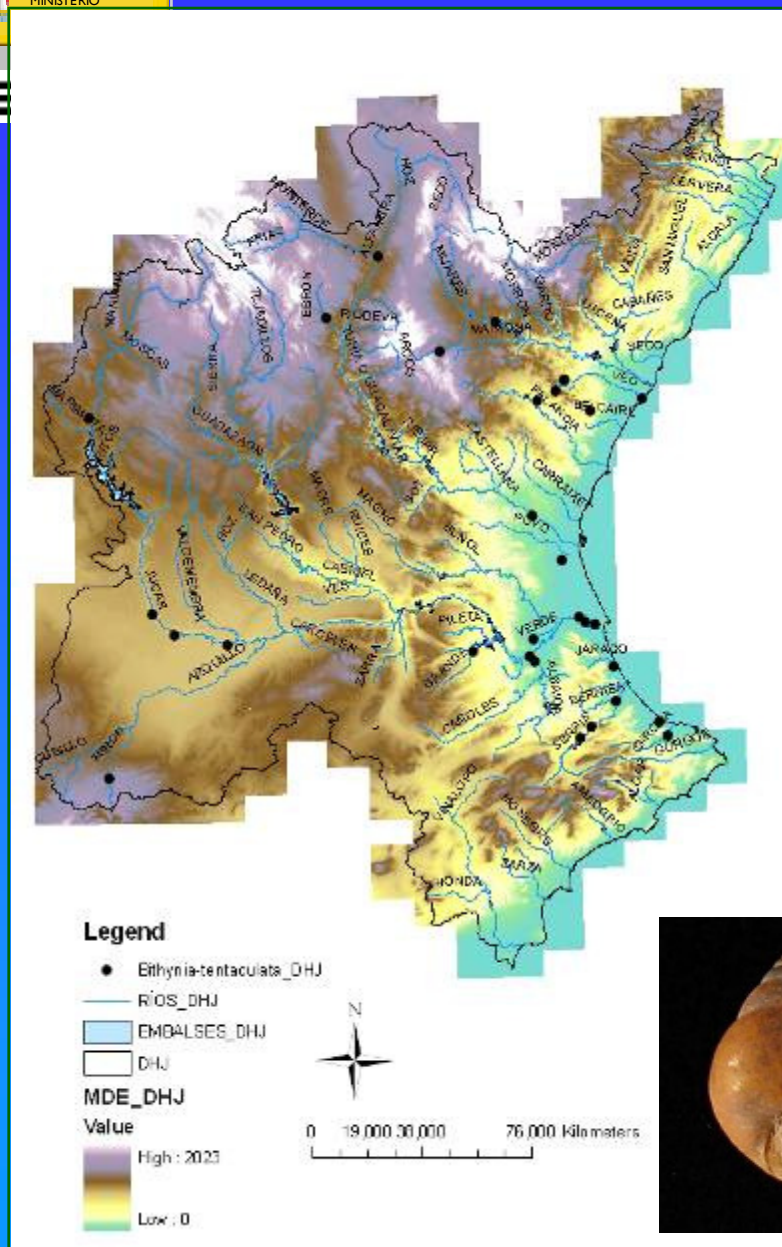
Los criterios físicoquímicos e hidromorfológicos son importantes, pero los criterios biológicos son determinantes

EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA CALIDAD ECOLÓGICA

Atlas de distribución de taxones  Óptimos ecológicos de taxones

macroinvertebrados; macrófitos; diatomeas; fitoplancton; peces

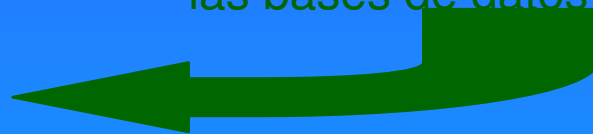




Atlas de distribución de taxones



Objetivo: capas SIG con la distribución espacial de todos los taxones presentes en las bases de datos consultadas



