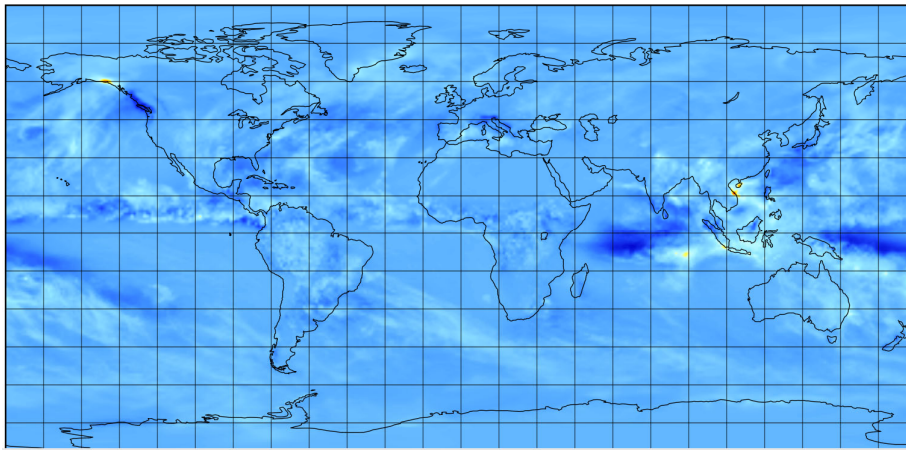


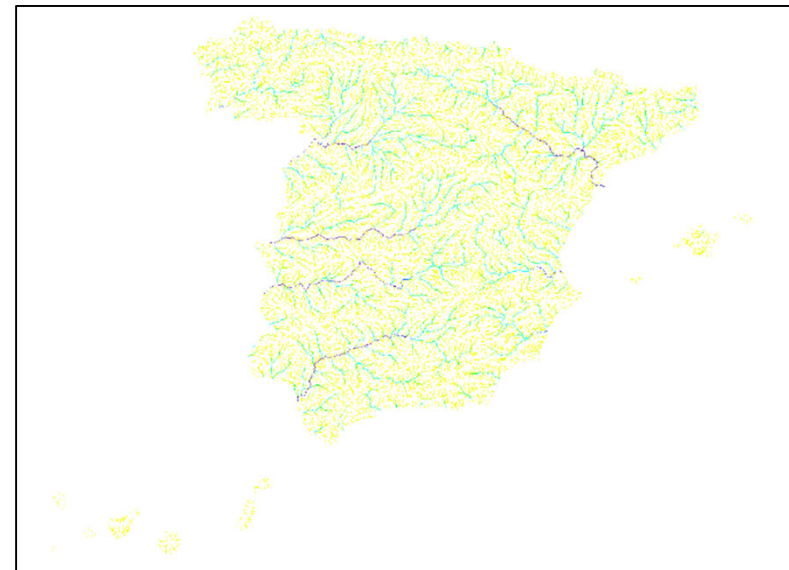
Predicción Hidrológica estacional

Seasonal hydrological prediction (SHP)

ECMWF- System 5



Hidrología: modelo Patricall



Miguel Ángel Pérez-Martín

Noviembre 2023

Predicción hidrológica estacional, está formada por dos partes fundamentales.

- **Condiciones hidrológicas iniciales**, obtenidas por simulación a partir de los datos de lluvia y temperatura registrados.
- **Lluvias y temperaturas futuras**. Dos casos: 6 meses y hasta final de año hidrológico.





Web Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Sistema de predicción hidrológica estacional de aportaciones en régimen natural en las cuencas hidrográficas intercomunitarias

Documentos:

- Bases técnicas
- Informe resumen mensual
- Informe detallado mensual

<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/Sistema-prediccion-hidrologica-estacional-CH-intercomunitarias.aspx>



Home > Agua > Temas > Evaluación de los recursos hídricos

Temas

- Estrategia y gobernanza en la gestión del agua y cambio climático
- Concesiones y autorizaciones
- Convenios y acuerdos internacionales
- Estado y calidad de las aguas
- Evaluación de los recursos hídricos**
- Boletín Hidrológico
- Evaluación de recursos hídricos en régimen natural (SIMPA)
- Sistema de Información del Anuario de Aforos
- Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH)
- Evaluación de los Recursos Hídricos Procedentes de la Innivación (ERHIN)
- Red oficial del seguimiento del estado cuantitativo de las aguas subterráneas
- Delimitación y restauración del Dominio Público Hidráulico
- Gestión de los riesgos de inundación
- Seguridad de presas y embalses
- Planificación hidrológica
- Gestión de sequías

Sistema de predicción hidrológica estacional de aportaciones en régimen natural en las cuencas hidrográficas intercomunitarias

La Dirección General del Agua desarrolla, en colaboración con la AEMET, una predicción mensual de las aportaciones hídricas en 80 puntos de control establecidos en las distintas cuencas hidrográficas intercomunitarias.

La **metodología** se basa en dos predicciones que se realizan de forma paralela y coordinada, basada en una metodología numérica elaborada por la Universidad Politécnica de Valencia, a partir de dos fuentes de información:

- los datos históricos de precipitación y temperatura de los últimos 30 años, registrados por la **AEMET**.
- la predicción hidrológica estacional basada en los mapas de precipitación y temperatura de la predicción meteorológica estacional a 6 meses obtenida del modelo del centro europeo de predicción climática a medio plazo (**European Centre for Medium-Range Weather Forecasts**) ECMWF- System 5.

Informes mensuales de resultados de predicción hidrológica estacional

- Mayo 2023: síntesis de resultados
- Mayo 2023: resultados detallados
- Junio 2023: síntesis de resultados
- Junio 2023: resultados detallados
- Julio 2023: síntesis de resultados
- Julio 2023: resultados detallados
- Agosto 2023: síntesis de resultados
- Agosto 2023: resultados detallados
- Septiembre 2023: síntesis de resultados
- Septiembre 2023: resultados detallados
- Octubre 2023: síntesis de resultados
- Octubre 2023: resultados detallados

Destacados

- 2ª convocatoria subvenciones PERTE ciclo urbano del agua
- 1ª convocatoria subvenciones PERTE regadíos

31/10/2023

La reserva hídrica española se encuentra al 37,9% de su capacidad

27/10/2023

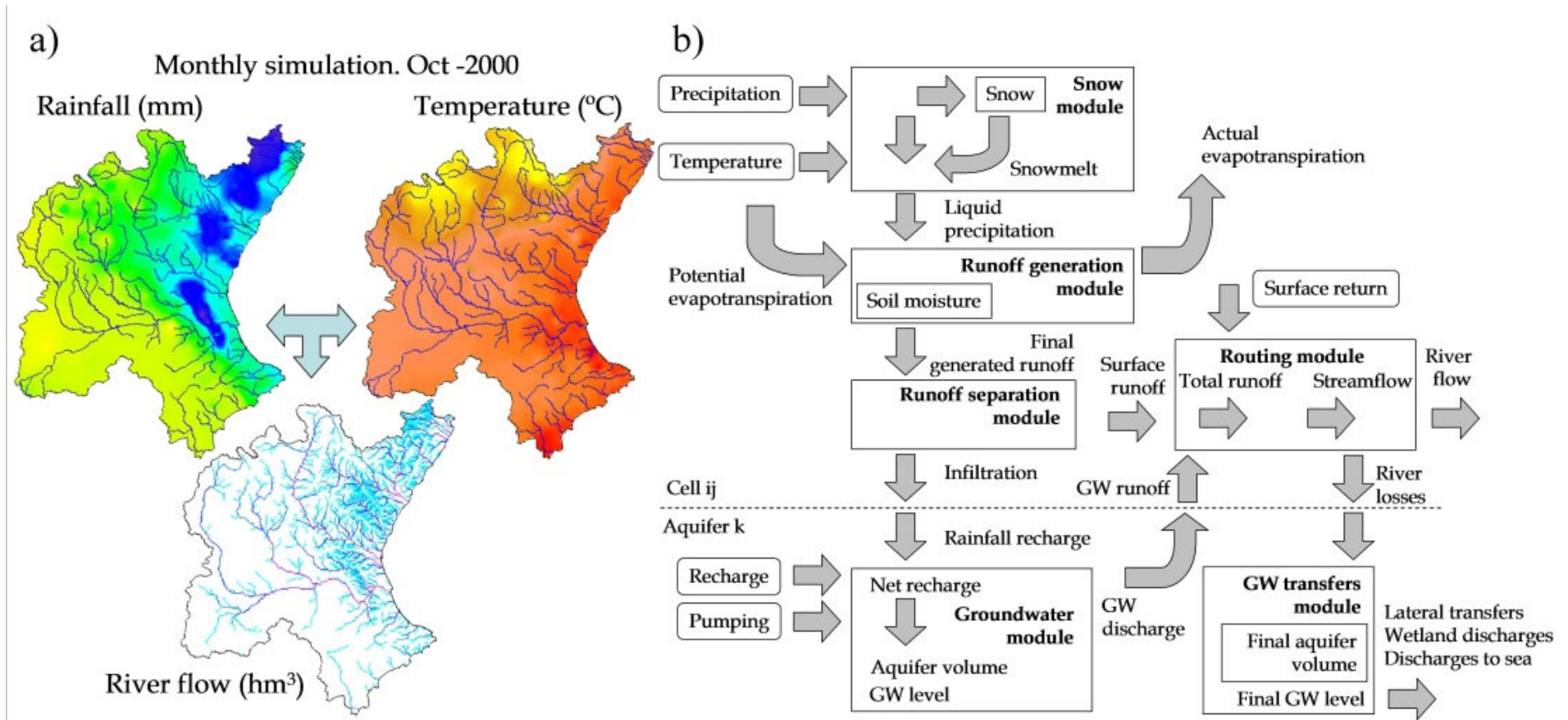
La Dirección General del Agua del MITECO organiza un webinar sobre las convocatorias del PERTE de digitalización del ciclo del agua

Noticias sobre Agua

Ver todas las noticias

Galería de imágenes - Evaluación Recursos Hídricos Procedentes de la Innivación

Modelo distribuido de balance de agua (1km x 1km)

