



CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA  
— DEL DUERO —

SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN  
(SAD) DE LA CHD



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL DUERO, O.A.



CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA  
DEL DUERO

# ÍNDICE DE CONTENIDOS:

## 1. INICIOS

- FEWS
- Nuevas necesidades y planteamientos.



## 2. PRESENTE

- El SAIH Duero en cifras.
- Modelos desplegados / Datos de entrada utilizados.
- Partidas existentes en el Pliego

## 3. FUTURO

- Sigüientes pasos.
- Retos a la vista.

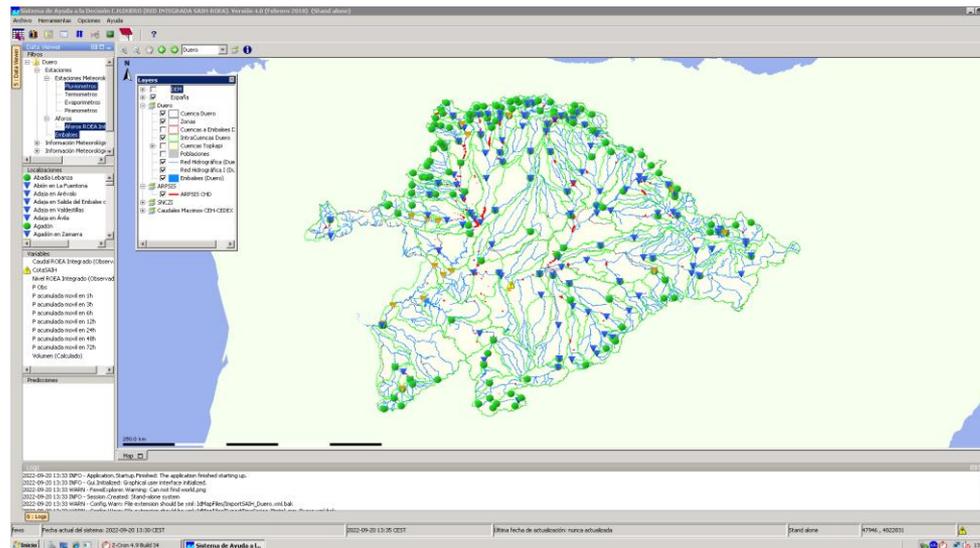
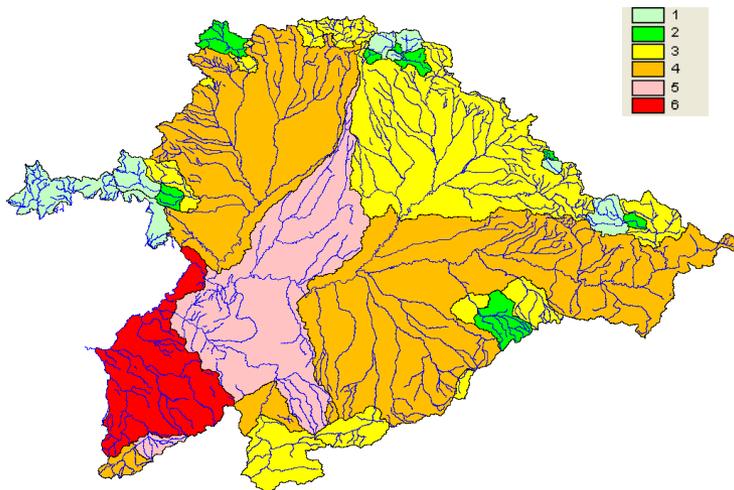
# 1. INICIOS

2012

2022

## - PLATAFORMA DELF-FEWS

- Modelo hidrológico TOPKAPI. En 2017 se actualizó a Topkapi-Extended.
- Rainmusic
- Modelo hidráulico Sobek.



# 1. INICIOS

## - NUEVAS NECESIDADES Y PLANTEAMIENTOS

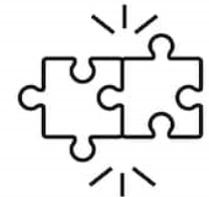
- Resultados no satisfactorios.



- Necesidad de licencias.



- Sistema cerrado (muchos cambios desde que se implantó).



