



Asociación Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Español



Asociación Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Español

LA PRESA DE SANTA ANA, SU CENTRAL HIDROELECTRICA Y LA HIDROGEOLOGÍA DEL ENTORNO

Un ejemplo del aprovechamiento del agua para el hombre.

*Agua de boca, Agua para los riegos, Agua para los
animales y Agua para la generación eléctrica.*

Futuro Parque Geológico y Minero de
La Litera y La Ribagorza

17 de marzo de 2024

EXCURSIÓN GRATUITA

Plazas limitadas

Se recomienda llevar: ropa y calzado cómodo,
agua y comida.

IMPRESCINDIBLE RESERVA PREVIA

www.sigmadot.cat

Habrà varios grupos en distintas
horas que podrèis elegir a la hora
de inscribiros. A la confirmación de
vuestra información se les enviarà
mas información, tal como punto
de encuentro y demás normas

Información detallada y folleto de la excursión en:

<https://www.aih-ge.org/hidrogeordia-2024/>



22 de marzo de 2024 - Día Mundial del Agua
¿Hay agua subterránea cerca de ti?
Concurso del Agua Subterránea, 2024



(PARTICIPA)



III Concurso de Fotografía
hidrogeológica AIH- Hidrogeordia 2024





HIDROGEODÍA

El Hidrogeodía es una jornada de divulgación de la **Hidrogeología** y de la profesión del **Hidrogeólogo** como motivo de la celebración del **Día Mundial del Agua** (22 de marzo), promocionada por el Grupo español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos ([AIH-GE](#)).

La jornada consta de actividades **gratuitas, abiertas a todo tipo de público**, sin importar conocimientos, y guiadas por especialistas en la materia. La estructura es sencilla y consiste en recorrer un itinerario en el que se van realizando diferentes paradas con sus pertinentes explicaciones.

El Hidrogeodía 2024 de la provincia de [Huesca](#) consistirá en una visita guiada por diferentes elementos relacionados con el agua y la hidrogeología del entorno más próximo a la Presa de Santa Ana. Este elemento de la ingeniería se encuentra dentro del municipio de Castillonroy (Huesca) dentro de los límites del futuro [Parque Geológico y Minero de La Litera y Ribagorza](#) y en pleno cauce del río Noguera Ribagorzana.

PARADA 1: CONTEXTO GEOLÓGICO

Aunque no lo parezca, desde un punto de vista geológico, tanto esta primera parada como las siguientes, se encuentran dentro del dominio pirenaico o Pirineo. Concretamente en el sector centro-sur conocido como Unidad Surpirenaica Central (USPC), unidad clave para comprender la geología del futuro PGyM de La Litera y Ribagorza, así como la de esta ruta. Ver Figura 1.

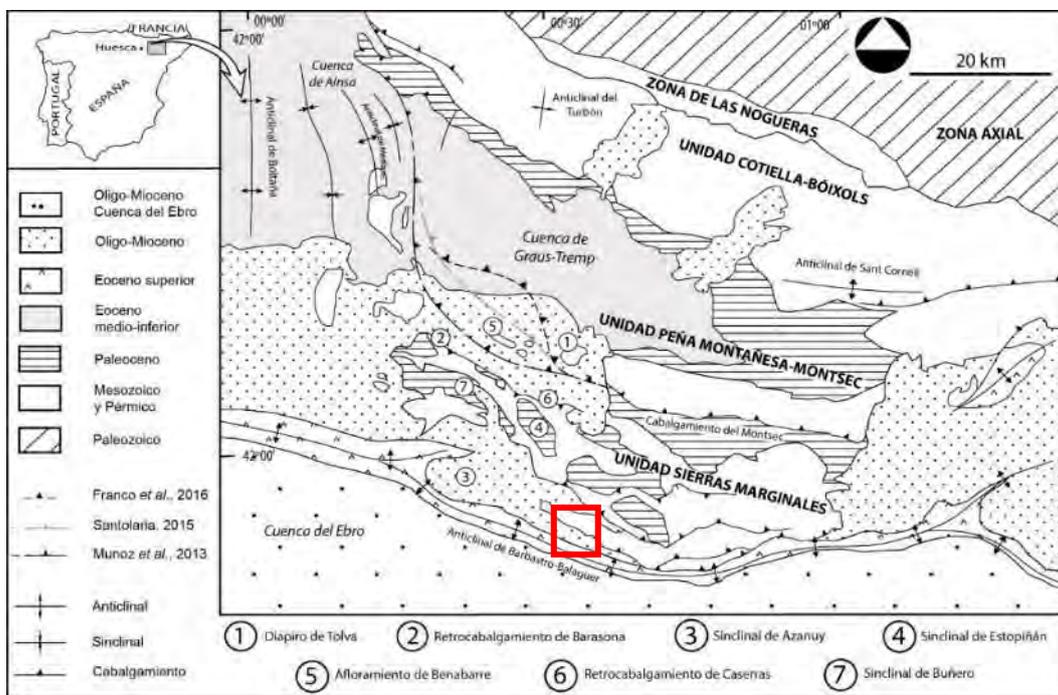


FIGURA 1. Unidad Surpirenaica Central y situación del recorrido. Modificado de Franco y Casas (2016).

La USPC está formada a su vez por tres subunidades que de norte a sur son: Cotiella-Bóixols, Peña Montañesa-Montsec y Sierras Marginales. Todas las paradas de este Hidrogeodía se desarrollan dentro de la subunidad de Sierras Marginales. Ver Anexo I.

Desde esta parada contemplaremos una espectacular panorámica de las Sierras de San Salvador y Monderes, así como de la salida del congosto de Monderes desde donde podremos adentrarnos al conocimiento general de la geología del Pirineo.

Desde el punto en el que nos encontramos los rasgos más destacables son 2 elementos estratigráficos y estructurales. Ambos resultan algo complejos de identificar y para ello empleamos una mirada geológica profunda del paisaje. Ver Figura 2.

Esta parada se desarrolla en lo que se conoce como frente pirenaico, es decir, nos encontramos al sur de las puertas del Pirineo; el congosto de Monderes constituye un excepcional acceso al interior de la estructura del orógeno pirenaico.

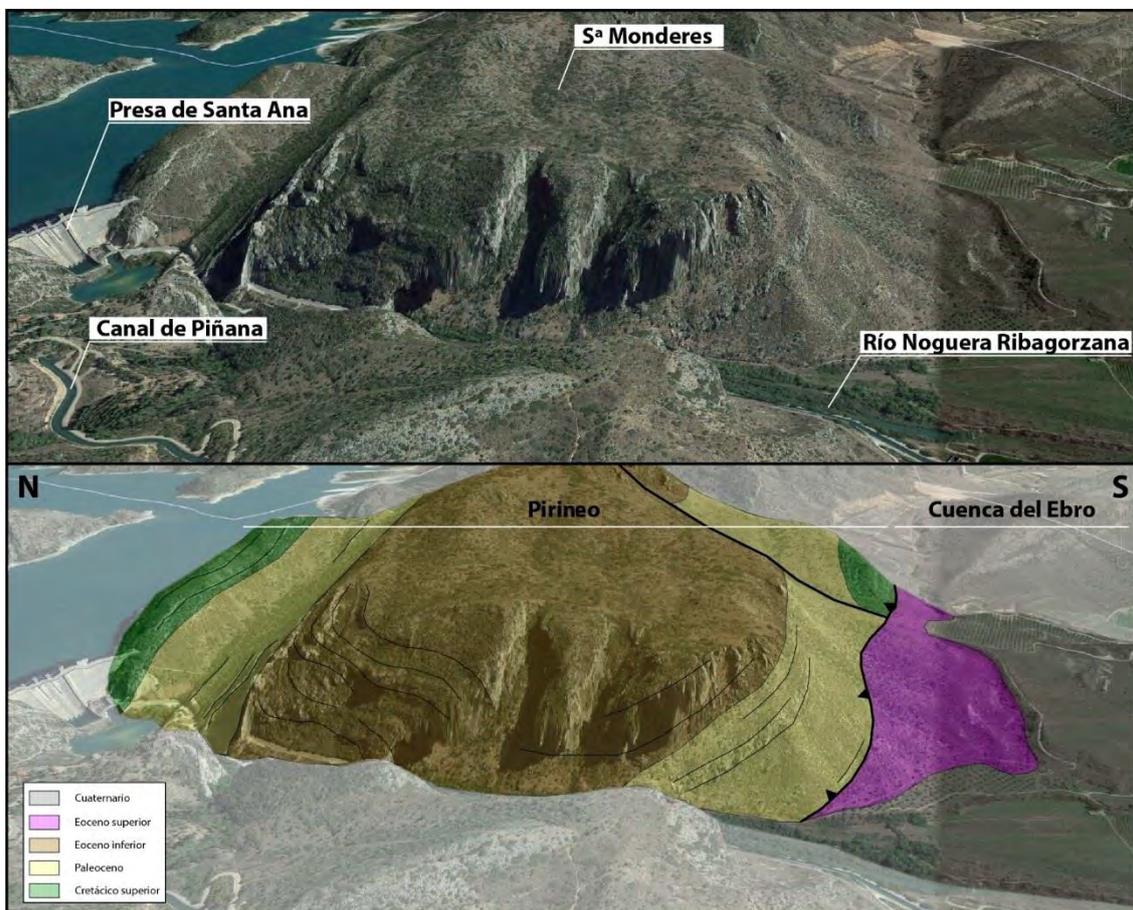


FIGURA 2. Geología del congosto de Monderes.

La geología estructural en este sector es bastante compleja, con abundantes estructuras de deformación y fractura como con pliegues y fallas responsables en buena medida de los relieves y formas que hoy podemos disfrutar desde este punto.



Asociación Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Español



Por otro lado, en el paisaje nos será relativamente fácil reconocer las principales unidades estratigráficas de las Sierras Marginales en las que la litología dominante son las calizas que dan lugar a escarpadas paredes y fuertes desniveles que han sido históricamente aprovechados para la construcción de infraestructuras tan importantes como la presa de Santa Ana.

Ver Figura 2.

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA ZONA DE LA PRESA

La presa de Santa Ana se halla situada, desde el punto de vista hidrogeológico, en el extremo sudoriental de la Masa de Aguas Subterráneas ALTA LITERA (CHE). La Alta Litera se extiende, en dirección WNW-ESE, desde el río Ésera al Noguera Ribagorzana, en las Sierras Marginales Pirenaicas. En este sector se hallan constituidas por materiales, mayoritariamente, carbonatados del Triásico, Jurásico, Cretácico y Eoceno, a excepción del nivel basal de la unidad que se encuentra constituido por arcillas versicolores, yesos y halita con intercalaciones de rocas ofíticas de la fácies Keuper. Los materiales de la fácies Keuper constituyen el nivel de deslizamiento de las láminas de cabalgamiento que configuran la estructura de la zona, conjuntamente con una serie de sinclinales y anticlinales de extensión local y comarcal.

Los principales acuíferos de la Litera Alta son:

Acuífero Cuaternario granular libre, desarrollado en los materiales aluviales de La Noguera Ribagorzana.

Acuíferos carbonatados del Muschelkalk, acuíferos cársticos confinados.

Acuíferos carbonatados del Cretácico superior y Eoceno inferior, acuíferos cársticos confinados.

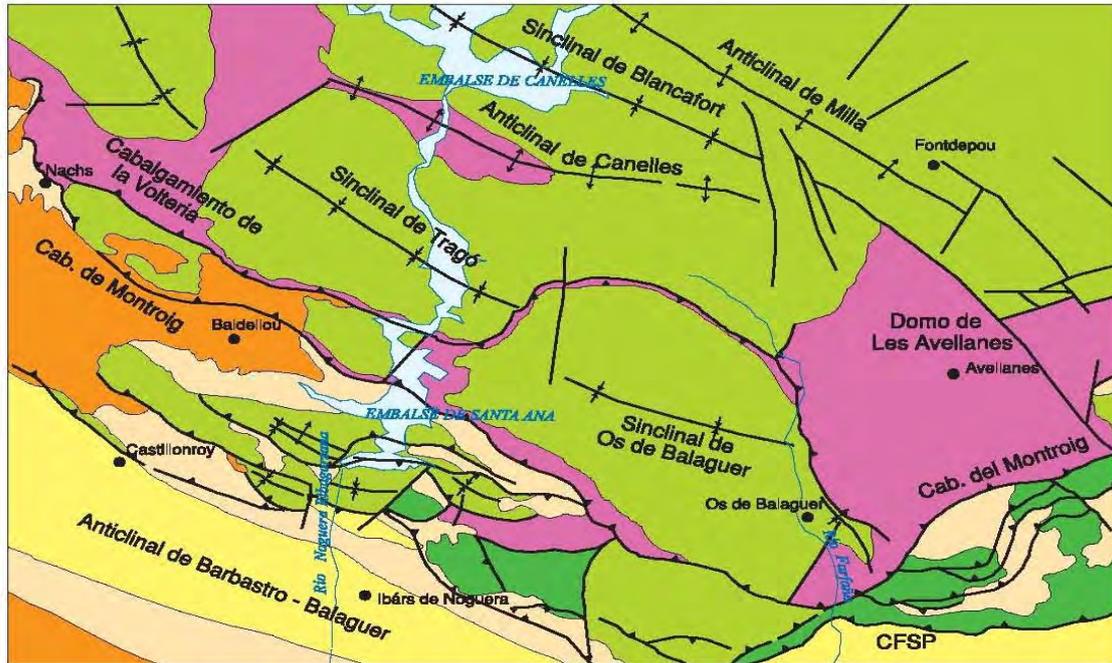
Por último, cabe mencionar que la circulación de agua a través de los materiales de la fácies Keuper ha disuelto los yesos y la halita, formándose un acuífero o drenaje de aguas salinas.

Los acuíferos presentes en la zona de visita se hallan condicionados por la disposición estructural de los materiales, desarrollándose acuíferos locales, libres y confinados, con zonas de recarga y descarga individuales, sin conexión hidráulica entre sí o bien muy mal conectados y drenados por manantiales que emergen en las zonas de contacto del acuífero con materiales impermeables o bien con estructuras geológicas.

Los tres manantiales de la zona de visita se hallan indicados en el mapa geológico. La fuente de Santa Ana, señalizada en el mapa geológico con el número 1, es el drenaje del acuífero cárstico desarrollado en el sinclinal de Monpedró (San Salvador), una pequeña estructura que comprende materiales carbonatados, mayoritariamente, calizas bioclásticas, del Cretácico superior y del Eoceno inferior. El eje del sinclinal presenta una dirección NNW-SSE y buzamiento hacia el SSE, favoreciendo el drenaje del acuífero, exclusivamente, a través de la fuente de Santa Ana. La conductividad de sus aguas es de 510 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Actualmente, en febrero de 2024 la fuente se ha secado por efecto de la prolongada sequía que afecta a la zona.



ESQUEMA TECTÓNICO



Escala 1: 200.000

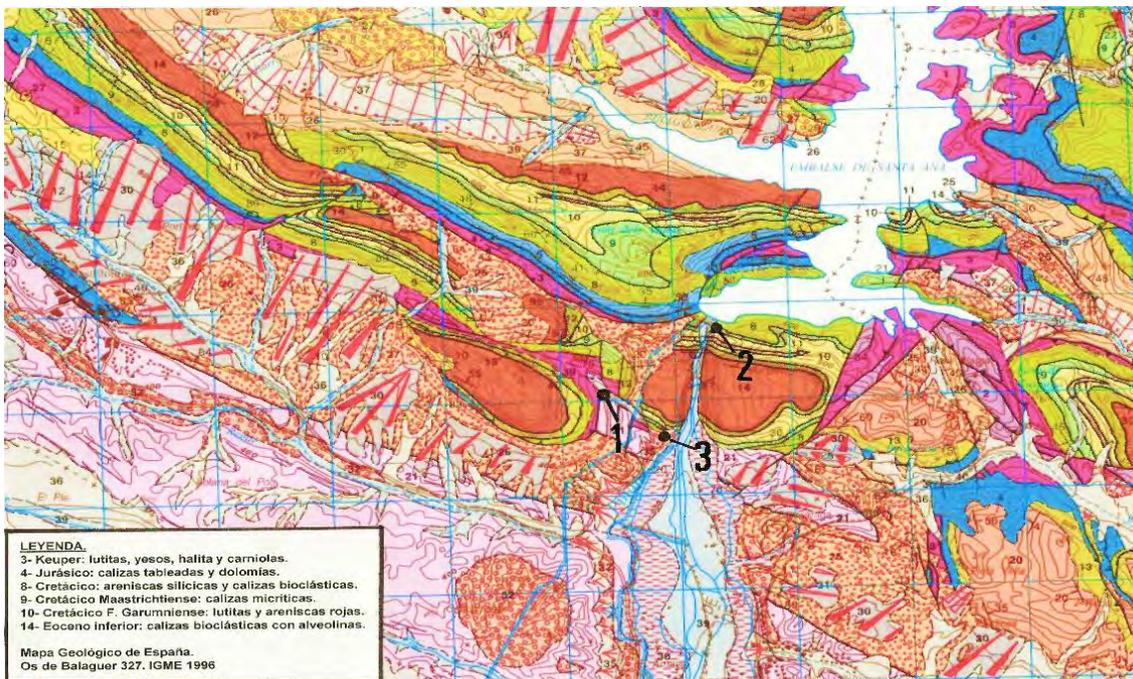


FIGURA 3. Mapa geológico y estructural de la zona. Situación de los manantiales y fuentes.



FIGURA 4. Fuente de Santa Ana, febrero 2024.

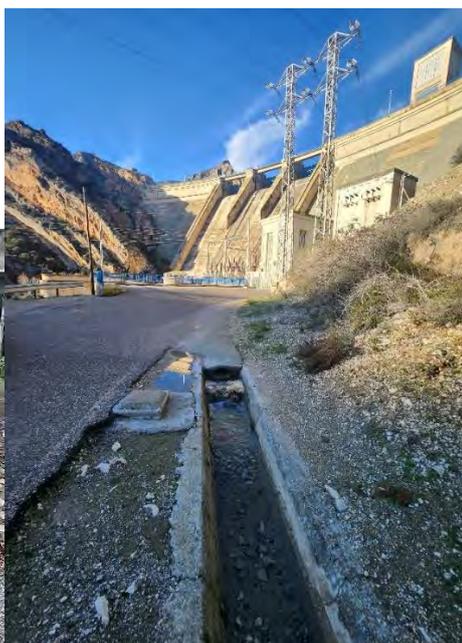


FIGURA 5. Fuente en la base de la presa.

El manantial indicado en mapa geológico con el número 2 es el drenaje de agua infiltrada del embalse a través de los materiales carbonatados del Cretácico superior que constituyen el estribo izquierdo de la presa. El caudal es continuo y constante durante todo el año y la conductividad de sus aguas es de alrededor de los 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Finalmente, el manantial indicado con el número 3 en el mapa geológico presenta un caudal constante de unos 60 l/seg y la particularidad de que sus aguas tienen una conductividad de 1.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. debido a su circulación a través de los materiales de la fácies Keuper del Triásico, que como ya hemos mencionado anteriormente, se hallan constituidos por arcillas versicolores con niveles de yesos y halita, siendo la disolución de los yesos y la halita el factor que incide en la elevada conductividad de sus aguas. El manantial que emerge en los materiales de la fácies Keuper se secó totalmente en los primeros días del vaciado total del embalse de Santa Ana en el año 1988, vaciado llevado a cabo para reparar las compuertas de fondo, y luego volvió emerger el caudal en cuanto se llenó de nuevo el embalse, hecho que nos lleva a la conclusión que las aguas de dicho manantial provienen de la infiltración de aguas del embalse Santa Ana a través de los materiales de la fácies Keuper.



FIGURA 5. Manantial salino del barranco de Montpedró.

PARADA 2: ESTACIÓN DE AFORO A097 LA PIÑANA.

Una estación de aforo es una infraestructura hidráulica instalada en una sección del lecho de un río utilizada para medir el caudal (m^3/seg) circulante del río a lo largo del tiempo, pidiéndose determinar el volumen de agua (hm^3) anual que aporta del río en dicho punto.

La ubicación de una estación de aforo depende de varios factores, como el interés hidrológico del río (existencia de otras estaciones de aforo aguas arriba o aguas abajo), la accesibilidad, la topografía, la vegetación y los procesos de sedimentación existentes (pendientes y rugosidades locales), las precipitaciones, los costes,...

El objetivo de un aforo es determinar el hidrograma (curva caudal – tiempo) para los estudios de planificación hidrológica (volumen de agua que podemos disponer) y para la gestión de las avenidas.

El hidrograma lo obtenemos mediante la aplicación al limnigrama (nivel de agua – tiempo) la función matemática “curva de gastos” que relaciona la altura de la lámina del agua con el caudal que circula por la sección del río.

Necesitamos conocer, la medida continua de la altura de la lámina del agua circulante y la curva de gastos que es característica de cada estación de aforo. Una estación de aforo debe tener los siguientes elementos: un canal de aguas altas, un canal de aguas bajas (para obtener una altura de lámina de agua adecuada para su medición), una caseta para la instalación de los equipos de medida que en su base se halle conectada hidráulicamente con el lecho del río, así obtengamos una lámina de agua constante y evitamos el régimen turbulento del cauce abierto que puede ocasionar variaciones de la lámina del agua y una escala limnimétrica en centímetros situada en la pared de uno de márgenes de la estación.

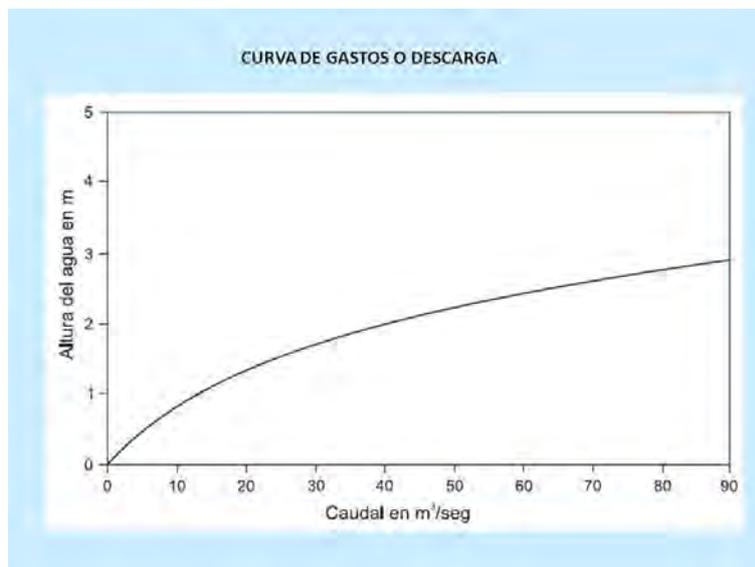


FIGURA 6. Curva de gastos de una estación de aforo. Fuente CHE

La curva de gastos es exclusiva de cada estación de aforo y nos proporciona el caudal (Q , m^3/seg . o l/seg .) para cada altura de la lámina de agua circulante (H , m.). El caudal circulante es proporcional a la sección que ocupa el agua en el cauce y a su velocidad media; por tanto,

debemos medir la velocidad media en diversos perfiles de la sección del cauce mediante un molinete o bien con un perfilador acústico Doppler, repitiéndose la medida en diversas ocasiones.

La escala limnimétrica instalada en la pared del margen de la estación de aforo nos proporciona la altura del agua circulante y basándonos en la curva de gasto es inmediato deducir el caudal circulante

Determinada la curva de gasto de la estación de aforo debemos obtener un registro continuo de la altura de la lámina de agua circulante y su almacenamiento y/o transmisión al centro de control y gestión de una cuenca; para ello, debemos instalar un limnógrafo en la caseta adosada a la estación de aforo. Un limnógrafo es un instrumento formado por tres dispositivos: un elemento sensible (un flotador y contrapeso o un manómetro) en contacto con el agua un sistema que traduce a escala y registra los niveles de agua y un mecanismo de relojería que proporciona una escala de tiempo y se halla accionado mecánicamente o bien por baterías.

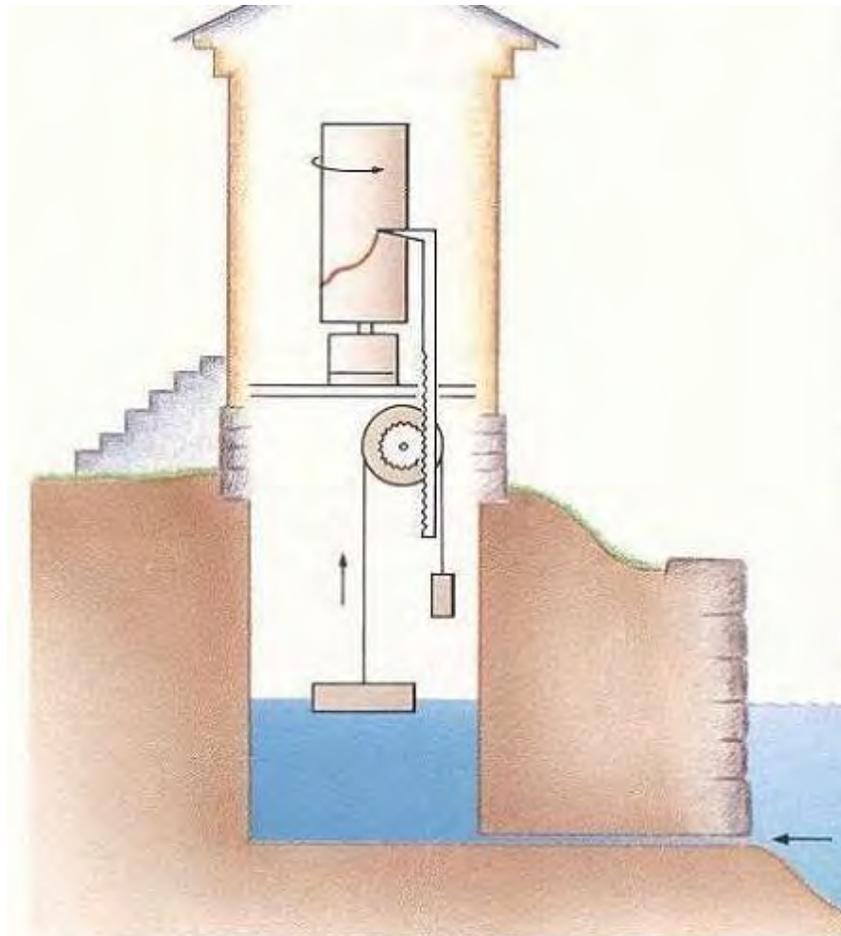


FIGURA 7. Esquema del registro de los niveles de la lámina de agua. Instalación del limnógrafo.

La cuenca del Ebro dispone de una red oficial de estaciones de aforo (ROEA) constituida por 234 estaciones distribuidas a lo largo de toda la cuenca.

Los datos registrados en dichas estaciones son almacenados o bien transmitidos a tiempo real (cada 15 minutos) al Centro de Proceso de Cuenca, Sistema Automática de Información

Hidrología (SAIH), que la Confederación Hidrográfica del Ebro, organismo gestor del agua de la cuenca, tiene instalado en su sede central en Zaragoza.

El SAIH tiene instaladas 4 estaciones de aforo en la cuenca de La Noguera Ribagorzana.

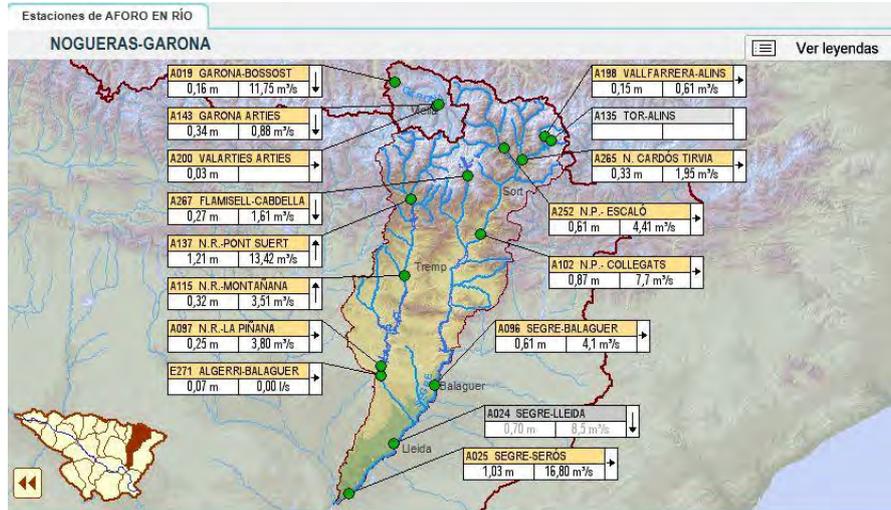


FIGURA 8. Estaciones de aforo del SAIH de la CHE. Datos del 16 de febrero de 2024. Fuente CHE.

La estación de aforo A097 N.R. La Piñana se halla situada en pleno congado de Piñana a unos 1.300 metros aguas debajo de la presa de Santa Ana.

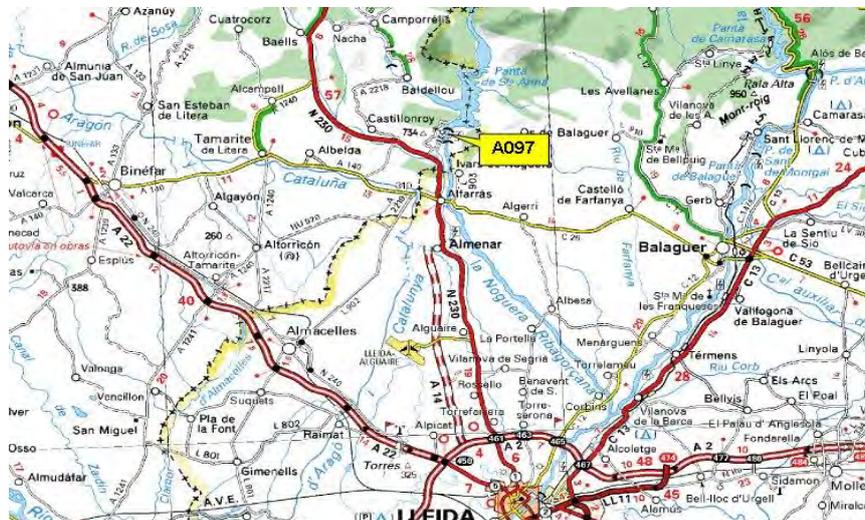


FIGURA 9. Situación de la EA A097 La Piñana. Fuente CHE.

La estación de La Piñana tiene una cuenca drenante de 1.757 km², siendo la superficie total de la cuenca de La Noguera Ribagorzana de 2.056 km² y una longitud de 130 km.



FIGURA 10. Estación de aforo A097 La Piñana. Se observa a la derecha el canal de aguas altas y el canal de aguas bajas por donde circula el agua. A la derecha podemos observar la caseta donde se halla instalado el limnógrafo: los mecanismos de medida del nivel de la lámina de agua, su almacenamiento y equipo de transmisión de datos.

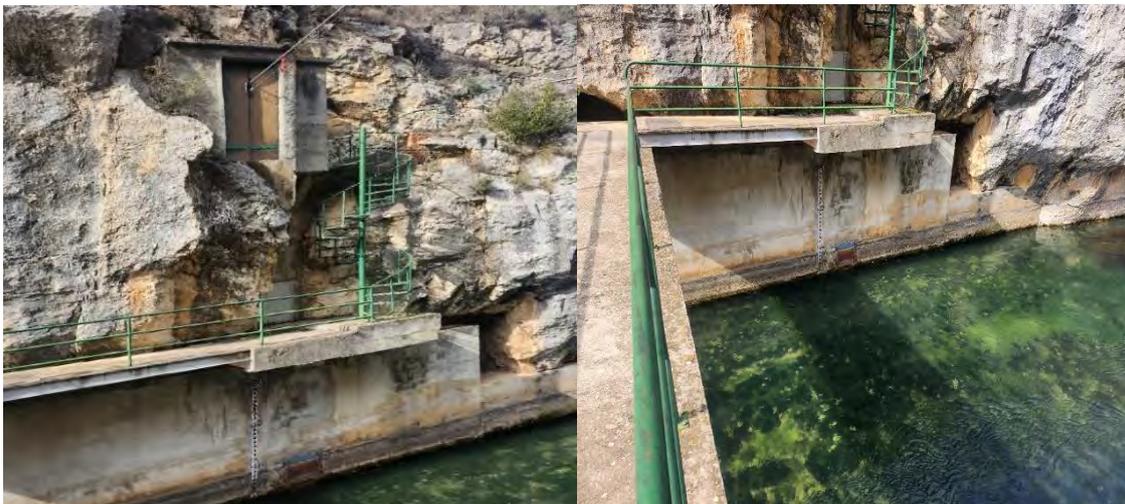




FIGURA 11. Estación de aforo a097 La Piñana. Escala limnimétrica y abertura entrada pozo lectura niveles.



FIGURA 12. Limnógrafo instalado en la EA A097 que genera el limnigrama.



FIGURA 13. El canal de aguas bajas y el canal de aguas altas instalado en la estación de aforo.

La estación de aforos de La Piñana se construyó en el año 1946.

Embalses de la cuenca de La Noguera Ribagorzana.

Embalse	Río	Capacidad (hm ³)
Baserca	N. Ribagorzana	22,8
Llauset	Llauset	15,4
Cavallers	N. Tor	15,8
Escales	N. Ribagorzana	152,4
Canelles	N. Ribagorzana	678
Santa Ana	N. Ribagorzana	237
TOTAL		1.121,4

Los datos obtenidos en la estación de aforo A097 La Piñana el caudal medio nos permiten caracterizar el régimen hidrológico del río Noguera Ribagorzana y en base a los datos históricos de la CHE, MITECO y del trabajo “Aspectes hidrològics i geomorfològics del tram final de La Noguera Ribagorçana” del Grupo RIUS de la Universitat de Lleida podemos comentar:

Período de régimen natural (1946-1960) Previo a la construcción embalse Santa Ana.

Aportación hídrica media anual 685 hm³.

Caudal medio 21,7 m³/seg. Los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio y octubre presenta caudales superiores al caudal medio; siendo el caudal medio inferior el resto de los meses del año.

Caudal máximo registrado 350 m³/seg.

Caudal mínimo registrado 3,7 m³/seg.



Asociación Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Español



La aportación máxima registrada ha sido de 1.541,7 hm³ en el año 1959-60.

El año más seco fue el 1956-57 con una aportación de 370 hm³.

Período de régimen regulado (1960-actualidad) Después construcción embalses.

Aportación hídrica media anual 536 hm³.

Caudal medio 17 m³/seg. Los meses de mayo, junio, julio y septiembre presenta caudales superiores al caudal medio; siendo el caudal medio inferior el resto de los meses del año.

Caudal máximo registrado 188,7 m³/seg.

Caudal mínimo registrado 0 m³/seg.

La aportación máxima registrada ha sido de 960 hm³ en el año 1971-72.

El año más seco fue el 1991-92 con una aportación de 222 hm³.

Existe una clara tendencia desde el inicio de este período a la actualidad a una disminución de las aportaciones de la cuenca.

Considerando toda la serie de los datos estudiados, desde el año 1946, podemos comentar que existe una aportación media de 322,3 hm³ con un máximo de 1.541,7 hm³ y un mínimo de 221,1 hm³.

El caudal máximo histórico es de 344 m³/seg. (31/05/1951) con un máximo instantáneo de 1800 m³/seg (24/10/1907, año de la avenida que afectó toda la cuenca).

Los suministros de agua desde el embalse de Santa Ana al canal de Aragón y Catalunya, al canal de Pinyana, a la acequia de Ivars, al canal de Algerri – Balaguer, al basatecimiento de la Mancomunidad de Aguas de Pinyana y al municipio de Castillonroi han incidido en la evolución de los caudales observados en la estación de afora A097 La Piñana.

ESTACIÓN DE AFORO BARRANCO DE MONPEDRÓ.

Existe una estación de aforo del tipo de vertedero triangular instalada en el barranco de Montpedró, unos 100 metros aguas arriba de su desembocadura en el canal de Piñana.

El barranco de Montpedró drena el margen norte de la Sierra de San Salvador, presenta un régimen esporádico y una vez cruza el canal de enlace del canal de Aragón y Cataluña recoge las aguas de un manantial que le aporta un caudal constante durante todo el año. Las aguas del manantial presentan elevada salinidad (conductividades de unos 2.000μS/cm) y provienen del drenaje de las aguas infiltradas desde el embalse de Santa Ana a través de los materiales del Keuper (nivel de contiene sales y yesos). El origen de su infiltración desde el embalse de Santa Ana se evidenció en el año 1988 cuando se procedió al vaciado total del embalse para la reparación de las compuertas de fondo, secándose totalmente dicho manantial y volviendo a drenar agua al volver a llenar el embalse.

La estación de aforo mediante un vertedero triangular se instala para la medición de pequeños caudales que fluyen por lecho de determinados cauces. Consiste en la instalación, en una sección de un cauce de aguas, de una pantalla con una abertura, en forma de V, en su parte central por donde fluye el agua y un sistema de medida de la altura de la lámina de agua que circula por la sección.

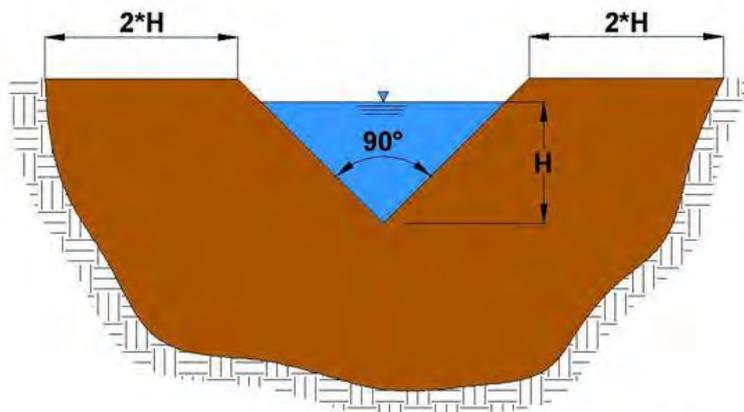


Para la determinación del caudal circulante utilizamos la siguiente fórmula:

$$Q = K H^{5/2}$$

Siendo: Q el caudal en m³/seg.; K Cte, cuyo valor depende del ángulo de la V del dispositivo que interfiere el flujo del agua del cauce. En nuestro caso, dado que el ángulo de drenaje del dispositivo es de 90° el valor de K es de 1,386

H Altura de la lámina de agua medida en un pozo conectado hidráulicamente al lecho del cauce para conseguir un nivel de agua sin turbulencias, donde se ha instalado una escala limnimétrica.