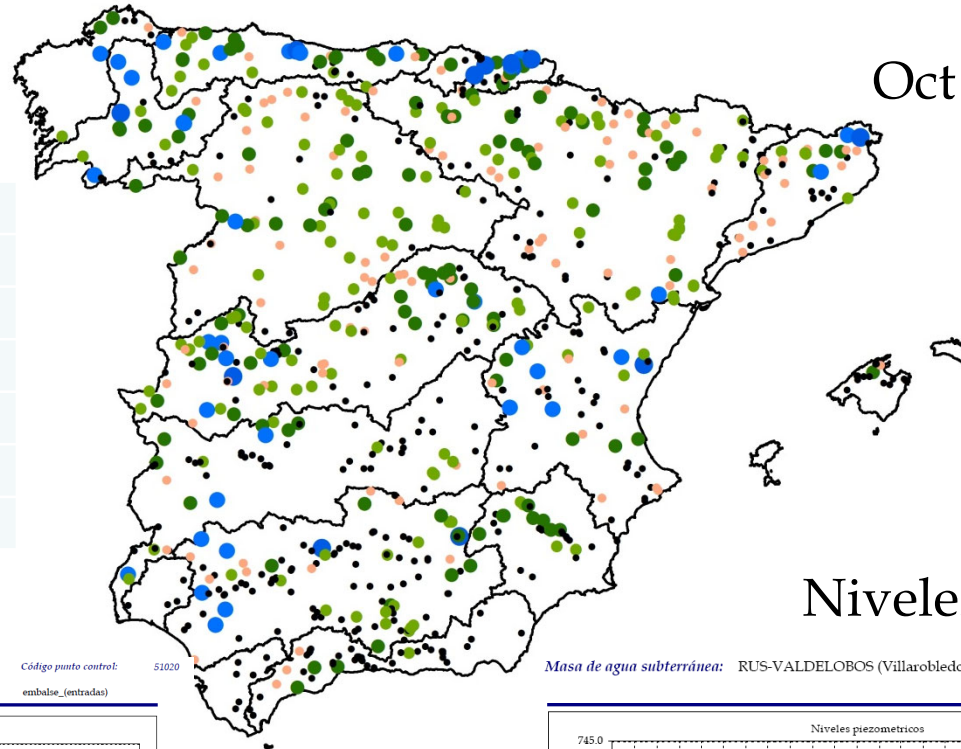


Pérez-Martín MA, Estrela T, Andreu J and Ferrer J. 2014. Modeling Water Resources and River-Aquifer Interaction in the Júcar River Basin, Spain. *Water Resource Management* (2014) 28:4337–4358 DOI 10.1007/s11269-014-0755-3

Calibración:

- Ajuste
- Muy bueno
 - Bueno
 - Satisfactorio
 - Cercano a satisfactorio
 - Lejos de satisfactorio
 - Mal Ajuste

Periodo:
Oct 1940 – Sep 2016



Niveles piezométricos

Nombre punto control: Río Guadalquivir embalse del Tranco de Beas

Código punto control: 51020

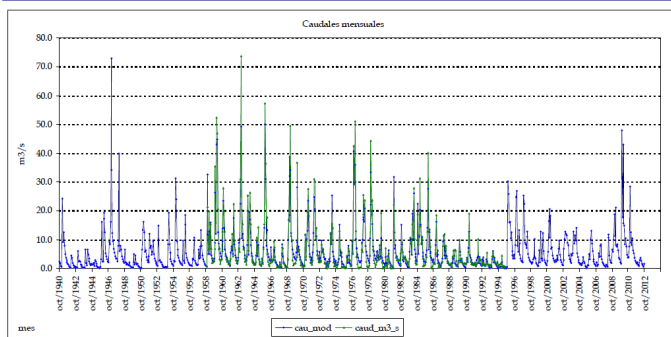
Masa de agua subterránea: RUS-VALDELOBOS (Villarobledo)

GUADALQUIVIR

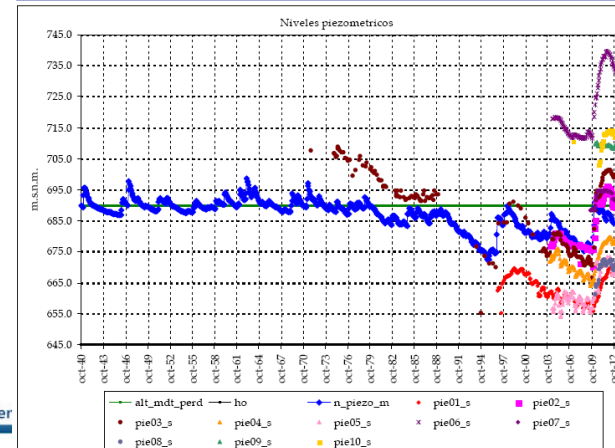
10051020

embalse_(entradas)

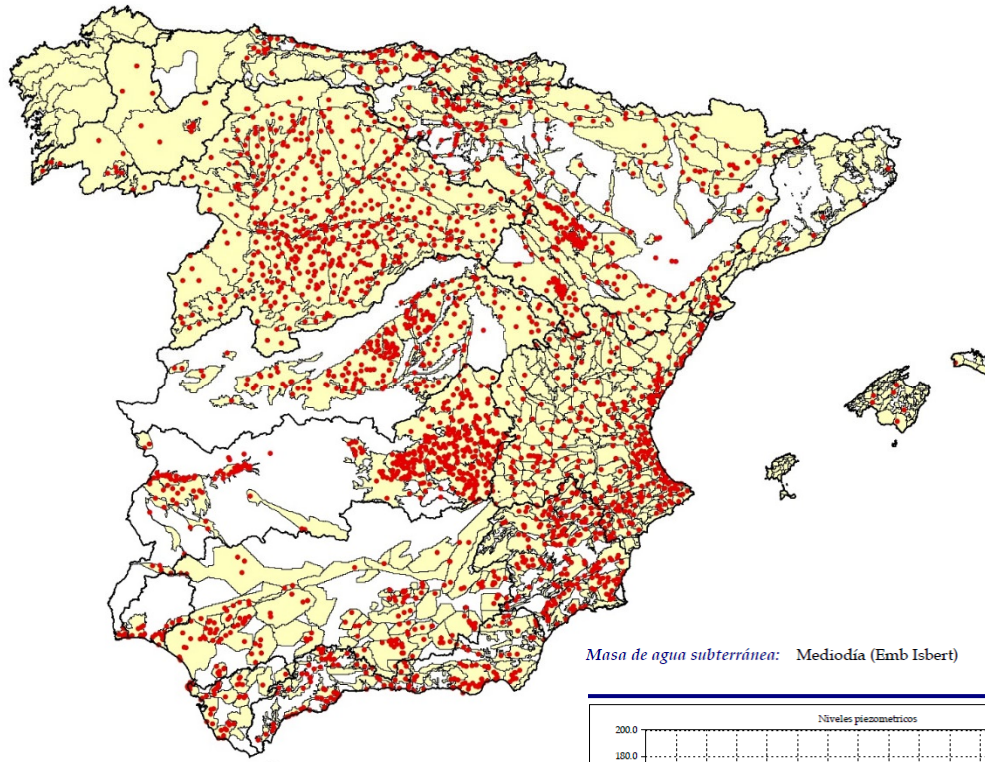
GUADIANA



Caudales
superficiales



	Qcalc	Qobs	Bias	Bias	Bias relativo	E coef eficien	Rs	ISE	Datos coincidentes
	(m³/s)	(m³/s)	(calc-obs) (m³/s)	(hm³/año)	(%)	(=1 perfecto)	(=1 perfecto)	(=0 perfecto)	(%)
desde 1940	6.07	6.48	-0.41	-12.89	-6.39%	0.87	0.91	0.53	100.00%
desde 1980	3.92	4.31	-0.39	-12.06	-8.99%	0.81	0.88	0.57	100.00%
desde 1990	1.90	2.43	-0.53	-16.40	-21.72%	0.70	0.83	0.63	100.00%
desde 2000									

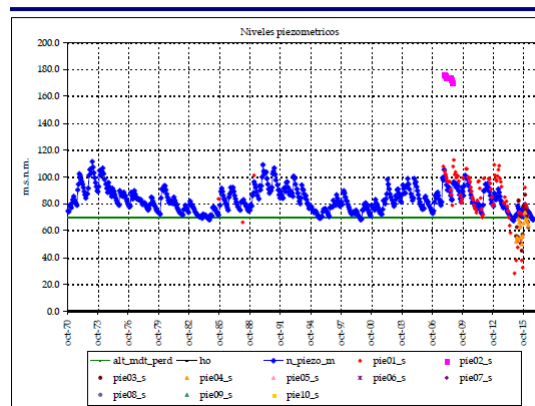


- 800 masas de agua subterráneas
- 3000 sectores modelizados

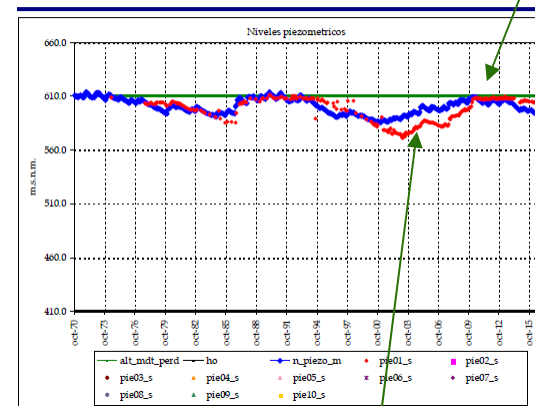
Para cada sector, relación río acuífero

Conectado

Masa de agua subterránea: Mediodía (Emb Isbert)