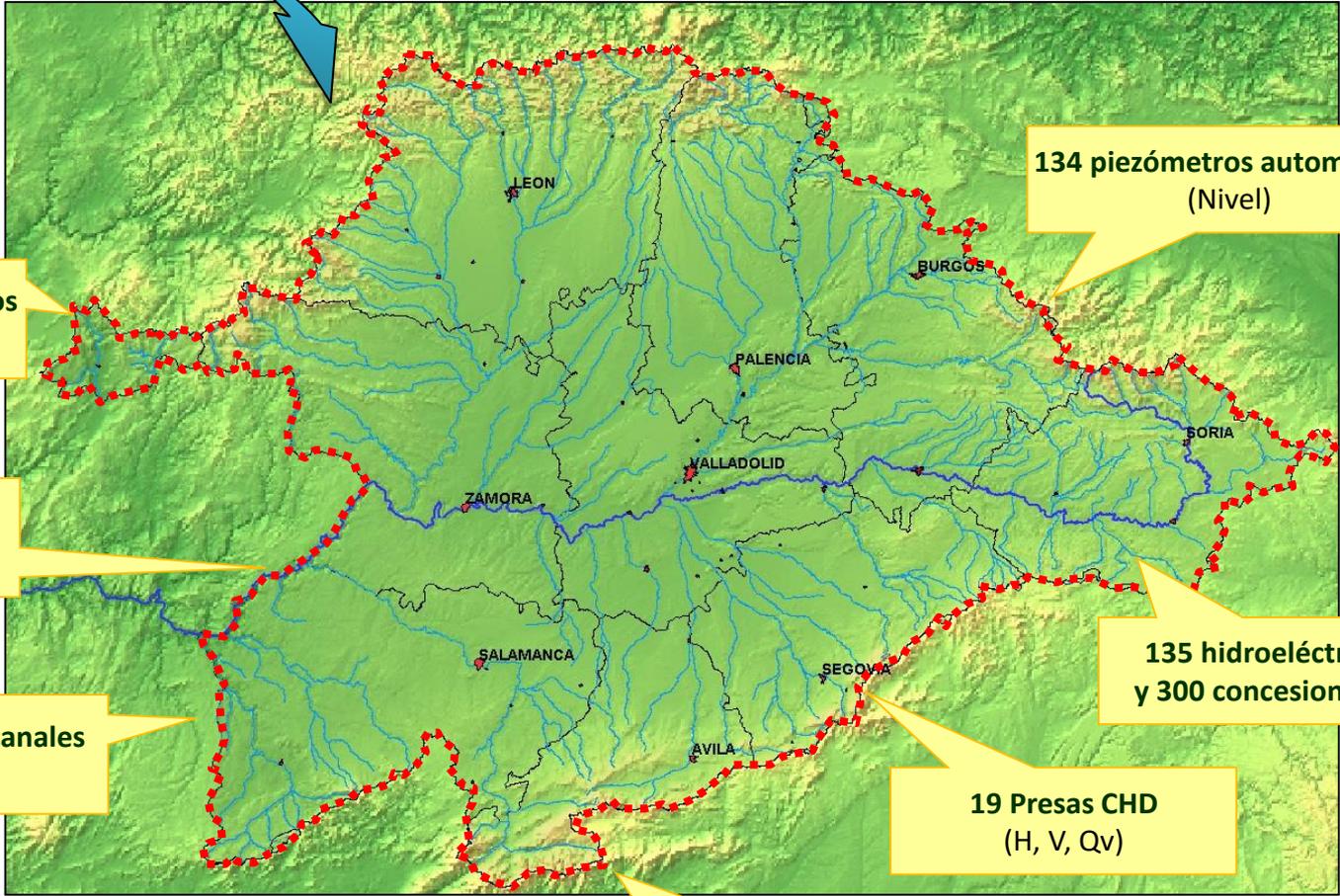
- Filosofía Open Source.



# 2. PRESENTE El SAIH Duero en cifras



**Superficie Demarcación Hidrográfica del río Duero**  
78.893 km<sup>2</sup> (ESP)



**176 Estaciones de aforos en ríos**  
(Q, h, V)

**172 Pluviómetros**  
(P, T<sup>a</sup>)

**24 Estaciones de aforos en canales**  
(Q, h)

**134 piezómetros automáticos**  
(Nivel)

**135 hidroeléctricos**  
**y 300 concesionarios**

**19 Presas CHD**  
(H, V, Qv)

**30 Estaciones SAICA**  
(T<sup>a</sup>, O<sub>2</sub>, Ph, Conduct, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SS, Turb,...)

# 2. PRESENTE

## - Alertas Pluviométricas del SAD del Duero



VICEPRESIDENCIA  
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

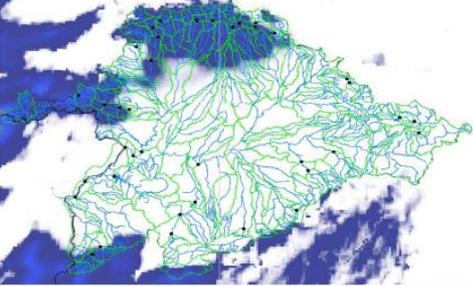
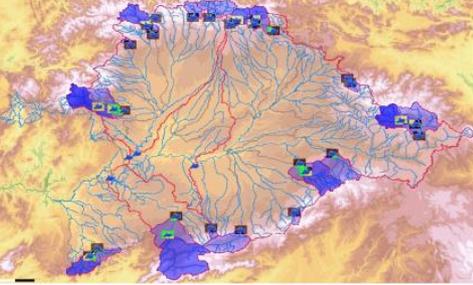


**PRECIPITACIONES PREVISTAS S.A.D. DUERO EN:**

- CUENCAS A EMBALSES DE CABECERA (30)
- SUBCUENCAS S.A.D. DUERO (152)

**SEGÚN PRONÓSTICO HARMONIE: 3/12/21 1:00 + 48 h**

Periodo de previsión:		2 días	
Inicio:	03/12/2021	Fin:	04/12/2021
Cuenca	Precipitación acumulada (2 días):	2.128 mm	167.002 Hm <sup>3</sup>
Duero	Precipitación máxima diaria:	04/12/21 1.941 mm	152.365 Hm <sup>3</sup>

03/12/2021 Red Integrada SAIH-ROEA-SAICA 1/9

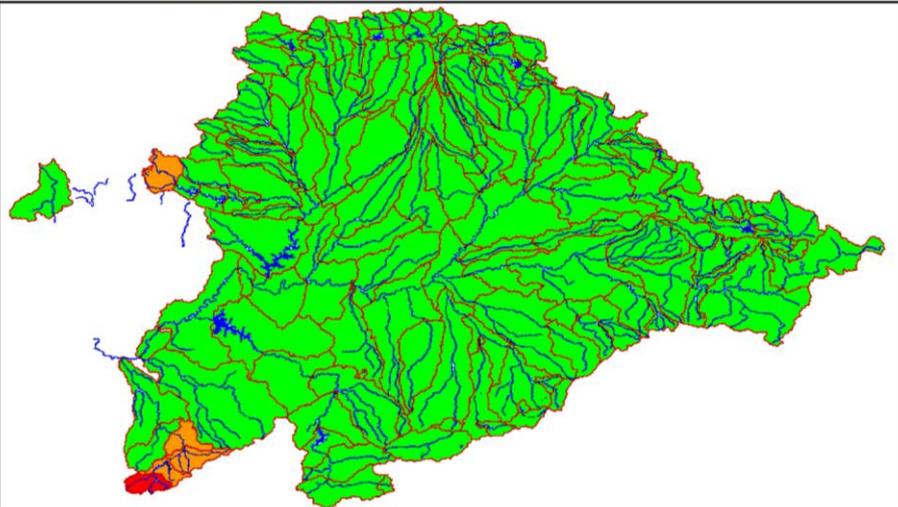
Subcuencas con Avisos S.A.D. Duero por precipitaciones acumuladas 12 h, según pronóstico del modelo Harmonie de la AEMet:

13/09/2022 0 UTC +48h

Normal	0 mm ≤ P <sub>12h</sub> < 25 mm	140
Alerta	25 mm ≤ P <sub>12h</sub> < 45 mm	5
ALARMA	P <sub>12h</sub> ≥ 45 mm	1
Total avisos:		6

Periodo previsto:	
Inicio:	Martes, 13/09/2022 2:00 AM
Fin:	Jueves, 15/09/2022 2:00 AM

Criterio S.A.D. Duero = Estadístico de la AEMet

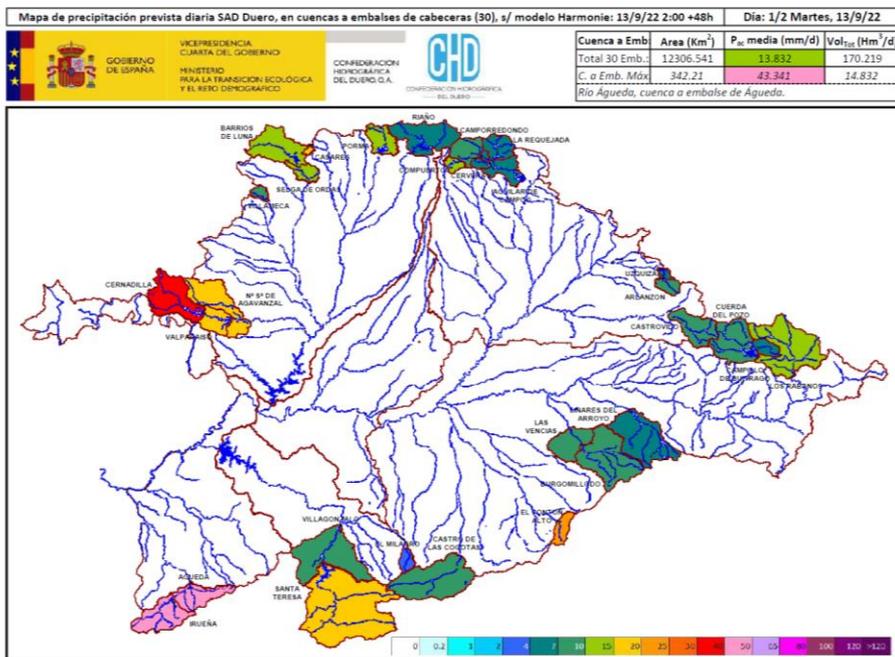


Se realizan tanto para precipitaciones observadas (pluviómetros, radar, combinada Rainmusic), como para previstas (Harmonie), y tanto para datos puntuales (15 minutos), como para datos agregados tanto temporal como arealmente. 2 criterios:

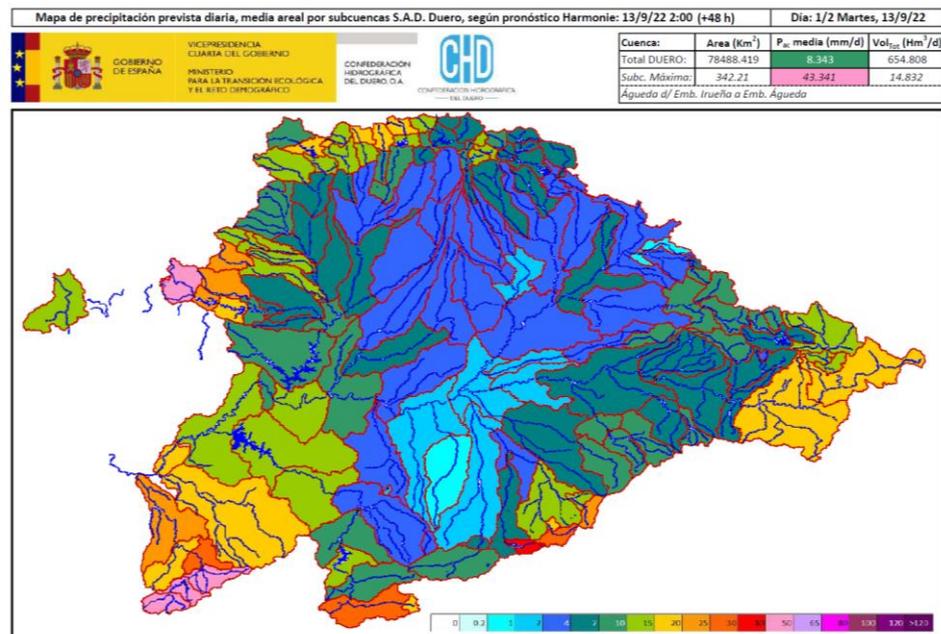
- Criterio Meteoalerta
- Criterio SAD Duero