Ej.: Mapa de distribución de *Bithynia tentaculata* en la DHJ

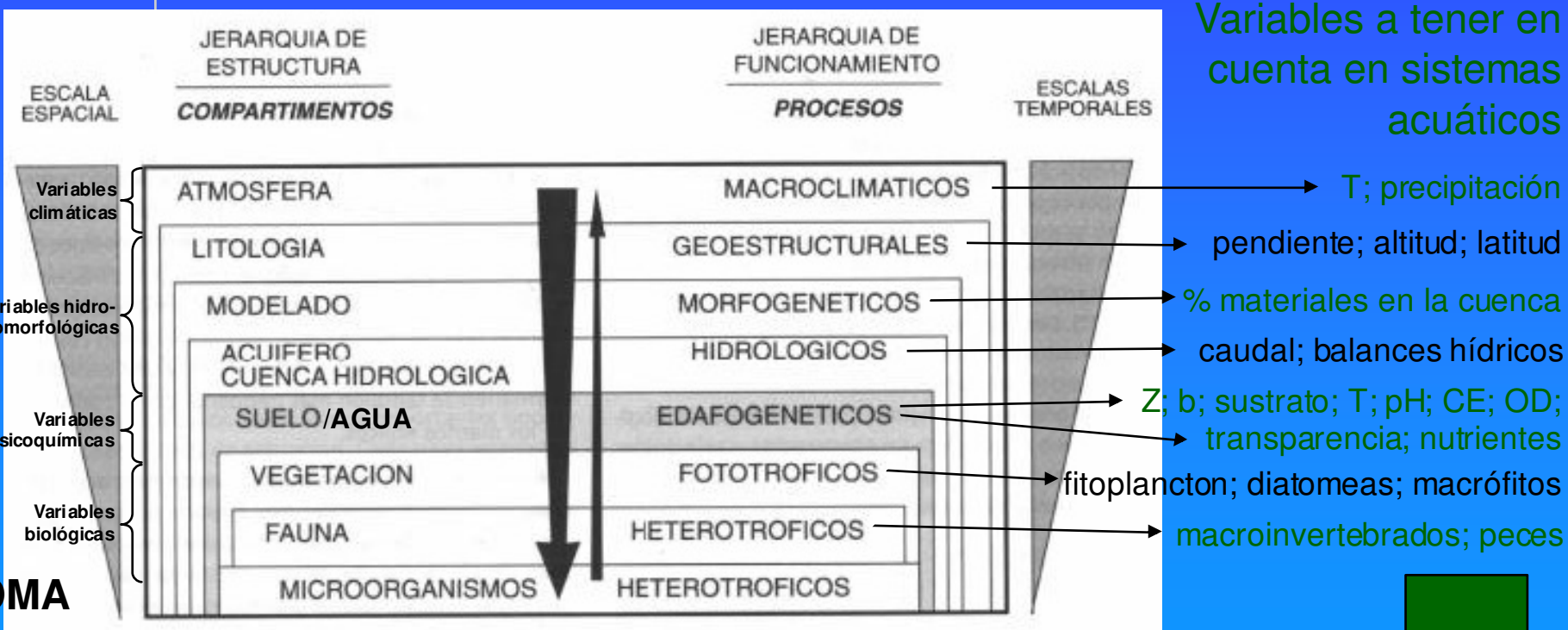
¿Determinación de las variables que más influyen en la distribución de los taxones?

→ Problema de *escala* en Ecología

Variables a tener en cuenta en sistemas acuáticos

Centro de Estudios Hidrográficos

DMA



Todas estas variables influyen en la distribución de taxones

Variables

Para analizar las relaciones entre los diferentes taxones y los sistemas acuáticos continentales...

Centro de Estudios Hidrográficos
variables físicas y químicas del agua
variables geomorfológicas
otras variables

T (°C)
OD (mg/L)
CE (µS/cm)
pH
Fósforo total (mg/L)
Amonio (mg/L)
Nitratos (mg/L)
Alcalinidad (mg/L)
Sulfatos (mg/L)
Si (mg/L)
Materiales en suspensión (mg/L)
Dureza total (°F)
DBO₅ (mg/L)

Si (mg/L)
Cl⁻ (mg/L)
K⁺ (mg/L)
Na⁺ (mg/L)
Ca²⁺ (mg/L)
Mg²⁺ (mg/L)