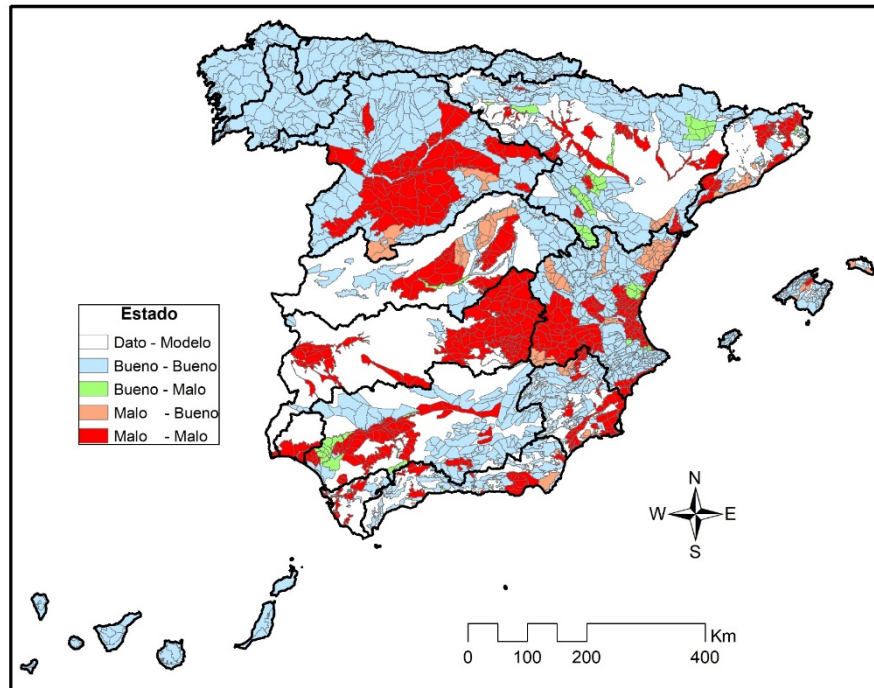
Masa de agua subterránea: Barrancones (Serpis, Alcoy)



Calibración cantidad y calidad (Nitrato)

Modelo hidrológico calibrado en cantidad (caudales y niveles piezométricos) y calidad del agua (nitrato)

Utilizado en planificación hidrológica de España por más de 10 años



Validación de los resultados del modelo con las declaraciones de mal estado por nitrato.

Perez-Martin, Miguel A.; Estrela, Teodoro; del-Amo, Patricia. 2016. Measures required to reach the nitrate objectives in groundwater based on a long-term nitrate model for large river basins (Jucar, Spain).

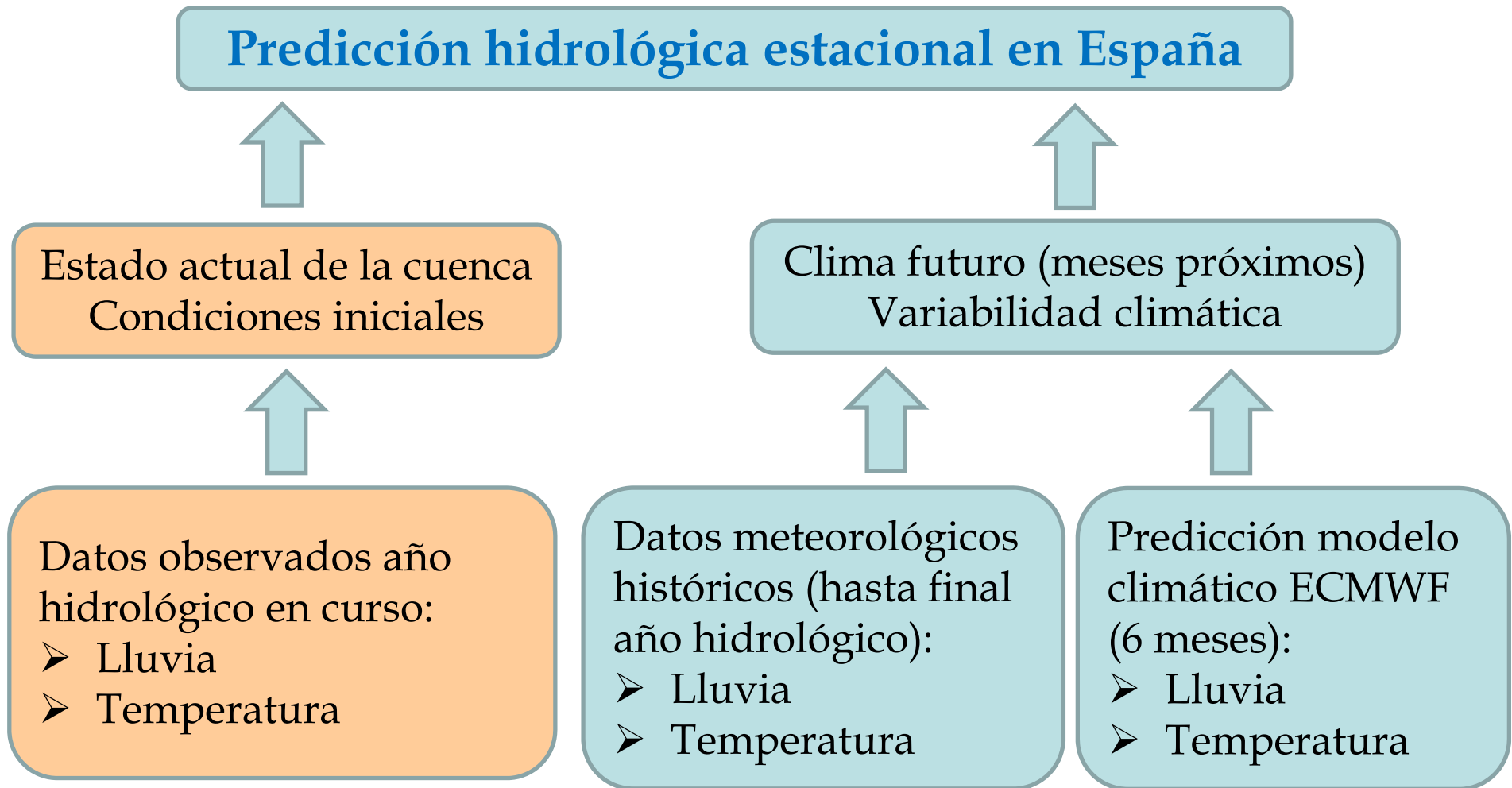
Science of the Total Environment Volume: 566 Pages: 122-133. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.04.20



Predicción hidrológica estacional en España



Predicción Hidrológica Estacional



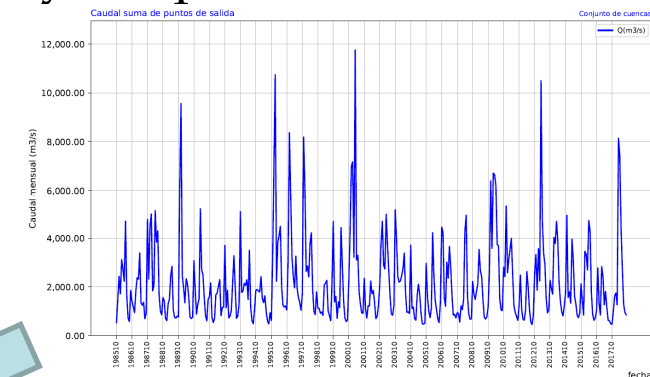
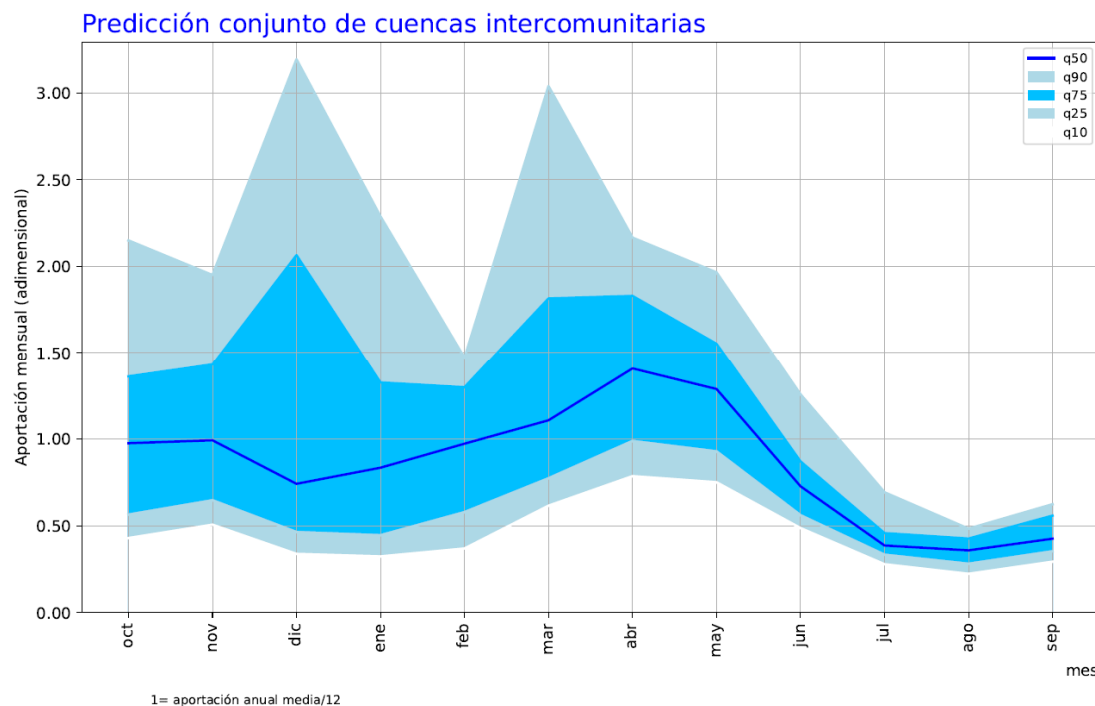
Adaptado de Guidelines on Seasonal Hydrological Prediction (WMO, 2021)

Condiciones hidrológicas iniciales, simulación con la lluvia y temperatura observada de la Aemet hasta la fecha de inicio de la predicción

Predicción hidrológica estacional, dos tipos:

- **Clima histórico:** hasta final del año hidrológico, simulación con la lluvia y temperatura de años anteriores (últimos 32 años).
- **Modelo climático ECMWF System 5.1.** Predicción a 6 meses, precipitación y temperatura. Previsión media y múltiples previsiones (members, 51)

Caudales en régimen natural calculados con el modelo hidrológico Patricial a partir de los registros históricos de lluvia y temperatura periodo 1985/86 - 2017/18



Línea azul: mediana $q(p=50\%)$

Area azul oscura intervalo entre $q(p=25\%)$ y $q(p=75\%)$

Area azul clara intervalo entre $q(p=10\%)$ y $q(p=90\%)$

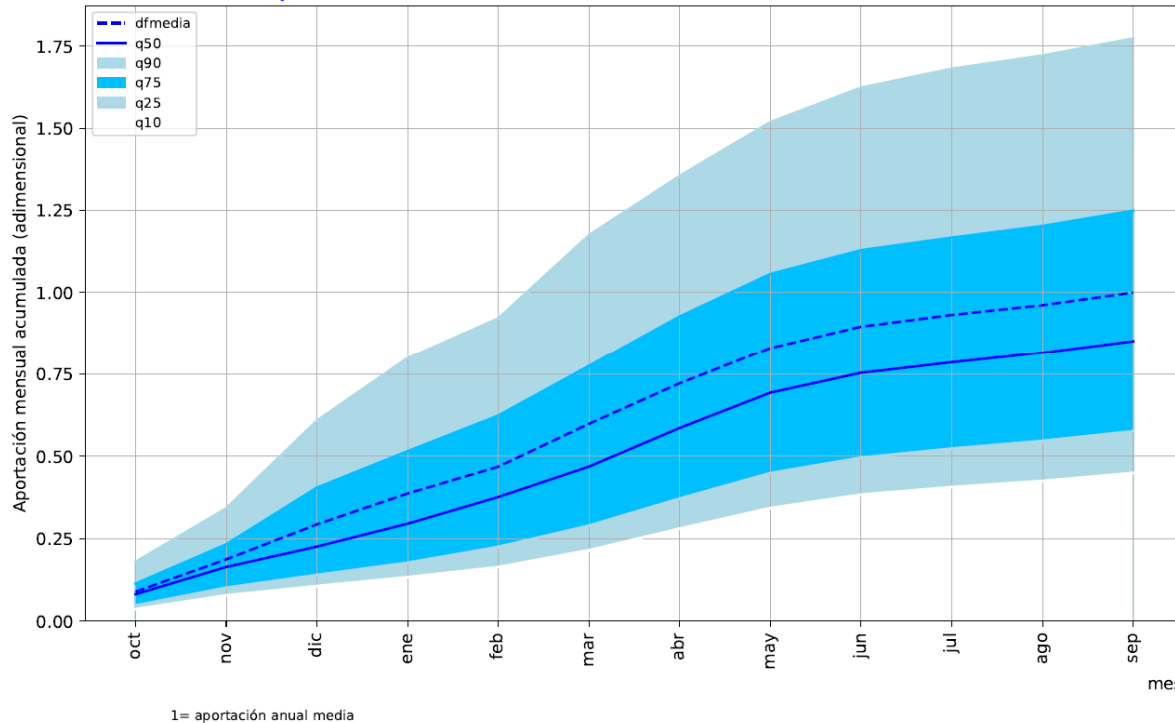
Valor 1.0 es igual al caudal medio mensual.

0.5 indica la mitad del caudal medio

2.0 indica el doble del caudal medio

Aportación acumulada

Predicción conjunto cuencas intercomunitarias:



Línea azul discontinua: media finaliza en 1

Línea azul: mediana $q(p=50\%)$

Area azul oscura intervalo entre $q(p=25\%)$ y $q(p=75\%)$

Area azul clara intervalo entre $q(p=10\%)$ y $q(p=90\%)$

Aportación p50% (mediana) es del orden 0.85 media Guadalquivir 0.5

Valor 1.0 es igual al caudal medio mensual.

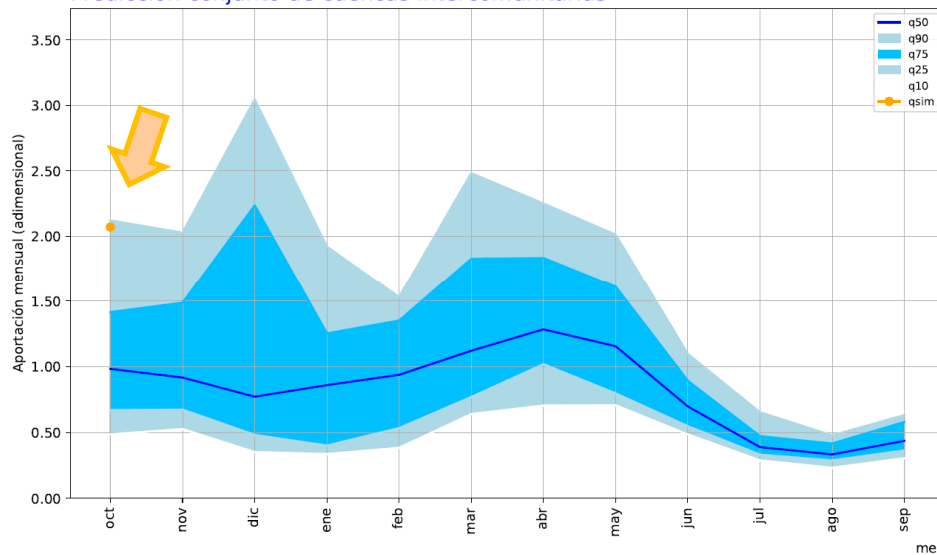
0.5 indica la mitad del caudal medio

2.0 indica el doble del caudal medio

Humedad del suelo, volumen almacenado en los acuíferos y volumen en forma de nieve.

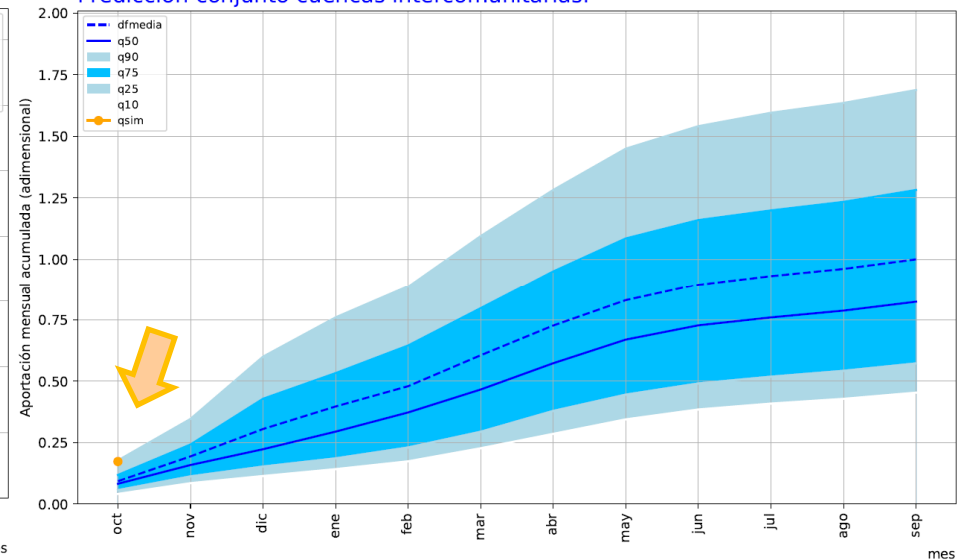
Calculado con el modelo Patrical a partir de los datos de la Aemet de los últimos meses. Lluvia (2700 estaciones) y Temperatura (1500 estaciones)

Predicción conjunto de cuencas intercomunitarias



1= aportación anual media/12

Predicción conjunto cuencas intercomunitarias:

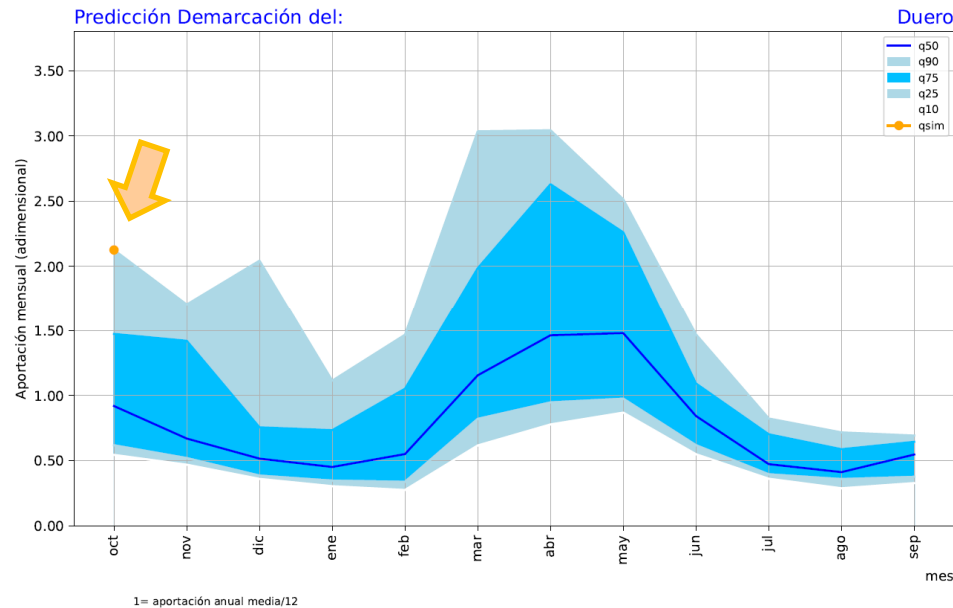


1= aportación anual media

Color naranja: Indica si la situación hidrológica es mejor de lo normal o es peor de lo normal. Condiciona el resto de resultados

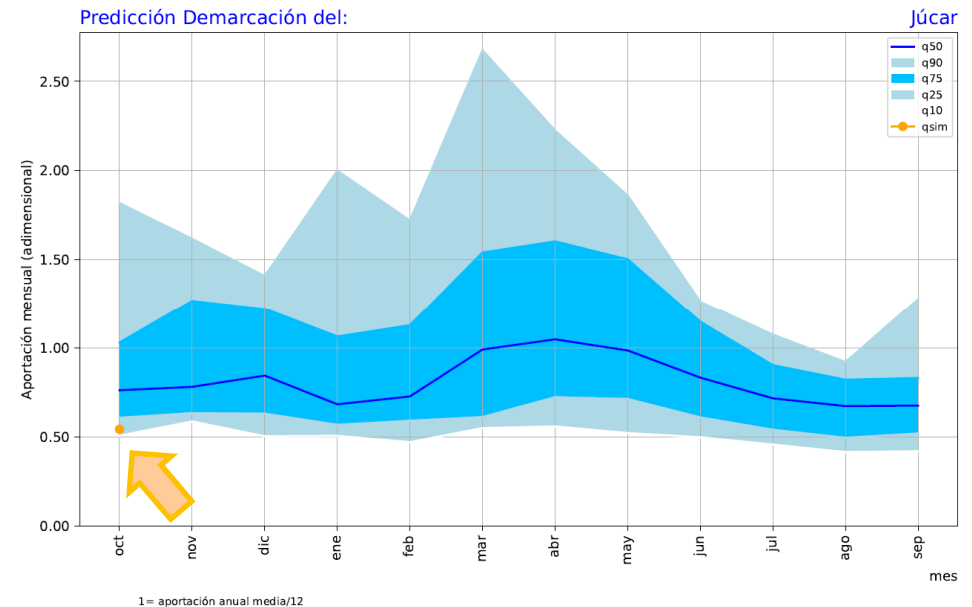
Diferente en cada Demarcación hidrográfica

Ejemplo de cuenca hidrográfica en condiciones iniciales mejor de lo normal



Aportación natural del último mes el doble de la aportación anual media/12

Ejemplo de cuenca hidrográfica en condiciones iniciales peor de lo normal

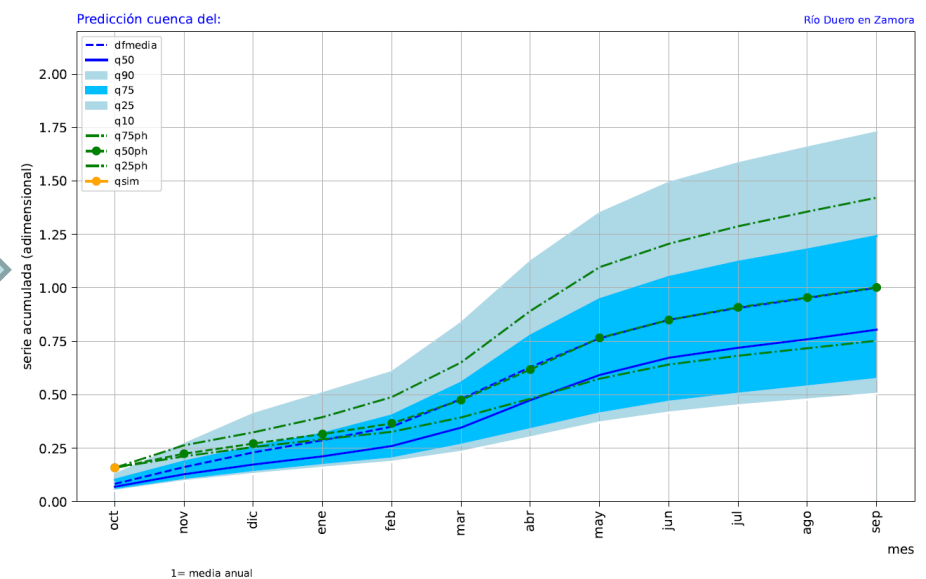
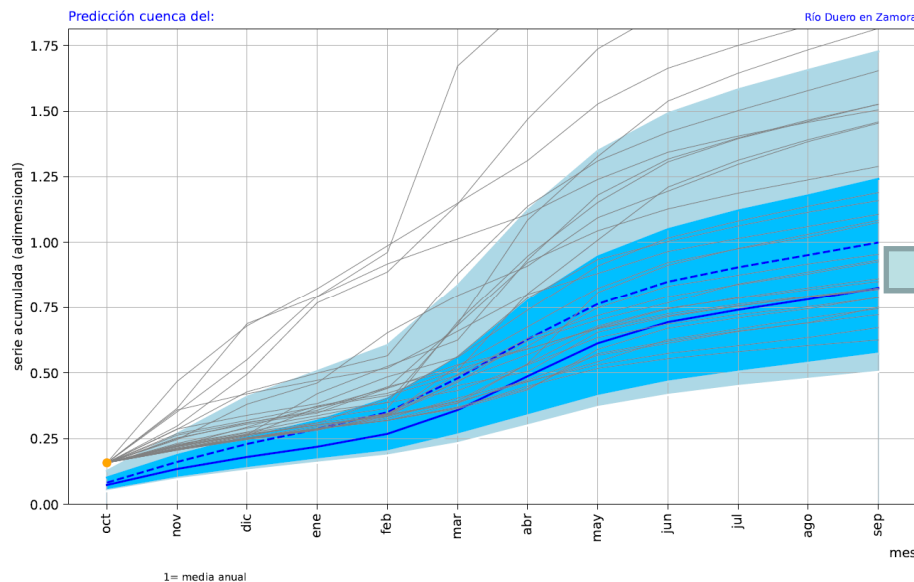


Aportación natural del último mes 0.5-0.6 de la aportación anual media/12

Predicción con lluvias históricas. Verde

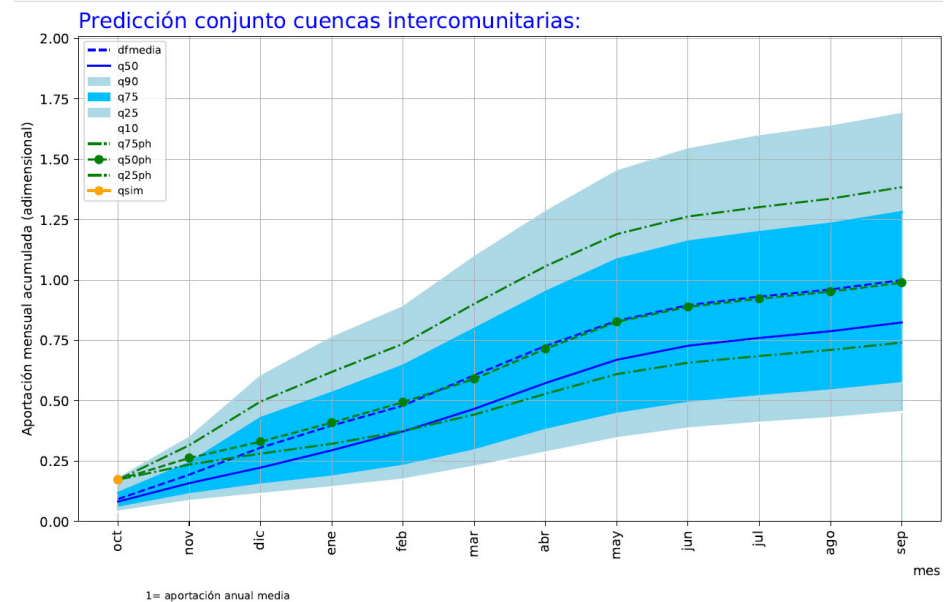
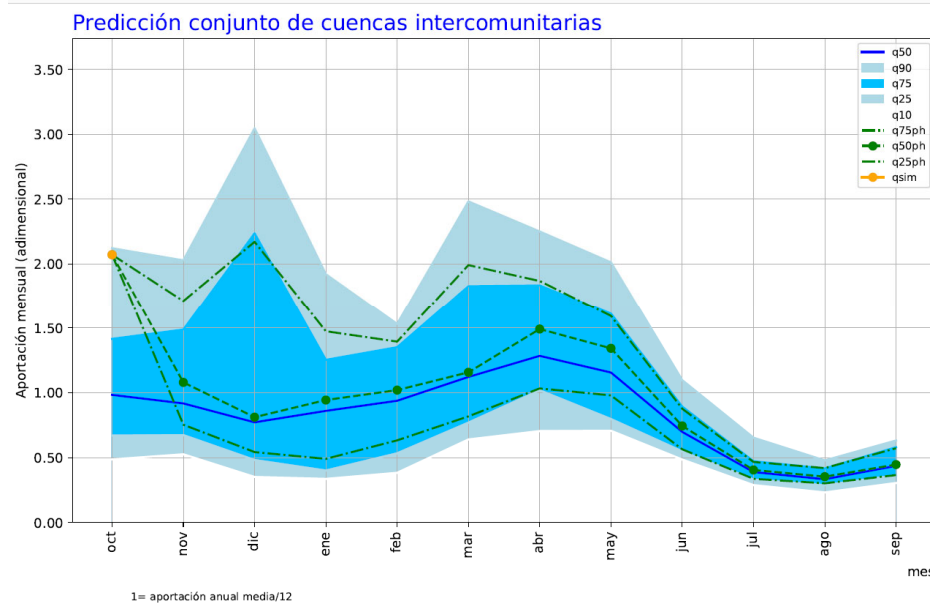
Todas las predicciones de aportaciones condicionadas por el estado inicial de la cuenca hidrográfica. Cálculo hasta el final del año hidrológico.

Predicción elaborada con las lluvias y temperaturas históricas: Cada serie corresponde con el caudal calculado si se dan las lluvias y temperaturas de 1985/86, 1986/87, 1987/88, 1988/89, ..., 2017/18. 32 series (realizaciones)



32 series determinan la horquilla de la predicción. P25%, P50% y P75%

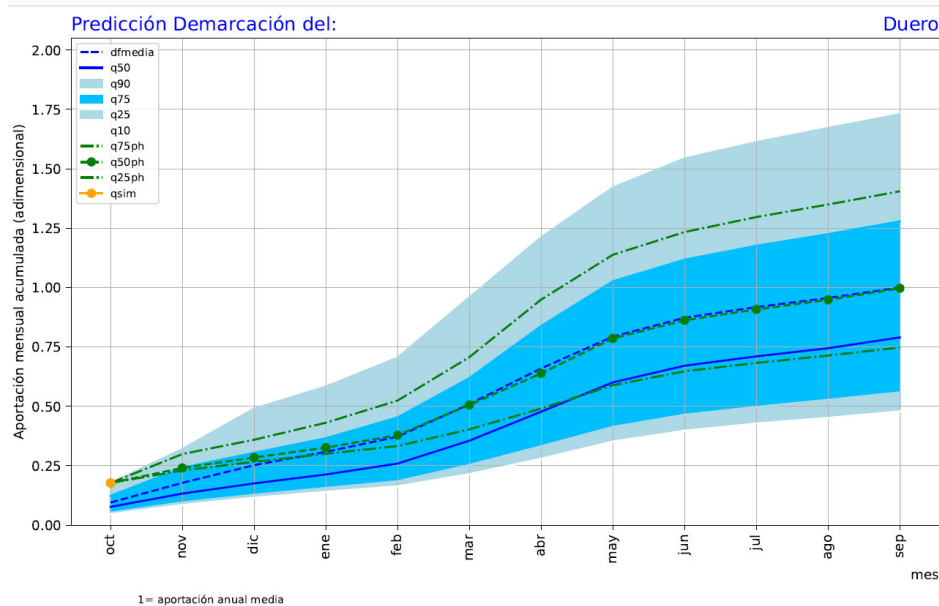
Predicción condicionada a la situación inicial. Similar a la azul pero desplazada dependiendo de las condiciones iniciales



Debido a las condiciones iniciales, la predicción media para la aportación de este año (2023-2024) sería similar a la aportación media anual, superior a lo que sería un año normal q(p50)

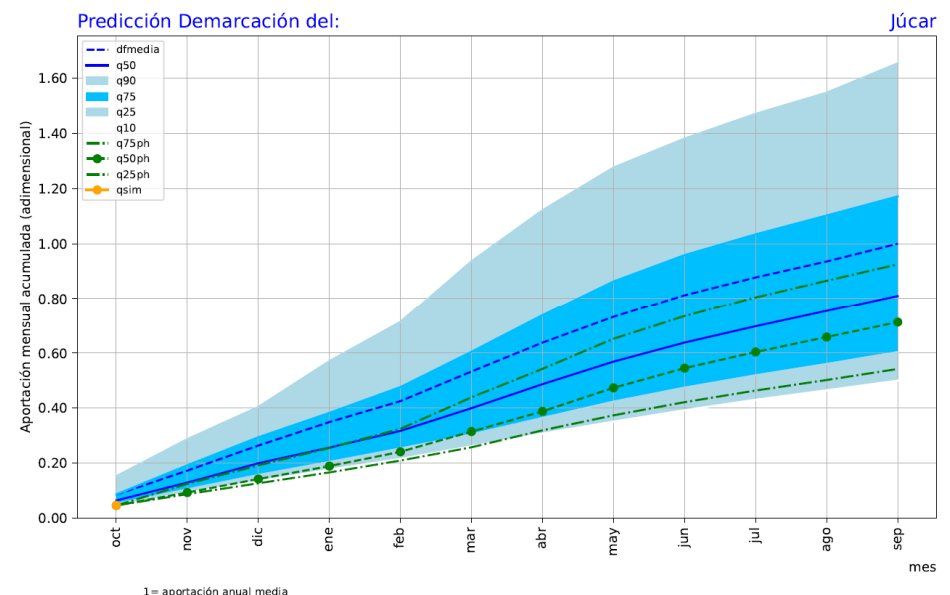
Diferente en cada Demarcación hidrográfica

Ejemplo de cuenca hidrográfica con predicción mayor a lo normal



Aportación anual P50% \approx
Aportación anual media

Ejemplo de cuenca hidrográfica con predicción menor a lo normal

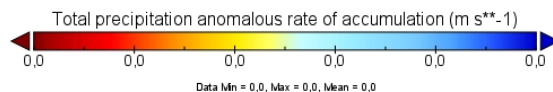
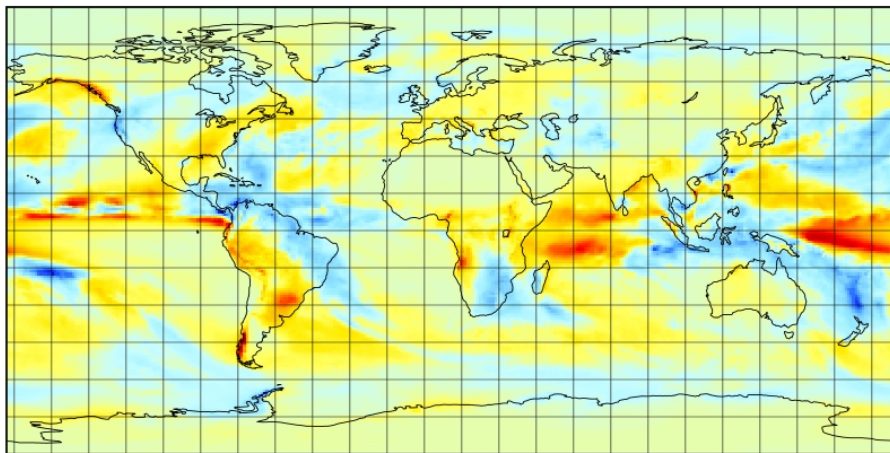


Aportación anual P50% \approx
70% Aportación anual media

Predicción elaborada con las lluvias y temperaturas del ECMWF. Lluvias y temperaturas hasta los próximo 6 meses. Regionalización (Bias correction) para España European Commission- Copernicus - ECMWF - Climate Change Service

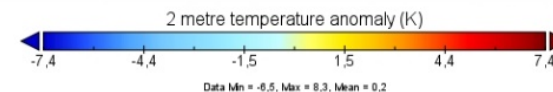
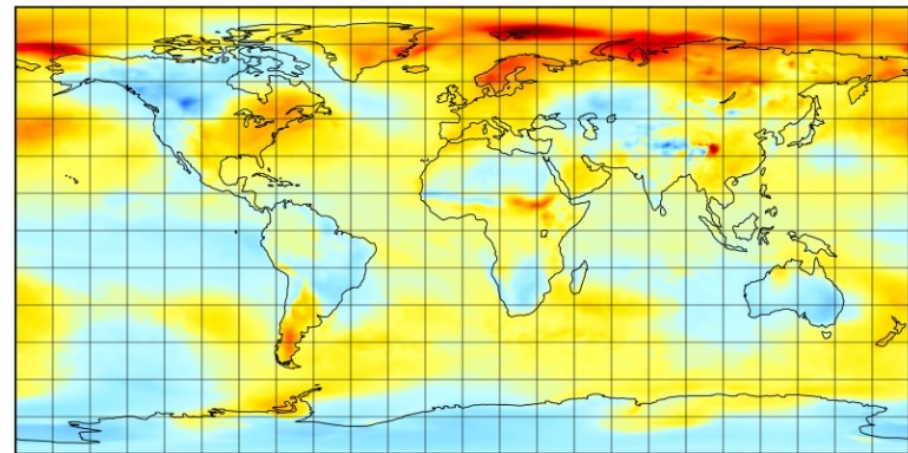
Precipitation

Total precipitation anomalous rate of accumulation



Temperatura

2 metre temperature anomaly



ECMWF System 5

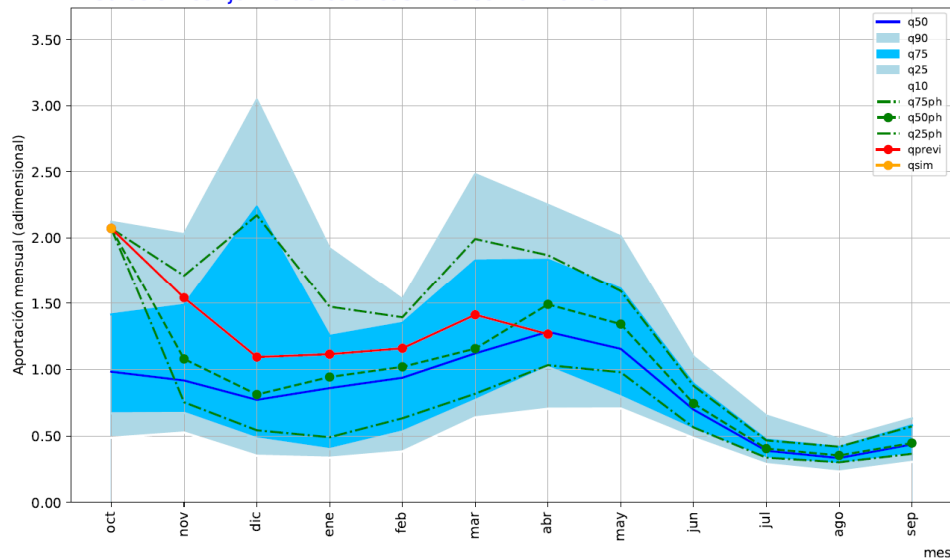
<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/seasonal-monthly-single-levels?tab=form>

Predicción con ECMWF. Rojo

Predicción correspondiente al p50%. Avance de 6 meses

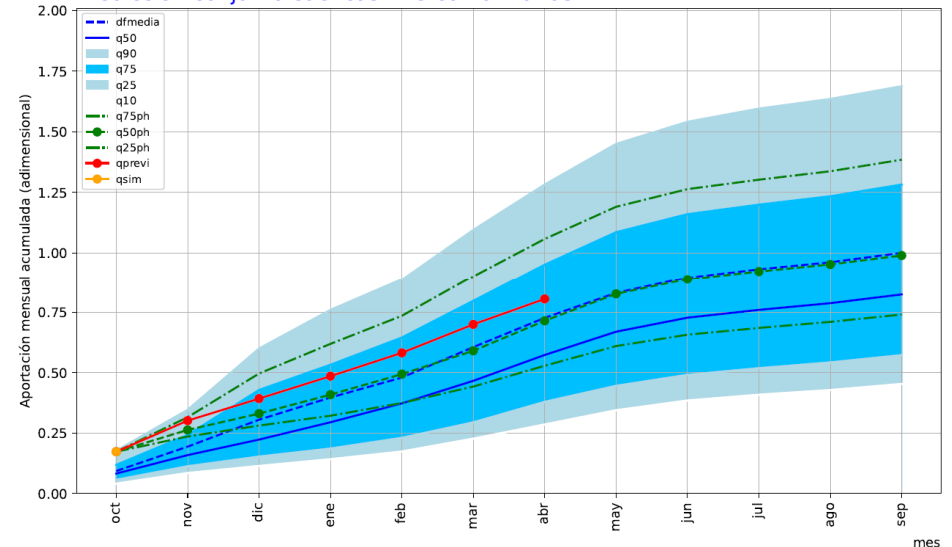
Se dispone de todo el conjunto (ensemble) de predicciones (51 realizaciones - members)

Predicción conjunto de cuencas intercomunitarias



1= aportación anual media/12

Predicción conjunto cuencas intercomunitarias:



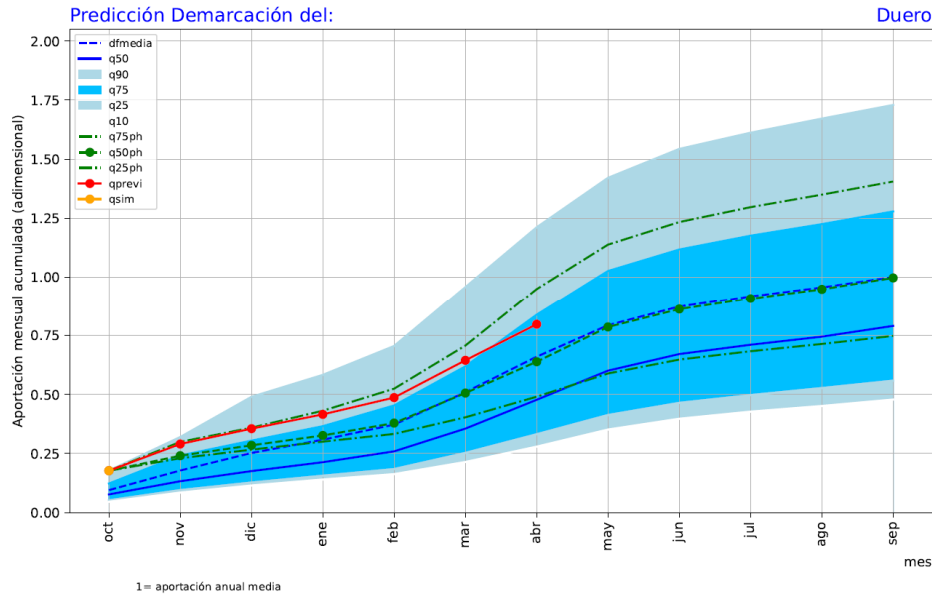
1= aportación anual media

La comparación de la línea roja con la horquilla verde, muestra si va a ser especialmente húmedo o seco.

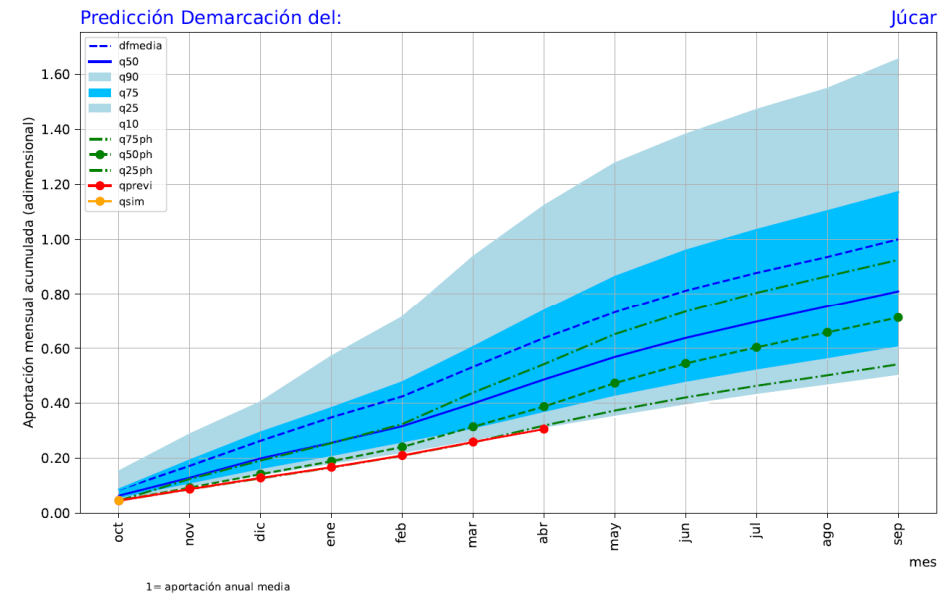
Los próximos 6 meses las aportaciones serán superiores a lo habitual

Diferente en cada Demarcación hidrográfica

Ejemplo de cuenca hidrográfica con predicción mayor a lo normal



Ejemplo de cuenca hidrográfica con predicción menor a lo normal

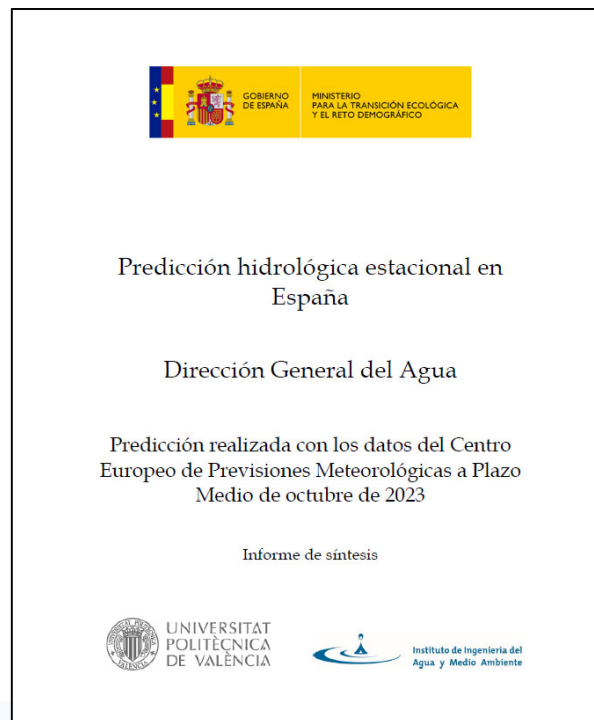


Aportación hasta marzo P50%
≈ Correspondiente a un año
húmedo (percentil 70-75%)

Aportación hasta marzo P50% ≈
Año bastante seco (percentil 10%)