# 2. PRESENTE

## - Parte de precipitaciones previstas totales (+48h)



*Mapa de precipitaciones totales previstas Harmonie en las cuencas a embalses, para el 13/09/22.*

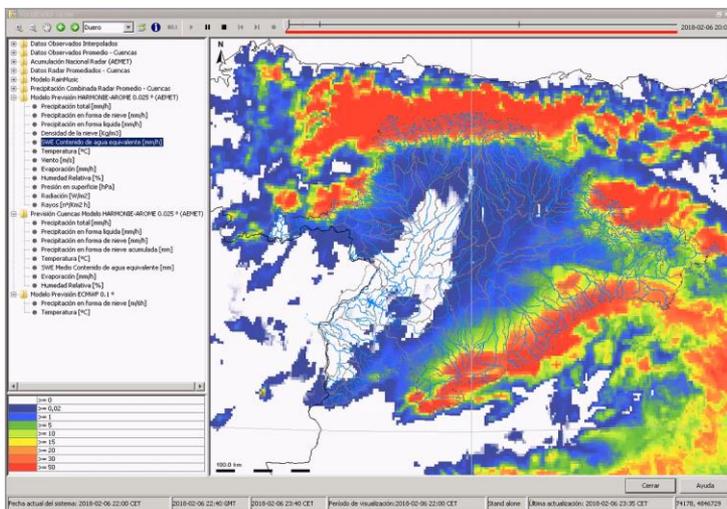


*Mapa de precipitaciones totales previstas Harmonie en las intra cuencas (152), para el 13/09/22.*

# 2. PRESENTE

## - Estimación de Reservas nivales en embalses de Cabecera

El SAD Duero, cuenta con una herramienta de estimación de las reservas de nieve existentes en las cuencas a los embalses situados en zonas de cabeceras de los ríos (18), según la previsión del parámetro equivalente en forma de agua (swe), proporcionado por el modelo meteorológico Harmonie-Arome 0.025<sup>o</sup> de la AEMet.



### Estimación de la Reserva de Nieve en las cuencas de 18 Embalses situados en las zonas de cabeceras de la Cuenca Hidrográfica del Duero

Información estimada según datos de Equivalente en Agua de la Nieve medio areal (SWE<sub>ma</sub>), obtenido por el S.A.D. de la C.H.D. del modelo meteorológico HARMONIE-AROME 0.025<sup>o</sup> de la AEMet. Fecha

Zona	Embalse	Río	Provincia	Capacidad	Área	Anterior R.Nieve (Hm³)	R.Nieve (Hm³)	Evol. R.Nieve/Cap. (%)	Actual Caud. Fusión (m³/s)	R.Nieve/Cap. (%)
	Embalse de El Pontón Alto	Eresma	Segovia	7,4 Hm³	70,2 Km²	2,7 Hm³	0,5 Hm³	-30,3 %	8,6 m³/s	6,6 %
	Embalse del Castro de las Cogotas	Adaja	Soria	59,0 Hm³	394,0 Km²	1,6 Hm³	0,0 Hm³	-2,7 %	6,1 m³/s	0,0 %
Adaja - Cega				66,4 Hm³	464,2 Km²	4,3 Hm³	0,5 Hm³	-5,8 %	14,7 m³/s	0,8 %
Aliste - Tera	Embalse de Cernadilla	Tera	Zamora	255,4 Hm³	1.394,0 Km²	3,8 Hm³	0,4 Hm³	-1,3 %	13,1 m³/s	0,1 %
Alto Duero	Embalse de Cuerda del Pozo	Duero	Soria	248,7 Hm³	2.289,0 Km²	7,3 Hm³	3,3 Hm³	-1,6 %	15,5 m³/s	1,3 %
Arlanza	Embalse de Arlanzón	Arlanzón	Burgos	22,0 Hm³	127,0 Km²	0,6 Hm³	0,2 Hm³	-2,0 %	1,7 m³/s	0,9 %
Carrión	Embalse de Camporredondo	Carrión	Palencia	70,0 Hm³	388,0 Km²	8,5 Hm³	6,0 Hm³	-3,6 %	9,7 m³/s	8,6 %
	Embalse de Riaño	Esla	León	651,0 Hm³	2.186,0 Km²	4,6 Hm³	2,7 Hm³	-0,3 %	7,5 m³/s	0,4 %
Esla - Valdearaduey	Embalse de Porma	Porma	León	317,0 Hm³	1.249,0 Km²	1,0 Hm³	0,4 Hm³	-0,2 %	2,2 m³/s	0,1 %
	Embalse de Casares	Casares	León	7,3 Hm³	280,0 Km²	0,0 Hm³	0,0 Hm³	-0,5 %	0,2 m³/s	0,0 %
				975,3 Hm³	3.715,0 Km²	5,6 Hm³	3,1 Hm³	-0,3 %	9,9 m³/s	0,3 %
Pisuerga	Embalse de La Raquejada	Pisuerga	Palencia	65,0 Hm³	333,0 Km²	1,4 Hm³	0,2 Hm³	-1,9 %	4,8 m³/s	0,2 %
	Embalse de Cervera - Ruesga	Rivera	Palencia	10,0 Hm³	91,0 Km²	0,2 Hm³	0,0 Hm³	-1,5 %	0,6 m³/s	0,1 %
				75,0 Hm³	424,0 Km²	1,6 Hm³	0,2 Hm³	-1,9 %	5,4 m³/s	0,2 %
Riaza	Embalse de Linares del Arroyo	Riaza	Segovia	54,4 Hm³	473,0 Km²	0,5 Hm³	0,0 Hm³	-0,8 %	1,7 m³/s	0,1 %
	Embalse de Burgomillodo	Durátón	Segovia	15,0 Hm³	132,0 Km²	0,7 Hm³	0,0 Hm³	-4,6 %	2,7 m³/s	0,1 %
				69,4 Hm³	605,0 Km²	1,2 Hm³	0,0 Hm³	-1,6 %	4,3 m³/s	0,1 %
Tormes	Embalse de El Milagro	Almar	Ávila	1,5 Hm³	16,0 Km²	0,0 Hm³	0,0 Hm³	0,0 %	0,0 m³/s	0,0 %
	Embalse de Santa Teresa	Tormes	Salamanca	496,0 Hm³	2.579,0 Km²	8,3 Hm³	0,9 Hm³	-1,5 %	28,6 m³/s	0,2 %
				497,5 Hm³	2.695,0 Km²	8,3 Hm³	0,9 Hm³	-1,5 %	28,6 m³/s	0,2 %
Agueda	Embalse de Iruña	Agueda	Salamanca	110,0 Hm³	600,0 Km²	0,2 Hm³	0,0 Hm³	-0,2 %	0,9 m³/s	0,0 %
	Embalse de Barrios de Luna	Luna	León	308,0 Hm³	1.130,0 Km²	2,5 Hm³	0,2 Hm³	-0,8 %	9,1 m³/s	0,1 %
	Embalse de Villameca	Tuerto	León	20,0 Hm³	186,0 Km²	0,0 Hm³	0,0 Hm³	-0,1 %	0,0 m³/s	0,0 %
				328,0 Hm³	1.316,0 Km²	2,5 Hm³	0,2 Hm³	-0,7 %	9,2 m³/s	0,0 %
<b>TOTAL</b>				<b>2.717,7 Hm³</b>	<b>13.917,2 Km²</b>	<b>44,0 Hm³</b>	<b>14,7 Hm³</b>	<b>-1,1 %</b>	<b>113,5 m³/s</b>	<b>0,5 %</b>

Equivalente en agua en forma de nieve (SWE) SAD Duero, para el 06-02-2018, 18:00 horas.

Reporte de reservas de nieve en las cuencas de los 18 embalses de cabeceras 06/04/20 08:00.

# 2. PRESENTE

## - Notificaciones EFAS



### EFAS Informal Flood Notification\*

Country(ies): **Spain**

River(s): **Duero (Duero)**

Predicted start of event: **Saturday, 25th of December 2021 - 06:00**

Earliest predicted peak: **Sunday, 26th of December 2021 - 00:00**

Probability to exceed a 5-year return period threshold: **51 %**

Probability to exceed a 20-year return period threshold: **27 %**

Forecast date: **2021-12-19 00 UTC**

Comment: This EFAS Flood Notification is only informal due to the model inconsistency

**This is the only notification you will receive for this event!** Please follow the evolution of the event on [EFAS](#).

**EFAS FORECASTER ON DUTY**



- Formal/informal notifications.
- Flash flood notifications.

*17<sup>th</sup> EFAS Annual Meeting 27-28/09/2022  
ISPRA, ITALY.*



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL DUERO, O.A.



CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA  
DEL DUERO



# 2. PRESENTE

## - DATOS DE ENTRADA EMPLEADOS:

### Datos observados



#### Datos CHD

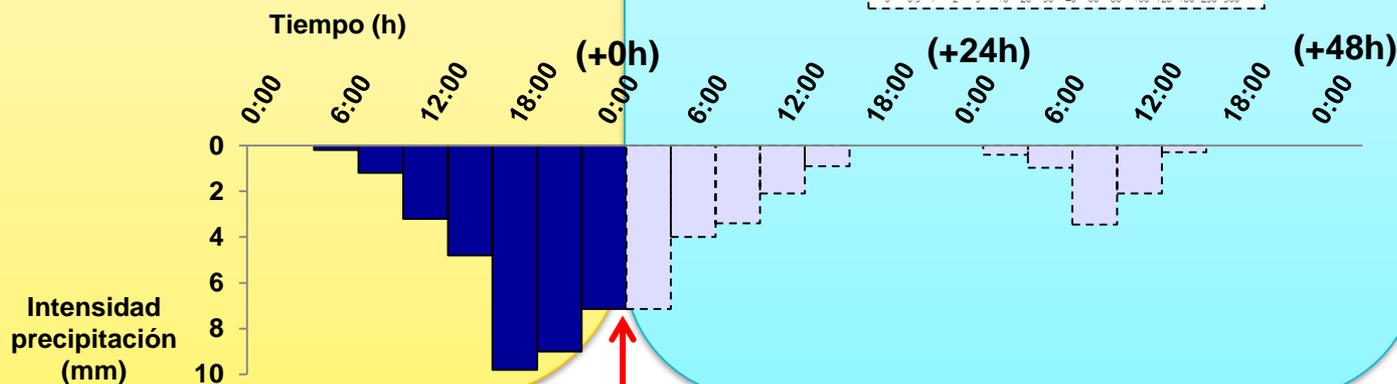
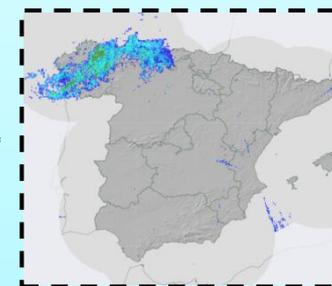


#### Radar meteorológico



### Datos de pronóstico

#### Modelo HARMONIE-AROME (+48h)



Momento actual

# 2. PRESENTE

## - CARACTERIZACIÓN DE LOS MODELOS

- Modelo de pérdidas (Canopy simple + Surface simple + Soil Moisture Accounting).
- Modelo de transformación (método del hidrograma unitario de Clark).
- Modelo de flujo Base (método de descarga o embalse lineal).
- Modelo de tránsito (modelo sencillo de retardo).
- Modelo meteorológico.

## - MODOS DE OPERACIÓN:

- Ejecuciones de simulación.
- Ejecuciones de pronóstico.

# 2. PRESENTE

## - VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS



Sistema Automático de Información del Duero  
Red Integrada SAIH - ROEA - SAICA

GOBIERNO DE ESPAÑA  
VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO  
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO, O.A.  
CHD

Aplicaciones

- Datos Hidrológ. y Met.
- Calidad del Agua
- Servidor de informes
- Registro de Visitas
- Caudales mínimos
- Umbrales de Aviso Hidrológico
- VOLRIEGO
- Aprovechamientos
- Estadísticas y visitas
- Embalses Explotación
- Embalses Resumen
- Previsión de Caudales HMS
- Reserv. Nieve Cuencas Emb.
- Piezometría
- Curvas de Gasto
- Caudales Medios Diarios
- Parte de Desembalses
- Estimación
- Previsión de Caudales
- Gestión de usuarios
- Canales

# 2. PRESENTE

## - VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS



INICIO / APPS / Previsión de Caudales HMS (Beta)

FECHA: 18/09/2022 13:06

SISTEMA: Cega-Eresma-Adaja CAUCE: TODOS PROVINCIA: TODAS

Datos Buscar... Mapa

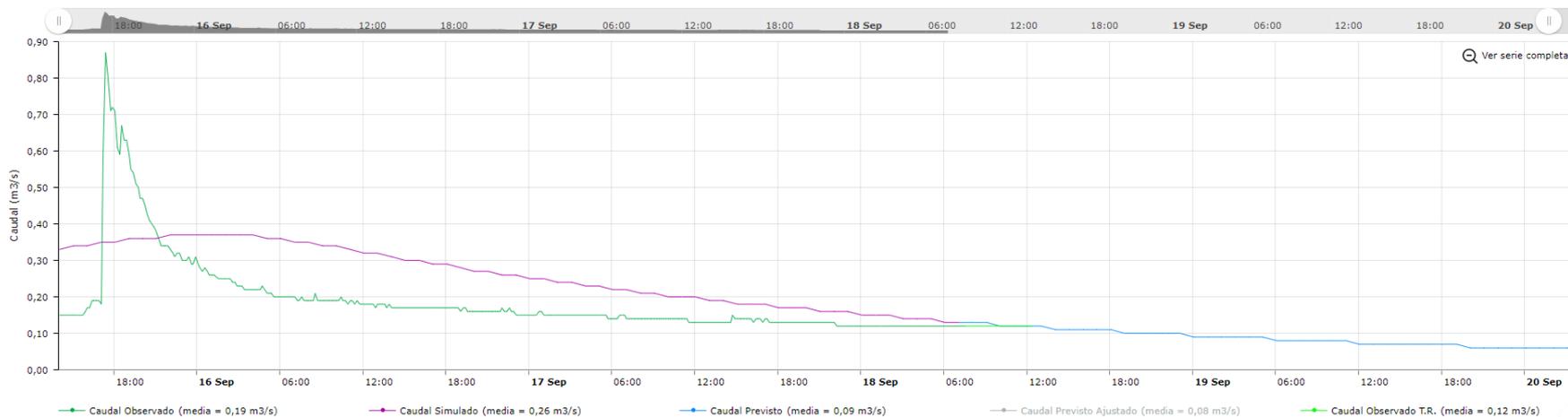
IDENTIFICACIÓN					GRÁF./DATOS
Sistema	Cauce	Pr.	Punto de control		Sim.
Cega-Eresma-Adaja	Eresma	Se	Segovia, 2050		📉
Cega-Eresma-Adaja	Moros	Se	Guijas Albas, 2052		📉
Cega-Eresma-Adaja	Eresma	Se	Bernardos, 2053		📉
Cega-Eresma-Adaja	Moros	Se	Los Ángeles de San Rafael, 2055		📉
Cega-Eresma-Adaja	Eresma	Se	Valsaín, 2525		📉
Cega-Eresma-Adaja	Eresma	Se	Salida del embalse de El Pontón Alto, 2526		📉
Cega-Eresma-Adaja	Eresma	Se	El Pontón Alto		📉

Nº de estaciones: 7 Estaciones pertenecientes al Sistema Cega-Eresma-Adaja

Estación Eresma en Valsaín, 2525

Previsión HMS desde 18/09/2022 00:00 a 20/09/2022 06:00

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



# 2. PRESENTE

## - PARTIDAS ECONÓMICAS EXISTENTES:

 MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO		DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA	
		CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO, O.A.	
CLAVE:		02.799-0030/0211	
TIPO: <b>PLIEGO DE BASES</b>	REF. CRONOLÓGICA 11/18		
CLASE: <b>CONTRATACIÓN DE SERVICIO</b>			
TÍTULO BÁSICO:  CONTRATO DE SERVICIOS PARA EL MANTENIMIENTO, CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LA RED INTEGRADA SAIH ROEA SAICA Y DEL CENTRO DE CONTROL DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO			
PROVINCIA:	VARIAS	CLAVE:	VARIAS
TÉRMINO MUNICIPAL:	VARIOS	CLAVE:	VARIAS
RÍO:	VARIOS	CLAVE:	VARIAS
PRESUPUESTO SIN I.V.A.		9.907.037,98 €	

COD.	RESUMEN	CANT.	PRECIO	IMPORTE
016	<b>Calibración anual de Modelos Hidrológicos operativos y ampliación de los mismos</b> Trabajos para el ajuste y calibración de los modelos hidrológicos de predicción en base a los modelos existentes y ampliación de los mismos a nuevos puntos de predicción.	2,00	95.781,60	191.563,20

- Estandarización y automatización de los modelos existentes.
- Extender la modelización a nuevas cuencas.
- Actualización y mantenimiento de los modelos que se van desarrollando.

