



Autores

Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

DILIGENCIA:

Para hacer constar que por el presente visado se ha comprobado por este Colegio Oficial de Ingenieros de Minas del Centro de España:

- I.- La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo.
- II.- Que el presente proyecto-trabajo reúne la corrección e integridad formal de la documentación que lo conforman, de acuerdo con la normativa aplicable.
- III.- Que el Colegio Oficial de Ingenieros de Minas del Centro de España asumirá en su caso, la responsabilidad subsidiaria a la que hace referencia el Art. 13. 3 de la Ley 2/74, de Colegios Profesionales, modificada por la Ley 25/2009, de 22 de diciembre.

25/02/2025



INFORME DE IMPLANTACIÓN DEL SONDEO MONZÓN-2

**MONZÓN (HUESCA)
C. A. DE ARAGÓN**

Marzo 2025



INFORME DE IMPLANTACIÓN DEL SONDEO MONZÓN-2

ÍNDICE

1. ALCANCE DEL DOCUMENTO
2. TITULAR Y OPERADOR DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN MONZÓN
3. OBJETIVOS Y PROFUNDIDAD DEL SONDEO MONZÓN-2
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
 - 4.1 Ubicación del sondeo
 - 4.2 Plan de ejecución del sondeo Monzón-2
 - 4.3 Trabajos previos realizados
 - 4.3.1 Sumario
 - 4.3.2 Marco geológico regional
 - 4.3.3 Estratigrafía
 - 4.3.4 Interpretación sísmica y geológica
 - 4.3.5 Yacimiento Monzón de hidrógeno natural
 - 4.4 Preparación del emplazamiento del sondeo
 - 4.5 Programa de perforación y entubación del Sondeo Monzón-2
 - 4.6 Equipos y personal de perforación
 - 4.7 Elementos esenciales para la perforación
 - 4.7.1 Preventor de erupciones (BOP)
 - 4.7.2 Lodos de perforación
 - 4.7.3 Ripios
 - 4.8 Controles durante la perforación
 - 4.8.1 Controles geológicos
 - 4.8.1.1 Cabina de geología
 - 4.8.1.2 Registros eléctricos (logs)
 - 4.8.1.3 Testigos
 - 4.8.2 Controles mecánicos e hidráulicos
 - 4.8.3 Controles del lodo
 - 4.8.4 Controles de integridad del pozo
 - 4.8.5 Controles medioambientales
 - 4.9 Prevención de erupciones (“blow out”)
 - 4.9.1 Probabilidad de ocurrencia de una erupción

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]



- 4.9.2 Plan de actuación en caso de inicio de una erupción
- 4.10 Prueba de producción
- 4.11 Taponamiento del sondeo
- 4.12 Restauración del emplazamiento
- 4.13 Otros aspectos
 - 4.13.1 Movimiento de camiones
 - 4.13.2 Consumos
 - 4.13.2.1 Agua
 - 4.13.2.2 Gasóleo
 - 4.13.2.3 Materias primas y productos químicos y peligrosos
 - 4.13.3 Gestión de residuos
 - 4.13.3.1 Residuos de perforación
 - 4.13.3.2 Residuos de construcción y demolición
 - 4.13.3.3 Residuos asimilables a urbanos
 - 4.13.3.4 Residuos no peligrosos
 - 4.13.3.5 Residuos peligrosos
 - 4.13.4 Aguas residuales y de lluvia
 - 4.13.4.1 Aguas residuales domésticas
 - 4.13.4.2 Aguas caídas en zonas de equipos
 - 4.13.4.3 Agua de lluvia caída fuera de las áreas de equipos
 - 4.13.5 Ruidos, luz, olores
- 5. EQUIPO DE PERFORACIÓN A EMPLEAR EN EL SONDEO MONZÓN-2
- 6. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL SONDEO MONZÓN-2

ANEXOS

1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DEL SONDEO MONZÓN-2
2. DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN A EMPLEAR
3. INFORME DE ACTIVIDAD Y FICHA DEL SONDEO MONZÓN-1
4. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN REALIZADAS POR HELIOS

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]



INFORME DE IMPLANTACIÓN DEL SONDEO MONZÓN-2

1. ALCANCE DEL DOCUMENTO

Este documento constituye el Informe de Implantación del Sondeo Monzón-2 que la empresa HELIOS ARAGÓN EXPLORACIÓN S.L. (en adelante, HELIOS) tiene previsto perforar en el término municipal de Monzón (provincia de Huesca, Comunidad Autónoma de Aragón), dentro del área del Permiso de Investigación Monzón.

El alcance de este documento es el previsto en el Artículo 35 del Real Decreto 2362/1976, de 30 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley sobre Investigación y Explotación de Hidrocarburos de 27 de junio de 1974, que se transcribe a continuación:

Artículo 35.

1.1. Los concesionarios deberán cumplir en sus labores las condiciones y requisitos técnicos siguientes:

1.2. El titular que se proponga perforar un pozo de exploración, o de explotación remitirá por duplicado un informe de implantación, por lo menos un mes antes de iniciarse los trabajos.

1.3. Este informe de implantación, comprenderá los siguientes datos:

1.º Nombre del concesionario.

2.º Designación del pozo, su emplazamiento y coordenadas con la información necesaria para localizarlo con exactitud, debiendo adjuntarse plano de situación relativa en la concesión.

3.º Objetivos, cota inicial y profundidad prevista del pozo.

4.º Equipo a emplear.

5.º Programa de entubación y acabado.

6.º Presupuesto.

Este documento incluye, además, la información requerida por la Dirección General de Energía y Minas en su escrito de 21 de marzo de 2025 de *“Requerimiento de subsanación de Documentación presentada en relación con el Proyecto de perforación del sondeo Monzón-2 en el marco del Permiso de investigación de hidrocarburos “Monzón”, nº H22022, titularidad de Helios Aragón Exploration, S.L.”*

Este Informe forma parte de la documentación técnica y medioambiental requerida por la Dirección General de Energía y Minas del Gobierno de Aragón para solicitar y obtener la autorización para la perforación del sondeo. Incluye también el Estudio de Seguridad y Salud para la ejecución del sondeo en todas sus fases (Anexo 1), mientras que los aspectos medioambientales están recogidos en el Estudio de Impacto Ambiental, en documento aparte.

La perforación del sondeo Monzón-2 está contemplada en los compromisos de inversión que HELIOS debe ejecutar antes de mayo de 2026 de acuerdo con lo previsto en la *“Orden de 9 de marzo de 2020, del Departamento de Industria, Competitividad y Desarrollo Empresarial, por la que se publica el Acuerdo de 26 de febrero de 2020, del Gobierno de Aragón, por el que se otorga el permiso de investigación de hidrocarburos denominado “Monzón”, número H22022, situado en la provincia de Huesca”*, publicada en el Boletín Oficial de Aragón (BOA) de 27 de mayo de 2020.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUUVGR]



2. TITULAR Y OPERADOR DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN

El titular y operador del permiso de investigación Monzón, solicitante de la autorización y operador de la ejecución del sondeo Monzón-2 es:

- Nombre: HELIOS ARAGÓN EXPLORATION, S.L.
- C.I.F: B87973087.
- Dirección: Plaza Marqués de Salamanca 3, planta 4 - 28006 Madrid

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE Habilitación Profesional
25/2 2025
 VISADO : VO202500078 Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]

3. OBJETIVOS Y PROFUNDIDAD DEL SONDEO MONZÓN-2

El alcance del Proyecto de Perforación del Sondeo Monzón-2 es la ejecución, mediante técnicas convencionales de perforación, de un sondeo vertical de una profundidad prevista de 3.850 m, a realizar en el término municipal de Monzón (Huesca), con el objetivo de evaluar la capacidad productiva del yacimiento de hidrógeno, con helio en baja proporción y trazas de metano (en adelante “hidrógeno natural”), existente en el subsuelo del término municipal de Monzón.

La existencia de hidrógeno natural en la zona fue puesta de manifiesto por la empresa pública ENPASA, en 1963, mediante el sondeo Monzón-1, que lo descubrió a 3.700 m de profundidad en un nivel sedimentario de areniscas de edad geológica Bundsandstein (Triásico). En aquel momento el hidrógeno no tenía interés comercial por lo que el pozo se taponó y abandonó en condiciones de seguridad.

El sondeo Monzón-2 se perforará a unos 60 m de distancia del antiguo Monzón-1, por lo que el conocimiento previo de las características de los sedimentos a perforar (litologías, presiones, fluidos), facilita enormemente el diseño y la operación de la perforación del nuevo sondeo.

Una vez finalizada la perforación se prevé realizar una prueba de producción para evaluar el potencial productivo del yacimiento.

Tras dicha prueba se procederá al taponamiento del sondeo para su abandono en condiciones seguras.

La duración estimada total de los trabajos mencionados, desde el inicio de la preparación del emplazamiento hasta completar su restauración, es de 5 meses, que HELIOS prevé realizar en el segundo semestre de 2025.

Cabe señalar que, en ningún caso, se emplearán técnicas de fracturación hidráulica (“fracking”).

sondeo.

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE Habilitación Profesional
25/2 2025
VISADO : VO202500078 Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1 Ubicación del sondeo

El sondeo Monzón-2, objeto de este proyecto, se situará dentro del área actual del permiso de investigación Monzón en la que también se encuentra el antiguo sondeo Monzón-1 (Figura 1). Cabe señalar que HELIOS renunció en 2022 a una parte sin interés del área otorgada originalmente para este permiso (la esquina NE), reduciendo su superficie a 46.500 Ha.

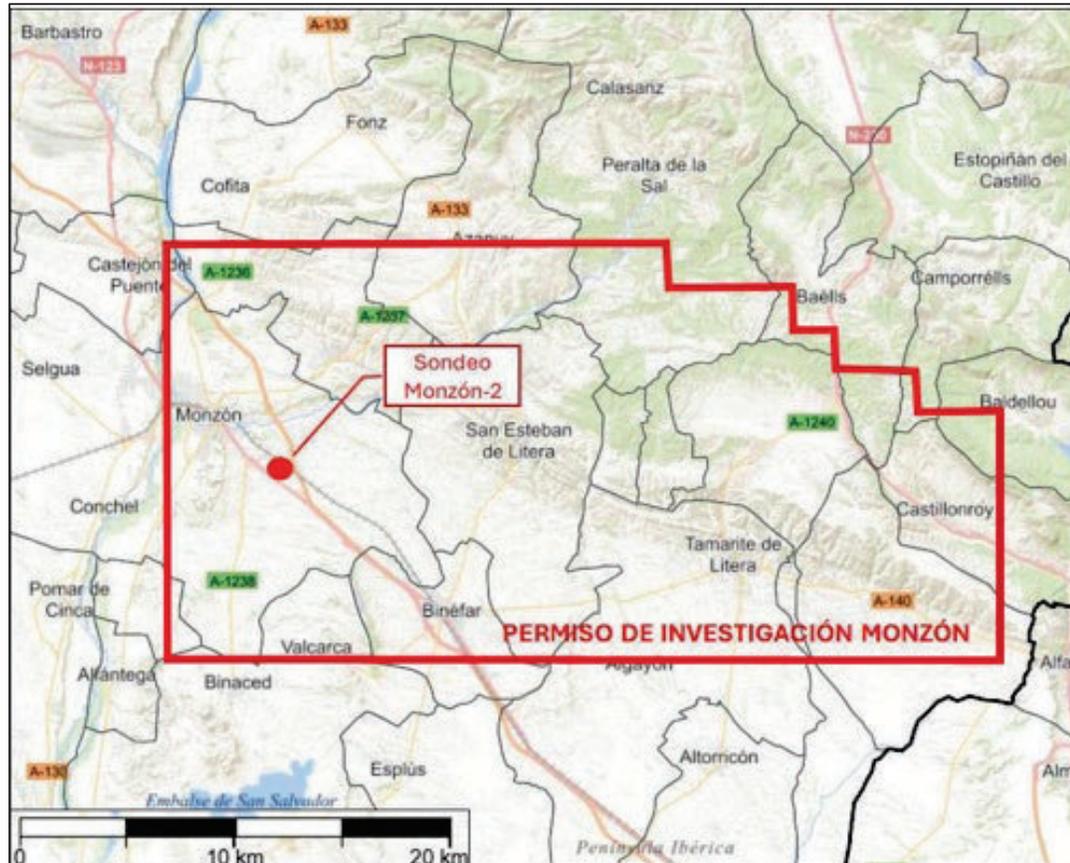


Figura 1. Área del permiso de investigación Monzón y situación prevista del sondeo Monzón-21

La Figura 2 muestra la ubicación finalmente elegida para la perforación del nuevo sondeo Monzón-2, junto al antiguo Monzón-1, en el término municipal de Monzón (Huesca).

Entre las tres alternativas de ubicación del sondeo Monzón -2 consideradas inicialmente (M-2A, M-2B y M-2C), HELIOS ha seleccionado la M-2A, la misma zona en la que ENPASA perforó en su día el Monzón-1, por las razones que se explican más adelante (Figura 2).

El nuevo sondeo Monzón-2 se situará a unos 60 m de distancia del Monzón-1, por lo que, en la práctica, será una repetición, un gemelo de éste.

Las razones fundamentales para la selección del área M-2A son:

- Minimización de las incertidumbres geológicas y operativas para la perforación del sondeo Monzón-2 por la proximidad al antiguo sondeo Monzón-1, del que se dispone de toda la

información geológica y operativa generada en su perforación.

- Evitar afecciones con proyectos de energía solar promovidos por terceros, situados en las ubicaciones M-2B y M-2C.

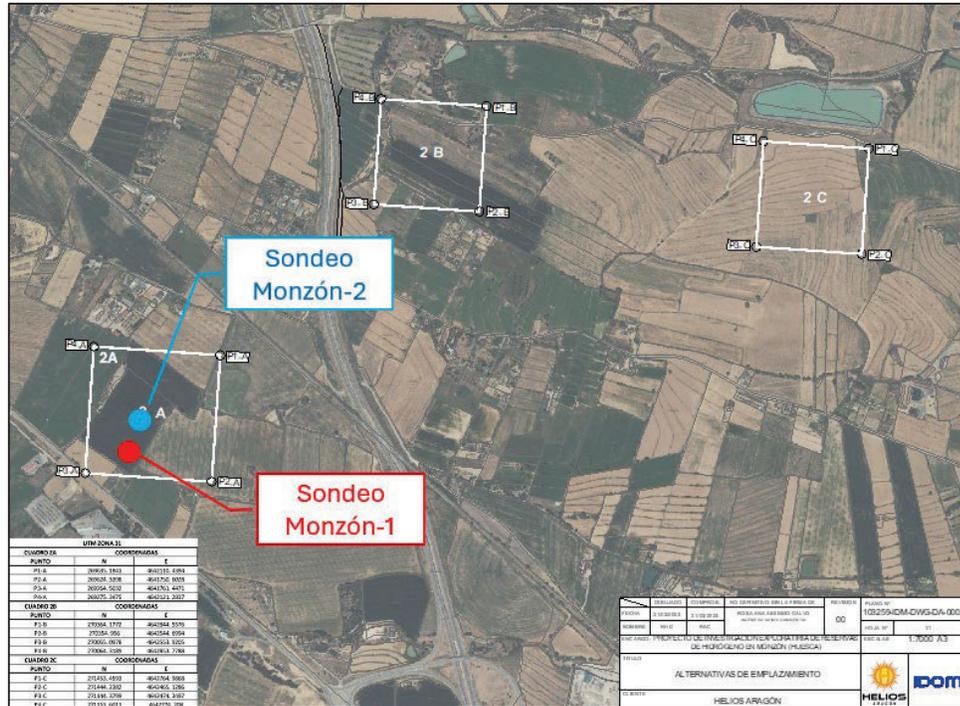


Figura 2. Alternativas consideradas inicialmente y ubicación final prevista del nuevo sondeo Monzón-2

Las coordenadas previstas del sondeo Monzón-2 son las siguientes:

Sistema	Coordenadas	
WGR 84	41,895228	0,220115
UTM ETR89 Huso 30	767134,719	4643159,172

4.2 Plan de ejecución del sondeo Monzón-2

La ejecución del sondeo requerirá la realización de los siguientes trabajos de campo:

- La preparación del emplazamiento donde se situarán los equipos, servicios e instalaciones necesarias para la perforación
- La movilización de dichos equipos, servicios e instalaciones desde su ubicación de origen
- El montaje de estos sobre el emplazamiento del sondeo
- La perforación del sondeo propiamente dicha
- La prueba de producción del sondeo
- El taponamiento del sondeo
- El desmontaje de los equipos, servicios e instalaciones utilizados

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA
 Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE
 Habilitación Profesional
 25/2 2025
 VISADO : VO202500078
 Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUJGR]

- La desmovilización de estos
- La restauración del terreno ocupado por el emplazamiento a su situación original

Se muestra a continuación el programa previsto de los trabajos de campo a realizar para la perforación del sondeo y su duración estimada, con un total de 150 días.

Trabajos de campo	Meses				
	1	2	3	4	5
Preparación del emplazamiento	■				
Movilización de equipos de perforación	■				
Montaje de equipos de perforación		■			
Perforación del sondeo		■	■	■	
Pruebas de producción				■	
Taponamiento del sondeo				■	
Desmontaje de equipos de perforación				■	
Restauración del emplazamiento					■
Desmovilización de equipos de perforación					■

La actividad de mayor duración prevista (45 días) corresponde a las operaciones propias de perforación del sondeo hasta alcanzar la profundidad final prevista.

La movilización y desmovilización de los equipos de perforación corresponden a los transportes por carretera a realizar desde el punto de origen hasta Monzón y su vuelta a la base del contratista, por lo que son actividades que se realizan fuera del emplazamiento del sondeo.

4.3 Trabajos previos realizados

4.3.1 Sumario

Desde la entrada en vigor del permiso de investigación Monzón, en mayo de 2020, HELIOS se ha enfocado en el estudio y reinterpretación de la documentación disponible sobre la geología, la geofísica (sísmica y gravimetría) y los sondeos perforados en la zona, procedente fundamentalmente de los archivos técnicos de la Subdirección General de Hidrocarburos y el Gobierno de Aragón y de varios estudios relevantes realizados por el IGME, GESSAL y ENRESA, todo ello para seleccionar el mejor objetivo posible para la perforación del sondeo Monzón-2, completando los siguientes trabajos principales:

- Reinterpretación de la geología de superficie (regional y del área del permiso)
- Reprocesado e interpretación de 200 km de sísmica migrada de gran calidad adquirida por SERICA en 2008 (Figura 3) y 388 km de otras líneas más antiguas en el entorno de los permisos), así como los datos gravimétricos/magnéticos adquiridos previamente en el área.
- Reevaluación de la campaña gravimétrica de alta resolución de 355 km² adquirida por SERICA en 2004.
- Reinterpretación geológica y petrofísica de los sondeos más próximos a la zona (Monzón-1, Huesca-1, Fraga-1, Comiols-1 y Esplus-1).
- Campaña de análisis espectral de hidrógeno y helio realizado en 2021 sobre de los permisos Barbastro y Monzón por Dirt Exploration usando satélites de la ESA y cartografía de las anomalías de hidrógeno

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional

Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078

Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUUVGR]



- Estudio geoquímico de detección de hidrógeno y helio en superficie, con 359 muestras tomadas en 8 emplazamientos seleccionados, realizado en 2022 sobre de los permisos Barbastro y Monzón por Geochemical Insight
- Estimación de reservas de hidrógeno natural de la estructura Monzón
- Selección del emplazamiento y diseño de la perforación del sondeo Monzón-2 (perforación, control geológico durante la perforación y prueba de producción)

El Anexo 4 detalla con mayor extensión los trabajos de investigación realizados por HELIOS en los cuatro primeros años de vigencia de los permisos Barbastro y Monzón. Como consecuencia de estos trabajos se han obtenido las conclusiones y resultados que se presentan en los siguientes apartados.

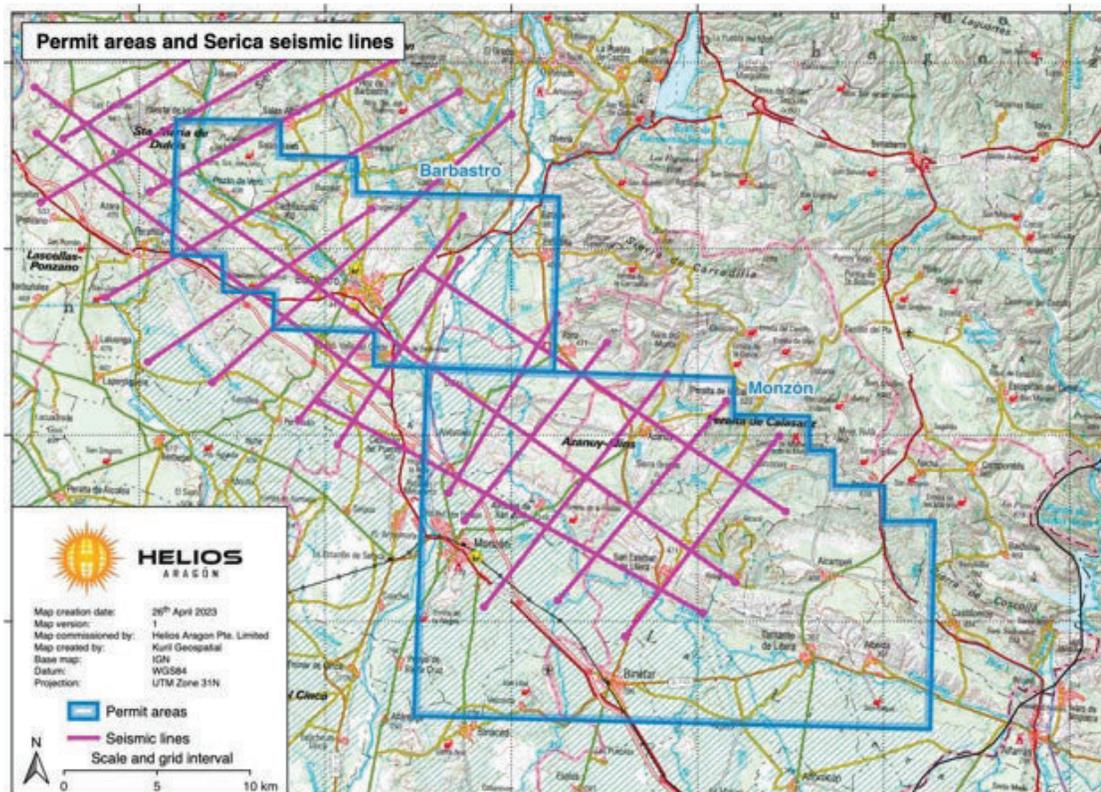


Figura 3. Situación de las líneas de sísmica 2D de SERICA (2008) y los permisos Barbastro y Monzón

4.3.2 Marco geológico regional

La zona de estudio se encuentra dentro del ámbito de la Hoja MAGNA nº 326 (Monzón) del IGME, que se adjunta dentro del Estudio Geológico del proyecto con autorización de uso del IGME.

El área del emplazamiento seleccionado para la perforación del sondeo Monzón-2, marcada en rojo en la Figura 4, se localiza en el borde norte de la cuenca del Ebro, al sur del frente surpirenaico, justo al sur del denominado anticlinal de Barbastro, una deformación triangular de núcleo salino sobre cuyo flanco NE yace el extremo más al sur de dicho frente.

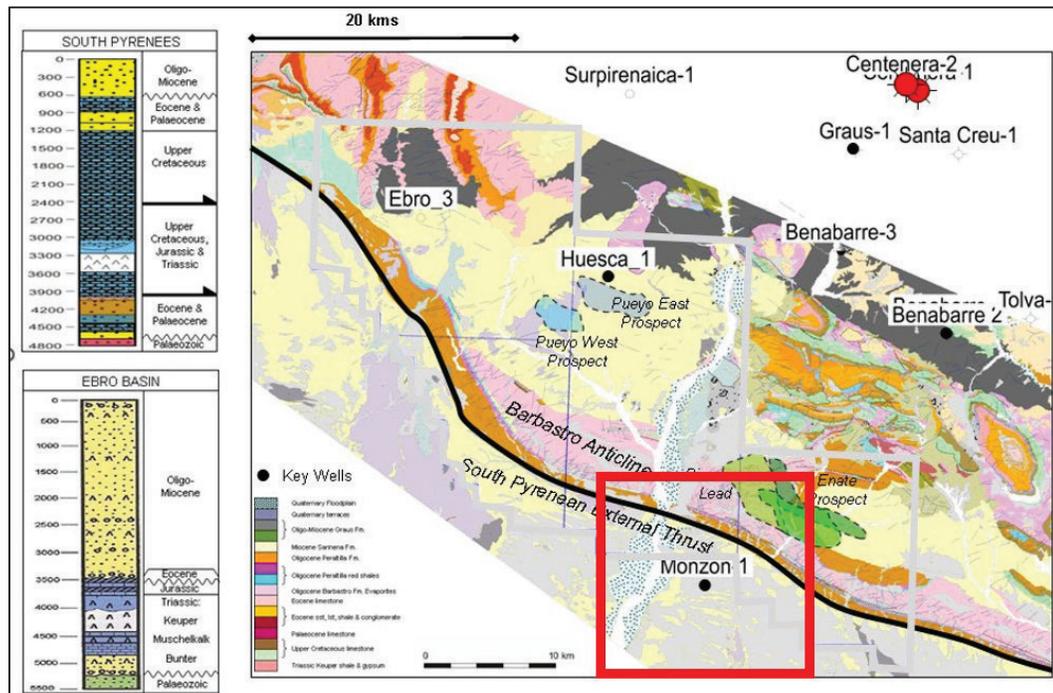


Figura 4. Mapa geológico regional con indicación de situación de sondeos

La correlación entre los sondeos Huesca-1 (situado en la zona surpirenaica) y Monzón-1 (en la cuenca del Ebro) ilustra las marcadas diferencias en estratigrafía y tectónica a ambos lados de esta estructura (Figura 5).

Al sur del Anticlinal de Barbastro, la Cuenca del Ebro se caracteriza localmente por depósitos clásticos gruesos y relativamente no deformados y evaporitas de edad Oligo-Mioceno a Eoceno tardío, superponiendo con marcadas discordancias una sección suavemente plegada y fallada de gruesos estratos del Jurásico y Triásico.

En dicha zona los estratos del Cretácico, Paleoceno y Eoceno inferior están ausentes o son muy escasos, como resultado de la erosión y/o no deposición durante la inversión y el levantamiento antes de la fase principal de cabalgamiento pirenaico.

Al norte del Anticlinal de Barbastro, el Cinturón de Cabalgamiento del Pirineo Sur se caracteriza por pliegues de gran escala orientados al WNW-ESE que llevan a la superficie estratos del Mesozoico al Paleógeno.

El control de pozos al noroeste de la zona del proyecto (Huesca-1) muestra la existencia de una importante extensión de formaciones del Jurásico, Cretácico y Paleógeno, compuestos en gran parte por lechos gruesos de carbonato marino poco profundo con areniscas y arcillas.

Si bien gran parte del espesor estratigráfico se debe indudablemente a la repetición tectónica y al acortamiento, el grado de variación del espesor deposicional y los cambios de facies asociados no deben subestimarse.

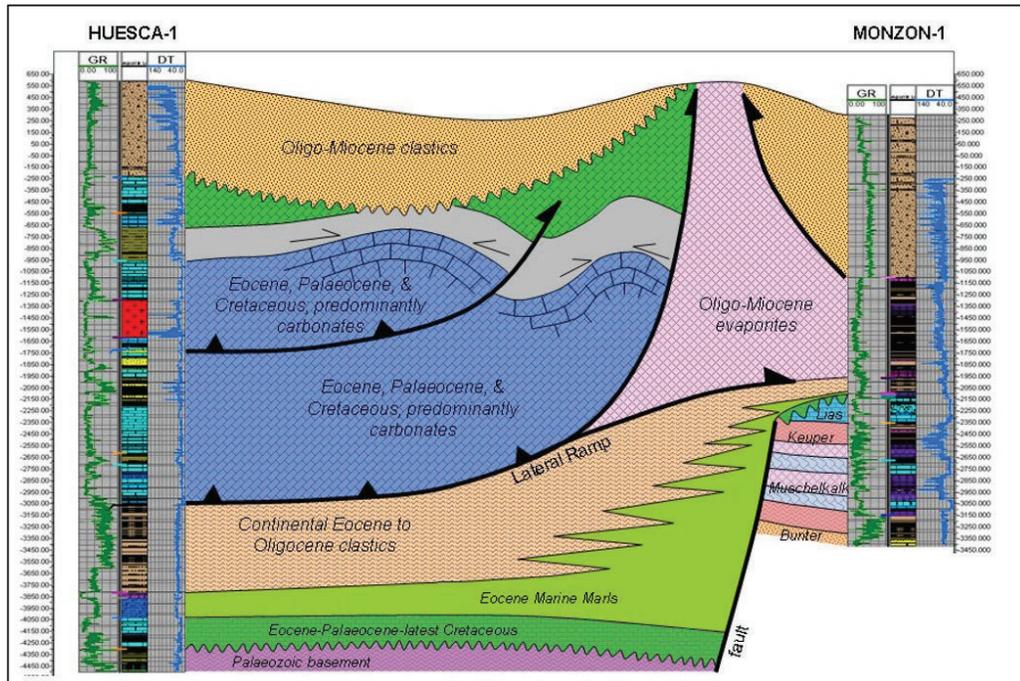


Figura 5. Variación estratigráfica y tectónica al norte y al sur del Anticlinal de Barbastro

Durante la mayor parte del Mesozoico, los estratos presentes en el Cinturón de Cabalgamiento de los Pirineos Sur se fueron acumulando en una compleja cuenca de rift extensional que posteriormente se invirtió durante el Cretácico Superior y el Paleógeno, antes del sobrecabalgamiento en el Eoceno (Vergés y García-Senz (2001).

Si bien no es evidente a partir de la cartografía geológica de superficie, la presencia de lineamientos controlados por el basamento que compensan las cuencas de rift proporciona una mayor complejidad.

Por lo tanto, la variada estructura del terreno geológico previo al rift ha dado lugar a una compleja variedad de rampas laterales en el terreno sobrecabalgado que ha exagerado aún más los cambios de espesor lateral a lo largo del cinturón de cabalgamiento (Soto et al, 2002).

Además, la presencia de gruesos lechos de halita desde el Triásico tardío hasta el Jurásico temprano ha dado lugar a un estilo distintivo de "piel fina" de empuje excesivo en gran parte del cinturón de cabalgamiento de los Pirineos Sur que ha facilitado localmente un grado muy grande de acortamiento horizontal y repetición vertical.

La zona del proyecto se extiende a ambos lados del Anticlinal de Barbastro y, como tal, muestra geología subsuperficial vinculada tanto a la cuenca autóctona del Ebro realmente no deformada como al Cinturón de Cabalgamiento de los Pirineos Sur.

4.3.3 Estratigrafía

El sondeo Monzón-1, situado sobre un flanco de anticlinal con raíz en el basamento, identificado en su día por ENPASA mediante sísmica 2D y gravimetría, perforó una secuencia autóctona de depósitos mesozoicos y terciarios yacente sobre el basamento, típica de la cuenca del Ebro y cortó dos niveles con indicios de hidrógeno natural en torno a 500 m y 3.700 m, tal como se indica en la Figura 6 y la siguiente tabla.