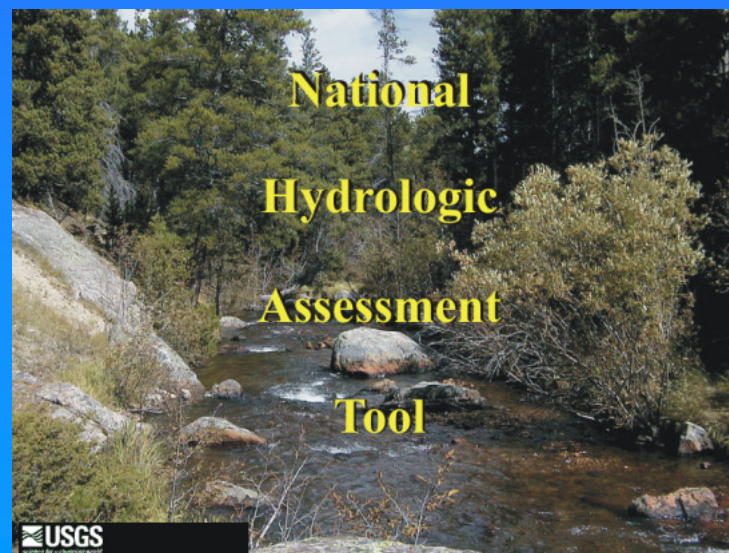
Profundidad media del cauce (m)
Anchura media del cauce (m)
Caudal instantáneo (m³/s)
% cobertura de cantos
% cobertura de gravas
% cobertura de arenas
% cobertura de limos

Área de cuenca (km²)
Pendiente del río (%)
Orden del río
Distancia al origen (m)
Altitud (msnm)

Fecha de muestreo
Uso de la cuenca aguas arriba
% cobertura de vegetación de ribera

variables hidrológicas

Magnitud o cantidad general de agua en un determinado intervalo de tiempo
Frecuencia con la que un evento se produce en un determinado intervalo de tiempo
Duración del intervalo de tiempo asociado a un determinado evento
Estacionalidad con la que un evento acontece a lo largo de un determinado intervalo de tiempo
Tasas de cambio o rapidez con la que se producen los cambios de unas magnitudes a otras



HAT software

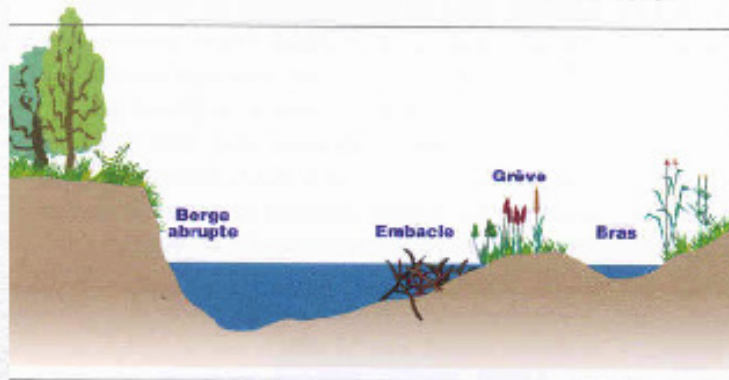
RETOS PARA EVALUAR EL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA CALIDAD ECOLÓGICA

- Necesidad de disponer de bases de datos normalizadas y compatibles entre si de los resultados de las redes de seguimiento del estado ecológico en las demarcaciones hidrográficas y cuencas intracomunitarias
- Es muy posible que se requiera un mayor esfuerzo en el análisis de las muestras biológicas obtenidas en las redes de seguimiento ordinario de la DMA para lograr una mayor resolución taxonómica de los indicadores biológicos, lo que permitirá efectuar un seguimiento más preciso de los efectos del cambio climático en el estado ecológico
- Creación de una red de observatorios del cambio climático sobre una selección de masas de agua e indicadores biológicos más apropiados de los implantados en la DMA

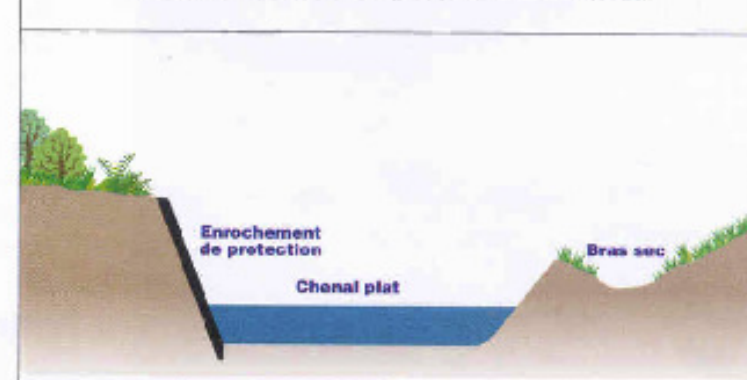
LA CALIDAD ECOLÓGICA EN RELACIÓN CON LA CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA

Calidad hidromorfológica

Rivière naturelle : une grande diversité écologique



Rivière rectifiée : le milieu est uniformisé





GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Juan Manuel Ruiz García
Director del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX