



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE SECCAS PÚBLICAS

SEMINARIO IMPACTOS Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR DEL SEGURO

Centro de Estudios Hidrográficos

Evaluación del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Sequías en España

(Encomienda de Gestión OECC al CEDEX)

CENEAM Valsaín, 27-28/11/2017



Introducción

- Confusión en la definición de sequías
Peligrosidad vs Riesgo o Efectos
Sequía meteorológica, **hidrológica**, social, ...
- Fenómeno recurrente
- Cambio climático – Sequías: oportunidad



Antecedentes

CEDEX Estudios de ámbito nacional

- Recursos Hídricos → base estudios sequías
- Sequías (2013):
 - Catálogo de sequías históricas
 - Sistema de indicadores hidrológicos
 - Caracterización hidrológica
- Impacto del cambio climático
 - LBAE (2000) → IPH (2027, +1°C)
 - 2010 (DGA), 3^{er} IPCC 2001
 - 2017 (OECC), 5^o IPCC 2013



Metodología

Sequías hidrológicas

- Estudio de peligrosidad de sequías:
Análisis de series temporales de **ESCORRENTIA**
- Impacto del CC en la peligrosidad de Sequías
Análisis de series temporales de **ESCORRENTIA, futuras vs. “actuales” → Simulación con modelo hidrológico precipitación – caudales**
Se necesitan valores de PRE y TEM

Información de partida

12 proyecciones

AEMET (web julio 2016)
 método análogos

Sigla	Sigla	RCP	MCG
FA	F4A	4.5	CNRM-CM5 (Francia)
	F8A	8.5	
MA	M4A	4.5	MPI.ESM.MR (Alemania)
	M8A	8.5	
NA	N4A	4.5	inmcm4 (Rusia)
	N8A	8.5	
QA	Q4A	4.5	bcc-csm1-1 (China)
	Q8A	8.5	
RA	R4A	4.5	MIROC.ESM (Japón)
	R8A	8.5	
UA	U4A	4.5	MRI.CGCM3 (Japón)
	U8A	8.5	



Estaciones donde se ha simulado

55242 ficheros con valores diarios para:

- 1961-2000
- 2006-2100

Metodología

4 periodos de estudio:

- Periodo de control
1961-2000
- 3 periodos futuros de impacto
2010-2040
2040-2070
2070-2100

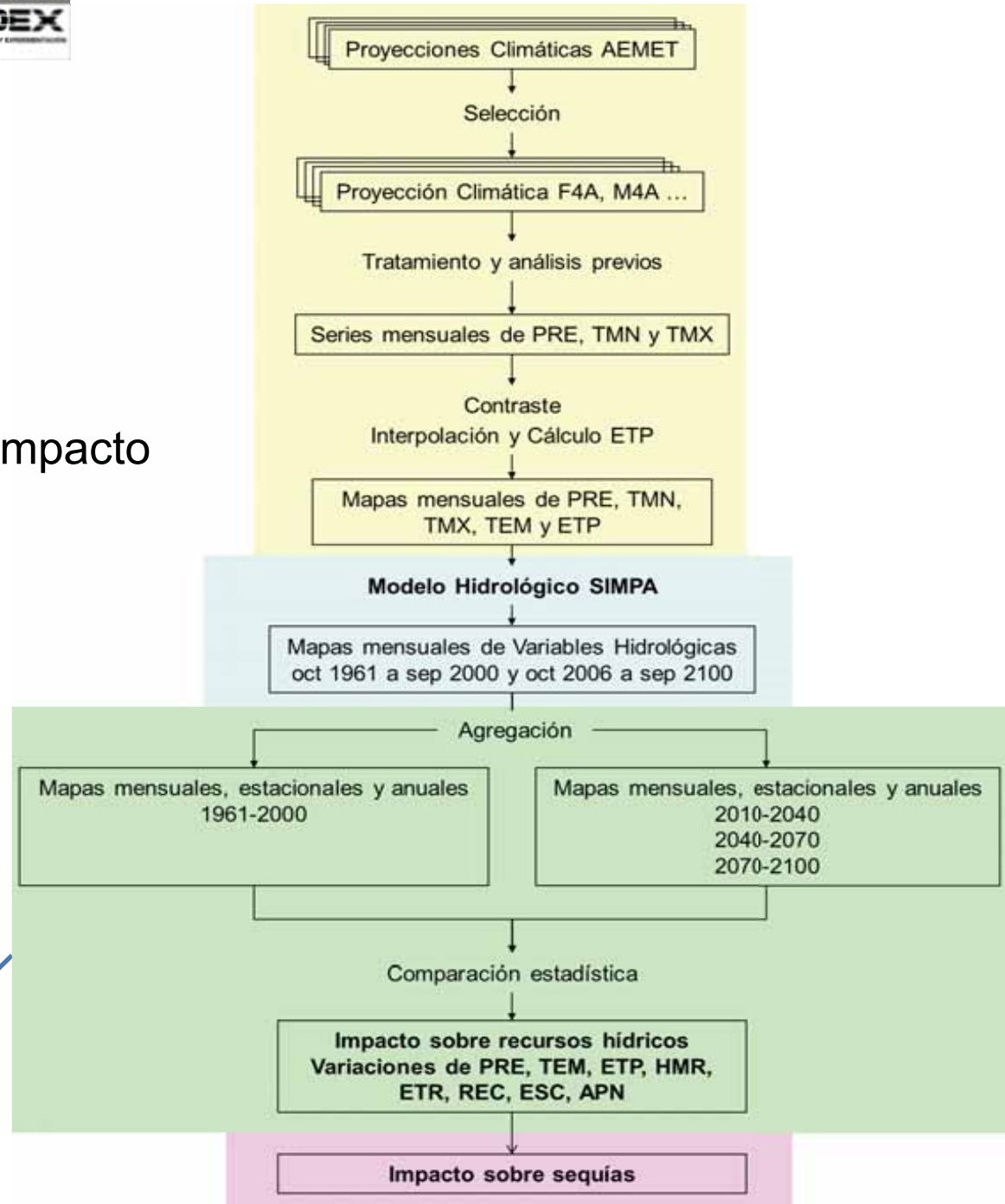
300.000 mapas

- 500.000 celdas (1 km)
- 2.000.000 celdas (0.5 km) APN

GRASS (QGIS)

R stats

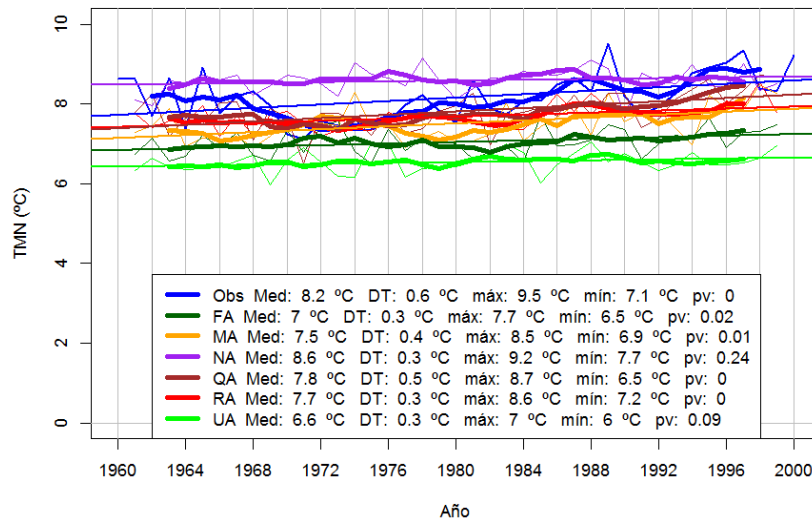
CAMREC



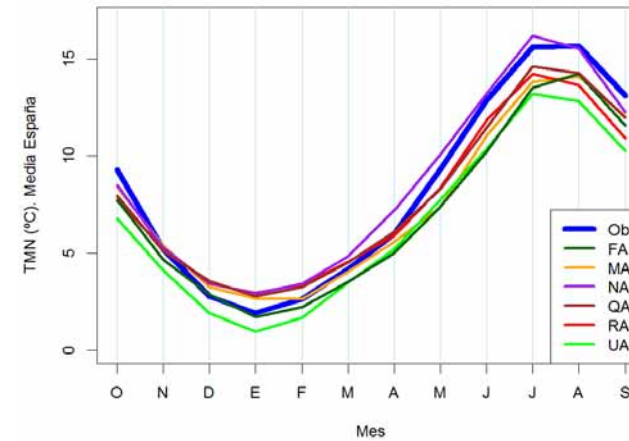
Contraste en 1961-2000

Se simulan bien las temperaturas observadas

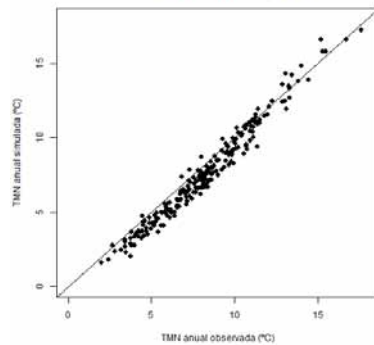
Evolucion de la TMN anual España



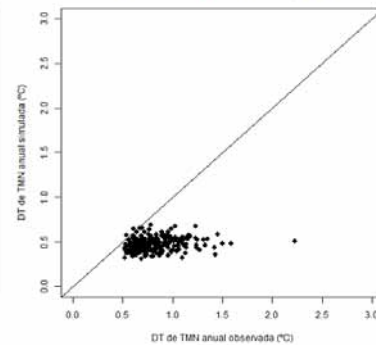
Contraste de TMN mensuales. España



Contraste de TMN anuales. España. MA



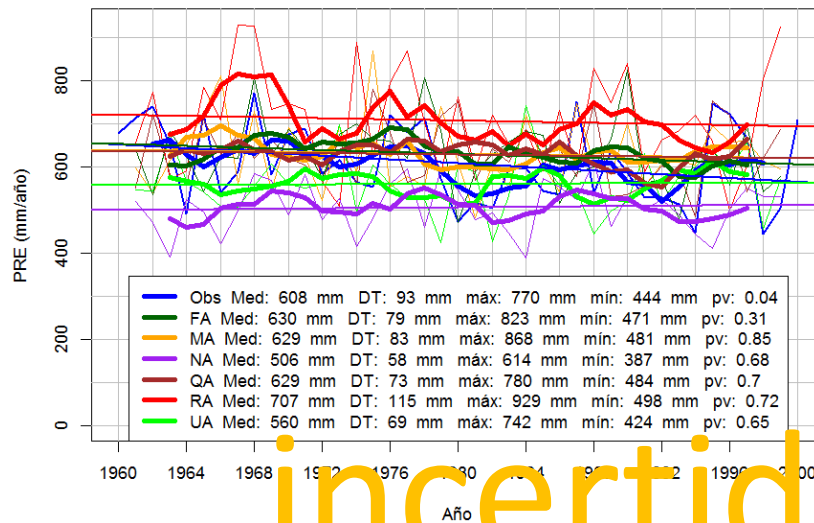
Contraste de DT de TMN anuales. España. MA



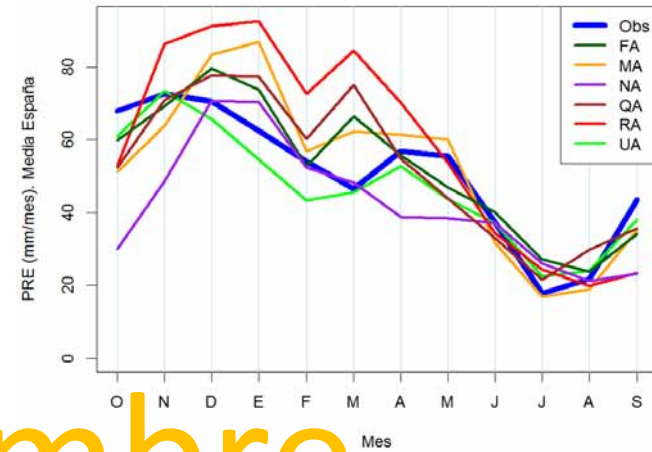
Contraste en 1961-2000

Se simulan peor las PRE observadas: SESGO

Evolucion de la PRE anual España

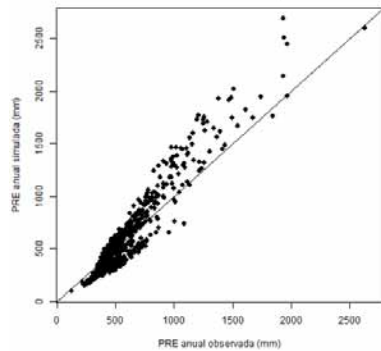


Contraste de PRE mensuales. España

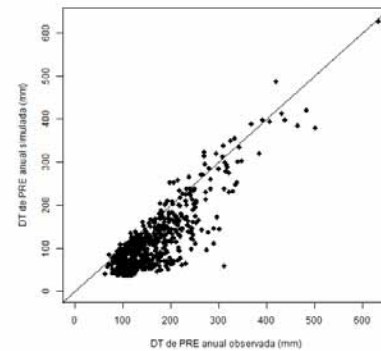


incertidumbre

Contraste de PRE anuales. España. MA



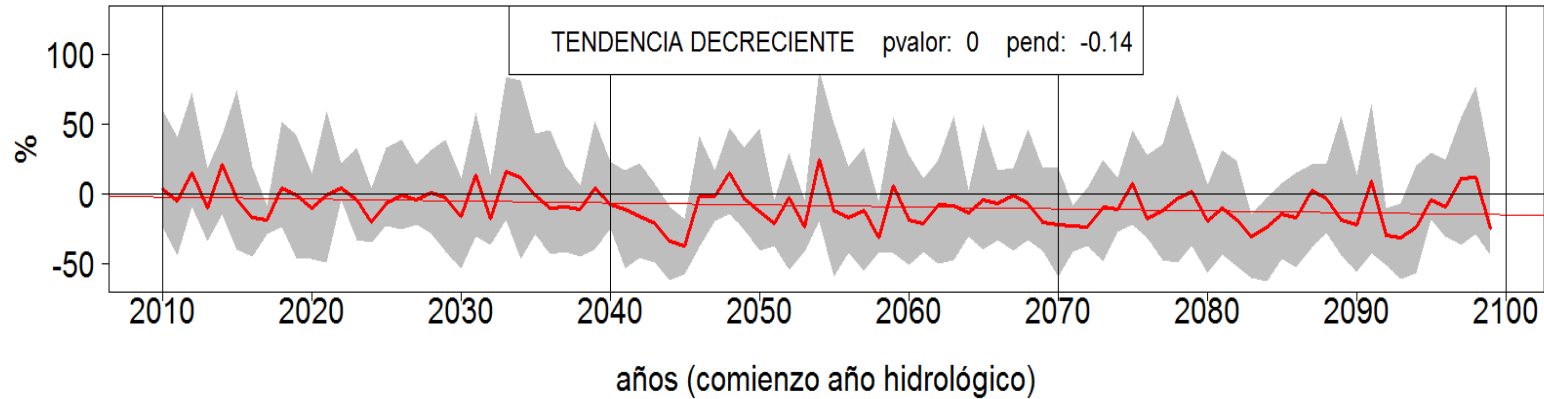
Contraste de DT de PRE anuales. España. MA



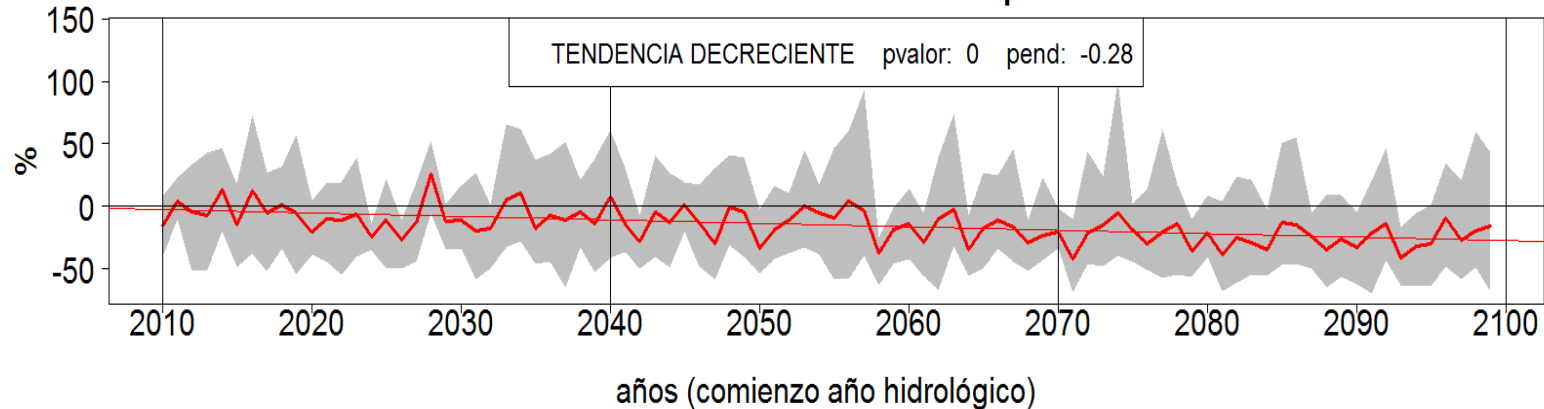


Tendencias Escorrentía

Evolución del cambio de ESC ANUAL España RCP: 4.5



Evolución del cambio de ESC ANUAL España RCP: 8.5



Menos escorrentía conforme avance el siglo XXI

Cambios en Escorrentía

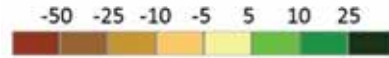
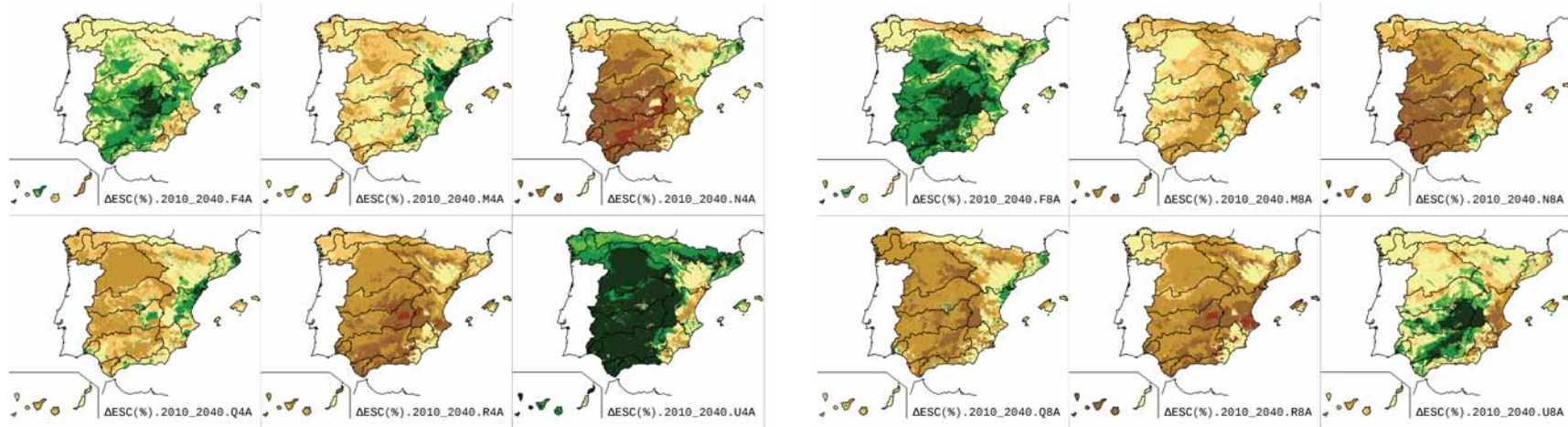
periodos 30 años vs. 1961-2000

Centro de Estudios Hidrográficos

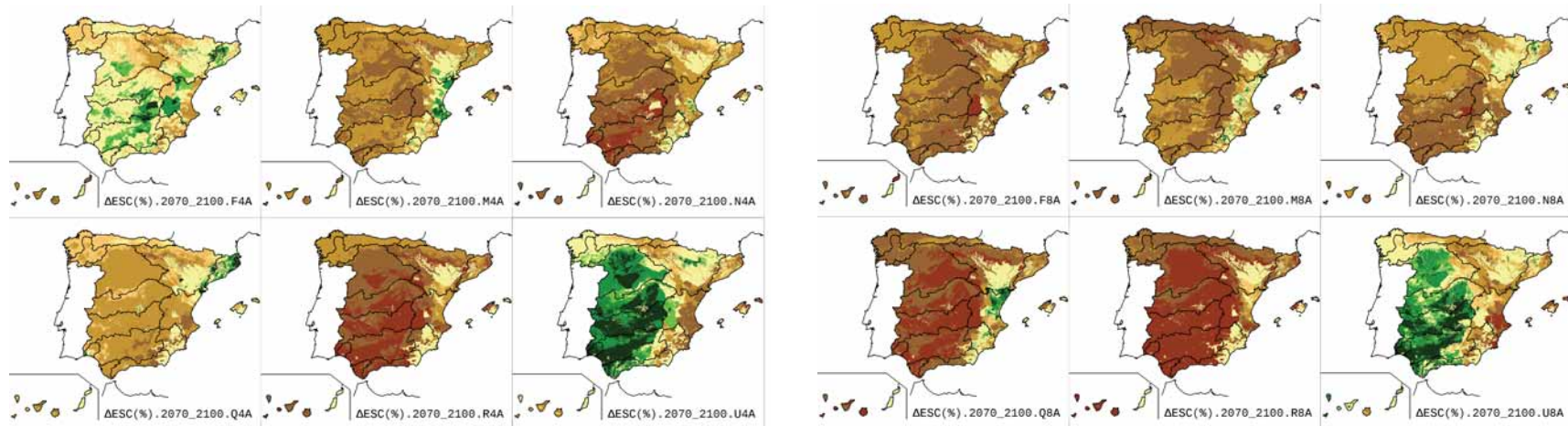
2010-40

RCP 4.5

RCP 8.5



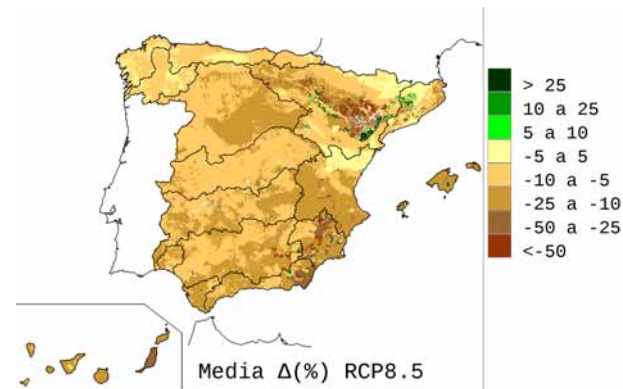
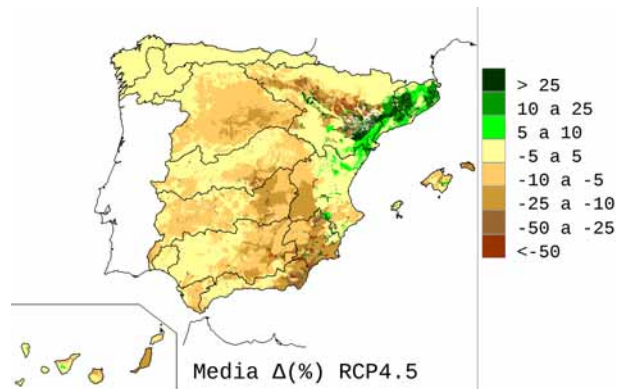
2070-00



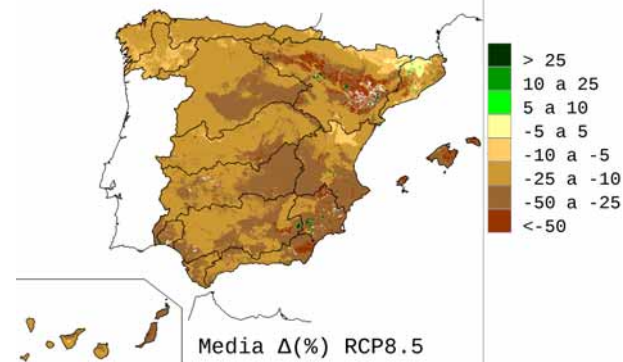
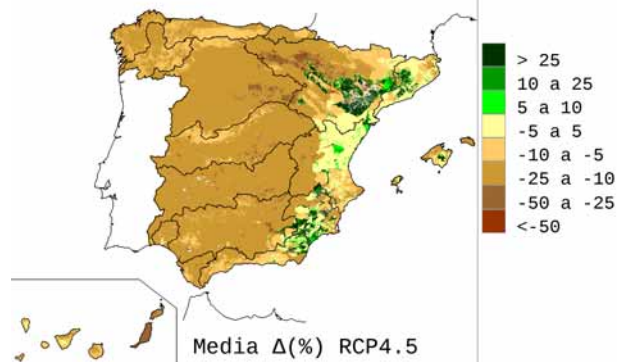
Cambios en Escorrentía Promedios

Centro de Estudios Hidrográficos

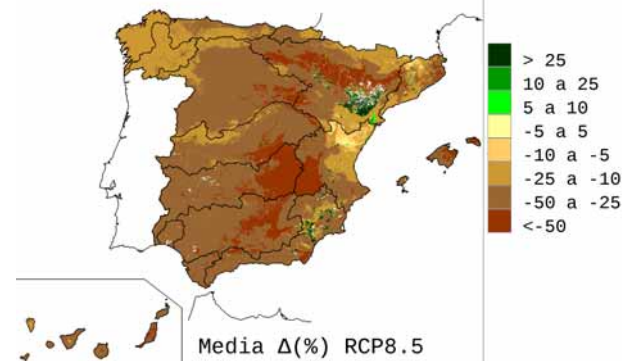
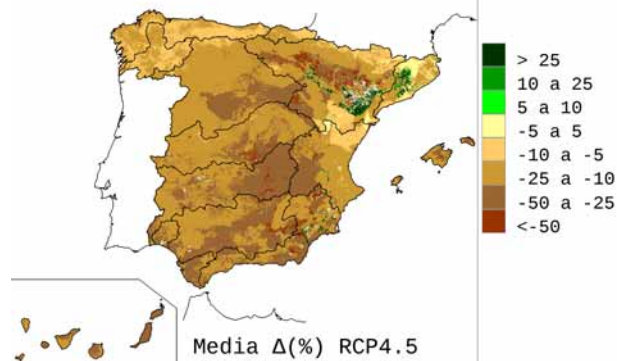
2010-40



2040-70



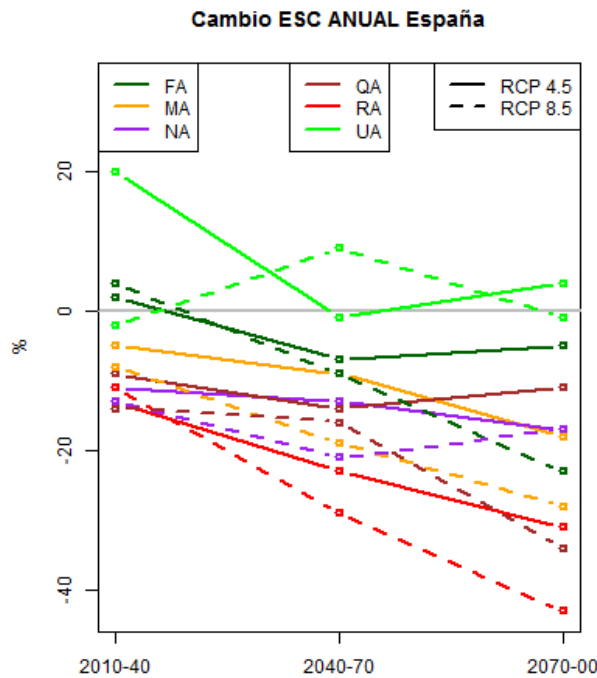
2070-00



Cambios en Escorrentía

Centro de Estudios Hidrográficos

ESC ESPAÑA Δ Anual (%)	RCP 4.5									RCP 8.5								
	F4A	M4A	N4A	Q4A	R4A	U4A	Mx	Med	Mn	F8A	M8A	N8A	Q8A	R8A	U8A	Mx	Med	Mn
2010-2040	2	-5	-11	-9	-13	20	20	-3	-13	4	-8	-13	-14	-11	-2	4	-7	-14
2040-2070	-7	-9	-13	-14	-23	-1	-1	-11	-23	-9	-19	-21	-16	-29	9	9	-14	-29
2070-2100	-5	-18	-17	-11	-31	4	4	-13	-31	-23	-28	-17	-34	-43	-1	-1	-24	-43



ESCORRENTÍA	ESPAÑA	
OBSERVADA	220 mm/año	
SIMULADA	RCP4.5	RCP8.5
2010-40	213	205
2040-70	196	189
2070-00	191	167

↓
MENOS AGUA

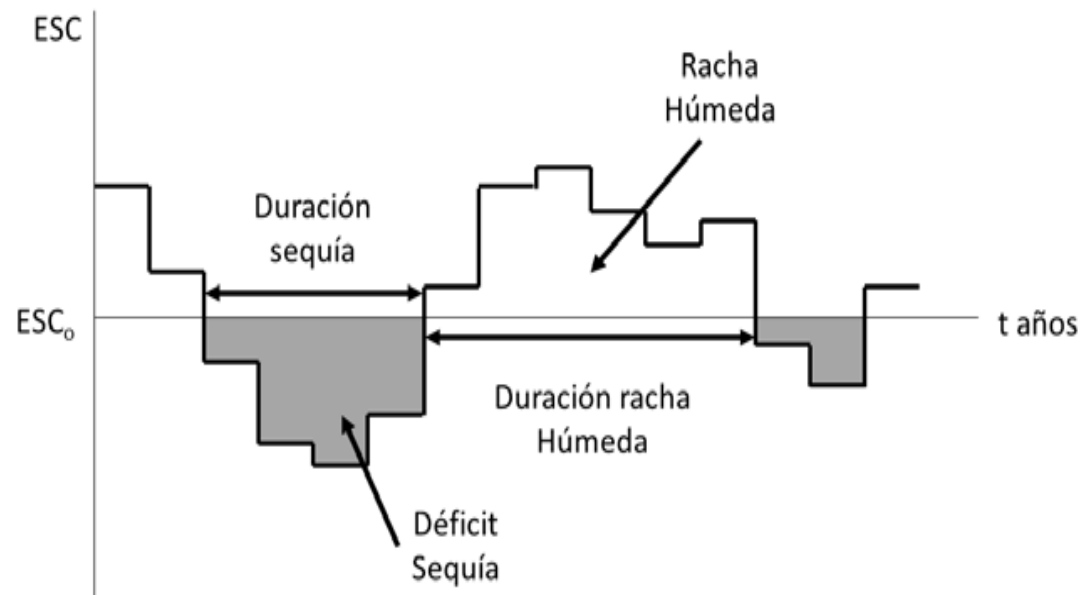


Cambios en Escorrentía DDHH

ESC	Δ Anual (%)	RCP 4.5									RCP 8.5								
		F4A	M4A	N4A	Q4A	R4A	U4A	Mx	Med	Mn	F8A	M8A	N8A	Q8A	R8A	U8A	Mx	Med	Mn
Miño-Sil	2010-2040	1	-5	-7	-10	-7	11	11	-3	-10	2	-6	-10	-14	-5	-3	2	-6	-14
	2040-2070	-8	-9	-12	-16	-16	-3	-3	-11	-16	-8	-15	-13	-14	-18	4	4	-11	-18
	2070-2100	-6	-17	-10	-9	-21	4	4	-10	-21	-18	-25	-13	-29	-29	-2	-2	-19	-29
Galicia Costa	2010-2040	0	-6	-4	-10	-6	10	10	-3	-10	1	-6	-8	-14	-4	-3	1	-6	-14
	2040-2070	-8	-10	-11	-16	-16	-4	-4	-11	-16	-8	-17	-11	-15	-17	2	2	-11	-17
	2070-2100	-8	-17	-10	-9	-19	2	2	-10	-19	-18	-26	-13	-29	-26	-4	-4	-19	-29
Cantábrico Oriental	2010-2040	-4	-8	2	-3	-10	5	5	-3	-10	-12	-11	-5	-1	-12	-1	-1	-7	-12
	2040-2070	-8	-18	-12	-10	-14	-7	-7	-12	-18	-10	-18	-11	-12	-21	-6	-6	-13	-21
	2070-2100	-7	-12	-12	-5	-17	-10	-5	-10	-17	-24	-38	-20	-25	-36	-15	-15	-26	-38
Cantábrico Occidental	2010-2040	0	-5	-1	-7	-8	8	8	-2	-8	-5	-9	-4	-7	-8	-2	-2	-6	-9
	2040-2070	-6	-13	-10	-12	-14	-3	-3	-10	-14	-8	-17	-13	-13	-21	-3	-3	-6	-21
	2070-2100	-4	-14	-12	-7	-18	-4	-4	-10	-18	-21	-34	-17	-27	-32	-9	-9	-23	-34
Duero	2010-2040	2	-7	-15	-12	-14	25	25	-3	-15	6	-5	-17	-19	-11	-5	6	-9	-19
	2040-2070	-10	-8	-14	-17	-27	1	1	-13	-27	-12	-20	-23	-19	-31	15	15	-15	-31
	2070-2100	-6	-21	-18	-13	-36	9	9	-14	-36	-23	-28	-15	-40	-46	3	3	-25	-46
Tajo	2010-2040	5	-4	-22	-10	-17	31	31	-3	-22	12	-5	-20	-20	-13	-4	12	-8	-20
	2040-2070	-6	-3	-14	-13	-29	3	3	-11	-29	-8	-19	-31	-16	-34	19	19	-15	-34
	2070-2100	-2	-20	-23	-13	-40	12	12	-14	-40	-23	-23	-18	-41	-51	7	7	-25	-51
Guadiana	2010-2040	9	-5	-35	-12	-23	46	46	-3	-35	18	-8	-30	-22	-20	5	18	-9	-30
	2040-2070	-6	-3	-21	-13	-36	9	9	-12	-36	-9	-23	-45	-19	-45	33	33	-18	-45
	2070-2100	1	-25	-37	-15	-50	22	22	-17	-50	-27	-26	-27	-50	-63	15	15	-30	-63
Guadalquivir	2010-2040	10	-4	-38	-11	-24	52	52	-2	-38	18	-10	-30	-22	-21	8	18	-10	-30
	2040-2070	-3	-2	-22	-10	-37	15	15	-10	-37	-6	-24	-51	-17	-48	35	35	-18	-51
	2070-2100	2	-22	-43	-16	-51	18	18	-19	-51	-30	-27	-32	-49	-67	13	13	-32	-67
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	2010-2040	6	-4	-33	-6	-25	43	43	-3	-33	12	-11	-25	-18	-23	-1	12	-11	-25
	2040-2070	-4	-3	-15	-2	-36	11	11	-8	-36	-5	-25	-47	-17	-46	20	20	-20	-47
	2070-2100	0	-21	-39	-16	-49	6	6	-20	-49	-29	-25	-29	-42	-65	4	4	-31	-65
Guadalete y Barbate	2010-2040	10	-7	-38	-11	-25	48	48	-4	-38	15	-13	-31	-21	-21	6	15	-11	-31
	2040-2070	-2	-2	-21	-8	-37	14	14	-10	-37	-5	-27	-51	-18	-47	31	31	-20	-51
	2070-2100	1	-24	-43	-16	-52	12	12	-20	-52	-31	-27	-31	-49	-67	7	7	-33	-67
Tinto, Odiel y Piedras	2010-2040	1	-4	-36	-8	-21	54	54	-2	-36	14	-5	-36	-17	-22	-1	14	-11	-36
	2040-2070	-8	-6	-19	-4	-37	15	15	-10	-37	-14	-26	-51	-16	-46	34	34	-20	-51
	2070-2100	-1	-25	-44	-12	-50	25	25	-18	-50	-26	-24	-35	-48	-65	21	21	-29	-65
Segura	2010-2040	6	-4	-21	-13	-22	15	15	-7	-22	12	-13	-19	-23	-19	7	12	-9	-23
	2040-2070	-1	-7	-10	-18	-32	-1	-1	-11	-32	-10	-17	-37	-23	-48	-3	-3	-23	-48
	2070-2100	-6	-19	-28	-17	-43	-9	-6	-20	-43	-36	-30	-34	-44	-63	-17	-17	-38	-63
Júcar	2010-2040	5	1	-17	-7	-26	21	21	-4	-26	15	-12	-20	-20	-25	-4	15	-11	-25
	2040-2070	-6	-4	-7	-11	-34	-8	-4	-12	-34	-12	-21	-34	-22	-49	-7	-7	-24	-49
	2070-2100	-7	-16	-26	-18	-46	-11	-7	-21	-46	-36	-28	-26	-41	-62	-20	-20	-36	-62
Ebro	2010-2040	0	-6	-3	-7	-12	15	15	-2	-12	-3	-9	-7	-9	-10	-2	-2	-7	-10
	2040-2070	-9	-12	-10	-13	-19	-5	-5	-11	-19	-9	-19	-14	-16	-25	4	4	-13	-25
	2070-2100	-7	-16	-12	-10	-25	-3	-3	-12	-25	-25	-33	-14	-32	-40	-10	-10	-26	-40
Cuencas Internas de Cataluña	2010-2040	5	7	3	4	-9	24	24	6	-9	6	-17	-3	0	-8	-4	6	-4	-17
	2040-2070	-4	-8	1	6	-13	-6	6	-4	-13	3	-22	-11	-7	-15	4	4	-8	-22
	2070-2100	3	-15	-10	8	-20	-10	8	-8	-20	-20	-31	-3	-25	-27	-7	-3	-19	-31
Islas Baleares	2010-2040	1	-15	0	-7	-26	8	8	-7	-26	-3	-21	-12	-14	-40	-6	-3	-16	-40
	2040-2070	6	-17	-10	-7	-39	-13	6	-13	-39	-20	-35	-34	-21	-56	-19	-19	-31	-56
	2070-2100	-4	-19	-33	-10	-52	-24	-4	-24	-52	-28	-54	-28	-40	-69	-32	-28	-42	-69
Canarias	2010-2040	6	-10	-27	-9	-18	25	25	-6	-27	7	-22	-24	-4	-32	-11	7	-14	-32
	2040-2070	-10	-22	-22	-1	-26	22	22	-10	-26	-19	-29	-46	-27	-41	14	14	-25	-46
	2070-2100	-22	-22	-38	-18	-44	-11	-11	-26	-44	-33	-39	-25	-50	-60	3	3	-34	-60

Sequías. Definición

Definición de sequía en el trabajo: teoría de rachas

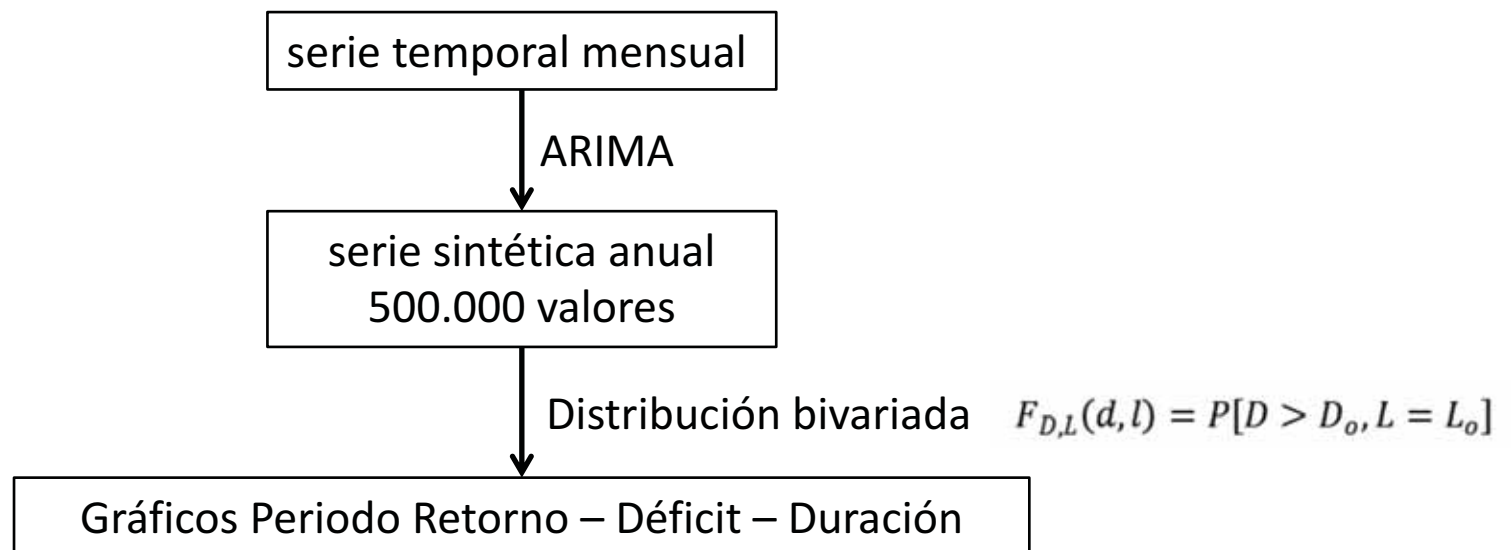


Umbral (ESC_0): la mediana de los valores de ESC de la serie temporal... **de cada periodo → se analiza el cambio en el régimen de sequía**

Sequías. Metodología

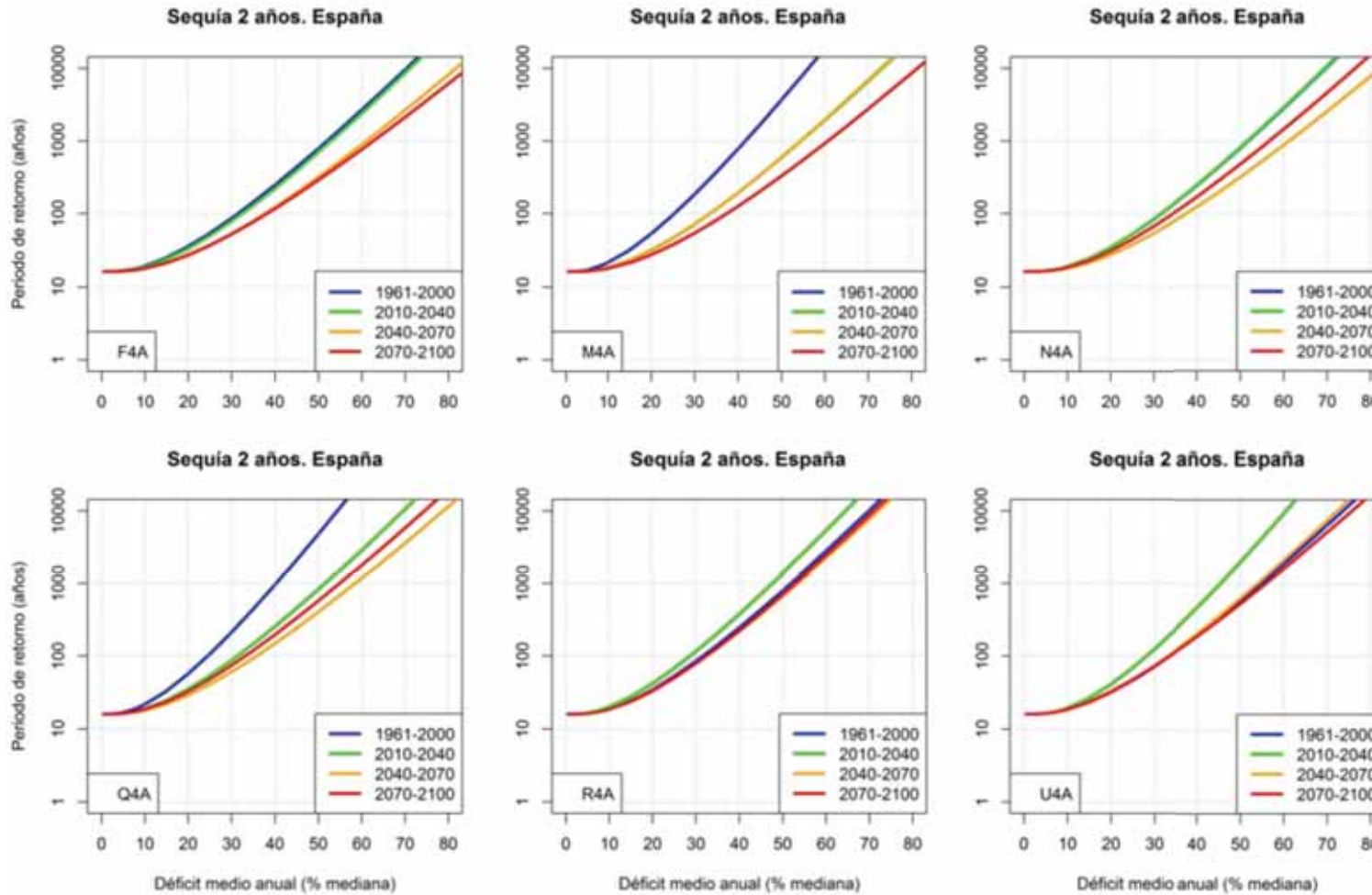
Se han analizado 864 series temporales mensuales de ESC:

- 18 ámbitos geográficos
- 12 proyecciones
- 4 periodos (PC 1961-2000, 3 PI: 2010-40, 2040-2070, 2070-2100): todas simuladas



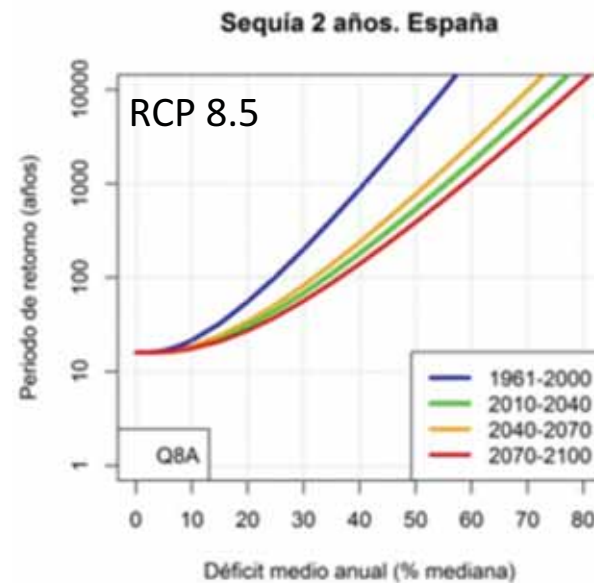
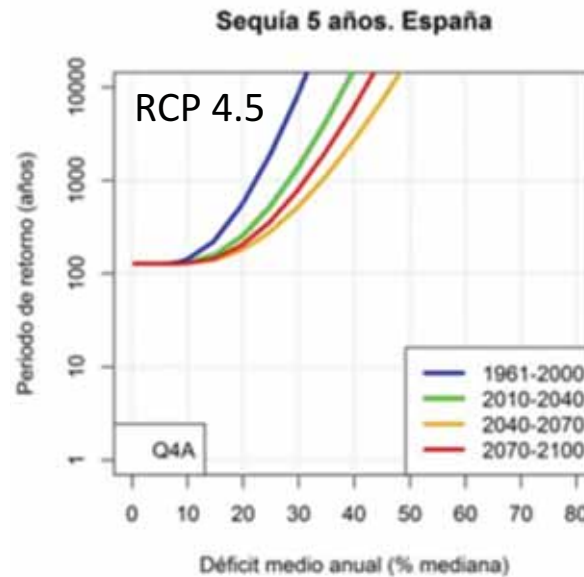
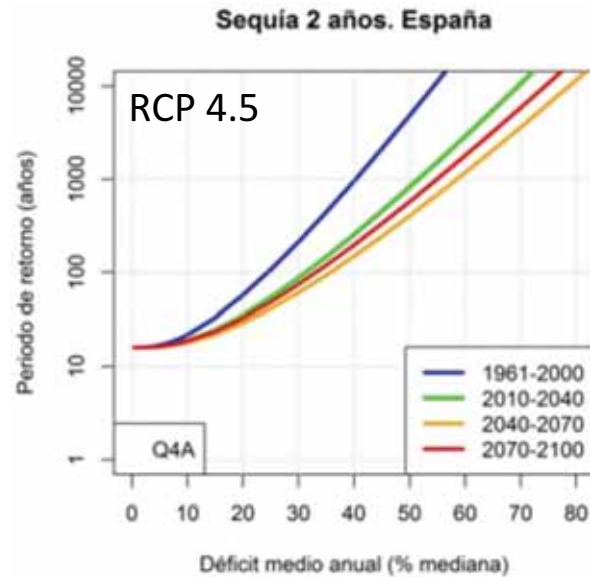
Sequías

Cambio en el régimen de sequías (para España y cada DH)



Más frecuentes en el futuro

Sequías



El PR de una sequía en España de 2 años con un Déficit medio anual superior al 20% de la mediana (serie simulada) pasa de 40 años a:

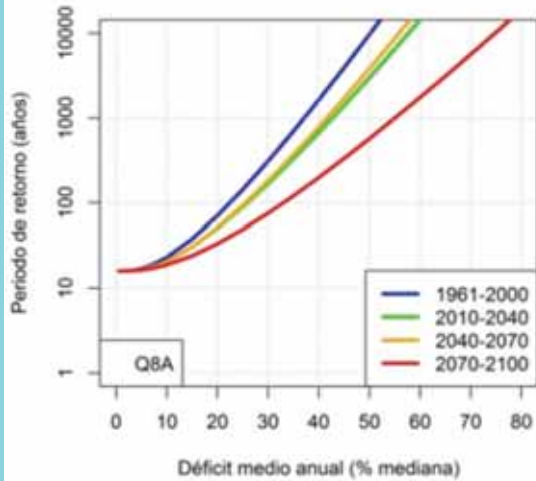
- 36 años para el PI1 y RCP 4.5
- 33 años para el PI1 y RCP 8.5
- 29 años para el PI3 y RCP 4.5
- 26 años para el PI3 y RCP 8.5



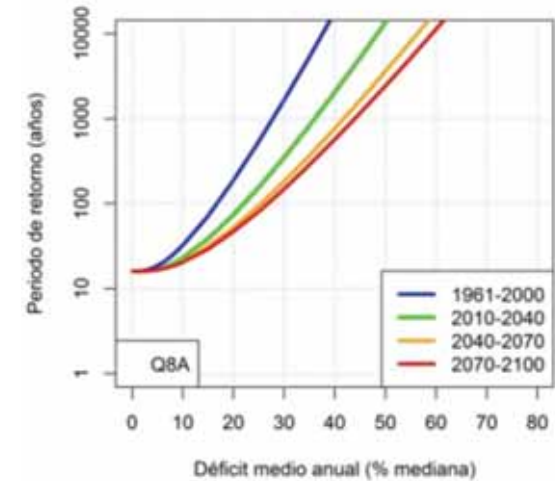
Sequías

Cambio en el régimen de sequías (variación espacial)

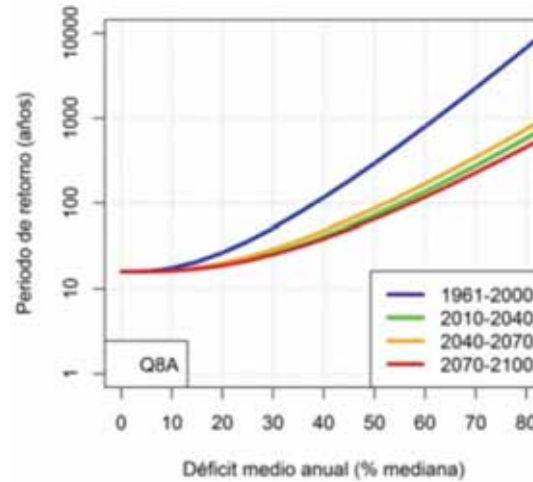
Sequía 2 años. Galicia Costa



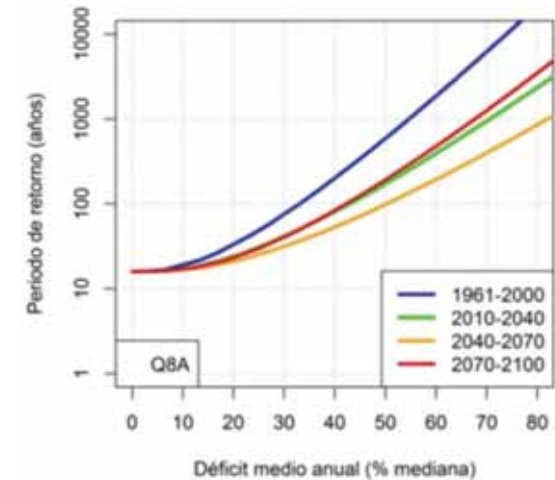
Sequía 2 años. Ebro



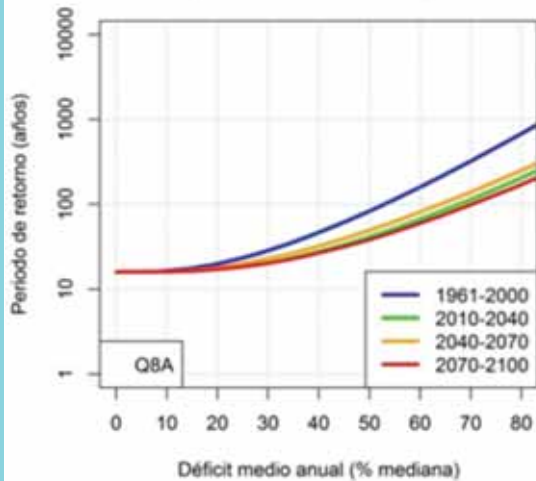
Sequía 2 años. Tajo



Sequía 2 años. Segura



Sequía 2 años. Guadalquivir



Conclusiones Sequías

1. Estimación según 12 proyecciones climáticas (AEMET).
2. **Incertidumbre** en resultados:
 - Sesgo en los valores climáticos de partida, mayor en Levante.
 - Discrepancia entre proyecciones.
3. Tendencia general a la reducción de RRHH, mayor en RCP 8.5 y hacia finales siglo → **menos agua**.
4. La reducción de RRHH es más intensa hacia el sur peninsular y en los archipiélagos y menor reducción, o incluso aumento en algunas zonas del este peninsular.
5. **Se pronostica un cambio en el régimen de sequías**. La mayoría de las proyecciones climáticas muestran un futuro en el que las sequías serían más frecuentes, acusándose ese efecto cuanto más nos alejamos en el siglo XXI. No obstante, hay proyecciones que no muestran tan clara esa señal, especialmente en cuencas del Levante y Canarias.
6. Se aprecian escasas diferencias entre los resultados aportados por ambos escenarios de emisiones, si bien las sequías tenderían a ser más frecuentes para el escenario RCP 8.5, sobre todo para los últimos periodos del siglo XXI.



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

SEMINARIO IMPACTOS Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR DEL SEGURO

Centro de Estudios Hidrográficos

Gracias por su atención

luis.m.barranco@cedex.es

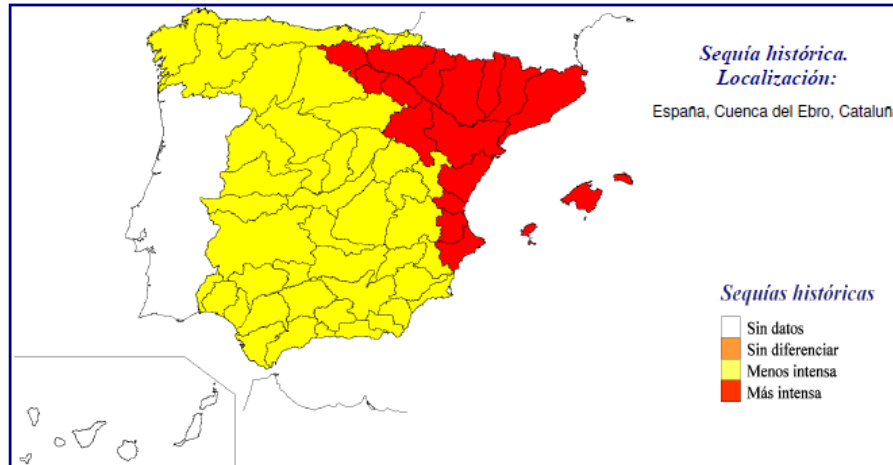
<http://www.adaptecca.es/sectores-y-areas/recursos-hidricos>

Catálogo y Publicación sobre Sequías Históricas



Fecha: 1748 a 1755

Id.: 125



Impactos: Económico Ambiental Hidrológico Social Nivel: 3

Descripción general

Albentosa (1992): numerosas rogativas en Tarragona, si bien fueron muy frecuentes en 1751, cuando "sólo recibió precipitaciones a finales de octubre, acabando con uno de los periodos más secos del siglo". En cualquier caso, continuaron las rogativas los años posteriores.

Alberola (1996, 1999, 2009): el periodo 1749-53 fue seco en tierras valencianas.

Barriados (1997, 2002): sequía y alto índice de sequía en Cataluña, Toledo y Sevilla basado en rogativas.

Barriados y Martín Vide (1996): sequía importante en Cataluña en 1751-54.

Bentabol (1900): 1749-1753: Generalizada en España.

CH Ebro (2007) y Barriados y Martín Vide (1996): 1751-1754: Periodo seco especialmente en Cataluña.

Díaz-Pintado (1991): sequía en La Mancha en 1747, 48, 49, 50, 52, 53, y 54.

Domínguez-Castro (2007, 2011): En 1750 hay rogativas en primavera en toda España, en otoño sólo en el Ebro y en invierno sólo en Sevilla. En 1751 hay numerosas rogativas en el norte de España y alguna en Murcia en primavera. En 1752 hay menos rogativas en el norte y raras en el sur (Zafra), en primavera. En 1753 y 1754 hay numerosas rogativas, especialmente en el NE, con episodios intensos en 1753 de hambre y revueltas. En 1755 apenas hay rogativas.

Font Tullot (1988): la sequía de 1749-53 afectó de manera generalizada a España y constituye un auténtico acontecimiento en la historia de España, si bien tuvo intensos temporales a finales de otoño de 1751. 1749-1755 fue un periodo de extremada sequedad en los Monegros.

Rodrigo et al (1999): índice de sequía en 1750-2 en Andalucía.

Saz y Creus (1998): racha seca por análisis dendrocronológico en Monegros en 1751-55.

Vicente Serrano y Cuadrat (2007): sequía intensa en el Ebro medio según índice de rogativas.

Serie del IPE de precipitación reconstruido con dendrocronología en cada región SIEH: sequía que comienza de manera suave y generalizada en 1748, que se intensifica posteriormente y tiene su cénit en 1754.

Referencias

- Font Tullot (1988)
- Barriados y Martín-Vide (1996)
- Barriados y Martín-Vide (1996)
- Barriados (1997)
- Domínguez-Castro et al. (2007)
- Bentabol (1900)
- CH Ebro (2007)
- Saz y Creus (1998)
- Albentosa (1992)
- Alberola (1996)
- Alberola (1999)
- Alberola (2009)
- Barriados (2002)