Vertedero tipo V (Triangular)

Figura 14. Esquema de un vertedero triangular para la determinación del caudal circulante. C.Palma Villavicencio. U.T.Manabí.



Figura 16. Vista detalle del vertedero triangular



FIGURA 17. En el margen izquierdo observamos la arqueta de acceso al pozo de medida medida del nivel de la lámina de agua.



FIGURA 18. Pozo de medida del nivel de la lámina de agua circulante mediante una escala limnimétrica.

PARADA 3: PRESA DE SANTA ANA

Las infraestructuras hidráulicas son sistemas y estructuras diseñadas para gestionar, distribuir y utilizar recursos hídricos con eficiencia y sostenibilidad. Desde presas hasta estaciones de bombeo, estas infraestructuras son fundamentales para el suministro de agua potable, la irrigación agrícola, la generación de energía y el control de inundaciones. La presa de Santa Ana forma parte de la estructura de un aprovechamiento hidráulico. (Figura 19.)

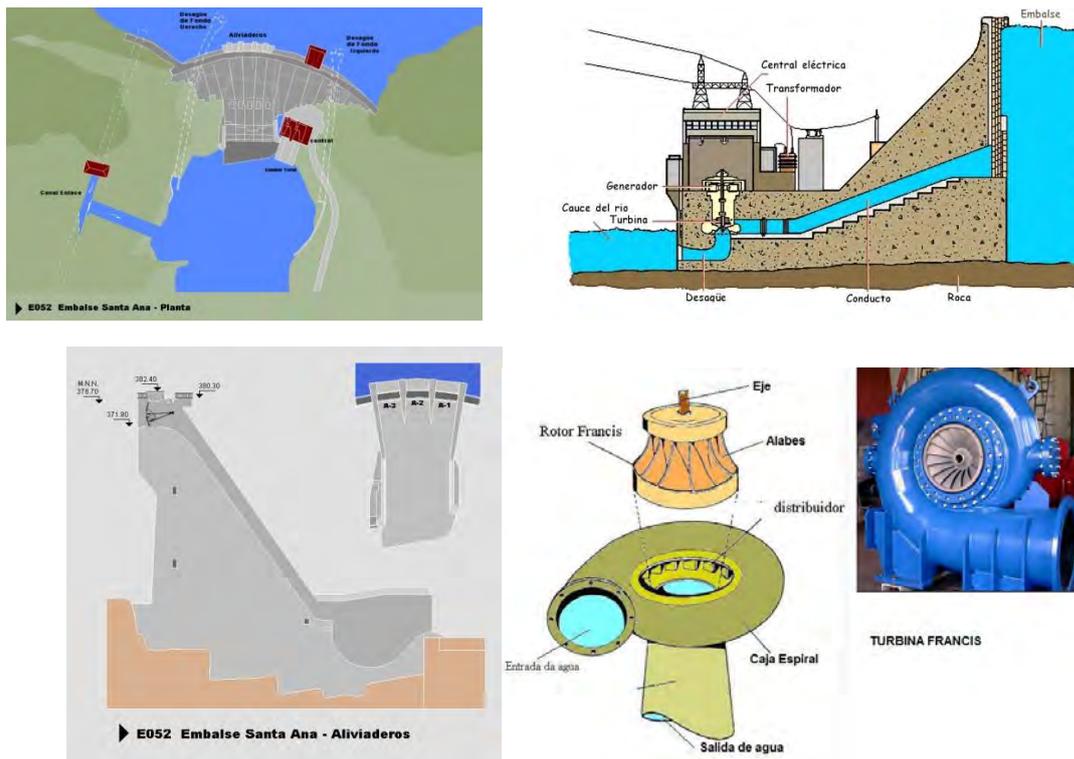


FIGURA 19. Esquema del aprovechamiento hidráulico y elementos funcionales de la estructura de la presa de Santa Ana.

Localización y contexto del aprovechamiento

La presa de Santa Ana se encuentra situada en el cauce del río Noguera Ribagorzana, afluente del Segre por la margen derecha, en el término municipal de Castillonroy, en la provincia de Huesca. El río Segre, a su vez, es afluente del Ebro por la margen izquierda. El río Noguera Ribagorzana nace en el Valle de Arán. Desde su nacimiento hasta la presa de Santa Ana transcurre por el límite de provincia entre Huesca y Lérida. Los principales afluentes que aportan sus aguas al río Noguera Ribagorzana son por la margen derecha: Salenc, Llauset, Ballera, Aulet, Sobrecastell, San Juan, Guart; y por la margen izquierda: Bizbe, Noguera de Tort y Viu.

La cuenca aportante del embalse de Santa Ana está situada en la zona oriental de Huesca y occidental de Lérida. Limita al norte con los Pirineos y al sur con la presa de Santa Ana. Su superficie es de 1.761,40 Km². La zona inundada por el vaso del embalse pertenece a tres términos municipales: Estopiñán, Baldellou y Castillonroy (Huesca) e Ibars de Noguera (Lérida). El río Noguera Ribagorzana tiene a lo largo de su cuenca una serie de embalses cuya función,

entre otras, es el aprovechamiento energético y la regulación de su caudal: el embalse de Escales, el embalse de Canelles y, por último, el pantano de Santa Ana, todos ellos situados en los límites de provincia entre Lérida y Huesca. Además, también para el aprovechamiento energético dispone de otras cuatro centrales: la Central de Senet, Central de Bono, Central de Vallers y la Central de Pont de Suert (Figura 20).

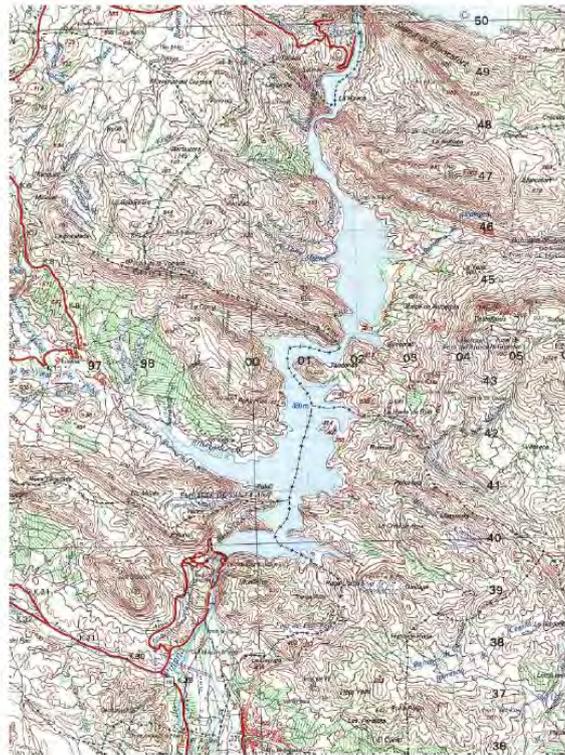


FIGURA 20. Localización de la presa de Santa Ana

Antecedentes e historia del aprovechamiento

La obra que nos ocupa pertenece al conjunto de planes que la poderosa entidad “Riegos y Fuerza del Ebro” (Canadiense) se aseguró por todos los ríos del territorio catalán. A principios del siglo XX se estudiaron los aprovechamientos de riego del río Noguera Ribagorzana. El más importante de todos era el Canal de Piñana, que arrancaba de una pequeña presa de derivación de unos 5 m de altura a la salida del estrecho de Santa Ana (en el tramo medio bajo del Noguera Ribagorzana, provincia de Huesca) que regaba el canal.

El canal de Piñana, situado 600 metros aguas abajo de la presa de Santa Ana, fue construido en el año 1147 con el objetivo inicial de derivar las aguas de la Noguera Ribagorzana durante los meses de verano, para hacer frente a la demanda de agua por parte de los regantes de la parte baja de la cuenca de la Noguera Ribagorzana. En el año 1941, el agua del canal fue objeto de una serie de concesiones hidroeléctricas que llevaron a que se desviara agua del río hacia el canal de manera permanente, fuera o no época de crecida. Posteriormente, la creciente demanda de agua por parte de las empresas hidroeléctricas propició que en el año 1953 se iniciaran las obras de construcción del embalse de Santa Ana.

En mayo de 1917, se otorgó a D. Domingo Sert el derecho de aprovechamiento de las aguas del río Noguera Ribagorzana para fines industriales y de riego, mediante la construcción de un embalse en el desfiladero de Santa Ana. Este proyecto implicaba la construcción de una presa en el Puente del Diablo, con una altura de 83 metros, embalsando hasta la cota de 390 metros sobre el nivel del mar. La presa incluiría una central eléctrica en su base, un canal de 32,2 kilómetros de longitud y capacidad para 35 m³/s, destinado a la generación hidroeléctrica a través de cinco saltos, desaguando en el río Segre aguas abajo de Menarguens, y otro canal para riego en la zona de Balaguer (Figura 21).



FIGURA 21. Imágenes históricas de la presa de Santa Ana años 1956 y 1957. Fuente: (CHE)

Tras diversos informes y estudios derivados de objeciones al proyecto de concesión presentadas en la consulta pública, se solicitó la elaboración de un proyecto alternativo por parte de la Confederación. Este nuevo proyecto incluía los sistemas de riego del Canal de Aragón y Cataluña, así como los resultados de estudios hidrológicos y geológicos realizados. Entre los informes y estudios presentados, se destacan por su importancia el de D. Agustín Marín y Beltrán de Lis en 1925 y el de D. Fausto Gómez Simón en 1930. El primero de ellos analizó las condiciones geológicas del terreno para las obras en Santa Ana, resaltando la ventaja de poder regular los caudales del Noguera Ribagorzana, único río en la cuenca del Segre sin embalses reguladores. En el segundo informe se indicó que el suministro de agua para el área de riego del bajo Noguera Ribagorzana se cumplía con los recursos de este río, con un excedente disponible para mejorar la dotación del Canal de Aragón y Cataluña mediante un canal de enlace desde el estrecho de Santa Ana hasta el Coll de Foix, y aún sobrante para aprovechamiento hidroeléctrico (Figura 22).



FIGURA 22. Imágenes históricas de la presa de Santa Ana año 1955 y 1956. Fuente: (CHE)

La construcción del embalse de Santa Ana comenzó el 11 de septiembre de 1953 dirigidas por el ingeniero Miguel Urquijo Landaluce y se dieron por finalizadas el 24 de marzo de 1964. Pasaron al servicio de explotación el 3 de octubre de 1969. Su operación significó que la derivación de agua a través del canal de Pinyana estuviera principalmente determinada por las necesidades de producción de energía de las empresas hidroeléctricas. A menudo, el caudal que circulaba por el canal resultaba insuficiente para satisfacer la demanda de agua de las 13.495 hectáreas de regadío que componen el triángulo formado por el propio canal de Piñana, el canal de la Noguera y el canal del Segre. Esta forma de gestión condujo a conflictos entre la comunidad de regantes y las empresas hidroeléctricas, resueltos en 1992 mediante el Pacto de Piñana. Básicamente, este acuerdo entre la Diputación General de Aragón, la Generalitat, las empresas hidroeléctricas y la comunidad de regantes busca reducir el volumen de agua turbinada destinada a la generación de electricidad y almacenar el excedente en el embalse para el riego durante el verano. Antes del pacto, las centrales hidroeléctricas utilizaban un caudal de $11,3 \text{ m}^3/\text{s}$ durante los 365 días del año. Además, la central ubicada aguas abajo de la presa tenía autorización para turbinar libremente según la demanda eléctrica. El pacto estableció que el caudal turbinado desde el embalse estaría sujeto a las necesidades de los regantes del Canal de Piñana, es decir, que solo se permitiría la turbinación durante las épocas de crecida. Durante el resto del año, el agua se almacenaría en el embalse (Figura 23).



FIGURA 23. Imagen histórica de la presa de Santa Ana año 1959. Fuente: (CHE)

Características generales de la presa de Santa Ana

La presa de Santa Ana crea un embalse de capacidad 236,60 Hm³, y se encuentra situada aguas abajo de la presa de Canelles, actualmente en explotación. Ambos embalses ocupan el cauce del río Noguera Ribagorzana en una longitud de unos 40 Km. Esta presa se construye para regular las aportaciones del río Noguera Ribagorzana. Su finalidad es la producción de energía eléctrica, el abastecimiento y el riego. La central eléctrica de ENHER es de pie de presa y está situada en la margen izquierda. Abastece de agua al poblado de la presa mediante una toma inicialmente prevista para el abastecimiento de Lérida cuya actual toma se encuentra ubicada en el Canal de Enlace. Suministra agua para riego, alimentando los regadíos en el Valle del Segre, en la zona de Balaguer y en el tramo bajo del Noguera Ribagorzana. Asimismo, por el canal de enlace suministra al Canal de Aragón y Cataluña un caudal máximo de 21 m³/s (Figura 24).