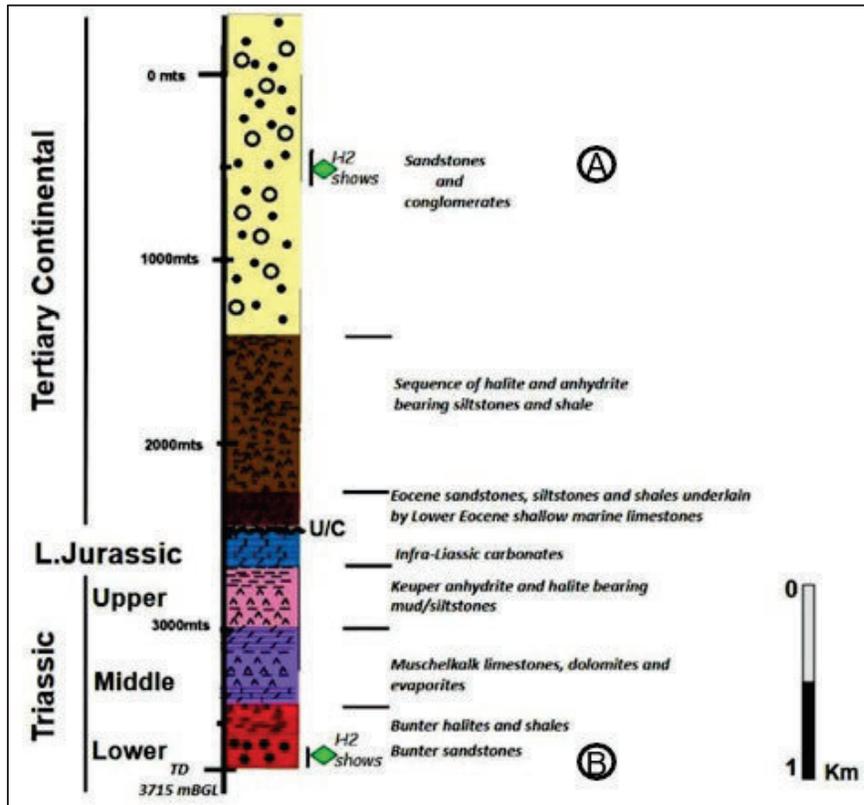


Figura 6. Columna estratigráfica cortada por el sondeo Monzón-1

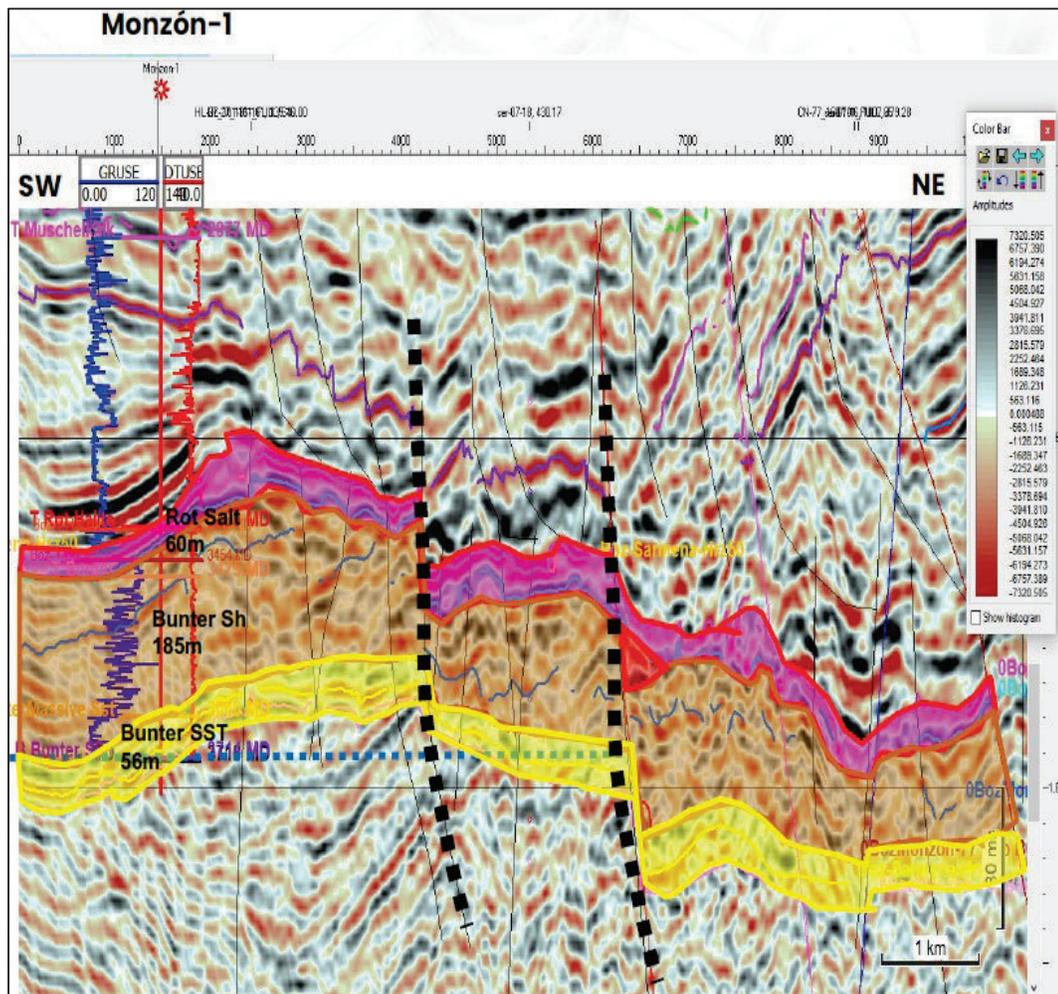
Profundidad (m)		Unidad Geológica	Litología
0	1.402	Terciario Continental 3 y 4	Alternancia de areniscas gruesas y arcillas con pasadas de microconglomerados. Indicios de hidrógeno en torno a 500 m
1.402	2.268	Terciario Continental 2	Alternancia de calizas, margas y anhidrita. Sal masiva entre 1.439 a 2.034 m y entre 2.186 y 2.154. La secuencia se vuelve marga arcillosa hacia a lase
2.268	2.428	Terciario Continental 1	Margas rojas con pasadas de anhidrita, calizas, areniscas y margas. Nivel de anhidrita en la base
2.428	2.446	Eoceno Marino	Calizas con miliólidos y piritita
2.446	2.646	Infra Lías y Lías	Caliza y dolomías con un nivel de brechas entre 2.517 y 2.588 con cementación de calcita
2.646	3.064	Keuper	Predominancia arcillosa a partir de 2.600 m y nivel de sal masiva entre 2.772 a 2.952 m. Base del Keuper como una alternancia de calizas, arcillas y dolomías con presencia de anhidrita.

3.064	3.415	Muschelkalk	Calizas y margas con niveles potentes de anhidritas y sales
3.415	3.715	Buntsandstein	A techo nivel salino masivo (3.415-3.453) el resto de la unidad se describe como arcillas rojas con areniscas de grano fino con cemento yesífero arcilloso. En la base se identifican conglomerados con cuarcitas y areniscas con indicios de hidrógeno

Dada la proximidad entre ambos pozos, se espera que la estratigrafía que corte el nuevo sondeo Monzón-2 sea prácticamente idéntica a la del Monzón-1, que se muestra con detalle en la ficha del sondeo incluida en el Anexo 3.

4.3.4 Interpretación sísmica y geológica

La Figura 7 muestra la interpretación geofísica y geológica de la zona del sondeo Monzón-1 a partir del reprocesado de las líneas de sísmica 2D.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA
 Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE
 Habilitación Profesional
 25/2 2025
 VISADO : VO202500078
 Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]

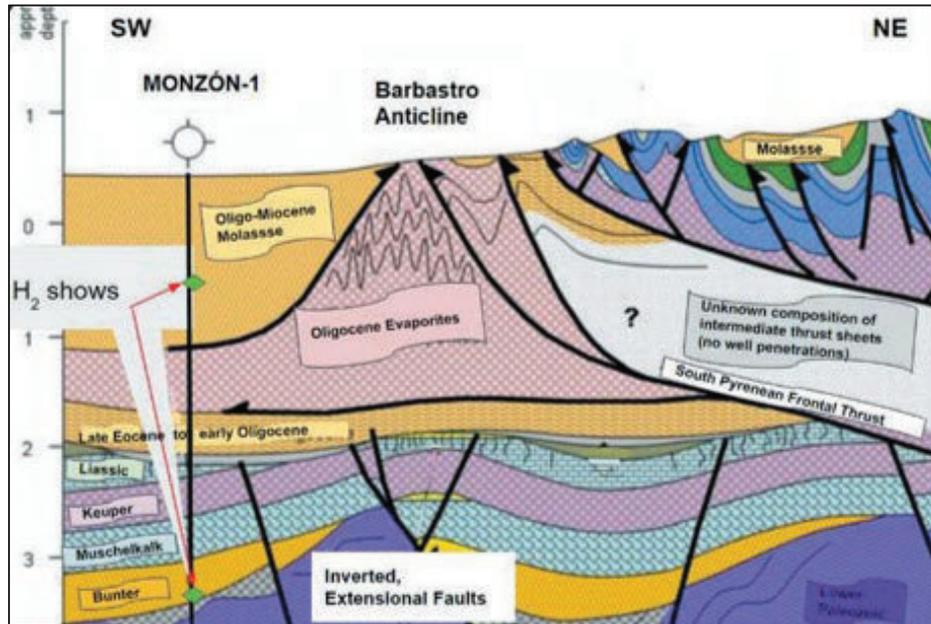


Figura 7. Interpretación sísmica y geológica del área del sondeo Monzón-1

La Figura 8 muestra la interpretación de la gravimetría adquirida por SERICA en 2004. La imagen superpuesta del techo de las areniscas del Buntsandstein muestra que esta formación se sitúa sobre un alto del basamento, con orientación, NO – SE, bien definido por la gravimetría.

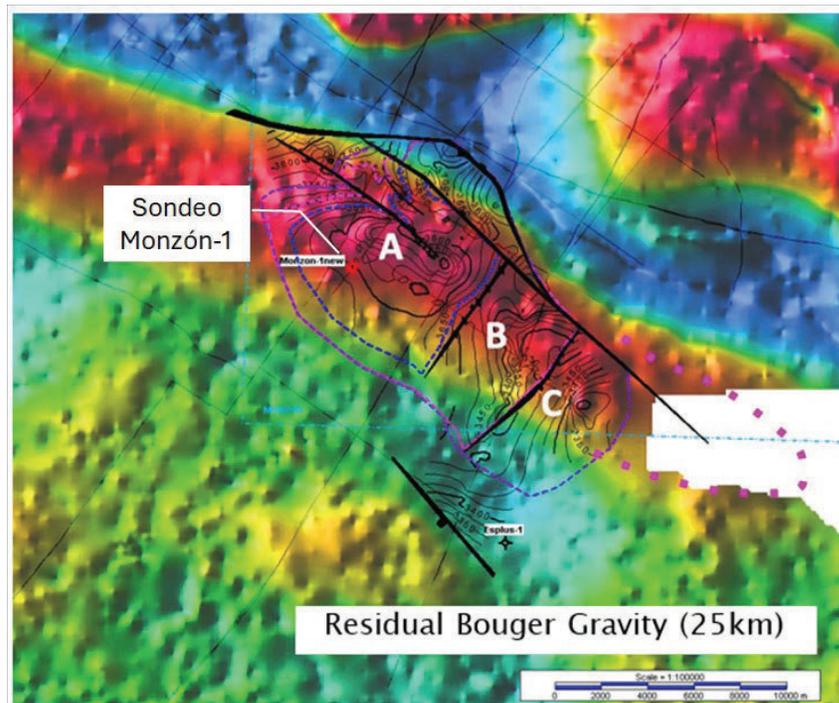


Figura 8. Interpretación gravimétrica de la zona del proyecto

4.3.5 Yacimiento Monzón de hidrógeno natural

A partir de los trabajos realizados se ha podido identificar el denominado yacimiento Monzón, donde se encontraría almacenado el hidrógeno natural, definido por un anticlinal cerrado en sus cuatro costados en un nivel de areniscas del Buntsandstein, con el punto más alto de su techo situado en torno a 3.550 m de profundidad (Figura 9).

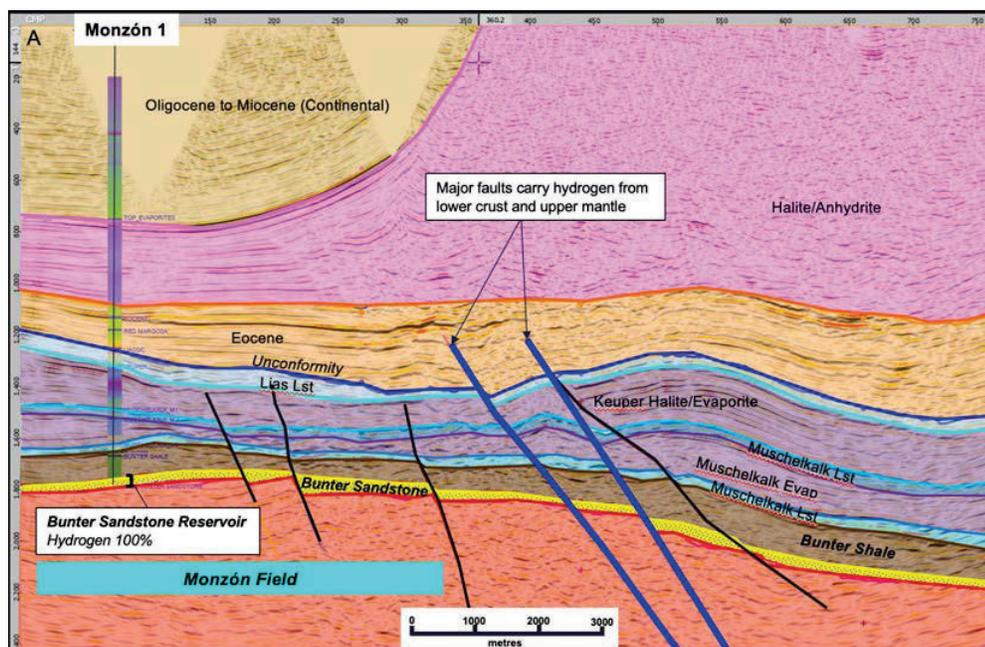
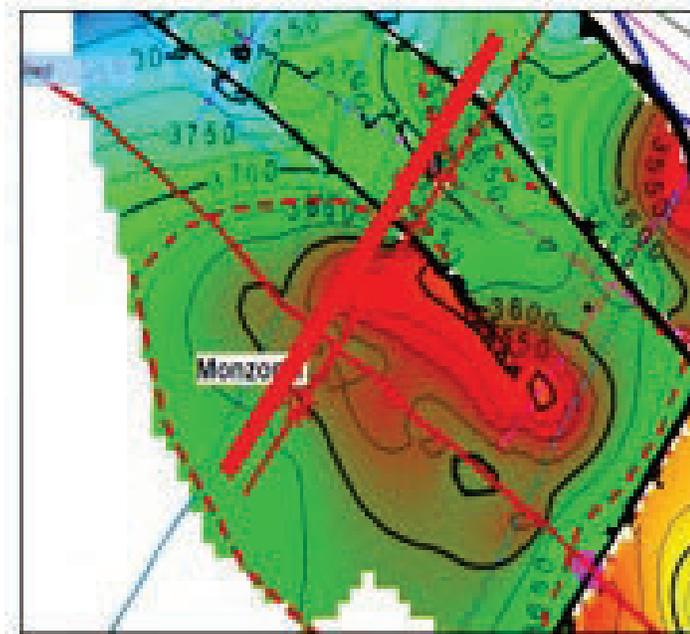


Figura 9. Isobatas del techo e imagen sísmica del Yacimiento Monzón

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA

Habilitación Profesional

Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2 2025

VISADO : VO202500078

Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUUVGR]

Los datos petrofísicos de las areniscas del Buntsandstein (Figura 10) confirman la excelente calidad de esta formación como almacén de hidrógeno natural.

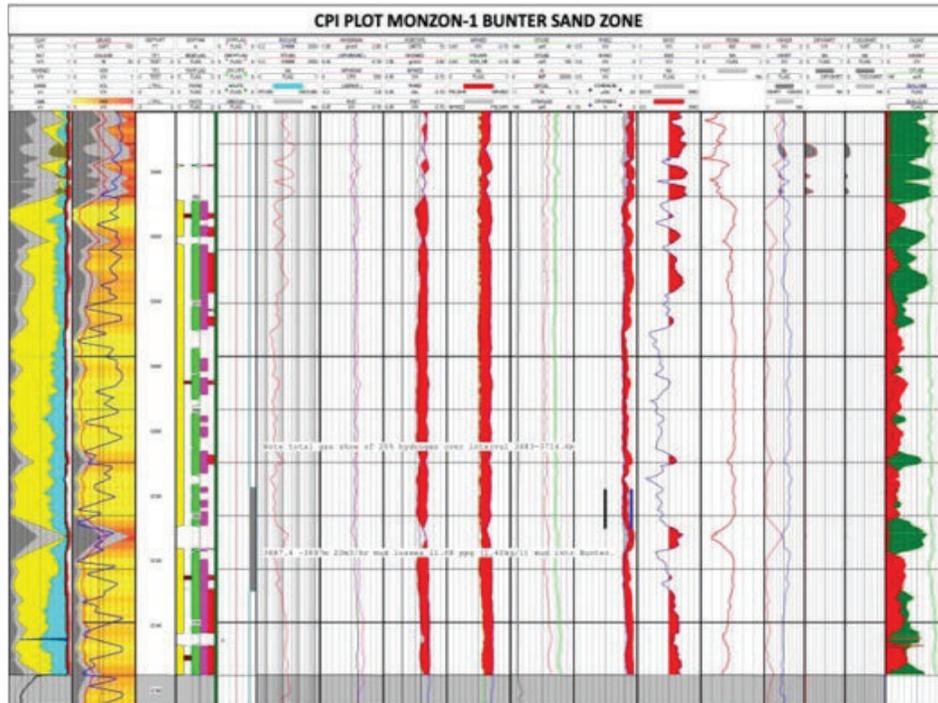


Figura 10. Datos petrofísicos del Yacimiento Monzón

- Espesor del almacén: 55 m
- Zona productora: 30 m
- Porosidad media de la zona productora: 30%
- Saturación media de gas en la zona productora: 64%
- Contenido medio de arcilla en el almacén: 10%

Por encima de dichas areniscas habría más de 700 m de material triásico (sal masiva, arcillas y evaporitas) y, al menos otros 1.000 m más de halitas y arcillas evaporíticas terciarias, que constituirían un excelente sello del yacimiento.

La existencia de hidrógeno natural en el yacimiento está demostrada por los indicios registrados durante la perforación del sondeo Monzón-1 entre 3.683 y 3.715 m de profundidad, dentro de las areniscas triásicas del Buntsandstein, en los que se midió un valor de 25% del gas total (Figura 11), valor que se considera muy alto si se tiene en cuenta que el pozo se estaba perforando en ese tramo con un lodo muy pesado (de densidad 1,40 kg/l, equivalente a una contrapresión un 40% superior a la hidrostática).

Además de este indicio profundo se registró otro más modesto (0,4 – 1,2% del gas total) en el intervalo entre 400 y 600 m de profundidad, cuando se atravesaba una zona de areniscas de grano grueso y microconglomerados, que podría corresponder a un pequeño entrapamiento de hidrógeno natural en migración hacia superficie.

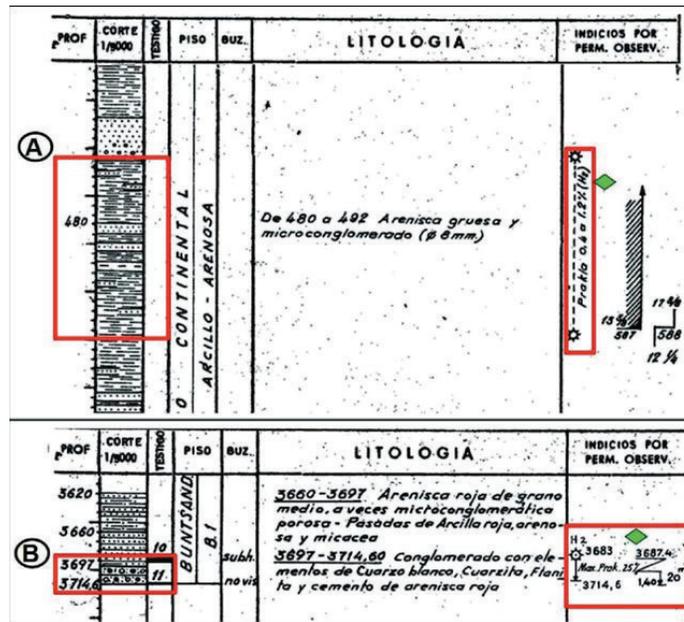


Figura 11. Tramos del sondeo Monzón-1 con indicios registrados de hidrógeno

Cabe resaltar que los indicios registrados en el sondeo Monzón-1 están en total consonancia con los resultados de la campaña de detección espectral satelital y el estudio geoquímico en el área en 2021 y 2022. Ambos trabajos mostraron anomalías significativas de hidrógeno y helio en la vertical de elevaciones del Bunsandstein y, específicamente, en el entorno del sondeo Monzón-1 junto al cual se prevé perforar el sondeo Monzón-2 (Figura 12).

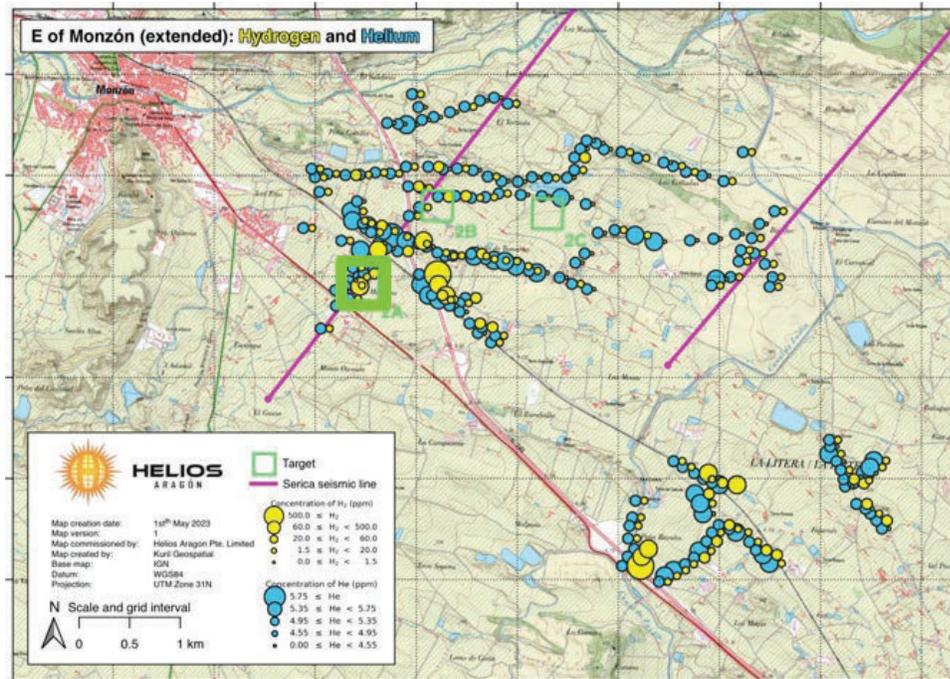


Figura 12. Estudio geoquímico. Mediciones de hidrógeno y helio sobre la zona del proyecto

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA
 Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE
 Habilitación Profesional
 25/2
 2025
 VISADO : VO202500078
 Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]

4.4 Preparación del emplazamiento del sondeo

El sondeo Monzón-2 se perforará desde la misma parcela desde donde ENPASA perforó el Monzón-1 en 1963, finca de uso agrícola Polígono 21 Parcela 66 ZARABALLA (MONZON), de 42.206 m² de superficie, con forma cuadrangular orientada NE – SO y prácticamente llana (Figura 13).

Dentro de esta parcela se situará el emplazamiento para la perforación del sondeo, de dimensiones 100 x 135 m² (marcado en amarillo en la Figura 13), en el que se instalarán todos los equipos, servicios y casetas que se requieren para las operaciones de perforación. La separación entre los cabezales de ambos pozos será de unos 60 m.

La parcela se sitúa próxima a la carretera N-240 Tarragona-Bilbao y tiene acceso directo y fácil desde la misma, en el PK 140,7 por un camino agrícola de unos 200 m de longitud, por lo que no se requerirán trabajos importantes de acondicionamiento de accesos (Figura 14).

La preparación del emplazamiento requerirá el desbroce del terreno y su nivelación y compactación con la maquinaria pesada típica de trabajos de obra civil (Figura 15). El suelo fértil, más superficial, será retirado y almacenado en la parte S de la parcela para su reutilización en la restauración final de la parcela.

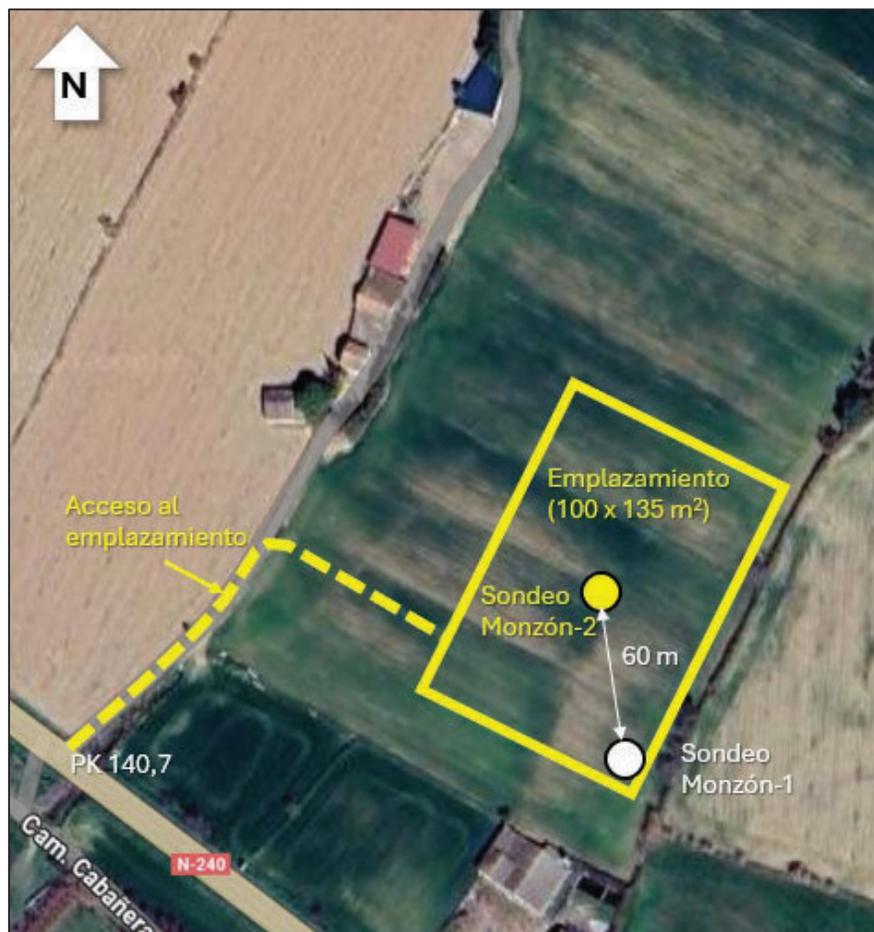


Figura 13. Emplazamiento previsto del sondeo Monzón-2

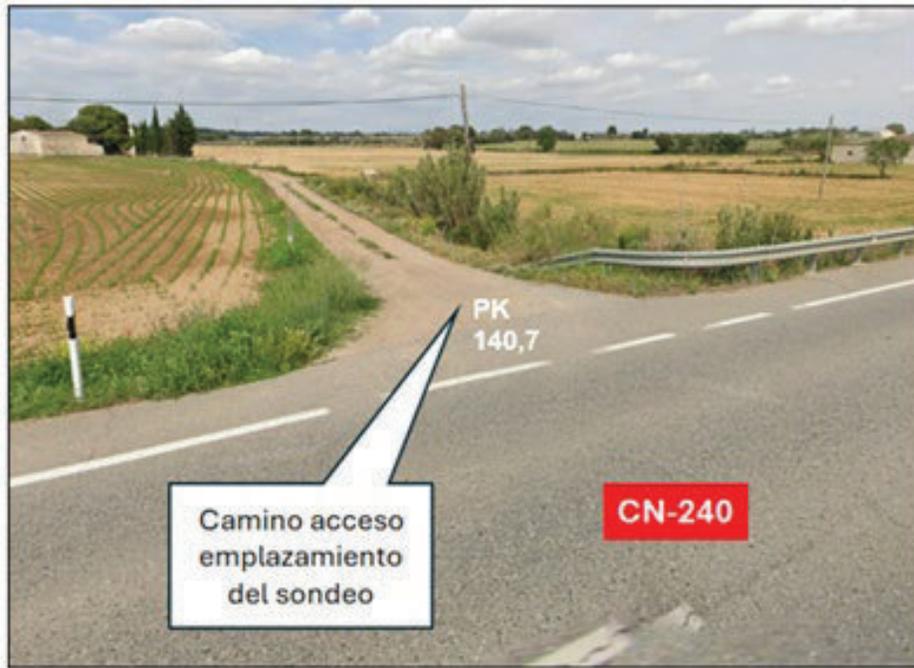


Figura 14. Acceso al emplazamiento del sondeo Monzón-2 desde la carretera N-240



Figura 15. Ejemplo de nivelación de terreno

La base del emplazamiento estará formada por una capa de zahorras compactadas y con espesor suficiente para soportar las cargas de los elementos a disponer, bajo la cual se extenderá un revestimiento de polietileno de alta densidad para impermeabilizar el terreno y evitar filtraciones de posibles derrames (Figura 16).

Dentro del perímetro del emplazamiento se construirá una base de hormigón de 40 x 55 m² sobre la que se instalarán la torre de perforación, los tanques de lodo, las bombas y otros equipos pesados (Figura 17). Esta base zona contará con un sistema de recogida de posibles derrames líquidos, incluida una red de canaletas y un arquetón de hormigón de 2 x 2 x 2 m (antepozo) en el que se situará el cabezal de perforación del sondeo.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]





Figura 16. Ejemplo de impermeabilización del emplazamiento

El emplazamiento dispondrá de vallado perimetral, iluminación y servicio de vigilancia.

Todas las instalaciones serán de carácter temporal y serán retiradas en la fase de cierre del proyecto.

Tras la finalización de las operaciones en el sondeo, su taponamiento y la retirada de todos los equipos e instalaciones situadas en el emplazamiento, se procederá a la restauración de la parcela para dejarla en condiciones iguales a las previas al inicio de los trabajos.

Todos estos trabajos de obra civil de preparación del emplazamiento del sondeo tendrán una duración prevista de unos 30 días, dependiendo de las condiciones meteorológicas, y se estima que requerirán el empleo de 10 – 15 trabajadores de empresas de construcción locales.



Figura 17. Ejemplo de emplazamiento con la base de hormigón

Cabe señalar que HELIOS analizará las condiciones iniciales del emplazamiento (calidad del suelo, agua subterránea, calidad del aire y ruidos), cuyos valores serán la referencia para el programa de monitoreo durante las actividades de perforación del sondeo y restauración final del emplazamiento.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA
Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE
25/2
2025
VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUUVGR]

4.5 Programa de perforación y entubación del Sondeo Monzón-2

El sondeo Monzón-2 se perforará por tramos concéntricos de diferentes diámetros, de mayor a menor, hasta alcanzar una profundidad final prevista de 3.850 m (Figura 18).

Cada tramo perforado el pozo será entubado y cementado antes de iniciar la perforación del siguiente teniendo en cuenta la estratigrafía y el régimen de presiones esperado en cada tramo, que, dado la proximidad entre los dos pozos, serán repetición de lo registrado en su día en el Monzón-1. No se esperan situaciones anormales de presión, ni pérdidas de lodo.

La entubación del sondeo (“casing”) y su cementación posterior al terreno natural constituyen el principal elemento estructural del sondeo y cumple funciones vitales como son:

- Mantener la estabilidad de las paredes del sondeo
- Aislar entre sí las diferentes formaciones geológicas atravesadas para evitar flujos cruzados de fluidos entre ellas
- Taponar la entrada en el pozo de los posibles fluidos existentes en las formaciones atravesadas
- Mantener las operaciones de perforación en condiciones de seguridad mediante la instalación en la cabeza de pozo, de la que “cuelgan” todos los casings, de un equipo de control de presión y del preventor de erupciones (“BOP - Blow Out Preventer”)

Cabe resaltar que la perforación se realizará utilizando sólo lodos con base agua para evitar afecciones a los acuíferos que se puedan ir atravesando, especialmente en el tramo de los primeros 400 m más próximos a la superficie en el que se pueden cortar acuíferos de uso humano.

El sondeo se iniciará perforando un agujero de 24” (pulgadas) de diámetro hasta unos 20 m de profundidad, con la finalidad de instalar en su interior un tubo de 20” sobre cuyo extremo superior se soldará la base de la cabeza de pozo.

La perforación continuará con tricono (broca) de 16” hasta una profundidad de 600 m. Tras alcanzarse esa cota se bajará la entubación (“casing”) de 13-3/8” de diámetro, peso 68 libras/pie y grado K-55 o L-80, que será cementado al terreno natural, lo que dejará totalmente protegidos y aislados del pozo los acuíferos superficiales, situados hasta 400 m profundidad.

Entre 600 y 1.400 m la perforación se hará con tricono de 12-1/4” de diámetro, procediéndose después a la instalación desde superficie hasta 1.400 m de un casing de 9-5/8” de diámetro, peso 47 libras/pie y grado L-80, que posteriormente será cementado.

Entre 1.400 y 3.600 m, profundidad a la que se situaría el techo del Yacimiento Monzón, se perforará con tricono de 8-1/2” y, posteriormente, se instalará un casing de 7” de diámetro, peso 32 libras/pie y grado L-80 o T-95. Cabe señalar que el sondeo Monzón-1 sólo se entubó hasta 508 m de profundidad con un casing de 13-3/8” de diámetro nominal.

El tramo final (3.600 – 3.850 m), correspondiente al yacimiento, se prevé perforar con tricono de 5” y dejar el agujero de ese tramo, en pozo abierto (sin entubar).

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]



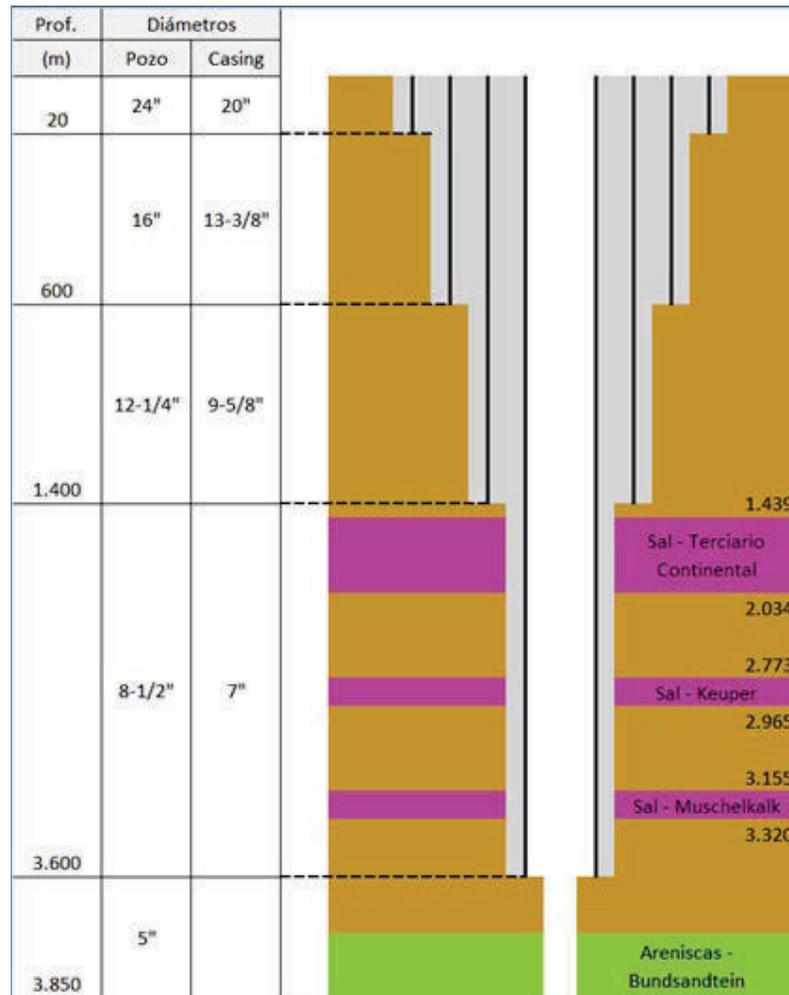


Figura 18. Esquema de perforación y entubaciones del sondeo Monzón-2

La siguiente tabla resume la geometría prevista del sondeo y los tipos y características principales de los lodos a utilizar en cada tramo de perforación.

Profundidad	Diámetro pozo	Diámetro entubación	Tipo de lodo	Densidad lodo (kg/l)
0 – 20 m	24"	20"	Agua y bentonita	1,0
20 – 600 m	16"	13-3/8"	Agua y bentonita	1,03 - 1,05
600 - 1.400 m	12-1/4"	9-5/8"	Agua con polímeros	1,03 - 1,10
1.400 - 3.850 m	8-1/2"	7" - Pozo abierto	Agua con polímeros y sal	1,03 - 1,15

Se espera un régimen de presiones normal (hidrostático) en el pozo, fácilmente controlable con las densidades de lodo indicadas (Figura 19).

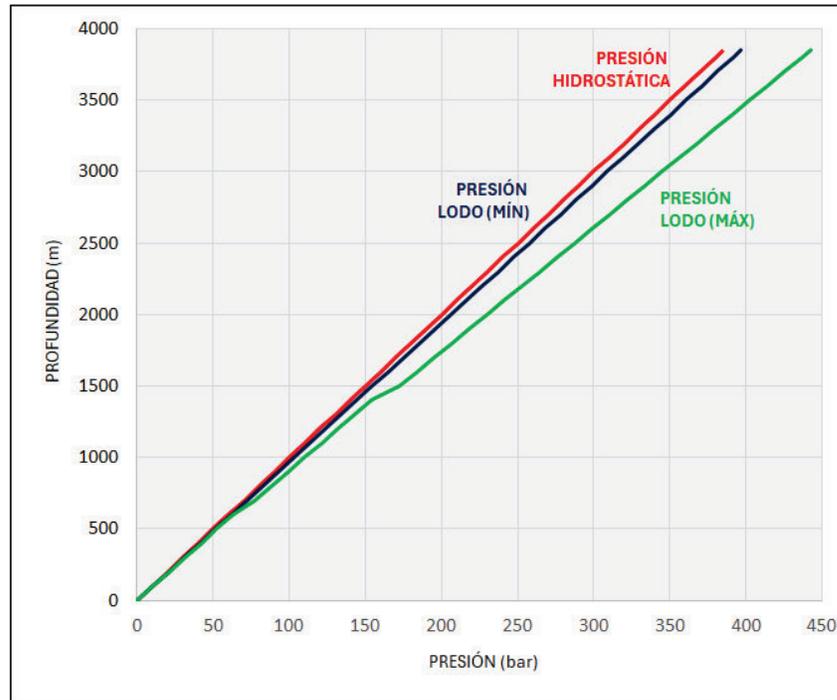


Figura 19. Presiones de formación (hidrostática) y de lodo previstas en el sondeo Monzón-2

Tras la bajada al pozo de cada tramo de entubación se procederá a la cementación de su espacio anular con el terreno natural y la anterior entubación asegurando su estanqueidad exterior. Para ello se utilizará cemento tipo Portland, compuesto básicamente por materiales calizos y arcillosos, utilizado habitualmente en los sondeos de la industria petrolera. Las pequeñas cantidades excedentes de cada operación de cementación de las entubaciones que se recuperan en superficie serán enviadas a gestor autorizado.

4.6 Equipos y personal de perforación

La Figura 20 muestra el emplazamiento de un sondeo, incluida la torre y todos los demás equipos necesarios para la perforación, similar al previsto a utilizar para perforar el sondeo Monzón-2.

En este emplazamiento, de dimensiones aproximadas 100 x 135 m², se instalarán los siguientes elementos principales:

- Torre de perforación y equipo asociado (BOP, equipo de elevación, bombas, manejo de tuberías)
- Contenedor de ripios de perforación
- Sistema de lodos (mezcla y almacenamiento de lodos, equipo de control de sólidos y depósitos de agua, bombas).
- Depósitos de combustible
- Colector perimetral de aguas y balsa de pluviales
- Generador eléctrico
- Contenedor de herramientas.
- Oficina temporal
- Casetas: oficinas, vestuarios, aseos y comedor.

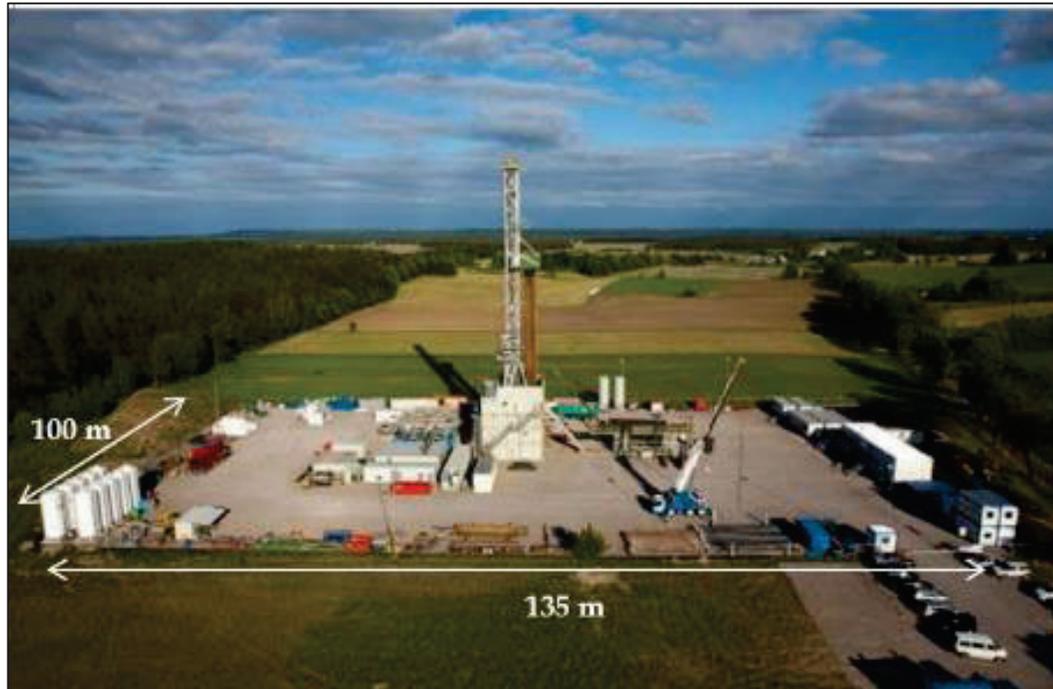


Figura 20. Emplazamiento de un sondeo similar al Monzón-2

La electricidad consumida en el emplazamiento, fundamentalmente por la torre de perforación y el sistema de bombeo de lodos, se generará in situ mediante dos grupos electrógenos de 1.000 kW con motores de gasóleo. El emplazamiento se encuentra alejado de líneas eléctricas por lo que se descarta el suministro de potencia por esa vía que habría reducido el consumo de gasóleo.

Todos estos equipos serán movilizados por carretera, empleándose unos 110 camiones de carga pesada y algunos de gran longitud. En función de la disponibilidad de equipos y de las autorizaciones ambiental y administrativa requeridas en las fechas previstas, el transporte se podría hacer desde una localización dentro de territorio nacional, donde actualmente se realizan operaciones similares a la prevista en este proyecto, o desde Europa central en el peor de los casos.

Los equipos se colocarán sobre una base de hormigón que dispondrá de barreras y cubetos, con capacidad equivalente al 110% del volumen de los tanques de gasóleo, aceites lubricantes y otros productos químicos, para contener en su interior posibles derrames accidentales y evitar así la contaminación del suelo.

En cuanto a personal, la siguiente tabla muestra los requerimientos habituales para la perforación de un sondeo profundo, cuyos trabajos se realizan de manera continua (24 horas/día, 7 días/semana), con dos turnos diarios de 12 h (07.00 – 19.00). En algunos momentos puntuales puede requerirse algunas personas más para realizar trabajos especializados (registros eléctricos, pruebas de producción, etc.).

Puesto	Función	Día	Noche
Supervisión y control	Supervisor	1	1
	Ingeniero Perforación	1	0
	Geólogo	1	0
	Operario torre	11	11



Puesto	Función	Día	Noche
Torre de perforación	Mantenimiento	4	0
Servicios de lodos	Ingeniero	1	1
	Control de sólidos	2	2
	Operario lodos	2	2
Otros	Servicios (transportes, grúa, residuos, etc.)	Hasta 10	0

Los trabajadores dispondrán de las instalaciones de higiene necesarias en el emplazamiento, con servicios conectados a fosa séptica para aguas negras y grises.

Las aguas grises generadas en el emplazamiento por efecto de la lluvia caída sobre las zonas de trabajo son normalmente escasas. Los trabajos de limpieza se harán con pistolas de agua a alta presión, que requieren de unas cantidades pequeñas de agua.

Se ejecutará una cuneta perimetral de drenajes para recoger las aguas pluviales que pudieran discurrir por el exterior de la parcela y mantener la red natural de escorrentía. De este modo, al evitar que las aguas pluviales externas entren en las zonas de trabajo, se evitará su posible contaminación. Si fuera necesario esas aguas limpias de lluvia se conducirían al barranco de Balforta, situado junto al emplazamiento del sondeo.

4.7 Elementos esenciales para la perforación

4.7.1 Preventor de erupciones (BOP)

La torre de perforación dispondrá de un equipo denominado preventor de erupciones (“BOP - blowout preventer”) cuya finalidad es proporcionar una respuesta de control inmediata a situaciones inesperadas de sobrepresiones súbitas procedentes de las formaciones atravesadas durante la perforación del sondeo. La actuación del BOP permite cerrar rápidamente el pozo en cualquier situación operativa, ya sea con la tubería de perforación dentro o fuera del pozo.

Este equipo se instala sobre la cabeza del pozo (“wellhead”) en la que se alojan los colgadores de las tuberías de entubación del sondeo. Consta de tres válvulas de compuerta, una de las cuales puede cerrarse sobre la parte exterior de la tubería de perforación que se esté utilizando en cada momento, y dos de cierre total del pozo (una de estas puede cortar la tubería de perforación), todas ellas capaces de soportar presiones de hasta 352 bar (5.000 psi). Además, hay una cuarta válvula, situada en la parte superior del BOP, de cierre anular flexible sobre la tubería de perforación (Figura 21).

El BOP está conectado al sistema de lodos a través de un colector de válvulas (choke manifold). En caso de emergencia, una vez cerrado el BOP, se puede “matar” el pozo inyectando lodo de densidad adecuada a través de la “kill line” y desplazando el fluido que hubiera entrado en su interior a través de la “choke line” del choke manifold.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

Habilitación Profesional

25/2
2025

VISADO : VO202500078

Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]



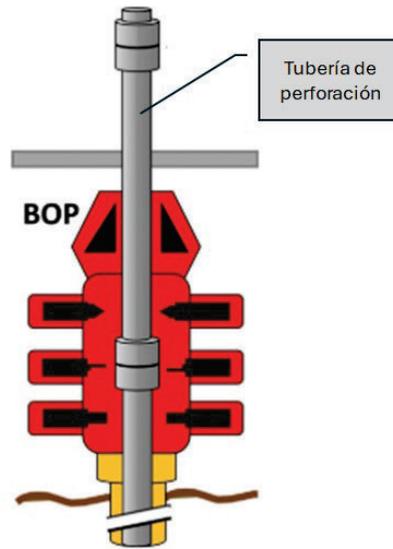


Figura 21. Esquema de BOP

Este equipo se instala sobre la cabeza del pozo (“wellhead”) en la que se alojan los colgadores de las tuberías de entubación del sondeo. Consta de tres válvulas de compuerta, una de las cuales puede cerrarse sobre la parte exterior de la tubería de perforación que se esté utilizando en cada momento, y dos de cierre total del pozo (una de estas puede cortar la tubería de perforación), todas ellas capaces de soportar presiones de hasta 352 bar (5.000 psi). Además, hay una cuarta válvula, situada en la parte superior del BOP, de cierre anular flexible sobre la tubería de perforación.

El BOP está conectado al sistema de lodos a través de un colector de válvulas (choke manifold). En caso de emergencia, una vez cerrado el BOP, se puede “matar” el pozo inyectando lodo de densidad adecuada a través de la “kill line” y desplazando el fluido que hubiera entrado en su interior a través de la “choke line” del choke manifold.

4.7.2 Lodos de perforación

El lodo es un elemento fundamental en la perforación de un sondeo, que cumple las siguientes funciones:

- Controlar la presión del sondeo mediante el ajuste de su densidad para asegurar en todo momento que, la columna de lodo en el interior del sondeo ejerza una contrapresión adecuada para evitar la salida incontrolada de los fluidos existentes en las formaciones atravesadas.
- Permitir la extracción de los ripios de perforación del fondo del sondeo, transportándolos hasta superficie por efecto de su viscosidad y evitando que, cuando la circulación se interrumpe por cualquier motivo, se produzca una decantación indeseada de los mismos.
- Lubricar y enfriar el tricono de perforación y el entubado.
- Inhibir que las arcillas, sales y otras rocas reactivas al agua puedan absorber el agua del lodo y desestabilicen las paredes no entubadas del pozo.
- Formar una barrera impermeable en las paredes del pozo (mudcake) para evitar la invasión por el lodo de las capas permeables.

La perforación del sondeo Monzón-2 se realizará en su totalidad con lodos de base agua ('WBM' – Water Based Muds) cuyo comportamiento medioambiental es mucho mejor que los de otros tipos (lodos en base de aceite y sintéticos).

Los primeros metros del sondeo (20 m) serán perforados usando una mezcla de agua y bentonita exclusivamente y los lodos y ripios recuperados serán recogidos manualmente.

El primer entubado del pozo, de 20" de diámetro, se bajará dentro de ese tramo y, a continuación, se cementará el espacio anular entre el tubo y el terreno natural con cemento Portland. Esto permite la instalación de un cabeza del pozo ('wellhead') con una línea de flujo que permitirá recuperar la mezcla de ripios y lodos según avance la perforación.

Para las siguientes secciones del sondeo y hasta alcanzar la profundidad final del sondeo (3.850 m), los ripios se recuperarán en la superficie a través del equipo de tratamiento de lodos instalado junto a la torre, consistente básicamente en un conjunto de cribas vibradoras que permiten la separación de una fase sólida (ripios) y otra líquida.

Los ripios más gruesos separados, como arenas y gravas, se almacenarán en contenedores y se gestionarán conforme a la normativa aplicable en materia de residuos. Los sólidos más finos, no separados en el cribado, se conducirán a los filtros 'hidrociclones' y, ocasionalmente, a una centrifugadora por decantación, para retirar las partículas más finas.

La siguiente tabla presenta la composición prevista del lodo a utilizar en cada tramo de la perforación del sondeo, considerada como la mejor formulación posible desde el punto de vista ambiental.

Diámetro pozo y profundidad	Producto	Función	Concentración aproximada
16" (0 - 600 m)	Agua	Matriz del lodo	-
	Bentonita	Control de viscosidad y densidad del lodo	20 kg/m ³
	Sosa cáustica	Control de pH/alcalinidad	0,5 kg/m ³
	Celulosa polianiónica	Control de pérdidas de lodo	10 kg/m ³
12-1/4 " (600 - 1.400 m)	Agua	Matriz del lodo	-
	Bentonita	Control de viscosidad y densidad del lodo	20 kg/m ³
	Poliamina Líquida	Control de hidratación de arcillas	30 l/m ³
	Copolímero de ácido acrílico	Agente encapsulador de ripios	5 kg/m ³
	Biopolímero de goma xantana	Viscosificante para facilitar el transporte de los ripios	2-3 kg/m ³
	Celulosa polianiónica	Control de pérdidas de lodo	4-6 kg/m ³
	Ácido Cítrico	Controlar el pH/alcalinidad	4-6 kg/m ³
	Agentes surfactantes	Reducir la torsión y resistencia de la barra de perforación	15 l/m ³
8-1/2"	Agua	Matriz del lodo	-

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FV70OFSP0WWWVUVGR]



(1.400 - 3.850 m)	Bentonita	Control de viscosidad y densidad del lodo	20 kg/m ³
	Poliamina Líquido	Control de hidratación de arcillas	30 l/m ³
	Copolímero de ácido acrílico	Agente encapsulador de ripios	5 kg/m ³
	Biopolímero de goma Xantana	Viscosificante para facilitar el transporte de los ripios	2 – 3 kg/m ³
	Celulosa poli aniónica	Control de pérdidas de lodo	4-6 kg/m ³
	Ácido Cítrico (opcional)	Control de pH/alcalinidad	4 – 6 kg/m ³
	Cloruro cálcico sal	Control de salinidad	144 kg/m ³
	Agentes surfactantes	Reducir la torsión y resistencia de la barra de perforación	15 l/m ³

Todos estos productos están incluidos en la lista PLONOR, catalogados por tanto como de bajo o ningún riesgo de daño al medioambiente en caso de vertido.

Las proporciones exactas de aditivos en el agua se deberán controlar y ajustar a las condiciones de perforación de cada momento (por ejemplo, para incrementar o reducir la densidad del lodo, modificar ligeramente el pH, etc.) para garantizar la eficiencia y la seguridad de la operación.

4.7.3 Ripios

Los fragmentos de roca triturados por el tricono en su avance dentro del pozo (ripios) son transportados por el lodo hasta superficie y se envían al sistema de tratamiento de lodos (cribas vibratorias, filtros hidrociclones, centrifugadoras por decantación). Una vez separados los ripios, mojados con lodo, se depositan en un contenedor para su envío, cada dos o tres días, a un gestor autorizado de residuos de acuerdo con la normativa de aplicación vigente.

Se estima que la perforación del sondeo Monzón-2 generará una cantidad máxima aproximada de 1.000 t de ripios, de acuerdo con la siguiente tabla:

Intervalo del sondeo (m)	Ripios (t)	Ripios (m ³)
0 - 600	247	86
600 – 1.400	433	151
1.400 – 3.850	285	99
Total	965	336

La naturaleza de los ripios será evidentemente variable conforme se avance en las distintas formaciones existentes en el perfil litológico a atravesar. Normalmente se tratará de materiales inertes, si bien en algunos tramos tendrán contenidos de yesos y sales elevados.

Para el control geológico del sondeo se establecerá un programa para la toma de muestras de los ripios, para su análisis continua in situ, y su conservación a largo plazo.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA
 Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE
 Habilitación Profesional
 25/2 2025
 VISADO : VO202500078
 Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUUVGR]

4.8 Controles durante la perforación

Durante la ejecución del sondeo se realizarán los controles habituales que se aplican para la perforación de pozos profundos, como son:

- Controles geológicos
- Controles mecánicos
- Controles del lodo
- Controles de integridad del pozo
- Controles medioambientales

4.8.1 Controles geológicos

Cabe resaltar, en primer lugar, que la información disponible del antiguo sondeo Monzón-1 facilitará mucho el control geológico del sondeo Monzón-2, y servirá de contraste para determinar eventuales diferencias significativas entre ambos, si las hubiera.

4.8.1.1 Cabina de geología

Se dispondrá en el emplazamiento de una cabina de control geológico dotada con los equipos e instrumentos necesarios para asegurar el control geológico continuo y permanente del sondeo durante su perforación (24 horas al día y 7 días a la semana), entre otros: microscopio binocular, cromatógrafo de gases, calcímetro, detector de sulfhídrico y material de laboratorio en general.

Se analizarán las muestras de ripios recogidas en superficie a intervalos regulares (más frecuentes cuanto más vaya profundizando el pozo, siendo de una muestra por cada metro perforado en la sección del yacimiento), para obtener un registro continuo y representativo de la litología y otras características geológicas de los materiales atravesados. A todas estas muestras se les harán descripción litológica, calcimetría, fluorescencia y análisis de fluidos.

Además, se controlarán los parámetros siguientes:

- Velocidad de avance de perforación (ROP – Rate of Penetration)
- Peso sobre la broca (WOB – Weight on Bit)
- Temperatura del lodo (entrada y salida)
- Pérdidas y ganancias de lodo
- Propiedades del lodo (densidad, viscosidad, etc.)
- Análisis continuo de gas en lodo, mediante espectrómetro de masas DQ1000, probado por el HELIOS en la detección de hidrógeno y helio en experiencias previas en Australia en 2023.
- Detección de SH2
- Calcimetrías de las muestras de ripios
- Observación bajo fluoroscopio
- Descripción y manipulación de muestras y testigos

Con todos estos datos se realizará un registro gráfico continuo de la perforación del sondeo versus profundidad (master log).

El muestreo previsto por cada punto será de 4 muestras de mínimo 500 gramos (húmedas y sin lavar, es decir con lodo de perforación) y otras de 100 gramos de ripios lavados y secos. Un juego

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional

Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078

Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUUVGR]



de las muestras se analizará in situ, mientras que otros dos se almacenarán para su posterior análisis en laboratorios certificados. El último juego de muestras estará a disposición del IGME con destino a su litoteca

4.8.1.2 Registros eléctricos (logs)

Adicionalmente, y como es práctica normal en la industria se tomarán registros eléctricos (logs) mediante herramientas estándar bajadas con cable (wireline) al interior del sondeo:

- En pozo abierto (antes de la entubación del tramo):
 - Sónico: Para determinación de porosidades
 - Gamma Ray: Para identificar arenas y arcillas
 - Resistividad: Para determinar los tipos de fluidos en las formaciones atravesadas
 - Densidad: Para determinación de porosidades
 - Neutron: Para determinación de porosidades (en combinación con el de Densidad permite reconocer presencia de gas en las formaciones)
 - FMI: Para determinar la orientación y densidad de las fracturas en la roca almacén
- Con el pozo entubado:
 - CBL - Cement Bond Long: Para determinar la calidad de la adherencia del cemento del casing al terreno y a la tubería concéntrica anterior
 - CCL – Casing Collar Detector: Para localizar con precisión las conexiones de las tuberías del casing como referencia relativa de profundidad

4.8.1.3 Testigos

Antes de acabar la perforación se prevé también tomar testigos de las areniscas del Bundsandstein, formación correspondiente al Yacimiento Monzón, para su análisis detallado y determinar su porosidad, permeabilidad y saturación de fluidos.

También podría ser conveniente en alguna circunstancia proceder a la extracción de testigos laterales mediante herramienta bajada con cable al interior del sondeo.

Una vez completado el sondeo se enviarán muestras de estos testigos a la litoteca del IGME.

4.8.2 Controles mecánicos e hidráulicos

También de manera continua y permanente se controlarán todos los parámetros esenciales de perforación de tipo mecánico, como son los siguientes:

- Peso de la sarta de perforación: Una reducción brusca del peso es indicativa de una rotura de la sarta
- Peso aplicado sobre la formación que se está perforando: Debe ajustarse a cada formación específica y afecta de forma fundamental a velocidad de avance. Si es muy alto puede provocar un desgaste muy rápido de la broca, si es muy bajo el avance puede ser muy pobre.
- Velocidad de avance de la perforación: En condiciones estables de perforación (mismo peso sobre la broca) permite identificar el tipo de formación (arcilla, arenisca, dureza, ...) que se está cortando, lo que permite correlacionar este dato con la información geológica extraída de los ripios.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]



- Torsión sobre la sarta de perforación: Una alta torsión indica mucho rozamiento de la sarta y/o la broca en el pozo, lo que puede ser un aviso de riesgo de agarre de la sarta (si es brusco o va creciendo con rapidez) y/o problemas de desgaste en la broca.
- Velocidad de giro de la sarta: Debe ajustarse a cada formación específica y afecta de forma fundamental a velocidad de avance. Si es muy alta puede provocar un desgaste muy rápido de la broca, si es muy baja el avance puede ser muy pobre.
- Velocidad de giro de la broca (cuando se perfora con motor de fondo): Igual que el anterior.
- Tiempo de tránsito de los ripios: Corresponde al tiempo que tarda en ascender el ripio desde el fondo del sondeo hasta la superficie desde el momento que se ha cortado. Parámetro fundamental para correlacionar correctamente litologías y profundidades.
- Presión y caudal de bombeo de lodo: Una bajada brusca de presión en las bombas de lodo es habitualmente indicativa de una rotura de la sarta. Un aumento brusco, por otra parte, anuncia un taponamiento del pozo o un agarre de la sarta.
- Extracción de la tubería de perforación: La extracción de la sarta del interior del pozo debe hacerse a ritmo moderado, ya que, en determinadas circunstancias desfavorables, podría producirse un efecto de succión (swabbing) sobre una formación con gas e iniciar la salida de gas hacia el pozo (kick).
- Control de flujo durante maniobras de la tubería de perforación: Es también necesario controlar las posibles entradas de gas en el pozo durante las maniobras de la sarta (subidas y bajadas y conexiones de tubería), monitorizando la conexión de flujo (flow nipple) en esos momentos.

4.8.3 Controles del lodo

Durante la perforación de pozos, el lodo es crucial como primer y principal elemento de prevención de erupciones, por lo que se requiere un control estricto de los siguientes parámetros:

- Densidad del lodo: La densidad del lodo es el factor esencial para mantener contrapresión necesaria sobre las formaciones que se van y evitar eventuales salidas de los fluidos contenidos en las mismas, gas en el caso de Viura. Una bajada de la densidad durante la perforación de una zona productora puede causar la salida de gas hacia el interior del pozo (kick), y la necesidad de activar el BOP para poner el pozo en seguridad. Si es necesario, por descenso de su densidad, se deberá añadir barita al lodo hasta recuperar el valor requerido.
- Nivel de lodo en tanque: La monitorización del nivel en el tanque activo es también fundamental por los siguientes motivos:
 - Una bajada de nivel en el tanque de lodo indica pérdidas en el pozo, que según su intensidad podrían ser parciales (lentas) o totales (rápidas). La pérdida de lodo en el interior del pozo supondría una reducción de la contrapresión sobre las formaciones abiertas y la posibilidad de un kick (salida de gas) por dicho motivo.
 - Un aumento de nivel en el tanque también se correspondería con un kick en el pozo.
- Nivel de lodo en el interior del pozo: Es esencial, también, asegurarse que el pozo siempre esté lleno de lodo durante las maniobras de extracción de la sarta, añadiendo lodo para rellenarlo y compensar el volumen de acero de las tuberías extraídas. De no hacerse esto, la pérdida de nivel de lodo en el interior del pozo podría derivar en un kick. A la inversa, cuando se introduce la sarta en el interior del pozo se produce un retorno de lodo hacia el tanque activo debido al desplazamiento que genera el acero de la sarta. Es fundamental, también, controlar que el retorno al tanque es igual al volumen de lodo desplazado

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUUVGR]



- Otros parámetros:
 - Reológicos (viscosidades, punto cedente, gel strength): Esenciales para mantener la capacidad de transporte de los rípios perforados hasta la superficie.
 - Composición: Filtrado, contenidos sólidos, arcillas y arenas.
 - Otros: pH, salinidad (Cl⁻), dureza total.

4.8.4 Controles de integridad del pozo

Estos controles se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Pruebas de presión de equipos de superficie: Las instalaciones de superficie se probarán hidráulicamente antes de iniciar las operaciones críticas para asegurar su integridad mecánica.
- Pruebas de presión del casing: Tras la instalación y cementación de cada tubería de revestimiento, pero antes reiniciar la perforación, se realizarán pruebas de presión para verificar su integridad.
- Pruebas del BOP: Se realizarán prueba antes de iniciar cada fase de perforación y periódicamente para garantizar su buen funcionamiento de acuerdo con los protocolos establecidos por el contratista de equipo.
- Controles de la cementación y formación: Tras perforar el zapato del casing correspondiente a cada fase se realizarán pruebas de estanqueidad, tipo FIT (Formation Integrity Test), para asegurar la integridad del pozo a las presiones y condiciones previstas en la siguiente fase de perforación, aplicando las presiones equivalentes a las siguientes densidades de lodo:
 - Fase 24" x 20": No requiere FIT
 - Fase 16" x 13-3/8": 1,20 kg/l
 - Fase 12-1/4" x 9- 5/8": 1,30 kg/l
 - Fase 8- 1/2" x 7": 1,40 kg/l

Como complemento, después de la cementación de cada casing se tomará con cable un registro CBL de calidad de adherencia del cemento al terreno.

4.8.5 Controles medioambientales

Se aplicará, como es preceptivo, el Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) descrito más adelante en este EIA.

4.9 Prevención de erupciones ("blow out")

4.9.1 Probabilidad de ocurrencia de una erupción

La siguiente tabla muestra estadísticas sobre ocurrencias de erupciones de pozos de petróleo y gas (blowout) en el mundo, recogidas por diferentes organizaciones internacionales.

La tabla muestra que la probabilidad de erupción durante la perforación de un sondeo exploratorio profundo es muy pequeña (0,161%), menos aún en el caso de perforación de pozos de desarrollo profundos (0,035%) y mucho menor en pozos en producción (0,003%). Esta evolución está obviamente ligada a las incertidumbres de conocimiento del subsuelo, mucho mayores en sondeos exploratorios que en pozos de desarrollo, y prácticamente inexistentes en pozos productivos

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWVUVGR]



Operación	Nº de Pozos	Nº de Blowouts	% Blowouts/ pozos	Referencia
Perforación de pozos exploratorios profundos	13.762	22	0,161%	SINTEF Offshore Blowout Database
Perforación de pozos de desarrollo profundos	22.833	8	0,035%	
Pozos en producción	211.142 Pozos-año	7	0,003%	
Perforación de pozos profundos	9.744	2	0,021%	SCANDPOWER Blowout Analysis
Pozos en producción	177.474 Pozos-año	12	0,007%	
Perforación de pozos	87.844	43	0,049%	Alberta Energy & Utilities Board

Las incertidumbres del subsuelo en el caso del sondeo Monzón-2 son muy bajas, dado que se perforará junto al antiguo Monzón-1, del que se conoce perfectamente su litología, régimen de presiones y fluidos a encontrar, por lo que la probabilidad de erupción durante la perforación del sondeo Monzón-2 se puede considerar muy baja.

4.9.2 Plan de actuación en caso de inicio de una erupción

Las actuaciones previstas en caso de un kick (indicación del inicio de un blow-out) son las siguientes:

- Durante la perforación: Si en ese momento se está perforando y, por tanto, la sarta está en el fondo del pozo:
 - Parar las bombas de lodos
 - Cerrar el BOP (prevector de erupciones)
 - Registrar las presiones de cierre en el interior de la sarta y en el anular sarta-casing.
 - Iniciar el protocolo de “matado” del pozo
- Durante la maniobra de la sarta: Si en ese momento la sarta está siendo extraída del pozo o metida, y, por tanto, está en una posición intermedia dentro del mismo:
 - Parar la maniobra
 - Colgar la sarta de la mesa rotary mediante cuñas
 - Instalar y cerrar la válvula de seguridad
 - Abrir la línea choke
 - Cerrar el BOP (prevector de erupciones)
 - Registrar las presiones de cierre en el interior de la sarta y en el anular sarta-casing.
 - Iniciar el protocolo de “matado” del pozo
- Sarta fuera del pozo: Si el kick se originase en un momento en que toda la sarta de perforación estuviera fuera del pozo:

- Si las condiciones del pozo lo permitieran, se intentaría bajar la sarta y aplicar el procedimiento indicado en b).
- Si no fuera posible bajar la sarta: Cerrar el BOP, registrar la presión de cierre, iniciar el protocolo de “matado” directo del pozo

4.10 Prueba de producción

Tras concluir los trabajos de perforación, completar los registros eléctricos del tramo final del pozo y extraer los testigos de las areniscas del yacimiento, se realizará una prueba de producción del yacimiento para evaluar su capacidad productora y confirmar su composición y las reservas de hidrógeno natural extraíbles.

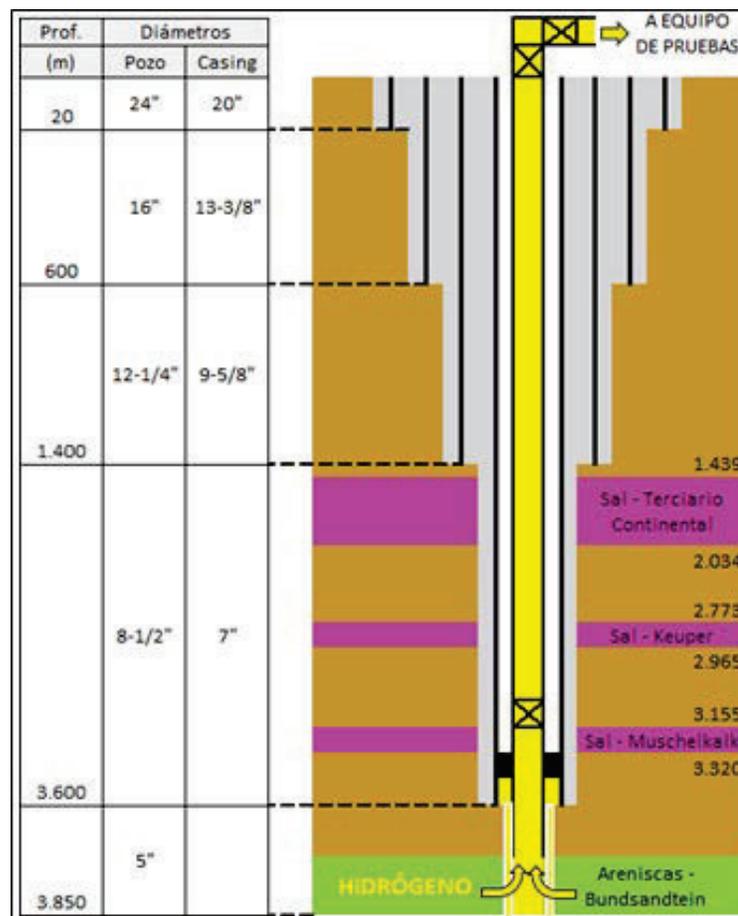


Figura 22. Esquema del pozo durante la prueba de producción

Para ello se instalará una tubería de producción (tubing) en el interior del pozo, anclada al casing de 7" por encima del fondo del pozo (Figura 22), y se abrirá el pozo, mediante un conjunto de válvulas, para dejar fluir el yacimiento a superficie en condiciones totalmente controladas, para registrar caudales, presiones de flujo y estáticas y composición de los fluidos producidos, donde se conducirá a un equipo de pruebas portátil, de separación de gas y agua, que se movilizará hasta el emplazamiento para tal fin, y que básicamente constará de un árbol de válvulas a conectar a la cabeza de pozo, una unidad de control de presión, un separador gas – líquido y otros equipos auxiliares, así como una antorcha para quemar los gases extraídos durante la misma. El agua producida se recogerá en depósito y se enviará a gestor autorizado de residuos.

La duración total de esta prueba, con periodos de flujo y de cierre de pozo, se estima no superior 7 días, dentro de la cual el período de producción no superará las 72 horas en total, estimándose producir una cantidad total de hidrógeno natural del orden de 500 – 1.000 t, lo que supone un máximo de un 0,09% de las reservas producibles estimadas en el yacimiento.

4.11 Taponamiento del sondeo

Tras completarse la prueba de producción se procedería al taponamiento del pozo, de forma similar a como en su día se hizo en el sondeo Monzón-1, mediante la colocación de 4 tapones de cemento en su interior, de longitudes no inferiores a 200 m cada uno de acuerdo con el siguiente esquema (Figura 23).

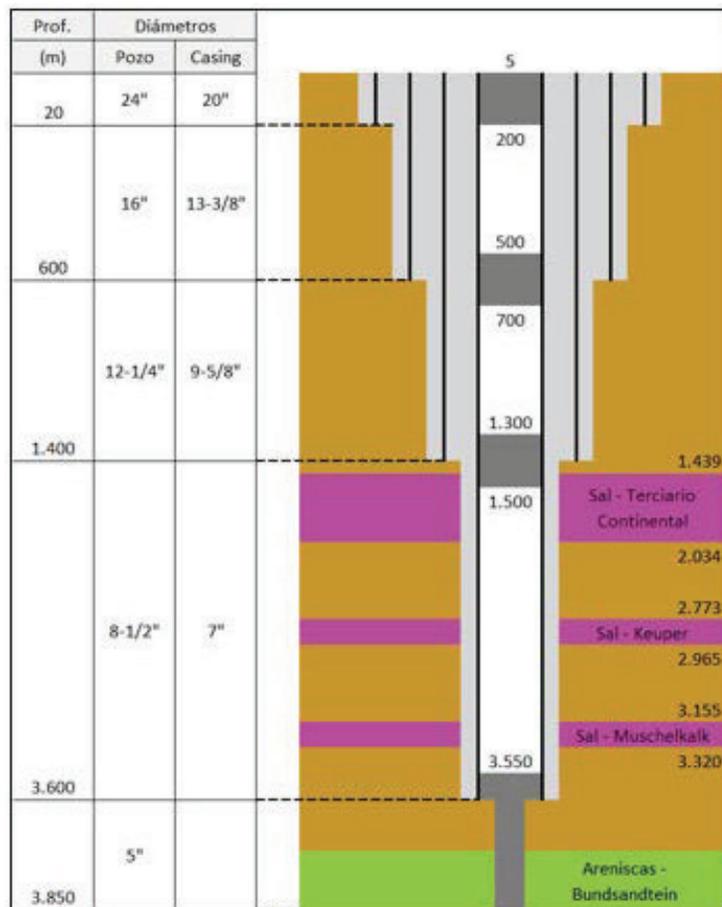


Figura 23. Esquema del taponamiento final del pozo

Tras este taponamiento se retiraría la cabeza de pozo y se cortarían todas las entubaciones un par de metros por debajo de la superficie del terreno. Finalmente se soldará una placa metálica sobre la parte cortada, se verterá 1 m de cemento por encima y se rellenará el antepozo con la tierra retirada inicialmente para que se pueda labrar de nuevo el terreno.

4.12 Restauración del emplazamiento

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional

Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2 2025

VISADO : VO202500078

Validación coimce.e-gestion.es [FN700FSP0WWWUUVGR]



Tras el cierre definitivo del sondeo, HELIOS procederá a la restauración del emplazamiento a su condición original (topografía, recolocación del suelo fértil y revegetación), de acuerdo con el Plan de Restauración que sea aprobado por la autoridad competente conforme a lo previsto en el R.D. 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.

4.13 Otros aspectos

4.13.1 Movimiento de camiones

La siguiente tabla recoge las estimaciones del movimiento diario de camiones durante las diferentes fases de ejecución del sondeo. El flujo máximo diario se producirá durante la preparación del emplazamiento y su restauración final, que en ambos casos se situaría en torno a 23 camiones, por la necesidad de transportar materiales del sustrato del área.

Operación/Actividad	Días	Camiones pesados	Camiones medianos	Camiones ligeros
Preparación del emplazamiento	30	17	3	3
Movilización y montaje de los equipos de perforación	15	8	2	2
Perforación, pruebas y taponamiento del pozo	75	3	3	3
Desmontaje y desmovilización de los equipos de perforación	15	8	2	2
Restauración del emplazamiento	35	17	3	3

Cabe señalar que la movilización de los equipos de perforación requerirá la utilización de unos 110 camiones (la mayoría de gran tonelaje y algunos de gran longitud) que deberán recorrer sólo 320 km, si se movilizan desde La Rioja donde se encuentran actualmente, de acuerdo con la previsión de HELIOS, o 2.600 km si fuera necesario movilizarlos desde la base del contratista de perforación en Polonia, ya que no hay empresas españolas con capacidad para la ejecución de este sondeo.

4.13.2 Consumos

4.13.2.1 Agua

Se estima un consumo máximo de agua de 3.440 m³ durante la ejecución de todas las fases del sondeo, correspondiendo los mayores volúmenes (hasta el 87% del total) a la preparación de los lodos de perforación. El suministro de agua procederá de la red municipal de Monzón y se transportará al emplazamiento mediante camiones cisterna, donde se almacenará en depósitos.

Fases del sondeo	Uso del agua	Volumen (m ³)
Preparación del emplazamiento	Control del polvo	100
	Consumo humano	40
Instalación del equipo, perforación, pruebas, taponamiento y	Limpieza	60
	Consumo humano	150

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA
 Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE
 Habilitación Profesional
 25/2
 2025
 VISADO : VO202500078
 Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUUVGR]



desmovilización del equipo de perforación	Lodos de perforación	1.600 - 3.000
Restauración del emplazamiento	Control del polvo	50
	Consumo humano	40
Total		2.040 – 3.440

4.13.2.2 Gasóleo

Se estima un consumo total de 591 m³ de gasóleo durante la ejecución de todas las fases del sondeo, que alcanzará su máximo en la fase de perforación por la generación de electricidad para mover las operaciones de la torre.

Fase del proyecto	Uso del combustible	Consumo (m ³)
Preparación del emplazamiento	Maquinaria e instalaciones auxiliares	95
Instalación del equipo, perforación, pruebas, taponamiento y desmovilización del equipo de perforación	Grupos electrógenos	380
	Otros usos	42
Restauración del emplazamiento	Maquinaria e instalaciones auxiliares	74
Total		591

Se prevé el almacenamiento de un máximo de 60 m³ de gasóleo en el emplazamiento, en depósitos ubicados sobre base de cemento o en otro tipo de superficie impermeable dotada de cubetos de recogida de posibles derrames. Los cubetos tendrán una capacidad del 110% respecto el volumen total del combustible almacenado.

4.13.2.3 Materias primas y productos químicos y peligrosos

Se implementará un plan de gestión de productos químicos y peligrosos en las operaciones de perforación, conforme a los siguientes requerimientos y principios medioambientales estándar en la industria de la perforación de sondeos de hidrocarburos:

- La gestión debe asegurar un correcto almacenamiento, manejo, uso y transporte, de acuerdo con las especificaciones del fabricante, ficha de seguridad y legislación de aplicación.
- La empresa proveedora de los productos químicos debe asegurarse que se incluyen toda la documentación necesaria, y que se cumplimentan todos los registros necesarios antes de iniciarse el transporte de los suministros a los emplazamientos y usuarios.
- Se identificará claramente al personal responsable que supervisará el uso del producto químico.
- Las fichas de seguridad (MSDS, Material Safety Data Sheets) irán junto con los productos químicos y se encontrarán disponibles en el emplazamiento.
- Se le pedirá al proveedor facilitar las fichas de seguridad y los datos eco toxicológicos necesarios, junto con el resto de información de seguridad y salud.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA
 Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE
 Habilitación Profesional
 25/2
 2025
 VISADO : VO202500078
 Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUUVGR]



- Se suministrarán aquellos Equipos de Protección Individual (EPIs) adecuados recomendados por el proveedor del producto químico a todas las personas que manejen y utilicen estos productos químicos.
- Se dará un asesoramiento adecuado con relación al control de vertidos y eliminación de residuos y de las probables implicaciones medioambientales en el caso de vertidos o fugas, o derrames al medio ambiente durante su uso normal.
- Habrá suficiente material absorbente y equipos de limpieza de vertidos en el emplazamiento.
- Habrá materiales de limpieza de vertidos en caso de fugas de combustible y fluidos hidráulicos.
- Habrá zonas de almacenamiento aisladas.
- Se usará tanto como sea posible, productos químicos de bajo impacto.
- Los riesgos medioambientales se tendrán en cuenta junto con las consideraciones de seguridad y salud, a la hora de evaluar todos los productos. En las fichas de seguridad se incluirá información relevante.
- Los productos químicos recibidos y utilizados en el emplazamiento serán debidamente registrados.
- Todos los productos químicos serán empaquetados de forma apropiada y etiquetados antes de ser enviados, allí donde las operaciones lo permitan, y de forma preferiblemente centralizada.
- El uso de depósitos de almacenamiento de productos químicos es preferible, para permitir una reducción del número de bidones en el emplazamiento.
- Determinar, antes de utilizar, como eliminar los residuos de forma apropiada.
- Asegurar que se cumplen los requerimientos de seguridad y salud.
- Asegurar que existen procedimientos de limpieza para los vertidos de productos químicos, y que estos procedimientos son adecuados, correctos y debidamente utilizados.

4.13.3 Gestión de residuos

4.13.3.1 Residuos de perforación

La gestión de estos residuos se llevará acabo de acuerdo con las mejores prácticas y principales estándares en gestión de residuo mediante las siguientes actuaciones:

- Identificar tipos de residuos antes de comenzar cualquier actividad del proyecto. Los residuos que se esperan son:
 - Residuos urbanos no peligrosos (residuos biodegradables de la cocina y residuos del comedor, plásticos, cristales, metales, papel y cartones, aguas negras y grises)
 - Residuos urbanos peligrosos (baterías, residuos médicos)
 - Residuos especiales no peligrosos (bidones vacíos descontaminados, ripios y WBM), madera, residuos inertes de construcción)
 - Residuos especiales peligrosos (productos químicos, tubos fluorescentes, baterías, pinturas)
- Definir métodos de eliminación de residuos adecuados para cada tipo de residuo antes del inicio de las actividades del proyecto

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUUVGR]



- Mantener un inventario de residuos indicando: origen, peligrosidad, cantidad, tipo de contenedor para el almacenaje del residuo, tratamiento en el emplazamiento, envío a los gestores autorizados de gestión de residuos
- Promover la reutilización y el reciclaje de materiales siempre que sea posible
- Recoger todos los residuos y etiquetarlos adecuadamente
- Implementar almacenamientos temporales de residuos
- Designar, etiquetar, y mantener zonas de almacenamiento de residuos
- Implementar transportes adecuados de residuos
- Implementar el uso de cadenas de custodia en la gestión de los residuos. Deben de mantenerse los recibos y chequearse para verificar que los residuos se han enviado correctamente al gestor aprobado
- Informar sobre la eliminación de residuos de forma periódica
- Dar formación en gestión de residuos a todo el personal para asegurar que conocen los procedimientos apropiados para la gestión de residuos
- El manejo adecuado de residuos debe verificarse periódicamente por medio de procesos de vigilancia y auditoría.

La mayor producción de residuos durante la ejecución del proyecto corresponde a los lodos y rípios de perforación. El volumen total de rípios de perforación que se estima generar en la perforación del sondeo Monzón-2 es de unos 336 m³, incluido el lodo adherido a que no se puede separar en sistema de tratamiento, que, a medida que se vayan generando, se entregarán a alguno de los gestores autorizados ubicados en la zona conforme a lo previsto en el Programa de Vigilancia Ambiental de este EIA.

Gestor autorizado	Residuo	LER	Ubicación
RECUPERACIONES SAN JUAN S.L.U.	Rípios, lodos	010599	Monzón
		010507	
		010508	
CINCA SOMONTANO, S.L.	Rípios, lodos	010599	Monzón
		010507	
		010508	
MONZON CARGO, S.L.	Rípios	010599	Monzón

4.13.3.2 Residuos de construcción y demolición

Durante los trabajos de obra civil para la preparación del emplazamiento del sondeo se generarán residuos de construcción que consistirán principalmente en:

- Restos de hormigonado, procedentes de la ejecución de la solera bajo la torre de perforación y de los cubetos de contención de derrames para los depósitos.
- Restos de mezclas bituminosas procedentes del asfaltado del acceso a la zona de trabajo.
- Restos de lámina de polietileno de alta densidad empleada para la impermeabilización de la zona.
- Restos de acero empleados en el armado de los elementos que lo requieran.
- Restos de cableado de las instalaciones (eléctrica, etc.).

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA
 Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE
 Habilitación Profesional
 25/2
 2025
 VISADO : VO202500078
 Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUUVGR]




No se prevé que se generen excedentes de tierras durante el nivelado de la parcela, ya que la zona es prácticamente llana. La tierra vegetal se acopiará en una zona no utilizada de la parcela para su posterior reutilización en la restauración del terreno en la fase de clausura.

También se prevé la generación del mismo tipo de residuos durante la fase de clausura del sondeo, es decir restos de hormigón, mezclas bituminosas, lámina de polietileno, metales y cableado.

Todos estos residuos se gestionarán por medio de empresas debidamente autorizadas para cada tipología.

4.13.3.3 Residuos asimilables a urbanos

En este caso, los residuos asimilables a urbanos procederán de las actividades de oficina principalmente, e incluirán papel, vasos desechables, restos de comida, restos de embalajes, restos de material de oficina, etc.

Se seguirán prácticas adecuadas para la correcta gestión de estos residuos, disponiendo papeleras o contenedores adecuados para su almacenamiento, procediendo a su traslado a contenedores municipales.

4.13.3.4 Residuos no peligrosos

Los residuos no peligrosos que se generarán incluirán principalmente restos metálicos, restos de plásticos, material de embalaje, y pequeñas cantidades de otros materiales.

Las cantidades habituales de este tipo de residuos se prevé que sean bajas. Estos residuos serán segregados por tipología en el mismo emplazamiento y retirados por medio de gestores autorizados de la zona.

4.13.3.5 Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos que se generen como resultado de las operaciones de mantenimiento y limpieza podrán incluir restos de aceite, trapos y absorbentes contaminados con aceite o gasóleo, filtros de aceite, restos de pinturas, envases (metálicos y/o plásticos) contaminados con restos de productos químicos, aerosoles, filtros metálicos y baterías.

Se prevé que la cantidad de residuos peligrosos sea pequeña por la aplicación de buenas prácticas por parte de las empresas contratistas, y requerirá de una zona de almacenamiento en el emplazamiento adecuada a su tipología. Esta zona contará con un sistema de retención de posibles derrames, estará cubierta y cerrada con llave. Estos residuos serán segregados en y se almacenarán temporalmente en bidones o contenedores apropiados localizados en la zona anteriormente mencionada, de manera previa a su retirada mediante gestor autorizado de la zona.

Los productos químicos que no se hayan usado serán almacenados en el emplazamiento para su uso futuro o devueltos a los proveedores.

4.13.4 Aguas residuales y de lluvia

4.13.4.1 Aguas residuales domésticas

Las aguas residuales domésticas procederán de los aseos del personal que trabaje en el emplazamiento. Se prevé la instalación de aseos químicos por lo que la cantidad de agua residual será mínima y fácilmente manejable.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]



Se dispondrá además de un sistema tipo fosa séptica o similar, cuyo contenido será retirado periódicamente mediante gestor autorizado de residuos.

Por tanto, no se generará vertido alguno de aguas residuales domésticas a cauce público.

4.13.4.2 Aguas caídas en zonas de equipos

Estos residuos líquidos se originarán por el empleo de agua para la limpieza de la instalación, por el agua de lluvia caída sobre los equipos, por las pruebas periódicas del sistema contraincendios y por pequeños derrames que se puedan producir.

Estas aguas pueden contener pequeñas cantidades de aceites y grasas tras su contacto con los equipos, se recogerán mediante canalizaciones internas del sistema de drenaje del emplazamiento y se dirigirán al arquetón situado bajo la torre, donde serán recogidos y retirados mediante gestor de residuos peligrosos.

4.13.4.3 Agua de lluvia caída fuera de las áreas de equipos

El emplazamiento dispondrá una cuneta perimetral para recoger el caudal de escorrentía que pudiera provenir del exterior de las áreas de equipos, evitando, de esa manera, su eventual contaminación.

4.13.5 Emisiones de polvo y gases contaminantes

El movimiento de tierras y el tránsito de vehículos pesados durante los trabajos de preparación del emplazamiento generarán emisiones de polvo, que serán más intensas los días de viento.

Por otro lado, se generarán emisiones de gases a la atmósfera, tanto por la combustión del gasóleo requerido para la generación de la electricidad que requieren las operaciones de perforación, como por los vehículos y otras máquinas utilizadas en las diferentes fases del proyecto.

Obviamente también se generarían emisiones contaminantes en caso de incendio, tanto procedentes de la combustión del material como de los productos utilizados en su extinción.

Cabe señalar que, durante las pruebas de producción, una vez completada la perforación del sondeo, se prevé la combustión de hidrogeno cuyas únicas emisiones serían de vapor de agua.

Las fuentes de estas emisiones se resumen en la siguiente tabla:

Fuente	Origen	Punto emisión	Gases emitidos
Gasóleo	Grupos electrógenos, vehículos y maquinaria	Escape de motores	CO ₂ , NO _x , COVs, CH ₄ , CO, PM, N ₂ O
Tierra	Obra civil, tránsito de maquinaria y vehículos	Zona de obras	Partículas (polvo)
Incendios	Incendios	Incendio	CO ₂ , NO _x , COVs

La siguiente tabla muestra la estimación de las emisiones de gases generadas por el consumo de gasóleo (591 m3 previsto) en las operaciones de perforación del sondeo.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]



Gas emitido	Factor de emisión* (t emitida/t quemada)	Consumo gasóleo (m ³)	Emisión de gas (t)
CO ₂	3,2	591	1.674
CO	0,019	591	10
NO ₂	0,07	591	37
N ₂ O	0,00022	591	0,1
SO ₂	0,008	591	4,2
CH ₄	0,00014	591	0,1
VOC	0,0019	591	1,0
*Factores emisión Forum E&P (informe nº2.59/197) / Densidad del gasóleo: 0,885 g/cc			

4.13.6 Ruidos, luz, olores

El ruido generado durante la perforación del sondeo tendrá su origen procederá principalmente de la torre de perforación, los grupos electrógenos y el sistema de bombeo de lodos, y, en menor medida, de los vehículos y otra maquinaria móvil.

Se estima que ese nivel de ruidos no supere el nivel de 80 dB en las zonas de trabajo, de acuerdo con las especificaciones de los equipos de perforación estándar previstos a utilizar. Se estima, en todo caso, que el nivel máximo de ruido en la parte exterior del vallado del emplazamiento no supere los 60 dB.



Figura 24. Iluminación nocturna del emplazamiento de un sondeo

Cabe señalar además que el emplazamiento del sondeo se encuentra alejada de zonas habitadas, por lo que las molestias causadas a terceros por ruidos generados en el mismo serán pequeñas. En

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional

Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078

Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]



todo caso se establecerán procedimientos de monitorización continua de los niveles de ruido en el emplazamiento y en los alrededores, y se tomarán acciones para reducirlos en caso necesario.

Por otro lado, el emplazamiento contará con iluminación nocturna, tal como muestra la Figura 24, orientada hacia su interior, por lo que el impacto luminoso hacia el exterior se prevé mínimo y limitado al entorno más próximo.

Por último, no se espera la emisión de olores durante las diferentes fases del proyecto, que en todo caso quedarían limitados a los producidos por pequeñas cantidades de vapores de gasóleo durante las operaciones de llenado de tanques y repostaje a motores.

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE Habilitación Profesional
25/2 2025
 VISADO : VO202500078 Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN A EMPLEAR EN EL SONDEO MONZÓN-2

HELIOS prevé perforar el sondeo Monzón-2 con la siguiente torre de perforación (Figura 25):

- Contratista: EXALO DRILLING S.A. (Polonia)
- Modelo: Bentec Eurorig 450
- Tipo: Eléctrica
- Potencia: 2.000 CV
- Profundidad máxima: 6.000 m
- Altura total: 52,9 m (43,8 m mástil + 9 m subestructura)
- Grupos electrógenos: 4 x 1.714 kVA
- Máxima presión del BOP: 700 bar



Figura 25. Características de la torre de perforación prevista para la ejecución del sondeo Monzón-2

Se adjunta como Anexo 2 la descripción técnica detallada de este equipo de perforación: lista de equipos, planimetría de la instalación, diagramas eléctricos, sistemas de tuberías de alta presión y sistemas contraincendios.

A fecha de redacción del presente documento (marzo 2025), la torre prevista a utilizar se encuentra perforando sondeos en las localidades de Sotés y Hornos de Moncalvillo (La Rioja) y se espera que quede disponible para movilizarse a Monzón a partir del mes de octubre de 2025, por lo que la perforación del sondeo Monzón-2 podría iniciarse en el último trimestre del 2025, sujeta a la obtención de las autorizaciones medioambiental y administrativa requeridas.

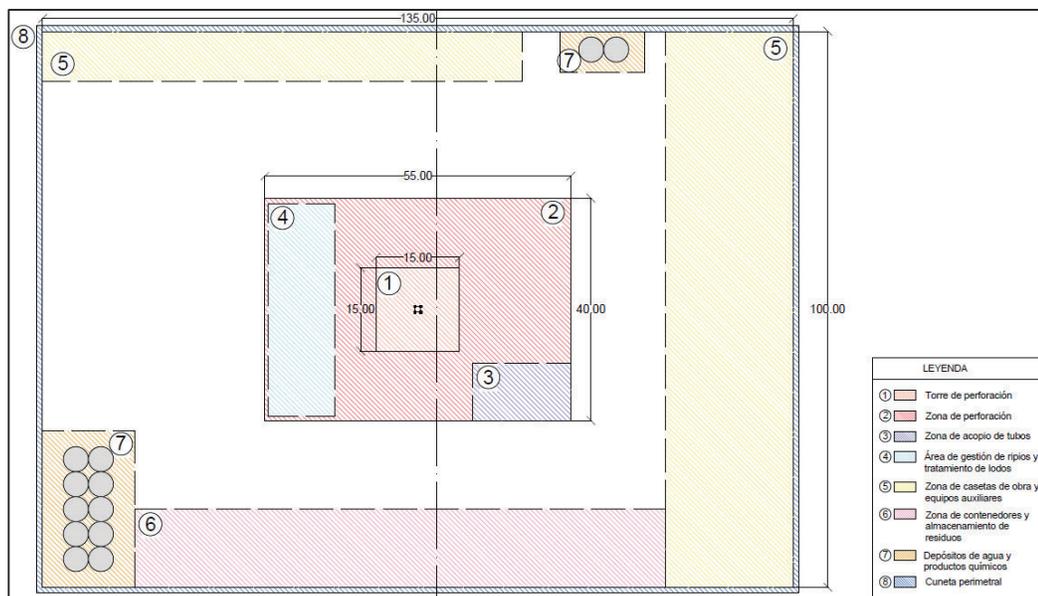


Figura 26. Planta del emplazamiento previsto del sondeo Monzón-2

Los equipos se instalarán sobre una base de hormigón que dispondrá de barreras y cubetos, con capacidad equivalente al 110% del volumen de los tanques de gasóleo, aceites lubricantes y otros productos químicos, para contener en su interior posibles derrames accidentales y evitar así la contaminación del suelo (Figura 26).

La electricidad consumida en el emplazamiento, fundamentalmente por la torre y el sistema de bombeo de lodos, se generará in situ mediante cuatro grupos electrógenos de 1.714 kVA accionados con motores de gasóleo. El emplazamiento se encuentra alejado de líneas eléctricas de alta tensión por lo que se descarta el suministro de potencia por esa vía, que, de haber sido posible, habría reducido el consumo de gasóleo.

En cuanto a personal, la Figura 27 muestra los requerimientos habituales para la perforación de un sondeo profundo, cuyos trabajos se realizan de manera continua (24 horas/día, 7 días/semana), con dos turnos diarios de 12 h (07.00 – 19.00). En momentos puntuales se requerirán algunas personas más para trabajos especializados (registros eléctricos, pruebas de producción, etc.).

Puesto	Función	Día	Noche
Supervisión y control	Supervisor	1	1
	Ingeniero Perforación	1	0
	Geólogo	1	0
Torre de perforación	Operario torre	11	11
	Mantenimiento	4	0
Servicios de lodos	Ingeniero	1	1
	Control de sólidos	2	2
	Operario lodos	2	2
Otros	Servicios (transportes, grúa, residuos, etc.)	Hasta 10	0

Figura 27. Personal de perforación previsto para el sondeo Monzón-2

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA



Habilitación Profesional
Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE

25/2
2025

VISADO : VO202500078
Validación coimce.e-gestion.es [FN700FSP0WWWUVGR]



6. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL SONDEO MONZÓN-2

El presupuesto de ejecución del sondeo Monzón-2 asciende a 12,3 millones de euros, en base de pozo seco, con el desglose que se muestra el siguiente cuadro.

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL SONDEO MONZÓN-2	
Concepto	POZO SECO
Entubaciones (casing), centralizadores e inspección	430.830
Cabeza de pozo	110.500
Estudios previos (G&G, perforación, medioambiente)	631.710
Autorizaciones y tasas	77.697
Alquiler del terreno	6.000
Preparación del emplazamiento y acceso	900.000
Restauración del emplazamiento	600.000
Movilización y montaje del equipo	296.703
Desmontaje y desmovilización del equipo	989.011
Torre de perforación	1.983.002
Tubería de perforación y accesorios	62.244
Triconos y sarta de fondo	231.900
Sarta de perforación	343.824
Material y servicios de pesca	88.920
Lodo (equipo, productos y servicios)	976.783
Sistema de monitorización	62.244
Control geológico	191.543
Registros eléctricos (logs)	541.528
Toma de testigos y análisis	297.487
Entubación, cementación y pruebas	487.070
Control direccional	611.316
Pruebas de producción	127.642
Servicios de emergencia	147.353
Cabinas, contenedores, tanques, maquinaria	69.428
Gestión de residuos (ripios incluidos)	260.592
Comunicaciones	12.004
Transportes	102.600
Vigilancia	80.028
Gasóleo	741.864
Agua	88.920
Otros servicios y alquileres	147.600
Otras compras	17.784
Seguro	62.400
Supervisión (perforación y geología)	382.080
Gastos de administración y generales	145.800
TOTAL (Euros)	12.306.405

Firmado por CARMONA
 ELIZALDE LUIS
 JAVIER - ***9692**
 el día 30/03/2025
 con un certificado

Director Facultativo
 Ingeniero de Minas- Colegiado nº 1.345 CE

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA
 Col. nº CE-1345 LUIS JAVIER CARMONA ELIZALDE
 Habilitación Profesional
 25/2
 2025
 VISADO : VO202500078
 Validación coimce.e-gestion.es [FV700FSP0WWWUVGR]