

PROGRAMA



Red integrada

SAIH-ROEA y Sistema SAICA



RED INTEGRADA SAIH-ROEA Y SISTEMA SAICA.

© Grupo Tragsa (Grupo SEPI)

Sede Social: Maldonado, 58 - 28006 Madrid - Tel.: 91 322 60 00 - www.tragsa.es

Diseño y maquetación: Kaché Diseño

ÍNDICE

ÍNDICE DEL DOCUMENTO

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. COMUNICACIONES	7
1.2. EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO	8
1.3. AVISO SOBRE LA PROVISIONALIDAD DE LOS DATOS EN TIEMPO REAL	9
2. SISTEMA AUTOMÁTICO DE INFORMACIÓN A TIEMPO REAL DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO.	12
2.1. RED INTEGRADA SAIH-ROEA:	12
2.1.1. ESTACIONES EN EMBALSES	13
2.1.2. ESTACIONES DE AFORO.	16
2.1.3. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS	20
2.1.4. DATOS EN TIEMPO REAL QUE SE PUEDEN CONSULTAR	22
2.2. SISTEMA SAICA: SISTEMA AUTOMÁTICO DE INFORMACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS" ..	31
2.2.1. DESCRIPCIÓN	31
2.2.2. DATOS EN TIEMPO REAL QUE SE PUEDEN CONSULTAR	36

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. COMUNICACIONES DEL CENTRO DE CONTROL DE CUENCA.....	8
FIGURA 2. DATOS CONSOLIDADOS PUBLICADOS EN EL ANUARIO DE AFOROS.	10
FIGURA 3. ACCESO A DATOS HISTÓRICOS EN LA PÁGINA WEB DEL MINISTERIO.....	11
FIGURA 4. MAPA DE ESTACIONES DE AFORO CON AVISOS DE NIVEL AMARILLO Y NARANJA.....	12
FIGURA 5. MEDIDA DEL NIVEL DE LA PRESA POR PRESIÓN, CALDERÍN DE COMPENSACIÓN Y SONDA POR RELOJ DE CUARZO.	13
FIGURA 6. PARTE SUPERIOR DE LA TÍPICA "CASETA SAIH" CON ANTENA PARA SATÉLITE, PLUVIÓMETRO, TERMÓMETRO Y PARARRAYOS.....	13
FIGURA 7. SISTEMA DE CADENA Y POLEA SOBRE VÁLVULA CON ENCODER ÓPTICO (VERDE). INTERIOR DEL ENCODER.	14
FIGURA 8. BRAZO DE COMPUERTA CON SENSOR ANGULAR INSTALADO.....	14



ÍNDICE

FIGURA 9. CAUDALÍMETRO. UNIDAD CENTRAL, GENERADOR DE ULTRASONIDOS Y POSICIÓN DE LOS SENSORES EN TUBERÍA.	15
FIGURA 10. ESTACIÓN METEOROLÓGICA CLÁSICA, CON TANQUE EVAPORIMÉTRICO.	15
FIGURA 11. EA EN CAUCE NATURAL APROVECHANDO EL PUENTE EXISTENTE, EN VAÑES (PALENCIA).	15
FIGURA 12. EJEMPLOS DE INSTALACIÓN COMPACTA: RADAR Y TERMÓMETRO SOBRE EL RÍO, PLUVIÓMETRO, TERMÓMETRO Y EQUIPAMIENTO ELECTRÓNICO EN POSTE DENTRO DE RECINTO VALLADO.	17
FIGURA 13. ENCAUZAMIENTO CON CANAL SENSIBLE CENTRAL EN MOLINOS DE DUERO (SORIA). ...	18
FIGURA 14. VERTEDERO DE PARED GRUESA EN REVINUESA(SORIA).	18
FIGURA 15. VERTEDERO TIPO V-FLAT, EN EL RÍO ESLA EN LAS SALAS, ANTES DE SU SUSTITUCIÓN POR SU PERJUICIO SOBRE LA PISCIFAUNA.	19
FIGURA 16. SISTEMA DE MEDIDA POR BOYA Y CONTRAPESO.	20
FIGURA 17. RADAR PARA LA MEDIDA DE NIVEL EN ESTACIÓN DE AFORO.	20
FIGURA 18. INTERIOR DE UN PLUVIÓMETRO DE BALANCÍN DURANTE SU MANTENIMIENTO.	20
FIGURA 19. INTERIOR Y EXTERIOR DE UN NIVÓMETRO DE PESAJE.	21
FIGURA 20. LISTA DE EMBALSES DEL ESTADO CON SU SITUACIÓN ACTUAL.	22
FIGURA 21. DATOS EN TIEMPO REAL DEL EMBALSE DE BARRIOS DE LUNA.	23
FIGURA 22. GRÁFICA DE DATOS COMPARADOS DEL EMBALSE DE BARRIOS DE LUNA.	24
FIGURA 23. GRÁFICO DE CAUDAL VERTIDO DEL EMBALSE DE BARRIOS DE LUNA.	25
FIGURA 24. TABLA NUMÉRICA DE CAUDAL VERTIDO DEL EMBALSE DE BARRIOS DE LUNA.	25
FIGURA 25. SELECCIÓN DE CAPAS DE AFOROS Y ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS EN MÍRAME.	26
FIGURA 26. IDENTIFICACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AFOROS EN MÍRAME.	26
FIGURA 27. PANTALLA DE DATOS EN TIEMPO REAL DE LA ESTACIÓN DE AFORO EN PUEBLA DE SANABRIA.	27
FIGURA 28. PANTALLA GRÁFICA DE CAUDAL EN TIEMPO REAL DEL AFORO DE PUEBLA DE SANABRIA. 7 DÍAS.	27
FIGURA 29. PANTALLA GRÁFICA DE CAUDAL EN TIEMPO REAL DEL AFORO DE PUEBLA DE SANABRIA. 24 HORAS.	28
FIGURA 30. TABLA DE DATOS NUMÉRICOS DE CAUDAL DEL AFORO DE PUEBLA DE SANABRIA. 24 HORAS.	28



ÍNDICE

FIGURA 31. PANTALLA DATOS EN TIEMPO REAL DEL PLUVIÓMETRO EN SAN MARTÍN DE CASTAÑEDA	29
FIGURA 32. PANTALLA DE SERIE TEMPORAL DEL PLUVIÓMETRO DE SAN MARTÍN DE CASTAÑEDA 7 DÍAS.....	30
FIGURA 33. PANTALLA DE SERIE TEMPORAL DEL PLUVIÓMETRO DE SAN MARTÍN DE CASTAÑEDA ÚLTIMAS 24H.....	30
FIGURA 34. VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS NUMÉRICOS Y DESCARGA EN FICHERO.....	30
FIGURA 35. INTERIOR DE UNA ESTACIÓN AUTOMÁTICA DE ALERTA DE LA RED SAICA.....	31
FIGURA 36. Sonda de temperatura del agua.....	32
FIGURA 37. Sensor de conductividad por transducción de corriente.....	32
FIGURA 38. Sensor de conductividad por inducción.....	32
FIGURA 39. Electrodo de medida de pH del agua.....	33
FIGURA 40. Electrodo de medida de oxidación/reducción.....	33
FIGURA 41. Sensor amperométrico de oxígeno disuelto.....	33
FIGURA 42. Sensor óptico-fluorescente de oxígeno disuelto.....	34
FIGURA 43. Sensor óptico de absorción espectral.....	34
FIGURA 44. Sensor selectivo de amonio.....	35
FIGURA 45. Identificación de una estación de alerta de calidad de las aguas (SAICA) en MÍRAME.....	36
FIGURA 46. Datos en tiempo real y datos estadísticos, en la EAA de cabezón de Pisuerga	37
FIGURA 47. Gráfica de oxígeno disuelto, opción por defecto, en la EAA de cabezón de Pisuerga.....	38
FIGURA 48. Gráfica de oxígeno disuelto, con ejes manipulados, en la EAA de cabezón de Pisuerga.....	39
FIGURA 49. Tabla de datos numéricos de oxígeno disuelto en la EAA de cabezón de Pisuerga.....	40

1. INTRODUCCIÓN

Cada cuenca hidrográfica cuenta con un sistema automático de obtención y gestión de Información Hidrológica, que para el MITECO se denominan sistemas SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica).

En su origen, un SAIH consiste en una red de obtención de datos de precipitación y caudales circulantes en tiempo real. Su principal interés reside en el control de avenidas.

Los primeros SAIH eran independientes y complementarios de la preexistente Red Oficial de Estaciones de Aforo (ROEA). En algunos puntos de control, han coexistido aforos SAIH y ROEA consecutivos, en el mismo tramo de río. Progresivamente, SAIH y ROEA se han ido integrando en la llamada "Red Integrada SAIH-ROEA". También se han integrado las redes de estaciones SAICA (Sistema Automático de Información de la Calidad de las Aguas) y otros subsistemas automáticos; extendiendo las funciones del SAIH al control general de los recursos hídricos, más allá de las alertas.



La evolución del SAIH de cada cuenca ha sido diferente, creando una cierta ambigüedad del término. Cuando se utiliza "SAIH", a secas, suele referirse a todo el conjunto; mientras que "SAIH-ROEA" suele referirse al subsistema que controla precipitación, desagües y caudales superficiales.

En la CHD se determinó utilizar el término SIRCA (Sistema Integrado de Redes de Control Automáticas) en lugar de SAIH, sin embargo, este término todavía no está incorporado para el público, sólo para documentos internos.

El SIRCA agrupa los siguientes sistemas:

- Estaciones de aforo en río (178)
- Órganos de desagüe y estaciones meteorológicas en embalses (34 embalses)
- Puntos de control en canales y tomas (34)
- Puntos de control de pluviometría y temperatura, 130 combinados con estaciones de aforo y 71 independientes (exentos).

- Red de control de nivel de aguas subterráneas: 202 piezómetros.
- Integración de datos procedentes de aprovechamientos hidroeléctricos
- Sistema de ayuda a la decisión.

El objetivo es realizar las siguientes funciones:

- Seguimiento del estado de las masas de agua
- Evaluación y gestión de riesgos de inundación
- Coordinación y comunicación con Protección civil ante el riesgo de inundaciones
- Gestión de caudales ecológicos
- Seguimiento del plan hidrológico
- Gestión de la sequía

La estructura física y virtual del SIRCA puede dividirse en los siguientes apartados:

- Estaciones de medición (aforos, calidad del agua, pluviometría, sensorización de órganos de desagüe y piezometría automática)
- Servicios de comunicaciones (Satélite y celular)
- Red de servidores (adquisición de datos, base de datos, comunicaciones y estaciones de trabajo).
- Sistema de ayuda a la decisión
- Web externa de publicación de datos (acceso público)
- Web interna de publicación de datos (acceso restringido) con diversas aplicaciones.

1.1. COMUNICACIONES

En el Centro de Control de cuenca se reciben y procesan los datos obtenidos por los sensores, en intervalos de tiempo variables en función del tipo de comunicación y de las necesidades concretas del momento de explotación (ordinaria o extraordinaria).

Se emplean dos tipos de comunicaciones según sea la tipología del punto de control:

- VSAT DVB-RCS (Red satelital geoestacionaria)
- Red celular de telefonía móvil (Típicamente identificada como "GPRS").

Algunas estaciones de control disponen de ambos tipos de comunicación, contando de esta forma con respaldo en caso de caída de una de las redes.

En el **Centro de Control de Cuenca**, por lo tanto, se reciben, procesan, almacenan y distribuyen todos los datos de la **Red Integrada SAIH-ROEA** de la **Confederación Hidrográfica del Duero, O.A.** Para ello se cuenta con una **arquitectura de servidores y equipos de comunicación y configuración de red**, que no

sólo almacenan la información procesada, sino que ponen la misma a disposición de las distintas aplicaciones para la explotación ordinaria y extraordinaria, así como para la difusión de información.

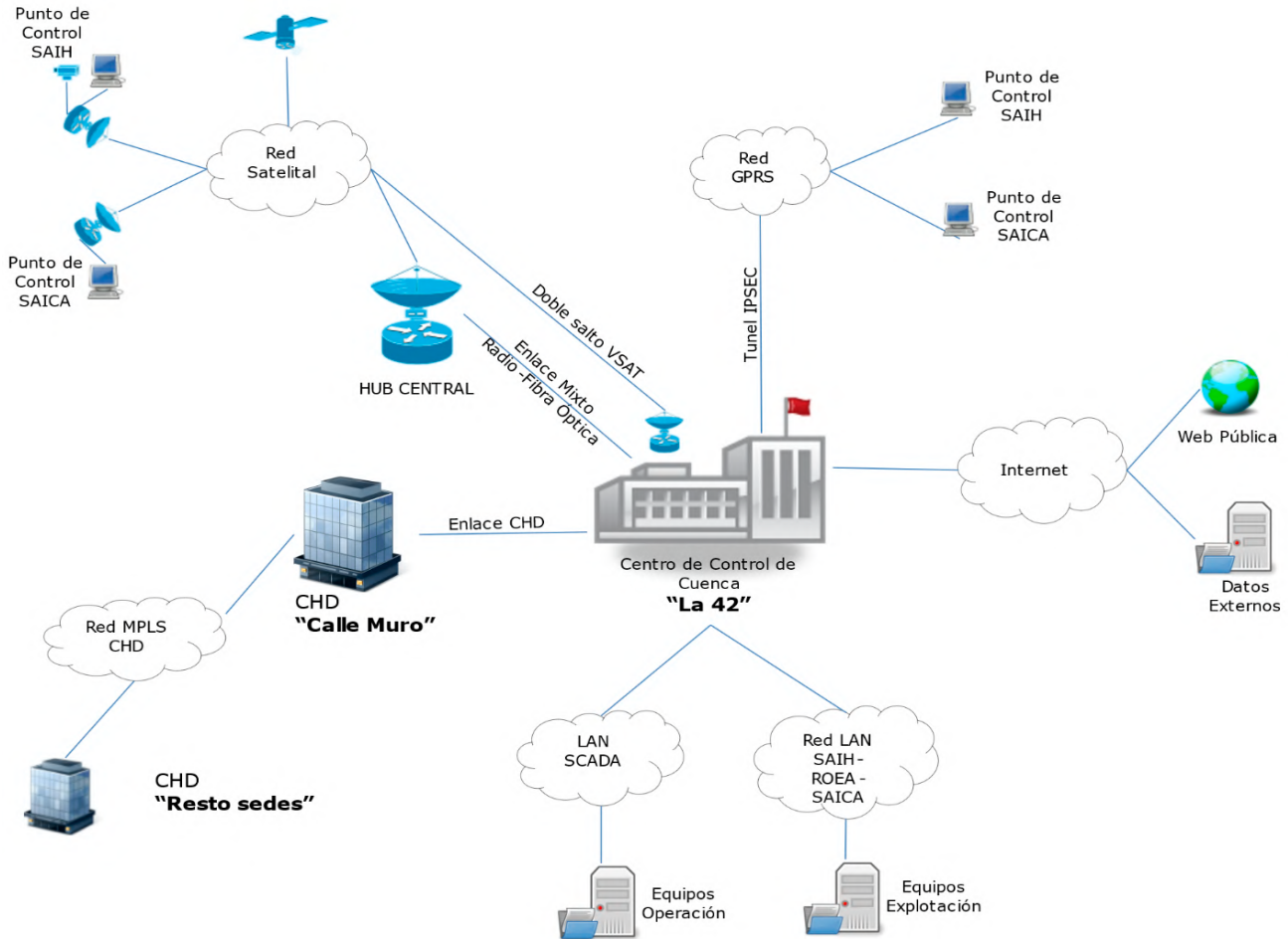


Figura 1. Comunicaciones del Centro de Control de cuenca.

En resumen, los servicios que ofrece la red de comunicaciones y la arquitectura operacional permiten, en todo momento y desde cualquier lugar, acceder a la información en tiempo real de forma que se puede realizar un seguimiento constante de la evolución de la cuenca permitiendo una gestión más optimizada y eficiente del recurso hídrico.

1.2. EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO

Además del Sistema de Adquisición de Datos y de la Red de Comunicaciones, **SAIH-ROEA (SIRCA)** cuenta con una serie de elementos que conforman el núcleo tecnológico del sistema de **administración, conservación, mantenimiento, operación y explotación** de la información y del conjunto de sistemas:

- Los **Puntos de Control**, cuya función es captar los datos locales mediante un conjunto de sensores y transmitirlos al Centro de Control de Cuenca.
- Los medios humanos y materiales para el mantenimiento de infraestructuras, equipos e instalaciones distribuidos por toda la Cuenca.

- El **Centro de Control de cuenca**, localizado en la Esclusa 42 del Canal de Castilla, encargado de gestionar la adquisición de los datos, almacenarlos, procesarlos, presentarlos y difundirlos. En el mismo se ubican los especialistas que se ocupan de revisar y validar la información, mantener los sistemas, elaborar previsiones, realizar ajustes y calibraciones, desarrollar nuevas herramientas de explotación y dar apoyo a los equipos de mantenimiento que se reparten por toda la Cuenca.

En situaciones extraordinarias, desde el **Centro de Control de cuenca** se efectúa tanto el seguimiento como la comunicación de la información prevista con el objetivo de dar cumplimiento a los protocolos de aviso establecidos que permiten minimizar los impactos de dichas situaciones extraordinarias.

El sistema de información facilita también el intercambio de datos con distintas entidades públicas o privadas, lo que permite ampliar y complementar la información de tiempo real. Gracias a la colaboración con distintas instituciones como la **Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)**, **Protección Civil** o diversas empresas encargadas de la gestión de abastecimientos o hidroeléctricas, se integran otros datos hidrológicos y meteorológicos necesarios para una mejor gestión y supervisión de los recursos hídricos de la **Cuenca del Duero** y para la elaboración de previsiones más precisas en cuanto a los caudales circulantes y los volúmenes de agua almacenados.

1.3. AVISO SOBRE LA PROVISIONALIDAD DE LOS DATOS EN TIEMPO REAL

La red de aforos, meteorológica y la red de información automática de calidad de las aguas (SAICA) son redes de telecontrol en tiempo real. Los datos recopilados por los sensores en los puntos de control son transmitidos de forma automática al Centro de Control de cuenca mediante comunicaciones VSAT y/o 4G/3G/GPRS/GSM.

En este sentido, debido a las extremas condiciones ambientales, climatológicas e hidrológicas a las que se ven expuestos los equipos de medición, es posible que puedan producirse imprecisiones en el dato registrado en tiempo real por dichos equipos debido, entre otras, a las siguientes circunstancias:

- Formación de placas de hielo.
- Embalsamiento natural del agua debido a troncos y/o follaje.
- Crecimiento de vegetación en el lecho y/o paramentos de la sección de control.
- Sedimentos depositados en la sección de control o que estén en movimiento.
- Malfuncionamiento de los equipos de registro.
- Interrupción del suministro eléctrico al punto de control o agotamiento de las baterías.
- Condiciones meteorológicas adversas (rayos, nieve, etc.).
- Problemas relacionados con la comunicación del dato.

Por otro lado, la alta frecuencia y gran volumen de transmisión de datos aporta a éstos un carácter de provisionalidad hasta su posterior revisión, validación y consolidación en firme por parte de los Servicios SAIH y de Aforos y Estadísticas de la Confederación Hidrográfica del Duero, O.A.

En consecuencia, los datos publicados en tiempo real, aun siendo datos de naturaleza oficial, **tienen un carácter provisional y pueden estar sujetos a revisión o posterior modificación** a fin de asegurar su exactitud y validez.

Los datos meteorológicos recopilados en tiempo real (temperatura, pluviometría, etc.) tienen su propósito en el ámbito de las competencias atribuidas a la Confederación Hidrográfica del Duero, no realizando este Organismo de cuenca labores de validación posterior sobre los mismos. En este sentido, para la elaboración de documentos técnicos, análisis, o estudios de cualquier índole, los **datos meteorológicos válidos serán los ofrecidos por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)**, dado que es el organismo competente en dicha materia y al que se deben dirigir para la obtención de datos históricos.

Finalmente, los usuarios de los datos en tiempo real son advertidos del carácter provisional de la información antes de usarla para la toma de decisiones que conciernen a seguridad personal, pública o aplicada a un negocio que suponga consecuencias económicas u operacionales substanciales.

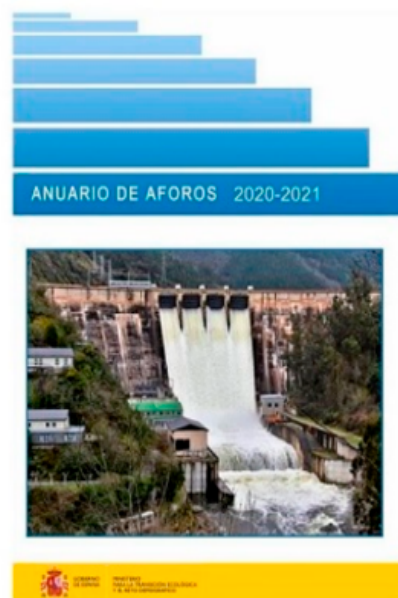
Por tanto, al acceder a estas series de datos es muy importante tener en cuenta que:

LOS DATOS SON PROVISIONALES Y ESTÁN SUJETOS A REVISIÓN

Posteriormente, los datos se validan y consolidan para su envío a la Dirección General del Agua, finalmente se publican en el anuario de aforos. Los datos se pueden obtener en:

<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/sistema-informacion-anuario-aforos.html>

Descarga de datos del Anuario de Aforos



En este [enlace](#) se permite la descarga completa de toda la información disponible en los Anuarios de Aforos para cada organismo de cuenca. Se incluyen los datos de las estaciones de aforo en río, en conducción, datos de embalses y datos de las estaciones evaporimétricas.

Los datos descargados, para facilitar su manejo posterior por parte del usuario, están en ficheros formato texto, tipo .csv.

Se incorpora un documento con la descripción de los campos que constituyen las tablas y sus correspondientes unidades.

Figura 2. Datos consolidados publicados en el Anuario de Aforos.

Los datos históricos se pueden obtener en la página:

<https://sig.miteco.gob.es/redes-seguimiento/>

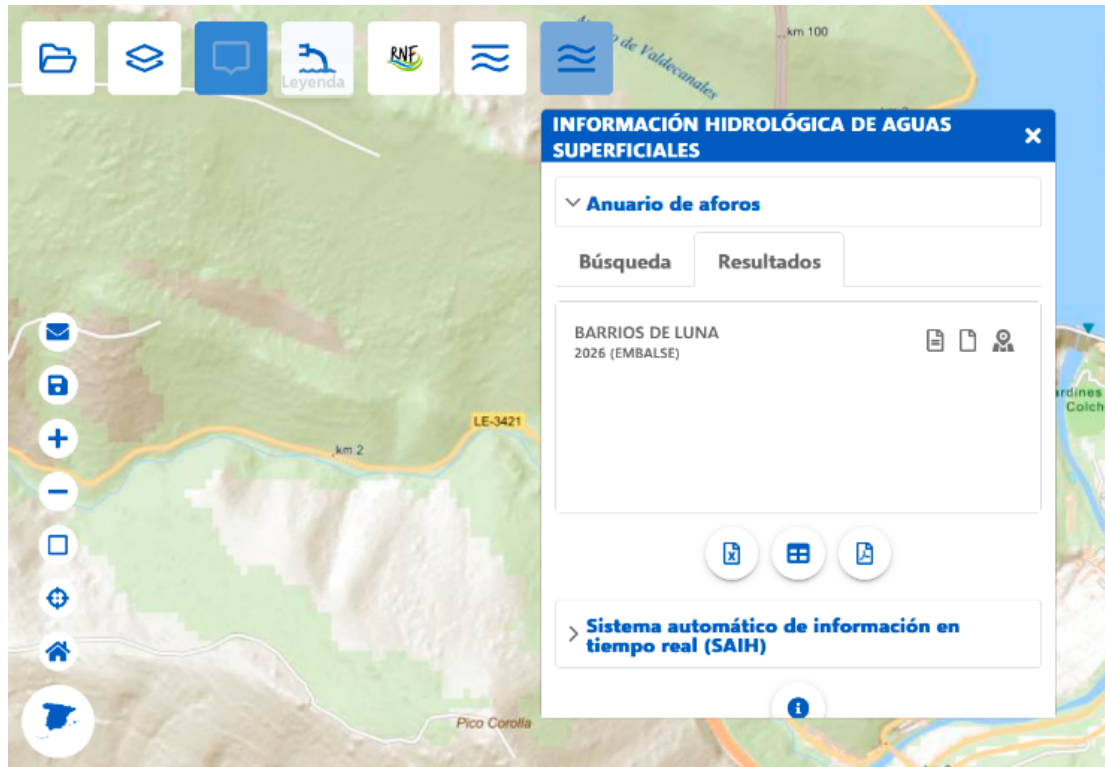


Figura 3. Acceso a datos históricos en la página web del ministerio.

2. SISTEMA AUTOMÁTICO DE INFORMACIÓN A TIEMPO REAL DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

2.2. RED INTEGRADA SAIH-ROEA:

Una de las funciones principales de la red SAIH-ROEA es el control de caudales para el seguimiento de crecidas y avenidas. Se gestiona un nivel de alerta interno y tres niveles de aviso (amarillo, naranja y rojo) a protección civil y servicios de emergencia.

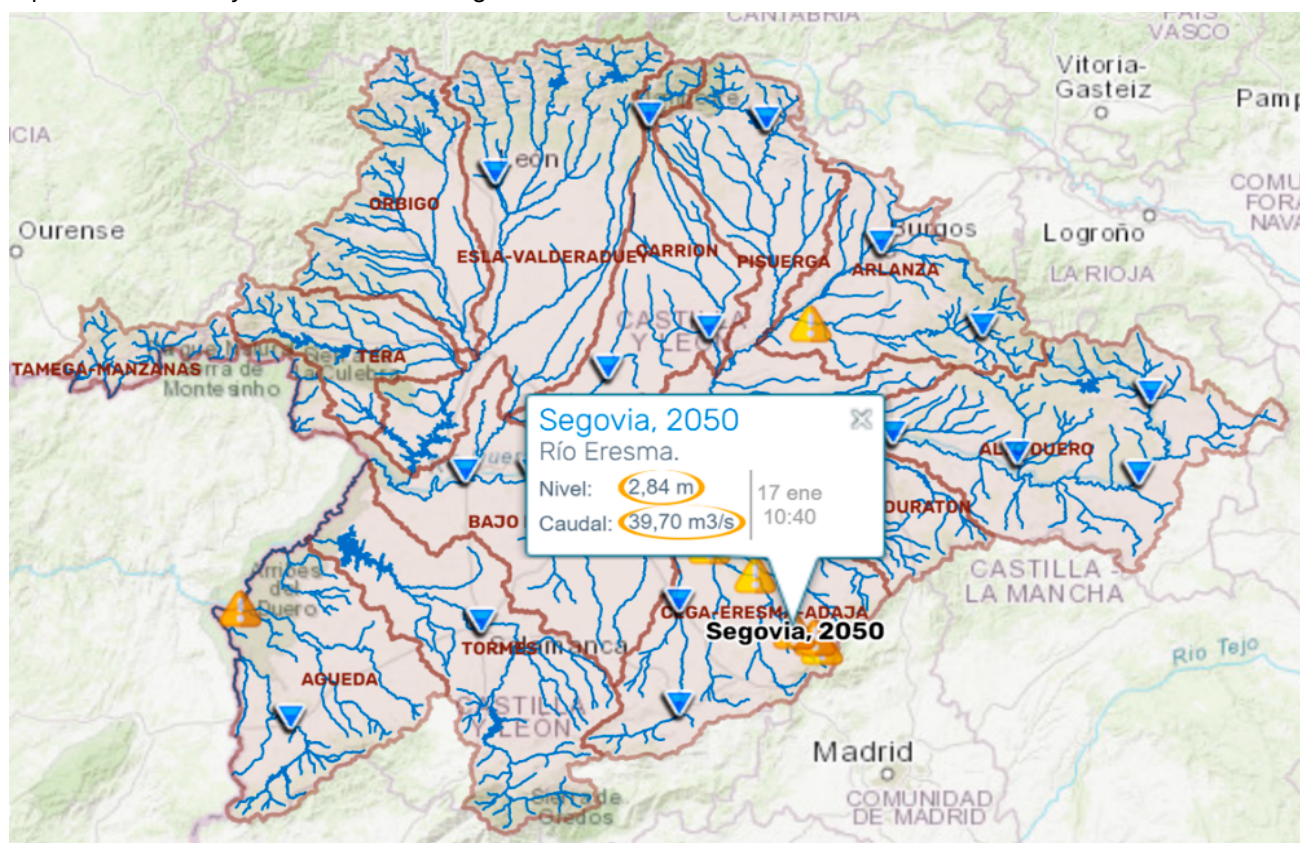


Figura 4. Mapa de estaciones de aforo con avisos de nivel amarillo y naranja.

En página web <https://www.saihduero.es/datos-tiempo-real> se pueden seguir los caudales de las estaciones de aforo en tiempo real. Si hay avisos activos, estos aparecen resaltados con un triángulo.

Los datos obtenidos se almacenan en la base de datos en el Centro de Control de Cuenca, también se pueden consultar en el sitio web <https://www.saihduero.es>. Casi todas las estaciones de aforo incorporan control pluviométrico y de temperatura que se pueden consultar también en tiempo real, así como los datos referentes a los embalses.

2.1.1 ESTACIONES EN EMBALSES

Las estaciones de control situadas en los embalses del Estado pertenecientes a la Cuenca del Duero registran los datos hidrológicos propios del embalse. Además, se reciben y supervisan datos en tiempo real de otros embalses gestionados por terceros. En total se gestiona la información hidrológica de 36 embalses.

La instrumentación instalada en cada embalse permite conocer nivel de embalse, volumen de embalse, estado de los órganos de desagüe y caudal desembalsado, con los correspondientes balances hídricos.

Los órganos de desagüe son, fundamentalmente, válvulas y compuertas de aliviadero. Una red de sensores permite conocer el estado y posición de cada uno de ellos, junto con el nivel de embalse que se determina por la presión de un picaje interno en la base de la presa.

Una red de fibra óptica comunica las diferentes cámaras de maniobra que hay en la presa. La Unidad Central Remota (RTU) realiza los cálculos necesarios para el balance hídrico, cuyo resultado es el caudal desaguado, en tiempo real, por la presa. Todos los datos se transmiten a través de red satelital VSAT. El dato de caudal obtenido se puede contrastar con una estación de aforo, situada aguas abajo del embalse.

Adicionalmente, la mayoría de embalses cuentan con estaciones meteorológicas automáticas que permiten conocer los parámetros de variables climatológicas como la precipitación, evaporación, temperatura, radiación solar y presión atmosférica.

A continuación, se va a explicar los tipos de sensores que se utilizan para la adquisición de datos en los embalses.



Figura 5. Medida del nivel de la presa por presión, calderín de compensación y sonda por reloj de cuarzo.



Figura 6. Parte superior de la típica "caseta SAIH" con antena para satélite, pluviómetro, termómetro y pararrayos.

2.1.1.1 SENSORES DE POSICIÓN LINEAL Y SENSORES ANGULARES MEDIDA DE APERTURA DE COMPUERTAS

Para conocer el caudal circulante en órganos de desagüe de presas, o en tomas de canales con compuertas, es necesario primero determinar la apertura de dichas compuertas para, junto con el dato de nivel, calcular el caudal con la curva de gasto.

En compuertas de movimiento lineal se han empleado sensores de posición (encoders) de alta resolución. El desplazamiento lineal se transmite mediante una cadena calibrada y una rueda dentada haciendo girar el eje del sensor. El movimiento es transformado en una señal eléctrica por un sensor primario óptico o magnético, un microcontrolador digital realiza el tratamiento y transmisión de la señal de salida al sistema de adquisición de datos.



Figura 7. Sistema de cadena y polea sobre válvula con encoder óptico(verde). Interior del encoder.

Para medida de la apertura angular en compuertas con un eje de rotación horizontal se han empleado sensores angulares o inclinómetros. En estos casos, el movimiento es transmitido por un péndulo amortiguado al sensor óptico o capacitivo según el caso, el cual lo convierte en una señal eléctrica. El procesado de la señal se hace dentro de la unidad con la ayuda de un microcontrolador digital que se encarga además de enviarlo al sistema de adquisición de datos.



Figura 8. Brazo de compuerta con sensor angular instalado.

2.1.1.2. CAUDALÍMETROS. MEDIDA DE CAUDAL EN TUBERÍAS

Se sitúan en abastecimientos, centrales hidroeléctricas, desagües, etc.; dónde el agua circula por una tubería que siempre está llena. Pueden ser electromagnéticos o ultrasónicos, si bien actualmente la mayoría son ultrasónicos.

Los **caudalímetros ultrasónicos** constan de unos transductores que trabajan por pares como emisor y receptor de ultrasonidos. Su disposición es tal que los impulsos se propagan formando 45° respecto a la dirección de flujo del líquido. El método de medición del tiempo de propagación del ultrasonido se basa en el hecho de que éste se propaga en el sentido de flujo más rápido que en el sentido opuesto. La diferencia en el tiempo de propagación de ambos sentidos es proporcional a la velocidad de flujo y como la sección es conocida obtenemos el caudal.



Figura 9. Caudalímetro. Unidad central, generador de ultrasonidos y posición de los sensores en tubería.

2.1.1.3. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

En algunos de los embalses del Estado se dispone de estaciones meteorológicas en las que se registran datos de temperatura, humedad, presión atmosférica, pluviometría, evaporación, radiación solar y velocidad y dirección del viento.



Figura 10. Estación meteorológica clásica, con tanque evaporimétrico.

2.1.2 ESTACIONES DE AFORO

Son las estaciones de control destinadas a la medición de niveles en los principales cauces y afluentes de la cuenca, con su correspondiente cálculo de caudales en el Centro de Control de Cuenca.

Existen diversos tipos de estaciones de aforo, dependiendo de la orografía del terreno, morfología del cauce y calidad del dato que se desea obtener. En la **Red Integrada SAIH-ROEA** de la Confederación Hidrográfica del Duero, O.A., la tipología de las estaciones de aforo se ha fundamentado en función del propio recurso hídrico a observar.

El aforo de una corriente de agua es la medida sistematizada del caudal circulante por un cauce, natural o artificial, que pasa por una sección conocida y/o predeterminada, en un momento determinado.

Las estaciones de aforos son instalaciones fijas, que constan de una sección de control, cuyo comportamiento hidráulico es previamente analizado, siendo el principal objetivo el cálculo de caudales, partiendo de la medida de nivel de lámina de agua.

Disponen además de una escala limnimétrica que permite la comprobación visual de la medida de nivel de lámina de agua. Cuentan con un sistema de adquisición y almacenamiento de los datos registrados, un sistema de comunicaciones con el Centro de Control de Cuenca, un sistema de energía (de red eléctrica o fotovoltaica), protecciones y alarmas.

Por norma general, salvo excepciones como posibles depresiones de lámina de agua en corrientes lentas, al aumentar la cantidad de agua que pasa por una sección del cauce, generalmente se elevará el nivel del líquido, existiendo una correlación entre altura de agua y caudal, que se puede representar gráficamente. A esta representación, única para cada sección de la corriente de un río, se le denomina "curva de gasto" o "curva de descarga".

Para la elaboración de la curva de gasto correspondiente se hace imprescindible la realización de aforos directos en río, que permiten obtener puntos reales de caudal para ajustar la curva de gasto del punto de control.

La Red Integrada SAIH-ROEA tiene distintos tipos de estaciones de aforos:

- En cauce natural.
- Encauzamientos para aguas fluyentes, con o sin canal sensible.
- Con vertederos Crump, doble triangular, tipo V-Flat.
- Con vertederos de pared gruesa.

2.1.2.1 EN CAUCE NATURAL

Esta tipología de estaciones se caracteriza porque no cuenta con ningún tipo de infraestructura realizada en el propio cauce del río. La infraestructura se limita a la instalación de una caseta para la ubicación de los equipos, un pozo tranquilizador en algunos casos, y la instalación de una sonda para la medida de nivel de lámina de agua, la cual se complementa con la instalación de una escala visual limnimétrica de contraste. También se puede aprovechar una infraestructura existente (puente) para instalar un sensor de nivel tipo radar.



Figura 11. EA en cauce natural aprovechando el puente existente, en Vañes (Palencia).

Con frecuencia se instalan estaciones de tipo "compacto", que concentran todos los dispositivos electrónicos (panel solar, regulador, batería, almacenamiento de datos y comunicaciones) en un solo poste. De esta forma se minimiza el impacto visual y medioambiental.



Figura 12. Ejemplos de instalación compacta: radar y termómetro sobre el río, pluviómetro, termómetro y equipamiento electrónico en poste dentro de recinto vallado.

2.1.2.2. ENCAUZAMIENTOS PARA AGUAS FLUYENTES

En aquellos emplazamientos en que la morfología del cauce, las características de la propia corriente de agua y el tipo de medida así lo aconsejan, se dispone de un encauzamiento realizado en el cauce principal al que, en algunos casos, se ha dotado de uno o dos canales sensibles cuya posición dentro de la sección ha variado en función del propio cauce y de la tendencia de la corriente de agua, pudiendo ser central o lateral.



Figura 13. Encauzamiento con canal sensible central en Molinos de Duero (Soria).

2.1.2.3. CON VERTEDEROS DE PARED GRUESA

En aquellos tramos de río con emplazamientos en los que son admisibles pequeñas sobreelevaciones de la lámina de agua y se requiere una elevada precisión en las medidas de nivel se dispone de una estructura denominada vertedero de pared gruesa, dotado al menos de dos umbrales de vertido, uno para caudales típicos de estiaje a caudales medios del río y otro para caudales superiores.

Al crearse una sección crítica se asegura la estabilidad de la curva de gasto independientemente de la situación hidráulica que se genere aguas abajo de la estación de control en cualquier circunstancia.



Figura 14. Vertedero de pared gruesa en Revinuesa (Soria).

2.1.2.4. CON VERTEDEROS CRUMP, DOBLE TRIANGULAR, TIPO V-FLAT

Este tipo de instalaciones presentan la ventaja de que son estructuras calibradas en laboratorios de hidráulica mediante formulación matemática, lo que permite establecer curvas de gasto teóricas muy ajustadas a las que se pueden obtener a base de aforos directos.

Se caracterizan por tener gran precisión en la medida de caudales, siendo el error muy pequeño dentro de la propia sección de medida. A la vez, disponen en general de buena capacidad de paso de acarreo, cuerpos flotantes y sedimentos (autolimpieza).

A fin de proteger la fauna piscícola se han empleado diversas técnicas complementarias para facilitar el ascenso de los peces a través de estas estructuras, reduciendo así el impacto medioambiental de las mismas. No obstante, la tendencia actual es la de sustituir este tipo de aforos para favorecer la protección de la piscifauna.



Figura 15. Vertedero tipo V-flat, en el río Esla en Las Salas, antes de su sustitución por su perjuicio sobre la piscifauna.

2.1.2.5. MEDIDA DE NIVEL DE AGUA

Convierten la altura de la lámina de agua en una señal eléctrica que recoge el **Sistema de Adquisición de Datos**.

Para las estaciones de aforo, pueden ser de varios tipos, habiéndose elegido el método de medida que mejor se adapta a las características singulares de cada emplazamiento: neumáticos, boya-contrapeso, sondas capacitivas y/o radar. En algunos lugares se complementan hasta dos tipologías de sensores para garantizar una mayor precisión y disponibilidad de la información.



Figura 16. Sistema de medida por boya y contrapeso.



Figura 17. Radar para la medida de nivel en estación de aforo.

2.1.3. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

Se cuenta con 201 puntos de control pluviométrico, 71 de ellos exentos y el resto ubicados en estaciones de aforo en ríos. Éstos se encargan de registrar la cantidad de lluvia precipitada en un lugar, durante un tiempo determinado. Este dato es necesario para llevar a cabo una mejor gestión del recurso hídrico y, fundamentalmente, para elaborar las pertinentes predicciones de caudal y estado de la cuenca que facilitan la toma de decisiones en las tareas de gestión del agua.

2.1.3.1. PLUVIÓMETROS Y PLUVIONIVÓMETROS

En puntos situados a menos de 1200 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) se emplean pluviómetros, que recogen las precipitaciones en forma de lluvia en un depósito donde hay un dispositivo tipo balancín que emite 1 impulso por cada a $0,1 \text{ l/m}^2$ de precipitación ($0,2 \text{ l/m}^2$ en áreas de mayor precipitación). Estos impulsos son recogidos por la electrónica del sistema que se encarga de totalizar las cantidades.

En puntos con cotas superiores a 1200 m s.n.m., donde las precipitaciones en forma de nieve pueden ser de cierta frecuencia, se utilizan pluvionivómetros, con una resistencia de caldeo para fundir la nieve, realizando medidas del agua caída tanto en forma líquida como en forma de nieve.



Figura 18. Interior de un pluviómetro de balancín durante su mantenimiento.

También en puntos con cotas superiores a 1200 metros, se han empleado nivómetros por peso, este aparato consta de un depósito de recogida, de 200 cm² de superficie, parcialmente lleno de líquido anti-congelante. El conjunto descansa sobre un sistema de pesaje electrónico.



Figura 19. Interior y exterior de un nivómetro de pesaje.

Al caer nieve en el depósito, ésta se funde en el anticongelante: el incremento de peso es detectado por la báscula y el dato es tratado electrónicamente. A partir de este incremento se calcula la cantidad de nieve caída. La lluvia es medida de la misma manera por el incremento de peso. El sistema de pesaje se basa en el cambio de frecuencia de un hilo vibrante excitado electrónicamente al aumentar la carga depositada sobre él, por lo que su precisión resulta excelente.

2.1.3.2. TERMÓMETROS

En muchos de los puntos de observación de datos hidrológicos y de pluviometría, se dispone de una sonda para medición de la temperatura ambiente. Los sensores empleados son de tipo resistivo, los cuales aprovechan la variación que provoca la temperatura en la resistencia al paso de corriente de los materiales para producir una señal analógica de 4-20mA que es la que se recoge en el Sistema de Adquisición de Datos.

2.1.4. DATOS EN TIEMPO REAL QUE SE PUEDEN CONSULTAR

Se accede a los datos en tiempo real a través del sitio web www.saihduero.es; siempre teniendo en cuenta que los **datos son provisionales y están sujetos a revisión**.

2.1.4.1. CONSULTA DE DATOS DE EMBALSE.

La situación global de los embalses del estado en la cuenca del Duero se resume en la página <https://www.saihduero.es/situacion-embalses>. Podemos visualizar los datos referentes al volumen de agua embalsada:

Sistema Automático de Información del Duero

Situación de los embalses

Inicio > Situación de los embalses

Datos de agua embalsada

Información sobre la situación de los principales embalses de la cuenca del Duero gestionados por la Confederación Hidrográfica del Duero a día 6 de noviembre de 2025

Hora de los datos: 8:00 AM. Los datos son provisionales y están sujetos a revisión.

Provincia: **TODAS**

Puede conocer más datos sobre cada embalse mediante el enlace que hay en su nombre.

SISTEMA Embalse	Capacidad (hm ³)	Volumen embalsado			Datos semanales					
		Actual (hm ³)	Actual (%)	Año ant. (hm ³)	Media 10 años ant. (hm ³)	Variación de Vol. (hm ³)	Precip. (l/m ²)	Entrada media (m ³ /s)	Salida media (m ³ /s)	Precip. en Año Hidr. (l/m ²)
LEÓN (SISTEMA ESLA Y ÓRBIGO)										
Villameca	18,7	2,0	10,8	6,6	5,3	0,0	16,8	0,1	0,2	54,2
Barrios de Luna	310,5	67,1	21,6	131,8	87,3	0,0	50,5	3,0	3,0	70,9
Porma	317,8	131,7	41,4	162,2	119,0	+0,7	76,1	3,8	2,7	129,1
Riaño	641,4	251,4	39,2	352,2	261,9	+2,1	60,1	6,2	2,7	97,1
Total	1.288,4	452,3	35,1	652,8	473,4	+2,8				
PALENCIA (SISTEMA CARRIÓN)										
Camporredondo	68,7	11,2	16,3	48,5	20,6	+2,4	67,4	4,5	0,5	126,4
Compuerto	94,9	35,9	37,9	54,7	37,3	-0,7	70,3	-	0,9	151,8
Total	163,7	47,1	28,8	103,2	57,9	+1,7				
PALENCIA (SISTEMA PISUERGA)										
Cervera-Ruesga	10,3	4,9	48,1	2,3	3,8	-2,1	49,7	3,1	6,5	96,0
La Requejada	58,7	33,1	56,5	15,0	10,4	-1,9	55,0	0,9	4,1	76,8
Aguilar de Campoo	247,2	127,3	51,5	161,2	92,4	+3,2	19,7	9,8	4,6	37,0
Total	316,2	165,3	52,3	178,5	106,7	-0,8				
BURGO (SISTEMA ARLANZA)										
Arlanzón	22,4	9,3	41,7	18,4	13,7	-0,1	37,4	0,2	0,4	76,0
Úzquiza	74,6	44,9	60,1	45,9	38,2	-0,6	28,8	-	0,8	62,9
Total	97,0	54,2	55,9	64,2	51,9	-0,7				
SORIA (SISTEMA ALTO DUERO)										
Cuerda del Pozo	248,8	148,0	59,5	139,5	125,6	-1,1	13,3	0,9	2,7	66,9
SEGOVIA (SISTEMA RIAZA-DURATÓN Y CEGA-ERESMA-ADAJA)										
Linares del Arroyo	54,4	22,9	42,0	29,4	25,6	-0,1	11,9	0,3	0,4	49,6
El Pontón Alto	7,3	4,9	66,7	7,4	5,1	0,0	9,4	0,1	0,1	37,1
Total	61,7	27,8	44,9	36,8	30,7	-0,1				
ÁVILA (SISTEMA CEGA-ERESMA-ADAJA)										
Castro de las Cogotas	58,2	26,7	45,8	23,4	22,4	-0,3	9,2	0,2	0,8	36,4
SALAMANCA (SISTEMA TORMES)										
Santa Teresa	496,1	244,0	49,2	347,7	283,0	+2,4	68,2	17,0	13,0	141,6
SALAMANCA (SISTEMA AGÜEDA)										
Iruña	110,0	37,4	34,0	55,0	45,5	+1,9	47,0	4,0	0,8	97,7
Águeda	16,4	11,2	72,7	13,0	11,2	+0,5	49,6	1,8	1,0	94,1
Total	125,4	48,6	38,8	68,0	56,7	+2,4				
TOTAL	2.855,5	1.214,0	42,5	1.614,2	1.208,2	+6,2				
% DEL TOTAL			42,5	56,5	42,3					

Descargar [archivo .PDF]

Los datos son provisionales y están sujetos a revisión.

Figura 20. Lista de embalses del estado con su situación actual.

Pulsando en el nombre de cada embalse, se accede a la información específica en tiempo real.

Embalse de Barrios de Luna

Inicio > Datos en tiempo real > Información Hidrológica y Meteorológica > Embalse de Barrios de Luna Volver

Datos geográficos

Cauce Luna	Municipio Barrios de Luna	Provincia León	
Coordenadas UTM Huso 30	X 266.101	Y 4.748.341	Z 1.111

Datos de la estación

Tipo de presa Gravedad	Capacidad máxima 310,5 hm ³	Superficie máxima 1.130,00 ha	Cuenca vertiente 485,81 km ²
Altura de presa 96,20 m	Cota de cauce 1.029,50 m	Cota del nivel Máx. normal 1.108,50 m	Cota de coronación 1.111,20 m
Longitud en coronación 197,50 m			

Datos en tiempo real

Última actualización: 06/11/2025 18:00

Variable	Valor	Fecha	Tendencia	Histórico
Nivel	1.073,92 m.s.n.m	06/11/2025 18:00	→	
Nivel relativo	43,92 m	06/11/2025 18:00	→	
Porcentaje de volumen embalsado	21,6 %	06/11/2025 18:00	→	
Caudal vertido	3,1 m ³ /s	06/11/2025 18:00	↘	
Volumen embalsado	67,21 hm ³	06/11/2025 18:00	→	

Datos estadísticos

Variable	Ayer	Mín. mes	Máx. mes	Mín. año	Máx. año
Nivel	1.073,97 m.s.n.m	n/d	n/d	1.070,99 m.s.n.m	1.075,33 m.s.n.m
Nivel relativo	43,97 m	n/d	n/d	40,99 m	45,33 m
Porcentaje de volumen embalsado	21,7 %	n/d	n/d	17,9 %	23,6 %
Caudal vertido	2,8 m ³ /s	n/d	n/d	2,6 m ³ /s	9,1 m ³ /s
Volumen embalsado	67,41 hm ³	n/d	n/d	55,68 hm ³	73,27 hm ³

[Curva de estado y comparativas](#)

Datos históricos

Los datos validados se pueden obtener del siguiente enlace:

ANUARIO OFICIAL DE AFOROS

Figura 21. Datos en tiempo real del embalse de Barrios de Luna.

El nivel medido en el embalse se indica con referencia absoluta, en metros sobre el nivel del mar, o relativa, respecto al pie de presa. Con este dato se calcula el volumen de agua almacenada en hm³ o en porcentaje. Se puede obtener una gráfica comparada del volumen, con respecto campañas anteriores.

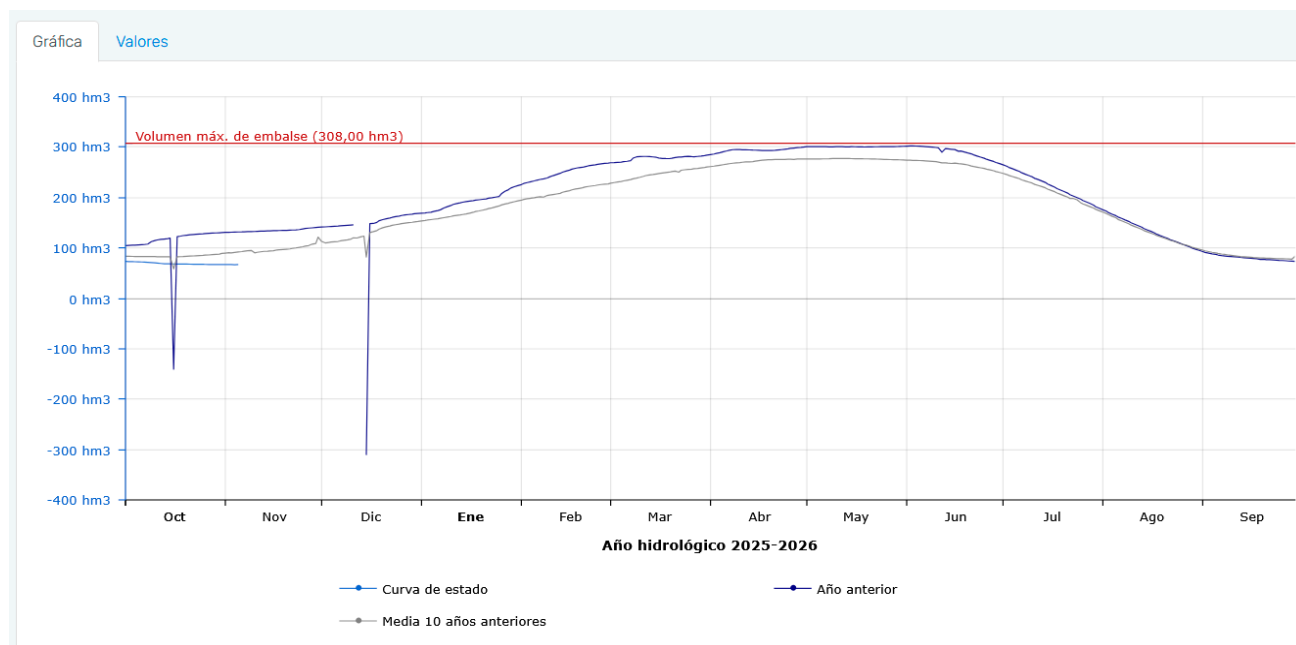


Figura 22. Gráfica de datos comparados del embalse de Barrios de Luna.

Este es un ejemplo de la provisionalidad de los datos que se advierte para un sistema totalmente automatizado. Tenemos 2 picos que son debidos a fallos puntuales del sistema.

Por otra parte, el caudal vertido es el resultado del cálculo realizado por la *unidad terminal remota en el embalse*. El caudal desaguado por cada órgano se conoce aplicando la "curva de gasto" correspondiente al nivel de embalse según del grado de apertura de compuertas y válvulas. En su caso, se añade la medida directa de caudal realizada por caudalímetros en las tomas de la presa.

Para cada variable, la serie temporal almacenada se puede obtener pulsando en el icono de la columna "histórico". A partir de aquí seleccionamos el intervalo de tiempo, con fecha y hora, que necesitemos consultar.

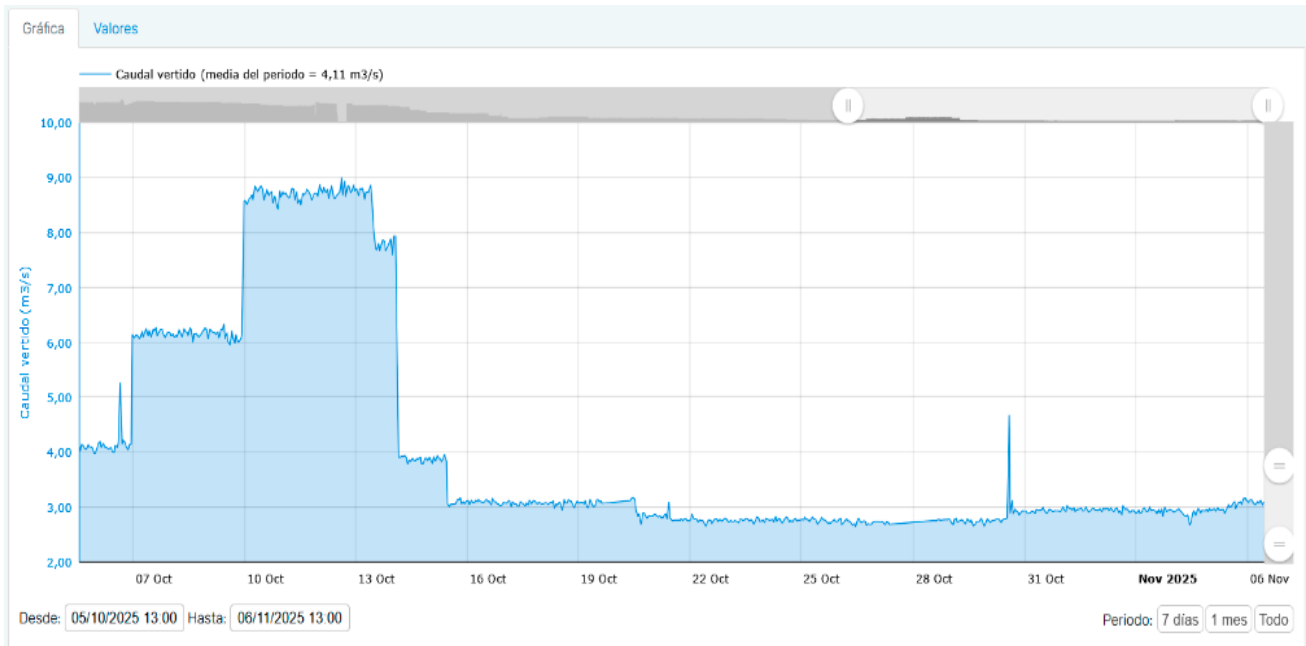


Figura 23. Gráfico de caudal vertido del embalse de Barrios de Luna.

Se pueden visualizar los datos en tabla numérica y descargarlos a un archivo.

Gráfica Valores

Mostrar 24 registros

Anterior 1 2 3 4 5 ... 85 Siguiente

Fecha y hora	Caudal vertido (m3/s)
08/08/2025 00:00	34,59
08/08/2025 01:00	34,49
08/08/2025 02:00	34,54
08/08/2025 03:00	34,43
08/08/2025 04:00	34,37
08/08/2025 05:00	34,66
08/08/2025 06:00	34,69
08/08/2025 07:00	34,34
08/08/2025 08:00	34,56
08/08/2025 09:00	34,68
08/08/2025 10:00	34,71
08/08/2025 11:00	34,59
08/08/2025 12:00	34,61
08/08/2025 13:00	34,64
08/08/2025 14:00	34,56
08/08/2025 15:00	34,34
08/08/2025 16:00	34,46
08/08/2025 17:00	34,48
08/08/2025 18:00	34,89
08/08/2025 19:00	34,41
08/08/2025 20:00	34,98
08/08/2025 21:00	34,63
08/08/2025 22:00	34,70
08/08/2025 23:00	34,82

Mostrando registros del 1 al 24 de un total de 2,028 registros

Anterior 1 2 3 4 5 ... 85 Siguiente

Descargar (fichero .CSV)

Figura 24. Tabla numérica de caudal vertido del embalse de Barrios de Luna.

2.1.4.2. CONSULTA DE DATOS DE ESTACIONES DE AFORO.

Con frecuencia, la atención de un usuario se centra en uno o varios puntos de control muy determinados. En estos casos resulta útil el utilizar enlaces directos a través de la referencia que se puede consultar en el **Visor Mírame** (<https://mirame.chduero.es/chduero/viewer>), activando la capa "**Redes de control automático: Información hidrológica**" como mostramos a continuación:

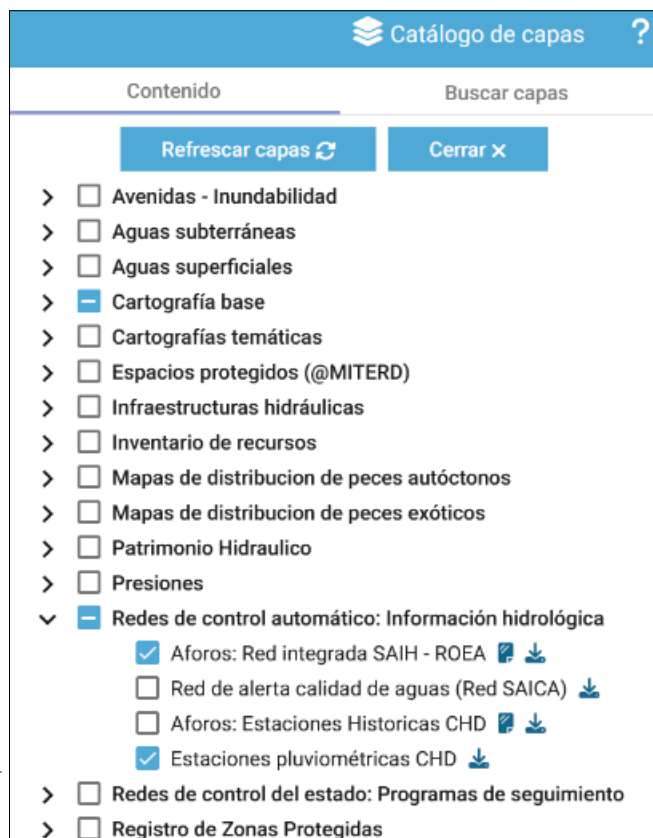


Figura 25. Selección de capas de Aforos y Estaciones Pluviométricas en Mírame.

La selección se hace directamente sobre el mapa. Podemos utilizar las herramientas de búsqueda de Mírame si es necesario.

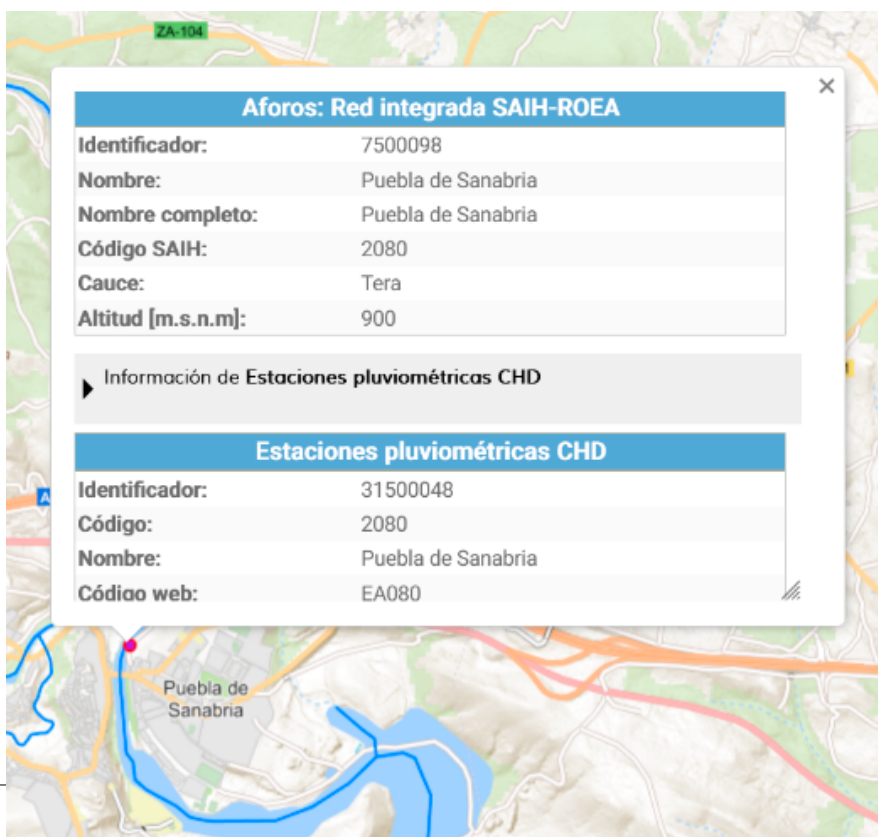


Figura 26. Identificación de una estación de aforos en Mírame.

Utilizando los tres últimos dígitos del código SAIH se accede al aforo la dirección:

<https://www.saihduero.es/risr/EA080>

Tera en Puebla de Sanabria

Inicio > Datos en tiempo real > Información Hidrológica y Meteorológica > Tera en Puebla de Sanabria Volver

Datos geográficos

Cauce Tera	Municipio Puebla de Sanabria	Provincia Zamora
Coordenadas UTM Huso 30	X 199.480	Y 4.662.428
		Z 900

Datos de la estación

Tipo de aforo ---	Instrumentación Sonda	Cuenca vertiente 426.40 km ²
----------------------	--------------------------	--

Datos en tiempo real
Última actualización: 05/11/2025 17:30

Variable	Valor	Fecha	Tendencia	Histórico
Nivel	2,16 m	05/11/2025 17:30	↗	
Caudal	36,98 m ³ /s	05/11/2025 17:30	↑	
Temperatura ambiente	8,8 °C	05/11/2025 17:30	↓	
Pluviometría	0,6 l/m ²	05/11/2025 17:30	☁	

Figura 27. Pantalla de datos en tiempo real de la estación de aforo en Puebla de Sanabria

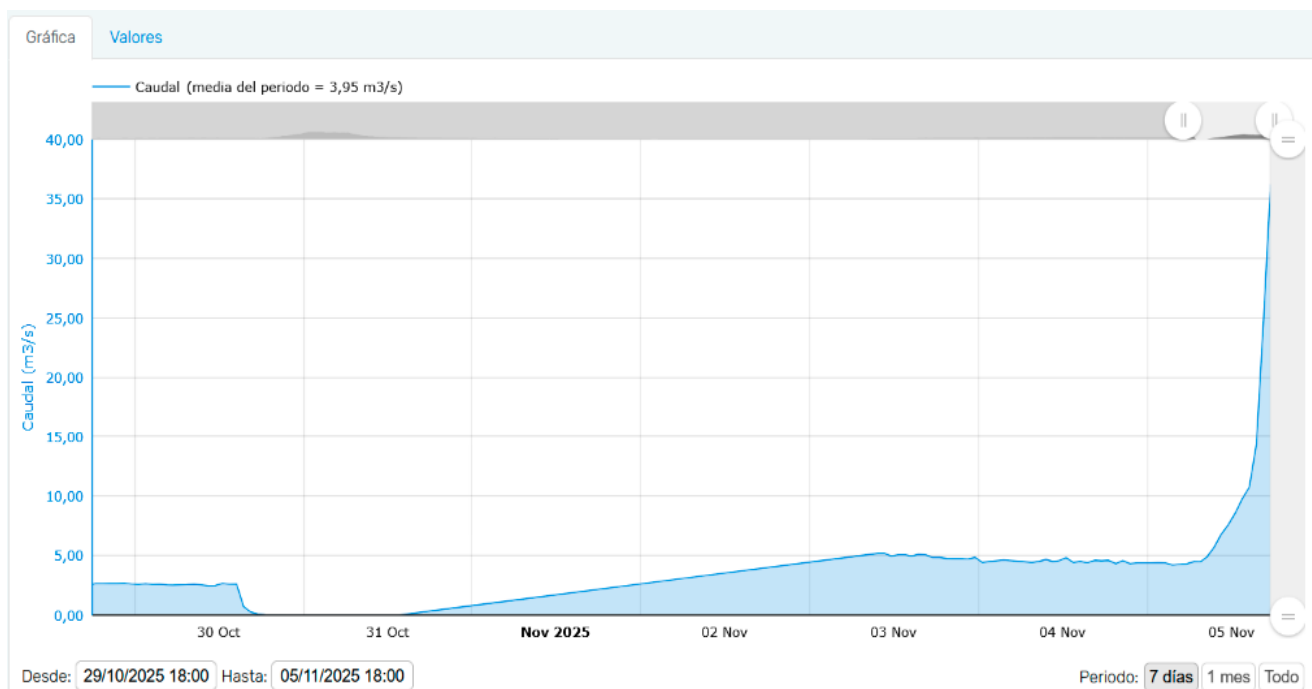


Figura 28. Pantalla gráfica de caudal en tiempo real del aforo de Puebla de Sanabria. 7 días.

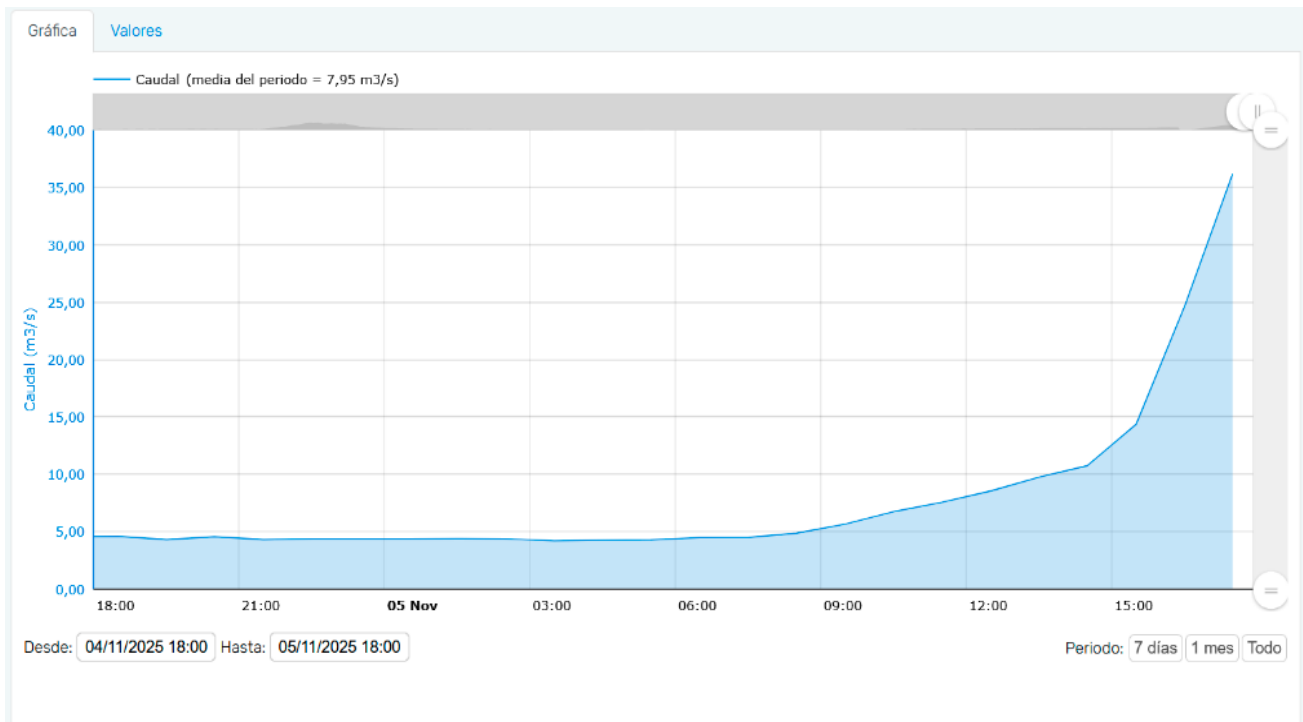


Figura 29. Pantalla gráfica de caudal en tiempo real del aforo de Puebla de Sanabria. 24 horas.

El dato realmente medido, por limnómetro, sonda de presión o radar, es el nivel. El caudal se calcula a partir de la “curva de gasto” en el Centro de Control de cuenca.

Fecha y hora	Pluviometría (l/m2)
05/11/2025 05:00	1,60
05/11/2025 06:00	4,50
05/11/2025 07:00	6,60
05/11/2025 08:00	7,30
05/11/2025 09:00	9,70
05/11/2025 10:00	1,70
05/11/2025 11:00	10,20
05/11/2025 12:00	10,30
05/11/2025 13:00	3,00
05/11/2025 14:00	4,60
05/11/2025 15:00	2,40
05/11/2025 16:00	1,60

Figura 30. Tabla de datos numéricos de caudal del aforo de Puebla de Sanabria. 24 horas.

2.1.4.3. CONSULTA DE DATOS DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS.

Igualmente se accede a un pluviómetro exento, por ejemplo, con la dirección:

<https://www.saihduero.es/risr/PL293>

Pluviómetro de San Martín de Castañeda Volver

Inicio > Datos en tiempo real > Información Hidrológica y Meteorológica > Pluviómetro de San Martín de Castañeda

Datos geográficos

Cauce	Municipio	Provincia	
Tera	Galende	Zamora	
Coordenadas UTM	X	Y	Z
Huso 30	191450	4.671.471	1.370

Datos de la estación

Instrumentación
Pluvionivómetro

Datos en tiempo real
Última actualización: 05/11/2025 17:10

Variable	Valor	Fecha	Tendencia	Histórico
Temperatura ambiente	7,1 °C	05/11/2025 17:10	↓	
Pluviometría	1,2 l/m2	05/11/2025 17:10		

Figura 31. Pantalla datos en tiempo real del pluviómetro en San Martín de Castañeda

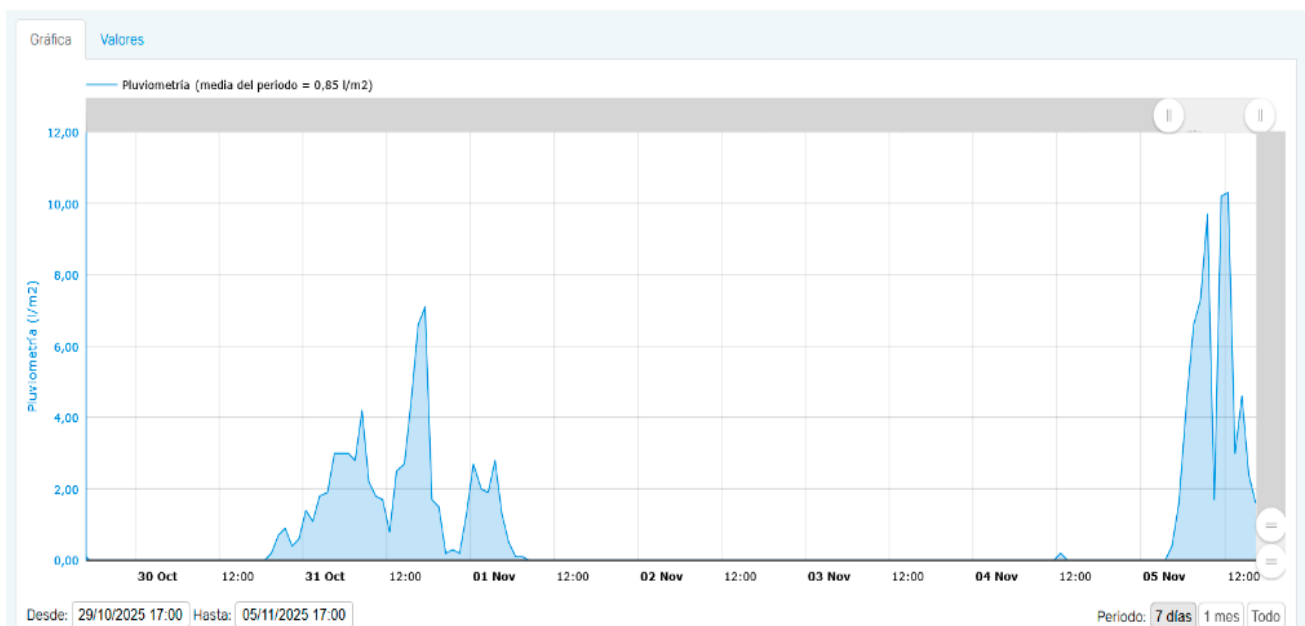


Figura 32. Pantalla de serie temporal del pluviómetro de San Martín de Castañeda 7 días.

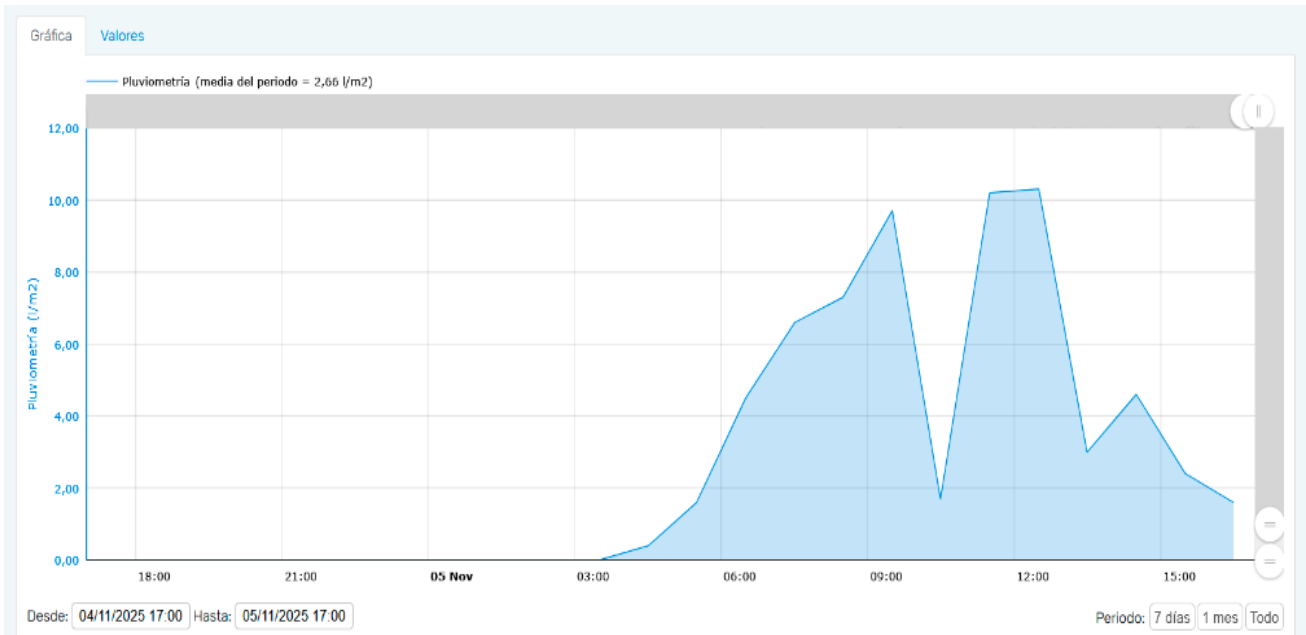


Figura 33. Pantalla de serie temporal del pluviómetro de San Martín de Castañeda últimas 24h.

Gráfica Valores

Mostrar 24 registros

Anterior 1 ... 81 82 83 84 85 Siguiente

Fecha y hora	Caudal (m3/s)
05/11/2025 01:00	4,40
05/11/2025 02:00	4,38
05/11/2025 03:00	4,21
05/11/2025 04:00	4,27
05/11/2025 05:00	4,30
05/11/2025 06:00	4,49
05/11/2025 07:00	4,51
05/11/2025 08:00	4,87
05/11/2025 09:00	5,67
05/11/2025 10:00	6,76
05/11/2025 11:00	7,56
05/11/2025 12:00	8,55
05/11/2025 13:00	9,77
05/11/2025 14:00	10,75
05/11/2025 15:00	14,36
05/11/2025 16:00	24,72
05/11/2025 17:00	36,19

Mostrando registros del 2,017 al 2,033 de un total de 2,033 registros

Anterior 1 ... 81 82 83 84 85 Siguiente

Descargar (fichero .CSV)

Figura 34. Visualización de los datos numéricos y descarga en fichero.

2.2. SISTEMA SAICA: SISTEMA AUTOMÁTICO DE INFORMACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS"

2.2.1. DESCRIPCIÓN

El Sistema Automático de Información de la Calidad de las Aguas (S.A.I.C.A) desarrolla operaciones y actuaciones de vigilancia, seguimiento y control de los niveles de calidad de las aguas continentales, para controlar el cumplimiento de los requisitos de la Unión Europea y las exigencias de las vigentes legislaciones.

El proyecto SAICA incorpora en la Cuenca Hidrográfica del Duero 31 Estaciones Automáticas de Alerta (EAA), que se encargan de realizar mediciones y muestras periódicas de la calidad del agua de una forma automática. La información recogida en cada una de las EAA es enviada en tiempo real, a través de comunicación satelital VSAT al Centro de Control de Cuenca, localizado en la Esclusa número 42 del Canal de Castilla en Valladolid.

Estos datos permiten detectar, alertar y proteger zonas de especial interés y constituye una herramienta básica de ayuda a la guardería fluvial y de gestión para las tareas de vigilancia, control, autorización y sanción de los vertidos.

El Centro de Control de Cuenca recibe, procesa y gestiona la información procedente de la Red de Estaciones Automáticas de Alerta o red SAICA, y también integra información de redes de control manuales y datos procedentes de laboratorio, así como datos de otras infraestructuras relacionadas con la calidad del agua (vertidos, captaciones, masas de agua, objetivos de calidad, etc.).

Los datos registrados por las 31 Estaciones Automáticas de Alerta (EAA) del Sistema SAICA se recogen mediante una serie de sensores instalados en los puntos de control. En general, el termino sensor se refiere al transductor elemento sensible que transforma la variable física a señal eléctrica, mientras que sonda se refiere al conjunto que incluye el cable y el circuito de conversión a una señal estandarizada, generalmente 4-20mA.



Figura 35. Interior de una Estación Automática de Alerta de la red SAICA.

2.2.1.1. TEMPERATURA DEL AGUA

El sensor se compone de un elemento que varía su resistencia eléctrica en función de la temperatura, en general se emplean sensores tipo PT-100 o NTC que sumergidos en el agua traducen su temperatura mediante una señal analógica 4-20 mA que es convertida en un valor de temperatura en el sistema de adquisición de datos de la estación.

Además del propio control de la temperatura del agua en cada momento y de posibles alteraciones en los valores y tendencias naturales, el valor de temperatura del agua registrado se emplea para realizar la compensación de resultado para ciertas variables, como en el caso del Oxígeno Disuelto, Conductividad, pH, Amonio.

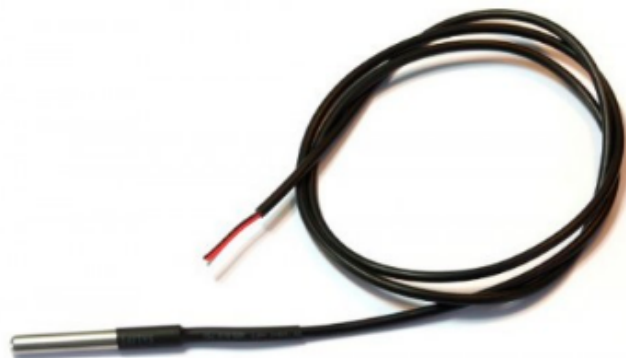


Figura 36. Sonda de temperatura del agua.

2.2.1.2. CONDUCTIVIDAD

Se trata de un elemento sensor que mide la cantidad de sales disueltas en el agua. Se emplean dos tipos de sensores:

- De transducción de corriente, que miden la cantidad de corriente que pasa por unidad de superficie del sensor sumergido en el agua.
- De inducción, mediante un anillo que sumergido en el agua que genera un campo magnético y establece la cantidad de sales en base a la respuesta del campo.



Figura 37. Sensor de conductividad por transducción de corriente.

La señal del electrodo se integra en el sistema de adquisición de datos de la EAA como un valor de conductividad eléctrica y permite conocer la concentración de sales disueltas.

La concentración de sales es específica del origen de las aguas y de los terrenos por los que circula, pero la actividad humana e industrial puede alterar su concentración de forma significativa su control permite identificar vertidos contaminantes, así como ayudar a determinar su naturaleza.



Figura 38. Sensor de conductividad por inducción.

2.2.1.3. ACIDEZ (PH)

Se basa en una media electropotenciométrica mediante un electrodo de vidrio con puente sensible a la concentración de H⁺ presente en el agua. El potencial eléctrico del sistema formado por el electrodo en solución es sensible a los cambios en la concentración de H⁺, la cual se refleja en una variación del potencial eléctrico que atraviesa el electrodo y que es traducido en una señal analógica o digital según modelo. De forma general se comprueba la acidez o basicidad del medio.

Permite seguir cambios debidos por ejemplo a vertidos contaminantes, que según su naturaleza, pueden alterar significativamente su valor, también en ciertas situaciones derivadas de la eutrofia por aporte excesiva de nutrientes la actividad del fitoplancton puede alterar significativamente este parámetro y es importante para identificar posibles efectos de otras variables, como la concentración de amonio, sobre fauna piscícola.



Figura 39. Electrodo de medida de pH del agua.

2.2.1.4. REDOX

Mediante un electrodo de vidrio se mide la actividad de oxidación/reducción del medio, esta variable aporta mucha información en medios afectados por vertidos urbanos o industriales. En medios naturales el valor de REDOX sería positivo en caso de presencia de vertidos los valores se reducirían hasta hacerse negativos según la intensidad del mismo. El electrodo es muy semejante al de pH pero emplea un elemento noble en uno de sus elementos.



Figura 40. Electrodo de medida de oxidación/reducción.

2.2.1.5. OXÍGENO DISUELTO

Se emplean dos tipos de sensores:

- **Amperométrico**, que mediante una membrana sensible permeable al O₂ y la respuesta del sensor interno permite conocer la concentración de oxígeno disuelto en el agua. Permite emplear membranas resistentes a la presencia de H₂S, lo que los hace muy útiles en presencia de vertidos contaminantes.
- **LDO, óptico mediante fluorescencia**. Un led de longitud de onda adecuada emite luz que es parcialmente absorbida y parcialmente devuelta por las moléculas de O₂, el equipo mide la cantidad de luz devuelta a una longitud diferente (emitida por las moléculas de O₂) y determina la cantidad de O₂ presente.



Figura 41. Sensor amperométrico de oxígeno disuelto.

Se trata de una variable primordial en el control de la calidad de las aguas, la alteración de la concentración en el agua puede tener causas graves sobre el ecosistema acuático, esto es fundamental en caso de registrarse vertidos contaminantes que pueden repercutir en situaciones de anoxia. Además, otros fenómenos como la eutrofización pueden provocar variaciones importantes en su concentración a lo largo del ciclo diario pasando de anoxia a sobresaturación.



Figura 42. Sensor óptico-fluorescente de oxígeno disuelto.

2.2.1.6. TURBIDEZ

La medida de la turbidez presente en el agua se mide mediante sensores ópticos que emiten una cantidad de luz hacia la muestra, y en base a las partículas presentes y a su naturaleza se produce tanto una extinción de la luz como una dispersión, unos receptores ubicados en posiciones y ángulos adecuados determinan la alteración de la cantidad de luz emitida y permiten determinar la turbidez. Mediante el sistema electrónico del equipo esta señal se traduce en un valor que se registra en el sistema de adquisición de datos de la estación.

La turbidez puede tener un origen natural por efecto de arrastres del medio por el que discurren las aguas, y se afecta mucho durante fuertes lluvias por efectos de la erosión y de la escorrentía en los terrenos circundantes a los cauces, pero además es un parámetro que puede verse muy afectado durante episodios de vertidos contaminantes de aguas residuales insuficientemente tratadas.

2.2.1.7. COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ESPECTRAL SAC

El SAC es el denominado Coeficiente de Absorción Espectral. Esta variable determina la cantidad de materia orgánica presente en el agua. Es una medida óptica, que aprovecha la capacidad de muchos compuestos orgánicos de ser sensibles a la luz a una longitud de onda de 254 nm, los equipos empleados emiten un haz de luz de esta longitud de onda al agua que se está midiendo, y se mide la emisión que se produce de manera secundaria por la materia orgánica presente.



Figura 43. Sensor óptico de Absorción Espectral.

La materia orgánica presente en el agua puede tener un origen natural, pero en caso de provenir de vertidos contaminantes su exceso y naturaleza afectan de manera muy notable y negativa a la calidad del agua y condiciones del medio acuático.

2.2.1.8. AMONIO

Para determinar la concentración de amonio en el agua circulante en los puntos de control se emplean analizadores específicos. En la red SAICA del Duero se emplea la técnica de electrodo selectivo de amoniaco, que se trata de un electrodo que utiliza una membrana hidrófoba permeable al gas para separar la solución de muestra de una solución interna del electrodo de cloruro de amonio. El amoníaco disuelto $\text{NH}_3(\text{ac})$ y NH_4^+ se convierte en $\text{NH}_3(\text{ac})$ elevando previamente el pH de la muestra, con una base fuerte, por encima de 11.

El amonio es un compuesto muy característico de los vertidos urbanos, y procede de procesos metabólicos, agropecuarios y en algunos casos industriales. El amonio es un indicador de posible contaminación del agua con bacterias, aguas residuales o residuos de actividades ganaderas.



Figura 44. Sensor selectivo de amonio.

2.2.1.9. TEMPERATURA AMBIENTE

Se trata de una sonda que emplea el mismo principio medida que la de temperatura del agua y que traduce las variaciones de temperatura en un cambio en la señal eléctrica que la atraviesa. Como en el resto de los equipos instalados en las estaciones, la medida se integra para su registro.

2.2.1.10. NIVEL DEL RÍO

Para determinar la medida del nivel de agua en el río, y de sus variaciones a lo largo del tiempo se emplean sondas piezométricas, que mediante una membrana sumergida en el agua y un transductor de presión eléctrico varía la tensión que la sonda transmite al sistema de adquisición de datos.

La medida del nivel del agua, y sus variaciones en el tiempo, permiten correlacionar ciertos eventos registrados en las variables de calidad de una estación de control con posibles causas aguas arriba, así como determinar el posible nivel de incidencia de estos eventos en relación al nivel/caudal circulante en cada momento.

2.2.2. DATOS EN TIEMPO REAL QUE SE PUEDEN CONSULTAR

En el enlace <https://www.saihduero.es/datos-tiempo-real/saica> encontramos las 31 estaciones SAICA, tanto en el mapa de la cuenca como en forma de lista. En ambos se puede pulsar para acceder a los datos en tiempo real de una estación en concreto. También se puede acceder desde el visor el **Visor Mírame**, activando la capa "**Redes de control automático: Información hidrológica**" como mostramos a continuación:

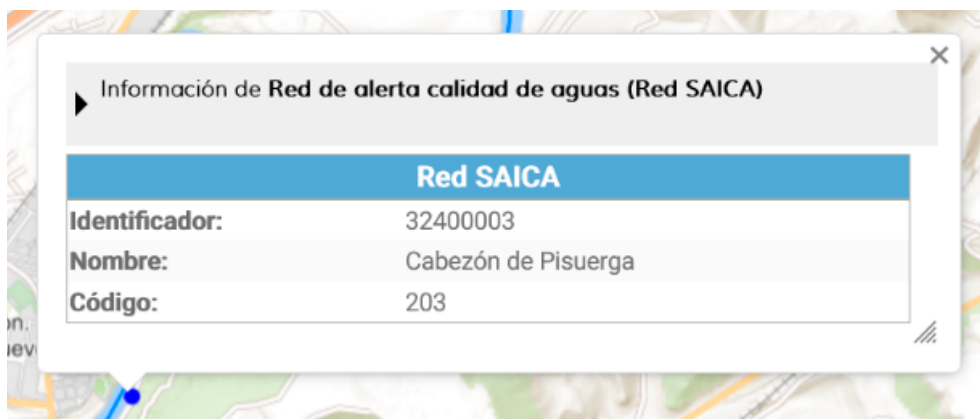


Figura 45. Identificación de una estación de alerta de calidad de las aguas (SAICA) en Mírame..