Informes de resultados

Informe de síntesis mensual



Informe detallado por puntos

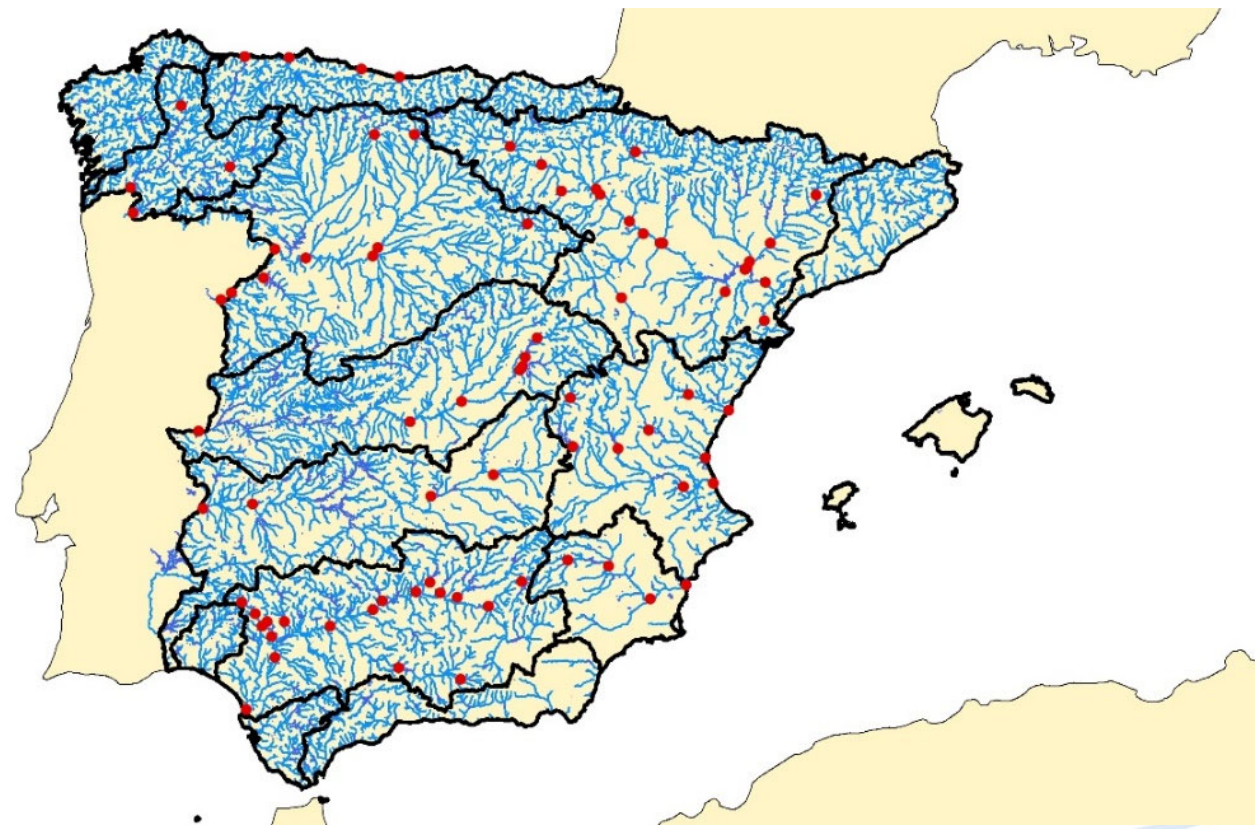




Resultados por Demarcación y por puntos relevantes

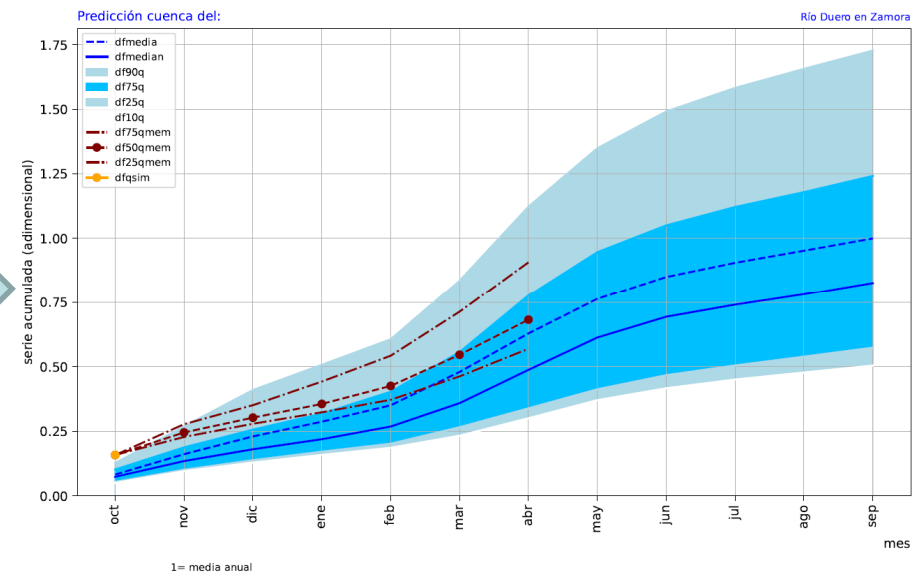
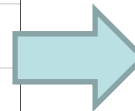
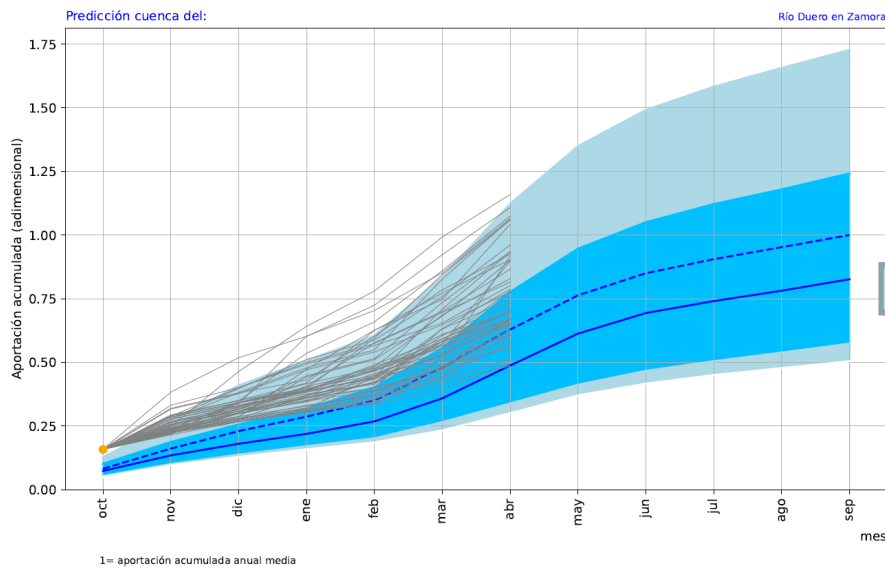


Resultados por Demarcación hidrográfica y resultados en los
80 puntos identificados como relevantes



Resultados por puntos y horquilla de predicción

Para cada uno de los 80 puntos resultados de las 51 realizaciones del ECMWF, proporciona la horquilla de la predicción. Ver Tablas



La horquilla de la predicción es relativamente estrecha P25% y P75%

Predicción a final de año hidrológico. Tabla

Demarcación	Nº Puntos	Oct-Sep	Oct-Sep	Oct-Sep	Peso	Mediana
		P50%	P25%	P75%		
Miño-Sil	4	1.11	0.83	1.52	0.15	0.83
Cantábrico	4	0.98	0.73	1.25	0.12	0.90
Duero	10	1.00	0.75	1.41	0.16	0.82
Tajo	7	1.00	0.70	1.75	0.13	0.62
Guadiana	4	0.65	0.42	1.42	0.05	0.42
Guadalquivir	19	0.53	0.32	1.14	0.10	0.51
Segura	4	0.74	0.56	1.09	0.01	0.76
Júcar	9	0.70	0.52	0.92	0.03	0.82
Ebro	19	0.96	0.76	1.24	0.23	0.88
Total	80	0.93	0.69	1.37	1.00	0.76

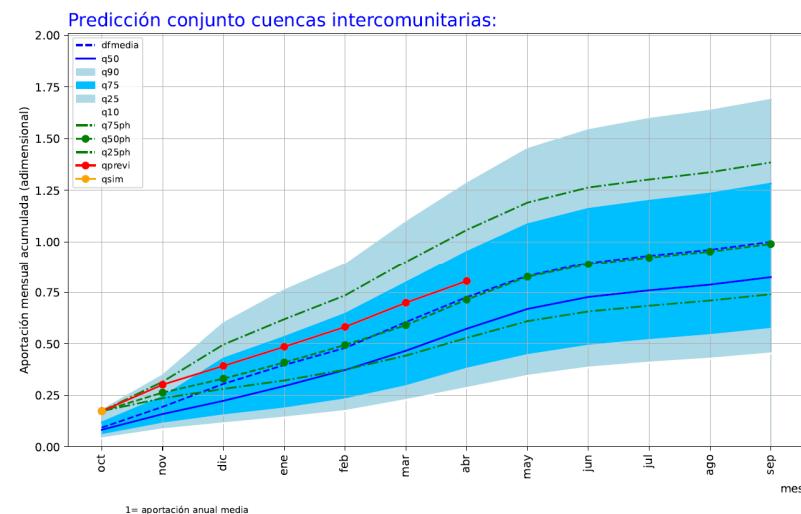


Tabla referida a la aportación media

Tabla también para los 80 puntos de control

Demarcación	Oct-Sep	Oct-Sep	Oct-Sep	Peso	Nombre del punto	Mediana
	P50%	P25%	P75%			
Miño-Sil	1.23	0.86	1.76	0.00	Río Limia completo embalse de Linoso	0.68
Miño-Sil	1.14	0.76	1.59	0.00	Río Miño en Lugo	0.87
Miño-Sil	1.06	0.80	1.49	0.00	Río Sil medio embalse de Pumares	0.81
Miño-Sil	1.11	0.83	1.52	1.00	Río Miño (embalse de Frieria)	0.83
Cantábrico	0.94	0.76	1.15	0.13	Río Deva (Cares) en desembocadura	0.93
Cantábrico	0.91	0.69	1.18	0.14	Río Sella en Ribadesella	0.89
Cantábrico	0.98	0.74	1.22	0.46	Río Nalón	0.92
Cantábrico	1.04	0.73	1.39	0.27	Río Navía	0.87

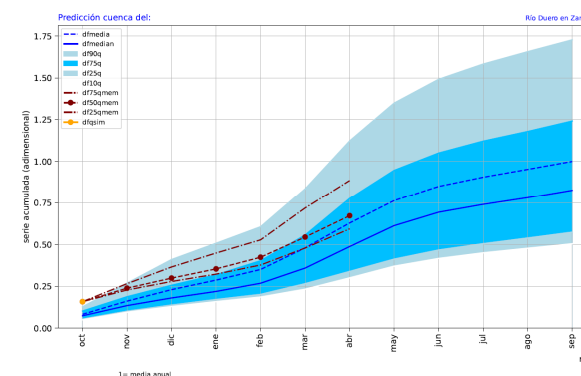
Predicción a 3 y 6 meses ECMWF. Tabla

ECMWF		Predicción a 3 meses			Predicción a 6 meses		
Demarcación	Puntos	P50%	P25%	P75%	P50%	P25%	P75%
Miño-Sil	4	1.76	1.13	2.46	1.52	0.99	2.09
Cantábrico	4	1.34	0.92	1.77	1.24	0.90	1.65
Duero	10	1.51	1.21	2.48	1.35	1.10	2.04
Tajo	7	1.72	0.88	3.45	1.51	0.82	2.79
Guadiana	4	1.40	0.54	4.07	1.24	0.49	3.66
Guadalquivir	19	0.97	0.39	2.41	0.94	0.41	2.25
Segura	4	0.79	0.66	1.18	0.81	0.60	1.25
Júcar	9	0.64	0.59	0.81	0.63	0.54	0.84
Ebro	19	1.29	0.91	1.73	1.09	0.81	1.48
total	80	1.41	0.90	2.36	1.25	0.83	2.03

Tabla referida a mediana $q(p50\%)$

Tabla también para los 80 puntos de control

Demarcación	Predicción a 3 meses			Predicción a 6 meses			Peso	Nombre del punto
	P50%	P25%	P75%	P50%	P25%	P75%		
Miño-Sil	2.11	1.26	3.19	1.87	1.10	2.92	0.00	Río Limia completo embalse de Linoso
Miño-Sil	1.60	1.06	2.07	1.49	1.02	2.04	0.00	Río Miño en Lugo
Miño-Sil	2.07	1.48	2.92	1.55	1.16	2.13	0.00	Río Sil medio embalse de Pumares
Miño-Sil	1.76	1.13	2.46	1.52	0.99	2.09	1.00	Río Miño (embalse de Frieria)
Cantábrico	1.23	0.86	1.58	1.16	0.88	1.46	0.13	Río Deva (Cares) en desembocadura
Cantábrico	1.27	0.87	1.63	1.19	0.87	1.53	0.14	Río Sella en Ribadesella
Cantábrico	1.30	0.91	1.71	1.21	0.89	1.58	0.46	Río Nalón
Cantábrico	1.50	1.00	2.04	1.37	0.93	1.91	0.27	Río Navía



Predicción hidrológica estacional en régimen natural operativa para España. En cualquier punto de la península Ibérica.

Método combina dos tipos de predicción hidrológica:

- Basada en los datos de lluvia y temperatura histórico, hasta final del año hidrológico. Define la horquilla de la predicción y acota la predicción.
- Basada en el modelo de clima ECMWF,. Define la zona más probable de la predicción en los siguientes 6 meses.

Método robusto, basado en la horquilla (lluvia histórica) y la zona más probable dentro de la horquilla (lluvia ECMWF).

Experiencia durante la aplicación: hay que actualizar la predicción cada mes para seguir la evolución



Gracias por la atención