# 3. FUTURO

## - NUEVOS MODELOS

2012

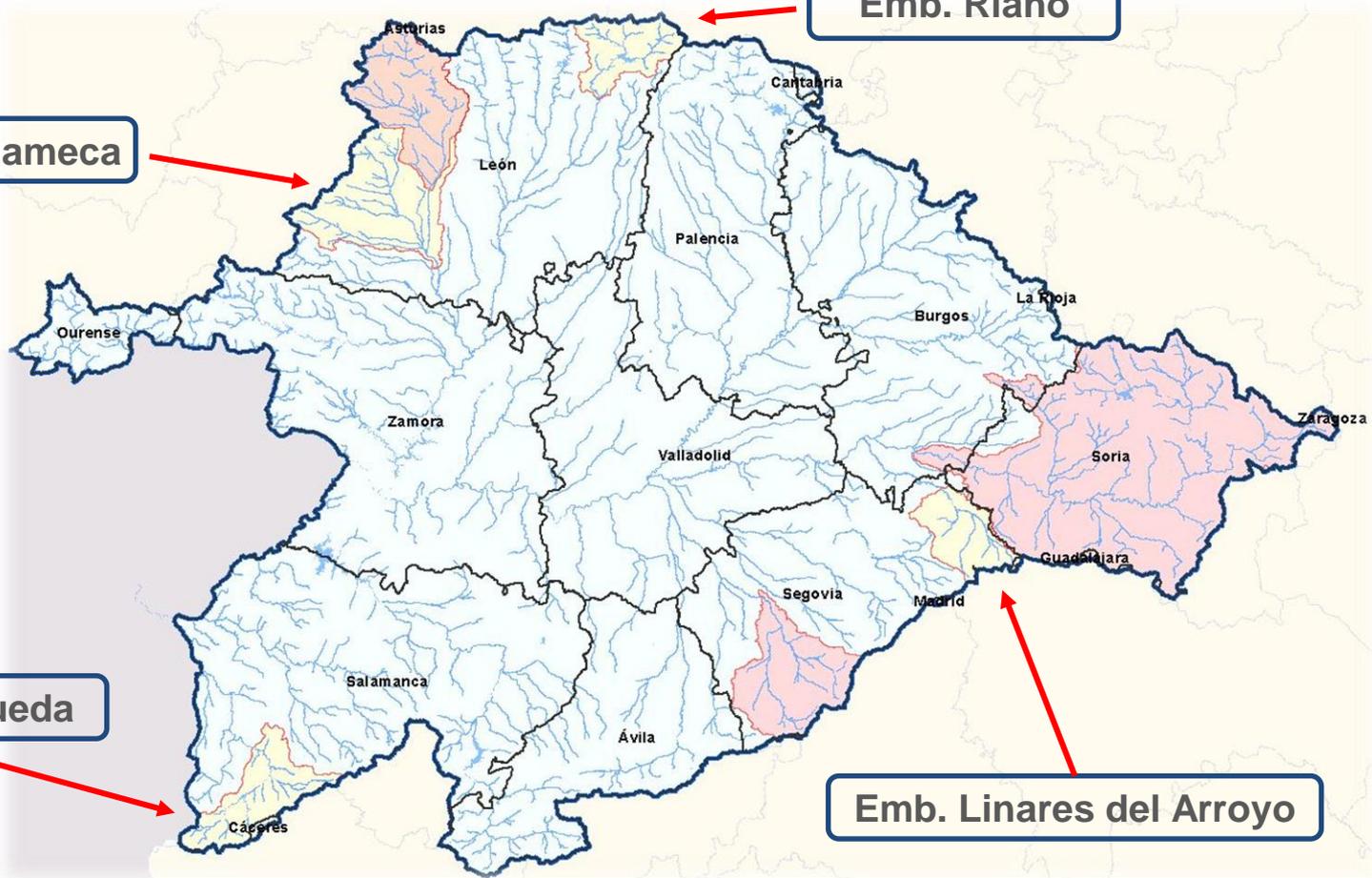
2022

Emb. Riaño

Emb. Villameca

Emb. Águeda

Emb. Linares del Arroyo



# 3. FUTURO

## - SIGUIENTES PASOS:

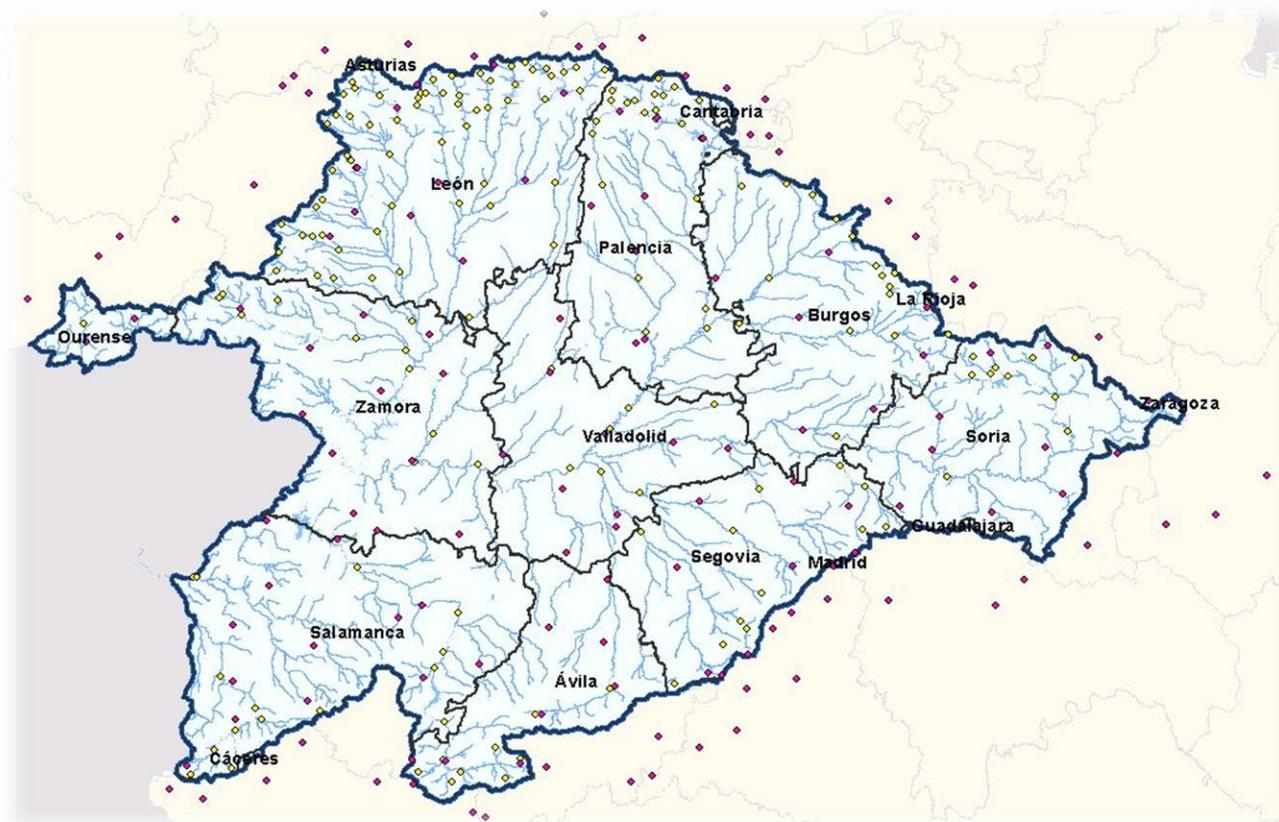
- Control de detracciones en canales, trasvases y tomas.
- Incluir retornos de regadíos y grandes depuradoras.
- Explotación de embalses de cabecera y/o grandes azudes.
- Integración sensorización órganos de desagüe de presas AGE.
- Incluir Modelo hidráulico.



# 3. FUTURO

## - RETOS A LA VISTA:

- Incluir en los modelos datos procedentes de las EMAs de Aemet.



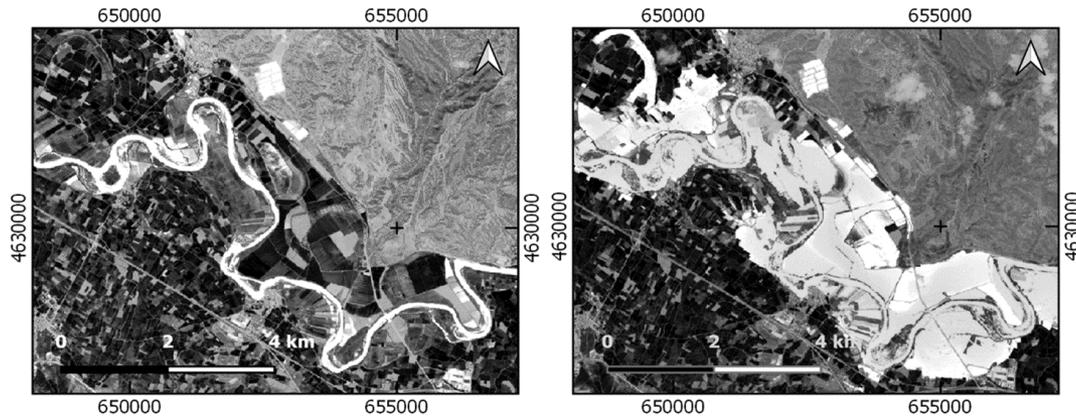
# 3. FUTURO

## - RETOS A LA VISTA:

- Discrepancias de la superficies innivadas entre Harmonie-Aster.
- Modelos de optimización de la gestion de embalses de cabecera en avenidas (gestion conjunta de embalses y sistemas de explotación) ➡ Necesario mejorar pronósticos hidrológicos y caracterizar su incertidumbre.
- ¿Cómo poder integrar embalses no gestionados por la CHD?
- Pronósticos hidrológicos probabilistas: empleo del sistema de predicción meteorológica por conjuntos del ECMWF (EPS: Ensemble Prediction System). ¿Ensembles multi-modelo?

## - RETOS A LA VISTA:

- Apoyo en teledetección (satélites):
  - Mejora del conocimiento del estado de la cuenca (p.e. humedad del suelo, manto de nieve, cambios en usos del suelo, alteración de características hidrológicas por incendios forestales, etc.)
  - Mejora de la delimitación de zonas inundadas en episodios de avenidas.





CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA  
— DEL DUERO —

SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN  
(SAD) DE LA CHD



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL DUERO, O.A.



CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA  
DEL DUERO