En este caso, trasladamos los 3 dígitos del código al final del enlace

<https://www.saihduero.es/saica/EC203>

Todas las variables controladas por la estación aparecen en el listado con el último valor registrado, así como una tabla de estadísticas.



Pisuerga en Cabezón de Pisuerga

[Volver](#)



[Inicio](#) > [Datos en tiempo real](#) > [Información de Calidad del Agua](#) > Pisuerga en Cabezón de Pisuerga



Datos geográficos

Cauce Pisuerga	Municipio Cabezón de Pisuerga	Provincia Valladolid
Coordenadas UTM Huso 30	X 363.742	Y 4.622.085



Datos en tiempo real

Última actualización: 06/11/2025 16:30

Variable	Valor	Fecha	Histórico
Conductividad	581 $\mu\text{S}/\text{cm}$	06/11/2025 16:30	
Amonio	0,04 ppm	06/11/2025 16:30	
Nivel	0,71 m	06/11/2025 16:30	
Oxígeno disuelto	8,5 ppm	06/11/2025 16:30	
pH	7,88 pH	06/11/2025 16:30	
SAC	7,6 AbS/m	06/11/2025 16:30	
Temperatura del agua	12,4 °C	06/11/2025 16:30	
Temperatura ambiente	12,3 °C	06/11/2025 16:30	
Turbidez	15 FAU	06/11/2025 16:30	

Datos estadísticos

Variable	Ayer	Mín. mes	Máx. mes	Mín. año	Máx. año
Conductividad	653 $\mu\text{S}/\text{cm}$	n/d	n/d	0 $\mu\text{S}/\text{cm}$	759 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Amonio	0,06 ppm	n/d	n/d	0,02 ppm	0,49 ppm
Nivel	0,66 m	n/d	n/d	0,29 m	2,69 m
Oxígeno disuelto	7,3 ppm	n/d	n/d	0,0 ppm	11,6 ppm
pH	7,88 pH	n/d	n/d	0,00 pH	8,40 pH
SAC	7,8 AbS/m	n/d	n/d	0,0 AbS/m	44,2 AbS/m
Temperatura del agua	15,2 °C	n/d	n/d	0,0 °C	27,0 °C
Temperatura ambiente	10,9 °C	n/d	n/d	-2,7 °C	39,9 °C
Turbidez	9 FAU	n/d	n/d	0 FAU	227 FAU

Figura 46. Datos en tiempo real y datos estadísticos, en la EAA de Cabezón de Pisuerga.

Todas las variables tienen su serie temporal almacenada en la base de datos, a la que se accede a través de los iconos de la consulta "Histórico".

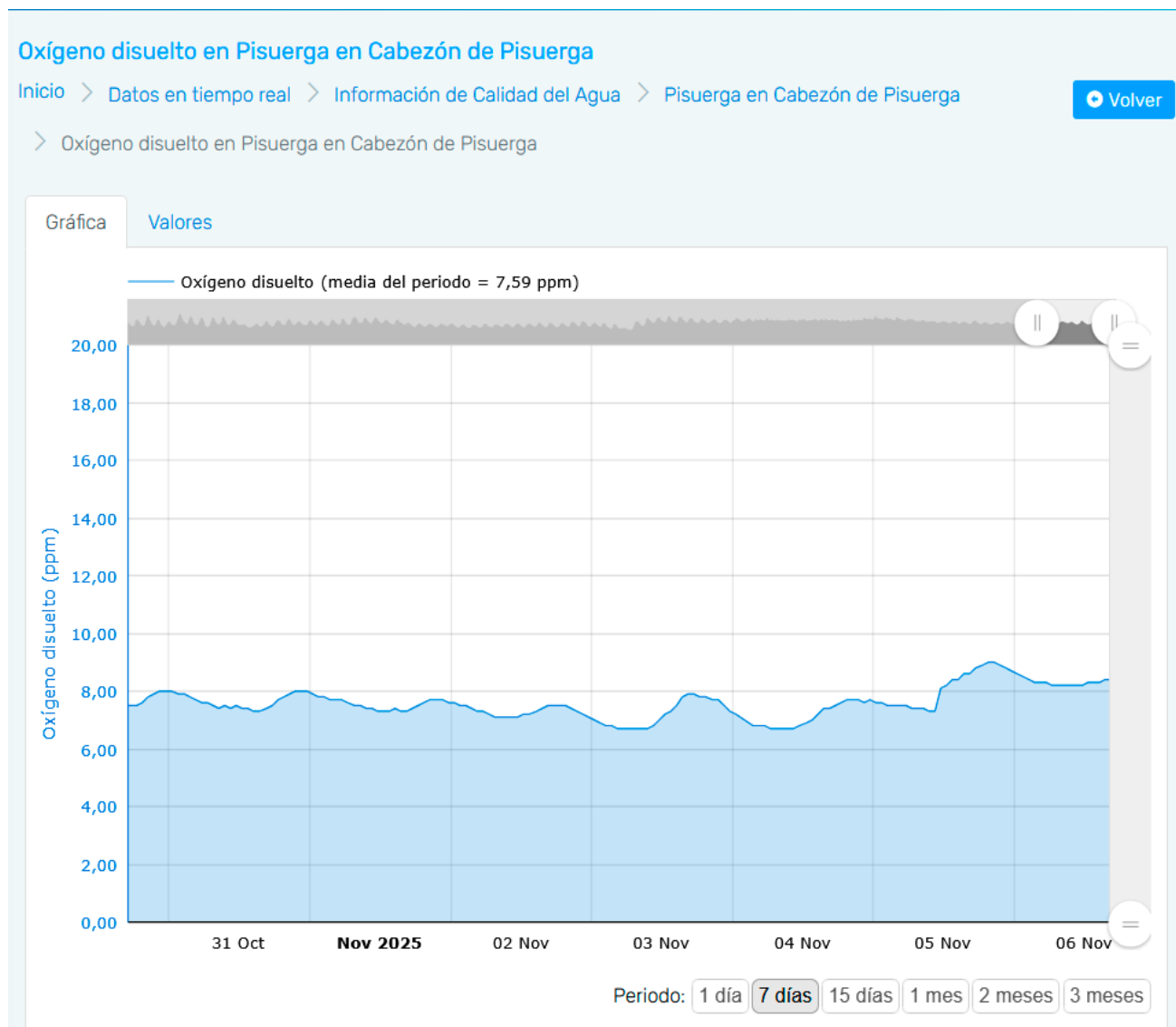


Figura 47. Gráfica de oxígeno disuelto, opción por defecto, en la EAA de Cabezón de Pisuerga .

Las escalas de los ejes se pueden manipular con el ratón, adaptando la gráfica. También se puede consultar sobre la grafica el valor exacto para una medida completa.

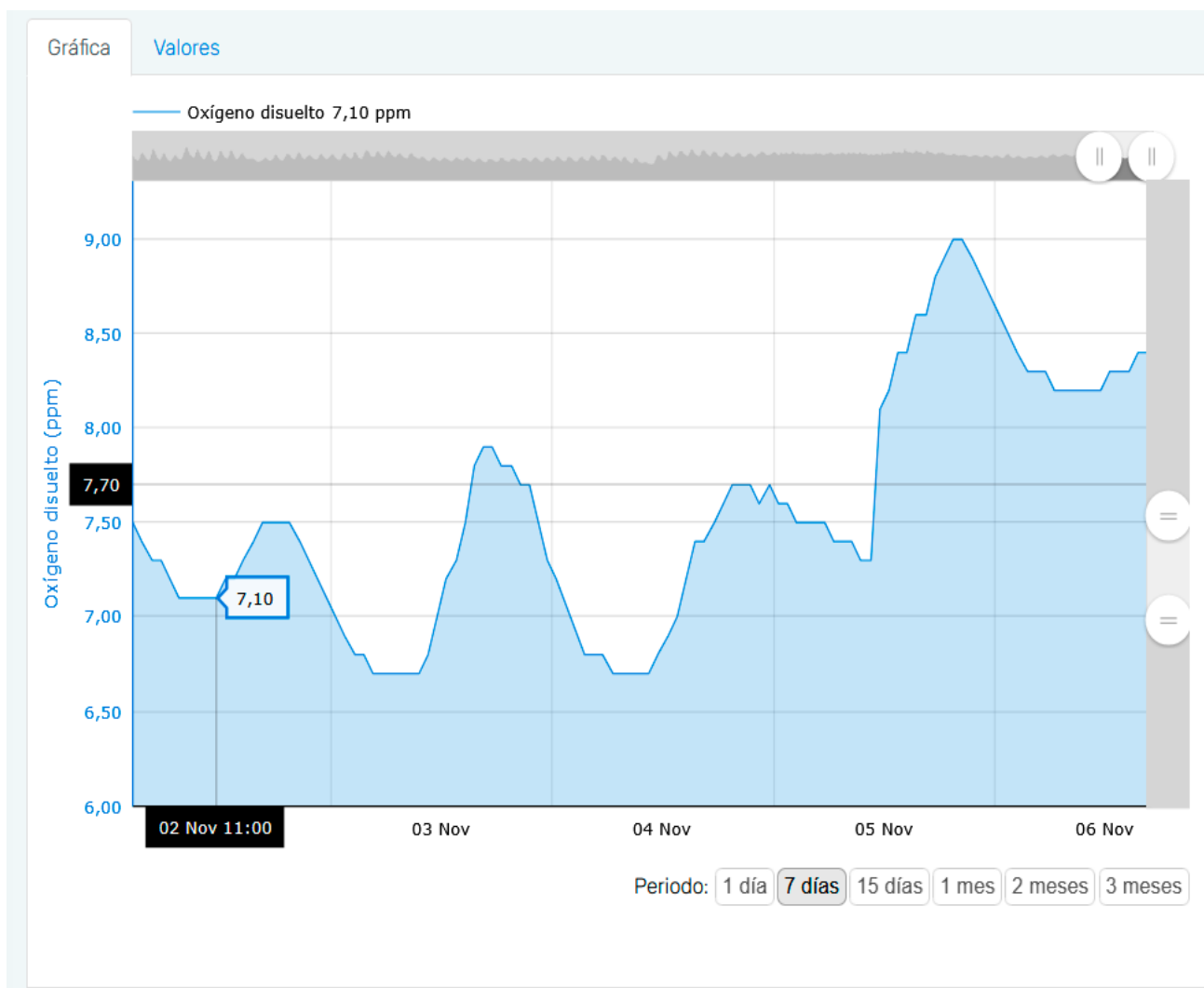


Figura 48. Gráfica de oxígeno disuelto, con ejes manipulados, en la EAA de Cabezón de Pisuerga .

Siempre se puede obtener una tabla de valores numéricos. En este caso no admite la descarga directa; si bien, se pueden copiar los valores de la tabla.

Gráfica Valores

Mostrar 24 registros

Anterior 1 2 3 4 5 ... 91 Siguiente

Fecha y hora	Oxígeno disuelto (ppm)
23/10/2025 15:00	0,00
23/09/2025 00:00	4,90
23/09/2025 01:00	4,90
23/09/2025 02:00	4,90
23/09/2025 03:00	4,90
23/09/2025 04:00	4,90
23/09/2025 05:00	4,90
22/09/2025 23:00	5,00
23/09/2025 06:00	5,00
23/09/2025 07:00	5,00
22/09/2025 21:00	5,10
22/09/2025 22:00	5,10
23/09/2025 08:00	5,10
23/09/2025 09:00	5,20
21/09/2025 08:00	5,30
21/09/2025 09:00	5,30
21/09/2025 10:00	5,30
21/09/2025 11:00	5,30
22/09/2025 20:00	5,30
23/09/2025 10:00	5,30
21/09/2025 07:00	5,40
22/09/2025 05:00	5,40
22/09/2025 06:00	5,40
22/09/2025 07:00	5,40

Mostrando registros del 1 al 24 de un total de 2,172 registros

Anterior 1 2 3 4 5 ... 91 Siguiente

Figura 49. Tabla de datos numéricos de oxígeno disuelto en la EAA de Cabezón de Pisuerga.



PROGRAMA

 **Informa
Duero**

 **Tragsatec**
GrupoTragsa



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL DUERO, O.A.