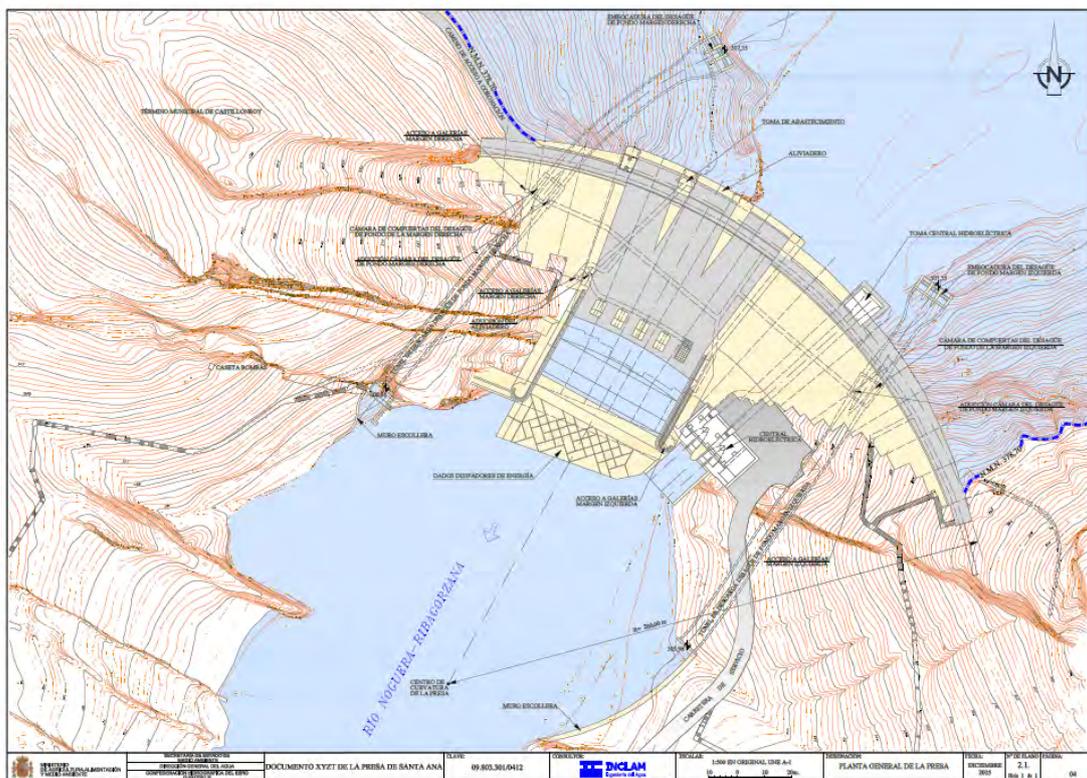


FIGURA 24. Planta general de la presa de Santa Ana. Fuente: (CHE)

La presa de Santa Ana es de arco-gravedad de planta curva de 200 m de radio, de fábrica de hormigón convencional. Dependiendo de la zona, el hormigón utilizado para construir la presa es de resistencias diferentes, con contenidos de cemento distintos. El cuerpo de presa tiene cuatro galerías horizontales, tres de ellas se comunican entre sí y desde ellas se accede a las distintas cámaras donde se alojan las compuertas y mecanismos de seguridad tanto de las tomas intermedias como del desagüe de fondo. La cuarta galería horizontal se encuentra bajo coronación.

Tabla 2. Características técnicas del embalse de Santa Ana (paneles). Fuente: (CHE)

- Superficie de la cuenca en el embalse: 1757,50 km²
- Capacidad total: 236,60 hm³
- Capacidad útil: 236,60 hm³
- Superficie inundada: 767,80 ha
- Cota máxima embalse normal: 378,70 m
- Altura sobre la ladera: 74,10 m
- Longitud del embalse: 15 km y 32 km de costa perimetral
- Superficie regable mejorada: 63.239 ha
- Población abastecida: 129.175 habitantes

La estructura de coronación en la zona del aliviadero está formada por un puente que cruza el aliviadero mediante tres vanos (Figura 25).



FIGURA 25. Presa y embalse de Santa Ana en el río Noguera Ribagorçana.

La ubicación de la obra está señalada en los estrechos de Santa Ana, cañón más o menos angosto, pero siempre por su topografía, adecuado a un cierre. La geología del vaso está definida por materiales impermeabilizantes siendo la roca de contacto con las aguas del embalse: ofitas, margas y arcillas yesíferas, dolomías liásicas, arena aptenses, calizas cretácicas, calizas eocenas con alveolinas, areniscas eocenas y algunos bancos de marga o caliza margosa, además de materiales oligocenos y terrenos modernos constituidos por aluviones del río y otros derrubios de rocas próximas (Figura 26).

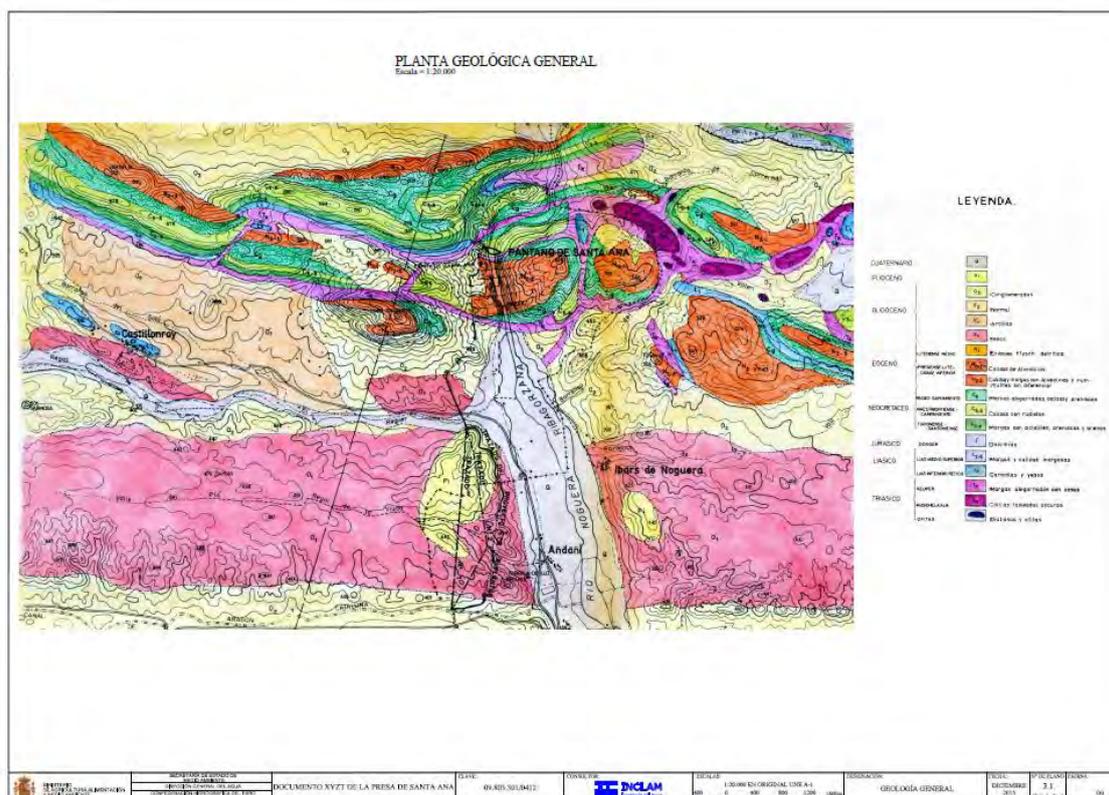


FIGURA 26. Planta geológica general de la presa de Santa Ana. Fuente: (CHE)

El vaciado del embalse de Santa Ana

En 1988, la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) realizó el vaciado total del embalse con el propósito de limpiarlo de sedimentos y reparar las compuertas de fondo. Este proceso ocasionó cambios significativos en el ecosistema, incluida la eliminación del bosque de ribera. El vaciado del embalse se llevó a cabo desde octubre de 1988 hasta febrero de 1989, durante el cual se cerró el paso del agua hacia el canal de Piñana. Los efectos resultantes del vaciado del embalse pueden ser definidos por las acciones realizadas, incluyendo el dragado y la ampliación de la capacidad de desagüe del canal, así como el aumento inicial del caudal circulante durante este período y el incremento de la carga de sólidos en suspensión, seguido por la disminución final del caudal circulante (Figura 27).

En los años siguientes, la Sociedad de Pescadores llevó a cabo una serie de acciones en algunos tramos del río que acentuaron los efectos iniciales de las obras de limpieza y vaciado del embalse. El acondicionamiento del lecho mediante la acumulación de gravas en forma de cordones en el lecho activo impide que el río retome su trazado natural. Como resultado de las obras de vaciado del embalse de Santa Ana en 1988 y el acondicionamiento del lecho, el ecosistema fluvial del tramo bajo del río sufrió un gran deterioro.



FIGURA 27. Izquierda: Condicionamiento del lecho del río en el pie de presa para el vaciado del embalse de Santa Ana. Derecha: Apertura de las compuertas de fondo del embalse de Santa Ana (octubre de 1988) para su limpieza y reparación. Autor: Carles Balasch.

Desde 1995 en adelante, ha sido importante la revegetación del canal y de la zona de ribera, favorecida por la regulación de los caudales del tramo bajo de la cuenca y su reducción, especialmente de las crecidas. Esto ha permitido la recolonización de la vegetación en los márgenes y en el lecho del río, con la formación de extensos cañaverales y praderas de algas. La presencia de vegetación dentro del canal indica bajos caudales circulantes y la falta de crecidas periódicas. No solo los árboles típicos del bosque de ribera como los *Salix alba*, *Populus alba* y *Populus nigra* se han colonizado, sino también especies semiacuáticas como *Typha latifolia* y *Lythrum salicaria*, indicando aguas tranquilas fácilmente afectadas por caudales bajos (Fig. 28).



FIGURA 28. Cambios experimentados por la Noguera Ribagorçana aguas abajo de la presa de Santa Ana desde la década de 1960 hasta 2009. Autor: Ramon Batalla y Damia Vericat.

Desde el punto de vista hidráulico, la vegetación acuática reduce la velocidad del flujo, estabiliza las partículas del lecho del río y facilita la sedimentación del material fino en los márgenes, lo que promueve su avance hacia el canal. Durante las crecidas, actúa como una protección inicial del lecho del río, evitando la removilización del sedimento y la erosión de los márgenes. Sin embargo, los efectos del excesivo dragado en 1988 aún son visibles, con el afloramiento de la roca madre en varios sectores del río, lo que indica una degradación continua del lecho. La falta de sedimento en el canal puede desequilibrar el lecho durante las crecidas, aumentando la erosión de los márgenes. Estos cambios afectan la estabilidad del ecosistema fluvial y pueden provocar el descalzamiento de puentes y motas, además de mantener el sobredrenaje del acuífero y degradar el ecosistema fluvial en general (Figura 29).

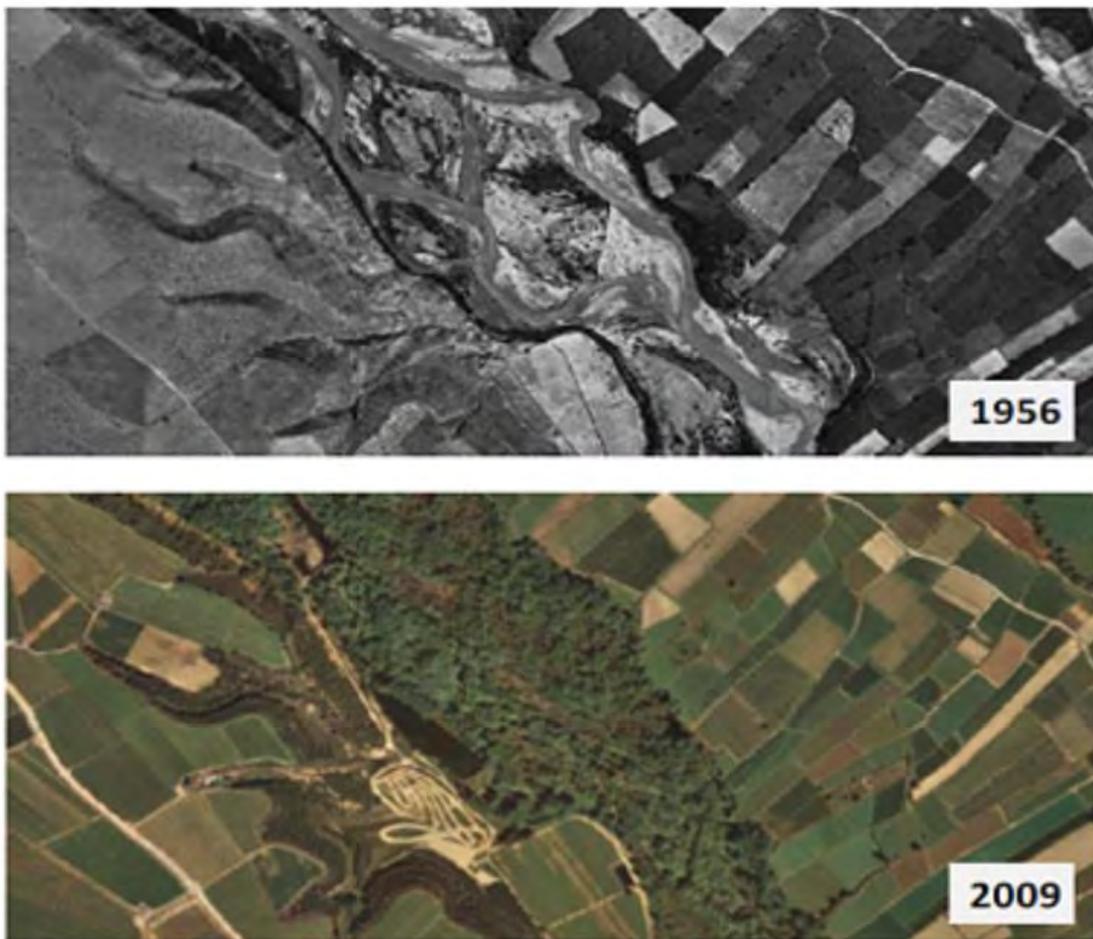


FIGURA 29. Cambios experimentados en la vegetación por la Noguera Ribagorçana aguas abajo de la presa de Santa Ana desde la década de 1960 hasta 2009. Autor: Ramon Batalla y Damia Vericat.

Las infraestructuras hidráulicas desempeñan un papel crucial en la gestión y utilización de recursos hídricos, proporcionando beneficios socioeconómicos y medioambientales significativos. Sin embargo, es importante desarrollar y mantener estas infraestructuras de manera responsable y sostenible, teniendo en cuenta los impactos ambientales y sociales a largo plazo.

PARADA 4: AZUD DEL CANAL DE PIÑANA, USOS DEL AGUA

PRESA DE SANTA ANA

La presa de Santa Ana se encuentra situada en el cauce del río Noguera Ribagorzana, afluente del Segre por la margen derecha, en el término municipal de Castillonroy, en la provincia de Huesca. El río Segre, a su vez, es afluente del Ebro por la margen izquierda. La superficie del embalse es de 1.761,40 Km², con una capacidad de 236,60 Hm³. Este se encuentra situada, aguas abajo de la presa de Canelles, Ambos embalses ocupan el cauce del río Noguera Ribagorzana en una longitud de unos 40 Km. La zona inundada por el vaso del embalse pertenece a cuatro términos municipales: Estopiñán del Castillo, Baldellou y Castillonroy (Huesca) e Ivars de Noguera (Lérida).

La obra que nos ocupa pertenece al conjunto de planes que la poderosa entidad “Riegos y Fuerza del Ebro” (Canadiense) se aseguró por todos los ríos del territorio catalán.



Figura 30. Vista general de la presa y central hidroeléctrica de Santa Ana

Las obras comenzaron el 11 de septiembre de 1953 dirigidas por el ingeniero Miguel Urquijo Landaluce y se dieron por finalizadas el 24 de marzo de 1964. Pasaron al servicio de explotación el 3 de octubre de 1969.

Características generales de la presa actual

- Presa de gravedad de planta curva de 200 m de radio.
- 71 m de altura sobre el río y 101 m sobre cimientos.
- 241,98 m de longitud de coronación.
- 367.284 m³ de hormigón en masa.
- Cota de coronación: 380.30 msnm.
- Aliviadero superior con 3 alzas de 17,3 x 7,4 m capaz de desalojar la máxima avenida de proyecto de 1.920 m³/s.
- 2 desagües de fondo, uno en cada margen de 200 m³/s de desalojo total.
- Canal de Enlace con tres vanos y 26.1 m³/s de capacidad de transporte y 5,8 km de recorrido hasta Coll de Foix.

Finalidad de la presa

Esta presa se construye para regular las aportaciones del río Noguera Ribagorzana. Su finalidad es la producción de energía eléctrica, el abastecimiento y el riego.

Abastece de agua al poblado de la presa mediante una toma inicialmente prevista para el abastecimiento de Lérida cuya actual toma se encontraba ubicada en el Canal de Enlace que suministra al Canal de Aragón y Cataluña un caudal máximo de $21 \text{ m}^3/\text{sg}$. En la actualidad el único uso de este conducto es el suministro de agua potable al poblado de Santa Ana (mediante tubería de 4") y a la propia presa (mediante una manguera). El agua de boca actualmente se toma de una derivación del Canal de Piñana.

El aprovechamiento agrícola, además de salvar los estiajes de la zona del canal de Piñana — 14.000 has—, que veía reducido su caudal en verano a menos de la mitad del necesario, se mejora notablemente la dotación del canal de Aragón y Cataluña con aportación de 230 hm^3 en año medio para las 98.000 has que domina.

Por otra parte, aporta caudales a los riegos de Algerri-Balaguer —8.000 has— y está prevista su aportación a los riegos expectantes de La Litera Alta —8.000 has— desde la firma del Pacto de Piñana en 1992, que tuvo lugar en el mismo embalse.

La propiedad de la presa y de la central hidroeléctrica está delegada a la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) pero la gestión de la central la lleva ENDESA.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE SANTA ANA

Para la generación de energía eléctrica. Energía potencia instalada: 38.000 KW.



Figura 31. Vista general de la central hidroeléctrica de Santa Ana

Toma de la Central hidroeléctrica a pie de presa

La central de E.N.H.E.R. se encuentra situada, aguas abajo en la margen izquierda de la presa, entre el paramento de la presa y la superficie de la roca que constituye la ladera izquierda. Está formada por un conducto que se bifurca a los 48,50 m de la válvula de seguridad. Los órganos de control en estos conductos son los siguientes: válvula de compuerta de seguridad vagón con ruedas, aguas arriba, y válvula mariposa aguas abajo.



Asociación Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Español



CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA

Antecedentes

La primera idea de construir un canal que riegue las llanuras de la Llitera data de los tiempos del Emperador Carlos I (1.500-1558), si bien hasta 1.782, durante el reinado de Carlos III, la Villa de Tamarite no solicitará formalmente su construcción.

La denominación "Canal de Aragón y Cataluña" aparece por primera vez al otorgarse una concesión en 1.876, que será modificada y posteriormente anulada en 1.892. Han transcurrido 110 años y una multitud de intentos, y el canal principal apenas está ejecutado en un tercio.

Por Ley de 5 de septiembre de 1.896 el Estado se hace cargo del proyecto, tal y como fue redactado y concebido en 1.864 por el Ingeniero Mr. Jhon D. Barry. El 2 de mayo de 1.906 D. Alfonso XII inauguraba oficialmente el canal de Aragón y Cataluña.

Los regadíos del Canal de Aragón y Cataluña

El Canal de Aragón y Cataluña tiene una longitud de 124 km y un caudal en origen de 36 m³/s, con toma en el Embalse de Barasona o de Joaquín Costa (Río Ésera). Cuando lleva recorridos 80 km, a la altura de Coll de Foix, recibe las aguas del río Noguera Ribagorzana procedentes del Embalse de Santa Ana, a través del Canal de Enlace de 6 km de longitud y 26 m³/s de capacidad de transporte.

La superficie en riego del Canal de Aragón y Cataluña está en torno a las 98.000 ha subdivididas en dos zonas: la Zona Alta con 54.000 ha, y comprendida entre el origen del canal (Embalse de Barasona) y el Canal Enlace, y la Zona Baja, de 44.000 ha, desde el mencionado canal de Enlace hasta su desagüe en la Clamor Amarga.

Estas 98.000 ha en riego lo convierten, en cuanto a superficie, en la segunda zona regable en orden de importancia de la cuenca del Ebro y en consecuencia en una de las mayores de todo el Estado Español.

Una parte de esta zona regable junto a otras de los canales de Urgel, Piñana y a los regadíos tradicionales del bajo Cinca, Segre y Noguera Ribagorzana, constituyen la zona frutícola más importante de todo el Estado en cuanto a fruta dulce (manzana, pera, melocotón y nectarina).

Hay además amplias zonas dedicadas a los cultivos herbáceos extensivos: alfalfa, trigo, cebada, maíz etc. La vid, para producción vinícola, es otro cultivo que está ganando cotas en esta zona, si bien localizada en un área muy determinada de la zona regable.

Desde un punto de vista agrario, una de las características fundamentales de esta zona regable y de su entorno es su capacidad de transformar y comercializar las producciones agrarias y, por tanto, de añadir valor y generar riqueza a través del sistema agroalimentario.

Actuaciones Previstas en el Canal de Aragón y Cataluña.



El Plan Hidrológico del Ebro prevé, con relación al Canal de Aragón y Cataluña, las siguientes actuaciones:

- La ejecución de depósitos de reserva para los abastecimientos dependientes del canal, al objeto de garantizar el suministro a las poblaciones.
- La construcción de los embalses de Santa Liestra (Pendiente de ejecución), en el río Ésera y de San Salvador, en el Canal de Zaidín (Ya en funcionamiento desde 2015).
- La mejora y modernización de los regadíos del canal de Aragón y Cataluña, con actuaciones que van desde la modulación y automatización del canal, pasando por la construcción de embalses de regulación interna, hasta el acondicionamiento y reparación de redes de caminos de servicio y desagües.



Figura 32. Mapa de la zona de riego del Canal de Aragón y Cataluña.

Canal de Enlace

Toma del Canal de Enlace, que es lo que relaciona el Canal de Aragón y Cataluña y la presa de Santa Ana.

Antecedentes

Al irse ampliando la zona puesta en riego, las aportaciones del río Ésera reguladas en el Embalse de Barasona, posteriormente denominado de Joaquín Costa, resultaban escasas.

Debido a ello, fue estudiada la posibilidad de inyectar en el Canal de Aragón y Cataluña, en el paraje denominado Coll de Foix, en el kilómetro 67 del canal, por el límite de la cuenca del Noguera Ribagorzana, parte de los caudales de este río, mediante la construcción de un canal de enlace partiendo del embalse de Santa Ana, de unos 6 km de longitud, con una derivación que permitiría regar directamente 43.440 Has, aguas abajo de Coll de Foix.

La obra del Canal de Enlace

La obra del Canal de Enlace se hizo independiente de la presa.

Para la adjudicación se celebraron dos concursos, el primero en junio de 1.963, al que no se presentó ningún licitador, y el segundo en septiembre del mismo año en el que se adjudican las

obras a ENHER. Las obras comenzaron en febrero de 1.964, finalizando el 30 de septiembre de 1.968.

La toma de agua consta de partes bien diferenciadas: embocadura, túnel de toma, cámara de compuertas y cámara amortiguadora con aliviadero y canal de descarga.

Esta toma se sitúa fuera del cuerpo de presa, en la margen derecha, a la cota 352,00 msnmn.

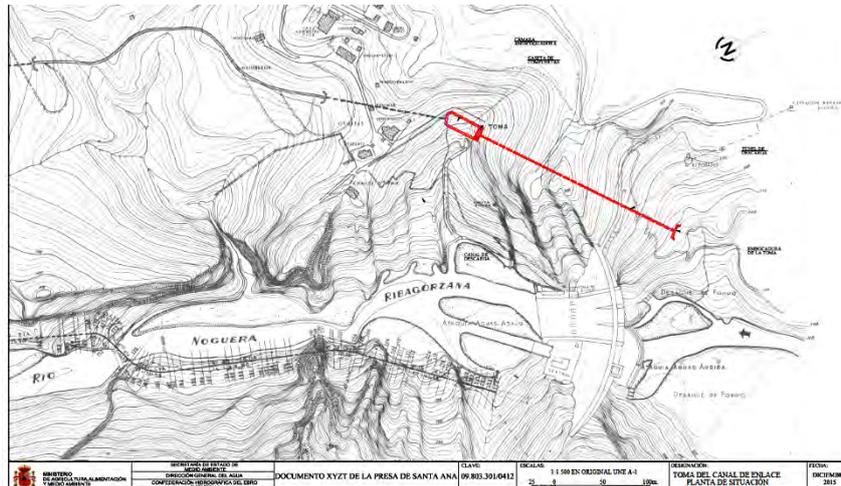


Figura 33. Vista de planta del Canal de Enlace del Canal de Aragón y Cataluña.

Hay una galería inferior para vaciado de las compuertas y solera del túnel.



Figura 34. Vista caseta de compuertas del Canal de Enlace.

Cámara amortiguadora con aliviadero y canal de descarga

El Canal de Enlace desemboca en una cámara amortiguadora recta de 28,65 m de longitud, 12 m de ancho y 5 m de altura, seguida de la sección rectangular de enlace con el primer túnel del canal, con una longitud de 14,25 m.

La zona donde van ubicadas las compuertas Taintor se salva por un puente de 12 m de largo apoyado en dos pilas y dos estribos que son los tajamares del Canal. Las pilas son de 1,60 m de ancho y los estribos de 1,20 m.

El aliviadero de superficie consta de diez vanos de 2,6 m de ancho y 0,92 m de alto, salvados por una pasarela de hormigón armado protegida en ambos lados por barandillas que impiden la caída accidental al propio Canal de enlace y al canal de descarga del mismo. El labio inferior del aliviadero está a la cota 354,46 msnm.



Figura 35. Canal de descarga del aliviadero y compuerta del Canal de Enlace.

Tanto el aliviadero como la compuerta descargan en un canal de longitud 75,15 m y una sección, después del abocinamiento de entrada, de 3 x1 m, que se prolonga hasta aguas abajo de la salida del desagüe de fondo de la margen derecha de la presa.



Figura 36. Compuerta y derivación agua de boca del Canal de Enlace.



Figura 37. Sifón de Castillonroy, obra singular del Canal de Enlace sobre la N-230.

CANAL DE PIÑANA

Hacia 1147, y estando Lérida todavía ocupada por los árabes, Ramón Berenguer IV (Príncipe de Aragón, Conde de Barcelona y Marqués de Tortosa) autoriza la construcción de una acequia a los repobladores de la recién conquistada villa de Almenar. Con posterioridad, hacia 1190, esta "Acequia del Segrià" será prolongada a expensas del leridano Pedro Raimundo Sassala "cavasèques", hasta alcanzar el llano y la ciudad de Lérida.



Figura 38. Azud del Canal de Piñana, al fondo escala de peces y toma de la acequia de Ivars de Noguera.

En el periodo comprendido entre 1229 y 1758 es la ciudad de Lérida, a través de la Paheria como órgano de gobierno, quien ejerce la administración del canal. Durante este periodo las sentencias a que dan lugar los numerosos litigios que surgen van a ir definiendo los mecanismos de administración del canal. Simultánea o paralelamente es a lo largo de este periodo cuando se desarrolla la estructura física del canal: se construye la presa (azud) en el Noguera Ribagorzana, los primeros molinos, e incluso la traza del canal ya viene a coincidir la actual traza de la Acequia Mayor.

De 1794 a 1951 será la Junta de Cequiaje, de la que forman parte el Ayuntamiento y los usuarios (labradores, etc.), la que rija los destinos del Canal.

La modificación de las Ordenanzas realizada en 1951 instituye la Junta Central de Regantes del Canal de Piñana y Acequia de Fontanet. La titularidad actual del aprovechamiento corresponde a la Comunidad General de Regantes del Canal de Piñana (O.M. 6/8/1962)

El canal de Piñana tiene una longitud de 54 km y un caudal en origen de 11,7 m³/s.

Los regadíos del Canal de Piñana

Si bien los orígenes del canal de Piñana se remontan al año 1147. En la actualidad el Canal de Piñana suministra agua de riego a una superficie de aproximadamente 13.500 ha.

El Canal Principal tiene su origen en el azud de Piñana, aguas abajo del embalse de Santa Ana (Noguera Ribagorzana). Los canales principales derivados son: las Acequias del Cap, Mayor y del Medio. Otros cauces importantes de la red de distribución son el "Ojal Ratera", el "Brazal de Benavent", el "Brazal Mayor de Algüaire" y la Acequia del "Rec-Nou".

La dedicación productiva del Canal de Piñana es en su práctica totalidad los cultivos leñosos (los frutales). Piñana ocupa el "corazón" de la zona frutícola más importante del Estado Español, que forman junto con Piñana otras zonas de riego próximas pertenecientes a los Canales de Urgel, Canal de Aragón y Cataluña y a los regadíos tradicionales del bajo Cinca, Segre y Noguera Ribagorzana.



Figura 39. Mapa de la zona de riego del Canal de Piñana.

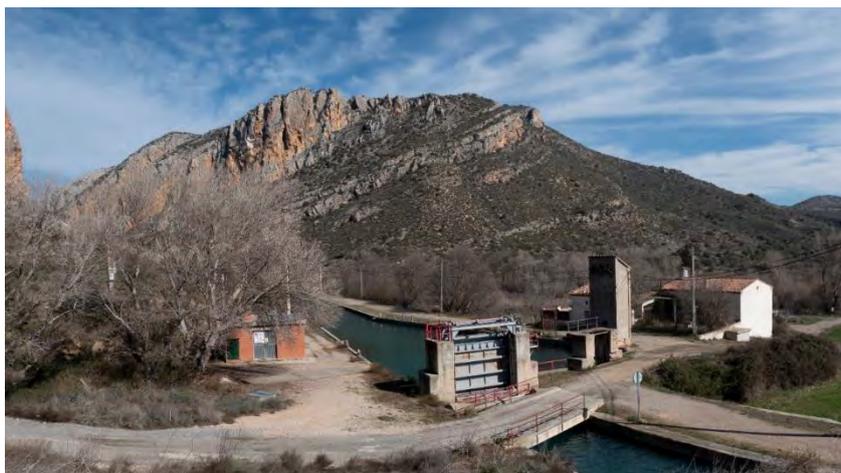


Figura 40. Vista de la estación de bombeo de Castellonroy, compuerta del Canal de Piñana, compuerta del agua de boca a Lleida y demás poblaciones de la ribera. Al fondo la sierra de Monderes.

Agua de boca de Piñana

- Castellonroy.
Abastece a una población de unos 300 habitantes.



Figura 41. Estación de bombeo para agua de boca de Castellonroy

- Planta potabilizadora Lleida y otros municipios del Canal de Piñana.

La planta asegura el suministro de agua a una población estimada de 155.000 habitantes, con los niveles de calidad y de turbiedad establecidos. Por ello, la estación se enmarca dentro del proyecto de mejora de abastecimiento de agua potable a la ciudad de Lleida y otros municipios del Canal de Piñana.



Figura 42. Planta potabilizadora para abastecimiento de agua de boca para Lleida y demás poblaciones de la ribera del Noguera Ribagorzana.

Abastecimiento a Lleida y 17 núcleos de la zona regable del Canal de Piñana, entre los que destacan: Alfarrás, Almenar, Alguaire, Vilanova de Segrià, Roselló, Torrefarrera y Alpicat, y otras poblaciones como: Albesa, Alcoletge, Algerri, Benavent de Segrià, Corbins, Ivars de Noguera, La Portella, Torre-serona, Torrelameu y Vilanova de la Barca.

Centrales Hidroeléctricas de Piñana

NOMBRE	TITULAR	POT_MAX_INSTAL
Al-Canis	SALVADOR SERRA, S.A.	332 kw
Almenar	AYUNTAMIENTO DE ALMENAR	332 kw
Canet	RIVER PARK ALCARRAS S.L.	380 kw
Castillonroy	HIDRODATA, S.A.	1.545 kw
Mata de Piñana	SALVADOR SERRA, S.A.	396 kw
Molinot	PARTICULAR	150 kw
Roselló	SALVADOR SERRA, S.A.	136 kw
Ull Roig	SALTO DE TORREFARRERA, S.L.	742 kw
TOTAL		4.013 kw

ACEQUIA DE IVARS DE NOGUERA

Concesión de la acequia de Ivars de Noguera. Título de derecho Orden Ministerial 11/02/1960

Caudal:

- 165 l/s durante 12 horas diarias para riego.
- 1,20 l/s para abastecimiento.
- 500 l/s para usos industriales.



Figura 43. Toma de la acequia de Ivars de Noguera en el azud del Canal de Piñana, tras la escala de peces.

CANAL DE ALGERRI – BALAGUER

El Canal de Algerri-Balaguer lleva agua desde el río Noguera Ribagorçana a los términos municipales de Algerri, Albesa, Castelló de Farfanya, Balaguer, Menàrguens y Torrelameu. Riega una superficie total de 8.000 hectáreas. Largo de 7,4 km en un caudal de 4,8 m³/s

Antecedentes

El canal de Algerri - Balaguer fue un proyecto de canal que fue pensado en la década de 1950 para regar los secanos de Algerri, Castelló de Farfanya, Albesa, Torrelameu, Menàrguens y Balaguer y que no se llegó a llevar a la práctica, aunque el canal Algerri-Balaguer, construido medio siglo después sigue aproximadamente el mismo trazado y hace la misma función, a partir de la construcción del Pantano de Santa Anna.

El primer tramo del canal de Algerri-Balaguer fue construido en 1992 por la empresa Regsa. Los siguientes tramos construidos fueron en el término de Algerri en 1995. En 1997 se realizó la concentración parcelaria en el término de Albesa, y seguidamente en el término de Menàrguens. Posteriormente se hizo la concentración parcelaria en Torrelameu.

Las obras de la estación de bombeo en la Noguera Ribagorçana, sobre el puente de Alfarràs, se efectuaron en 1997. Seguidamente se realizaron tres embalses en el término de Algerri y de éstos, se derivan las tuberías que llevan agua en cada parcela del término de Algerri.

Características

La dotación de agua por hectárea es de 6.000 metros cúbicos al año. El agua llega a cada parcela mediante las tuberías con una presión de entre 3,5 y 4,5 kg por cm² y un caudal de 1,5 litros de agua por segundo y hectárea. Al pie de cada parcela se encuentra una bomba que controla la presión y un contador que registra los litros de agua que se han consumido. Estos datos son remitidos a un ordenador central situado en la casa canal, ubicada en el término municipal de Algerri.



Asociación Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Español



Superficie regable:

- Algerri 1.000 ha.
- Albesa 2.000 ha.
- Castelló de Farfanya 1.200 ha.
- Torrelameu 350 ha.
- Menàrguens. 1.200 ha.
- Balaguer 2.250 ha.
- Total. 8.000 ha.

La concentración de parcelas en el término de Albesa ha permitido hacer las explotaciones agrarias de mayor tamaño y concentrar las propiedades. Antes, el terreno de cada propietario era pequeño y repartido. Ahora cada propietario tiene las tierras juntas. En la zona de Albesa había 948 fincas con una superficie media de 2,12 ha. La mayor parte de los propietarios tenía 2 o más parcelas. En estos momentos existen 471 fincas, con una superficie media de 4,19 ha, y el 80% de los propietarios sólo tiene una finca.



Figura 44. Estación de bombeo del Canal de Algerri Balaguer.

OTRO PROYECTO INACABADO

Los riegos de la Litera Alta

Hay pendiente otro proyecto, “Los riegos de la Litera Alta” con una concesión de 8000 m³ iguales a la concesión de los riegos del Canal de Algerri – Balaguer.

Con la aplicación del **Convenio o Pacto de Piñana** de 8 de febrero de 1992, que quedó enmarcado dentro de lo que se llamó **Pacto del Agua**¹, con dicho convenio se generaba un volumen de caudales adicional al hasta entonces existente, que no se cuantifica en ese momento, aunque en documentos posteriores se estima en 190 hm³/año. El cincuenta por ciento de esos nuevos recursos hídricos se destinaba a mejorar las dotaciones del Canal de Aragón y Cataluña y el otro 50%, por mitades, a las dotaciones del Canal Algerri-Balaguer y a los riegos-expectantes de La Litera Alta. De acuerdo con los porcentajes establecidos, a los riegos expectantes de La Litera Alta se les atribuye, por tanto, un caudal aproximado de 48 hm³ anuales procedentes del río Noguera-Ribagorzana.

¹ Pacto del Agua de Aragón. Resolución aprobada por el Pleno de las Cortes de Aragón en su sesión de 30 de junio de 1992, con motivo del debate de la Comunicación de la Diputación General de Aragón relativa a criterios sobre política hidráulica en la Comunidad Autónoma de Aragón.

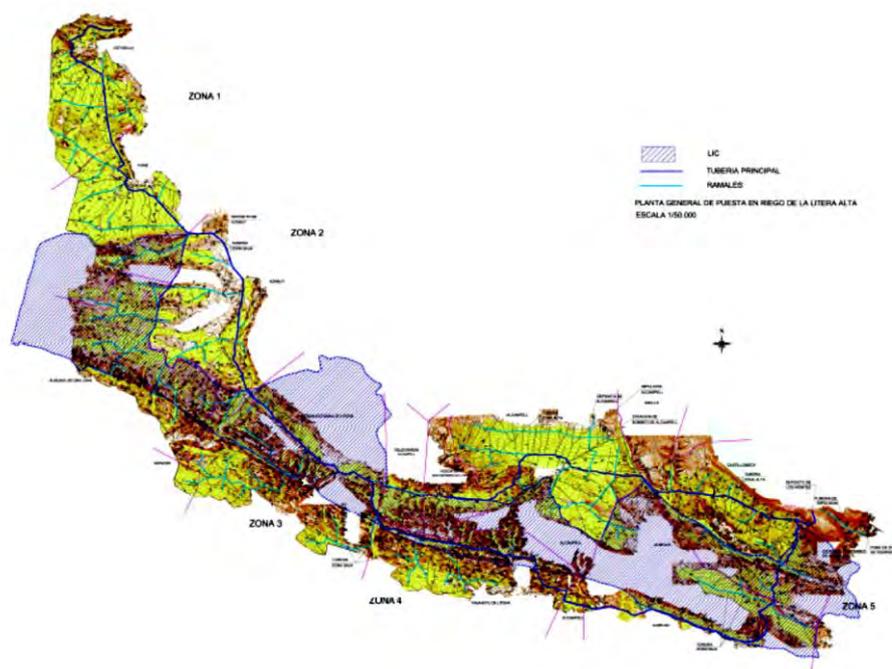


Figura 45. Mapa de las zonas regables y la zona LIC del Canal de La Litera Alta

La redacción del “Proyecto de puesta en riego de La Litera Alta (Zona Oriental)” (Proyecto 07/09 de Clave Ministerial: 09.25B.004/2111), conforme a la Declaración de Impacto Ambiental, finalizada en julio de 2009.

El Proyecto define:

La Zona denominada Oriental (objeto del presente Informe), que está próxima al embalse de Santa Ana, será servida de acuerdo con lo establecido en el “Proyecto de puesta en riego de La Litera Alta (Zona Oriental)” (Proyecto 07/09 de Clave Ministerial: 09.25B.004/2111) ya reseñado. Este Proyecto define la infraestructura hidráulica necesaria para el riego de **1.994 ha** de La Litera Alta, ubicadas al norte del Canal de Aragón y Cataluña, entre los ríos Cinca, al oeste, y Noguera Ribagorzana, al este, en los términos municipales de San Esteban de Litera (58 ha), Alcampell (1.445 ha), Castillonroy (477 ha) y Baélls y Camporrélls (aprox. 14 ha).

La Zona denominada Occidental, que está próxima al embalse de Barasona, y la Zona Central, que se encuentra adyacente al Canal de Aragón y Cataluña, será servida mediante aguas provenientes del Canal de Aragón y Cataluña, ya sea con agua procedente del embalse de Barasona, o con agua del río Noguera Ribagorzana, a través del funcionamiento del retroceso por bombeo (Zona Central); todo ello siempre en función de criterios económicos, técnicos y ambientales, debiendo redactarse para ello los correspondientes anteproyectos, estudios de impacto ambiental y proyectos técnicos.

La Zona denominada Occidental abarca fincas de los municipios Estada, Estadilla, Fonz y Azanuy. La Zona Central la componen parcelas de los términos de Almunia de San Juan, Monzón, San Esteban de Litera, Tamarite de Litera y Albelda.

En total se permitirán llevar a cabo la **transformación de aproximadamente 4.500 ha**. De las 8.000 inicialmente proyectadas.



Asociación Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Español



Con el objeto de cumplir los siguientes objetivos:

- Promover el desarrollo económico de la zona.
- Evitar la desertización poblacional.

Para conseguir llevar a efecto los regadíos de La Litera Alta, en fecha 10 de noviembre de 2010, en la sede de la Mancomunidad de La Litera Alta, en Binéfar, se suscribió el “Protocolo de actuación para la puesta en marcha de las actuaciones necesarias para la ejecución de los Riegos de La Litera Alta” entre la Comunidad Autónoma de Aragón, la Confederación Hidrográfica del Ebro, la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña y la Comunidad de Regantes de La Litera Alta.

Los principios generales del Protocolo establecen que la transformación en riego de superficies ubicadas en La Litera Alta se llevará a cabo con cargo a los caudales provenientes de la modulación decidida en los Convenios de 8 de febrero y 3 de diciembre de 1992, relativos a la mejora de infraestructuras y aprovechamientos hídricos del canal de Piñana, que se distribuyen como sigue: 50% para el Canal de Aragón y Cataluña, 25% para la zona regable del canal Algerrí-Balaguer, con una superficie del orden de 8.000 ha y una demanda de unos 48 hm³ y 25% para la zona regable de la Litera Alta, con una superficie del orden de 8.000 ha y una demanda de unos 48 hm³.

Ante la reducción de la superficie prevista dentro del perímetro de riego por la declaración del LIC, y ante el incremento de los precios de la energía, se considera como solución más viable que la Zonas Occidental y Central rieguen directamente desde el Canal de Aragón y Cataluña.

Pero de momento el proyecto está totalmente estancado desde hace demasiados años.

Autores:

Jorge Franco Balaguer

Josep Maria Màsich Polo

Estrella Carrero Carralero

Sebastián Agudo Blanco





Asociación Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Español



BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

BATALLA, R.J. (Ed.) : *El tram final de la Noguera Ribagorçana. Aspectes hidrològics i geomorfològics*. Edicions Universitat de Lleida. Fluvial Dynamics Research Group, RIUS.

CHE (2010): *Caracterización de las masas de agua subterránea*. LITERA ALTA.

FRANCO, J. y CASAS, A. *Estructura de la terminación occidental del cabalgamiento del Montsec (Pirineos Centrales)*. *Rev. Soc. Geol. de España* 29 (2): 39-55.

MARCÉN, S. (1988). *El polje de Saganta (Sierras Exteriores Pirenaicas, prov. de Huesca)*. *Cuaternario y Geomorfología*, vol 2 (1-4): 107-113.

MATA-PERELLÓ, J.M. (2009). *Recorregut de recerca geològica i mineralògica per les comarques de La Llitera/Litera i Ribagorça/Ribagorza: des de Purroy de la Solana a Estanya, Estopinyà, Camporrells, Vall-de-Llou i a Castillonroi*. Inèdit. 14 pp. Manresa

MATA-PERELLÓ, J.M. i MONTANÉ GARCÍA. P. (2002). *Recorregut de recerca geològica i mineralògica per les comarques del Segrià, La Llitera i Baixa Ribagorça: des d'Alfarràs a Camporrells, a Caladrons i a Benavarri*. Inèdit, 14 pp. Manresa

MATA-PERELLÓ, J.M. i MONTANÉ GARCÍA. P. (2005). *Recorregut de recerca geològica i mineralògica per les comarques del Segrià, La Llitera i Baixa Ribagorça: des d'Alfarràs a Vall-de-Llou, Estopanyà i a Benavarri*. Inèdit. 13 pp. Manresa.

MATA-PERELLÓ, J.M. i MONTANÉ GARCIA, PAU, (2008). *Recorregut de recerca geològica i mineralògica per les comarques de La Llitera i Baixa Ribagorça: des de Castillonroi a Vall-de-Llou, Camporrells, Estopanyà i a Ciscar*. Inèdit 10, pp. Manresa.

PÉREZ BIELSA, C. (2013). *Funcionamiento hidrogeológico de un humedal hipogénico de origen kárstico en las Sierras Marginales Pirenaicas*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 335 pp.

MATEU, J. J. Y GARCÍA PASCUAL, FRANCISCO. (2004). *Conmemoración del centenario del Canal de Aragón y Cataluña, 1906-2006*.

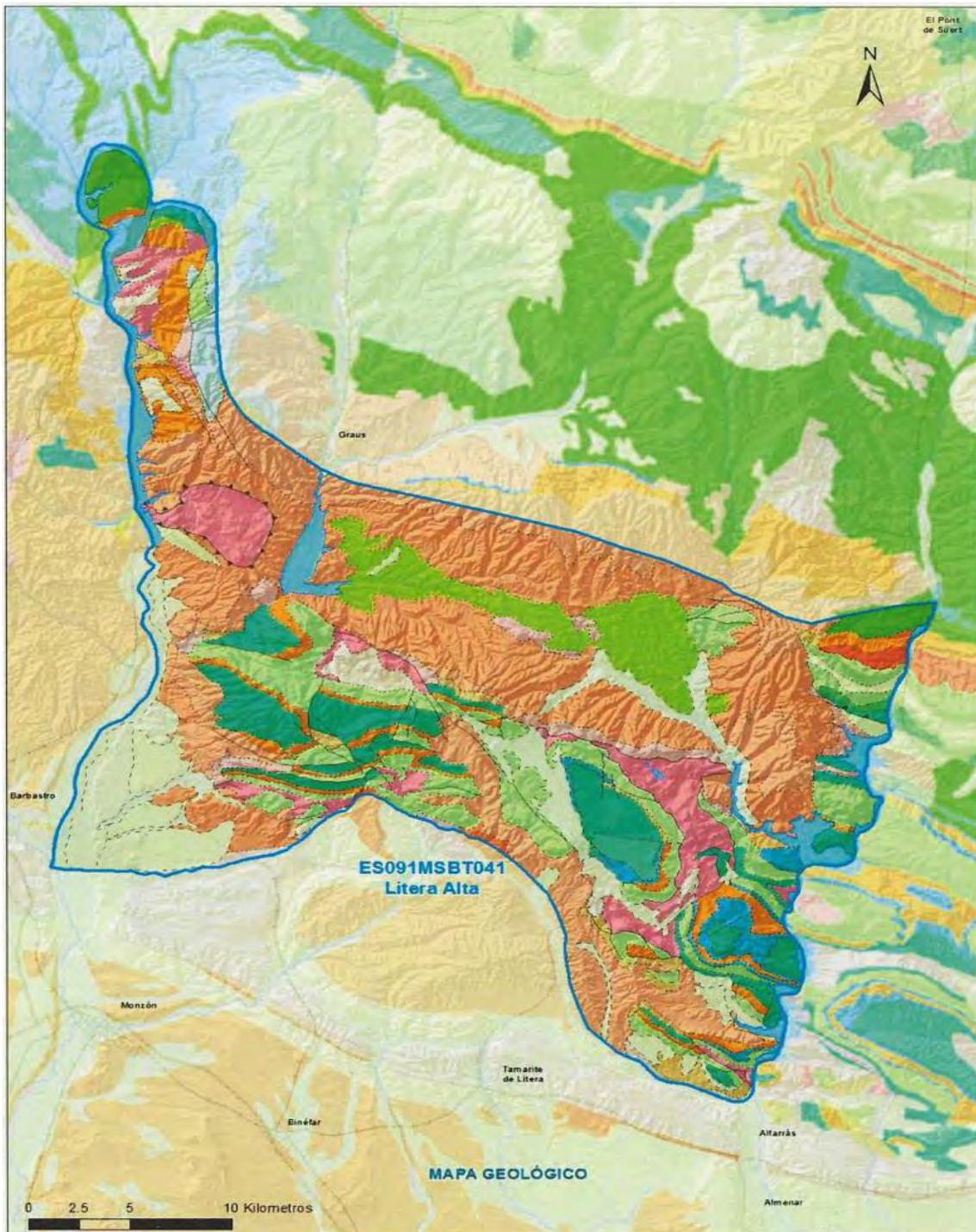
IBARZ IBARZ, ANTONIO. (2005). *El canal d'Aragó i Catalunya*.





ANEXO I

Mapa geológico de la masa de agua subterránea LITERA ALTA (ES091MSBT041)





LEYENDA



Estructuras

- Anticinal
- Anticinal supuesto
- Sinclinal
- Sinclinal supuesto

Contactos y fallas

- Contacto concordante
- Contacto concordante supuesto
- Contacto discordante
- Contacto discordante supuesto
- Contacto intrusivo
- Masas de agua
- Límite político
- Falla conocida
- Falla supuesta
- Cabalgamiento conocido
- Cabalgamiento supuesto

LITOLOGÍAS

Código	Descripción Litología
5000	Masa de agua superficial
706	Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)
704	Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)
703	Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacia, piedemonte y superficies)
378	Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Costras a techo
377	Calizas, localmente con lutitas
372	Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas
368	Lutitas, con intercalaciones de areniscas
357	Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados
366	Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas
361	Lutitas con intercalaciones de areniscas
360	Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados
359	Conglomerados, areniscas y lutitas
357	Calizas, localmente con lutitas
355	Yesos y arcillas, con alguna intercalación de halita
353	Areniscas, lutitas, margas y, localmente, conglomerados
352	Conglomerados, con intercalaciones de areniscas, margas y niveles de yeso
351	Conglomerados, con intercalaciones de areniscas y lutitas
349	Calizas, localmente con lutitas
348	Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados
345	Margas y margocalizas
344	Areniscas y lutitas, Areniscas de
340	Calizas, calcarenitas, dolomías y margas
179	Areniscas y conglomerados
177	Lutitas y areniscas (Facies Flysch)
173	Calizas arrecifales, con rudistas, calizas bioclásticas, dolomías y margas
154c	Calizas, margas y calcarenitas
147	Calizas, dolomías y margas
141	Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)
137	Dolomías, calizas y margas (F. Muschelkalke)
12	Ofitas y rocas volcánoclasticas (Ofitas del Keuper)



ANEXO II

Inventario de Puntos de Agua (IPA) de la masa de agua subterránea LITERA ALTA (ES091MSBT041)

